

# Stock & flow model voor grof zand, grind & steenslag

Tim Goelen en Liesbet Van den Abeele

Studie uitgevoerd in opdracht van: VPO  
2023/SMAT/R/2891

Juni 2023



---

## VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

*Dit rapport is de weerslag van een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek op basis van de stand van de kennis van wetenschap en techniek beschikbaar bij VITO op het moment van het onderzoek. Alle intellectuele eigendomsrechten, waaronder het auteursrecht, op dit rapport berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. Dit rapport kan zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO niet geheel of gedeeltelijk worden gereproduceerd of worden gebruikt voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin. Tenzij uitdrukkelijk anders bepaald is de informatie zoals verstrekt in dit rapport van vertrouwelijk aard en kan dit rapport, of delen ervan, niet worden verspreid aan derden. In het geval dat reproductie of verspreiding wel is toegestaan, vb. door de vermelding "algemene verspreiding", is bronvermelding verplicht.*

## VERSPREIDINGSLIJST

Renate Schoofs, VPO

Jan Van Roo, VPO

## INHOUD

<b>Verspreidingslijst</b>	<b>I</b>
<b>Inhoud</b>	<b>II</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>IV</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>V</b>
<b>HOOFDSTUK 1. Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>HOOFDSTUK 2. Modelopbouw</b>	<b>3</b>
2.1. Put on Market (PoM)	4
2.2. Renovaties van gebouwen	6
2.3. Stock-opbouw	7
2.4. Materiaaluitstroming stock	10
2.5. Recyclage	11
<b>HOOFDSTUK 3. Databronnen</b>	<b>13</b>
3.1. Materiaalsamenstelling - componenten model	13
3.2. Put on market – PoM	18
3.2.1. Gebouwen	18
3.2.2. Wegen	18
3.3. Levensduur van de materialen	19
3.4. Renovatie van gebouwen	19
3.5. Recyclagegraad van de materialen	21
3.5.1. Grof zand	21
3.5.2. Grind & steenslag	24
<b>HOOFDSTUK 4. Validatie model</b>	<b>26</b>
4.1. Aantal gebouwen in het gebouwenpark	26
4.2. Leeftijd van gebouwen in gebouwenpark	27
4.3. Lengte wegen in wegennetwerk	27
4.4. Vraag naar grof zand en grind & steenslag	29
4.5. Inzet van secundair grof zand en grind & steenslag	29
<b>HOOFDSTUK 5. Scenario's</b>	<b>33</b>
5.1. Scenario 1 - BAU - Waar woont de Vlaming in 2023?	33
5.1.1. Scenario randvoorwaarden	33
5.1.2. Resultaten BAU scenario	36
5.2. Scenario 2 - Verdichting	40
5.2.1. Strategische doelstelling Vlaamse Overheid	40

---

5.2.2.	Principes om tot de doelstelling te komen _____	40
5.2.3.	Scenario randvoorwaarden _____	41
5.2.4.	Resultaten scenario Verdichting t.o.v. het BAU scenario _____	44
5.3.	<i>Meer efficiënt bouwen (hogere inzet secundaire grondstoffen en “lean” bouwen)</i>	48
5.3.1.	Ontwikkelingen efficiënte bouwmaterialen _____	48
5.3.2.	Gevoeligheidsanalyse voor de R2 -strategie (Reduce) _____	53
5.3.3.	Resultaten scenario Verdichting t.o.v. het BAU scenario _____	53
<b>HOOFDSTUK 6.</b>	<b>Conclusie _____</b>	<b>60</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>_____</b>	<b>62</b>
<b>Literatuurlijst</b>	<b>_____</b>	<b>63</b>

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1. Toepassing van grof zand en grind & steenslag op basis van de MDO-data _____	13
Tabel 2. Verschillende toepassingen of componenten van het model _____	13
Tabel 3. Inzet van Primair grof zand, grind & steenslag in verschillende sectoren in Vlaanderen van de MDO-data 2013, 2015 en 2018 in kton _____	14
Tabel 4. Verdeling van het betongebruik naar producenten, sectoren en toepassingen (Kramer, 2020) _____	15
Tabel 5. Percentage van de totale inzet die uit import komt op basis van de MDO-data 2013, 2015 en 2018 _____	15
Tabel 6. Gebruikte Kengetallen en databronnen _____	16
Tabel 7. Toewijzen van de gebruikte hoeveelheid grondstoffen per component op basis van MDO en andere databronnen voor het referentie jaar 2015 _____	17
Tabel 8. Totaal aantal kilometer sporen en inschatting van het aantal kilometer met betonnen liggers voor de periode 2006-2020 op basis van data van Infrabel _____	19
Tabel 9: Aantal renovaties van residentiële gebouwen en niet-residentiële gebouwen volgens de gegevens van Statbel in de periode 1996 en 2020 _____	20
Tabel 10. Recyclagegraad grof zand: hoeveel % van in het ingezette grof zand kan in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grof zand en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen _____	21
Tabel 11. Initiële recyclagegraad grof zand dat in het tweede leven ingezet wordt als grind of steenslag en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen _____	22
Tabel 12. Recyclagegraad grof zand dat in het tweede leven wordt als grind of steenslag en voor welke toepassingen op van modelberekeningen _____	23
Tabel 13. Initiële recyclagegraad grind & steenslag: hoeveel % van in het ingezette grind & steenslag kan in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grind & steenslag en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen _____	24
Tabel 14. Recyclagegraad grind & steenslag: hoeveel % van in het ingezette grind & steenslag kan in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grind & steenslag en voor welke toepassingen van modelberekeningen _____	25
Tabel 15: Toename van het aantal type woningen zoals overgenomen uit het rapport Verachttert (2022) _____	34

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Algemeen overzicht van de opbouw van het stock & flow model voor de modellering van de stock van grof zand en grind & steenslag in Vlaamse gebouwen en wegen. _____	3
Figuur 2: Put on Market (PoM) op basis van historische gegevens voor (A) gebouwen en (B) wegen tot 2020. Om basis van het type en breedte van weg worden de gemeentelijke wegen (Gem) en gewestelijke wegen (Gew) ingedeeld in gemeentelijke wegen 1 en 2 (Gem 1 en Gem 2) en gewestelijke wegen (A en B). _____	4
Figuur 3: Evolutie van het (A) gebouwenpark en het (B) wegennetwerk in Vlaanderen tot 2020. ___	5
Figuur 4: Aantal renovaties op basis van gegevens uit Statbel en op basis van inschattingen ten opzichte van het gebouwenpark, onderverdeeld in residentiële (gesloten bebouwing (GB), halfopen bebouwing (HOB), open bebouwing (OB) en flats (Flat)) en niet-residentiële gebouwen (Handel en Andere). _____	6
Figuur 5: Samenstelling voor grof zand (A & C) en grind & steenslag (B & D) van de verschillende type gebouwen (A & B) en de verschillende type wegen (C & D). Boven elke type gebouwen en type weg wordt de omzettingcoëfficiënt vermeld. *De omzettingcoëfficiënt voor grof zand en grind & steenslag is verschillend voor spoorwegen omdat deze bij grof zand enkel betrekking heeft op de liggers en grind & steenslag op zowel de liggers als ballast. _____	8
Figuur 6: Stockevolutie van grof zand (A & C) en grind & steenslag (B & D) in gebouwen (A & C) en wegen (C & D). _____	9
Figuur 7: Weibull-verdelingen die in het model berekend worden op basis van ingeschatte leeftijden voor (A) wegen, (B) betononderdelen in wegen, (C) asfalttoplaag voor wegen, (D) de liggers van de spoorwegen en (E) de ballast van de spoorwegen. _____	11
Figuur 8: Materiaalstromen van grof zand en grind & steenslag uit verschillende materiaalcomponenten die vrijkomen na slopen/opbreken van gebouwen/wegen die terug ingezet kunnen worden in bepaalde materiaalcomponenten na recyclage _____	12
Figuur 9: Vergelijking tussen het aantal gebouwen per type in het gebouwenpark van het model met de gegevens uit Statbel _____	26
Figuur 10: (A) Vergelijking van de leeftijden van gebouwen in het model met de gegevens uit Statbel. (B) Vergelijking van het aantal nieuwe gebouwen in het model met het aantal nieuwgebouwvergunningen volgens de gegevens van Statbel. _____	27
Figuur 11: Vergelijking tussen de lengtes van de wegen en spoorwegen per type in het wegennetwerk van het model met de werkelijkheid op basis van beschikbare gegevens (zie aannames hoofdstuk 3). _____	28
Figuur 12: Validatie van de vraag naar (A) grof zand en (B) grind & steenslag zoals deze berekend wordt in het model (donkere balken) vergeleken met de data beschikbaar uit het MDO (lichte balken) voor de referentie jaren 2013, 2015 en 2018. De vraag is verder opgesplitst in de verschillende componenten in gebouwen en wegen. _____	29
Figuur 13: Vergelijking tussen de gegevens uit het MDO en het model voor de PoM van secundair (A) grof zand en (B) grind & steenslag in verschillende componenten in het referentiejaar 2018 op basis van initiële recyclagepercentages. _____	30
Figuur 14: Vergelijking PoM primair en secundair grind & steenslag opgesplitst voor beton in gebouwen en wegen in het referentiejaar 2018. _____	30
Figuur 15: Vergelijking tussen de gegevens uit het MDO en het model voor de PoM van secundair (A) grof zand en (B) grind & steenslag in verschillende componenten in het referentiejaar 2018 op basis van de geoptimaliseerde recyclagepercentages. _____	31
Figuur 16: De evolutie van de demografie in Vlaanderen op basis van waarnemingen (2020 – 2022) en vooruitzichten (2023 – 2050) uitgezet in functie van de evolutie van de woonbehoefte zoals deze werd afgeleid uit Verachtert (2022) (2020 – 2035) aangevuld met de ingeschatte woonbehoefte op basis van de demografie (2036 – 2050) _____	34

Figuur 17: Scenario 1 – BAU: Put on Market (PoM) voor (A) gebouwen en (C) wegen en hoe dit zich vertaalt in het (B) gebouwenpark en het (D) wegennetwerk _____	35
Figuur 18. De Put on Market (POM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand voor het BAU-scenario (scenario 1). _____	37
Figuur 19. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1) _____	38
Figuur 20. Evolutie van de Put on market (POM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1) _____	39
Figuur 21: Verhouding van verdichting zoals deze werd gebruikt in Scenario 2 – Verdichting. Deze verhouding wordt berekend door het totaal aantal gesloten bebouwingen en flats die er bijkomen in een bepaald jaar te delen door het totaal aantal woningen dat er bijkomen in datzelfde jaar. _____	41
Figuur 22: Verhouding tussen het aantal nieuw bijkomende gesloten bebouwingen (GB) en het totaal aantal nieuw bijkomende GB en flats in Scenario 2 - Verdichting _____	42
Figuur 23: Scenario 2 – Verdichting: Put on Market (PoM) voor (A) gebouwen en (C) wegen en hoe dit zich vertaalt in het (B) gebouwenpark en het (D) wegennetwerk _____	43
Figuur 24. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2230, 2040 en 2050 voor grof zand in het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2). _____	45
Figuur 25 Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2). _____	46
Figuur 26. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2) _____	47
Figuur 27. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2) _____	48
Figuur 28. Voorkeursvolgorde voor het sluiten van kringlopen volgens de R-ladder – op basis van de R-principes van de Ellen MacArthur Foundation _____	49
Figuur 29. Voorbeeld van ontharding (voor / na) in Dilbeek (HLN, 2022). _____	50
Figuur 30. Verschillende types van balken met dezelfde draagkracht (Hofmann, 2022). _____	51
Figuur 31. Links: de HiLo welfsels (Block, 2022); rechts: traditionele betonwelfsels (Paesen, 2022). _____	51
Figuur 32. Screenshot website Opalis met onderdeel over hergebruik van betonklinkers en platen. _____	52
Figuur 33. Link: herstellen van scheuren in betonvloeren (Foto Diabeton, 2023), Rechts herstellen brug (foto Balm, 2023). _____	53
Figuur 34. Evolutie Put on Market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1) en het reductie scenario (scenario 3). _____	54
Figuur 35: Evolutie Put on Market (PoM) voor grof zand en grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1) en het reductie scenario (scenario 3). _____	55
Figuur 36. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand in het BAU-scenario (scenario 1) en het Reductie-scenario (scenario 3.1 - 10%) _____	56
Figuur 37. Put on Market PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand in het Reductie-scenario 3.2 (- 25%) en het Reductie-scenario 3.3 (-50 %) _____	57
Figuur 38. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag in het BAU-scenario (scenario 1) en het Reductie-scenario (scenario 3.1 - 10%) _____	58
Figuur 39. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag in het Reductie-scenario 3.2 (- 25%) en scenario 3.3 (-50%) _____	59



---

## HOOFDSTUK 1. INLEIDING

---

In Vlaanderen worden verschillende delfstoffen ontgonnen zoals zand, klei, leem, grind en een beperkte hoeveelheid natuursteen. Deze worden ingezet in verschillende sectoren, waarvan de bouwsector de belangrijkste is. Ze worden gebruikt voor de productie van bouwmaterialen (bakstenen, dakpannen, beton, etc.) en voor de constructie van gebouwen en infrastructuur.

Naast deze primaire delfstoffen, worden door de Vlaamse sectoren ook nog secundaire grondstoffen ingezet. Deze zijn hoofdzakelijk afkomstig van de recyclage van bouwmaterialen, uit graafwerken buiten ontginningsgebied of van de productie van metalen.

Deze Vlaamse primaire en secundaire stromen dekken echter de behoefte van de industrie niet volledig. Daarom worden ook nog -voornamelijk primaire- delfstoffen geïmporteerd. Het gaat daarbij o.a. over zand dat gewonnen wordt op de Noordzee, in Nederland of Duitsland; grind uit Duitsland en UK en steenslag uit Wallonië en Noorwegen.

Vlaanderen streeft naar een zo hoog mogelijk graad van zelfvoorziening en stemt ontginningsplannen hierop af. Hiertoe wordt driejaarlijks een Monitoringsrapport opgemaakt als resultaat van het Monitoringsysteem Duurzaam Oppervlakedelfstoffenbeleid (MDO). Het MDO is een samenwerkingsverband tussen het departement Omgeving, OVAM en VITO. In dit rapport worden de vraag en het aanbod van oppervlakedelfstoffen en alternatieven ingeschat op basis van een ex post bevraging van producenten, handelaars en gebruikers. Elke bevraging is een momentopname van de toen geldende economische situatie en houdt geen rekening met de toekomst.

Om hierop een antwoord te bieden, werd een stock & flow model opgebouwd voor grof zand, grind & steenslag. Deze grondstoffen werden gekozen omdat Vlaanderen voor een groot deel afhangt van import.

Het grootste deel van de minerale grondstoffen worden gebruikt door de bouwsector voor de productie en constructie van gebouwen en weginfrastructuur. Voor de bouw van het stock & flow model werd gekozen om de behoefte aan renovatie van bestaande en nieuwe “gebouwen en weginfrastructuur” centraal te stellen i.p.v. de behoefte aan “minerale grondstoffen”. Er is immers meer kennis over de evolutie van de vraag naar woningen, de grootte van deze woningen, de vraag naar nieuwe infrastructuur dan er is over deze naar minerale grondstoffen. Bovendien kan bestaand onderzoek naar de toekomstige vraag naar woningen en gebouwen gebruikt worden om verder inschattingen in de toekomst te kunnen doen.

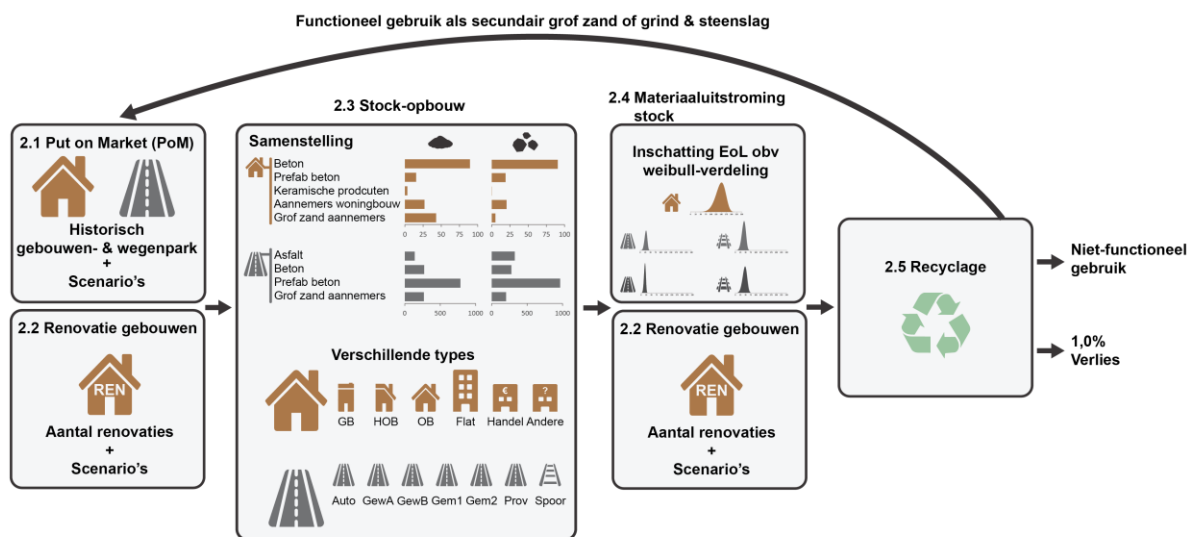
Door het model op deze manier op te bouwen, kan het effect van (autonome) ontwikkelingen (demografie, nieuwe gezinssamenstellingen, migratie, e.d.) en nieuw beleid (streven naar verdichting, streven naar ontharding,...) op de vraag naar minerale grondstoffen voor Vlaamse gebouwen en wegen in kaart gebracht worden.

Binnen het stock & flow model wordt gekeken naar de noodzaak aan grof zand of grind & steenslag. Er wordt ook gekeken welk aandeel uit recyclage kan komen en welk aandeel primair zal zijn.



## HOOFDSTUK 2. MODELPOUW

Er werd een stock & flow model opgesteld voor de modellering van de stock van twee delfstoffen, nl. (i) grof zand en, (ii) grind & steenslag, in Vlaamse gebouwen en wegen. Figuur 1 geeft een globaal overzicht van de opbouw van het model. Dit hoofdstuk beschrijft de algemene opbouw van het model, terwijl Hoofdstuk 3 dieper ingaat op de specifieke data en bronnen die gebruikt werden voor de invulling van het model.



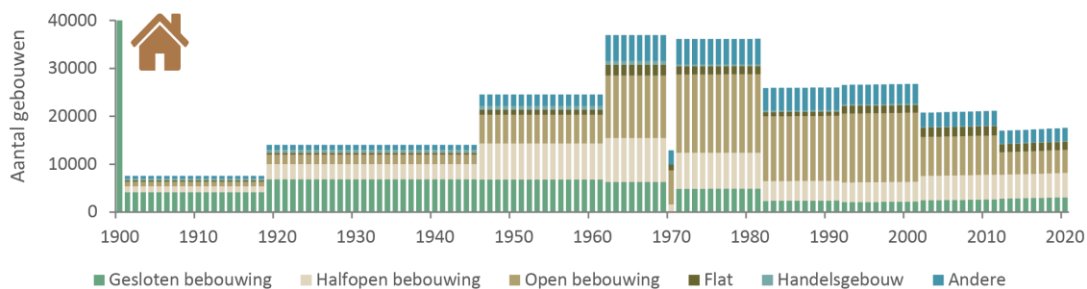
Figuur 1: Algemeen overzicht van de opbouw van het stock & flow model voor de modellering van de stock van grof zand en grind & steenslag in Vlaamse gebouwen en wegen.

## 2.1. PUT ON MARKET (PoM)

Historische gegevens over de uitbreiding van het Vlaams gebouwenpark en wegennetwerk (inclusief spoorwegen) werd gebruikt om te bepalen hoeveel gebouwen en hoeveel wegen er jaarlijks bijgebouwd, aangelegd of 'op de markt' gekomen zijn (zie 3.2.1). Dit werd bepaald voor een periode van het jaar 1900 tot 2020. Gezien de lange levensduur van gebouwen en Vlaanderen werd zo ver als mogelijk teruggegaan in de tijd om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de evolutie. Deze data worden gebruikt in het model om de stock op te bouwen tot het moment van 2020. Voor de inschatting van de PoM in de toekomst (periode 2020 – 2050) wordt beroep gedaan op de uitgewerkte scenario's. Voor elk van de gebouwen (zie paragraaf 3.2.1) en wegen (zie paragraaf 3.2.2) werden specifieke types toegekend op basis van de beschikbare informatie. Figuur 2 en Figuur 3 geven respectievelijk de PoM en park-evolutie voor gebouwen (A) en wegen (B) weer. Dit is de evolutie van hoe het aantal gebouwen en aantal km wegennetwerk. Dit geeft weer hoeveel er in een bepaald jaar aanwezig waren in Vlaanderen. Concreet is dit de cumulatieve som van de POM min de uitstroom op basis van de berekening volgens de Weibull-verdeling

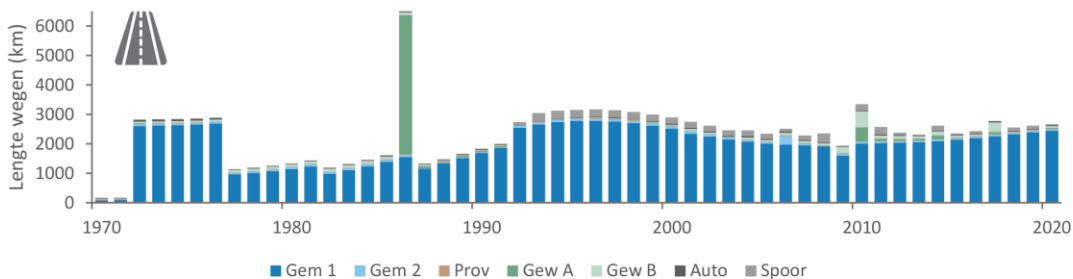
**A**

Put on Market: Gebouwen in Vlaanderen



**B**

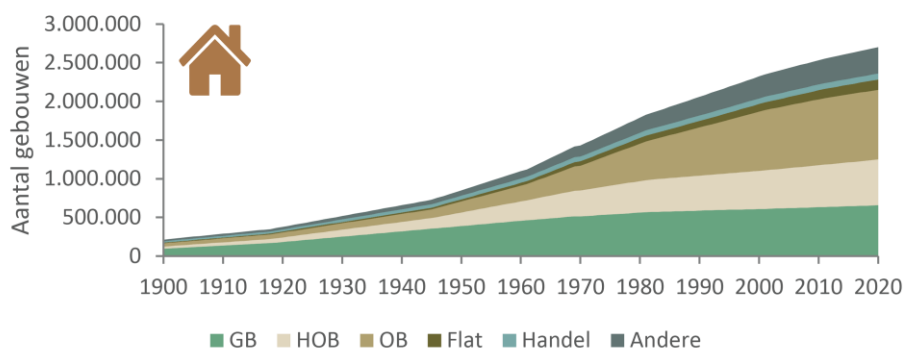
Put on Market: Wegen in Vlaanderen



*Figuur 2: Put on Market (PoM) op basis van historische gegevens voor (A) gebouwen en (B) wegen tot 2020. Om basis van het type en breedte van weg worden de gemeentelijke wegen (Gem) en gewestelijke wegen (Gew) ingedeeld in gemeentelijke wegen 1 en 2 (Gem 1 en Gem 2) en gewestelijke wegen (A en B).*

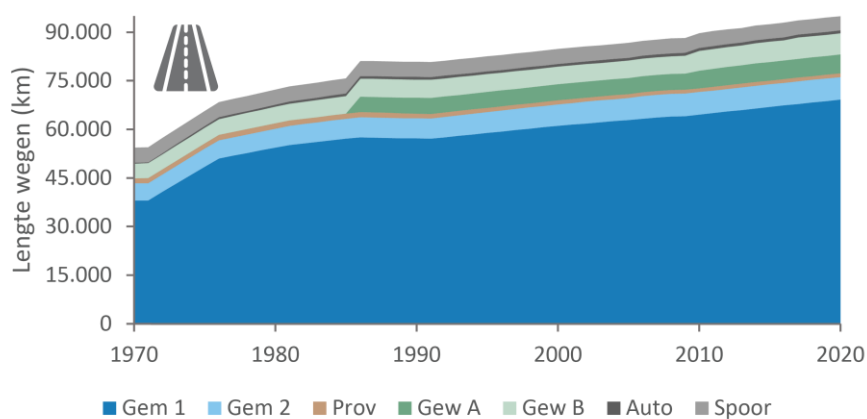
**A**

**Evolutie gebouwenpark Vlaanderen 1900 - 2020**



**B**

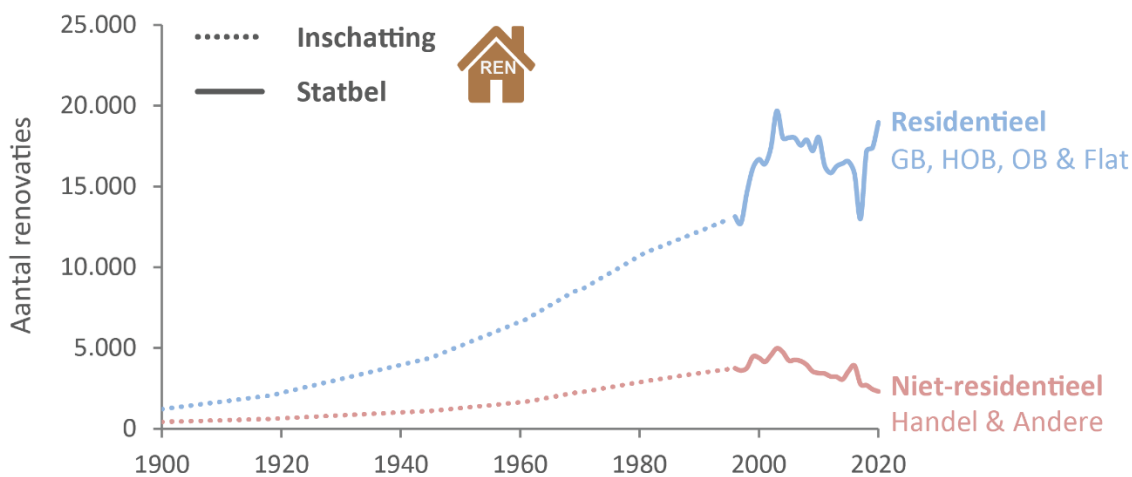
**Evolutie wegennetwerk Vlaanderen 1970 - 2020**



*Figuur 3: Evolutie van het (A) gebouwenpark en het (B) wegennetwerk in Vlaanderen tot 2020.*

## 2.2. RENOVATIES VAN GEBOUWEN

Om een inschatting te maken van de hoeveelheid van materialen die er vrijkomen en nodig zijn bij nieuwbouw en renovaties werd gebruik gemaakt van verschillende bronnen. De gegevens over het aantal nieuwgebouwvergunningen zijn afkomstig van Stabel (zie paragraaf 3.4). De opdeling tussen de verschillende type gebouwen berust op de relatieve verhoudingen in het gebouwenpark in dat jaartal. Om een inschatting te maken van het aantal renovaties voor 1996 werd het percentage residentiële en niet-residentiële gebouwen dat gerenoveerd werd ten opzichte van het totale aantal residentiële en niet-residentiële gebouwen in het park uit 1996 constant gehouden in de periode 1900 – 1995.<sup>1</sup> Voor de periode na 2020 werd het percentage van het aantal renovaties ten opzichte van het totaal aantal gebouwen in het park uit 2020 constant gehouden. Hierdoor is het aantal renovaties afhankelijk van het gebouwenpark en verschillend afhankelijk van het scenario (zie HOOFDSTUK 5). Figuur 4 geeft een overzicht van de gebruikte renovatie-aantallen in de periode 1900 – 2020.



*Figuur 4: Aantal renovaties op basis van gegevens uit Statbel en op basis van inschattingen ten opzichte van het gebouwenpark, onderverdeeld in residentiële (gesloten bebouwing (GB), halfopen bebouwing (HOB), open bebouwing (OB) en flats (Flat)) en niet-residentiële gebouwen (Handel en Andere).*

Bij elke renovatie werd verondersteld dat er meer materiaal nodig is dan dat er vrijkomt uit de gebouwen. Er werd – op basis VITO expertise- ingeschat dat 5% van de totale samenstelling van het

<sup>1</sup> Waarden die werden gebruikt in het model.

Voor 1900 - 1995:

- Residentieel: 0,70%
- Niet-residentieel: 1,11%

Periode 1996 – 2020

- Interpolatie van de data tussen 1995 en 2020.

Na 2020

- Residentieel: 0,83%
- Niet residentieel: 0,56%

In de toekomst worden extra energie-renovaties verwacht. Daarbij gaat het vooral om het bijplaatsen van isolatiematerialen of veranderen van beglazing. Dit zal niet leiden tot een impact op de stromen die in dit rapport bekeken worden. Daarom wordt er abstractie gemaakt van deze extra rennovaties.

gebouw (van dat bouwjaar) vrijkomt en dat er 10% van het materiaal van een nieuw gebouw (van dat renovatiejaar) terug in het gebouw gestoken wordt.

### 2.3. STOCK-OPBOUW

Elk type gebouw en elk type weg wordt opgedeeld in verschillende componenten waarin een bepaalde hoeveelheid grof zand, en grind & steenslag aanwezig is of wordt gebruikt. Gebouwen en wegen worden elk onderverdeeld in vijf verschillende componenten:

#### Gebouwen

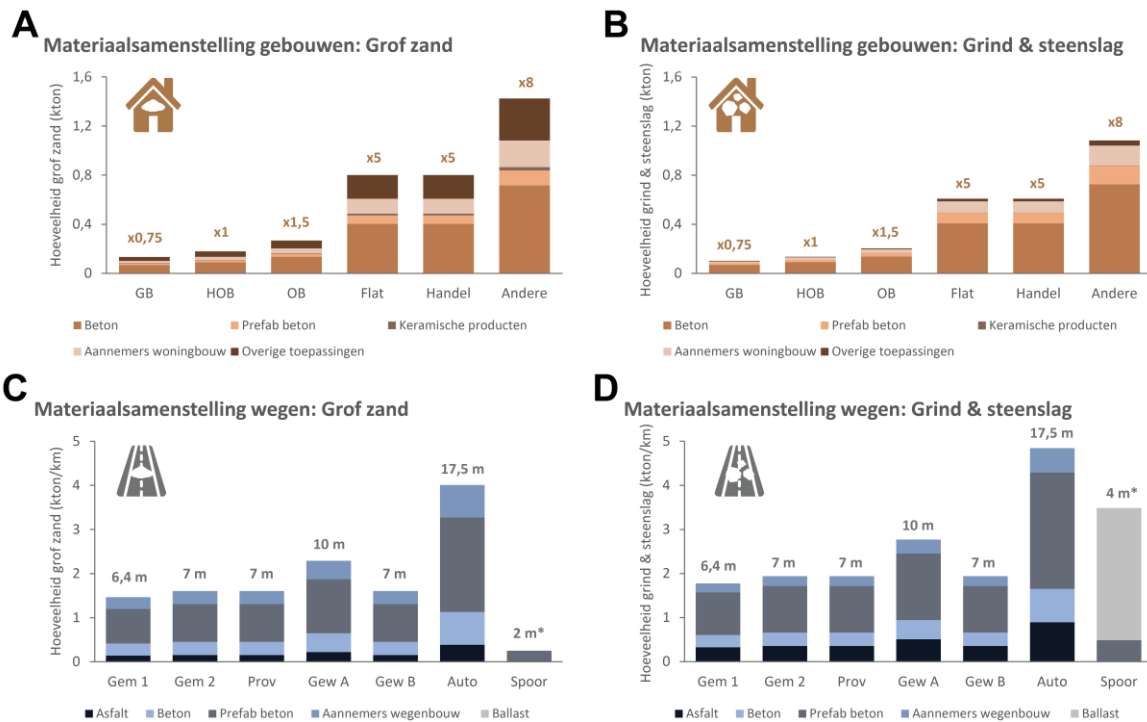
- Beton
- Prefabbeton
- Keramische producten
- Rechtstreeks gebruik door aannemers
- Overige toepassingen

#### Wegen

- Beton
- Prefabbeton
- Asfalt
- Rechtstreeks gebruik door aannemers
- Ballast van de spoorwegen

*Opmerking: de spoorwegen zijn slechts opgebouwd uit twee componenten, namelijk de liggers en de ballast. De liggers zijn geproduceerd in prefabbeton. Deze zijn mee opgenomen in de algemene "prefabbeton" componenten van alle wegen. Daarnaast bestaan deze verder nog uit het grind & steenslag dat als ballast onder liggers en de rails gebruikt wordt. Deze is opgenomen in een afzonderlijke component.*

Figuur 5 geeft respectievelijk een overzicht van de samenstelling van de verschillende type gebouwen (A & B) en type wegen (C & D). Doordat elk type gebouw verschilt in grootte en vervolgens ook in materiaalsamenstelling, werd er aan elk type gebouw een omzettingcoëfficiënt toegekend op basis van inschattingen door VITO. Voor de flatgebouwen werd rekening gehouden met het gemiddeld aantal wooneenheden per flatgebouw zoals dit werd aangenomen in het rapport uitgewerkt voor Departement Omgeving "Waar woont de Vlaming in 2035? Een modellering van de woonbehoefte naar de goed gelegen woongebieden" (Verachtert, 2022) (zie par. 5.1). Aan elk type weg werd eveneens een omzettingcoëfficiënt gekoppeld op basis van de breedte van de verschillende type wegen. Voor de spoorwegen werden de gegevens aangeleverd door Infrabel gebruikt voor de bepaling van de omzettingcoëfficiënten voor de ballast en de liggers afzonderlijk.



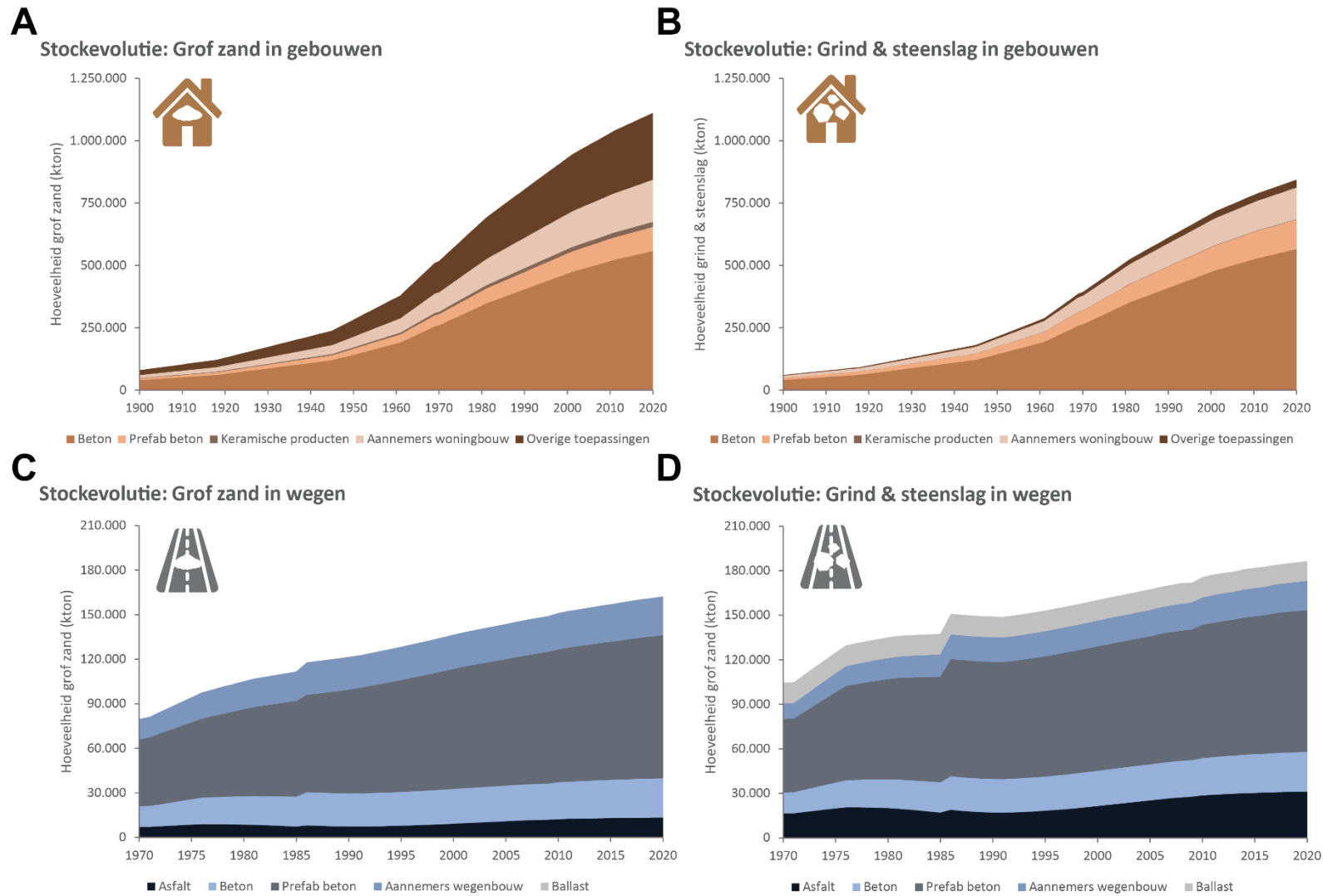
Figuur 5: Samenstelling voor grof zand (A & C) en grind & steenslag (B & D) van de verschillende type gebouwen (A & B) en de verschillende type wegen (C & D). Boven elke type gebouwen en type weg wordt de omzettingcoëfficiënt vermeld. \*De omzettingcoëfficiënt voor grof zand en grind & steenslag is verschillend voor spoorwegen omdat deze bij grof zand enkel betrekking heeft op de liggers en grind & steenslag op zowel de liggers als ballast.

In het model wordt de stock berekend door voor elk jaartal:

1. De PoM van elk type gebouw en weg telkens te vermenigvuldigen met de materiaalsamenstelling voor dat type gebouw of weg;
2. Voor gebouwen wordt eveneens voor het aantal renovaties van elk type gebouw 10% (zie paragraaf 0) van de samenstelling van een nieuw gebouw (in dat renovatiejaar) vermenigvuldigd.

Deze twee waarden worden voor elk type gebouw opgeteld. De stock voor wegen wordt reeds bepaald door het eerste punt dat hierboven beschreven werd. Door de cumulatieve som te nemen voor een bepaald jaartal en dit af te trekken met de materiaaluitstroming van de stock (zie paragraaf 2.4) kan de stock voor een gegeven moment berekend worden in het model. Figuur 6 geeft het overzicht van de stockevolucie van grof zand (A & C) en steenslag (B & D) met onderscheid van de hoeveelheid aanwezig in gebouwen (A & B) en wegen (C & D).





Figuur 6: Stockevolucie van grof zand (A & C) en grind & steenslag (B & D) in gebouwen (A & C) en wegen (C & D).

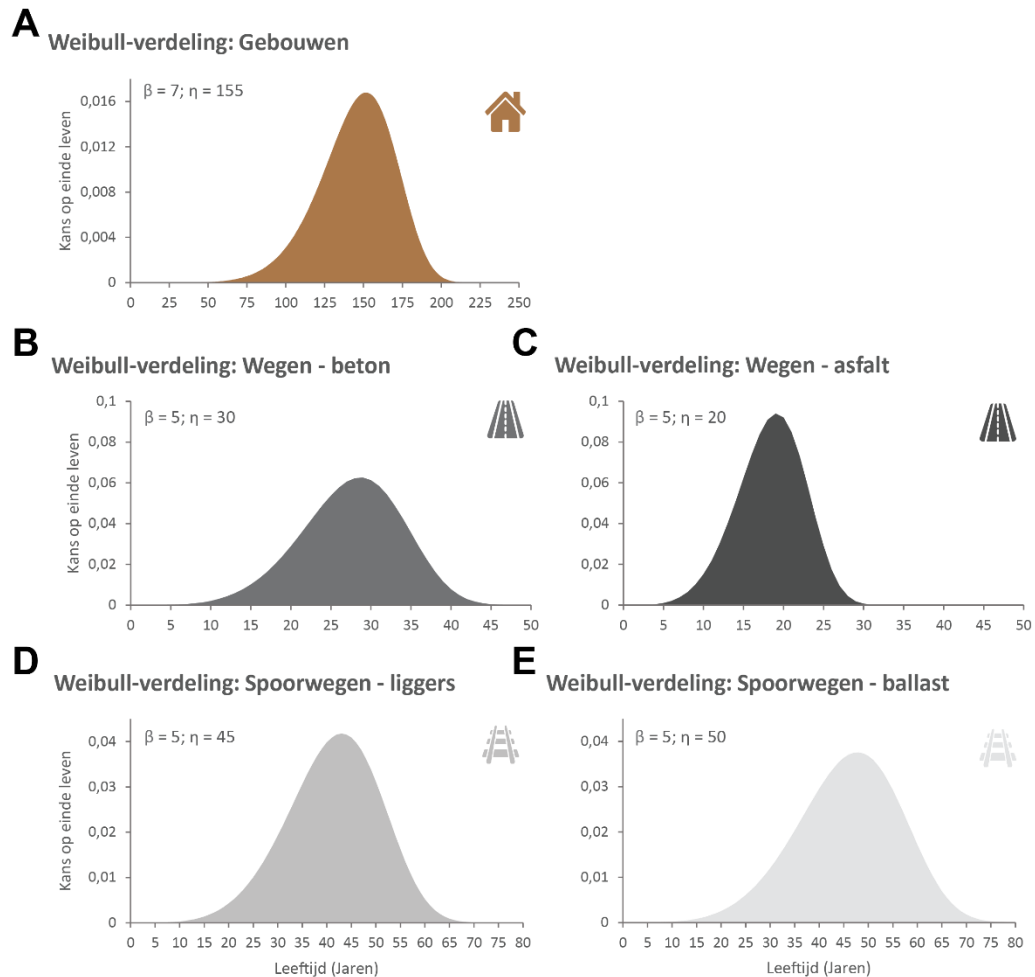
### 2.4. MATERIAALUITSTROMING STOCK

De berekeningen die in bovenstaande paragraaf beschreven worden, laten toe om de stock op basis van PoM en renovaties op te bouwen. Om te bepalen hoeveel materiaal uit de stock verdwijnt, is een inschatting van de leeftijd van gebouwen en wegen nodig (zie paragraaf 3.3). Op basis van deze ingeschatte leeftijden wordt een weibull-verdeling voor gebouwen en wegen berekend. Deze verdeling geeft een inschatting van de kansverdeling dat een gebouw/weg gesloopt/opnieuw aangelegd wordt en dus vrijkomt. Door deze verdeling te vermenigvuldigen met de PoM en elk jaar kan uiteindelijk berekend worden hoeveel gebouwen/wegen in bepaald jaar vrijkomen. Figuur 7 geeft een overzicht van de weibull-verdelingen die gebruikt werden voor (A) gebouwen, (B) wegen en (C) spoorwegen. Voor de wegen werd een afzonderlijke weibull berekend voor de betononderdelen en de asfaltlagen van de wegen omdat deze een andere levensduur vertonen in de praktijk (zie paragraaf 3.3). Asfaltlagen worden over het algemeen sneller vervangen dan de rest van de betononderdelen in wegen. Voor spoorwegen werd eveneens een andere weibull-verdeling berekend voor de liggers en de ballast doordat deze een andere levensduur vertonen (zie paragraaf 3.3).

Om te bepalen hoeveel materiaal uit de stock verdwijnt, moet rekening gehouden worden met de gesloopte gebouwen, gerenoveerde gebouwen en heraangelegde wegen:

1. Door het aantal gebouwen/wegen dat vrijkomen in een bepaald jaar te vermenigvuldigen met de samenstelling van dat bouwjaar kan de totale hoeveelheid materiaal berekend worden dat vrijkomt door het slopen van gebouwen en heraanleggen van wegen;
2. Door het aantal renovaties te vermenigvuldigen met 5% (zie paragraaf 0) van de samenstelling van de gebouwen uit hun bouwjaar kan berekend worden hoeveel materiaal hier telkens vrijkomt.

Door de waarden uit (1) en (2) telkens bij elkaar op te tellen kan de totale hoeveelheid materiaal dat de stock verlaat berekend worden. Deze materialen gaan vervolgens naar recyclage waardoor deze terug in de stock kunnen opgenomen worden of definitief de stock verlaten door toepassing in andere functie of verlies.



*Figuur 7: Weibull-verdelingen die in het model berekend worden op basis van ingeschatte leeftijden voor (A) wegen, (B) betononderdelen in wegen, (C) asfalttoplaag voor wegen, (D) de liggers van de spoorwegen en (E) de ballast van de spoorwegen.*

## 2.5. RECYCLAGE

In het model gaan we ervanuit dat het materiaal dat uit de stock vrijkomt doordat wegen en gebouwen afgebroken of gerenoveerd worden (zie paragraaf 2.4) gerecycleerd wordt en terug in het systeem gaat. Elk van de materiaalcomponenten volgt zijn eigen recyclageroute met zijn eigen corresponderende recyclagepercentages voor grof zand en grind & steenslag (zie paragraaf 3.5). Voor alle materiaalcomponenten wordt verondersteld dat in het proces van slopen/breken, transport en recyclage er 1% verlies optreedt. Voor de rest van het materiaal schetsen Tabel 10 en Tabel 13 respectievelijk de recyclagegraad van grof zand en grind & steenslag. Concreet geven deze tabellen weer welke fractie van het teruggewonnen grof zand/grind & steenslag opnieuw ingezet kan worden als secundair grof zand/grind & steenslag in dezelfde materiaalcomponent en/of één of meerdere andere materiaalcomponenten. Een deel van het teruggewonnen materiaal dat initieel als grof zand werd ingezet, zal in een tweede leven niet meer als grof zand kunnen worden ingezet, maar het zal functioneel gebruikt kunnen worden onder de vorm van grind & steenslag. Deze omzetting en corresponderende recyclagegraden voor de verschillende materiaalcomponenten wordt weergegeven in Tabel 11. Een fractie van het teruggewonnen grof zand zal niet gebruikt kunnen worden als grof zand of als grind & steenslag. De reden hiervoor is dat steen- en betonpuin gebroken

wordt en een deel van de grove fractie (grof zand of grind & steenslag) verkleint tot fijn zand. De fractie fijn zand valt buiten de scope van het model, en verlaat het model (wordt aangeduid als niet functioneel gebruik). De materiaalstroom zoals deze plaatsvindt in het recyclageluid van het model wordt geschetst in Figuur 8.

Het resultaat van dit recyclageluid is een reeks hoeveelheden grof zand en grind & steenslag die terug als secundair materiaal kunnen ingezet worden bij de vraag naar grof zand en grind & steenslag in datzelfde jaar. Indien er voor een bepaalde materiaalcomponent meer secundair materiaal beschikbaar is gekomen dan dat er vraag is voor de bouw/aanleg van nieuwe gebouwen/wegen dan ontstaat er een surplus.



Figuur 8: Materiaalstromen van grof zand en grind & steenslag uit verschillende materiaalcomponenten die vrijkomen na slopen/opbreken van gebouwen/wegen die terug ingezet kunnen worden in bepaalde materiaalcomponenten na recyclage

## HOOFDSTUK 3. DATABRONNEN

### 3.1. MATERIAALSAMENSTELLING - COMPONENTEN MODEL

Grof zand, grind & steenslag worden voornamelijk gebruikt in bouwkundige toepassingen (zie Tabel 1). Deze bouwkundige toepassingen kunnen grofweg ingedeeld worden in “Wegen” en “Gebouwen”. Daarnaast zijn er nog enkele kleinere andere toepassingen zoals de eindafdek van stortplaatsen e.d. Omdat de evolutie van het gebouwenpark en het wegpark sterk verschillen van elkaar wordt de data apart ingezameld (overzicht zie Tabel 2). In de onderstaande paragrafen wordt dieper ingegaan op de databronnen die gebruik worden.

Zandsuppletie wordt niet bekeken in het in model. Het zand wordt op de Noordzee en in havengeulen gewonnen en wordt op het de oever en vooroever gebracht om de kust te verdedigen. Onder invloed van de getijdewerking en meteorologische omstandigheden (bv. hevige winden) zal een deel van dit zand wegspoelen en opnieuw de zee in spoelen. De dynamiek van dit systeem werd niet gemodelleerd in het stock & flow model. Bovendien geldt voor deze toepassing dat er geen recyclage materiaal gebruikt. Voor de zandsuppletie wordt enkel primair gewonnen zand of baggerspecie uit de nabije havens gebruikt.

Tabel 1. Toepassing van grof zand en grind & steenslag op basis van de MDO-data

Toepassingen	Grof zand	Grind & steenslag
In stortklaar beton	X	X
In betonwaren	X	X
In asfalt	X	X
In keramische producten	X	X
In werken door aannemers	X	X
Voor inrichting en eindafdek stortplaatsen	X	
In overige toepassingen	X	X

Tabel 2. Verschillende toepassingen of componenten van het model

Component	Benaming in het model
	Gebouwen
Prefabbeton in gebouwen	Prefab_beton_gebouwen
Stortklaar beton in gebouwen	Beton_gebouwen
Keramische producten voor gebouwen	Keramische_prod
Gebruik door aannemers van gebouwen	Aannemers_Woningbouw
Andere toepassingen*	Overige_Toep
	Wegen
Prefab beton in wegen	Prefab_beton_wegen
Stortklaar beton in wegen	Beton_wegen
Gebruik in asfalt	Asfalt
Gebruik in ballast spoorwegen	Ballast_Rail
Gebruik door aannemers van wegen	Aannemers_Wegenbouw

\* De andere toepassingen worden samen onder de noemer “Gebouwen” geïnventariseerd.

De Vlaamse overheid monitort sinds 2010 de inzet van minerale grondstoffen; de data wordt gepubliceerd in het Monitoringsrapport van het MDO. Voor het model wordt gebruik gemaakt van de data 2013, 2015 en 2018.

Om te bepalen hoeveel grof zand, grind & steenslag er jaarlijks op de markt gebracht wordt, wordt gewerkt met het gemiddelde van 2013, 2015 en 2018 (Tabel 3). Behalve de inzet van primaire materialen wordt ook gekeken naar de inzet van uitgegraven bodem en alternatieven. De inzet van gerecycleerde aggregaten is geen systeeminput en wordt hier buiten beschouwing gelaten. Daarbij werd de inzet van gerecycleerde aggregaten niet meegenomen als inzet in het model. De reden hiervoor is dat deze materialen teruggewonnen worden. (Wanneer we deze materialen zouden meennemen, zou dit leiden tot een dubbeltelling). Deze cijfers worden gegeneerd door het model op basis van afbraak (later worden deze geverifieerd met deze uit het model). Omdat de verdeling niet helemaal in overeenstemming was met de componenten die in het model gedefinieerd zijn, dienden deze herrekend te worden. Zo werd er voor de verdeling over de betoncomponenten gebruik gemaakt van Nederlandse informatie (Kramer, 2020) evenals voor de verdeling van het zand, grind & steenslag over de aannemers van woning en wegenbouw.

Tabel 7 geeft een overzicht van de inzet van grof zand, grind & steenslag die werd meegenomen in het model. Deze inzet wordt toegewezen aan het jaar 2015.

*Tabel 3. Inzet van Primair grof zand, grind & steenslag in verschillende sectoren in Vlaanderen van de MDO-data 2013, 2015 en 2018 in kton*

<i>Gemiddelde 2013-2015-2018</i>	Inzet als grof zand		Inzet als Grind of Steenslag		
	<i>Primair</i>	<i>Uitgegraven bodem</i>	<i>Primair – grind</i>	<i>Primair - steenslag</i>	<i>Alternatieven + uitgegraven bodem</i>
Stortklaar beton	5.444	540	1.978	3.542	114
Betonwaren	2.328		904	1.582	35
Asfalt	513	1	82	1.114	106
Keramische sector	161	3		12	
Glassector	4			30	
Aannemerij	2.018	208	267	1.204	317
Stortplaatsen	14	52			12
Overig gebruik <b>min-strandsuppeltie</b>	460		2	39	10

Tabel 4. Verdeling van het betonegebruik naar producenten, sectoren en toepassingen (Kramer, 2020)

Productleverancier	m <sup>3</sup> per sector	Sector
Betonmortel	200	Woningbouw
	150	Utiliteitsbouw
	35	Agrarische bouw
	95	Grond- Weg- en Waterbouw (GWW)
	30	Overige
Betonproducten	140	Elementen voor woningbouw- en utiliteitsbouw
	150	Straatstenen, tegels en metselstenen
	50	Heipalen
	35	Rioleringen en overige toepassingen
Handelaren in bouwmaterialen	50	Voor bouwaannemers en doe-het-zelvers
Aannemers	35	Voor GWW-aannemers voor onder meer betonwegen, busbanen en fietspaden
Droge mortelindustrie	25	Voor metsel- en vloerspecies

Omdat het model ook gebruikt wordt om het aandeel Vlaamse minerale grondstoffen en geïmporteerde te onderscheiden, wordt eveneens gebruik gemaakt van de MDO-data 2013, 2015 en 2018.

Tabel 5. Percentage van de totale inzet die uit import komt op basis van de MDO-data 2013, 2015 en 2018

Delfstof	2013	2015	2018	Gemiddelde 2013, 2015 en 2018
<b>Primaire delfstoffen</b>				
Fijnere zanden	2%	62%	0%	21%
Grof zand <b>min</b>				
<b>strandsuppletie</b>	87%	85%	100%	91%
Kwartzand	2%	2%	0%	1%
Klei	27%	28%	0%	18%
Leem	67%	53%	0%	40%
Grind	78%	47%	45%	57%
Steenslag	100%	100%	100%	100%
Andere*	94%	100%	0%	65%
<b>Alternatieve grondstoffen</b>				
<b>Gerecycleerde granulaten van bouw- en sloopafval</b>		0%	5%	
Asfaltgranulaat	3%	0%	0%	1%
Betongranulaat	1%	2%	0%	1%
Menggranulaat	1%	1%	1%	1%
Metselwerkgranulaat	0%	0%	0%	0%
<b>Uitgegraven bodem en specie</b>				
Bagger- en ruimingspecie	3%	0%	0%	1%

<i>Delfstof</i>	<i>2013</i>	<i>2015</i>	<i>2018</i>	<i>Gemiddelde 2013, 2015 en 2018</i>
<b>Overige alternatieve grondstoffen</b>		0%		
Bodemassen	62%	22%	1%	28%
Vliegassen	19%	25%	33%	26%
Slakken van de ferro industrie	2%	7%	3%	4%
Vlakglas	14%	8%	12%	11%
Gieterijzand	48%	55%	100%	67%
Gemalen baksteen	0%	62%	38%	33%
Mijnsteen	96%	100%	95%	97%
Papiervezel	100%	100%	100%	100%
Slib van natuursteenbewerking	20%	0%	0%	7%
Andere**	0%	2%	9%	4%

Spoorwegen hebben een uniforme opbouw en er is een duidelijke kennis over de lengte van het spoorwegennet (zie paragraaf 3.2.2). De hoeveelheid materialen dat hiervoor wordt ingezet kan dan ook berekend worden op basis van de opbouw van het net.

Tabel 6. Gebruikte Kengetallen en databronnen

<i>Informatie</i>	<i>Gebruikt kengetal</i>	<i>Eenheid kengetal</i>	<i>Databron</i>
Gemiddelde hoeveelheid ballast (steenslag) per m spoorlijn	3	ton/m (of kton/km)	Mail Infrabel
Gemiddeld aantal betonnen dwarsliggers per km spoorlijn	1666		Mail Infrabel
Ingeschat volume betonligger	0,255	m <sup>3</sup>	VITO inschatting
Ingeschatte hoeveelheid zand/betonligger	148,5	kg	VITO inschatting
Ingeschatte hoeveelheid grind of steenslag/betonligger	292,5	kg	VITO inschatting
Gebruik zand /km spoor met betonnen liggers	0,247	kton/km spoor	VITO inschatting
Gebruik steenslag en/of grind/km spoor voor betonnen liggers	0,487	kton/km spoor	VITO inschatting
Gebruik steenslag voor ballast/ km spoor	3	kton/km spoor	VITO inschatting



Tabel 7. Toewijzen van de gebruikte hoeveelheid grondstoffen per component op basis van MDO en andere databronnen voor het referentie jaar 2015

Component Model	Basis input data MDO Zie Tabel 1	Omreken factor			Omreken factor		
		Zie Tabel 4 voor beton	Inzet als grof zand		Zie Tabel 4 voor beton	Inzet als grind & steenslag	
			Primair	Alternatief		Primair	Alternatief
Gebouwen							
Prefab_beton_gebouwen	Betonwaren	37%	757	0	Basis cijfer	924	38
Beton_gebouwen	Stortklaar beton	80%	4367	219	verminderen	4416	1866
Keramische_prod	Kermische sector	100%	161	0	met de	12	0
Aannemers_Woningbouw	Aannemerij	61%	897	4521	steenslag nodig	994	6612
Overige_Toep	Glas sector + Stortplaatsen + Overig gebruik	100%	1929	0	voor de ballast. Verdeling	72	845
Wegen					volgens grof zand		
Prefab_beton_wegen	Betonwaren	63%	1271	0		2273	64
Beton_wegen	Stortklaar beton	20%	1077	54		652	461
Asfalt	Asfalt	100%	513	0		1197	797
Aannemers_Wegenbouw	Aannemerij	39%	564	2842		447	4156
Ballast_Rail	Berekening op basis van de cijfers van de Infrabel		0	0		13	niet in kaart gebracht (intern hergebruik)

### 3.2. PUT ON MARKET – POM

De Put on Market is de hoeveelheid primair + secundair grof zand en grind & steenslag die er jaarlijks gebruikt wordt in de markt. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de PoM van de gebouwen, zijnde het aantal gebouwen dat tussen de periode 1900 en 2020 in Vlaanderen gebouwd zijn en de PoM wegen, de hoeveelheid wegen die er per jaar in Vlaanderen bijkomen van elk type.

#### 3.2.1. GEBOUWEN

Om een inschatting te maken van het aantal gebouwen er in de voorbije 100 jaar op de markt gebracht zijn wordt gebruik gemaakt van de “Kadastrale statistiek van het bestand van de gebouwen” van StatBel (2021). Het aantal gebouwen per type (gesloten bebouwing, halfopen bebouwing, open bebouwing, flatgebouwen, handelshuizen en andere gebouwen) werden voor volgende jaartallen in kaart gebracht: 1900, 1918 (na WO I), 1945 (na WO II), 1961, 1970, 1981, 1991, 2001, 2011 en 2020. Voor de tussenliggende jaren werd een lineaire interpolatie uitgevoerd.

#### 3.2.2. WEGEN

Het wegenpark is de som van alle types van wegen (autowegen, fietswegen, voetpaden), spoorwegen en waterwegen. De bijhorende infrastructuur (riolering, geluidschermen, voetpaden e.d.) wordt ook toegewezen aan de wegen.

##### → Autowegen

Voor het in kaart brengen van de wegen wordt gebruik gemaakt van verschillende databronnen. Voor de periode 1938 – 2010 wordt gebruik gemaakt van informatie van de federale overheid (Lengte van het Belgische wegennet (Federale Overheid mobiliteit, 2011), waarbij vanaf 1991 een uitsplitsing per gewest en type van weg gemaakt werd. De verschillende types van wegen zijn: autosnelwegen, gewestwegen a en b, provinciewegen, gemeentewegen verhard en gemeente wegen groot verkeer.

Voor de periode 2014 – 2021 werd data aangeleverd door het Vlaams Agentschap Wegen en Verkeer. Zij hebben echter geen info aangeleverd over gemeentelijke wegen (enkel autosnelwegen, gewestwegen 1 en 2 en provinciewegen).

De cijfers werden gecombineerd tot een dataset voor de wegen, de coëfficiënt is een maat voor de impact van de weg (breedte (pechstrook, fietspaden, parkeerstroken, voetpaden), aanwezige infrastructuur zoals opritten, vangrails, riolering, borduren,... etc.).

##### → Spoorwegen

De gegevens over het aantal kilometer spoorwegen (Infrabel, 2020) en het type van materiaal dat gebruikt werd voor de dwarsliggers (Infrabel, 2020) is afkomstig van de open databanken van Infrabel voor de periode 2006 tot 2020. Voor de periode ervoor werd gebruik gemaakt van cijfers van MIRA.

Op basis van de detail gegevens van het gebruik van zand en grind & steenslag in spoorwegen; kan de PoM voor zand en grind & steenslag berekend worden voor de sporen. Daarnaast is er ook nog een veelvoud van deze materialen nodig voor de perron infrastructuur, bruggen, tunnels e.d. die gelinkt zijn aan de spoorwegen. De cijfers die berekend worden op basis aannames die in bijlage 1 terug te vinden zijn.

*Tabel 8. Totaal aantal kilometer sporen en inschatting van het aantal kilometer met betonnen liggers voor de periode 2006-2020 op basis van data van Infrabel*

<i>Jaartal</i>	<i>Bijspoor (km)</i>	<i>Hoofdspoor (km)</i>	<i>Totaal (km)</i>	<i>% Nieuw beton (hoofdspoor)</i>	<i>% Oud beton (hoofdsporen)</i>	<i>Totaal aantal km betonsporen</i>
2006	1560	2998	4558	57%	9%	3032
2007	1560	2987	4547	62%	9%	3197
2008	1564	3071	4635	65%	8%	3346
2009	1345	3139	4484	68%	8%	3455
2010	1394	3143	4537	71%	7%	3572
2011	1484	3148	4632	73%	7%	3651
2012	1389	3176	4565	76%	7%	3781
2013	1300	3181	4481	80%	5%	3876
2014	1285	3228	4513	82%	5%	3980
2015	1281	3225	4506	85%	4%	4020
2016	1275	3222	4497	87%	4%	4113
2017	1146	3225	4371	89%	2%	4175
2018	1149	3247	4396	91%	2%	4227
2019	1146	3266	4412	93%	2%	4296
2020	1132	3271	4403	93%	2%	4325

### 3.3. LEVENSDUUR VAN DE MATERIALEN

<i>Product onderdelen model</i>	<i>Levensduur (jaar)</i>	<i>Bron</i>
Prefab_beton_wegen	30	VITO inschatting
Prefab_beton_gebouwen	155	VITO inschatting (zie par. 2.4)
Beton_wegen	30	VITO inschatting
Beton_gebouwen	155	VITO inschatting (zie par. 2.4)
Asfalt	20	VITO inschatting
Keramische_prod	155	VITO inschatting (zie par. 2.4)
Overige_Toep	155	VITO inschatting (zie par. 2.4)
Spoor_liggers	45	Mail Infrabel
Spoor_ballast	50	Mail Infrabel

### 3.4. RENOVATIE VAN GEBOUWEN

Om een inschatting te maken van de hoeveelheid van materialen die er vrijkomen en nodig zijn bij renovaties werd gebruik gemaakt van de gegevens over het aantal renovaties uit [Statbel](#). In deze data wordt een onderscheid gemaakt tussen residentiële gebouwen en niet-residentiële gebouwen.

In het model wordt onder residentiële gebouwen de woningen en de flats verstaan (G\_HGB, G\_HHB, G\_HOB & FLAT) en onder niet-residentiële gebouwen de handelsgebouwen en andere (G\_HAND & G\_OTHER). Tabel 9 geeft een overzicht van het aantal renovaties in de periode 1990 – 2020 volgens de gegevens van Statbel.

*Tabel 9: Aantal renovaties van residentiële gebouwen en niet-residentiële gebouwen volgens de gegevens van Statbel in de periode 1996 en 2020*

Jaar	Residentieel	Niet-residentieel
1996	21971	5610
1997	21627	5334
1998	23460	5554
1999	25930	6324
2000	25719	6158
2001	24355	5719
2002	25159	6117
2003	28717	6408
2004	27977	6325
2005	28015	5988
2006	28734	6073
2007	27792	5968
2008	28556	5861
2009	27751	5226
2010	28888	5252
2011	27017	5185
2012	26561	4914
2013	27280	4730
2014	27444	4652
2015	28172	5094
2016	27232	5351
2017	24313	4108
2018	28303	4059
2019	27918	3690
2020	29420	3544
2021	34261	3873

### 3.5. RECYCLAGEGRAAD VAN DE MATERIALEN

De recyclagegraad van de verschillende materialen werd in eerste instantie bepaald op basis van data van het MDO en VITO expertise (Tabel 10, Tabel 11 en Tabel 13). Na toepassing in het model bleek dat dit niet overeen te komen met de werkelijkheid en werd de data aangepast volgens de waarden in Tabel 12 en Tabel 14. De recyclage graden verschillen van het type van materiaal.

#### 3.5.1. GROF ZAND

Tabel 10. Recyclagegraad grof zand: hoeveel % van in het ingezette grof zand kan in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grof zand en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen

	<i>Asfalt</i>	<i>Beton_gebouwen</i>	<i>Beton_wegen</i>	<i>Overige_Toep</i>	<i>Aannemers_Wegenbouw</i>	<i>Aannemers_Woningbouw</i>	<i>Prefab_beton_gebouwen</i>	<i>Prefab_beton_wegen</i>	<i>Keramische_prod</i>	<i>Ballast_rail</i>	<i>Niet functioneel gebruik</i>	<i>Verlies</i>
Asfalt	88%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	1%
Beton_gebouwen	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	1%
Beton_wegen	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	1%
Overige_Toep	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%	1%
Aannemers_Wegenbouw	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	84%	1%
Aannemers_Woningbouw	0%	0%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	84%	1%
Prefab_beton_gebouwen	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	1%
Prefab_beton_wegen	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	1%
Keramische_prod	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%	1%
Ballast_rail	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel 11. Initiële recyclagegraad grof zand dat in het tweede leven ingezet wordt als grind of steenslag en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen

	<i>% van grof zand dat naar steenslag gaat</i>	<i>Asfalt</i>	<i>Beton_gebouwen</i>	<i>Beton_wegen</i>	<i>Overige_Toep</i>	<i>Aannemers_Wegenbouw</i>	<i>Aannemers_Woningbouw</i>	<i>Prefab_beton_gebouwen</i>	<i>Prefab_beton_wegen</i>	<i>Keramische_prod</i>	<i>Ballast_rail</i>
Asfalt	11%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Beton_gebouwen	79%	0%	32%	0%	0%	0%	47%	0%	0%	0%	0%
Beton_wegen	79%	0%	0%	32%	0%	47%	0%	0%	0%	0%	0%
Overige_Toep	99%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
Aannemers_Wegenbouw	84%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aannemers_Woningbouw	84%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Prefab_beton_gebouwen	79%	0%	16%	0%	0%	0%	63%	0%	0%	0%	0%
Prefab_beton_wegen	79%	0%	0%	16%	0%	63%	0%	0%	0%	0%	0%
Keramische_prod	99%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
Ballast_rail	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel 12. Recyclagegraad grof zand dat in het tweede leven wordt als grind of steenslag en voor welke toepassingen op van modelberekeningen

	% van grof zand dat naar steenslag gaat	Asfalt	Beton_gebouwen	Beton_wegen	Overige_Toep	Aannemers_Wegenbouw	Aannemers_Woningbouw	Prefab_beton_gebouwen	Prefab_beton_wegen	Keramische_prod	Ballast_rail
Asfalt	11%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Beton_gebouwen	79%	0%	32%	0%	0%	0%	47%	0%	0%	0%	0%
Beton_wegen	79%	0%	20%	12%	0%	47%	0%	0%	0%	0%	0%
Overige_Toep	99%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
Aannemers_Wegenbouw	84%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aannemers_Woningbouw	84%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Prefab_beton_gebouwen	79%	0%	16%	0%	0%	0%	63%	0%	0%	0%	0%
Prefab_beton_wegen	79%	0%	10%	6%	0%	63%	0%	0%	0%	0%	0%
Keramische_prod	99%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%
Ballast_rail	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

## 3.5.2. GRIND &amp; STEENSLAG

Tabel 13. Initiële recyclagegraad grind &amp; steenslag: hoeveel % van in het ingezette grind &amp; steenslag kan in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grind &amp; steenslag en voor welke toepassingen op basis van MDO en andere databronnen

	<i>Asfalt</i>	<i>Beton_gebouwen</i>	<i>Beton_wegen</i>	<i>Overige_Toep</i>	<i>Aannemers_Wegenbouw</i>	<i>Aannemers_Woningbouw</i>	<i>Prefab_beton_gebouwen</i>	<i>Prefab_beton_wegen</i>	<i>Keramische_prod</i>	<i>Ballast_rail</i>	<i>Niet functioneel gebruik</i>	<i>Verlies</i>
Asfalt	37%	7%	7%	0%	24%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Beton_gebouwen	0%	41%	0%	0%	0%	58%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Beton_wegen	0%	0%	41%	0%	58%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Overige_Toep	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Aannemers_Wegenbouw	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Aannemers_Woningbouw	0%	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Prefab_beton_gebouwen	0%	41%	0%	0%	0%	57%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Prefab_beton_wegen	0%	0%	41%	0%	57%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Keramische_prod	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Ballast_rail	0%	13%	3%	6%	29%	47%	0%	0%	0%	1%	0%	1%



Tabel 14. Recyclagegraad grind & steenslag: hoeveel % van in het ingezette grind & steenslag kan in in zijn tweede leven opnieuw ingezet worden als grind & steenslag en voor welke toepassingen van modelberekeningen

	<i>Asfalt</i>	<i>Beton_gebouwen</i>	<i>Beton_wegen</i>	<i>Overige_Toep</i>	<i>Aannemers_Wegenbouw</i>	<i>Aannemers_Woningbouw</i>	<i>Prefab_beton_gebouwen</i>	<i>Prefab_beton_wegen</i>	<i>Keramische_prod</i>	<i>Ballast_rail</i>	<i>Niet functioneel gebruik</i>	<i>Verlies</i>
Asfalt	37%	7%	7%	0%	24%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Beton_gebouwen	0%	41%	0%	0%	0%	58%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Beton_wegen	0%	26%	15%	0%	58%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Overige_Toep	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Aannemers_Wegenbouw	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Aannemers_Woningbouw	0%	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Prefab_beton_gebouwen	0%	41%	0%	0%	0%	57%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Prefab_beton_wegen	0%	26%	15%	0%	57%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%
Keramische_prod	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Ballast_rail	0%	13%	3%	6%	29%	47%	0%	0%	0%	1%	0%	1%

## HOOFDSTUK 4. VALIDATIE MODEL

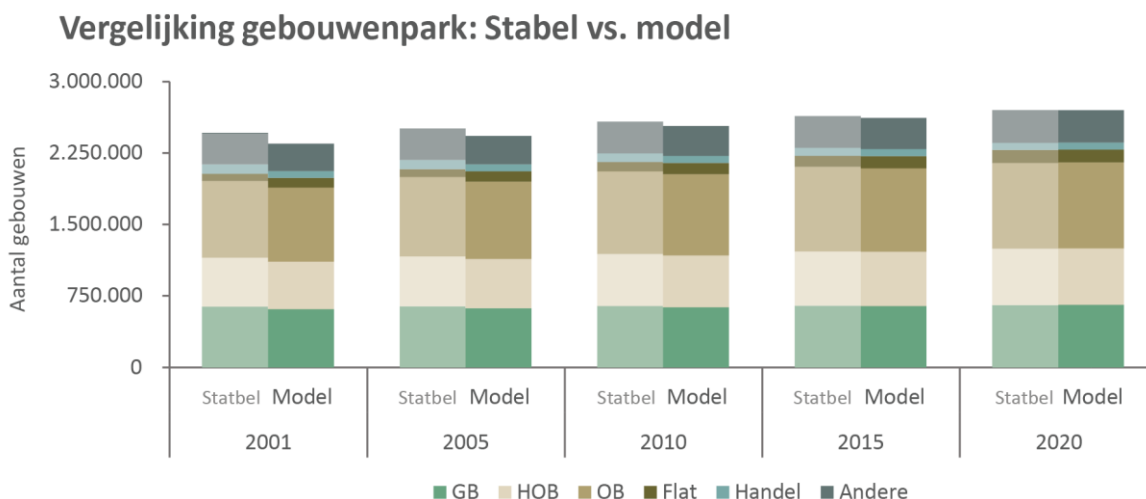
Dit hoofdstuk valideert het model op vlak van:

- het aantal gebouwen in het gebouwenpark doorheen de tijd;
- de leeftijd van deze gebouwen in het model;
- de lengte van de wegen in het wegpark doorheen de tijd;
- de vraag naar grof zand en grind & steenslag.

De gegevens berekend in het model worden vergeleken met de gegevens beschikbaar in verschillende databronnen om de berekeningen in het model af te toetsen.

#### 4.1. AANTAL GEBOUWEN IN HET GEBOUWENPARK

In Figuur 9 worden het aantal gebouwen in het gebouwenpark per type vergeleken met het aantal gebouwen per type in de periode 2001 – 2020 waarvoor gegevens beschikbaar waren op [Statbel](#).

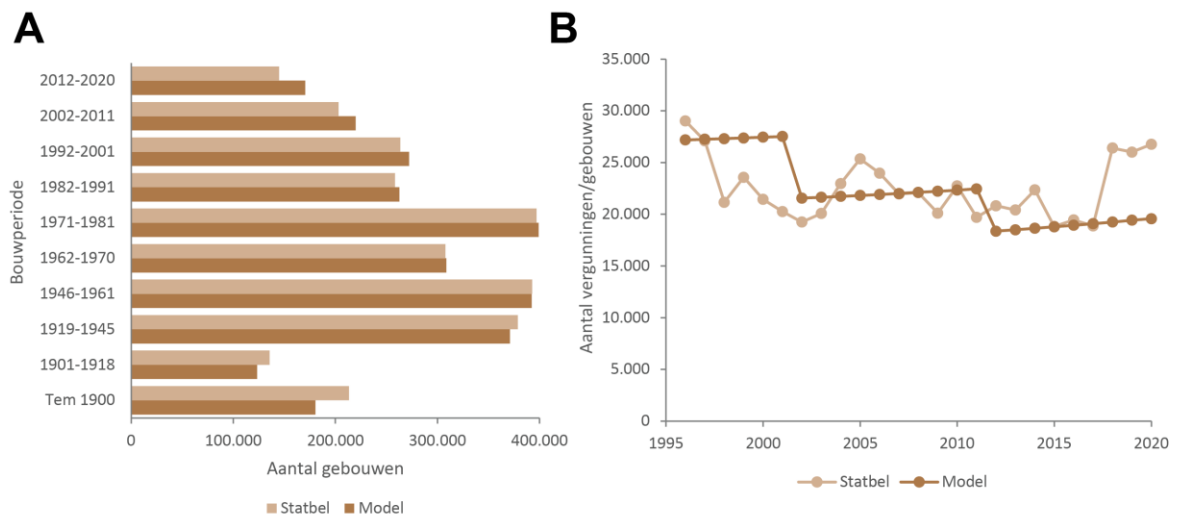


*Figuur 9: Vergelijking tussen het aantal gebouwen per type in het gebouwenpark van het model met de gegevens uit Statbel*

In Figuur 9 is waar te nemen dat het gebouwenpark in het model goed overeen komt met het gebouwenpark volgens de beschikbare gegevens in Statbel. De gebouwenparken zijn vrijwel identiek in 2020, maar het verschil tussen de gegevens neemt toe naarmate verder in het verleden vergeleken wordt. Deze discrepantie is mogelijk te verklaren door de aard van de gegevens die gebruikt werden voor de berekening van de PoM van deze gebouwen. Doordat gewerkt wordt met een gemiddelde PoM over een bepaalde periode zal het park op een gegeven moment slechts benaderd kunnen worden en niet steeds exact bepaald kunnen worden.

## 4.2. LEEFTIJD VAN GEBOUWEN IN GEBOUWENPARK

De levensduur van gebouwen werd ingeschat door de leeftijd van de gebouwen in het gebouwenpark van het model af te stemmen met de werkelijke leeftijd van de gebouwen in Vlaanderen van het jaar 2020 (**Error! Reference source not found.A**). Tegelijkertijd werd eveneens het aantal nieuwe gebouwen (Put on Market) in het model afgetoetst ten opzichte van het aantal nieuwgebouwvergunningen (**Error! Reference source not found.B**). Via een iteratief proces waarbij de leeftijd van de gebouwen en het aantal nieuwe gebouwen in het model zo dicht mogelijk tegen de werkelijkheid werden afgestemd, werden de parameters voor de weibull-verdeling vastgelegd. In Vlaanderen wordt op deze manier de gemiddelde levensduur van gebouwen ingeschat op 155 jaar.

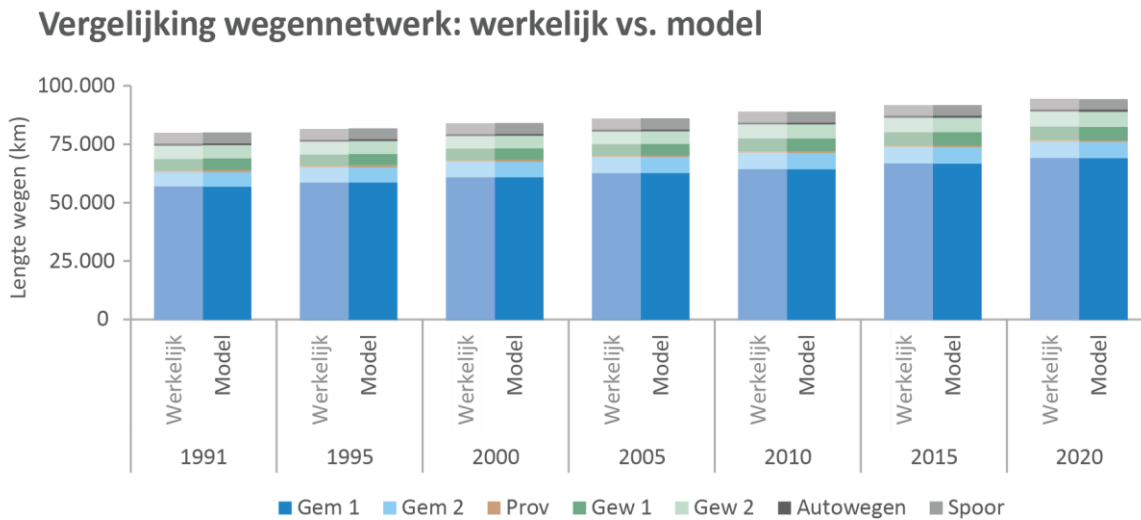


*Figuur 10: (A) Vergelijking van de leeftijden van gebouwen in het model met de gegevens uit Statbel. (B) Vergelijking van het aantal nieuwe gebouwen in het model met het aantal nieuwgebouwvergunningen volgens de gegevens van Statbel.*

Figuur 10 **Error! Reference source not found.A** toont aan dat de leeftijd van het park, zoals dit berekend wordt in het model, vrij goed overeenkomt met de werkelijke leeftijden van de gebouwen in de verschillende bouwperiodes van het Vlaamse gebouwenpark. Echter onderschat het model het aantal oude gebouwen van voor 1918 en overschat het aantal nieuwe gebouwen na 1991. Dit is mogelijk te wijten aan de afweging die gemaakt moest worden om de leeftijd van het park zo goed mogelijk af te stemmen en de PoM te laten kloppen met het aantal nieuwgebouw vergunningen. Intuïtief zou op basis van **Error! Reference source not found.A** beslist kunnen worden dat de levensduur van gebouwen langer moet zijn zodat oude gebouwen langer blijven staan en er minder snel nieuwe gebouwen nodig zijn, om aan het totaal aantal gebouwen te komen. Wanneer de gemiddelde levensduur groter wordt ( $\eta$ -parameter van de weibull-verdeling wordt groter dan 155 jaar; zie paragraaf 2.4) zorgt dit er voor dat er minder oude gebouwen gesloopt zullen worden en de PoM zal dalen. Hierdoor zou de grafiek van het model in **Error! Reference source not found.B** dalen en niet meer goed overeenkomen met het aantal nieuwgebouwvergunningen. Op basis van deze afweging werden de meest geschikte parameters voor de weibull-verdeling voor gebouwen geselecteerd zodat het verschil tussen het model en de werkelijkheid voor (A) en (B) minimaal is.

## 4.3. LENGTE WEGEN IN WEGENNETWERK

In Figuur 11 worden de lengtes van de wegen en spoorwegen in het model per type vergeleken met de lengtes van wegen en spoorwegen per type in het Vlaams wegennetwerk in de periode 1991 – 2020.

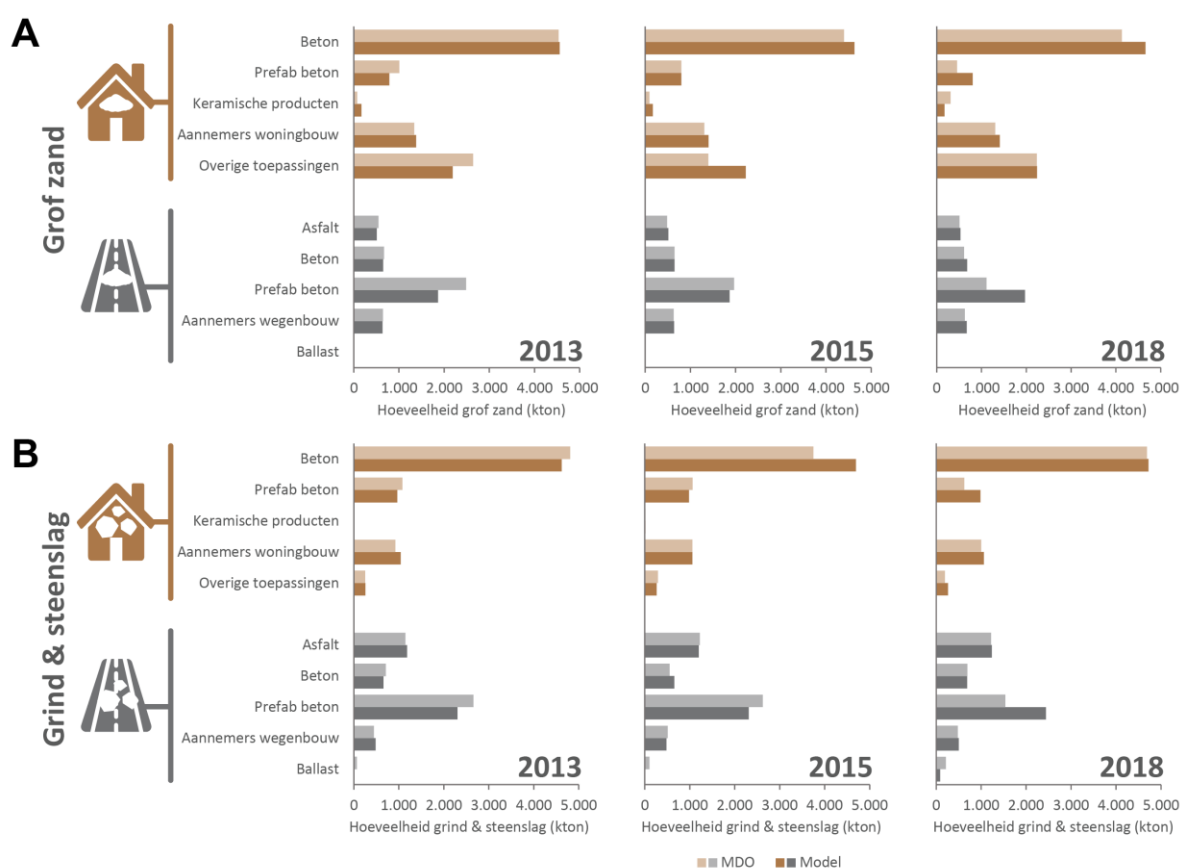


*Figuur 11: Vergelijking tussen de lengtes van de wegen en spoorwegen per type in het wegennetwerk van het model met de werkelijkheid op basis van beschikbare gegevens (zie aannames hoofdstuk 3).*

Figuur 11 toont aan dat het wegennetwerk zoals het berekend wordt in het model zeer nauw aansluit bij de werkelijkheid van het Vlaamse wegennetwerk.

#### 4.4. VRAAG NAAR GROF ZAND EN GRIND & STEENSLAG

In Figuur 12 wordt de vraag naar (A) grof zand en (B) grind & steenslag zoals deze berekend wordt in het model vergeleken met de data beschikbaar uit het MDO voor de referentie jaren 2013, 2015 en 2018. Over het algemeen is voor elk van de referentie jaren duidelijk dat de berekende vraag naar grof zand en grind & steenslag goed overeenkomt met de data beschikbaar uit het MDO. De grootste verschillen zijn waar te nemen bij grof zand in overige toepassingen van gebouwen, grind & steenslag in beton van gebouwen, grof zand en grind & steenslag in prefab beton in gebouwen en wegen. Deze verschillen zijn te verklaren doordat het model rekent met gemiddelde waarden en dat deze waarden in het MDO net de grootste variatie vertonen over de referentie jaren heen. Op basis van Figuur 12 kan besloten worden dat de inschattingen gemaakt voor de Put on Market en samenstellingen van gebouwen en wegen goed zijn ingeschat om de werkelijke vraag naar grof zand en grind & steenslag in het model te kunnen benaderen op basis van de beschikbare data uit het MDO.

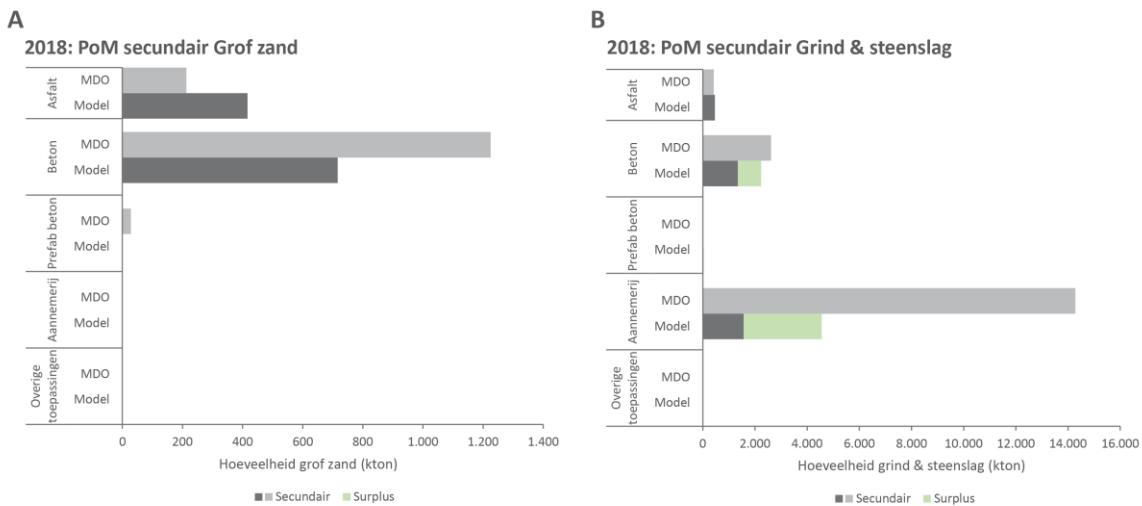


*Figuur 12: Validatie van de vraag naar (A) grof zand en (B) grind & steenslag zoals deze berekend wordt in het model (donkere balken) vergeleken met de data beschikbaar uit het MDO (lichte balken) voor de referentie jaren 2013, 2015 en 2018. De vraag is verder opgesplitst in de verschillende componenten in gebouwen en wegen.*

#### 4.5. INZET VAN SECUNDAIR GROF ZAND EN GRIND & STEENSLAG

In Figuur 13 wordt de inzet van secundair grofzand (A) en secundair grind & steenslag (B) uitgezet op basis van de gegevens uit het MDO en op basis van de gegevens berekend in het model voor het referentiejaar 2018. Deze vergelijking toont aan in welke mate het model de werkelijke inzet van secundaire materialen kan voorspellen op basis van de aannames en gekozen inputparameters. In

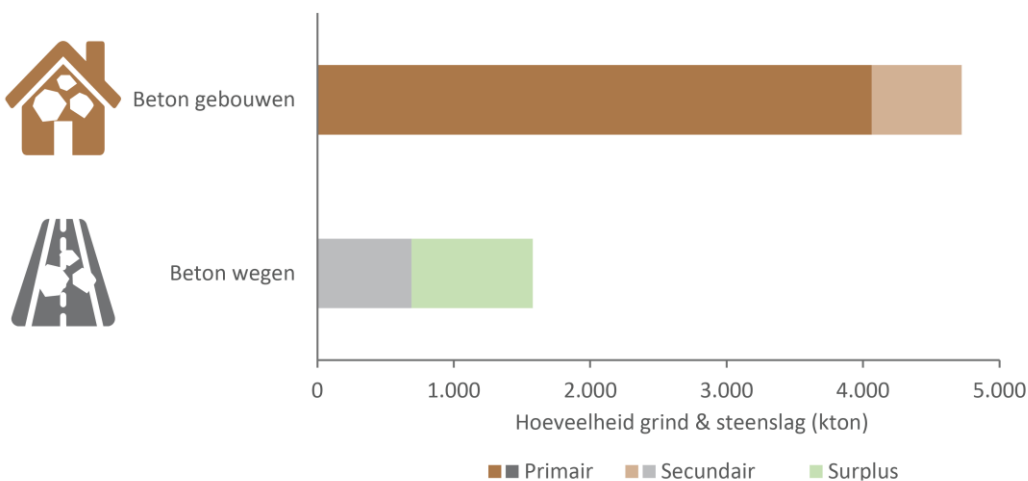
de gegevens van het MDO wordt geen onderscheid gemaakt voor de inzet van materialen in wegen en infrastructuur, en gebouwen. Daardoor worden alle gegevens opgeteld en als totale inzet voor wegen en gebouwen samen weergegeven om de vergelijking mogelijk te maken. Hierin valt in eerste instantie de grote surplus aan grind & steenslag in beton en aannemerij op.



Figuur 13: Vergelijking tussen de gegevens uit het MDO en het model voor de PoM van secundair (A) grof zand en (B) grind & steenslag in verschillende componenten in het referentiejaar 2018 op basis van initiële recyclagepercentages.

In een eerste iteratie werd in het model gebruik gemaakt van de initiële recyclagepercentages zoals beschreven in Tabel 10, Tabel 11 en Tabel 13 in paragraaf 3.5. Hierdoor bleek er een surplus aan secundair materiaal te zijn bij beton wegen. Concreet betekent dit dat de vraag naar grind & steenslag voor beton in wegen voor dat jaar lager was dan dat er beschikbaar was voor het inzetten in secundair grind & steenslag. Langs de andere kant bleek het aandeel secundair grind & steenslag in beton gebouwen relatief beperkt en was daar nog ruimte voor meer inzet mogelijk (Figuur 14).

**2018: PoM grind & steenslag**

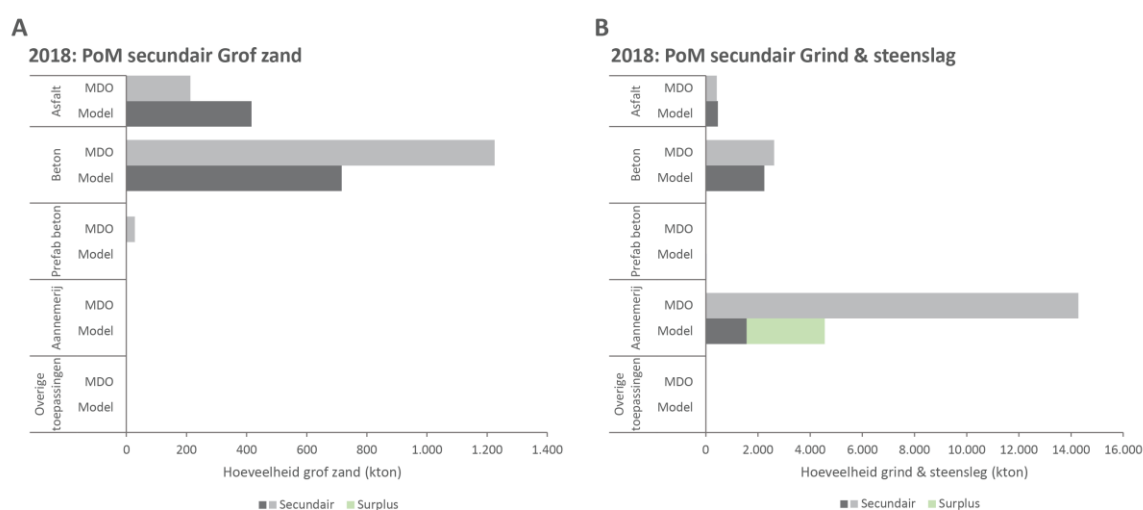


Figuur 14: Vergelijking PoM primair en secundair grind & steenslag opgesplitst voor beton in gebouwen en wegen in het referentiejaar 2018.

Daardoor werden de initiële recyclagepercentages in paragraaf 3.5 zo aangepast dat de surplus aan secundair grind & steenslag voor beton in wegen geminimaliseerd werd over de hele periode tot 2050 door meer secundair materiaal in te zetten in beton gebouwen. Meer specifiek werd er:

- secundair grof zand afkomstig van beton en prefab beton wegen dat kan ingezet worden als steenslag nu ook voor een deel ingezet in beton gebouwen (Tabel 12);
- secundair grind & steenslag afkomstig van beton en prefab beton in wegen nu ook voor een deel ingezet in beton gebouwen (Tabel 14).

Hierdoor kon de grafiek uit **Error! Reference source not found.** opnieuw weergegeven worden in Figuur 15 op basis van deze nieuwe recyclagepercentages om de surplus aan grind & steenslag in beton te minimaliseren. Hierin is duidelijk waar te nemen dat door de optimalisatie van de recyclagepercentages er geen surplus grind & steenslag meer aanwezig is in de inzet in beton. Doordat er in de aannemerij zowel een surplus aanwezig is bij gebouwen als wegen, was daar geen verdere optimalisatie van het model mogelijk.



*Figuur 15: Vergelijking tussen de gegevens uit het MDO en het model voor de PoM van secundair (A) grof zand en (B) grind & steenslag in verschillende componenten in het referentiejaar 2018 op basis van de geoptimaliseerde recyclagepercentages.*

Verder toont Figuur 15 aan dat het model een goede inschatting kan maken van de hoeveelheid secundair grind & steenslag die er kan ingezet worden in asfalt en beton. Voor de inzet van secundair grind & steenslag door aannemers lijkt het model een significante onderschatting te maken en is bovendien ook een grote surplus aanwezig, wat aangeeft dat de inzet volgens het model nog lager ligt. Dit is mogelijk te verklaren in het model – voorlopig – geen rekening gehouden werd voor de inzet van secundaire industriële grondstoffen (maar enkel met recyclage).

Daarnaast is er onzekerheid over de cijfers in het MDO voor de aannemerij. De methode waarbij data verzameld wordt in het MDO wijkt sterk af voor aannemers ten opzichte van andere gebruikers. Voor de aannemers werd een tweemaalige studie uitgevoerd in 2011 en 2013 (D'Appolonia België, 2011, 2013), daarbij werd een 200 bedrijven van de ruim 30.000 bedrijven in Vlaanderen bevroegd. Het aandeel van het totale verbruik dat de aannemerij toen innam, wordt gebruikt als basis om de aannemerij cijfers te berekenen. Daar tegenover staat dat de andere gebruikers driejaarlijks een volledige bevraging invullen waarbij cijfers verzameld worden over hun inzet (uitgesplitst naar type materiaal).

Ook de de inzet van secundair grof zand minder goed overeen te komen met de gegevens in het MDO. Desalniettemin liggen de hoeveelheden steeds in dezelfde grootte-orde. De hoeveelheden van asfalt worden met de helft overschat, terwijl de hoeveelheden in beton met ongeveer  $1/3^{\text{de}}$  worden onderschat. Het model maakt geen inzet van secundair grof zand in prefab beton mogelijk. De beperkte inzet van grof zand in prefab beton volgens het MDO is te verklaren doordat enkel secundair grof zand ingezet wordt door de inzet van productieafval, maar niet afkomstig van andere bronnen waardoor hier in het model verder abstractie van gemaakt wordt. Een verder optimalisatie van het model was niet mogelijk om inzet van secundair grof zand nog te verbeteren.



## HOOFDSTUK 5. SCENARIO'S

Om een zicht te krijgen op de toekomstige behoeften aan zand, grind & steenslag werden verschillende scenario's gedefinieerd.

1. Scenario 1: **BAU - scenario**: projecteert de woningbehoefte zoals die werd waargenomen in 2019 rekening houdend met de voorspelde demografische ontwikkelingen;
2. Scenario 2: **Verdichtingsscenario**: projecteert de vastgestelde evoluerende woningbehoefte; zijnde de afname van het aantal open en halfopen eengezinswoningen en de toename van het aantal meergezinswoningen.
3. Scenario 3: **het minder materiaalgebruik scenario**: is een gevoeligheidsanalyse indien minder bouwmaterialen als input gebruikt worden

Om de scenario's in het stock & flow model op te stellen werd vertrokken van de woonbehoefte zoals uitgewerkt in enkele van de scenario's in het rapport uitgewerkt voor Departement Omgeving "*Waar woont de Vlaming in 2035? Een modellering van de woonbehoefte naar de goed gelegen woongebieden*" (Verachtert, 2022). Dit rapport had als doel om aan de hand van een kwantitatieve modellering van woningbehoefte en woningaanbod een beter zicht te krijgen op de manier waarop de bouwshift ruimtelijk vorm kan krijgen. Deze studie werd uitgevoerd door VITO (RMA) en KULeuven voor VPO. Ze gaat uit van een actuele ruimtelijke situatie en houdt rekening met waar (steden en gemeenten) Vlamingen nu wonen. Ze houdt rekening met de demografische ontwikkelingen voorspeld door het Federaal Planbureau, inclusief migraties. Ze houdt ook rekening met wijzigingen in levensbehoeften van gezinnen in verschillende leeftijdscategorieën (trend naar kleinere gezinnen e.d.). Per gemeente/stad wordt een woonbehoefte gedefinieerd die rekening houdt met de nood aan een- en meergezinswoningen. Doordat dit rapport reeds een uitgebreide modellering van de Vlaamse woonbehoefte tot 2035 bevat, werden de scenario's in dit rapport hierop gebaseerd.

We gaan ervanuit dat de nieuwe woningen en renovaties gebeuren conform de wettelijke energie eisen voor woningen en gebouwen. De volgende jaren worden extra renovaties verwacht met als doel het E-peil van de woning te verbeteren. Daarbij zal vooral ingezet worden op extra isolatie, welke buiten de scope van de gekozen bouwmaterialen valt. Deze extra renovaties worden daarom niet meegenomen.

### 5.1. SCENARIO 1 - BAU - WAAR WOONT DE VLAMING IN 2023?

#### 5.1.1. SCENARIO RANDVOORWAARDEN

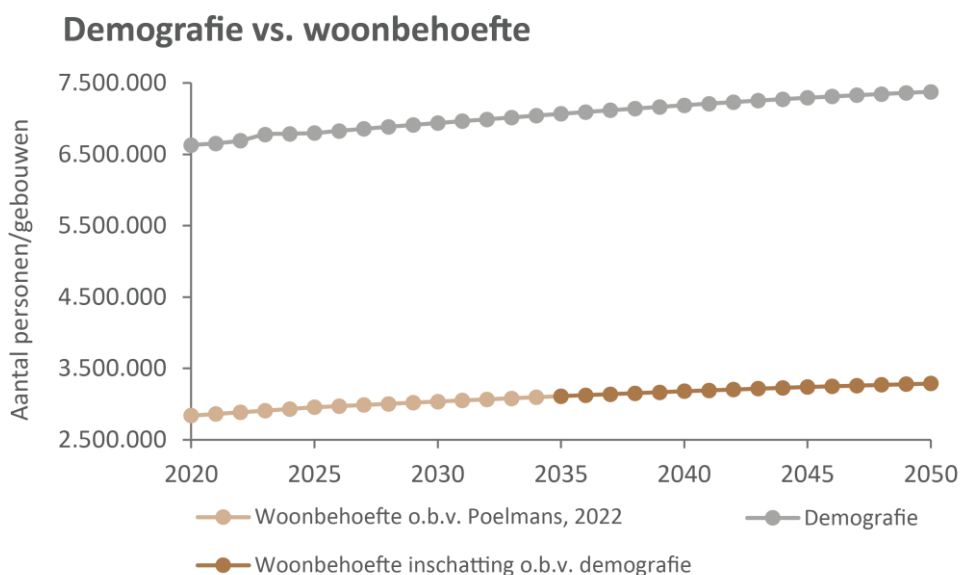
Om de evolutie van het gebouwenpark en wegennetwerk voor Scenario 1 - BAU in te schatten wordt vertrokken van het scenario "Toekomstige woonbehoefte volgens het status-quo principe (scenario 1)" uit Verachtert (2022). In dit scenario wordt er bij het invullen van de woonbehoefte in verschillende type woningen vanuit gegaan dat er geen opstap of evolutie is naar een meer ruimtezuiniger woongedrag ten opzichte van de woonsituatie in 2019. Concreet betekent dit dat de woonbehoefte en woongedrag vanuit 2019 wordt verder gezet door het aantal van de verschillende type woningen: gesloten bebouwing, halfopen bebouwing, open bebouwing en meergezinswoning, te laten toenemen met de waarden opgenomen in Tabel 15..

Tabel 15: Toename van het aantal type woningen zoals overgenomen uit het rapport Verachttert (2022)

	Gesloten Bebouwing	Halfopen Bebouwing	Open bebouwing	Meergezinswoning
2019	596330	562787	853006	803646
2025	620000	587000	887000	861000
2030	637000	603000	910000	885000
2035	653000	618000	930000	909000

In Verachttert (2022) wordt enkel rekening gehouden met deze vier types van woningen. In dit stock & flow model wordt naast woningen bijkomend ook rekening gehouden met handelsgebouwen en andere type gebouwen. Om deze twee types gebouwen te modelleren in het BAU-scenario werd de relatieve groei van deze gebouwen gelijk gesteld aan de groei van de woningen. Om de evolutie van het wegennetwerk in Vlaanderen te voorspellen werd eveneens de relatieve groei van de wegen gelijk gesteld aan de groei van de woningen.

In Verachttert (2022) wordt de woonbehoefte slechts ingeschat tot het jaar 2035. Doordat in dit stock & flow model de modellering uitgevoerd wordt tot 2050 werd de woonbehoefte voor de periode 2035 – 2050 verder ingeschat op basis van de voorspelde ontwikkeling van de Vlaamse demografie tot 2050 volgens de gegevens van [Statbel](#). De woonbehoefte in Verachttert (2022) werd eveneens op basis van deze gegevens bepaald (Figuur 16). Concreet werd de relatieve groei van het gebouwenpark en vervolgens ook het bijhorende wegennetwerk gelijkgesteld aan de voorspelde groei van de bevolking in Vlaanderen.

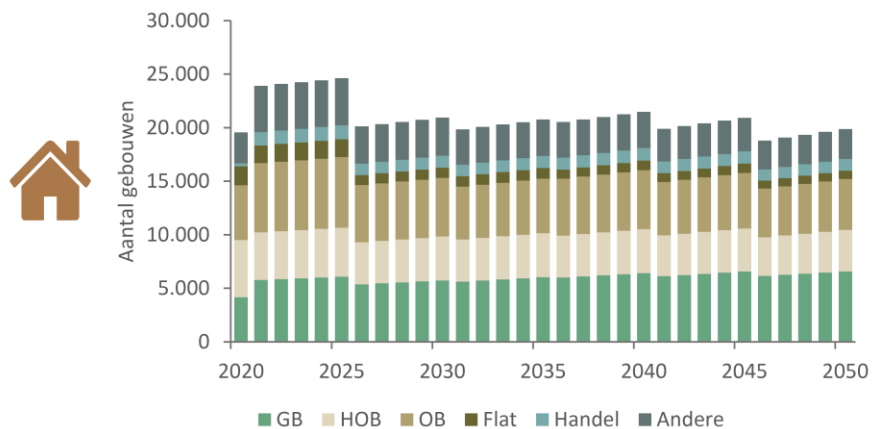


Figuur 16: De evolutie van de demografie in Vlaanderen op basis van waarnemingen (2020 – 2022) en vooruitzichten (2023 – 2050) uitgezet in functie van de evolutie van de woonbehoefte zoals deze werd afgeleid uit Verachttert (2022) (2020 – 2035) aangevuld met de ingeschatte woonbehoefte op basis van de demografie (2036 – 2050)

Figuur 17 beschrijft de PoM in Scenario 1 – BAU voor (A) gebouwen en (C) wegen zoals deze gemodelleerd wordt in het stock & flow model. Daarnaast schetst Figuur 17 ook hoe deze PoM zich vertaalt in het gemodelleerde gebouwenpark (B) en wegennetwerk (D).

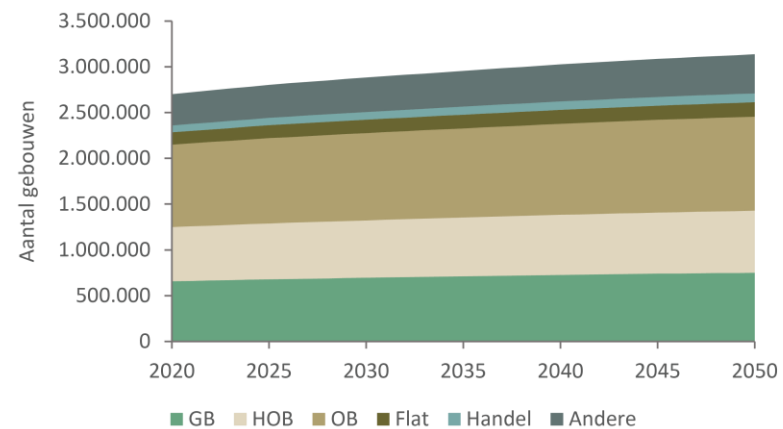
**A**

PoM Gebouwen: Scenario 1 - BAU



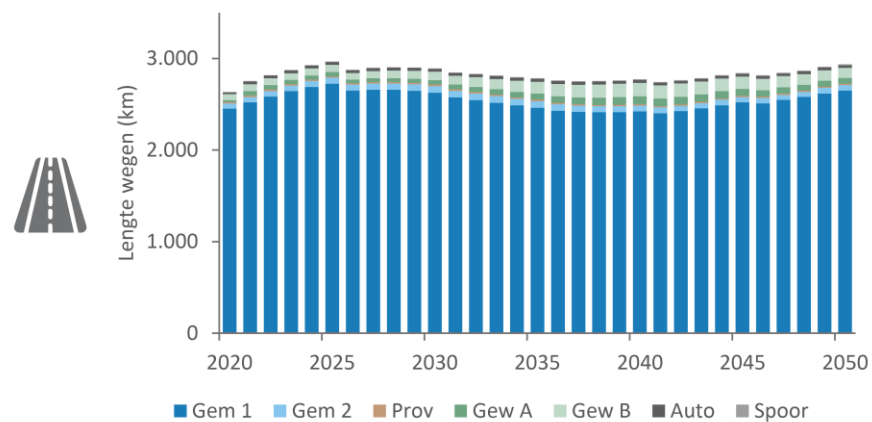
**B**

Gebouwenpark: Scenario 1 - BAU



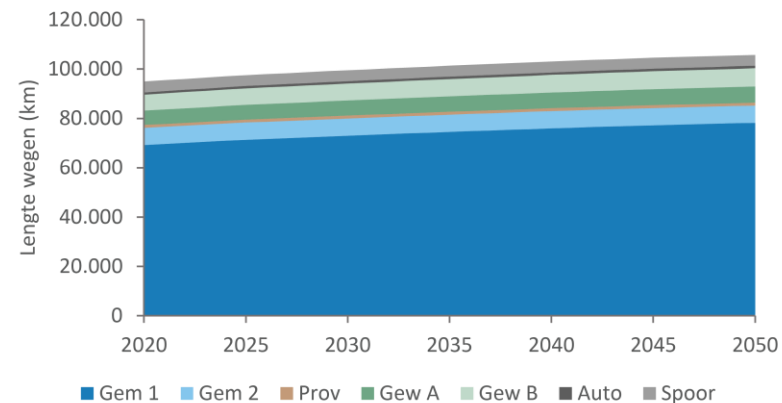
**C**

PoM wegen: Scenario 1 -BAU



**D**

Wegennetwerk: Scenario 1- BAU



Figuur 17: Scenario 1 – BAU: Put on Market (PoM) voor (A) gebouwen en (C) wegen en hoe dit zich vertaalt in het (B) gebouwenpark en het (D) wegennetwerk

### 5.1.2. RESULTATEN BAU SCENARIO

In Figuur 18 wordt de put on market (PoM) weergegeven voor het BAU-scenario. Daaruit blijkt dat er in 2030 en 2040 nog een sterke toename is van de vraag naar grof zand, grind & steenslag voor verschillende toepassingen (stortklaar beton, prefabbeton, keramische producten e.d.) gelinkt aan het bouwen van woningen.

De redenen voor deze groei worden in detail besproken in het rapport *Waar woont de Vlaming in 2035? Een modellering van de woonbehoefte naar de goed gelegen woongebieden* van Verachtert (2022). Volgens de bevolkingsprognose die werd opgemaakt in het rapport blijkt dat deze tot 2025 sterk zal groeien, wat zich uit in de extra vraag naar woningen. Vanaf 2025 ou die groei minder uitgesproken zijn, waardoor de vraag naar grondstoffen daalt, gecombineerd met een trend naar compacter wonen die zich al 10 jaar geleden inzette. Dit is duidelijk zichtbaar in Figuur 19 die de Put on Market (PoM) weergeeft van het gebruik van zand en grind in woningen en gebouwen. Dit leidt tot een reductie van ongeveer 30% voor de inzet van grof zand, grind & steenslag voor woningen en gebouwen t.o.v. de huidige inzet.

De toename van de vraag gelinkt aan infrastructuur en wegenbouw is beperkt. De reden hiervoor is dat het aantal nieuwe wegen en infrastructuur nauwelijks zal toenemen, de vraag naar materialen voor renovatie van deze wegen en infrastructuur blijft op een constant niveau (Figuur 20).

Het aandeel secundaire materialen is hoger voor de toepassing wegen en infrastructuur dan voor de toepassing woningbouw. Volgens de modellering blijken aannemers een groot deel van een gebruik in te vullen met secundaire grondstoffen. Dit geldt ook voor producenten van stortklaar beton en asfalt maar niet of nauwelijks voor de productie van prefab beton.

Uit Figuur 19 en Figuur 20 blijkt dat er in de toekomst wel een probleem kan ontstaan voor gerecycleerde aggregaten (grind & steenslag). Doordat we in het model hebben aangenomen dat de recyclage graad op het niveau blijft zoals we deze vandaag waarnemen, ontstaat er een overschot (surplus) van deze materialen.

Binnen deze studie (scenario 3) zijn we nagegaan hoe nieuwe technologie kan leiden tot extra reductie van materialen gebruik. We hebben -voorlopig- echter geen rekening gehouden met het feit dat materialen in de toekomst mogelijk beter zullen gerecycleerd en her ingezet worden.

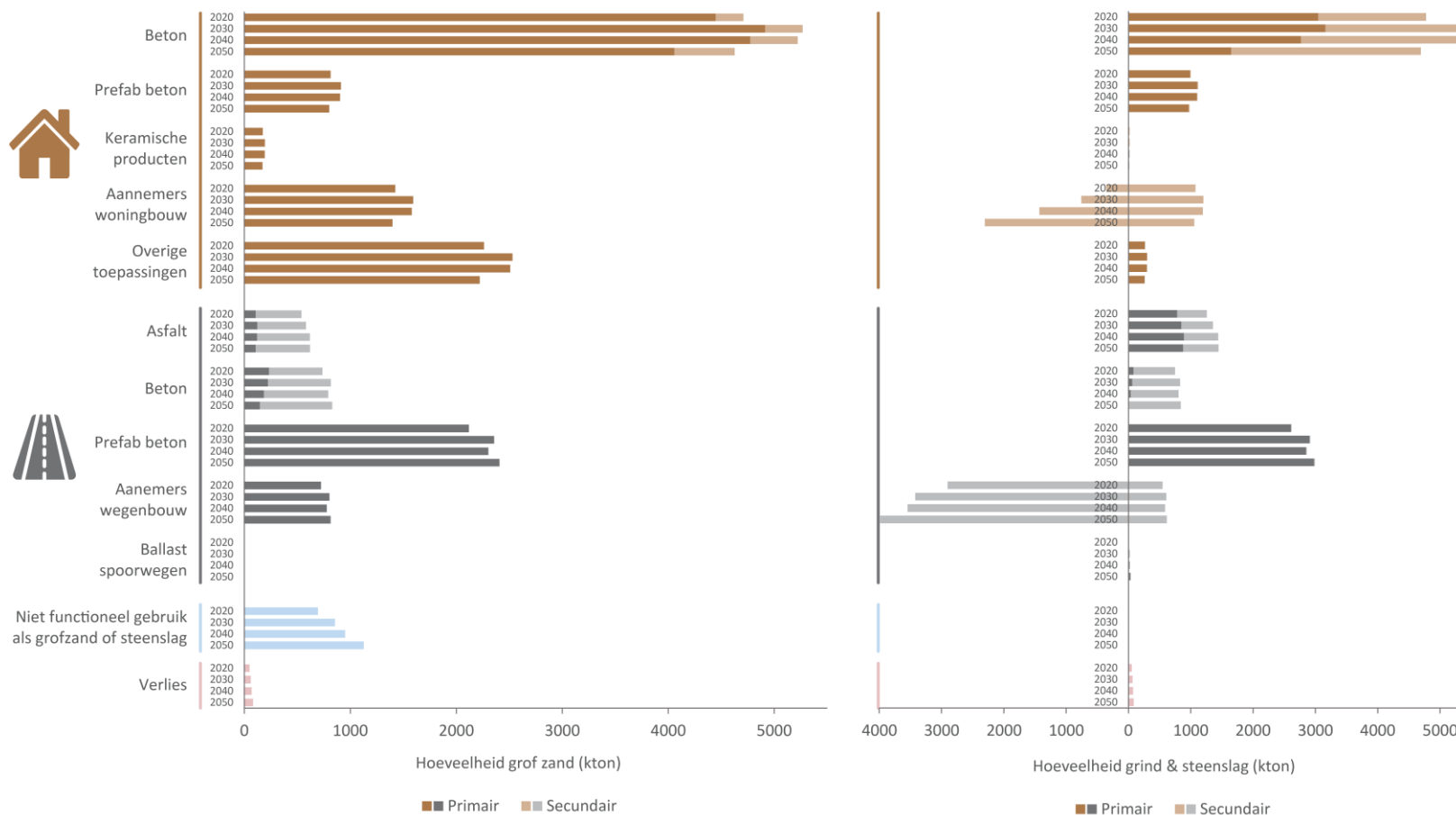
Door een verdere benutting van dit surplus (zijnde gerecycleerde aggregaten) verder op te waarderen zou de bevoorradingszekerheid verder kunnen toenemen.

PoM: 2020 - 2050

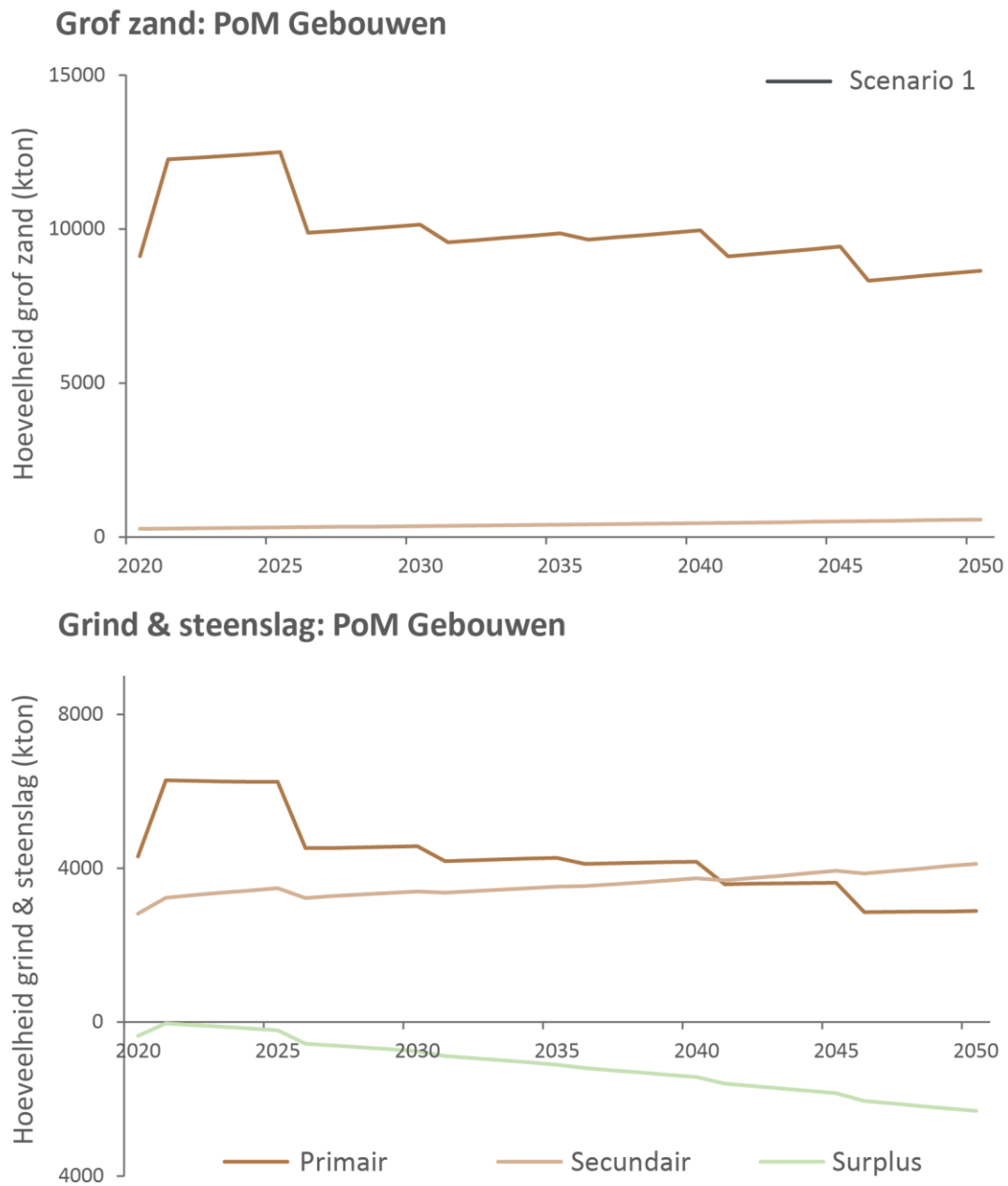
Grof zand

Grind & steenslag

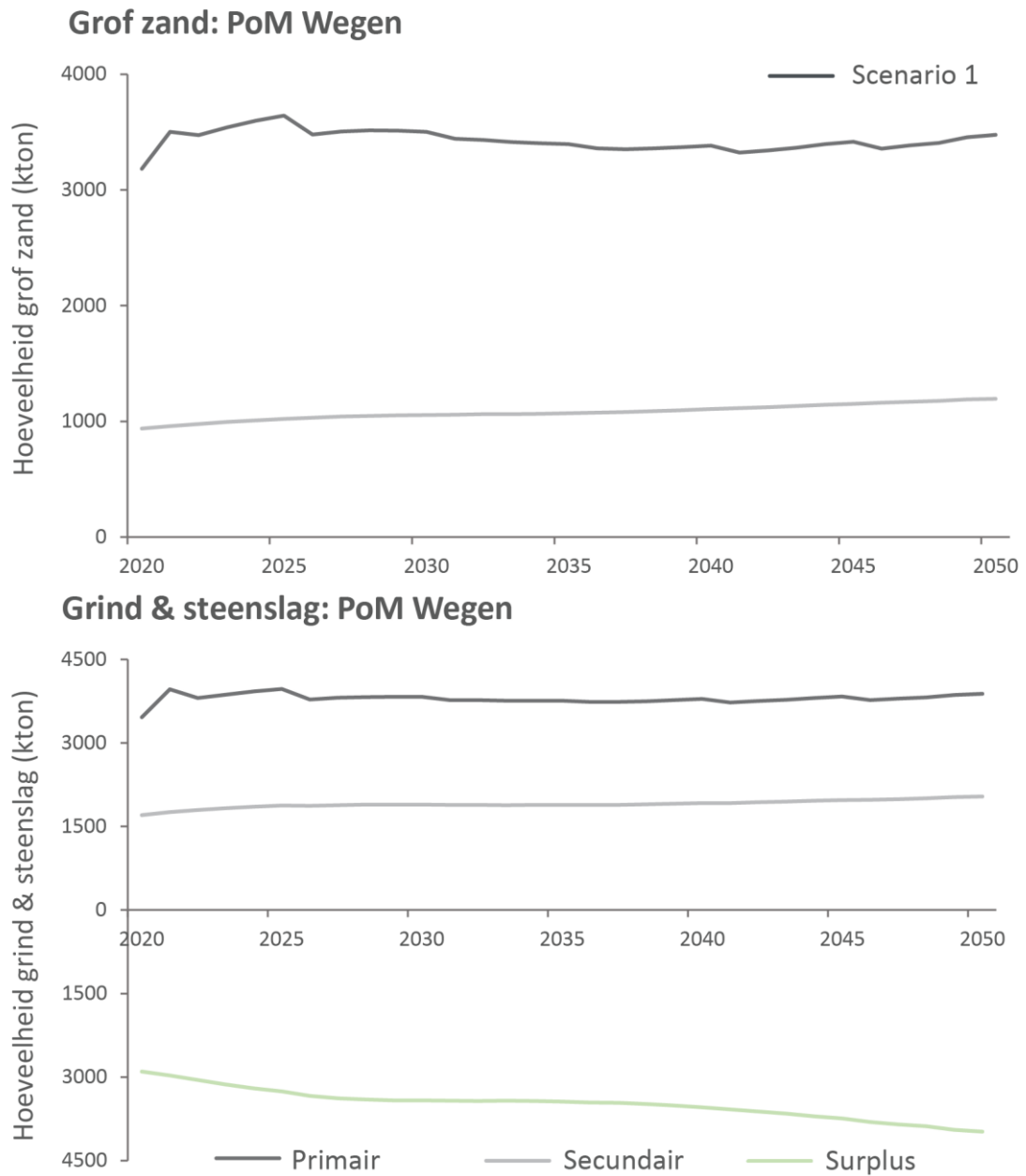
Scenario 1



Figuur 18. De Put on Market (POM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand voor het BAU-scenario (scenario 1).



Figuur 19. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1)



Figuur 20. Evolutie van de Put on market (POM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1)

### 5.2. SCENARIO 2 - VERDICHTING

#### 5.2.1. STRATEGISCHE DOELSTELLING VLAAMSE OVERHEID

##### → Terugdringen van het bijkomende ruimtebeslag

Woongelegenheden, werkplekken, voorzieningen en infrastructures nemen samen 32,6% van de ruimte in beslag. Bij ongewijzigd beleid en aan het huidige tempo van 6 hectare ruimte-inname per dag zal het ruimtebeslag tot een ongewenst niveau verder blijven toenemen. Tegelijk bieden vandaag heel wat onderbenutte of verouderde delen van ons ruimtebeslag mogelijkheden voor bijkomende woongelegenheden, werkplekken of voorzieningen.

Het Vlaamse ruimtelijk beleid wil een ommekeer realiseren. Het doel is harde ruimtelfuncties zo veel mogelijk een plaats te geven binnen het bestaand ruimtebeslag, voor zover dat goed gelegen is, bekeken vanuit het voorzieningenniveau en de (toekomstige) knooppuntwaarde, (beide al dan niet in min of meerdere mate aanwezig) op het relevante schaalniveau. Het rendement van de ingenomen ruimte moet toenemen en de druk op de open ruimte moet de komende decennia aanmerkelijk dalen. Bijkomend ruimtebeslag moet vermeden worden. Bestaand slecht gelegen ruimtebeslag kan opnieuw een onbebouwde invulling krijgen desgevallend gekoppeld aan een herlokalisatie. Het beleid zet in op de ontwikkeling van een meer robuuste ruimtelijke organisatie door bewuste keuzes te maken over locaties voor het verhogen van het rendement en wegnemen van ruimtebeslag. Het verhogen van het ruimtelijk rendement in het bestaand ruimtebeslag moet aantrekkelijker worden ten opzichte van ruimtelijk uitbreiden. Het versnellen van rendementsverhoging vergt enerzijds snellere procedures, eenvoudigere regelgeving en betere instrumenten ten aanzien van de bebouwde ruimte enerzijds en anderzijds een meer restrictief en ontmoedigend optreden ten aanzien van ontwikkelingen in de niet-ingenomen ruimte.

##### **Strategische doelstelling: verminderen van bijkomend ruimtebeslag**

Het bijkomend gemiddeld dagelijks ruimtebeslag is tegen 2040 teruggedrongen tot 0 hectare. Het verhogen van het ruimtelijk rendement in het bestaand ruimtebeslag is aantrekkelijker dan ruimtelijk uitbreiden.

#### 5.2.2. PRINCIPES OM TOT DE DOELSTELLING TE KOMEN

##### → Ruimtelijke uitbreiding als uitzondering

Ruimtelijk uitbreiden kan enkel in functie van een aangetoonde maatschappelijke ruimtebehoefte en wanneer hiervoor redelijke alternatieven via rendementsverhoging van het bestaand ruimtebeslag niet toereikend zijn. De uitbreiding gebeurt op een goed gelegen locatie en rekening houdend met het evenwicht binnen de bestemmingen. De uitbreiding zelf realiseert een "state of the art" op het vlak van ruimtelijk rendement en multimodale ontsluiting.

##### → Geen netto stijging van het ruimtebeslag en de afnemende verhardingsgraad in de open ruimte

De verhardingsgraad in de open ruimte moet afnemen en het ruimtebeslag zal er niet toenemen. Bijkomende verharding en bebouwing voor niet-agrarische functies in de strategische landbouwgebieden zijn in principe uitgesloten en moeten maximaal vermeden worden. **Bestaande (zonevreemde) activiteiten genereren zo weinig mogelijk bijkomend ruimtebeslag onder andere door in te zetten op herlokalisatie van groeiende ondernemingen.** Het hergebruik, herbestemmen



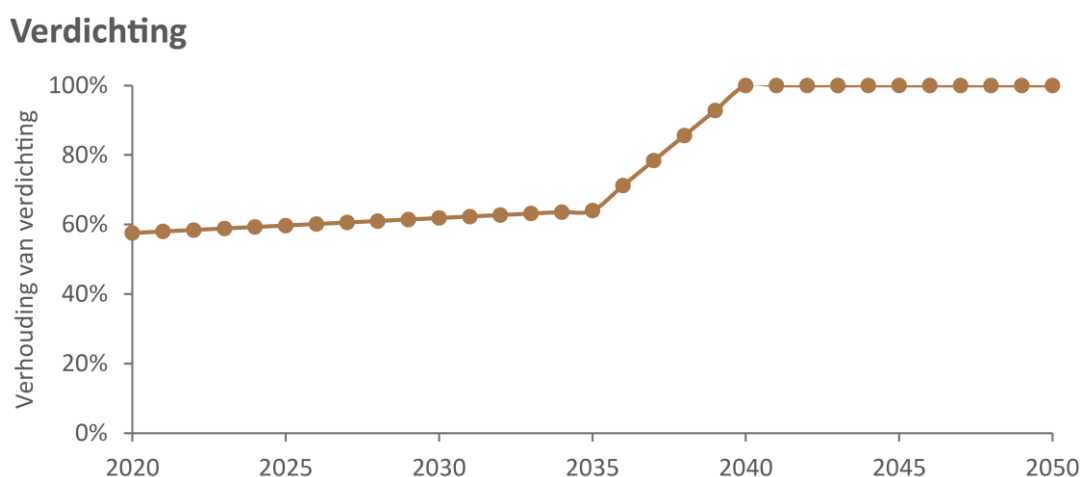
of herontwikkelen van voormalige landbouwbedrijfszetels biedt in een aantal gevallen kansen of opportuniteiten voor gebiedsontwikkeling.

Concreet werd dit door de Vlaamse overheid vertaald als: het terugdringen van de verhardingsgraad tegen 2050 met 1/5 voor de bestemmingen landbouw, natuur en bos, de zogenaamde 'zachte bestemmingen'. In 'harde' bestemmingen wil het BRV de verhardingsgraad tegen 2050 stabiliseren en bij voorkeur terugdringen ten opzichte van 2015.

### 5.2.3. SCENARIO RANDVOORWAARDEN

Om de evolutie van het gebouwenpark en wegennetwerk voor Scenario 2 - Verdichting in te schatten wordt vertrokken van het scenario "Toekomstige woningbehoefte volgens een scenario met compacter woninggebruik (scenario 3)" uit Verachtert (2022). In dit scenario wordt er ten opzichte van de situatie in 2019 stelselmatig minder nieuwe halfopen en open bebouwingen bijgebouwd totdat er in 2040 maximale verdichting zal plaatsvinden waardoor er enkel nog gesloten bebouwingen en flats zullen worden gebouwd. In dit scenario wordt vanaf 2040 abstractie gemaakt van halfopen bebouwing om verdichting te realiseren.

Concreet werd voor het Scenario 2 - Verdichting vertrokken vanaf Scenario 1 – BAU en werden de verhoudingen voor verdichting uit 2020 en 2035 uit Verachtert (2022) overgenomen<sup>2</sup>. De verhoudingen voor verdichting werden lineair geïnterpoleerd voor de tussenliggende jaren. Deze verhouding wordt uiteindelijk 100% in 2040 (volledige verdichting) en wordt opnieuw lineair geïnterpoleerd tussen 2035 – 2040. Vervolgens wordt deze verhouding constant op 1 gehouden tussen 2040 en 2050 (Figuur 21).



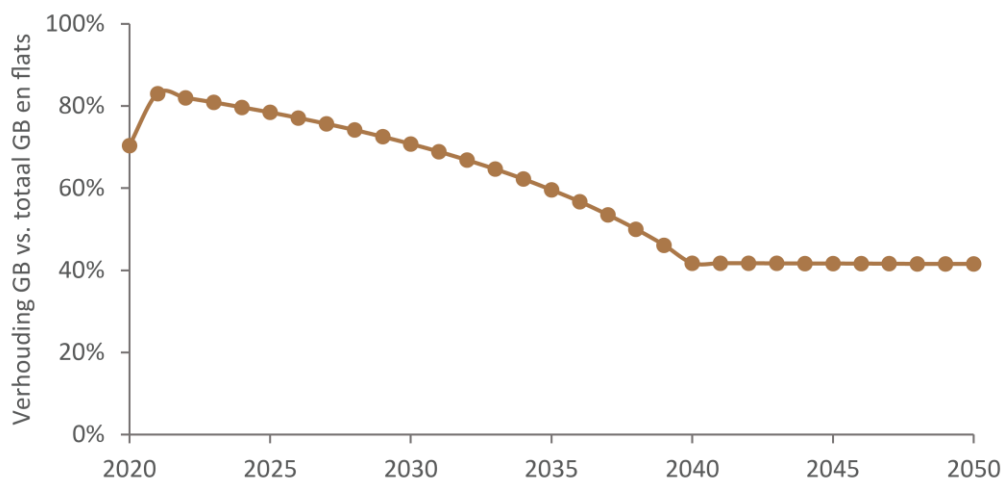
*Figuur 21: Verhouding van verdichting zoals deze werd gebruikt in Scenario 2 – Verdichting. Deze verhouding wordt berekend door het totaal aantal gesloten bebouwingen en flats die er bijkomen in een bepaald jaar te delen door het totaal aantal woningen dat er bijkomen in datzelfde jaar.*

Dit zorgt er voor dat ten opzichte van Scenario 1 – BAU in de PoM systematisch minder open bebouwingen en half-open bebouwingen bijkomen omdat er door deze toenemende verdichting de woonbehoefte opgevuld wordt door een stijgend aantal gesloten bebouwing en flats. Concreet blijft de woonbehoefte in aantallen in Scenario 2 hetzelfde als in Scenario 1. De toenemende vraag naar gesloten bebouwing en flats in Scenario 2 wordt opgevuld door deze af te trekken van de vraag naar

<sup>2</sup> Deze verhouding van verdichting wordt berekend als het totaal aantal gesloten bebouwingen en flats dat er bijkomen in een bepaald jaar ten opzichte van het totaal aantal woningen dat er bijkomen in datzelfde jaar.

open bebouwing en vervolgens van de vraag naar halfopen bebouwing. Dit zorgt er voor dat de PoM van open bebouwingen reeds 0 is in 2038 en voor half-open bebouwing in 2040. Vanaf 2040 komen er enkel nog gesloten bebouwingen en flats bij volgens de zelfde woonbehoefte als in Scenario 1. Doordat er meerdere wooneenheden vervat zitten in 1 flatgebouw betekent dit dat in Scenario 2 het aantal gebouwen in het gebouwenpark zal dalen. Door het aantal wooneenheden uit Verachttert (2022) te vergelijken met het aantal flats berekend in het stock & flow model wordt een gemiddeld aantal van 6,1 woonheden per flatgebouw bepaald. Omdat de verhouding tussen het aantal bijkomende gesloten bebouwingen ten opzichte van het aantal bijkomende flats in Verachttert (2022) slechts beschikbaar is tot 2035 werden de verhoudingen tussen 2036 – 2050 verder ingeschat door VITO (Figuur 22). Deze inschatting werd gemaakt op basis van de verwachte verhoudingen tussen het aantal wooneenheden.

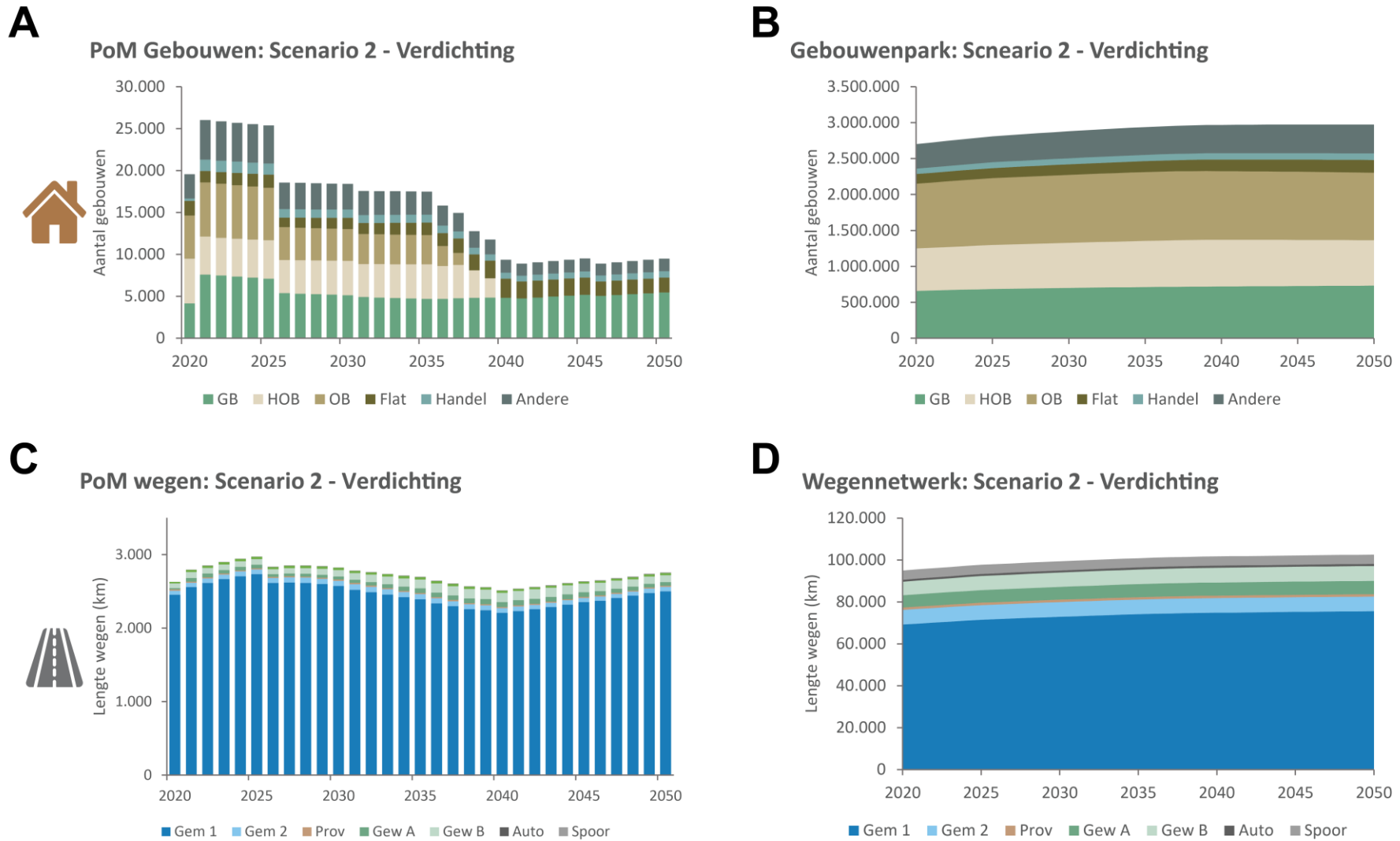
### GB vs. Flats



*Figuur 22: Verhouding tussen het aantal nieuw bijkomende gesloten bebouwingen (GB) en het totaal aantal nieuw bijkomende GB en flats in Scenario 2 - Verdichting*

In Verachttert (2022) wordt enkel rekening gehouden met deze vier types van woningen. In dit stock & flow model wordt naast woningen bijkomend ook rekening gehouden met handelsgebouwen en andere type gebouwen. Om deze twee types gebouwen te modelleren in Scenario 2 werd de relatieve groei van deze gebouwen gelijk gesteld aan de groei van de woningen. Omdat het totaal aantal gebouwen hier lager ligt dan in Scenario 1 betekent dit dat ook het aantal van deze twee types gebouwen lager zal zijn in Scenario 2. Om de evolutie van het wegennetwerk in Vlaanderen te voorspellen werd eveneens de relatieve groei van de wegen gelijk gesteld aan de groei van het totaal aantal gebouwen. Omdat het totaal aantal gebouwen hier lager ligt dan in Scenario 1 betekent dit dat ook het wegennetwerk minder omvangrijk zal zijn dan in Scenario 1.

Op basis van deze aannames kan de PoM voor gebouwen en wegen in Scenario 2 herberekend worden vertrekkende van Scenario 1. Figuur 23 beschrijft de PoM in Scenario 2 – Verdichting voor (A) gebouwen en (C) wegen zoals deze gemodelleerd wordt in het stock & flow model. Daarnaast schetst Figuur 23 ook hoe deze PoM zich vertaalt in het gemodelleerde gebouwenpark (B) en wegennetwerk (D).



Figuur 23: Scenario 2 – Verdichting: Put on Market (PoM) voor (A) gebouwen en (C) wegen en hoe dit zich vertaalt in het (B) gebouwenpark en het (D) wegennetwerk

### 5.2.4. RESULTATEN SCENARIO VERDICHTING T.O.V. HET BAU SCENARIO

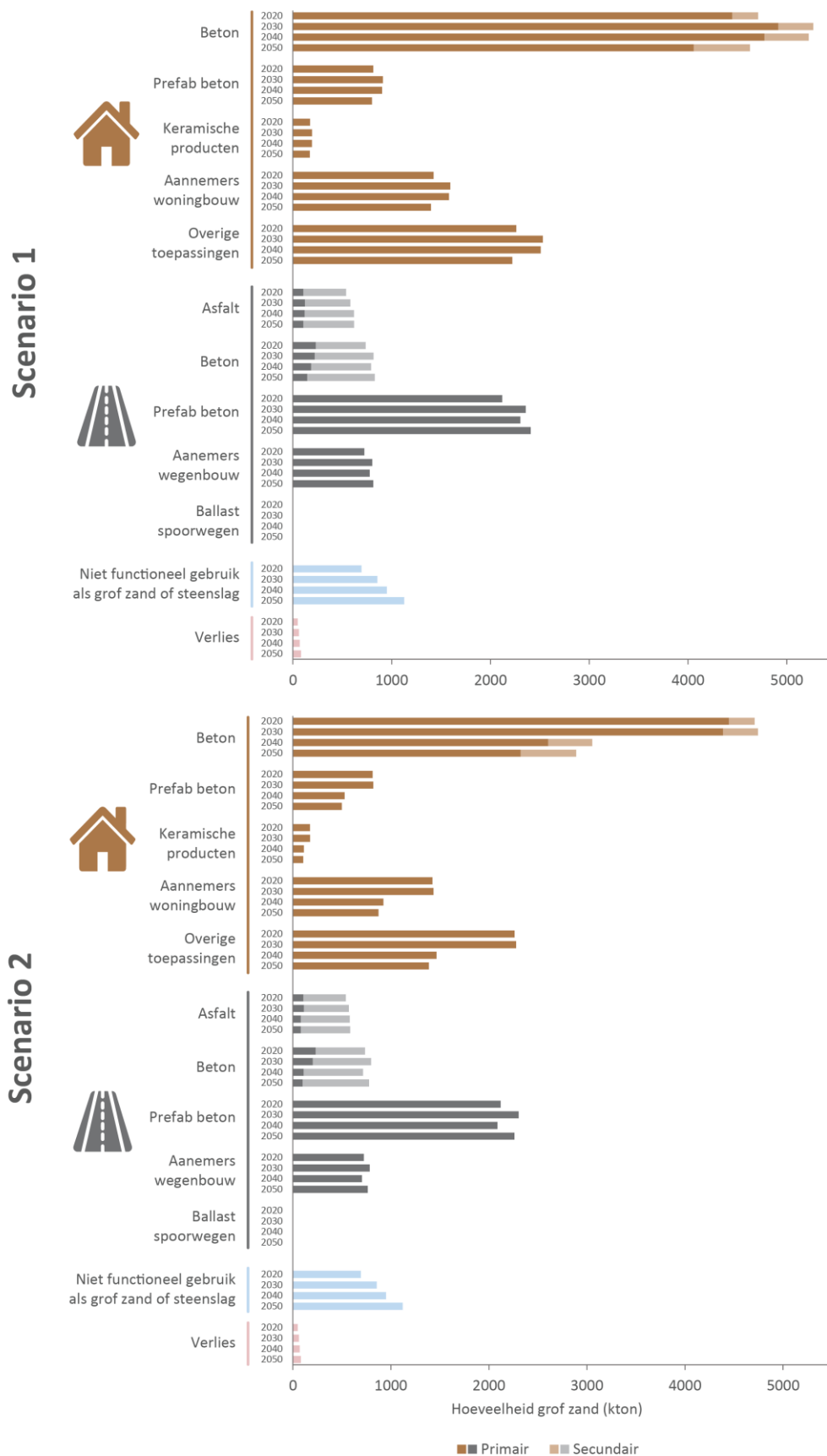
Uit de onderstaande figuren (Figuur 24, Figuur 25, Figuur 26, Figuur 27) blijkt dat – zoals verwacht het aandeel primair grof zand en secundair grof zand in woningen afneemt door te verdichten (verschuiving van open bebouwing naar gesloten bebouwing).

Daar waar het BAU-scenario in 2050 leidt tot een reductie van ongeveer 30% t.o.v. de vraag van vandaag, zal dat in het Verdichtingsscenario reduceren naar 50%.

De impact van dit scenario op materiaal gebruik voor wegen en infrastructuur is beperkter.

PoM: 2020 - 2050

Grof zand

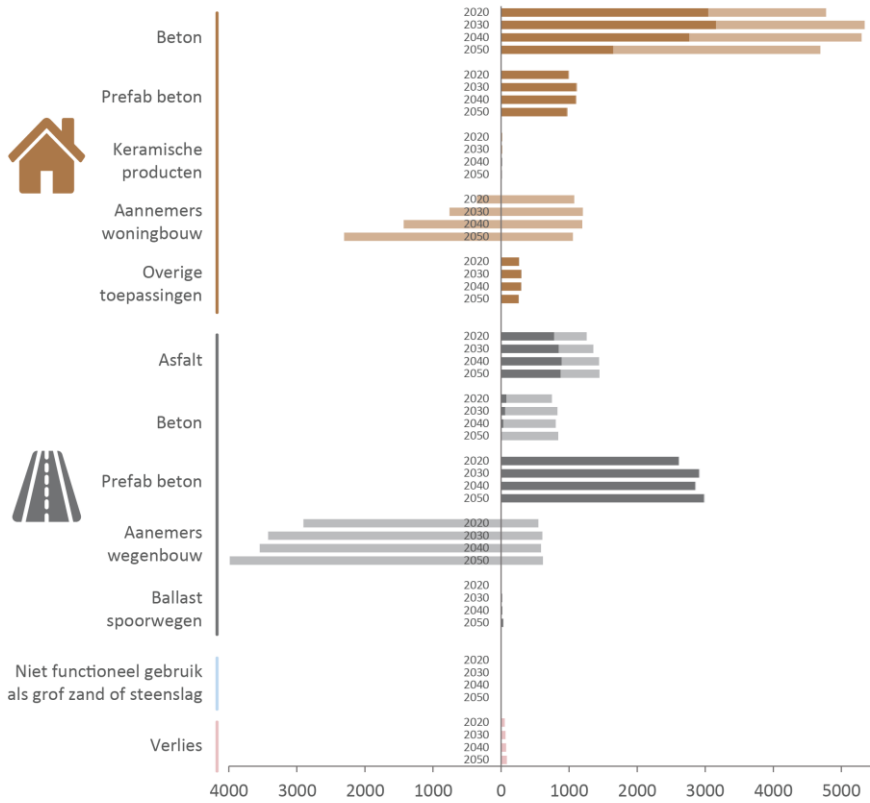


Figuur 24. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand in het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingscenario (scenario 2).

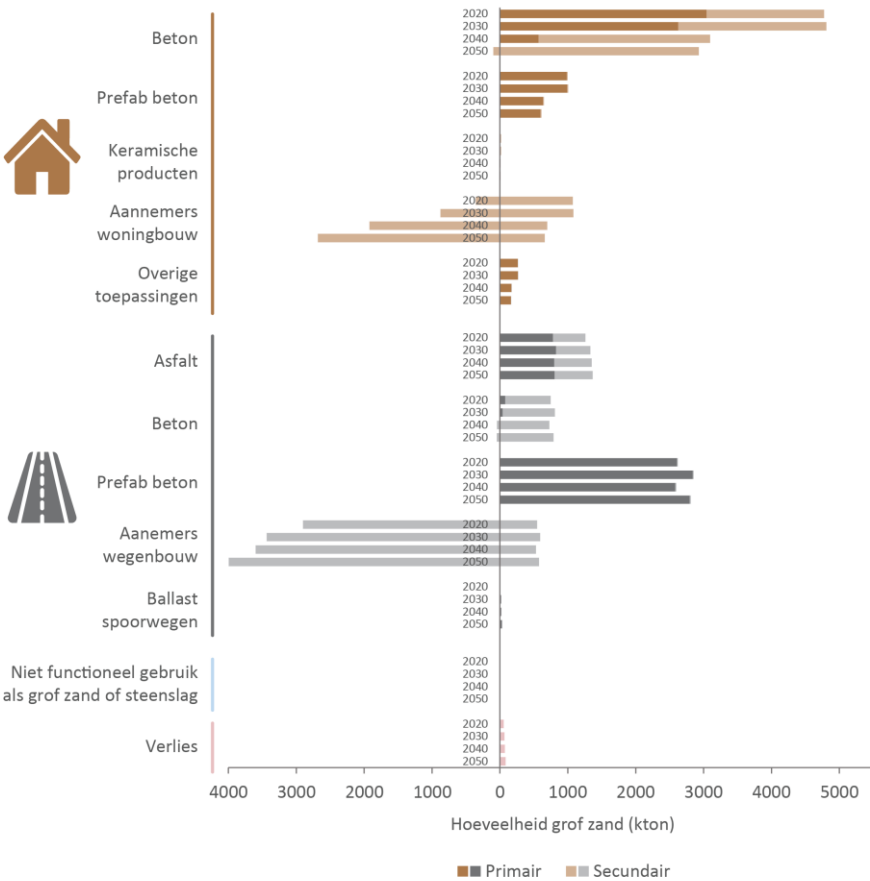
PoM: 2020 - 2050

Grind & steenslag

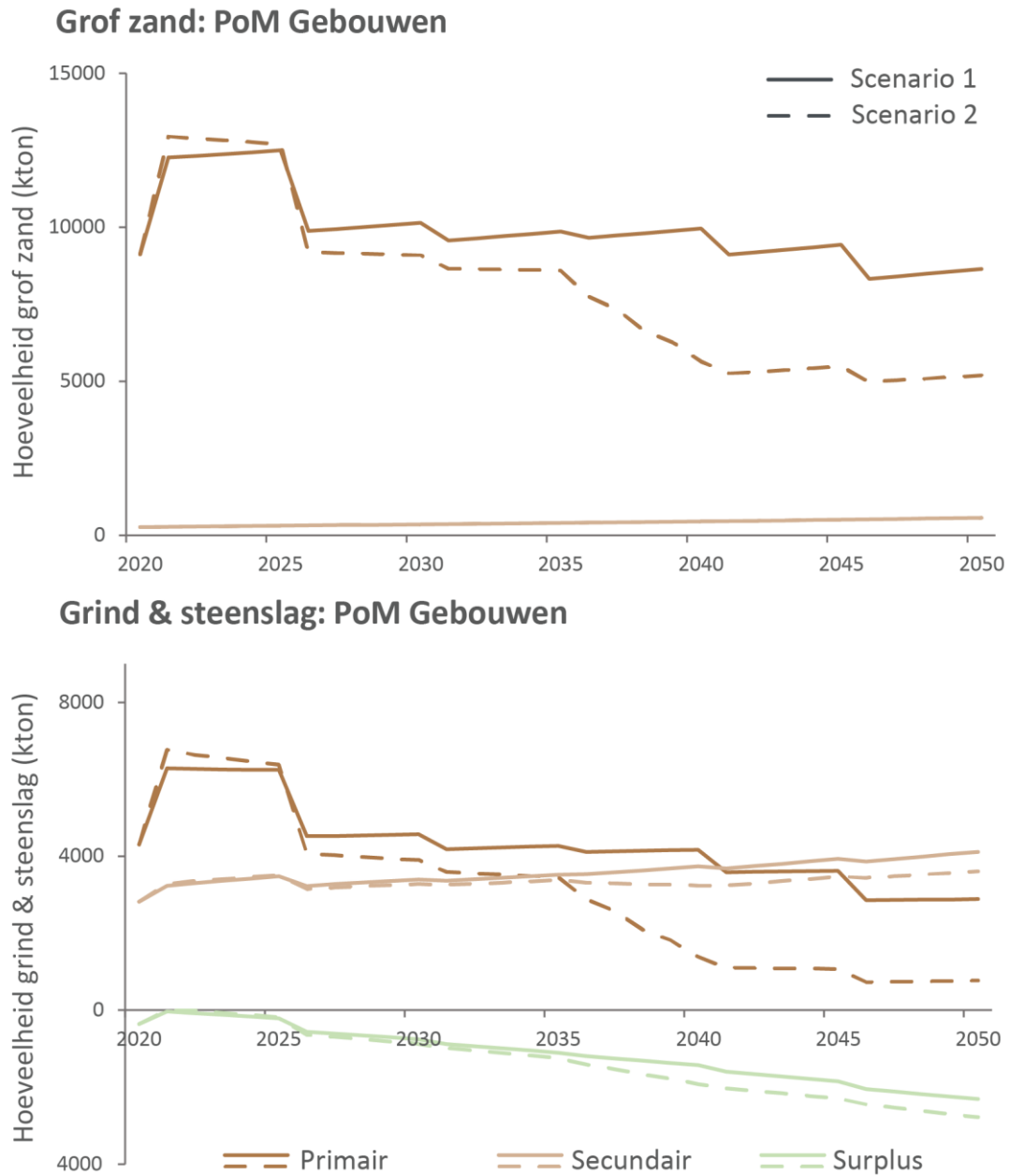
Scenario 1



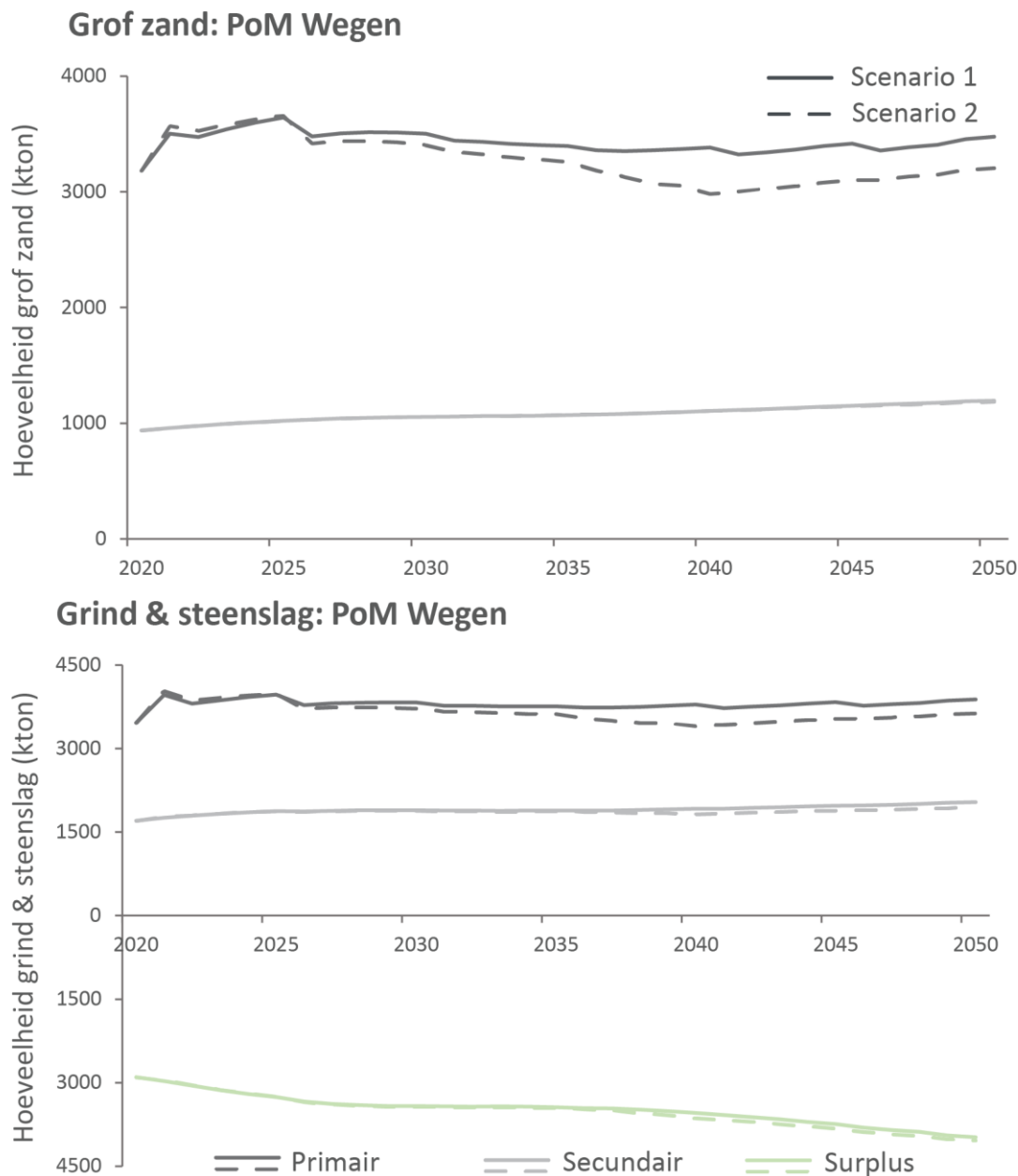
Scenario 2



Figuur 25 Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingscenario (scenario 2).



Figuur 26. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2)



Figuur 27. Evolutie van de Put on market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1) en het Verdichtingsscenario (scenario 2)

### 5.3. MEER EFFICIËNT BOUWEN (HOGERE INZET SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN EN “LEAN” BOUWEN)

#### 5.3.1. ONTWIKKELINGEN EFFICIËNTE BOUWMATERIALEN

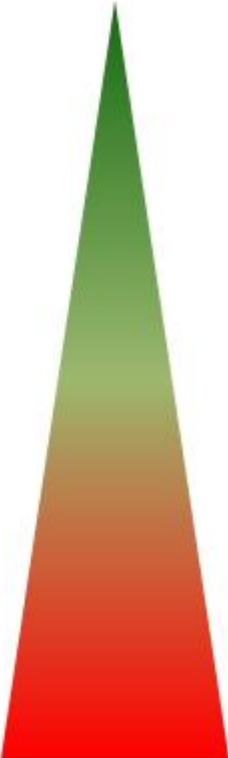
Onder druk van verschillende factoren: schaarser wordende grondstoffen, verhoging van de energiekost, hoger bewustwording van circulaire economie nemen bouwheren en bouwstoffenproducenten maatregelen om te dematerialiseren. De Ellen MacArthur Foundation heeft dit neergeschreven in de R-ladder voor materialengebruik (Figuur 28).



De strategieën zullen door de verschillende actoren van de bouwketen door elkaar ingezet worden om materiaalgebruik en kosten te beperken. Het is echter onmogelijk om te voorspellen welke impact deze ontwikkelingen precies zullen hebben op het materiaalgebruik en meer specifiek de vraag naar zand, grind & steenslag voor bouwtoepassingen in de toekomst.

Product slimmer gebruiken en maken	R0 Refuse	Product overbodig maken door van z'n functie af te zien, of die met een radicaal ander product te leveren
	R1 Rethink	Productgebruik intensiveren (bijvoorbeeld door producten te delen, of multifunctionele producten)
	R2 Reduce	Product efficiënter fabriceren door minder grondstoffen en materialen in het product, of in het gebruik ervan
Levensduur verlengen van product en onderdelen	R3 Re-use	Hergebruik van afgedankt, nog goed product in dezelfde functie door een andere gebruiker
	R4 Repair	Reparatie en onderhoud van kapot product voor gebruik in zijn oude functie
	R5 Refurbish	Opknappen of moderniseren van oud product
	R6 Remanufacture	Onderdelen van afgedankt product gebruiken in nieuw product met dezelfde functie
Nuttig toepassen van materialen	R7 Repurpose	Afgedankt product of onderdelen daarvan gebruiken in nieuw product met andere functie
	R8 Recycle	Materialen verwerken tot dezelfde (hoogwaardige) of mindere (laagwaardige) kwaliteit
	R9 Recover	Verbranden van materialen met energierecuperatie

Bron: RLI 2013, bewerking PBL



*Figuur 28. Voorkeursvolgorde voor het sluiten van kringlopen volgens de R-ladder – op basis van de R-principes van de Ellen MacArthur Foundation*

Hieronder geven we enkele voorbeelden van experimenten en evoluties die we vandaag waarnemen in de bouw- en betonindustrie.

#### → R0 – Refuse

Een voorbeeld van dit principe is bijvoorbeeld het voorzien van extra groenzones in plaats van verhardingen; of het ontharden zoals in Figuur 29.



Figuur 29. Voorbeeld van ontharding (voor / na) in Dilbeek (HLN, 2022).

→ **R1 – Rethink**

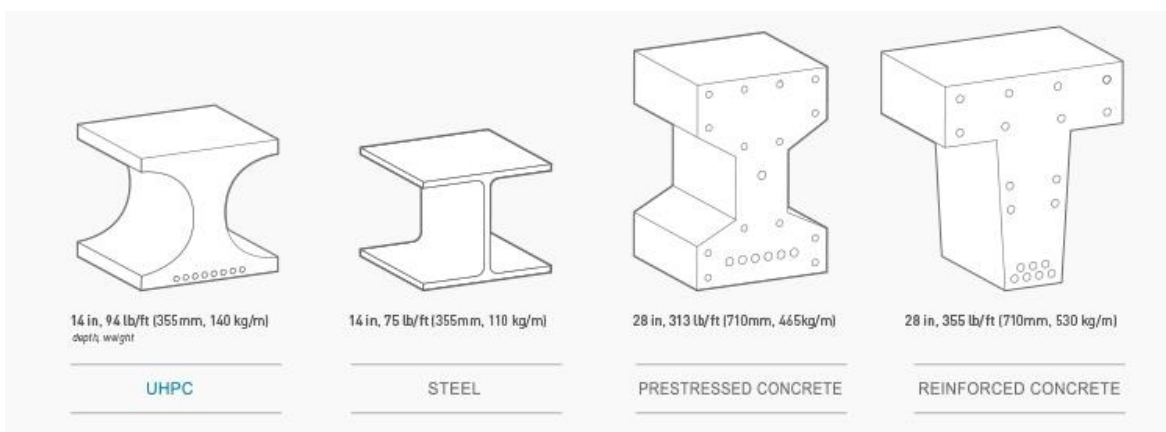
Verschillende overheden, bedrijven en verenigingen zetten in op het delen van lokalen en ruimten, om die manier kosten (maar ook materiaalgebruik) te beperken.

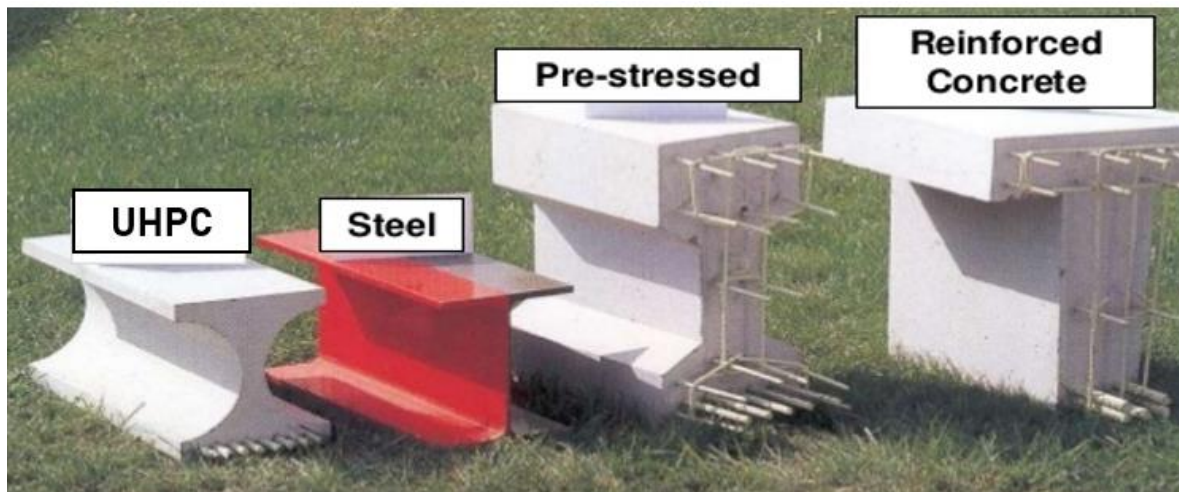
Voorbeelden hiervan zijn (IDEA-consult, 2012):

- Gedeelde sportinfrastructuur: overdag en tijdens weekdagen gebruik door scholen, 's avonds en in de weekends gebruik door sportverenigingen.
- Gedeelde parkeerplaatsen: overdag gebruik door bedrijven, 's avonds door buurtbewoners.

→ **R2 – Reduce**

Producenten van bouwmaterialen trachten steeds hun materiaalgebruik te optimaliseren. Dit start bij het design en de keuze van gebruikte systeem. Zo leidt bijvoorbeeld het gebruik van Ultra-high Performance Concrete (UHPC – ultra hoge sterkte beton), tot slankere structuren, waarbij minder zand en steenslag nodig is (Figuur 30). Daartegenover staat voorlopig wel een hoger cementgebruik.

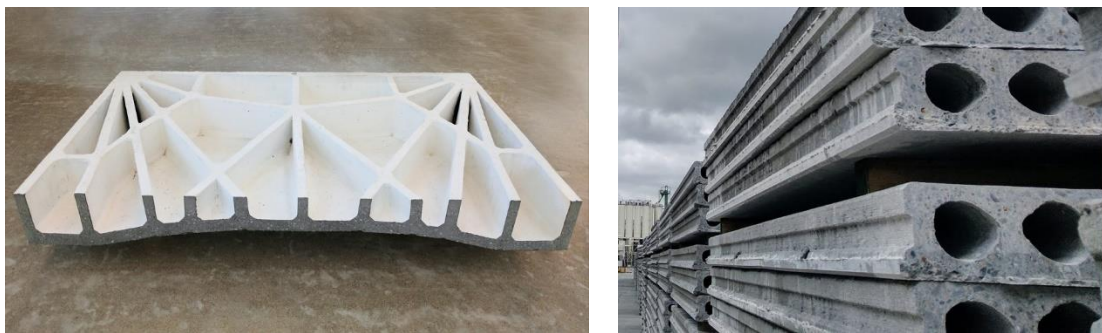




*Figuur 30. Verschillende types van balken met dezelfde draagkracht (Hofmann, 2022).*

Producenten trachten in hun productieproces, ook verliezen en foute productiebatches te vermijden, door continu in te zetten op kwaliteitscontroles en optimalisatie van de processen.

Daarnaast werken onderzoeksgroepen aan vernieuwde bouwtechnieken, zodat minder materialen nodig zijn. Een voorbeeld hiervan is het HiLo floor systeem waarbij 70% minder beton en 90% minder staal gebruikt wordt.



*Figuur 31. Links: de HiLo welfsels (Block, 2022); rechts: traditionele betonwelfsels (Paesen, 2022).*

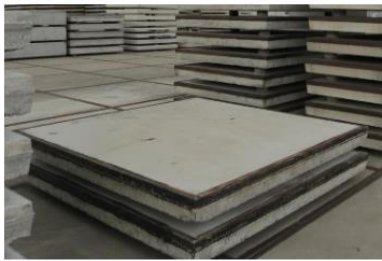
### → R3 – Reuse

Verschillende initiatieven worden opgestart om hergebruik van materialen te ondersteunen. Een belangrijke hierin is [www.opalis.eu](http://www.opalis.eu), op deze website wordt een overzicht gegeven van handelaars die tweedehands bouwmaterialen aanbieden. Voorlopig ligt de focus op niet dragende/ niet-structurele onderdelen. Voor deze laatste zijn meestal testen keuringen nodig om de nieuwe gebruikers de nodige garanties te geven.



### Betonklinkers en -tegels

Betonklinkers en -tegels zijn maar in beperkte mate vindbaar op de hergebruikmarkt. Slechts een minderheid van de handelaars hebben deze materialen in voorraad, omdat hun waarde beperkt is door de overvloed aan goedkope, nieuwe equivalenten. Hoewel enkele handelaars grotere hoeveelheden aanbieden, gaat het vooral over toevallige partijen die samen met andere, meer waardevolle materialen worden ontmanteld. Het hergebruik van betonklinkers beperkt zich doorgaans tot een hergebruik in situ.



### Betonplaten

Geprefabriceerde betonnen panelen (ook bekend onder de merknaam Stelcon), worden in grote hoeveelheden gebruikt voor de (soms tijdelijke) verharding van bedrijventerreinen of opslagplaatsen. Door hun standaardafmetingen vormen ze een makkelijk herbruikbaar modulair systeem. Het is vooral hun gewicht waarmee rekening gehouden moeten worden. Vandaag de dag is het materiaal wel maar in beperkte mate bij enkele handelaars te vinden, maar sommige bedrijven verhuren deze panelen ook.

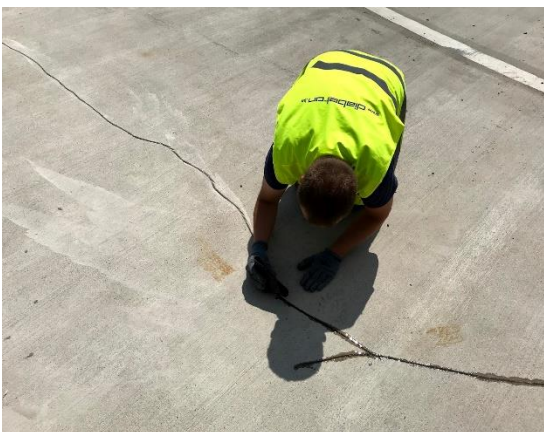
Figuur 32. Screenshot website Opalis met onderdeel over hergebruik van betonklinkers en platen.

Er worden ook meerder initiatieven opgezet om hergebruik uit te breiden naar structurele betontoepassingen. Zo is er het Interreg project FCRBE (<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/>) waarin o.a. fiches worden opgemaakt rond het hergebruik van betonelementen ([https://www.nweurope.eu/media/16630/011-nl-inleiding-tot-het-hergebruik-van-elementen-van-cementbeton\\_v01.pdf](https://www.nweurope.eu/media/16630/011-nl-inleiding-tot-het-hergebruik-van-elementen-van-cementbeton_v01.pdf)).

Ook verschillende producenten trachten hierop in te spelen door de productie van modulaire structuren die makkelijk gemonteerd en gedemonteerd kunnen worden.

### → R4 Repair en R5 Refurbish

Betonnen (structurele) elementen zoals wegen, bruggen e.d. worden vaak hersteld en waar mogelijk worden ze beter gemaakt dan de originele structuren. Dit is standaardpraktijk (zie Figuur 33). Voor dit laatste worden nieuwe betonmengsels gebruikt (type UHPFRC). Het beton wordt aan de oppervlakte op zo'n manier hersteld dat reparaties de eerstvolgende decennia niet meer nodig zijn (Bertola et al, 2021).



*Figuur 33. Link: herstellen van scheuren in betonvloeren (Foto Diabeton, 2023), Rechts herstellen brug (foto Balm, 2023).*

#### → R6 Remanufacturing en R7 Repropose

Het hergebruiken van betonnen bouwmaterialen na een (industriële) productiestap is beperkt en valt onder strategie R3. Het gebruiken van onderdelen voor een andere toepassing (strategie R7) wordt hier niet besproken omdat ze geen impact heeft op de nood aan nieuwe grondstoffen voor bouwtoepassingen.

#### → R8 Recycle

Het recycleren van bouwmaterialen is reeds jaren standaardpraktijk in Vlaanderen. Daarbij worden gebouwen en infrastructuur gesloopt en wordt het steenachtig materiaal bijna 100% gerecycleerd. Deze praktijk wordt reeds meegenomen in het model en in de scenario's. Het mogelijk stijgen van de recyclagegraad is niet meegenomen in dit scenario.

#### → R9 Recover

De recover strategie is niet van toepassing voor steenachtige fracties.

### 5.3.2. GEVOELIGHEIDSANALYSE VOOR DE R2 -STRATEGIE (REDUCE)

Binnen deze studie werd de keuze gemaakt om te focussen op strategie R2 – het reduceren van het gebruik van grondstoffen (zand, grind & steenslag) in dezelfde toepassing. Dit is een maatregel die door de producenten van bouwmaterialen kan gebruikt worden.

Omdat we momenteel geen precies zicht hebben op reducties die haalbaar zijn in 2050 werd een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Daarbij zijn volgende scenario's doorgerekend:

Berekeningen:

1. Scenario 3.1 → BAU – reductie van het materiaalgebruik met 10% in 2050 (de reductie wordt gradueel ingevoerd in 2020 en bereikt 10% in 2050).
2. Scenario 3.2 → BAU – reductie van het materiaalgebruik met 25% in 2050 (de reductie wordt gradueel ingevoerd in 2020 en bereikt 25% in 2050).
3. Scenario 3.3 → BAU – reductie van het materiaalgebruik met 50% in 2050 (de reductie wordt gradueel ingevoerd in 2020 en bereikt 50% in 2050).

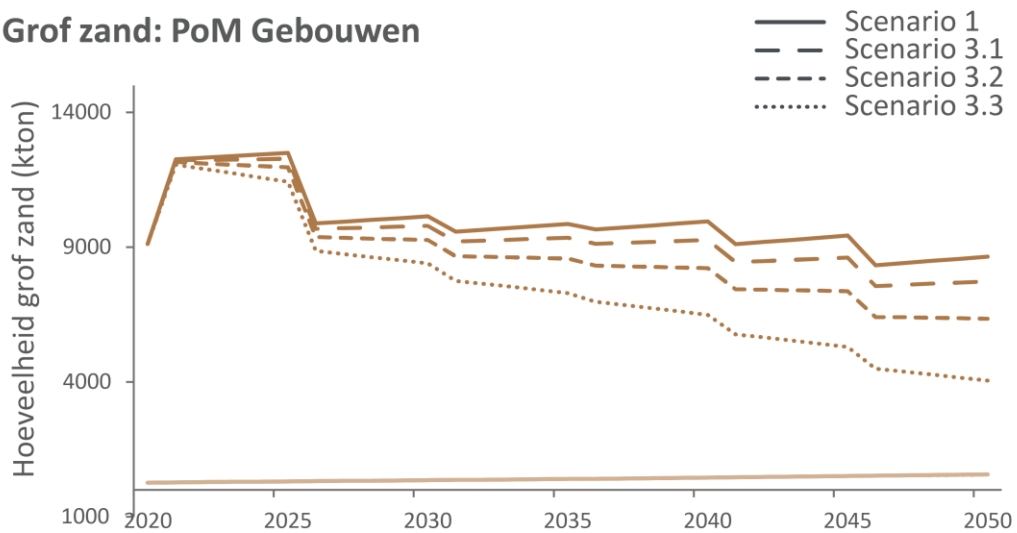
### 5.3.3. RESULTATEN SCENARIO VERDICHTING T.O.V. HET BAU SCENARIO

De onderstaande figuren (Figuur 34, **Error! Reference source not found.**, Figuur 35, Figuur 37, Figuur 38 en Figuur 39) geven de inzet van grof zand, grind & steenslag weer bij reductie van het materialen gebruik.

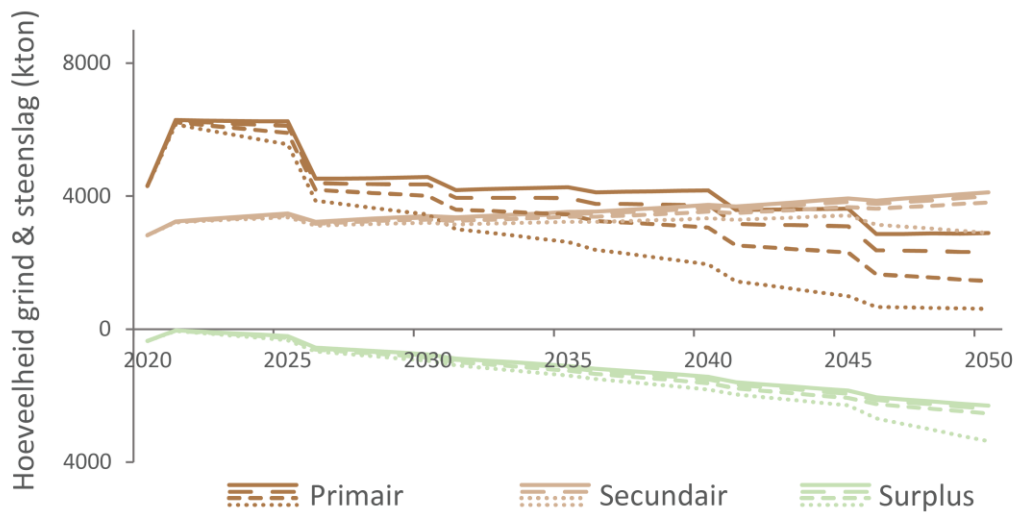
De verschillen tussen de verschillende scenario's lijken de eerste jaren beperkt maar zijn uitgesprokener tegen 2050. De reden hiervoor is dat er geopteerd werd om de reductie stelselmatig in te voeren in de scenario's. Zo wordt de reductie van -10% ; -25% en -50% materialengebruik telkens pas bereikt in 2050. De impact is overeenkomstig in 2050.

In dit scenario is er – in tegenstelling tot de voorgaande- ook een duidelijke impact op de inzet voor wegen en infrastructuur.

### Grof zand: PoM Gebouwen

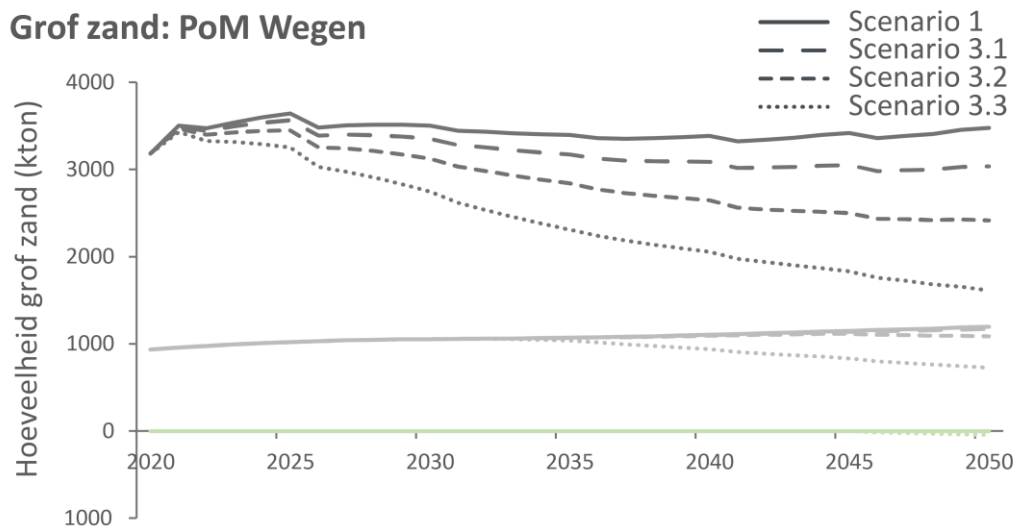


### Grind & steenslag: PoM Gebouwen

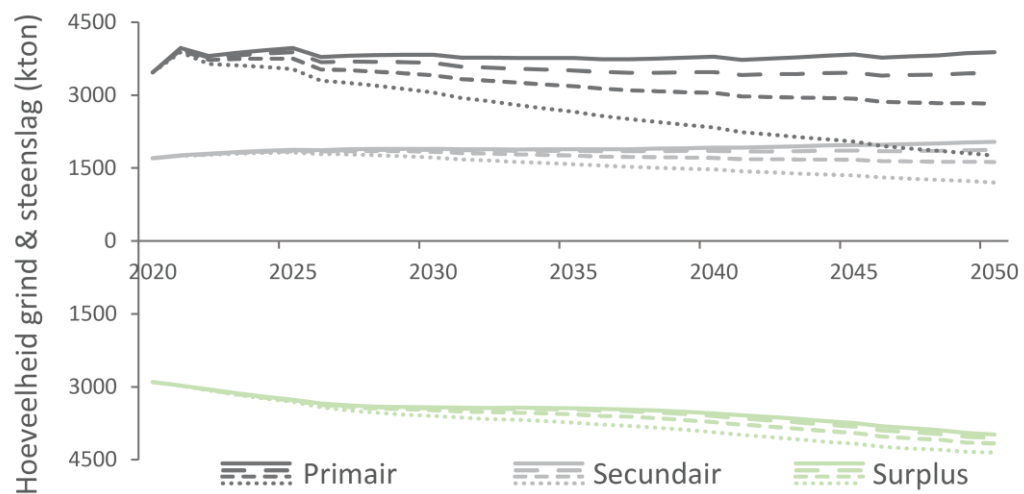


Figuur 34. Evolutie Put on Market (PoM) voor grof zand, grind & steenslag voor de inzet in woningen en gebouwen voor het BAU-scenario (scenario 1) en het reductie scenario (scenario 3).

### Grof zand: PoM Wegen



### Grind & steenslag: PoM Wegen

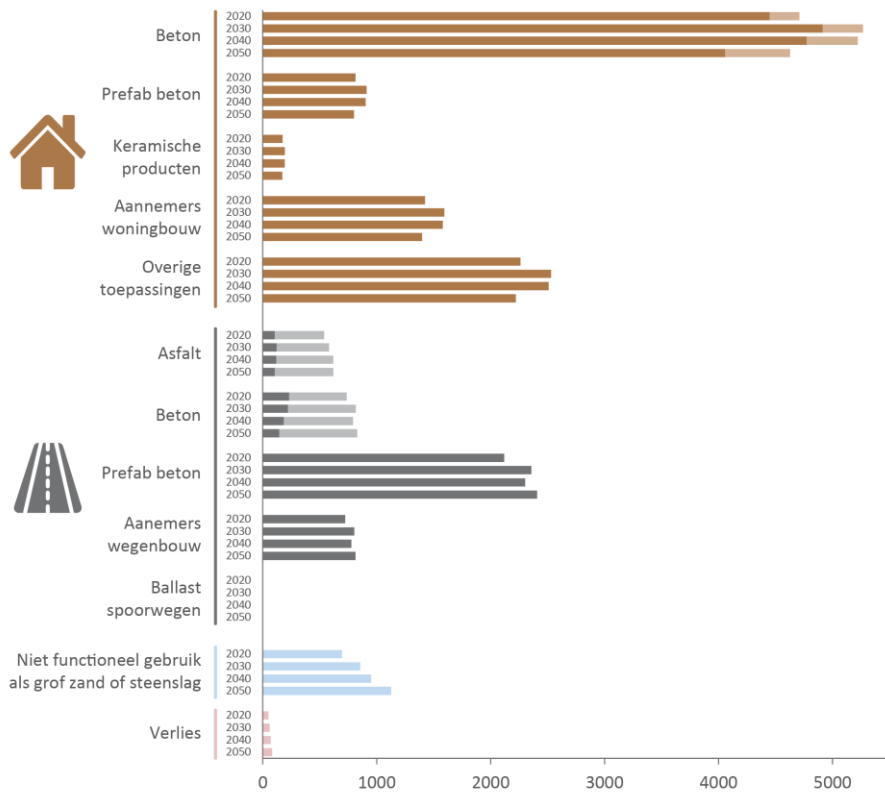


Figuur 35: Evolutie Put on Market (PoM) voor grof zand en grind & steenslag voor de inzet in wegen en infrastructuur voor het BAU-scenario (scenario 1) en het reductie scenario (scenario 3).

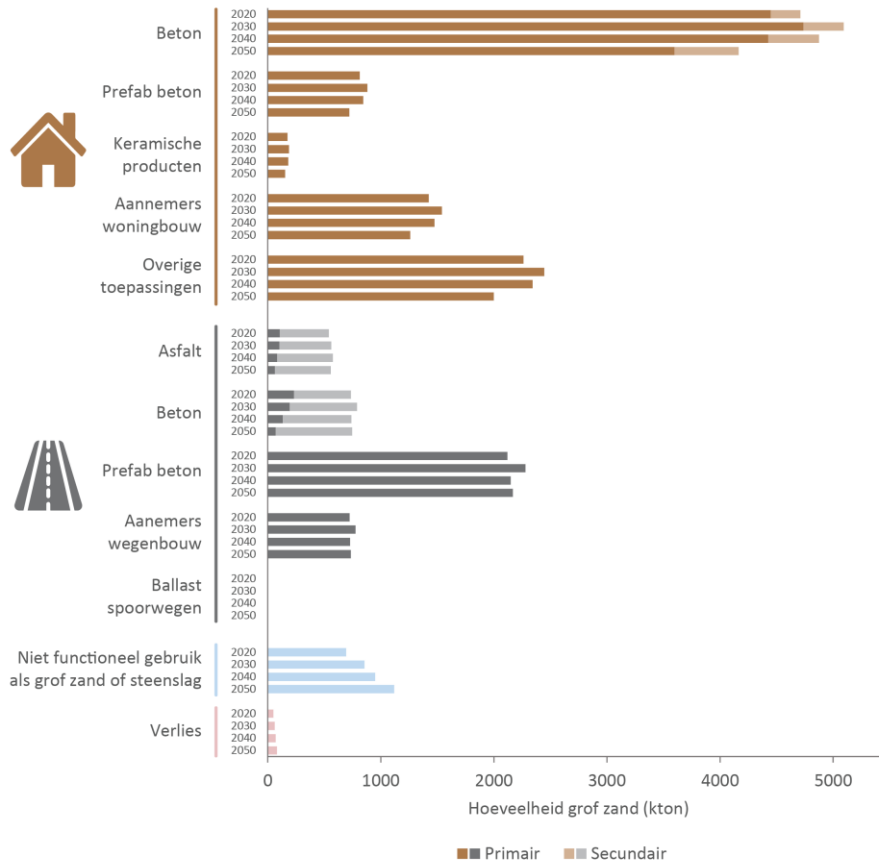
PoM: 2020 - 2050

Grof zand

Scenario 1



Scenario 3.1



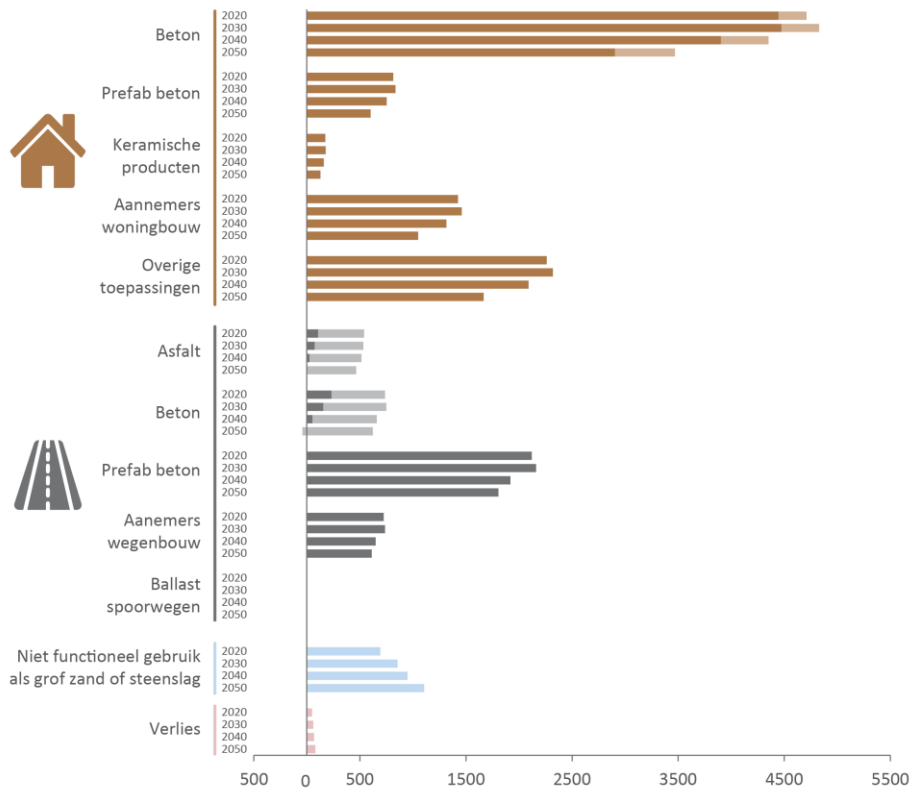
Figuur 36. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand in het BAU-scenario (scenario 1) en het Reductie-scenario (scenario 3.1 - 10%)



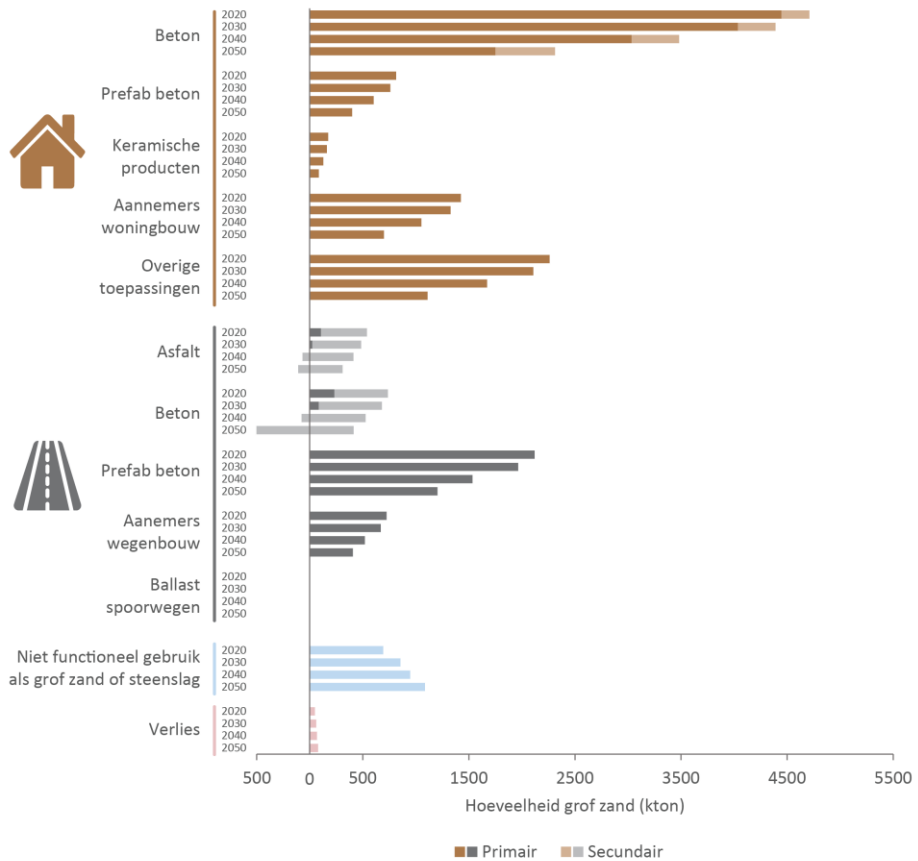
PoM: 2020 - 2050

Grof zand

Scenario 3.2



Scenario 3.3

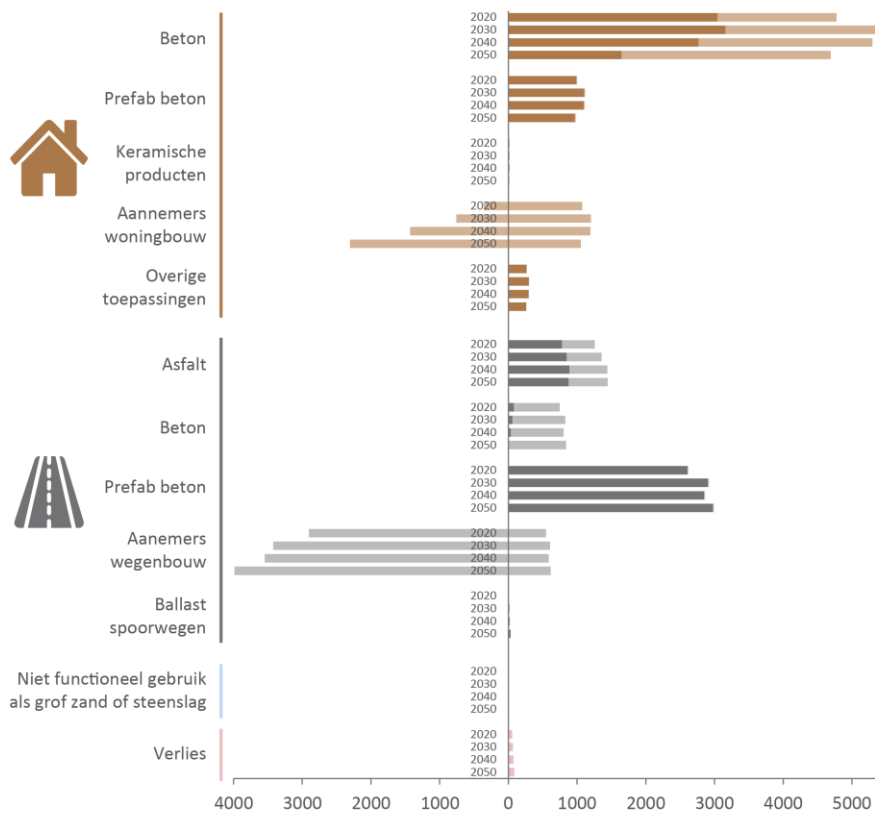


Figuur 37. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grof zand in het Reductie-scenari 3.2 (- 25%) en het Reductie-scenari 3.3 (-50 %)

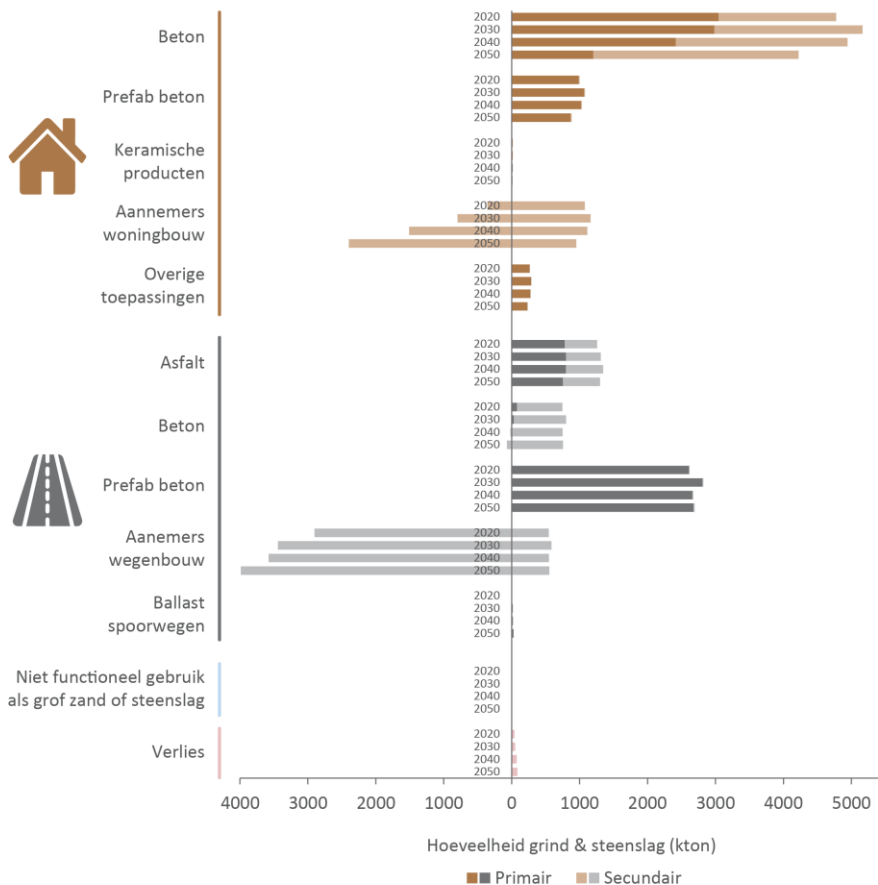
PoM: 2020 - 2050

Grind & steenslag

Scenario 1



Scenario 3.1



Hoeveelheid grind & steenslag (kton)

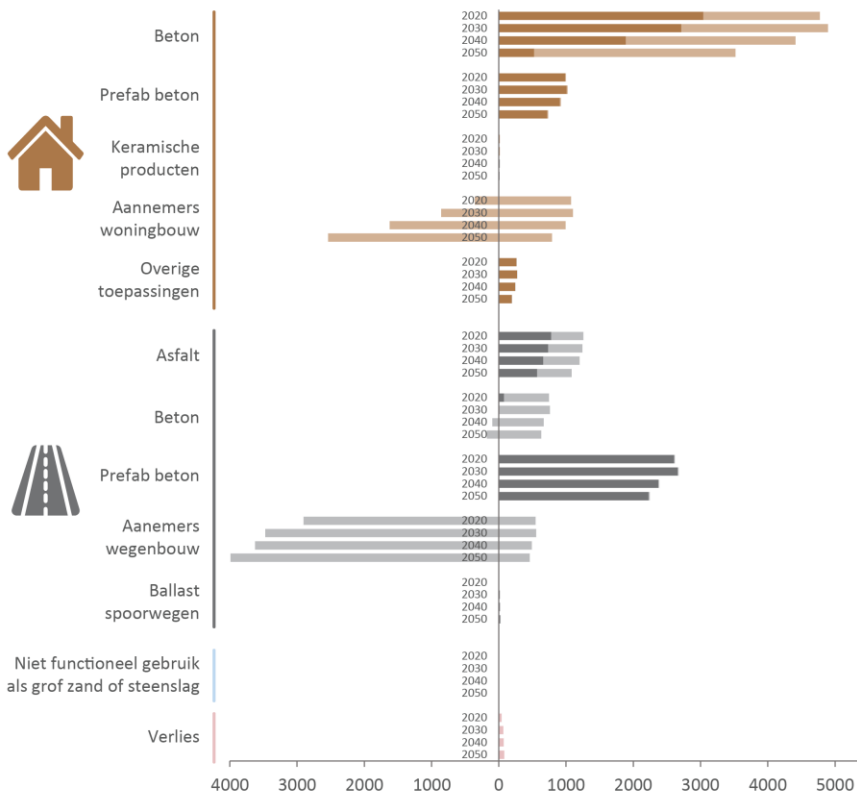
■ Primair ■ Secundair

Figuur 38. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag in het BAU-scenario (scenario 1) en het Reductie-scenario (scenario 3.1 - 10%)

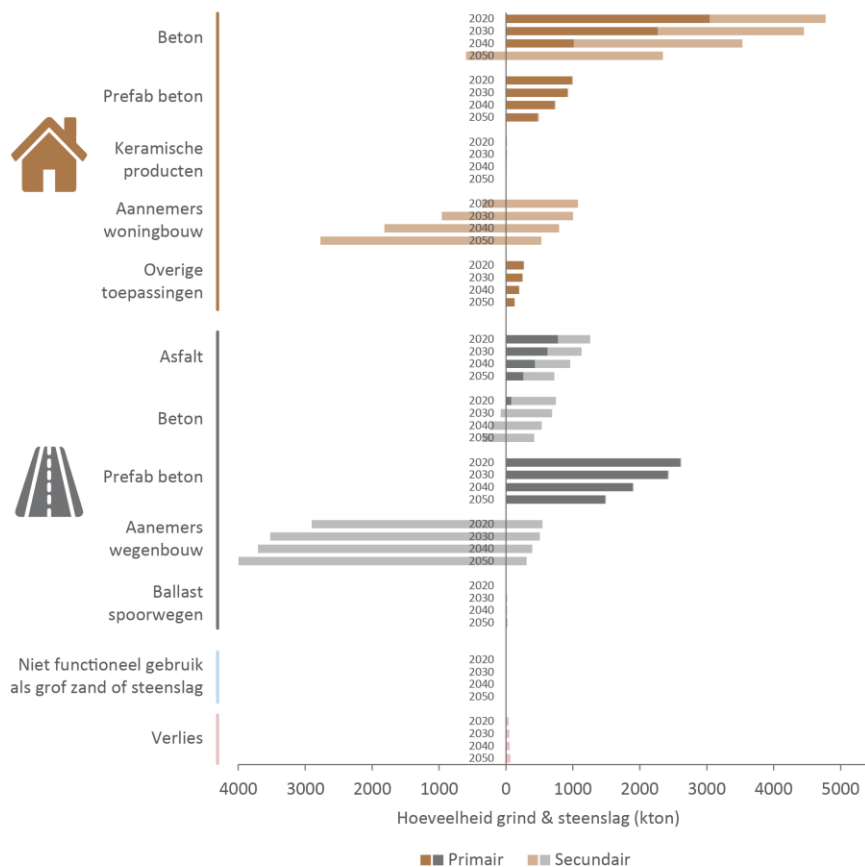
PoM: 2020 - 2050

Grind & steenslag

Scenario 3.2



Scenario 3.3



Figuur 39. Put on Market (PoM) per toepassing voor de jaren 2020, 2030, 2040 en 2050 voor grind & steenslag in het Reductie-scenari 3.2 (- 25%) en scenari 3.3 (-50%)

## HOOFDSTUK 6. CONCLUSIE

---

Er werd een stock & flow model opgebouwd voor grof zand, grind & steenslag,. Omdat deze grondstoffen grotendeels gebruikt worden in gebouwen en weginfrastructuur in Vlaanderen vormt de stock aan gebouwen en weginfrastructuur en de jaarlijkse toename en afname (flow) de basis van het model. Op basis van literatuurdata en specifieke historische data voor Vlaanderen werden weibull-verdelingen opgemaakt voor gebouwen en weginfrastructuur.

In een tweede stap werd de connectie gemaakt met de belangrijkste elementen uit deze gebouwen en infrastructuur waarvoor grof zand, grind & steenslag gebruikt werd en in welke hoeveelheden deze in verschillende type gebouwen en wegen in Vlaanderen worden ingezet. Daarnaast werd ook gekeken in welke mate de materialen gerecycleerd worden en hoe deze opnieuw ingezet worden in dezelfde of andere toepassingen wanneer deze materialen terug vrij kwamen door renovatie of het slopen van gebouwen, en (her)aanleg van wegen.

Het huidige stock & flow model laat toe om berekeningen uit te voeren naar de vraag naar grof zand, grind & steenslag en de potentiële inzet van secundair materiaal. Hiervoor werden scenario's gedefinieerd, waarbij voorspellingen werden gemaakt over de toekomstige behoefte aan woningen en weginfrastructuur. Het model laat ook toe om de samenstelling van de elementen te wijzigen waardoor effecten van bv. duurzaam bouwen kunnen bepaald worden.

Omdat het model focust op grof zand, grind & steenslag, is het minder geschikt om de impact van energetische renovaties door te rekenen. Bij energetische renovaties worden vooral isolatiematerialen gebruikt (welke hier niet gemodelleerd worden).

Met behulp van het model werden drie scenario's voor de toekomst doorgerekend:

- het BAU-scenario, welke de autonome ontwikkeling beschrijft waarbij de voorspelde bevolkingsgroei (welke sterk toeneemt tot 2025 en daarna afvlakt) en de trend naar kleinere woningen (welke zich de afgelopen jaren reeds heeft ingezet) in rekening wordt gebracht.
- Het verdichtingsscenario, gaat uit van een zelfde woonbehoefte als in het BAU-scenario maar met een sterkere afname van open en halfopen woningen en een stijging van meersgezingswoningen en gesloten woningen.
- Het reductiescenario, waarbij de impact van meer duurzaam bouwen wordt ingeschat.

De impact op de inzet van grof zand, grind & steenslag leidt in de verschillende scenario's tot andere resultaten.

Gebruik van grof zand, grind & steenslag voor de constructie van gebouwen :

- De autonome ontwikkelingen leiden tot een vermindering van de vraag voor grof zand, steenslag & grind vanaf 2025; en tot een reductie van ongeveer 30% in 2050. Dit gecombineerd met het meer ter beschikking komen van secundair materiaal in de toekomst zorgt er eveneens voor dat het aandeel aan secundair materiaal in de totale vraag voor deze grondstoffen zal toenemen tot 30% in 2050.
- Wanneer het verdichtingsscenario zich zou voltrekken dan zal de vraag naar grof zand, steenslag & grind vanaf 2025 nog sterker dalen en leiden tot een reductie van ongeveer 50% in 2050. Hierdoor is de toename van het aandeel secundair materiaal in de totale vraag nog meer uitgesproken met waarden tot 36% in 2050.
- De ontwikkelingen die zich momenteel voordoen op het vlak van duurzaam materialen gebruik zal eveneens leiden tot een reductie in het materialen gebruik. De onderlinge vergelijking van de resultaten van het verdichtingsscenario met het reductiescenario toont aan dat een shift in de behoefte naar andere type woningen (meer verdichting) mogelijk een sterker effect kan hebben op de vraag naar deze delfstoffen dan optimistische toekomstige

ontwikkelingen in reductie van materialengebruik. Zeer vergaande reducties in materiaalgebruik (50% tegen 2050) zijn nodig om een lagere vraag naar deze delfstoffen te kunnen realiseren.

Gebruik van grof zand, grind & steenslag in weginfrastructuur

- Het BAU-scenario en het Verdichtingsscenario zullen leiden tot een status-quo inzet van grof zand, grind & steenslag.
- Ontwikkelingen op het vlak van efficiënter materiaalgebruik kunnen wel leiden tot een reductie in de vraag. Het is evenwel van belang dat materialen die vrij komen geschikt gemaakt worden voor dit efficiënter materiaalgebruik, zodat er geen stocks (surplus) ontstaan van deze materialen. Dit laatste is immers nu zichtbaar in het model, omdat de recyclage graad over de jaren heen constant blijft.

## BIJLAGE 1

---

Gebruikte data voor spoorlijnen

Volgende data werd beschikbaar gesteld door Infrabel

- Aantal km hoofdspoor en bijspoor per jaar;
- Gegevens aantal liggers per km;
- Gegevens type ligger (hout / metaal / beton).

Betonsamenstelling werd door VITO bepaald per ligger waardoor we aan het gehalte grind en grof zand kwamen voor 1 ligger en dan uiteindelijk 1 km spoor.

Inzet grof zand: in liggers

→ evolutie betonsporen van 2006 – 2020 gefit op een curve. Curve geëxtrapoleerd naar 1991 waar geen betonnen liggers gebruikt werden.

Inzet grind per km spoor: wordt uitgesplitst naar inzet in liggers en balast. De cijfers van balast werden ter beschikking gesteld door Infrabel.

Die aannames zijn lineaire interpolaties tussen 1900 – 1940 – 1970 – 2006 op basis van beschikbare gegevens NMBS en infrabel

## LITERATUURLIJST

Balm, 2023, <https://balmbv.nl/betonherstel-brug-lisse/>

Bertola N., Schiltz P., Denaarié E. and Bruhwiler E., 2021, A Review of the Use of UHPFRC in Bridge Rehabilitation and New Construction in Switzerland, *Frontiers in Built Environment*, <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.769686>, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2021.769686/full>.

Block, 2022, Rib-stiffened funicular floor system, <https://www.block.arch.ethz.ch/brg/research/rib-stiffened-funicular-floor-system>

D'Appolonia Belgium, 2013, Aannemerij in Vlaanderen m.b.t. duurzaam beheer van minerale grondstoffen en hun alternatieven.

Diabeton, 2023, Herstellen van scheuren in betonvloeren en wegenisbeton, <https://www.diabeton.be/p/herstellen-van-scheuren-in-betonvloeren.html>

Federale overheid mobiliteit, 2011, Lengte van het Belgische wegennet, <https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/downloads/evolutie.pdf>

HLN, 2022, Dilbeek wil tegen 2030 liefst 44.076 m<sup>2</sup> ontharden: Sportlaan en Lusthuizenlaan werden alvast ingegroend, <https://www.hln.be/dilbeek/dilbeek-wil-tegen-2030-liefst-44-076-m-ontharden-sportlaan-en-lusthuizenlaan-werden-alvast-ingegroend~adc8066a/>

Hofmann, 2022, Ultra-High Performance Concrete, <https://hofmann-facades.com/products/uphc/>.

IDEA Consult, 2012, Aanpasbare, combineerbare en multi-inzetbare infrastructuur in centrumsteden: uitdagingen en knelpunten voor het beleid, <https://docplayer.nl/1219133-Aanpasbare-combineerbare-en-multi-inzetbare-infrastructuur-in-centrumsteden-uitdagingen-en-knelpunten-voor-het-beleid.html>

Infrabel, 2020, Type dwarsligger op hoofdsporen, [Sleepers types on main tracks — Infrabel - Open Data](https://data.infrabel.be/dataset/sleepers-types-on-main-tracks).

Infrabel, 2020, Kilometers spoorlijnen per gewest, [https://infrabel.opendatasoft.com/explore/dataset/kilometers-spoorlijnen-per-gewest/information/?disjunctive.gewest\\_nl&disjunctive.region\\_en](https://infrabel.opendatasoft.com/explore/dataset/kilometers-spoorlijnen-per-gewest/information/?disjunctive.gewest_nl&disjunctive.region_en)

Kramer W. 2020, Betonmarkt in Nederland, <https://betonhuis.nl/cement/betonmarkt-nederland>

Paesen, 2022, Welfsels, <https://www.paesen.be/welfsels/>

Verachtert K., Poelmans L., Verachtert E., Vanderstraeten L., 2022. Waar woont de Vlaming in 2023? Een modellering van de woonbehoefte naar de goed gelegen woongebieden. [54569 \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/publicaties/54569)