

QUICKSCAN

› **IMPACT ASSESSMENT (CIRCULAIRE)**  
**BOUWOPGAVE MRA**

MATERIAALSTROMEN, LOGISTIEK EN RUIMTEGEBRUIK

**eib** — **TNO** innovation  
for life

## Auteurs

Samira Errami (EIB) - [serrami@eib.nl](mailto:serrami@eib.nl)

Lucinda Kootstra (TNO) - [lucinda.kootstra@tno.nl](mailto:lucinda.kootstra@tno.nl)

## Onderzoeksteam

Antoon Visschedijk (TNO)

Emile van Eijk (TNO)

Bart Jansen (TNO)

Elise Boukris (TNO)

Cox Boogaards (EIB)

Jelger Arnoldussen (EIB)

Paul Groot (EIB)

Alle rechten voorbehouden.

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

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

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

© 2018 TNO/EIB

## CONCLUSIES OP HOOFDLIJNEN

Vanuit het samenwerkingsprogramma ‘Circulaire Westas’ hebben de Port of Amsterdam, de gemeente Amsterdam en de gemeente Haarlemmermeer TNO en het EIB gevraagd onderzoek te verrichten naar de effecten van de (circulaire) bouwopgave in de MRA op materiaalstromen, transportstromen en ruimtegebruik op de Westas. Voorts volgen de belangrijkste bevindingen.

### **De bouwopgaven zijn fors, het verloop op de langere termijn verschilt per sector**

- › De crisis heeft een sterk neerwaarts effect gehad op het productievolume van de bouwsector. Op de korte tot middellange termijn zal hierdoor de bouwproductie in de woningbouw, de utiliteitsbouw en de infrastructuur toenemen. Ook op de langere termijn is sprake van een stevige opgave. De woningniewbouw en infrastructurele nieuwbouw neemt hierin geleidelijk af door de afnemende huishoudensgroei (woningbouw) en de verschuiving van de opgaven van nieuwbouw naar reconstructie en vervanging (infra). Hier staat tegenover dat de productie in de utiliteitsbouw door de groei van bedrijfsruimten toeneemt.
- › Sloop blijft in de alle drie de sectoren toenemen door onder meer de veroudering van de voorraad en veranderende kwaliteitseisen.

### **Het aanbod van secundair materiaal uit sloop vindt beperkte aansluiting bij de vraag vanuit de nieuwbouwopgaven**

- › De mismatch tussen vraag en aanbod van secundair materiaal wordt veroorzaakt door een te klein aanbod van secundair materiaal uit sloop vergeleken met de vraag vanuit de nieuwbouw in de regio. Vooral in de utiliteitsbouw en in mindere mate in de woningbouw vindt relatief weinig sloop ten opzichte van nieuwbouw plaats.

## CONCLUSIES OP HOOFDLIJNEN (VERVOLG)

- › Het verwezenlijken van de bouwopgaven tot en met 2050 vraagt 59 tot 120 megaton materiaal. Uit sloop komt in dezelfde periode 15 tot 22 megaton materiaal vrij. Zelfs wanneer al het vrijkomende materiaal in de MRA zou kunnen worden hergebruikt, voorziet het aanbod niet in de vraag.
- › De mismatch tussen vraag en aanbod neemt in de tijd af doordat de vraag vanuit de nieuwbouw op de langere termijn redelijk stabiel is en het aanbod uit sloop groeit. In de periode 2018-2020 is de vraag zeven maal groter dan het aanbod, in de periode 2041-2050 daalt dit naar vier maal. Ook hier geldt dat de afname van de mismatch in de praktijk kleiner kan zijn doordat niet al het vrijkomende materiaal kan worden hergebruikt.

### **Het gemiddelde aantal jaarlijkse vervoerskilometers ligt in de periode 2018-2020 hoger dan in de perioden er na, de ruimtebehoefte op de Westas neemt 10% toe**

- › In lijn met de bouwprognoses en op basis van de huidige bouw- en logistieke processen, ligt het gemiddelde aantal jaarlijkse vervoerskilometers op de korte tot middellange termijn hoger en stabiliseert dit in de periode er na. De MRA bouwopgaven gaan jaarlijks gepaard met gemiddeld 4,9 miljoen voertuigkilometers tussen bouwlocaties in de regio en verwerkers en producenten van bouwmaterialen. Het ruimtegebruik van verwerkers en producenten op de Westas is 62 ha. Dit komt ongeveer overeen met 125 voetbalvelden. In de tijd groeit de behoefte aan ruimte met 10% (6 ha) door de grotere volumes vrijkomend materiaal bij sloop.\*

### **Hergebruik van casco's leidt tot minder materiaal- en logistieke stromen en tot minder behoefte aan ruimte**

- › Het circulair invullen van de bouwopgaven door meer casco's her te gebruiken, leidt tot 20% minder materiaalgebruik voor nieuwbouw en 36% minder vrijkomend materiaal bij sloop. Dit heeft 21% minder voertuigkilometers en 20% minder ruimtebehoefte (voor verwerkers en fabrikanten) op de Westas tot gevolg.

## CONCLUSIES OP HOOFDLIJNEN (VERVOLG)

### Demontabel bouwen leidt tot 2050 tot meer logistieke stromen en behoefte aan ruimte

- › Het circulair invullen van de bouwopgaven door meer demontabel te bouwen leidt tot hetzelfde materiaalvolume als op de ‘traditionele’ manier wordt gebouwd. Daarentegen zal het aantal voertuigkilometers door de omvang en het gewicht van de prefab elementen met 11% toenemen. Ook de behoefte aan ruimte zal met 13% toenemen omdat het productieproces van prefab elementen (vooral het uitharden) meer ruimte vraagt.\*

### Uit de analyse volgen een aantal knelpunten die aangrijpingspunten voor een verdiepend vervolg bieden

- › *De mismatch tussen vraag naar en aanbod van secundair materiaal.* Wat zijn mogelijke oplossingsrichtingen om het gat tussen vraag en aanbod te verkleinen en wat zijn de effecten van deze oplossingsrichtingen? Op welk schaalniveau kan coördinatie bijdragen? Waar is innovatie nodig? En hoe kan beleid hieraan bijdragen?
- › *Het ontbreken van inzicht in de herbruikbaarheid van secundair materiaal.* Wat zit in welke vorm in de voorraad? Wat wordt nu al hergebruikt en waar zitten welke knelpunten voor meer hergebruik? Hoe kunnen deze worden verholpen en wat is het effect hiervan?
- › *Logistieke stromen kunnen door verschillende vormen van circulair bouwen toe- of afnemen.* Wat ontbreekt is inzicht in de optimale bouwlogistieke organisatie van circulair bouwen. In welke gebieden (stedelijk vs. landelijk) is welke vorm (hub versus decentraal) optimaal? En wat is het effect (maatschappelijke kosten/baten) van de inzet van andere vervoersmodaliteiten?
- › *Het ontbreken van inzicht in de werkgelegenheidseffecten van circulair bouwen.* Wat zijn de kwantitatieve en kwalitatieve gevolgen van circulair bouwen voor de bouwarbeidsmarkt?

\*De voordelen van demontabel bouwen zullen zich op de zeer lange termijn (na 2050) voordoen, wanneer de onderdelen vrijkomen en kunnen worden hergebruikt. Hoe groot deze voordelen zijn (voor de afname van primair materiaalgebruik en de effecten op logistiek en ruimtegebruik) vergt aanvullende analyse.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

## INHOUDSOPGAVE

› Aanleiding, doelstelling, aanpak en scope	7
› Bouwprognoses	11
› Materiaalstroomanalyse	19
› Logistiek en ruimtegebruik	25
› Circulaire alternatieven	29
› Conclusies	35
› Knelpunten en aanknopingspunten voor vervolg	40
› Bijlagen	48

## AANLEIDING

- › De ambitie van de Metropoolregio Amsterdam (MRA) om tot en met 2040:
  - › 250.000 woningen te bouwen;
  - › een groot aantal utiliteitsgebouwen te realiseren;
  - › en infrastructuur aan te leggen, te reconstrueren en te vervangen.
- › In lijn met de doelstellingen in het Regeerakkoord, het Grondstoffenakkoord en de Transitieagenda bouw streeft de MRA ernaar de bouwopgaven meer circulair in te vullen.
- › De bouwsector is grootverbruiker van grondstoffen, produceert veel reststromen en maakt intensief gebruik van infrastructuur.
- › Op de Westas ligt het zwaartepunt binnen de MRA wat betreft het aanbod van bouwgrondstoffen en -materialen. Dit is de reden voor Port of Amsterdam, de gemeente Amsterdam en de gemeente Haarlemmermeer om, vanuit het 'Circulaire Westas' verband, TNO en het EIB te vragen middels een quickscan de effecten van de (circulaire) bouwopgave in beeld te brengen.


### Doelstellingen Grondstoffenakkoord:

- 50% circulair materiaalgebruik in 2030
- Volledige circulariteit in 2050
- In Regeerakkoord gekoppeld aan klimaatdoelstellingen

## DOELSTELLING

Het doel is om kwantitatief inzicht te geven in de impact van de bouwopgave en het circulair invullen van deze opgave op materiaalstromen, logistieke stromen en ruimtegebruik in de regio (MRA/Westas).

- › De quickscan beantwoordt hiertoe de volgende vragen:
  - › Wat is de huidige stand van zaken in de MRA aangaande de nieuwbouw en sloop, materiaalstromen, transportstromen en ruimtegebruik?
  - › Wat is het effect van de bouwopgave op materiaalstromen, transportstromen en ruimtegebruik?
  - › Wat is het effect van het circulair insteken van de bouwopgave op materiaalstromen, transportstromen en ruimtegebruik?
  - › Dienen zich knelpunten aan en geven deze aanleiding tot vervolgstappen?

 Hoe zijn deze vragen beantwoord?



## ALGEMENE AANPAK ANALYSE

- › Met behulp van de nieuwbouw- en sloopprognoses van het EIB zijn de bouwopgaven tot en met 2050 in beeld gebracht.
  - › De prognoses zijn in drie scenario's uitgewerkt: hoog, midden en laag, waarbij het midden scenario aansluit bij de MRA ambitie (zie bijlage A voor meer toelichting op de scenario's). Op deze manier zijn ontwikkelingen in een bandbreedte getoond, wat inzicht geeft in de spreiding waarbinnen ontwikkelingen zich kunnen voordoen. De toekomst is immers onzeker.
  - › De huidige stand van zaken m.b.t. de plancapaciteit woningbouw, bedrijfsruimtes en kantoren is hierin aangegeven.
- › De prognoses zijn vervolgens gekoppeld aan het BOuw op de kaart (BOB) model van TNO om de grootste materiaalstromen die uit de nieuwbouw- en sloopopgaven voortkomen in kaart te brengen. Hierbij is uitgegaan van de huidige bouw-/sloopmethodes (as-is situatie).
- › Op basis van de grootste materiaalstromen zijn de hieraan verbonden logistieke stromen in kaart gebracht en is gekeken naar het ruimtegebruik van de aan de materiaalstromen gerelateerde bedrijven in de Westas.
- › Vervolgens zijn twee alternatieven voor circulair bouwen en slopen uitgewerkt voor het midden scenario. Op deze manier is geanalyseerd wat het effect is van het circulair insteken van de bouwopgaven op de materiaalstromen, de logistieke stromen en de behoefte aan ruimte.
- › Voortvloeiend uit de vergelijking van de as-is situatie (waarin de bouwopgave op 'traditionele' wijze wordt uitgevoerd) met de circulaire alternatieven zijn knelpunten en aangrijpingspunten voor vervolg in kaart gebracht.

## SCOPE ANALYSE

- › Gezien de aard van de opdracht (quickscan), zijn met betrekking tot de scope van de analyse in overleg de volgende keuzes gemaakt:

### **Binnen de scope van het project valt:**

- › Het resultaat van de materiaalstroomanalyse bevat het totaal aan materialen: benodigd voor nieuwbouw of vrijkomend bij sloop van woning- en utiliteitsbouw en benodigd of vrijkomend bij de aanleg en vervanging van infrastructuur (riool, hoofdwegen, gemeentelijke wegen, fietspaden en trottoirs).
- › De materiaalstromen worden voor de gehele MRA geschat.
- › Vervoersstromen van de grootste materiaalstromen zijn in kaart gebracht door het vervoer van de fabrikanten naar de bouwplaats en de afvoer van puin naar de verwerkers mee te nemen.
- › Ruimtegebruik is bepaald voor betonfabrikanten en puinverwerkers binnen het Westas-gebied.
- › In de circulaire alternatieven is ervan uitgegaan dat de technieken direct kunnen worden toegepast en constant blijven in de tijd.
- › De periode 2018 tot 2050 is in tijdvakken van tien jaar onderzocht. De effecten van de circulaire alternatieven na 2050 vallen buiten de studie.

### **Buiten de scope van het project valt:**

- › Nieuwe sloop- en bouwmethodes zijn niet meegenomen. In deze studie gaan we er in de as-is situatie van uit dat er conventionele methodes zullen worden ingezet.
- › Zand en ophoogmateriaal (granulaten) zijn niet meegenomen in de materiaalstroomanalyse, omdat het gebruikte model uitgaat van de materialen direct toegepast in constructies en niet uitgaat van materialen ingezet als ondergrond. Dit laatste kan per project en per regio sterk verschillen. Indien het landelijk verbruik hiervan maatgevend is, zou het materiaalgebruik in deze analyse qua volume significant kunnen toenemen.
- › Levering van primaire materialen aan fabrikanten (zoals grind aan betonfabrikanten) en verdere verwerking van puin zijn niet meegenomen. Andere vervoersmodaliteiten dan wegtransport zijn om deze reden niet belicht.
- › Alleen de massa van vrijkomend materiaal bij sloop wordt vergeleken met de massa dat benodigd is voor nieuwbouw. Hoe secundair materiaal kan worden ingezet (e.g. benodigde slooptechnologieën of regelgeving), is nog niet geanalyseerd.
- › De match tussen vraag en aanbod is per gemeente en in tijdsvlakken van tien jaar bestudeerd. Hoe vraag en aanbod op lokale schaal en binnen projecttermijnen op elkaar aansluiten is niet belicht.

# BOUWPROGNOSES

## AANPAK BOUWPROGNOSES

➔ Hoe zijn de bouwprognoses opgesteld?

- › De basis vormen de EIB-prognoses op Corop-niveau.\*
  - › Deze zijn geconstrueerd op basis van economische en demografische indicatoren.
  - › Voor de deelsectoren zijn verschillende determinanten toegepast.\*
- › Om meer inzicht in materiaal- en logistieke stromen te kunnen geven en aansluiting te vinden bij het BOUwmaterialen in Beeld (BOB)-model, zijn de Corop nieuwbouw- en sloopprognoses bewerkt:
  1. Stap van Corop naar gemeente\*
  2. Onderscheid naar type woningen, utiliteitsgebouwen en infrastructuur
    - › Een- en meergezinswoningen
    - › Kantoren, bedrijfsruimten, winkels, zorg-, onderwijs- en overige gebouwen
    - › Rijks- en gemeentelijke wegen en rioleringen

\*Zie bijlage B voor gehanteerde Corop-gebieden en gemeenten.

\*Zie bijlage C voor gehanteerde determinanten per deelsector.

\*Zie bijlage D voor gehanteerde proxy's van Corop naar gemeente en bijlage E voor de aannames.

\*Herstel en verbouw en reconstructie zijn vanwege het karakter van de opdracht (quickscan) buiten beschouwing gelaten. Vooral de reconstructie-opgaven in de infrastructuur zullen in de tijd toenemen. De vraag is wat de potentie hiervan is voor materiaalstromen, logistiek en ruimtegebruik.

## BOUWPROGNOSES MRA: WONINGBOUW\*

MRA totaal woningniewbouw en sloop per scenario, in aantal woningen, 2018-2050					
	2018-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	Totaal
<i>Nieuwbouw</i>					
Laag	29.300	71.700	43.500	33.100	177.600
Midden	40.100	105.500	83.000	74.600	303.200
Hoog	50.200	158.000	123.100	119.600	450.900
<i>Sloop</i>					
Laag	5.300	19.200	21.200	22.600	68.300
Midden	7.350	27.600	31.900	34.000	100.850
Hoog	8.200	31.900	37.300	38.800	116.200

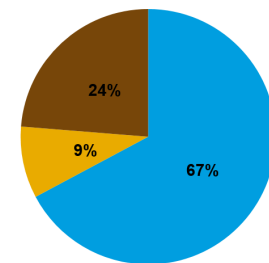
Bron: EIB

- › Groeitempo woningbouw vakt geleidelijk af na 2020/2025 door de afnemende groei van het aantal huishoudens.
- › Groeitempo sloop neemt licht toe door de natuurlijke veroudering van de voorraad en veranderende kwaliteitseisen in de tijd.
- › Het aandeel MRA in de nationale woningbouw is in het midden scenario vrij stabiel gemiddeld 20% tot 2050.
- › Het merendeel van de opgaven in Corop Groot-Amsterdam ligt in de gemeenten Amsterdam en Haarlemmermeer.

MRA woningniewbouw naar Corop midden scenario, in aantal woningen, 2018-2050	
Corop	2018-2050
IJmond	13.800
Agglomeratie Haarlem	12.500
Zaanstreek	13.500
Groot-Amsterdam	199.100
Gooi en Vechtstreek	20.200
Flevoland	44.100
<b>Totaal MRA</b>	<b>303.200</b>
<i>Nederland</i>	<i>1.527.200</i>

Bron: EIB

Aandelen gemeenten in woningniewbouw Corop Groot-Amsterdam, midden scenario, 2018-2050



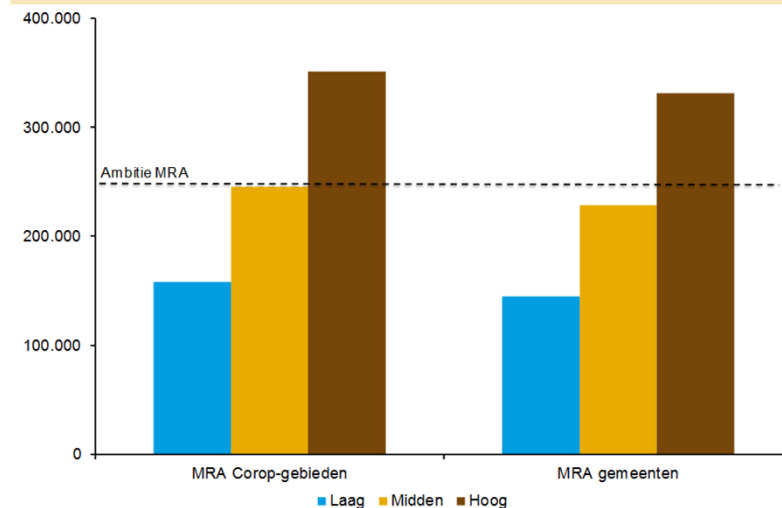
\*Zie bijlage F voor de in de bouwprognoses gehanteerde definities.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

## AANSLUITING SCENARIO'S BIJ AMBITIES MRA: WONINGBOUW

- › De woningbouwambitie van de MRA vindt aansluiting bij het midden scenario.\*
  - › Op Corop-niveau is de aansluiting beter door het meetellen van een aantal gemeenten in de Corop die officieel geen deel uitmaken van de MRA.
- › Voor het in kaart brengen van de gevolgen van het circulair insteken van de bouwopgave op materiaalstromen, logistiek en ruimtegebruik wordt om deze reden het midden scenario gehanteerd.
- › De crisis heeft een sterk neerwaarts effect gehad op het productievolume van de bouwsector. Als gevolg hiervan zal de productie op de korte tot middellange termijn hoger zijn dan voorheen. In het midden scenario ligt de productie in de periode 2018-2025 gemiddeld op 12.000 woningen ten opzichte van gemiddeld 7.000 gerealiseerde woningen in 2012-2014 en gemiddeld 10.000 in 2015-2017 (CBS).

\*Zie bijlage G voor aansluiting bouwscenario's bij nationale woonagenda.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

Aansluiting woningbouwambities MRA met prognoses EIB, in aantal woningen t/m 2040

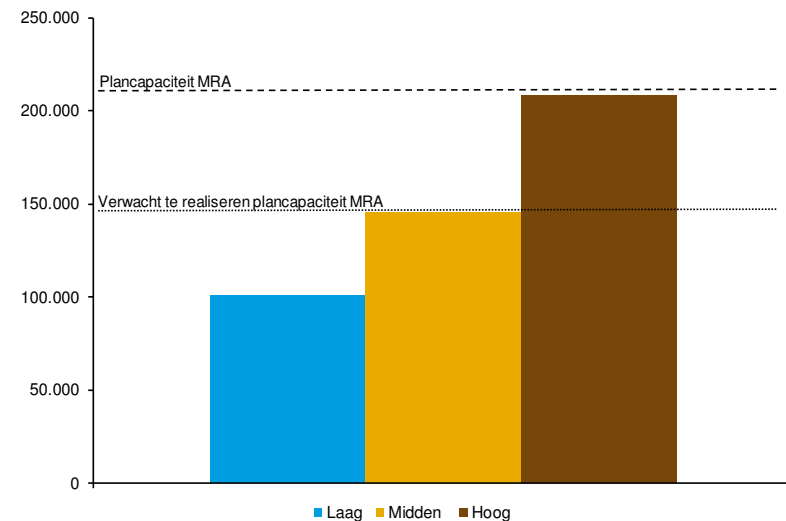


Bron: EIB

# AANSLUITING SCENARIO'S BIJ HUIDIGE PLANNEN MRA: WONINGBOUW

- › De meest recente plancapaciteit (hard en zacht) van de MRA komt overeen met het hoge scenario.
  - › Ditzelfde beeld geldt voor Corop Groot-Amsterdam met het grootste aandeel woningnieuwbouw in de MRA en verschilt voor de overige Corop-gebieden.
- › De plancapaciteit is geen vast gegeven. Zo is deze het afgelopen halfjaar met 20.000 woningen toegenomen: zijn er in sommige gemeenten plannen bijgekomen en in andere plannen weggevallen.
- › Uit recente EIB-studie naar de plancapaciteit van Noord-Holland blijkt dat gemiddeld 70% van de plannen wordt gerealiseerd. Wanneer hier rekening mee wordt gehouden, ligt de plancapaciteit in lijn met het midden scenario in zowel de MRA als Corop Groot-Amsterdam.

Aansluiting plancapaciteit woningbouw MRA (2018-2029) met prognoses EIB (2018-2030), in aantal woningen



\*Voor gemeenten in Corop Agglomeratie Haarlem is in de periode 2024-2029 geen plancapaciteit beschikbaar

Bron: EIB en RIGO 2018, bewerking EIB

# BOUWPROGNOSES MRA: UTILITEITSBOUW

MRA totaal utiliteitsnieuwbouw en sloop per scenario, in m <sup>2</sup> , 2018-2050					
	2018-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	Totaal
<i>Nieuwbouw</i>					
Laag	1.474.000	6.437.600	8.154.900	8.522.600	24.589.100
Midden	3.405.000	10.112.600	12.211.200	12.937.800	38.666.600
Hoog	5.360.100	15.018.900	17.149.900	18.114.000	55.642.900
<i>Sloop</i>					
Laag	147.500	691.100	873.800	1.070.800	2.783.200
Midden	224.500	858.100	1.048.600	1.233.000	3.364.200
Hoog	235.300	928.900	1.174.100	1.431.900	3.770.200

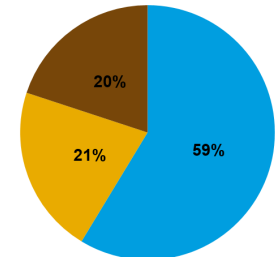
Bron: EIB

- › Utiliteitsnieuwbouw blijft toenemen vooral door de groei van bedrijfsruimten (determinant is omvang economie).
- › Sloop ligt in de scenario's dicht bij elkaar doordat de leeftijdsopbouw van de voorraad een relatief stabiele factor is. Andere kwaliteitseisen zorgen voor de verschillen.
- › Het aandeel MRA in de nationale utiliteitsnieuwbouw is in het midden scenario vrij stabiel, gemiddeld 16% tot 2050.
- › Het merendeel van de opgaven in Corop Groot-Amsterdam ligt in de gemeenten Amsterdam en Haarlemmermeer.

MRA utiliteitsnieuwbouw naar Corop, midden scenario, in m <sup>2</sup> , 2018-2050	
Corop	2018-2050
IJmond	2.219.400
Agglomeratie Haarlem	1.563.600
Zaanstreek	1.675.800
Groot-Amsterdam	17.270.200
Gooi en Vechtstreek	1.797.600
Flevoland	14.140.000
<b>Totaal MRA</b>	<b>38.666.600</b>
Nederland	236.713.100

Bron: EIB

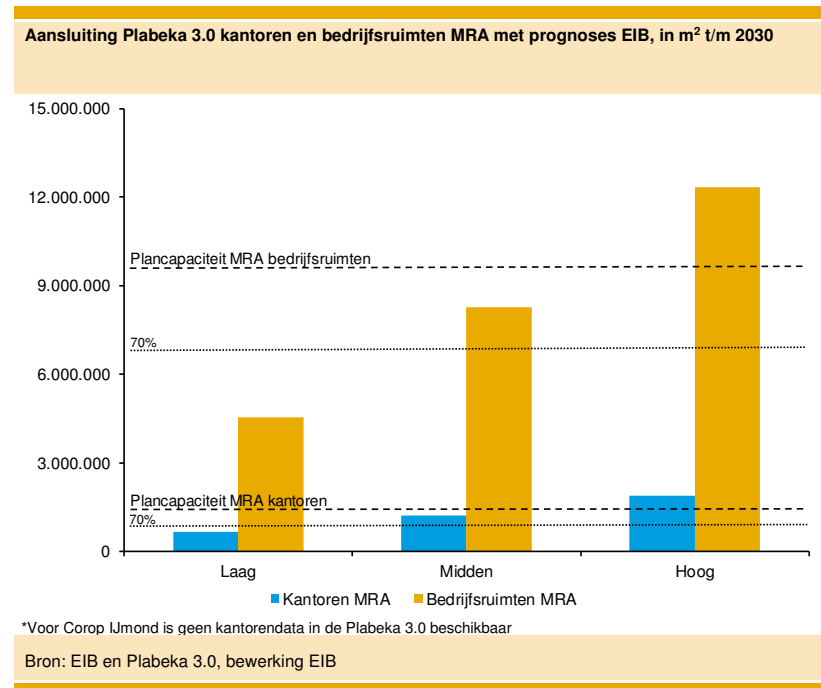
Aandelen gemeenten in utiliteitsnieuwbouw Corop Groot-Amsterdam, midden scenario, 2018-2050





# AANSLUITING SCENARIO'S BIJ HUIDIGE PLANNEN EN AMBITIES MRA: UTILITEITSBOUW

- › Harde plannen voor kantoren en bedrijfsruimten liggen in de periode t/m 2030 tussen het midden en hoge scenario in.
- › Kanttekening: ook in de utiliteitsbouw is sprake van planuitval, het aandeel hiervan is echter onbekend. Wanneer net als in de woningbouw wordt uitgegaan van 30% planuitval ligt het planaanbod van kantoren en bedrijfsruimten tussen het lage en midden scenario in. Gegeven de daadwerkelijke ruimtevraag kan dit aandeel hoger of lager uitvallen.
- › De prognoses bevatten naast kantoren en bedrijfsruimten ook winkels, zorg- en onderwijsinstellingen en overige gebouwen. Hier zijn geen plannen voor bekend.
- › Utiliteitsbouwambities voor de MRA zijn niet gekwantificeerd.



# BOUWPROGNOSES MRA: INFRASTRUCTUUR

MRA totaal infrastructuur nieuwbouw en vervanging per scenario, 2018-2050

	2018-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	Totaal
<i>Nieuwbouw weg (m<sup>2</sup>)</i>					
Laag	3.536.800	8.208.700	3.393.500	2.157.200	17.296.200
Midden	3.537.300	9.195.200	5.476.800	4.354.400	22.563.700
Hoog	3.601.000	11.083.900	8.057.800	6.163.600	28.906.300
<i>Nieuwbouw riolering (strekende meter)</i>					
Laag	438.800	1.161.600	637.700	415.500	2.653.600
Midden	438.600	1.199.400	791.700	646.700	3.076.400
Hoog	438.900	1.244.700	928.100	830.500	3.442.200
<i>Vervanging weg (m<sup>2</sup>)</i>					
Laag	1.494.800	5.309.800	6.068.400	6.500.900	19.373.900
Midden	1.494.600	5.846.000	7.668.100	8.626.200	23.634.900
Hoog	1.520.300	6.255.400	8.279.500	9.201.200	25.256.400
<i>Vervanging riolering (strekende meter)</i>					
Laag	123.500	437.900	501.100	537.300	1.599.800
Midden	123.600	483.000	633.000	712.100	1.951.700
Hoog	123.500	499.500	661.400	735.000	2.019.400

De impact van de energietransitie op rioleringen, rijks- en gemeentelijke wegen zijn hierin buiten beschouwing gelaten.

Bron: EIB

Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

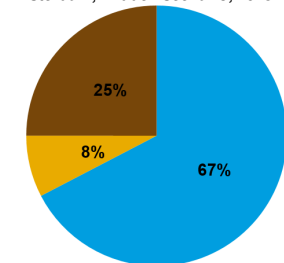
- › Groeitempo infrastructuur nieuwbouw vakt af na 2030 door verschuiving van de opgave naar onderhoud en vervanging.
- › Ontwikkelingen van de beroepsbevolking, een afvlakkende toename woningniewbouw en veroudering van de voorraad liggen hieraan ten grondslag.
- › Aandeel MRA in de nationale infrastructuurnieuwbouw in het midden scenario verdubbelt in de periode 2018-2050 tot 24%.
- › Driekwart van de opgaven in de Corop Groot-Amsterdam ligt in de gemeenten Amsterdam en Haarlemmermeer.

MRA infrastructuur nieuwbouw naar Corop, midden scenario, in m<sup>2</sup> wegen, 2018-2050

Corop	2018-2050
IJmond	812.700
Agglomeratie Haarlem	1.221.900
Zaanstreek	2.591.600
Groot-Amsterdam	15.405.500
Gooi en Vechtstreek	631.800
Flevoland	1.900.200
<b>Totaal MRA</b>	<b>22.563.700</b>
Nederland	140.355.800

Bron: EIB

Aandelen gemeenten in wegen Corop Groot-Amsterdam, midden scenario, 2018-2050



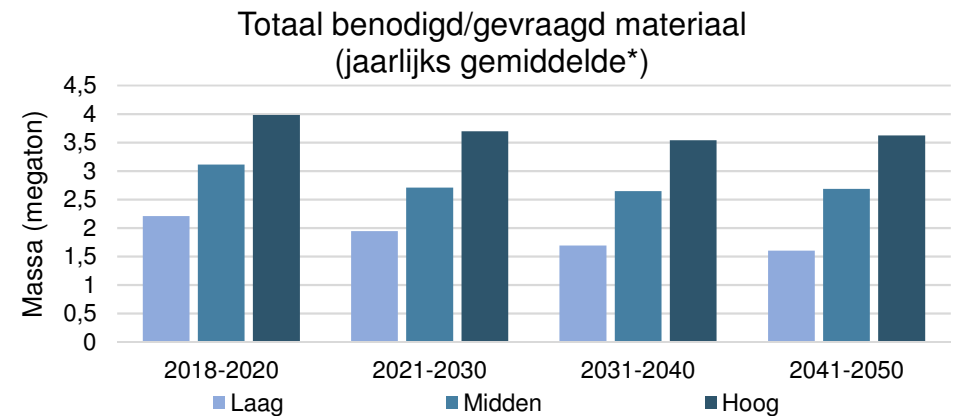
■ Gemeente Amsterdam  
 ■ Gemeente Haarlemmermeer  
 ■ Overige gemeenten in Corop Groot-Amsterdam

# MATERIAALSTROOMANALYSE

## VRAAG BOUWMATERIALEN: TOTAAL

- › Totale massa aan benodigd/gevraagd materiaal voortkomend uit de woning-, utiliteits- en infrastructurele nieuwbouw varieert tussen de 59 en 120 megaton tot 2050.\*
- › Jaarlijks is de gevraagde hoeveelheid materiaal gemiddeld 1,6 tot 4 megaton.
- › Het verloop van de vraag naar materiaal verschilt per scenario:
  - › In het lage scenario neemt het gevraagde /benodigde materiaal licht af tot 2050.
  - › In het midden en hoge scenario is er een lichte afname na 2020 en blijft de hoeveelheid benodigd/gevraagd materiaal vervolgens stabiel. Dit beeld komt voort uit de vraagprognoses waarvoor geldt dat 2018-2020 en een deel van 2021-2030 een inhaalperiode (grotere bouwopgave in jaren na crisis) betreft.

Totaal benodigd/gevraagd materiaal (megaton)					
	2018-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	Totaal
Laag	7	19	17	16	59
Midden	9	27	26	27	89
Hoog	12	37	35	36	120



\*De materiaolvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

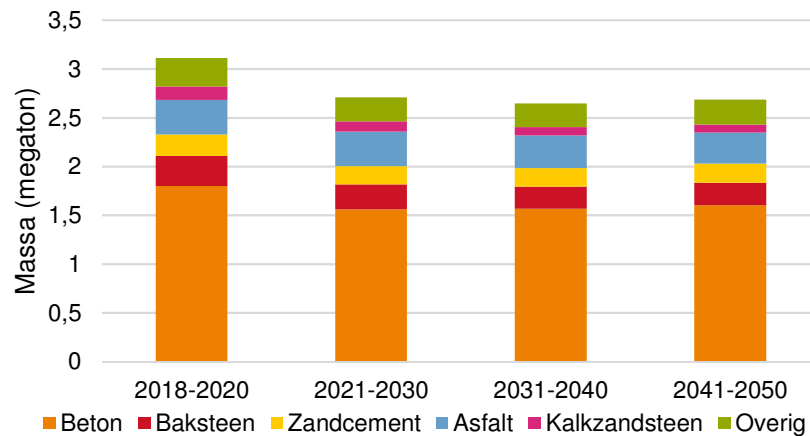
\*Zie bijlage H voor aanpak materiaalstroomanalyse.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

## VRAAG BOUWMATERIALEN: MIDDEN SCENARIO

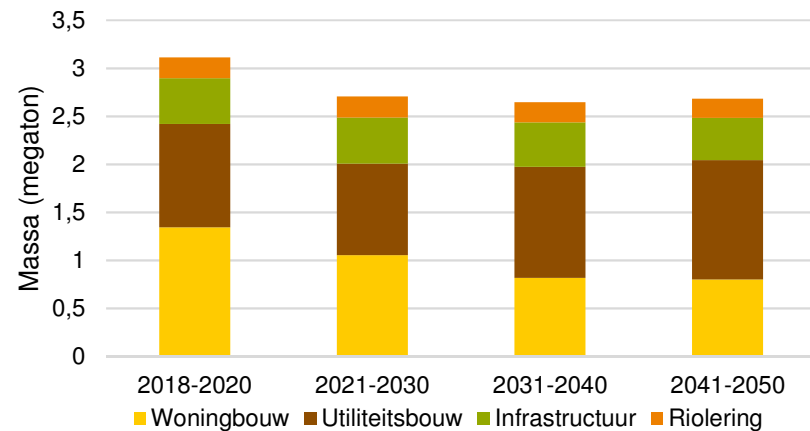
- › Het grootste aandeel van de materialen wordt gevormd door beton (gemiddeld 59%).

- › De grootste vraag komt voort uit de utiliteitsbouw (gemiddeld 41%) en de woningbouw (gemiddeld 34%).

Vraag naar bouw materiaal per materiaaltipe, jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario



Vraag naar bouw materiaal naar deelsector, jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario

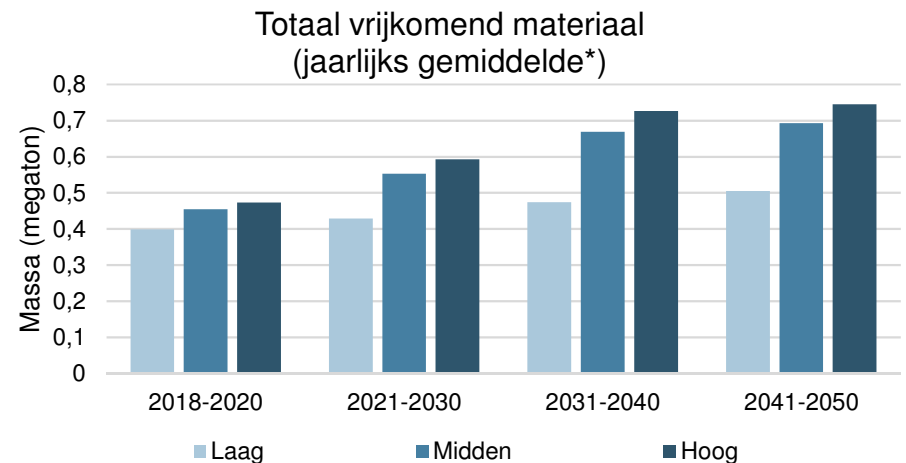


\*De materiaalvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

## AANBOD BOUWMATERIALEN: TOTAAL

- › Totale massa materiaal vrijkomend bij de woningbouw-, utiliteitsbouw- en infrastructurele sloop varieert tussen de 15 en 22 megaton tussen 2018 en 2050.
- › Jaarlijks gaat het gemiddeld om een aanbod van 0,4 tot 0,7 megaton materiaal.
- › Het verloop van het aanbod van materiaal neemt in alle scenario's in de tijd toe. In het lage scenario is deze toename kleiner dan in het midden en hoge scenario.

Totaal vrijkomend materiaal (megaton)					
	2018-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	Totaal
Laag	1,2	4,3	4,7	5,0	15,2
Midden	1,4	5,5	6,7	6,9	20,5
Hoog	1,4	5,9	7,3	7,4	22



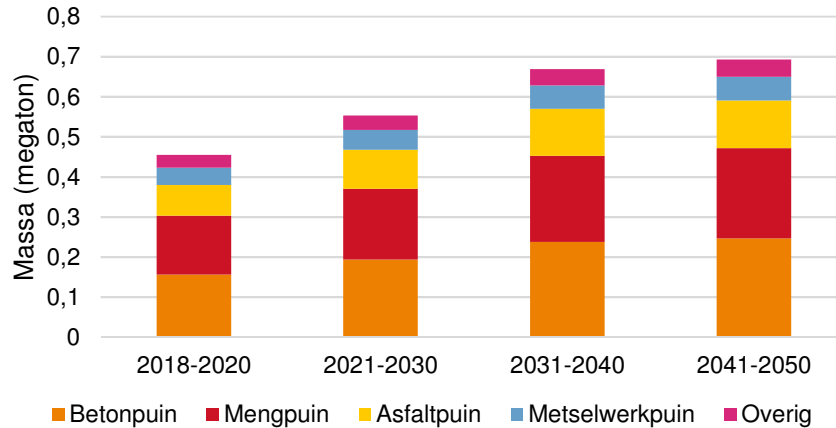
\*De materiaalvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

# AANBOD VAN BOUWMATERIALEN: MIDDEN SCENARIO

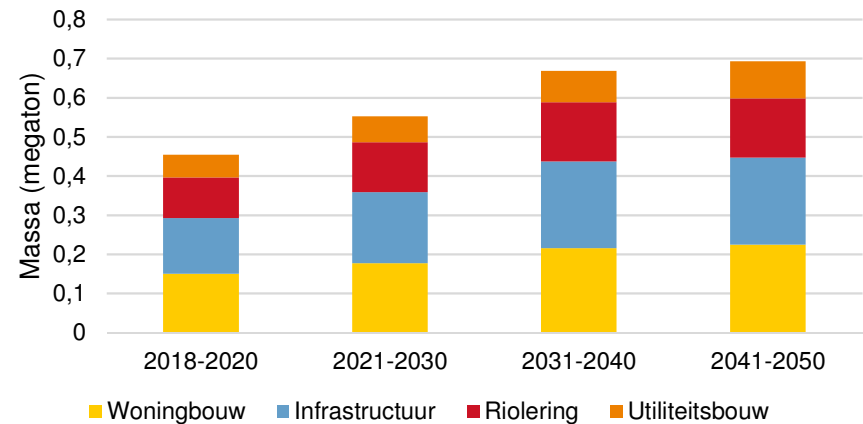
- › Het grootste aandeel van de materialen wordt gevormd door beton- en mengpuin (35% en 32%).

- › De grootste bronnen van materiaal zijn de woningbouw en de infrastructuur (beide ~32%).

Aanbod van bouw materiaal per materiaaltipe, jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario



Aanbod van bouw materiaal naar deelsector, jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario

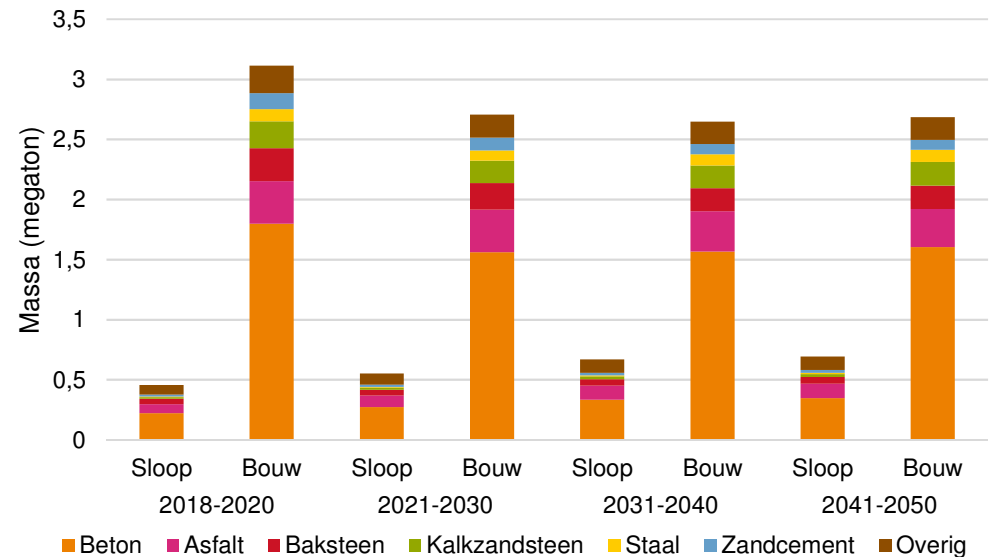


\*De materiaalvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

## KANSEN VOOR HERGEBRUIK BOUWMATERIALEN

- › Vraag naar materialen is vele malen groter dan het aanbod.
  - › Beton heeft het grootste aandeel in de bouw en sloop. Het aanbod van beton is maximaal 22% van de vraag naar beton.
  - › Voor baksteen en zandcement voorziet het aanbod in maximaal 29% van de vraag.
- › Door de stabilisatie van de vraag en de toename van het aanbod in de tijd wordt het verschil kleiner. Zo is de vraag in de periode 2018-2020 zeven maal groter dan het aanbod. In de periode 2041-2050 daalt dit tot ongeveer vier maal.
- › De grafiek laat de hergebruikpotentie zien van materialen vrijkomend bij sloop en benodigd in nieuwbouw. Met de huidige sloopmethodes is het echter niet mogelijk vrijkomend en benodigd materiaal een-op-een met elkaar te vervangen.

Materiaalstroom vrijkomend bij sloop en benodigd in nieuwbouw (woning- en utiliteitsbouw, infrastructuur en riool), jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario



\*De materiaalvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.



# LOGISTIEK EN RUIMTEGEBRUIK

# HERKOMST EN BESTEMMING BOUWMATERIAAL

**Baksteen:** locaties in Oost-Nederland



**Beton prefab:** locaties in en rondom MRA



**Beton mortel:** locaties in en rondom MRA



**Cement:** IJmuiden\*



**Sloopafval:** locaties in en rondom MRA

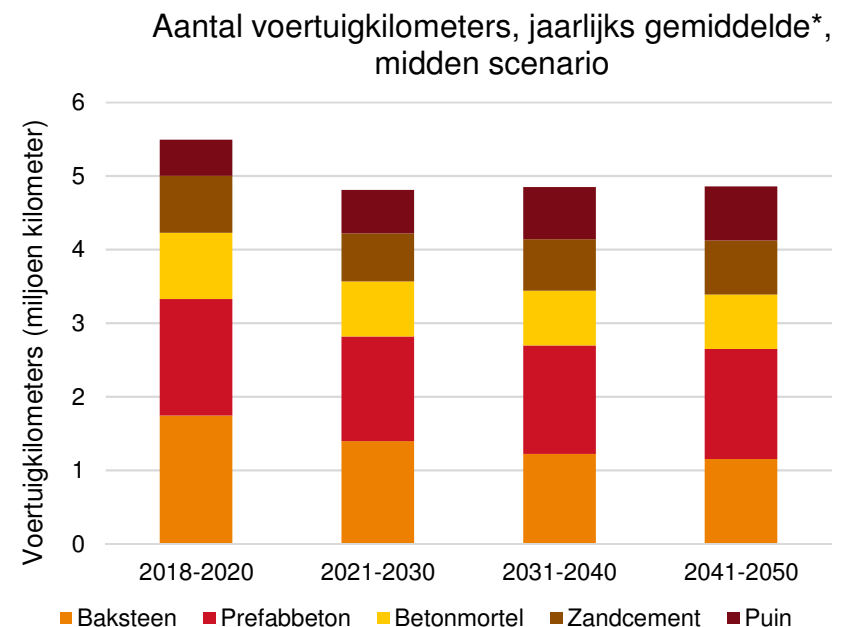


- De rode punten op de kaarten zijn de centra van de gemeentes binnen de MRA. De anders gekleurde punten de leveranciers of verwerkers van bouwmaterialen. De vervoersbewegingen zijn bepaald van productie- en verwerkingslocaties naar centra van MRA gemeentes. In de logistieke analyse zijn hiermee alleen de locaties meegenomen die het dichtst bij het centrum van de gemeentes liggen. Aanleveringen van grondstoffen of verdere onderlinge leveringen (vervoer van sloopafval van verwerker naar recycler) zijn hierin niet meegenomen. Het vervoer van (ophoog)zand en granulaten is bijvoorbeeld niet meegenomen in de analyse. Dit kan een significant effect hebben op het aantal transportbewegingen dat met de bouwopgaven gepaard gaat.
- Betonproductie en verwerking van het sloopafval vindt in de MRA of Westas plaats, dat van baksteen niet. Veranderingen in de vraag en/of het aanbod van bouwmaterialen in de MRA heeft hierdoor ook invloed op de logistiek en het ruimtegebruik buiten de MRA of Westas.

\* Dit is alleen cement dat direct naar de bouwplaatsen wordt vervoerd (dus niet voor de betonproductie). De analyse bevat bovendien alleen het vervoer vanuit IJmuiden (plaats waar cement wordt aangeleverd uit Limburg, België en Duitsland en wordt gemengd met hoogovenzand). De aanvoer van cement naar IJmuiden en/of betoncentrales vindt plaats per binnenvaartschip.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

## LOGISTIEK AS-IS SITUATIE: MIDDEN SCENARIO

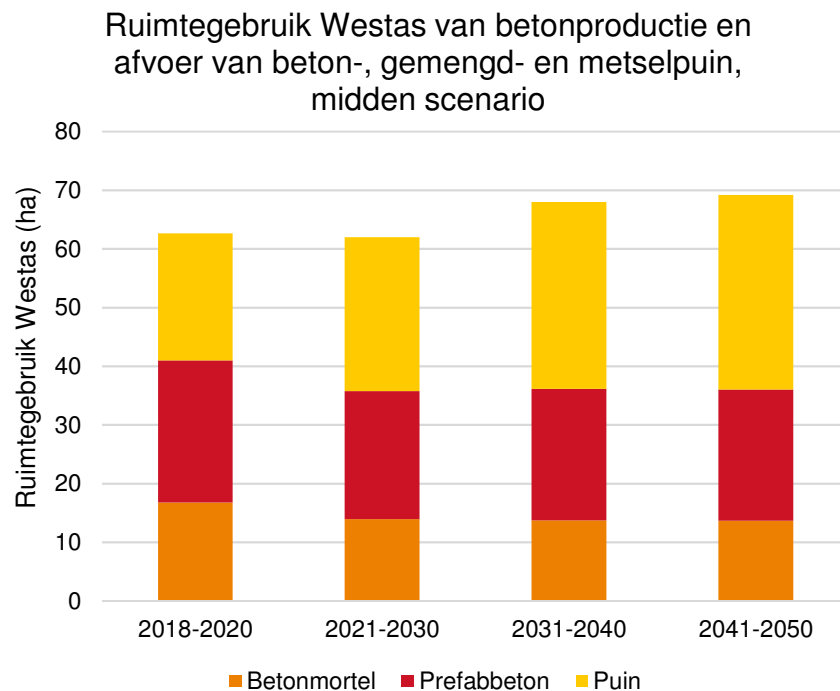
- › Jaarlijks zijn gemiddeld 4,9 miljoen voertuigkilometers nodig om beton, baksteen en cement naar bouwplaatsen te brengen en puin af te voeren.\*
  - › Dit komt overeen met gemiddeld 0,25 miljoen vervoersbewegingen per jaar.
- › In de tijd is een afname in het aantal voertuigkilometers tussen de tijdvakken 2018-2020 en 2021-2030 zichtbaar. In de perioden erna is het aantal vervoerskilometers nagenoeg constant. Dit beeld komt voort uit de nieuwbouwprognoses waarvoor geldt dat 2018-2020 en een deel van 2021-2030 een inhaalperiode betreft.
- › Het aandeel van baksteen en zandcement in het totaal aantal voertuigkilometers is groter dan het aandeel in massa omdat beide langere transportafstanden kennen.
- › In lijn met de massa van de materiaalstromen neemt het aantal voertuigkilometers van het benodigde materiaal in de tijd af en de afvoer van puin toe.



\*De logistiek stromen zijn afgeleid van de materiaalvolumen die op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart zijn gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognoseerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

## RUIMTEGEBRUIK AS-IS SITUATIE: MIDDEN SCENARIO

- › In deze analyse is het ruimtegebruik voor de productie van beton en de verwerking van puin op de Westas bepaald.\*
- › Momenteel is het ruimtegebruik op de Westas voor deze materiaalstromen ongeveer 62 ha. In de tijd is een toename van het ruimtegebruik zichtbaar van ongeveer 10% naar 68 ha. Dit komt overeen met een netto toename van 12 voetbalvelden.
- › Tussen 2018-2050 neemt het ruimtegebruik voor de productie van beton af, doordat de vraag vanuit de nieuwbouw zich na het eerste tijdvak en de eerste helft van het tweede tijdvak op een lager niveau stabiliseert. De grotere vraag in het eerste tijdvak komt, net zoals in de materiaal- en logistieke analyse, voort uit de inhaalvraag in deze periode.
- › Daarentegen is er sprake van een toename (~50%) van het ruimtegebruik voor de verwerking van puin, omdat de sloop in de tijd toeneemt.





TNO innovation  
for life

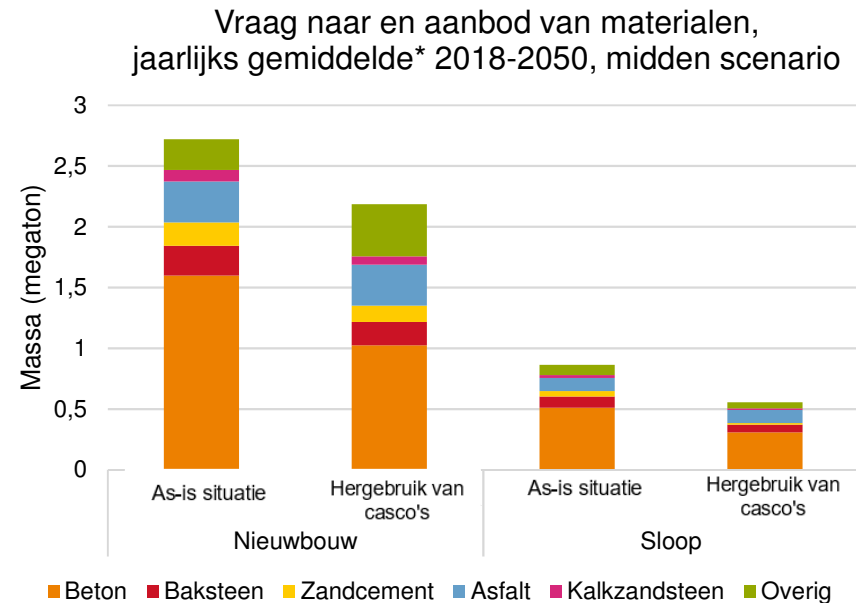
# CIRCULAIRE ALTERNATIEVEN

## TWEE ALTERNATIEVEN CIRCULAIR BOUWEN\*

- › Hoogwaardig **hergebruik van casco's**:
  - › Technisch gezien is het mogelijk om *70 tot 80%* van de gebouwen casco's te hergebruiken. Deze casco's voldoen echter niet altijd aan de gevraagde woningniewbouweisen. Ook kunnen restricties in bestemmingsplannen het hergebruik belemmeren.
  - › Realistisch hergebruik is om deze reden op basis van gesprekken met experts/marktpartijen geschat op *30%*.
  - › Aanneمة is dat alle binnenmuren, installaties e.d. worden vervangen, maar verdiepingsvloeren, buitenwanden en de fundering kunnen worden hergebruikt, waardoor er minder materiaal (en transport) nodig is voor de bouw.
- › **Demontabel bouwen**, meer gebruik van gestandaardiseerde elementen:
  - › Circulariteit in nieuwbouw kan worden ingevuld door demontabel te bouwen met gestandaardiseerde elementen, dit vergroot de kans op hergebruik na het einde van de levensduur (buiten scope van project), maar vereist ook een andere manier van bouwen.
  - › In het geval van beton kan dit worden ingevuld door meer prefab elementen in te zetten en deze slim aan elkaar te bevestigen. Concreet betekent dit dat voor de woningbouw circa *60%* van het betonmortelgebruik kan worden omgezet in prefab elementen, in het geval van de utiliteitsbouw is dit *40%*. Deze aannames zijn bij experts/marktpartijen getoetst. Verder is er aangenomen dat de totale hoeveelheid benodigd beton gelijk blijft.
  - › Meer demontabel bouwen heeft effect op logistiek door het verschil in de beladingsgraad van het vervoer van betonmortel en van prefab betonnen elementen. Ook heeft dit effect op het ruimtegebruik van betonleveranciers door de ruimte die nodig is voor het drogen van prefab elementen.

## EFFECT VAN CIRCULAIR BOUWEN OP MATERIAALSTROMEN: HERGEBRUIK VAN CASCO'S

- › In de diagram wordt het gevraagde/benodigde materiaal bij de huidige manier van bouwen (as-is situatie) vergeleken met het circulaire alternatief waarin 30% van casco's wordt hergebruikt.
- › De materiaalstromen gerelateerd aan infrastructuur en riool blijven gelijk omdat hierin niets verandert wanneer casco's worden hergebruikt.
- › Door meer casco's te hergebruiken, komt er in totaal 36% minder materiaal vrij bij sloop. Dit komt overeen met 0,3 megaton aan bouw materiaal.
- › Daarnaast is er 20% minder materiaal nodig voor nieuwbouw. Dit komt overeen met 0,5 megaton aan bouw materiaal.



\*De materiaolvolumen zijn op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

## EFFECT VAN CIRCULAIR BOUWEN OP MATERIAAL-STROMEN: DEMONTABEL BOUWEN

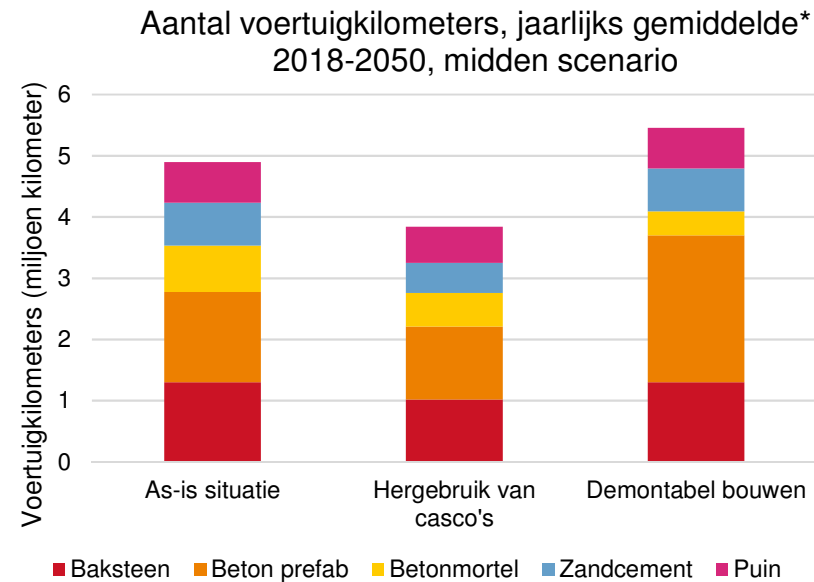
- › Beton
  - › In de huidige situatie wordt in de woningbouw 75% van het beton met betonmortel geproduceerd en 25% met prefab elementen. In de utiliteitsbouw is dit 60% mortel en 40% prefab (CE Delft, 2010).
  - › Inschatting is dat in de woningbouw: 60% van het betonmortelgebruik wordt vervangen door prefab beton. Voor utiliteitsbouw is dit 40%. Dit komt neer op een verhouding van 30% mortel en 70% prefab voor de woningbouw en 40% mortel en 60% prefab voor de utiliteitsbouw.
- › Baksteen
  - › Bakstenen worden niet meer op de huidige manier aan cement bevestigd maar aan elkaar geklikt volgens het clickbrick-principe. De totale benodigde productie, logistiek en ruimtegebruik van baksteen blijft hierdoor gelijk ten opzichte van de as-is situatie.
- › Zandcement
  - › Zandcement wordt vooral gebruikt in vloeren en gebouwfundering en kan hierdoor niet (of moeilijk) demontabel worden ingezet. Ook de totale benodigde productie, logistiek en ruimtegebruik van zandcement blijft hierdoor gelijk ten opzichte van de as-is situatie.
- › **Resultaat materiaalstroomanalyse:** de totale vraag naar en het aanbod van materialen blijft ongewijzigd, omdat er alleen een wijziging plaatsvindt in de herkomst van de betonnen elementen (gietbouw wordt vervangen door prefab bouw).



## EFFECT VAN CIRCULAIR BOUWEN OP LOGISTIEKE STROMEN: BEIDE ALTERNATIEVEN

- › In de diagram worden de vervoerskilometers gerelateerd aan beton, baksteen, zandcement en puin bij de huidige manier van bouwen (as-is situatie) vergeleken met de circulaire alternatieven (hergebruik van casco's en demontabel bouwen).
- › Meer hergebruik van casco's leidt tot 21% minder voertuigkilometers, omdat er minder materiaal nodig is en hoeft te worden verwerkt. Dit komt overeen met 50.000 minder vervoersbewegingen.
- › Demontabel bouwen leidt tot 11% meer voertuigkilometers. Dit wordt veroorzaakt door de lagere beladingsgraad van prefab elementen en komt overeen met 74.000 meer vervoersbewegingen.
- › Net als in de as-is situatie neemt het aantal voertuigkilometers in de twee circulaire alternatieven in de tijd af.\*

\*Zie voor het jaarlijkse gemiddelde per tijdvak bijlage N.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA

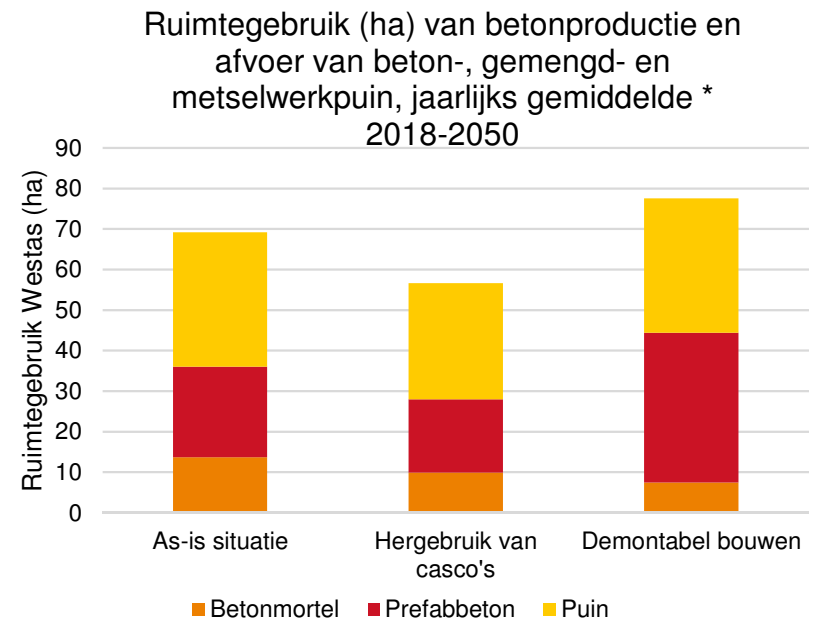


\*De logistiek stromen zijn afgeleid van de materiaalvolumen die op basis van tijdvakken van 10 jaar in kaart zijn gebracht. Het jaarlijkse gemiddelde geeft hierdoor beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.

## EFFECT VAN CIRCULAIR BOUWEN OP HET RUIMTEGEBRUIK OP DE WESTAS: BEIDE ALTERNATIEVEN

- › In beide circulaire alternatieven is dezelfde ontwikkeling van het ruimtegebruik in de tijd te zien als in de as-is situatie\*:
  - › Een toename van het totale ruimtegebruik van ongeveer 10% met daarin een afname van het ruimtegebruik voor de productie van beton en een toename (~50%) van het ruimtegebruik voor de verwerking van puin.
- › Meer hergebruik van casco's vermindert het ruimtegebruik met ongeveer 20%, omdat er minder beton geproduceerd wordt en minder puin hoeft te worden verwerkt.
- › Demontabel bouwen vergoot de ruimtevrage met ongeveer 13%, omdat het ruimtegebruik voor de productie van prefab elementen groter is dan dat voor de productie van betonmortel. De totale vraag naar beton blijft gelijk.

\*Zie voor een overzicht van het ruimtegebruik per tijdvak bijlage O.  
Impact assessment (circulaire) bouwopgave MRA



\*Het ruimtegebruik is afgeleid van de logistieke stromen. Een jaarlijks gemiddelde geeft ook hier beperkt inzicht in de geprognosticeerde hoeveelheid in een bepaald jaar. Dit kan hoger of lager liggen.



TNO innovation  
for life

# CONCLUSIES

## CONCLUSIES: BOUWPROGNOSES

- › **De bouwopgaven zijn fors, het verloop op de langere termijn verschilt per sector**
  - › De crisis heeft een sterk neerwaarts effect gehad op het productievolume van de bouwsector. Op de korte tot middellange termijn zal hierdoor de bouwproductie in de woningbouw, de utiliteitsbouw en in de infrastructuur toenemen. Ook op de langere termijn is sprake van een stevige opgave.
  - › Op de langere termijn neemt de woningnieuwbouw en infrastructurele nieuwbouw af. Hier staat tegenover dat de utiliteitsbouw blijft toenemen. Het groeitempo van de woningbouwproductie neemt na 2020/2025 geleidelijk af door de afvlakkende groei van het aantal huishoudens. Ook de infrastructurele nieuwbouw ziet deze ontwikkeling na 2030. De oorzaak hiervoor kan gevonden worden in de verschuiving van de opgave van nieuwbouw naar reconstructie en vervanging. Veroudering van de voorraad, afvlakkende huishoudensprognoses en de ontwikkeling van de beroepsbevolking liggen hieraan ten grondslag. De utiliteitsbouw blijft door de groei van bedrijfsruimten toenemen in de tijd.
  - › De sloop neemt in alle drie de deelsectoren toe. Hieraan ten grondslag ligt vooral de veroudering van de voorraad en veranderende voorkeuren/eisen.

## CONCLUSIES: MATERIAALSTROMEN AS-IS SITUATIE

- › **Het aanbod van secundair materiaal uit sloop vindt beperkte aansluiting bij de vraag vanuit de nieuwbouwoopgaven**
  - › De mismatch tussen vraag en aanbod van secundair materiaal wordt veroorzaakt door een te klein aanbod van secundair materiaal dat vrijkomt bij sloop ten opzichte van de vraag naar dit materiaal vanuit de nieuwbouwoopgave in de regio. Zelfs wanneer al het vrijkomende materiaal in de MRA zou kunnen worden hergebruikt, voorziet het aanbod niet in de vraag.
    - › De hoeveelheid gevraagd materiaal vanuit de nieuwbouwoopgaven varieert tussen 59 (laag scenario) en 120 (hoog scenario) megaton tot 2050. Dit komt jaarlijks gemiddeld neer op zo'n 1,6 tot 4 megaton materiaal. Het aanbod varieert in dezelfde periode tussen 15 (laag scenario) en 22 (hoog scenario) megaton. Dit komt jaarlijks gemiddeld neer op zo'n 0,4 tot 0,7 megaton materiaal.
  - › De mismatch verschilt per type materiaal. Zo voorziet het aanbod van beton in maximaal 22% van de vraag naar beton. Voor baksteen en zandcement geldt dat het aanbod in maximaal 29% van de vraag voorziet.
  - › In de tijd neemt de mismatch tussen vraag en aanbod af. Dit komt doordat de vraag naar materialen vanuit de nieuwbouwoopgaven vrij stabiel is en het aanbod uit sloop groeit. Zo is de vraag in de periode 2018-2020 ongeveer zeven maal groter dan het aanbod, in de periode 2041-2050 daalt dit naar ongeveer vier maal.
  - › In de hiervoor genoemde punten is ervan uitgegaan dat hergebruik van secundair materiaal een-op-een mogelijk is. In de praktijk is dit echter niet het geval waardoor vraag en aanbod nog minder op elkaar aan kunnen sluiten.

## CONCLUSIES: LOGISTIEK EN RUIMTEGEBRUIK AS-IS SITUATIE

- › **Het gemiddelde aantal jaarlijkse vervoerskilometers dat met het uitvoeren van de bouwopgaven gepaard gaat, ligt in de periode 2018-2020 hoger dan in de perioden er na**
  - › De verklaring hiervoor wordt gevonden in de ontwikkeling van de bouwopgaven. De opgaven liggen door de inhaalvraag op de korte tot middellange termijn hoger dan op de langere termijn. Dit vertaalt zich in de ontwikkeling van de materiaalvolumen en daarmee in het beeld van de logistieke stromen.
  - › Jaarlijks worden er gemiddeld 4,9 miljoen voertuigkilometers gemaakt om nieuw beton, bakstenen en cement naar bouwplaatsen te vervoeren en puin af te voeren. Dit komt overeen met gemiddeld 0,25 miljoen vervoersbewegingen per jaar.
  - › Baksteen en zandcement hebben ondanks hun beperkte aandeel in het volume van de materiaalstromen wel meer impact op de vervoersstromen omdat deze materialen vooral van buiten de MRA komen.
- › **Het ruimtegebruik op de Westas beslaat 62 ha (125 voetbalvelden) en neemt in de tijd met ongeveer 10% toe.**
  - › Het ruimtegebruik voor de productie van beton neemt in de tijd af door de hogere nieuwbouwproductie de komende jaren en de stabilisatie hiervan op de langere termijn. Daarentegen neemt de sloop in de tijd toe en zal de ruimtebehoefte gerelateerd aan het verwerken van puin hierdoor ook sterk toenemen (~50%). De sterkere toename van de ruimtebehoefte voor sloop dan de afname hiervan voor de productie van beton resulteert in een toename van de totale ruimtebehoefte op de Westas van 10% (6 ha).\*

## CONCLUSIES: CIRCULAIRE ALTERNATIEVEN

- › **Hergebruik van casco's leidt tot minder materiaal-, logistieke stromen en behoefte aan ruimte**
  - › Het circulair invullen van de bouwopgaven door meer casco's te hergebruiken, leidt tot 20% minder materiaalgebruik voor nieuwbouw en 36% minder vrijkomend materiaal bij sloop.
  - › Door hergebruik op dezelfde locatie neemt het aantal voertuigkilometers met 21% af.
  - › Minder betonproductie en -verwerking ten gevolge van het hergebruiken van casco's leidt tot 20% minder ruimtebehoefte bij bouwgerelateerde verwerkers en fabrikanten op de Westas.
- › **Demontabel bouwen leidt tot 2050 tot meer logistieke stromen en behoefte aan ruimte.**
  - › Het circulair invullen van de bouwopgaven door meer demontabel te bouwen leidt tot hetzelfde materiaalvolume als op de 'traditionele' manier wordt gebouwd.
  - › Daarentegen zal het aantal voertuigkilometers door de omvang en het gewicht van de prefab elementen met 11% toenemen.
  - › Ook de behoefte aan ruimte van bouwgerelateerde verwerkers en fabrikanten op de Westas zal met 13% toenemen omdat het productieproces van prefab elementen (vooral het uitharden) meer ruimte vraagt.
  - › De voordelen van demontabel bouwen zullen zich op de zeer lange termijn (*na 2050*) voordoen, wanneer de onderdelen vrijkomen en kunnen worden hergebruikt. Hoe groot deze voordelen zijn (voor de afname van primair materiaalgebruik en de effecten op logistiek en ruimtegebruik) vergt aanvullende analyse.

# **KNEL- EN AANGRIJPINGS- PUNTEN VOOR VERVOLG: VERDIEPING**



## MISMATCH TUSSEN VRIJKOMEND SECUNDAIR MATERIAAL EN DE BOUWOPGAVE

- › Uit de analyse blijkt dat er in de MRA te weinig secundair materiaal vrijkomt bij sloop om aan de vraag vanuit nieuwbouw te voldoen. Wat zijn hiervoor mogelijke oplossingsrichtingen en wat zijn de effecten hiervan (kwantitatief en kwalitatief)? Hierbij valt te denken aan:
  - › Regionale of landelijke coördinatie om vraag en aanbod beter op elkaar aan te laten sluiten
    - Hoe ziet deze coördinatie eruit?
    - Welke schaal is wenselijk, kijkend naar het gebruik, beperkingen in transport, milieu-impact, regelgeving etc.
      - Wat zijn de effecten hiervan (kosten en baten)?
  - › Ontwikkelen en inzetten van nieuwe technieken/materialen
    - Waar moet de prioriteit in het ontwikkelen van nieuwe technieken/materialen komen te liggen om de mismatch tussen vraag en aanbod te verkleinen? Zijn er bijvoorbeeld biobased alternatieven voor bepaalde materialen?
    - Wat zijn de (maatschappelijke) kosten en baten van nieuwe technieken en waar slaan deze neer?
  - › Beleidsmaatregelen
    - Hoe kan beleid bijdragen aan het verkleinen van de mismatch tussen vraag en aanbod?
    - Hierbij valt te denken aan fiscale prikkels, subsidies en regelgeving t.b.v. circulaire innovatie/ontwikkeling van (biobased) alternatieven.
    - Wat zijn de mogelijke effecten van beleid en waar slaan deze neer?

# HERGEBRUIKPOTENTIEEL VAN SECUNDAIRE MATERIAALSTROMEN

- › Wat aan materialen vrijkomt en gevraagd wordt, is voor de MRA in kaart gebracht. Om een echte match van vraag en aanbod te kunnen maken, is aanvullend inzicht nodig in het hergebruikpotentieel van het aanbod van secundaire materialen:
  - › Hoe ziet de huidige situatie eruit?
    - Wat zit er in de voorraad en in welke vorm?
      - Welke materialen zitten in welke elementen met welke volumes?
    - Wat wordt nu al hergebruikt en in welke vorm?
  - › Wat verhindert het hergebruik?
    - Welke elementen/materialen vergen weinig bewerking, welke juist veel?
    - Welke knelpunten (bedrijfseconomische, regelgeving, technische en/of coördinatie) verhinderen hergebruik?
  - › Hoe kunnen deze knelpunten worden verholpen?
    - Welke beleidsinstrumenten kunnen worden ingezet en wat zijn de effecten (kosten en baten) hiervan?

## ORGANISATIE VAN BOUWLOGISTIEK

- › Vrijkomend secundair materiaal zal moeten worden opgeslagen als hier (tijdelijk) geen vraag naar is. Daarnaast kan een circulaire bouw meer of andere logistieke stromen teweeg brengen. Deze aspecten hebben invloed op het ruimtegebruik en de transportstromen in verschillende type gebieden, waaronder dicht bebouwde gebieden (binnenstedelijk). Het optimaal inrichten van de bouwlogistiek om ruimtegebruik en transport te optimaliseren is noodzakelijk in relatie tot toenemende druk op steden. Bijbehorende vragen zijn:
  - › Wat is de optimale organisatie van circulair bouwen in relatie tot de bouwlogistiek?
    - › Welke alternatieven zijn er voor de organisatie? Denk hierbij aan een centrale hub of het vervoeren van materiaal van bouwplaats naar bouwplaats.
      - Wat betekenen deze alternatieven voor de logistieke stromen en ruimtegebruik?
      - Wat zijn de maatschappelijke kosten en baten (milieu-impact, hinder, bouwsnelheid etc.) van de alternatieven?
    - › Welke vervoersmodaliteiten zijn mogelijk voor circulair bouw materiaal in verschillende gebieden?
      - Welke effecten hebben deze modaliteiten op ruimtegebruik en logistieke stromen?
      - Wat zijn de maatschappelijke kosten en baten van deze alternatieven?

# WERKGELEGENHEIDSEFFECTEN VAN CIRCULAIR BOUWEN

- › Op dit moment heerst er schaarste op de bouwmarkt. Na enkele jaren van crisis en een verlies aan arbeidsplaatsen is de situatie omgeslagen. De werkloosheid is gedaald en het aantal vacatures gestegen. De aantrekkende economie en de nieuwbouwopgaven hebben een sterke vraag naar bouwkrachten tot gevolg. Daarbij komt een opgave die samenhangt met de energietransitie. Een meer circulaire bouwsector kan ook impact hebben op de vraag naar arbeid:
  - › Wat betekent circulair bouwen voor de kwantitatieve en kwalitatieve vraag naar arbeid?
    - Welke competenties en vaardigheden zijn nodig voor een circulaire bouwsector?
    - In welke mate zijn de competenties nu al aanwezig en bij welke beroepsgroepen?
    - Voor welke beroepen ontstaan tekorten en hoe groot zijn deze?
    - Wat betekent een circulaire bouwsector voor scholing en opleiding?

**AANGRIJPINGS  
PUNTEN  
VOOR VERVOLG:  
VERFIJNING/  
VERBREDING  
SCOPE**

# MOGELIJK VERVOLG NAAR AANLEIDING VAN BEPERKTE SCOPE

## Verfijning van tijd

- › In deze quickscan zijn tijdsblokken van tien jaar gehanteerd. In de praktijk zal het ene jaar niet vergelijkbaar zijn met het andere jaar. Voor de korte termijn kan het interessant zijn om te kijken naar de variatie tussen jaren. Hoe vraag en aanbod in de tijd op elkaar kunnen worden afgestemd? En of er bijvoorbeeld opslag nodig is om discrepanties te overbruggen.

## Verfijning logistieke analyse

- › Voor logistiek is nu het dichtstbijzijnde bedrijf m.b.t. de materiaalstroom gekozen. In vervolgonderzoek zou specifieker kunnen worden gekeken hoe de materiaalstromen zich verdelen over de verschillende bedrijven in de regio. Daarmee kan ook specifieker per gemeente worden bepaald wat de logistieke consequenties zijn.
- › Voor de logistieke analyse worden nu alleen de logistieke stromen van de fabrikanten naar de bouwplaats en de afvoer van puin naar de verwerker beschouwd. Om een volledig beeld te krijgen zou ook de logistiek van de grondstofketen en de verdere recycling van materialen kunnen worden meegenomen.

## Verfijning analyse ruimtegebruik

- › Voor het ruimtegebruik is nu een globale inschatting gemaakt op basis van beschikbare m<sup>2</sup> ruimte met de aanname dat deze ruimte volledig benut wordt. In de praktijk is het echter niet zo dat een hogere productie leidt tot meer ruimtegebruik (en omgekeerd). In vervolgonderzoek zou gekeken kunnen worden hoeveel ruimte op dit moment benut wordt, hoe dit zich verhoudt tot de productiecapaciteit van de bedrijven en welke rol regelgeving hierin heeft.

# MOGELIJK VERVOLG NAAR AANLEIDING VAN BEPERKTE SCOPE (II)

## **Verbreding van de bouwprognoses**

- › De bouwprognoses zijn geënt op nieuwbouw en sloop. Herstel en verbouwoopgaven in de woning- en utiliteitsbouw en vooral reconstructie-opgaven in de infrastructuur groeien. De vraag is wat de potentie van deze ontwikkelingen zijn voor materiaalstromen, logistiek en ruimtegebruik.

## **Verbreding van de beschouwde materialen**

- › Momenteel wordt puin gebruikt als ophoogmateriaal voor wegen. Mocht er minder puin vrijkomen dan moet dit worden vervangen door een andere (primaire) grondstof. Dit zal ook effect hebben op andere (primaire) grondstofstromen die in deze analyse buiten beschouwing zijn gelaten.

## **Verbreding van de circulaire innovaties**

- › In de analyse is aangenomen dat de huidige sloop- en bouwmethodes worden gebruikt. Er zijn tal van ontwikkelingen op het gebied van nieuwe demontagetechnieken ter vervanging van de sloopkogel, gericht op het hergebruiken van elementen of zelfs gehele ruimtes (zoals bijvoorbeeld in Zuid-Limburg: hergebruik van hele appartement uit hoogbouw) die ook invloed hebben op ruimtegebruik en logistiek.

# › **BIJLAGEN**



## BIJLAGE A: DRIE BOUWSCENARIO'S

- › De woningbouw-, utiliteitsbouw- en infrastructuuropgaven tot en met 2050 zijn aan de hand van drie scenario's uit de EIB-studie 'Investeren in Nederland' in beeld gebracht:
  - › **Hoog** – Dynamische Agglomeratie (DA) scenario waarin de mondiale economische interactie sterk toeneemt en een hoge economische groei wordt gerealiseerd. Toenemende productiviteit en arbeidsaanbod liggen hieraan ten grondslag. Ruimtelijk concentreert de economische activiteit zich in de Randstad en sterke steden.
  - › **Midden** – Evenwichtige Groei (EG) scenario waarin een trendmatig groeitempo wordt aangehouden. De internationale omgeving is minder dynamisch als in DA en de ruimtelijke spreiding is gelijkmatiger verdeeld. Autonome trends zorgen wel voor enige verschuiving van de perifere landsdelen naar de Randstad (trek naar de stad). De woningvraag richt zich sterker op binnensteden en duurzaamheid speelt een belangrijke rol.
  - › **Laag** – Ruimtelijke Segregatie (RS) scenario waarin de economie vrijwel stagneert en sprake is van lage demografische groei. Door onzekerheid trekken landen zich meer terug achter hun eigen landsgrenzen en zijn er minder immigranten. De teruglopende voorzieningen in landelijke gebieden zorgen daarnaast voor een trek naar steden en centrumdorpen in de regio.
- › *Met betrekking tot het economische klimaat vinden de bouwscenario's aansluiting bij de MRA scenario's van de Amsterdam Economic Board. Het hoge bouwscenario sluit hierbij het meest aan bij 'Global giants', het midden scenario bij 'European renewal' en het lage scenario bij 'International alliances' en 'Local for local'.*

## BIJLAGE B: GEHANTEERDE COROP-GEBIEDEN EN GEMEENTEN

Corop*	Gemeente	Corop	Gemeente	
Agglomeratie Haarlem	Bloemendaal	Het Gooi en Vechtstreek	Oostzaan	
	Haarlem		Ouder-Amstel	
	Haarlemmerliede en Spaarnwoude		Purmerend	
	Heemstede		Uithoorn	
	Zandvoort		Waterland	
Flevoland	Almere		IJmond	Blaricum
	<b>Dronten*</b>			Gooise Meren
	Lelystad			Hilversum
	<b>Noordoostpolder</b>			Huizen
	<b>Urk</b>			Laren (NH.)
Groot-Amsterdam	<b>Zeewolde</b>	Zaanstreek		Weesp
	Aalsmeer			Wijdmeren
	Amstelveen			Beverwijk
	Amsterdam			<b>Castricum</b>
	Beemster			Heemskerk
	Diemen		Uitgeest	
	Edam-Volendam		Velsen	
	Haarlemmermeer		Wormerland	
	Landsmeer		Zaanstad	

\*Corop staat voor Coördinatie Commissie Regionaal Onderzoeksprogramma en is een indeling van Nederland die door het CBS en RIVM gehanteerd wordt.

\*De rode gemeenten behoren niet tot de MRA en zijn in de gemeentelijke cijfers niet meegenomen.

## BIJLAGE C: DETERMINANTEN BOUWPROGNOSES PER DEELSECTOR

Deelsector	Determinanten
<p><b>Woningbouw</b> Meer- en eengezinswoningen</p>	<p>Leeftijdsofbouw bevolking, huishoudenssamenstelling, opleidingspeil en inkomen leiden tot een voorkeur voor koop en huur. Deze voorkeur is vertaald naar meer- en eengezinswoningen.</p>
<p><b>Utiliteitsbouw</b> Onderwijs Zorg Kantoren Winkels Bedrijfsruimten Overige gebouwen</p>	<p>Aantal leerlingen, studenten en opleidingspeil Zorguitgaven naar leeftijdscategorie van de bevolking Kantoorhoudende werkgelegenheid en hoeveelheid kantoorruimte per werknemer Economische en demografische ontwikkeling en ontwikkeling detailhandel bestedingen Omvang economie (BBP) en ruimteproductiviteitsgroei Bevolkingsomvang en inkomensontwikkeling</p>
<p><b>Infrastructuur</b> Wegen Gemeentelijke infrastructuur</p>	<p>Mobiliteitsontwikkeling en spitsvraag (pendelstromen) Woningvoorraad en mobiliteit</p>

# BIJLAGE D: PROXY'S BOUWPROGNOSES VAN COROP NAAR GEMEENTE

Deelsector	Proxy's
<b>Woningbouw</b> Nieuwbouw	Hierin is een onderscheid gemaakt tussen uitbreidings- en vervangingsniewbouw. De uitbreidingsniewbouw is op basis van de huishoudensprognoses naar gemeente verdeeld. De vervangingsniewbouw is op basis van de verdeling van de woningvoorraad (CBS) naar gemeente verdeeld.
Sloop	Voor de verdeling van de sloop is de verhouding van de woningvoorraad naar gemeente (CBS) gehanteerd.
<b>Utiliteitsbouw</b> Nieuwbouw en sloop	Nieuwbouw en sloop van kantoren, bedrijfsruimtes, winkels, zorg-, onderwijsinstellingen en overige gebouwen zijn verdeeld naar gemeente op basis van de verdeling van de voorraad (BAG 2014) naar gemeente.
<b>Infrastructuur</b> Nieuwbouw	Rijkswegen zijn op basis van de weglengte van rijkswegen per gemeente (CBS) verdeeld en gemeentelijke wegen en rioleringen op basis van de verdeling van de woningniewbouw naar gemeente.
Reconstructie en vervanging	Rijkswegen zijn op basis van de weglengte van rijkswegen per gemeente verdeeld en gemeentelijk wegen en rioleringen op basis van de weglengte van gemeentelijke wegen (beide CBS).

## BIJLAGE E: AANNAMES BOUWPROGNOSES

- › **Van Corop naar gemeente**
  - › Gebruikte proxy's om van Corop naar gemeente te komen (zie bijlage D).
  - › Daar waar voorraadcijfers zijn gebruikt (BAG 2014, CBS woningvoorraad), is een constante verdeling in de tijd gehanteerd.
- › **Type woning-, utiliteitsbouw en infrastructuur**
  - › Voor het onderscheid naar type woningbouw en utiliteitsbouw is aangenomen dat gemeenten binnen één Corop dezelfde verdeling als de Corop hebben.
  - › Voor de verdeling van de woningbouwsloop naar bouwjaarklassen is aangenomen dat gemeenten binnen één Corop dezelfde verdeling als de Corop hebben.
- › **Gebruik kengetallen**
  - › EIB infrastructuurprognoses zijn in productie (in euro's) uitgedrukt, voor het omrekenen naar m<sup>2</sup> en strekkende meters zijn constante (geïndexeerde) kengetallen gehanteerd. Bron TU Delft Vuist Ken boekje, Bouwkompass en stichting Rioned.
  - › Aangenomen is dat ± driekwart van de woningbouwonttrekkingen wordt gesloopt, dit blijkt uit eerder onderzoek EIB.
  - › Voor de utiliteitsbouwsloop zijn de aandelen sloop t.o.v. de onttrekkingen naar deelsector van het CBS gehanteerd .

## BIJLAGE F: DEFINITIES BOUWPROGNOSES

### › Woning- en utiliteitsbouw

- › **Nieuwbouw:** uitbreidings- en vervangingsnieuwbouw. Uitbreidingsnieuwbouw zijn woningen die aan de woningvoorraad toegevoegd worden (extra) en vervangingsnieuwbouw is nieuwbouw vanwege sloop of andersoortige onttrekkingen aan de woningvoorraad.
- › **Sloop:** alle onttrekkingen aan de voorraad die gesloopt worden (geen transformaties of samenvoegingen).

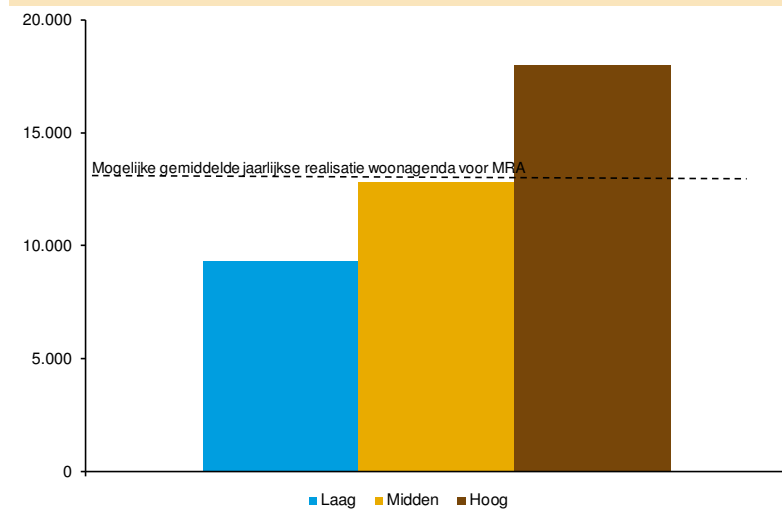
### › Infrastructuur

- › **Nieuwbouw:** uitbreidings- en vervangingsnieuwbouw. Uitbreidingsnieuwbouw zijn nieuwe wegen en rioleringen die worden toegevoegd aan de voorraad. Vervangingsnieuwbouw is het terugbouwen van gesloopte infrastructuur. Resultaat van vervanging is dezelfde kwaliteit en/of capaciteit. De achtergrond hiervan is bijvoorbeeld technische veroudering. Een voorbeeld is de vervanging van een oude brug (of evt. onderdelen daarvan).
- › **Vervanging:** staat gelijk aan de sloop van infrastructuur en betreft dat wat wordt gesloopt en vervolgens wordt teruggebouwd.

## BIJLAGE G: AANSLUITING BOUWSCENARIO'S WONINGBOUW BIJ NATIONALE WOONAGENDA

- › De nationale woonagenda streeft naar de realisatie van gemiddeld 75.000 nieuwbouwwoningen per jaar tot 2025.
  - › Hier is nog geen regionale uitwerking van bekend.
- › Om toch iets over de aansluiting te kunnen zeggen, is gekeken naar het gemiddelde aandeel van de MRA in de gerealiseerde woningniewbouw van de afgelopen vijf jaar. Dit aandeel bedraagt ~17% (t.o.v. Nederland, bron CBS).
- › Gegeven dit aandeel (wat hoger of lager kan liggen) betekent dit gemiddeld 12.400 nieuwbouwwoningen per jaar voor de MRA, wat het meest aansluit bij het midden scenario (gemiddeld 12.000 per jaar voor deze periode).

Aansluiting gemiddelde jaarlijkse woningniewbouw nationale woonagenda met bouwscenario's, in aantal woningen t/m 2025

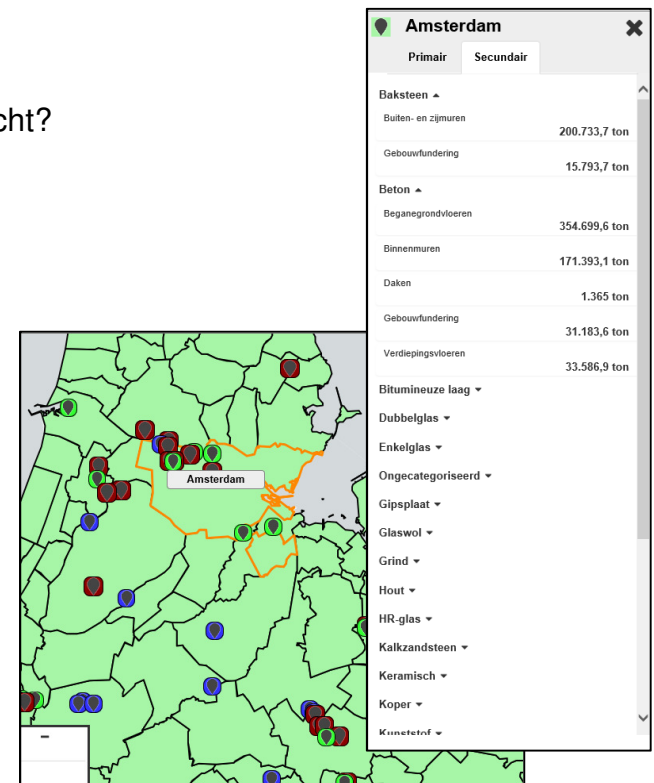


Bron: EIB

## BIJLAGE H: AANPAK MATERIAALSTROOMANALYSE

➔ Hoe is de vraag naar en het aanbod van bouwmaterialen in beeld gebracht?

- › Gebruik BOUwmaterialen in Beeld (BOB)-model
- › Opbouw BOB-model:
  - › Informatie uit de gebouwde omgeving o.b.v. openbare databases zoals top10NL en de BAG
  - › Deze informatie is gekoppeld aan 'objectprofielen'
    - › Indeling van de woningprofielen is gemaakt o.b.v. referentiehuizen RVO
    - › Daarnaast zijn profielen voor utiliteitsbouw en infrastructuur zelf opgesteld
    - › Materialisatie per profiel is door experts geschat
  - › Prognoses van het EIB voor sloop en nieuwbouw per type woning, utiliteitsgebouw en infrastructuur zijn als input gebruikt





## BIJLAGE I: AANPAK LOGISTIEKE ANALYSE

- › De logistieke analyse is uitgevoerd voor de materiaalstromen beton (prefab, en betonmortel), baksteen, zandcement en puin (beton-, metselwerk- en gemengd puin).
- › Voor deze stromen zijn de locaties van fabrikanten en verwerkers gebruikt uit adresbestanden van brancheverenigingen (zie bijlage J voor bronnen).
- › Per gemeente binnen de MRA is de meest dichtbij zijnde locatie gebruikt. Op deze manier is de afstand per transport over de weg bepaald.
- › Vervolgens is met behulp van de gemiddelde beladingsgraad (zie bijlage K) het aantal transporten, aantal voertuigkilometers en CO<sub>2</sub> uitstoot bepaald.



## BIJLAGE J: AANPAK LOGISTIEKE ANALYSE FABRIKANTEN

- › De logistieke analyse is gemaakt op basis van de locatie van fabrikanten te vinden in de adresbestanden van brancheverenigingen.
- › De gebruikte databases zijn:
  - › Baksteen: KNB (alleen baksteen fabrikanten - [https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1DNnZP94B6BBZ\\_kLPDxNiqn-qHFQ&ll=51.989215937837486%2C8.57900851406248&z=8](https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1DNnZP94B6BBZ_kLPDxNiqn-qHFQ&ll=51.989215937837486%2C8.57900851406248&z=8))
  - › Cement: ENCI - <https://www.enci.nl/nl/vestigingen>
  - › Sloopafval: BRBS - <http://www.brbs.nl/vereniging/ledenlijst>
  - › Beton wordt verwerkt als prefab elementen en in de vorm van gietbouw (verwerking van beton mortel). Momenteel is verdeling voor de woningbouw: 75% mortel en 25% prefab en voor de utiliteitsbouw 60% mortel en 40% prefab (CE Delft 2010).
    - › Betonmortelfabrikanten: Betonhuis - <http://betonhuis-betonmortel.nl/sectorvereniging-vobn/betoncentrales-en-betonpompbedrijven-nederland>
    - › Prefab-betonfabrikanten: BFBN - <http://www.bfn.nl/leden/>

## BIJLAGE K: AANPAK LOGISTIEKE ANALYSE BELADINGSGRADEN

Materiaal	Ton per m <sup>3</sup>	Vervoerswijze	Voertuig	CO <sub>2</sub> /km [kg]	Max belading [ton]	Max belading [m <sup>3</sup> ]	Beladingsgraad [%]
Baksteen	1,4	Pallet	Oplegger	0,95	30	50	45
Beton mortel	1	Beton	Betonmixer	1	30	30	45
Beton prefab	1	Pallet	Oplegger	0,95	30	50	25
Betonpuin	1	Bulk	Kiepwagen	0,95	15	50	45
Metselwerkpuin	1,2	Bulk	Kiepwagen	0,95	15	50	45
Mengpuin	2	Bulk	Kiepwagen	0,95	15	50	45
Zandcement	1	Pallet	Oplegger	0,95	30	50	45

## BIJLAGE L: AANPAK RUIMTEGEBRUIK

- › Op basis van de inventarisatie van de relevante bedrijven in de Westas is een inschatting van het huidige ruimtegebruik gemaakt voor de grootste materiaalstromen binnen de Westas.
- › Vervolgens is de verhouding tussen de gebruiksoppervlaktes van deze bedrijven (in ha) en de totale massa van de stroom (binnen de MRA) van deze materialen bepaald. Hiervoor is de gemiddelde waarde uit het eerste tijdvak (2018-2020) aangehouden.
- › Met behulp van deze verhouding en de massastromen van de overige tijdvlakken is het toekomstige ruimtegebruik in kaart gebracht. Dezelfde aanpak is gebruikt voor het bepalen van het effect van de circulaire alternatieven op het ruimtegebruik.
- › Deze analyse is gedaan voor de productie van beton (onderverdeeld in giet- en prefab bouw) en verwerking van puin (beton, metsel en gemengd). De overige stromen, baksteen en zandcement zijn buiten beschouwing gelaten omdat hiervan geen opslaglocaties in het Westas-gebied zijn gevonden.
- › In de tabel is achtergrondinformatie weergegeven voor de berekening van de factoren van het ruimtegebruik.

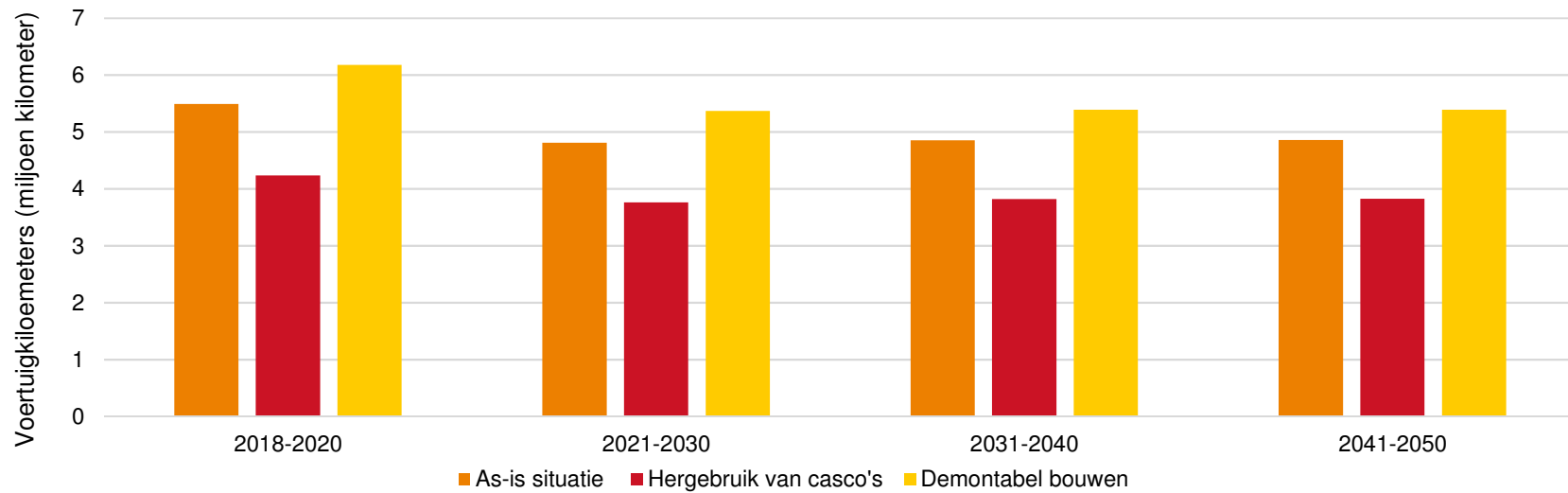
Materiaal	Jaarlijkse stroom (megaton)	Ruimtegebruik 2018 (ha)	Ruimtegebruiks-factor (m <sup>2</sup> /ton)
Betonprefab	0.7	24	0.35
Betonmortel	1.0	17	0.17
Betonpuin	0.16	22	0.63
Mengpuin	0.15		
Metselwerkpuin	0.43		

## BIJLAGE M: KEUZE CIRCULAIRE ALTERNATIEVEN

- › In deze quickscan is het effect van circulair bouwen op materiaalstromen, logistiek en ruimtegebruik beperkt tot het gebruik van twee circulaire alternatieven. In de keuze voor deze circulaire alternatieven zijn de volgende criteria gehanteerd. De circulaire alternatieven:
  - › zijn toepasbaar op zowel woning- als utiliteitsbouw;
  - › hebben effect op de grootste materiaalstromen beton, baksteen, zandcement en/of puin en/of de logistiek en ruimtegebruik van deze stromen;
  - › verminderen de carbon footprint en/of milieuprestatie;
  - › zijn in de nabije toekomst te realiseren;
  - › belichten de verschillende kanten van de circulaire economie in de gebouwde omgeving:
    - › nieuw- versus bestaande bouw
      - › hergebruik van casco's focust op het benutten van de bestaande bouw, demontabel bouwen op nieuwbouw.
    - › gebruik van de verschillende R-strategieën:
      - › hergebruik van casco's focust op de inzet van materialen op huidige bebouwde locaties (refurbish; levensduurverlening).
      - › in de as-is situatie (huidige situatie van bouw- en sloopmethodes) worden materialen hergebruikt, gerecycled of verwerkt op een andere locatie.

## BIJLAGE N: EFFECT VAN CIRCULAIRE ALTERNATIEVEN OP LOGISTIEK

Aantal voertuigkilometers, jaarlijks gemiddelde\*, midden scenario



# BIJLAGE O: EFFECT CIRCULAIRE ALTERNATIEVEN OP HET RUIMTEGEBRUIK OP DE WESTAS

Ruimtegebruik (ha) van betonproductie en afvoer van beton-, gemengd- en metselwerkpuin

