



Vlaanderen
is materiaalbewust



RESULTATEN UIT HET STOCK-FLOWMODEL RESIDENTIËLE GEBOUWEN

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

OVAM.VLAANDEREN.BE

////////////////////////////////////

RESULTATEN UIT HET STOCK-
FLOWMODEL RESIDENTIËLE
GEBOUWEN

Publicatiedatum/ 5.02.2026

////////////////////////////////////

DOCUMENTBESCHRIJVING

- | | |
|---|--|
| 1 <i>Titel van publicatie:</i>
RESULTATEN UIT HET STOCK-FLOWMODEL
RESIDENTIËLE GEBOUWEN | 2 <i>Verantwoordelijke Uitgever:</i>
Danny Wille, OVAM |
| 3 <i>Wettelijk Depot nummer:</i> 2026 | 4 <i>Trefwoorden:</i>
Stock-flowmodel, Residentieel
gebouwenpark, Isolatiematerialen |
| 5 <i>Samenvatting:</i>
Dit rapport bevat een stock-flow berekening die de evolutie van isolatiematerialen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark tussen 1900 en 2050 beschrijft. Dit gebeurt door de bouw, renovatie en sloop te koppelen aan bouwtypologieën, leeftijdscategorieën en materiaalengebruik. Het model toont aan dat renovaties, meer dan sloop, bepalend zijn voor het vrijkomen van isolatiematerialen. In een ambitieus 2050-scenario neemt de jaarlijkse uitstroom van isolatiematerialen sterk toe ten opzichte van een Business as Usual scenario. Hierdoor verschuift ook de materiaalsamenstelling, met een groeiend aandeel synthetische isolatiematerialen. Dit creëert belangrijke uitdagingen voor afvalbeheer, recyclage en het circulair materialenbeleid in Vlaanderen. | |
| 6 <i>Aantal bladzijden:</i> 55 | 7 <i>Aantal tabellen en figuren:</i> / |
| 8 <i>Datum publicatie:</i> 2026
Voor de meest recente versie van dit document kunt u terecht op de OVAM-website: ovam.vlaanderen.be | 9 <i>Prijs*:</i> / |
| 10 <i>Begeleidingsgroep en/of auteur:</i>
Tim Goelen, Ann Van der Linden | 11 <i>Contactpersonen:</i>
An Van Pelt, Elke Meex, Dominique Girolami |
| 12 <i>Andere titels over dit onderwerp:</i> / | |

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: ovam.vlaanderen.be

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

Management samenvatting	5
Management summary	8
1 Inleiding.....	11
2 Beschrijving stock-flowmodel residentiële gebouwen	12
2.1 Algemeen overzicht & concepten	12
2.2 Data, aannames & vergelijking modellen	13
2.2.1 Gebouwenpark tot 2023	14
2.2.2 Inschatting van de sloop van residentiële gebouwen	16
2.2.3 Bouw van nieuwe residentiële gebouwen	21
2.2.4 Aantal huishoudens	22
2.2.5 Wooneenheden versus huishoudens	23
2.2.6 Aantal wooneenheden	24
2.2.7 Wooneenheden versus aantal gebouwen	26
2.2.8 Gebouwenpark vanaf 2024 tot 2050	26
3 Koppeling stock-flowmodel residentiële gebouwen met materialengebruik	29
3.1.1 Geometrische data	30
3.1.2 Referentiesamenstelling	33
3.1.3 Focus isolatiematerialen	35
3.1.4 Renovatietypes	41
3.1.5 Stock van isolatiematerialen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark	48
4 Scenario's	48
5 Resultaten	50
6 Conclusies.....	53

MANAGEMENT SAMENVATTING

De Vlaamse bouwsector wordt geconfronteerd met een dubbele uitdaging: enerzijds een noodzakelijke versnelling van energetische renovaties om de klimaat- en energiedoelstellingen te behalen, en anderzijds een groeiende druk op de beschikbaarheid en duurzaam beheer van materialen. Tegen deze achtergrond ontwikkelde VITO, in opdracht van OVAM, een uitgebreid stock-flowmodel (SF-model) voor het residentiële gebouwenpark in Vlaanderen. Dit model laat toe de evolutie van materiaalvoorraden en -stromen tussen 1900 en 2050 op een geïntegreerde en reproduceerbare manier in kaart te brengen. Dit rapport focust op isolatiematerialen waarbij enerzijds onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende types materialen en anderzijds de toepassing ervan (in daken, muren en vloeren). Dit SF-model vormt een schaalbare basis die eenvoudig uitgebreid kan worden naar andere materiaalcategorieën en dus flexibel kan worden toegepast.

Het SF-model koppelt de evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark - bouw, sloop en renovatie - aan gedetailleerde gegevens over geometrieën (afmetingen), woningtypologieën (flats, open-, halfopen-, gesloten bebouwingen), leeftijdscategorieën (er worden 10 leeftijdscategorieën onderscheiden), materialen en isolatiepraktijken. De opbouw van het gebouwenpark vormt de basis van het model en werd gereconstrueerd vanaf 1899. Dit omdat de lange levensduur van gebouwen vereist dat de materiaalvoorraad over een langere periode wordt opgebouwd. Voor de periode vanaf 1995 wordt gebruikgemaakt van gedetailleerde Statbelgegevens met opsplitsingen naar bouwtype en leeftijdscategorie. Deze informatie is niet beschikbaar voor de periode voor 1995. Daarom worden deze gegevens gereconstrueerd op basis van demografische ontwikkelingen, het aantal huishoudens, trends in wooneenheden en aannames over woningtypologie. Op die manier ontstaat een historisch consistent beeld van de evolutie van het gebouwenpark over 150 jaar, waarbij elk bouwjaargroep afzonderlijk wordt gemodelleerd om realistische verschillen in materiaalgebruik en renovatiegedrag te kunnen simuleren.

Een essentieel element in de modellering is de inschatting van de sloop van gebouwen. Die gebeurt op basis van kansverdelingen gebaseerd op Weibull-verdelingen. Deze werden per bouwtype en per leeftijdscategorie bepaald. In het totaal gaat het om 40 combinaties, elk met eigen schaal- en vormparameters die worden afgeleid uit historische veranderingen in het gebouwenbestand. Deze probabilistische aanpak zorgt ervoor dat gebouwen uit dezelfde bouwperiode niet allemaal tegelijkertijd verdwijnen, maar dat sloop zich verspreidt over een realistische levensduur, waarbij zowel vroegtijdige als zeer late sloopmomenten worden meegenomen. De aanpak wijkt af van eerdere modellen zoals het M-peil model¹ en geeft een fijnmaziger en meer dynamisch beeld van de toekomstige evolutie van het gebouwenpark.

Parallel aan de gebouwensimulatie wordt het materiaalgebruik gekoppeld aan elke bouwgroep via een combinatie van geometrische data (oppervlakken van gevels, daken, vloeren enz.) en referentiesamenstellingen (kg/m² voor verschillende materialen), beide afkomstig uit het M-peil model maar voor isolatiematerialen

¹ <https://www.vlaanderen-circulair.be/nl/ce-center/27.%20Impacts%20of%20circular%20economy%20on%20climate%20targets%3A%20M-level%20in%20construction%20and%20renovation> en <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/75449>

aanzienlijk verfijnd. De isolatiesamenstellingen zijn voor elke periode berekend op basis van EPB-eisentabellen, gemiddelde lambda-waarden van materialen, densiteit, en analyses van de EPC-databank en een Summa-studie². Hierdoor ontstaan tijdsafhankelijke, gedifferentieerde materiaalsamenstellingen die nauw aansluiten bij de werkelijke bouwpraktijk.

Een van de meest complexe onderdelen van het model betreft de renovaties. Renovatie heeft immers een grote invloed op het vrijkomen van isolatiematerialen. Het SF-model maakt een onderscheid tussen renovaties van daken, muren en vloeren met de focus op toevoeging en/of verwijdering van isolatiematerialen, elk met een eigen tempo en eigen renovatiehistoriek. Het aantal renovaties tussen 2008 en 2023 wordt bepaald op basis van premie-aanvragen, gecorrigeerd voor het aandeel renovaties dat wordt uitgevoerd zonder premie. Voor de periode tot 1971–2007 worden de renovatiegraden gereconstrueerd op basis van gegevens uit de Woonsurveys. In de analyse wordt verondersteld dat in de periode voor 1971 niet werd geïsoleerd.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen eerste renovaties en volgende renovaties, wat toelaat rekening te houden met al aanwezige isolatielagen. Bij dak- en vloerrenovaties wordt aangenomen dat de bestaande isolatie volledig wordt verwijderd; bij muurrenovaties blijft bestaande isolatie in eerste renovaties behouden maar wordt ze wel verwijderd bij volgende renovaties. Deze keuzes hebben een invloed op de berekende materiaalstromen: afhankelijk van de werkelijke renovatiepraktijk kunnen de volumes in werkelijkheid hoger of lager liggen.

Op basis van deze geïntegreerde simulatie van gebouwen, materiaalgebruik en renovatie wordt de evolutie van de isolatiematerialenstock in het Vlaamse residentiële gebouwenpark berekend, evenals de jaarlijkse input (door nieuwbouw en renovatie) en output (door renovatie en sloop). Om de toekomstige materiaalstromen in te schatten, worden twee scenario's vergeleken: Business as Usual (BAU) en doelstelling 2050 (D2050). Het BAU-scenario volgt de dalende renovatietrend van de afgelopen jaren, terwijl het D2050-scenario het aantal renovaties verhoogt tot het niveau dat nodig is om de Vlaamse langetermijndoelstellingen voor 2050 te behalen (U_{\max} 0,24 W/m²K voor daken, muren en vloeren).

In het BAU-scenario blijft de jaarlijkse hoeveelheid vrijkomend isolatiemateriaal vrij constant, rond 16,6 kton per jaar, een waarde die vooral wordt bepaald door sloopvolumes en in mindere mate door renovaties. Minerale wol blijft in dit scenario dominant, omdat de recentere gebouwen waarin meer synthetische isolatiematerialen (PUR/PIR en EPS/XPS) worden gebruikt, nog maar beperkt in aanmerking komen voor sloop of renovatie. In het D2050-scenario daarentegen stijgt de hoeveelheid isolatiemateriaal die vrijkomt aanzienlijk: van ongeveer 20 kton in 2024 tot meer dan 80 kton in 2050. Dit is een vervijfvoudiging ten opzichte van het BAU-scenario. Deze sterke toename is toe te schrijven aan de veel hogere renovatiegraad die nodig is om tegen 2050 alle woningen de vooropgestelde energetische norm te laten behalen. Bovendien verschuift in dit scenario de materiaalverhouding, waarbij het aandeel PUR/PIR en EPS/XPS duidelijk toeneemt, omdat ook meer recent gebouwde of gerenoveerde woningen opnieuw worden aangepakt.

De totale isolatiematerialenstock in het gebouwenpark neemt toe in beide scenario's, maar in D2050 aanzienlijk sterker. In dit scenario ligt de materialenstock tegen 2050 ongeveer 20% hoger dan in het BAU-scenario, met

² Onderzoek over het sluiten van de materiaalketen van minerale wol. Vercalsteren, A.; Van der Linden, A.; Gillabel, J. SuMMA, nummer 14, 2014

een bijzonder sterke groei in synthetische isolatiematerialen (PUR/PIR en EPS/XPS). Omdat voor deze materialen de recyclagecapaciteit en -technologie momenteel beperkt zijn, wijst het model op een duidelijke toekomstige uitdaging voor de afval- en recyclagesector.

Deze uitgebreide modellering toont aan dat Vlaanderen de komende decennia, ongeacht het scenario, geconfronteerd zal worden met substantiële hoeveelheden vrijkomend isolatiemateriaal (bouw- en sloopafval). Het BAU-scenario vormt een realistische ondergrens, terwijl het D2050-scenario de bovengrens aangeeft van wat mogelijk wordt bij een ambitieus renovatiebeleid. De werkelijke evolutie zal vermoedelijk ergens tussen beide liggen, maar zelfs de ondergrens vereist het tijdig anticiperen op groeiende materiaalvolumes en een veranderende samenstelling van de afvalstroom. Het SF-model biedt hiervoor een krachtige basis, niet enkel voor monitoring en prognoses, maar ook voor het onderbouwen van strategische keuzes rond circulaire economie, bouwregelgeving en investeringen in verwerkingscapaciteit.

MANAGEMENT SUMMARY

The Flemish construction sector faces a dual challenge: accelerating energy renovations to meet climate and energy targets while simultaneously addressing growing pressures on the availability and sustainable management of construction materials. In this context, VITO, commissioned by OVAM, developed a comprehensive stock-flow model (SF-model) for the residential building stock in Flanders. This model enables an integrated and reproducible assessment of the evolution of material stocks and flows over the period 1900–2050. The SF-model provides a scalable and flexible framework that can readily be extended to other material categories. This report focuses on insulation materials, distinguishing between different material types and their applications in roofs, walls, and floors.

The SF-model reconstructs and projects the evolution of the Flemish residential building stock from 1900 to 2050 based on demographic trends, household development, and housing demand. From this evolving building stock, the demolition of existing buildings and the construction of new buildings are estimated using probabilistic Weibull distributions defined by building type and age category. This approach ensures a realistic and gradual turnover of the building stock, where buildings from the same construction period are demolished over a wide range of lifetimes, rather than simultaneously. Compared to earlier models, such as the M-peil model³, this method provides a more fine-grained and dynamic representation of future building stock evolution.

The structure of the building stock forms the backbone of the model and is reconstructed starting from 1900, reflecting the long lifespan of buildings and the need to capture the long-term accumulation of material stocks. For the period from 1995 onwards, detailed Statbel data are used, with breakdowns by building type (terraced, semi-detached, detached houses, and apartments) and ten age categories. As this detailed information is not available for earlier periods, the building stock before 1995 is reconstructed using demographic developments, household numbers, trends in dwelling units, and assumptions regarding housing typology. Each construction-year cohort is modeled separately, allowing realistic differences in material use and renovation behavior to be captured over time.

In parallel with the building stock simulation, material use is linked to a building group of the same construction year cohort, which differs slightly from the building age categories. The material use estimations combine geometric data—describing the average surface areas of façades, roofs, floors, and other building elements—with reference material compositions expressed in kg/m², per building cohort. This study focuses on insulation materials, differentiating between the applications in roofs, walls, and floors. Both datasets used are derived from the M-peil model and are significantly refined for insulation materials. Insulation compositions are

³ <https://www.vlaanderen-circulair.be/nl/ce-center/27.%20Impacts%20of%20circular%20economy%20on%20climate%20targets%3A%20M-level%20in%20construction%20and%20renovation> en <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/75449>

calculated using EPB requirement tables, average thermal conductivity values, material densities, and analyses of the EPC database and a Summa⁴ study. This results in time-dependent material compositions that closely reflect actual construction and insulation practices.

Renovation represents one of the most complex and influential components of the model, as it is a major driver of insulation material flows. The SF-model distinguishes between roof, wall, and floor renovations, each with its own renovation rates and historical evolution. Renovation rates for the period 2008–2023 are based on subsidy application data, corrected for renovations carried out without subsidies. For the period 1971–2007, renovation rates are reconstructed using housing survey data, while it is assumed that no insulation was applied before 1971. The model further differentiates between first renovations and re-renovations, allowing existing insulation layers to be explicitly accounted for. For roof and floor renovations, existing insulation is assumed to be fully removed, whereas for wall renovations, insulation is retained during the first renovations but removed during re-renovations. These assumptions directly affect the calculated material inflows and outflows.

By integrating building stock dynamics, material use, and renovation processes, the SF-model quantifies the evolution of insulation material stocks in the Flemish residential building stock, as well as annual material inputs from new construction and renovations and outputs resulting from renovations and demolition. Future material flows are assessed using two scenarios: a Business as Usual (BAU) scenario, which follows the recent declining renovation trend, and a Target 2050 (D2050) scenario, in which renovation rates are increased to meet Flemish long-term energy targets for 2050 ($U_{max} 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ for roofs, walls, and floors).

Under the BAU scenario, the annual amount of insulation material released remains relatively stable at approximately 16.6 kton per year, driven mainly by demolition and to a lesser extent by renovations. Mineral wool dominates the released material flows, as buildings containing larger shares of synthetic insulation materials are still relatively young. In contrast, the D2050 scenario results in a strong increase in released insulation materials, rising from about 20 kton in 2024 to more than 80 kton in 2050—approximately a fivefold increase compared to BAU. This increase is primarily driven by the substantially higher renovation rates required to achieve the 2050 energy targets and is accompanied by a shift in material composition towards PUR/PIR and EPS/XPS.

Although the total insulation material stock increases in both scenarios, the growth is significantly stronger under D2050, where the total stock is around 20% higher by 2050 than in BAU. This growth is particularly pronounced for synthetic insulation materials, for which recycling technologies and capacities are currently limited. As such, the model highlights a substantial future challenge for the waste management and recycling sector.

⁴ Onderzoek over het sluiten van de materiaalketen van minerale wol. Vercalsteren, A.; Van der Linden, A.; Gillabel, J. SuMMA, nummer 14, 2014

Overall, the SF-model demonstrates that Flanders will face considerable quantities of released insulation materials (construction and demolition-waste) in the coming decades, regardless of the scenario considered. While the BAU scenario represents a realistic lower bound and the D2050 scenario an upper bound under an ambitious renovation policy, even the lower bound requires timely anticipation of increasing material volumes and a changing waste stream composition. The SF-model therefore provides a robust foundation not only for monitoring and forecasting material flows, but also for supporting strategic decision-making related to circular economy policies, building regulations, and investments in material processing capacity.

1 INLEIDING

De beschikbaarheid van primaire materialen staat steeds meer onder druk. Ook Vlaanderen maakt gebruik van primaire materialen via directe import en gebruik, maar ook indirect via de import van (half)afgewerkte producten. De beschikbare voorraad van een materiaal is een belangrijk element in het afwegen van duurzaamheid. Met beschikbare voorraad wordt bedoeld zowel de voorraad aan materialen in ontginbare mijnen, als de hoeveelheid materialen die recupereerbaar zijn uit de 'urban mine'. Wanneer een bepaald productie- en consumptiepatroon leidt tot een stelselmatige vermindering van de beschikbare voorraad materiaal (op nationaal niveau en zeker op wereldniveau), is er per definitie geen sprake van duurzaamheid: de productie- en consumptiepatronen gaan maar door tot wanneer de beschikbare voorraad op is. Het komt er dus op aan materiaalkringlopen zo te organiseren dat de beschikbare voorraden niet slinken.

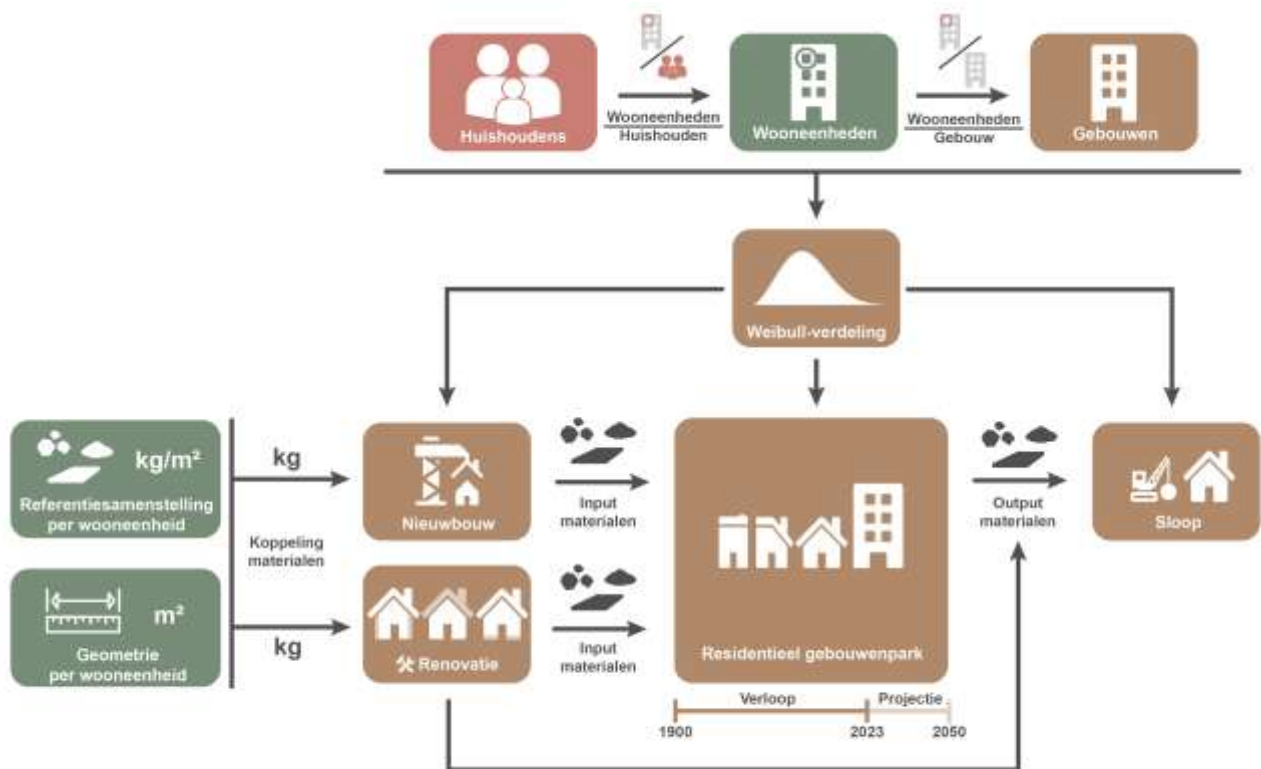
In dit onderzoek werd een model ontwikkeld dat voor een selectie van materialen kwantificeert hoeveel er hiervan in **residentiële gebouwen in Vlaanderen** vervat zitten. In dit rapport ligt de focus op **isolatiemateriaal**.

Er werd hiertoe een stapsgewijze aanpak gevolgd waarin eerst een stock flow model voor **residentiële gebouwen** (verder SF-model) werd gemaakt. Een SF-model laat toe om een inschatting te maken van de stock-opbouw van een goed, in dit geval residentiële gebouwen. Dit gebeurt op basis van de vraag naar dit goed, in combinatie met een Weibull-functie die de levensduur ervan reflecteert. Vervolgens werd hieraan een gemiddelde samenstelling gekoppeld op basis waarvan een totaal materiaalengebruik kan worden ingeschat. Het ontwikkelde model volgt een top-down benadering, waarbij het doel is inzichten te verschaffen op niveau van Vlaanderen over zowel het gebouwenpark als het hieraan verbonden materiaalengebruik.

Met het model wordt het gebruik van verschillende types isolatiemateriaal in woningen in Vlaanderen in kaart gebracht, en op basis hiervan wordt de stock bepaald. Hierbij wordt bekeken in welke gebouwonderdelen deze stocks zich bevinden. Het model verenigt verschillende aspecten van de woningbouw waarmee rekening wordt gehouden met het bouwjaar, het type woning en renovaties die doorheen de jaren plaatsvonden. Dit rapport geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten van de eerste doorrekeningen met het model.

2 BESCHRIJVING STOCK-FLOWMODEL RESIDENTIËLE GEBOUWEN

2.1 ALGEMEEN OVERZICHT & CONCEPTEN



Figuur 1: Algemeen overzicht van het SF-model waarin de opbouw van het Vlaamse residentiële gebouwenpark gekoppeld wordt met het materiaalgebruik.

Figuur 1 geeft een algemeen overzicht van het SF-model. In een eerste stap wordt de evolutie van het Vlaamse **residentiële gebouwenpark** (zie paragraaf 2.2.1 & 2.2.8) opgebouwd vertrekkende vanuit het verloop en de projectie van het aantal **huishoudens** in Vlaanderen (zie paragraaf 2.2.4). Door rekening te houden met de verhouding van het aantal wooneenheden per huishouden in Vlaanderen (zie paragraaf 2.2.5) kan de **woonbehoefte** uitgedrukt in het benodigd aantal **wooneenheden** (zie paragraaf 2.2.6) worden bepaald. De functionele eenheid van het model is het aantal **gebouwen** in het gebouwenpark. Dit wordt vervolgens bepaald door rekening te houden met de verhouding van het aantal wooneenheden per gebouw (zie paragraaf 2.2.7) in Vlaanderen. Dit laat toe om het **verloop (1900 – 2023)** en de **projectie (2024 – 2050)** van het Vlaams residentiële gebouwenpark in te schatten.

In een tweede stap wordt op basis van de evolutie van het residentiële gebouwenpark de **sloop** van bestaande gebouwen en de **bouw** van nieuwe gebouwen ingeschat. De sloop wordt ingeschat op basis van verschillende **Weibull-verdelingen** per leeftijdscategorie en per gebouwtype van de residentiële gebouwen in het gebouwenpark (zie paragraaf 2.2.2). Deze inschatting van de sloop samen met het verloop en projectie van de evolutie van het gebouwenpark laat toe om de bouw van nieuwe gebouwen in te schatten aan de hand van een iteratief proces waarbij de bouw en sloop van gebouwen ervoor zorgen dat de gewenste evolutie van het gebouwenpark bereikt wordt.

In een derde stap wordt het SF-model van residentiële gebouwen gekoppeld aan het materialengebruik. Voor dit onderzoek wordt bij de koppeling met materialen gefocust op **isolatiematerialen** toegepast in (i) daken, (ii) muren en (iii) vloeren (zie paragraaf 3.1.3). Deze koppeling resulteert uiteindelijk in de opbouw van de **stock van isolatiematerialen** in het Vlaamse residentiële gebouwenpark (zie paragraaf 3.1.5). Voor de koppeling met materialen wordt vertrokken vanuit de combinatie van **geometrische data** (zie paragraaf 3.1.2) en de **referentiesamenstelling** (zie paragraaf 3.1.2). De geometrische data beschrijven de gemiddelde oppervlakte (in m²) van elk van de elf **gebouwelementen** per type wooneenheid (gesloten, halfopen, open bebouwingen & appartementsgebouwen) en dit met een onderscheid per **leeftijdscategorie**. In totaal wordt er hierbij rekeningen gehouden met zeven verschillende leeftijdscategorieën. De referentiesamenstelling geeft de samenstelling van elk gebouwelement in verschillende **componenten** uitgedrukt in kg/m² waarbij enkel een onderscheid gemaakt wordt in de verschillende leeftijdscategorieën. Door deze combinatie kan per gebouwtype en per leeftijdscategorie een **absolute gebouwsamenstelling** gekoppeld worden aan de gebouwen in het gebouwenpark, en kan de **input en output van materialen** van het gebouwenpark bepaald worden.

De absolute gebouwsamenstelling wijzigt doorheen de tijd door het plaatsvinden van verschillende **renovaties** (zie paragraaf 3.1.4), *i.e.* dak-, muur- en vloerrenovaties. Elke renovatie zorgt eveneens voor een input en output van materialen. Door de inschatting van de evolutie van deze drie renovatiestypes (zie paragraaf 3.1.4.1) en door op dezelfde manier de koppeling te maken met materialengebruik doorheen de tijd (zie paragraaf 3.1.4.2) kan een dynamische, absolute gebouwsamenstelling bepaald worden (= stock). Deze zal ten slotte de aard en de hoeveelheid van materialen bepalen die vrijkomen ten gevolge van sloop en renovatie van gebouwen.

2.2 DATA, AANNAMES & VERGELIJKING MODELLEN

Het SF-model maakt gebruik van beschikbare gegevens, aannames en projecties om de evolutie van het **Vlaamse residentiële gebouwenpark** en daar bijhorende materialenstock te beschrijven. Het model beschrijft de evolutie van het gebouwenpark tot en met de **“huidige” situatie in 2023** (toestand op 1 januari 2023). Verder worden er projecties gemaakt over de **periode 2024 – 2050**. Het model zelf is opgebouwd in R⁵ en geeft output in verschillende Excel-bestanden.

Het SF-model laat toe inschattingen te maken over de evolutie van de materialenstock in Vlaamse residentiële gebouwen, de toekomstige vraag naar bouwmaterialen alsook de materialen die vrijkomen bij sloop en

⁵ R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

renovatie van deze gebouwen in het evoluerende gebouwenpark. Deze versie van het SF-model **focus specifiek op isolatiematerialen**, maar de koppeling met de overige bouwmaterialen gebruikt in de verschillende schildelen van de gebouwen is al ingebouwd in het model.

Dit hoofdstuk beschrijft de data en de aannames die gebruikt worden om het model op te bouwen. Verder worden telkens de gelijkenissen en verschillen met het bestaande **M-peil model**⁶ ontwikkeld door het CE Center beschreven. Het SF-model werd opgebouwd met de intentie om zoveel als mogelijk te vertrekken vanuit dezelfde aannames als het M-peil model. Een aantal aannames werden echter aangepast of verfijnd om te passen binnen het SF-model, en om toe te laten specifiek te focussen op isolatiematerialen.

2.2.1 Gebouwenpark tot 2023

Het gebouwenpark in het SF-model wordt opgebouwd op basis van de beschikbare informatie over de evolutie van het gebouwenpark doorheen de tijd (1995 – 2023) via de kadastrale statistiek van het bestand van gebouwen van Statbel⁷. Hierin wordt voor de verschillende jaren tussen 1995 – 2023 de toestand van 1 januari van dat jaar gegeven over de samenstelling van het gebouwenpark opgesplitst in verschillende bouwtypes:

- Huizen in gesloten bebouwing (GB);
- Huizen in halfopen bebouwing (HOB);
- Huizen in open bebouwing, hoeven en kastelen (OB);
- Buildings en flatgebouwen met appartementen (FLAT);
- Handelshuizen;
- Alle andere gebouwen.

Het SF-model focus uitsluitend op **residentiële gebouwen**, waardoor “handelshuizen” en “alle andere gebouwen” niet mee in beschouwing worden genomen in dit model.

Verder geeft de Statbel-data voor de jaartallen 1995 – 2015 per bouwtype een opsplitsing in aantal gebouwen in het gebouwenpark van verschillende leeftijdscategorieën:

- Aantal gebouwen opgericht voor 1900;
- Aantal gebouwen opgericht van 1900 tot 1918;
- Aantal gebouwen opgericht van 1919 tot 1945;
- Aantal gebouwen opgericht van 1946 tot 1961;
- Aantal gebouwen opgericht van 1962 tot 1970;
- Aantal gebouwen opgericht van 1971 tot 1981;
- Aantal gebouwen opgericht na 1981.

Voor de jaartallen 2016 – 2023 zijn volgende bijkomende leeftijdscategorieën ter beschikking in de Stabel-data in aanvulling van bovenstaande categorieën:

- Aantal gebouwen opgericht van 1982 tot 1991;
- Aantal gebouwen opgericht van 1992 tot 2001;

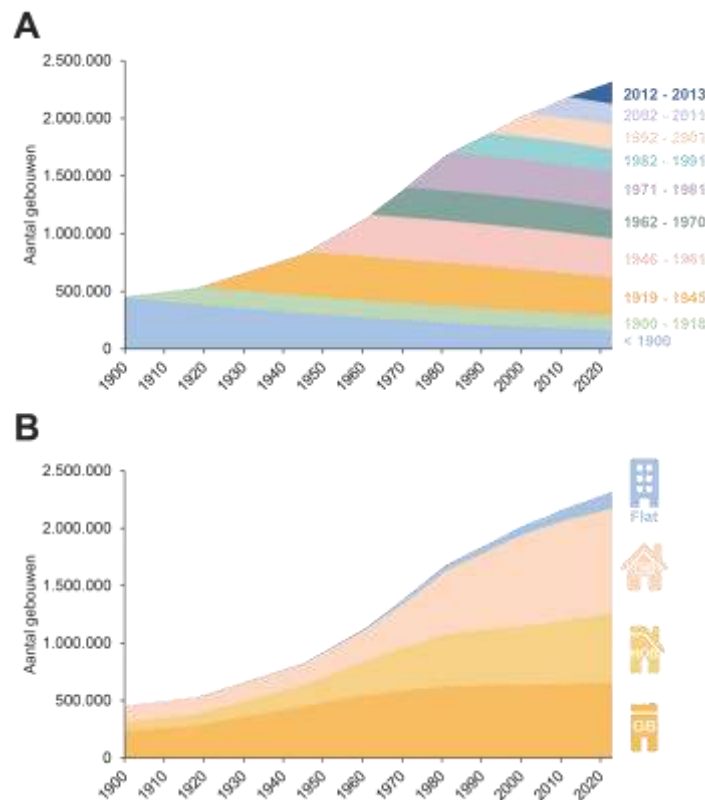
⁶ <https://www.vlaanderen-circulair.be/nl/ce-center/27.%20Impacts%20of%20circular%20economy%20on%20climate%20targets%3A%20M-level%20in%20construction%20and%20renovation> en <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/75449>

⁷ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bouwen-wonen/gebouwenpark>

- Aantal gebouwen opgericht van 2002 tot 2011;
- Aantal gebouwen opgericht na 2011.

Dit aantal gebouwen per leeftijdscategorie wordt gebruikt om de sloop van gebouwen per leeftijdscategorie in te schatten (zie paragraaf 2.2.2) waarbij het SF-model de evolutie van het gebouwenpark (de bouw en sloop van residentiële gebouwen) voor elk bouwjaar afzonderlijk berekent. Dit verschilt met het M-peil model dat rekent met aantallen gesloopte gebouwen per leeftijdscategorie dat bepaald wordt als een vast percentage van de vraag naar nieuwe gebouwen.

Door de lange levensduur van Vlaamse residentiële gebouwen wordt de evolutie van het gebouwenpark opgebouwd vanaf 1899. Dit is noodzakelijk om de materialenstock dynamisch op te bouwen in het SF-model. Voor de jaren 1899-1994 zijn de gebouwaantallen echter niet beschikbaar in Statbel. Daarom worden de gebouwaantallen voor deze jaren ingeschat op basis van de evolutie van het aantal huishoudens (zie paragrafen 2.2.2 - 2.2.5). Figuur 2 geeft een overzicht van de evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark opgesplitst in (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes.



Figuur 2: Evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark tussen 1900 - 2023 in het SF-model opgesplitst in (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes.

2.2.2 Inschatting van de sloop van residentiële gebouwen

In het SF-model wordt de sloop van gebouwen per bouwjaar ingeschat op basis van een **Weibull-verdeling** (Vergelijking 1). Dit is een kansverdeling die vaak wordt gebruikt in betrouwbaarheidsanalyse en levensduurmodellering van producten of systemen:

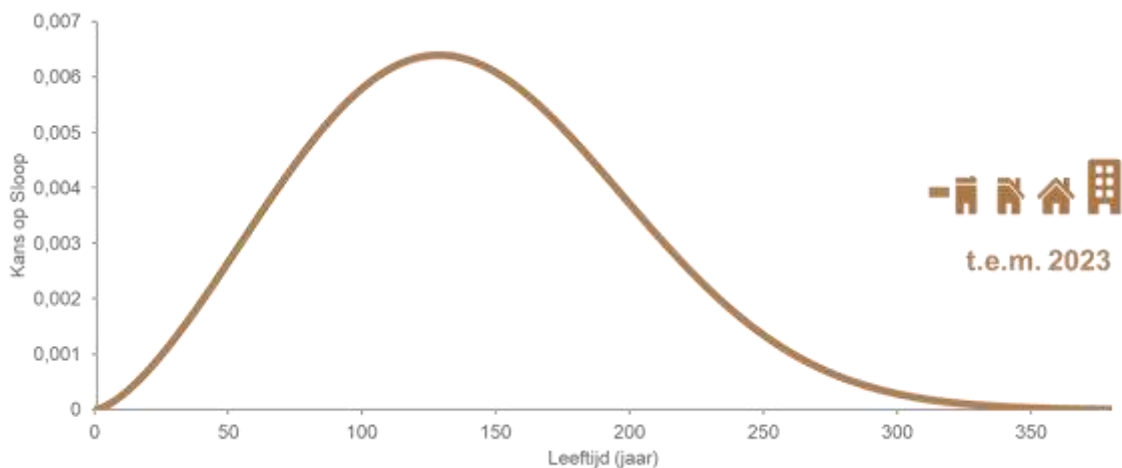
$$f(t; \lambda, k) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k}, t \geq 0 \quad (1)$$

Met:

- $\lambda > 0$ de schaalparameter;
- $k > 0$ de vormparameter;
- $t \geq 0$ tijd.

Concreet gaat het model voor de gebouwen per bouwjaar op basis van deze kansverdeling inschatten wanneer deze gesloopt gaan worden. Hierdoor worden gebouwen die gebouwd worden in een bepaald bouwjaar niet op éénzelfde moment gesloopt, maar wordt de sloop verspreid over een lange periode met een hogere kans rond gemiddelde levensduur en een lagere kans rond de extremen. Deze aanpak verschilt met de aanpak van het M-peil model waar de sloop wordt ingeschat op basis van een vast percentage van de vraag naar nieuwe gebouwen. Deze aanpassing van aanpak is inherent aan de SF-modellering die hier gevolgd wordt.

Figuur 3 geeft de Weibull-verdeling weer voor de gemiddelde bebouwing in Vlaanderen.



Figuur 3: Weibull-verdeling voor gemiddelde bebouwing in Vlaanderen

Sloop per bouwtype en per leeftijdscategorie

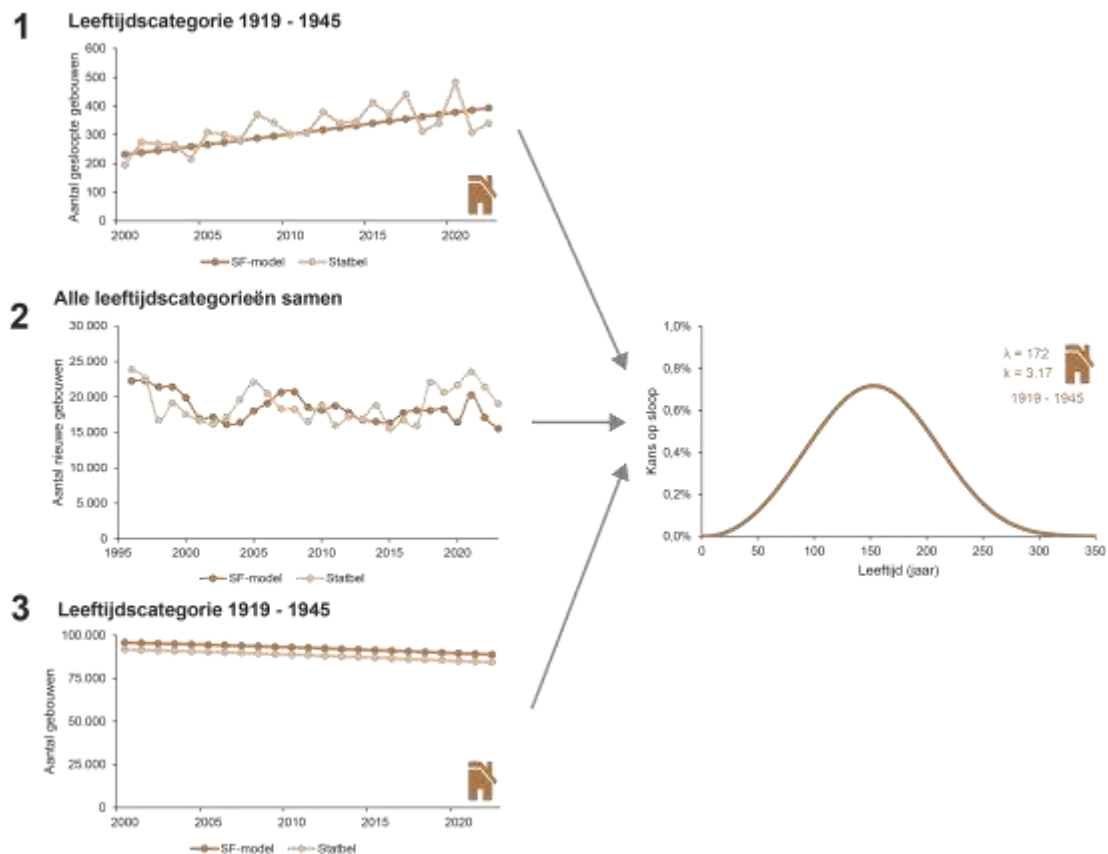
Op basis van de analyse van de Statbel-data werd duidelijk dat het aantal gebouwen dat per jaar verdwijnt **verschilt per bouwtype en per leeftijdscategorie**. Daarom werden er Weibull-verdelingen met elk hun eigen schaal- en vormparameter bepaald voor elke combinatie van bouwtype en leeftijdscategorie ($n = 40$ combinaties). Voor de leeftijdscategorieën 2002 – 2011 en 2013 – 2023 was er onvoldoende geschikte data om een Weibull-verdeling te kunnen inschatten. Daarom werd voor deze leeftijdscategorieën de verdeling gelijkgesteld aan deze van de laatst beschikbare leeftijdscategorie, *i.e.* 1992 – 2001.

Concreet werden de Weibull-parameters ingeschat door de sloop van gebouwen per bouwtype en per leeftijdscategorie. Dit gebeurde op basis van de Statbel-data waarbij de afname in aantal gebouwen tussen twee opeenvolgende jaartallen werd berekend voor de gehele periode tussen 1995 – 2023. Voor deze curve werd vervolgens een Weibull-verdeling bepaald. Via een iteratief proces werden de schaal- en vormparameters verfijnd door volgende drie zaken te balanceren (zie ook Figuur 4):

1. De aangepaste schaal- en vormparameters zorgen ervoor dat de curve van de Weibull-verdeling zo dicht mogelijk aansluit bij de benadering van de sloop op basis van de Statbel-data.
2. De parameters werden zo gekozen dat de inschatting van het aantal nieuwgebouwde gebouwen zo dicht als mogelijk in de buurt komt van het aantal nieuwbouwvergunningen in de periode 1996 – 2023 (Statbel⁸). Deze data zijn enkel beschikbaar voor het totaal van residentiële gebouwen.
3. Voor elke gekozen set aan schaal- en vormparameters werd het aantal gebouwen per leeftijdscategorie in de periode 1995 – 2023 berekend en vergeleken met de aantallen in Statbel. Hierbij werd ernaar gestreefd dat het verschil in aantallen over alle categorieën en jaartallen heen zo klein mogelijk was.

De vastgelegde Weibull-verdelingen (zie Tabel 1) worden constant gehouden over de gehele periode 1900 – 2050. Aangezien deze Weibull-verdelingen gebaseerd zijn op historische data houden ze impliciet al rekening met de invloed van reeds plaatsgevonden renovaties op de levensduur van gebouwen. Bovendien zullen er steeds gebouwen zijn waarvoor renovatie economisch of technisch niet zinvol is, en die daarom gesloopt worden. Daardoor kan verwacht worden dat deze slooptrend zich blijft voortzetten onafhankelijk van het scenario (zie Hoofdstuk 4), zij het met verschuivingen in het tijdstip waarop renovaties plaatsvinden.

⁸ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bouwen-wonen/bouwvergunningen#figures>



Figuur 4: Schematische weergave van het principe van iteratieve aanpak voor bepalen van schaal- en vorm parameters per bouwtype en per leeftijdscategorie voor Vlaamse residentiële gebouwen.

Sloop appartementsgebouwen

De sloop van appartementsgebouwen kan niet becijferd worden volgens deze aanpak omdat het aantal appartementsgebouwen tussen opeenvolgende jaren in de Statbel-data vaak toeneemt, wat er op wijst dat er een functiewijziging heeft plaatsgevonden waarbij bestaande klassieke woningen (GB, HOB, OB & andere type gebouwen) omgezet zijn naar appartementsgebouwen. Daarom wordt in dit model de sloop van appartementsgebouwen becijferd op basis van de **Weibull-verdeling voor open bebouwingen**. Uit de analyse blijkt dat open bebouwingen sneller gesloopt worden dan gesloten en halfopen bebouwingen. Door deze functiewissel (aantal GB, HOB, OB dat omgezet wordt naar appartementen) wordt de sloop van de klassieke woningen (GB, HOB & OB) licht overschat, al is dit vrij beperkt doordat het aantal appartementsgebouwen aanzienlijk lager is dan het aantal andere type gebouwen (zie ook Figuur 2).

Tabel 1 geeft het overzicht van de schaal- en vormparameters die toegepast worden in het SF-model om de sloop van Vlaamse residentiële gebouwen in te schatten per bouwtype en per leeftijdscategorie.

Tabel 1: Overzicht van toegepaste schaal- en vormparameters voor de Weibull-verdelingen ter inschatting van de sloop per gebouwtype en per leeftijdscategorie.

Leeftijdscategorie	Gesloten		Halfopen		Open		Appartement	
	λ	k	λ	k	λ	k	λ	k
< 1900	/	/	/	/	/	/	/	/
1900 – 1918	210	2,78	172	3,17	143	3,10	143	3,10
1919 – 1945	240	2,29	172	3,17	127	3,85	127	3,85
1946 – 1961	160	3,25	172	3,17	115	4,22	115	4,22
1962 – 1970	161	3,10	172	3,17	127	3,85	127	3,85
1971 – 1981	125	3,88	145	3,67	127	3,85	127	3,85
1982 – 1991	212	2,81	200	3,17	135	3,85	135	3,85
1992 – 2001	216	2,78	200	3,17	169	3,50	169	3,50
2002 – 2011	216	2,78	200	3,17	145	3,85	145	3,85
2022 - 2023	216	2,78	200	3,17	145	3,85	145	3,85
2024 - 2050	216	2,78	200	3,17	145	3,85	145	3,85

Sloop van gebouwen gebouwd voor 1900

Omdat er geen informatie is over het **specifieke bouwjaar** van de gebouwen die gebouwd werden voor 1900 kan de sloop niet ingeschat worden op basis van een Weibull-verdeling. Voor deze leeftijdscategorie werd de sloop ingeschat op basis van de beschikbare data in Statbel en gevalideerd op basis van een benadering van de woonbehoefte in de periode 1846 – 2023 gebruikmakende van:

- De loop van de bevolking in Vlaanderen⁹
- Het aantal personen per huishouden in Vlaanderen/België^{10,11}
- Het aantal wooneenheden per huishouden¹²

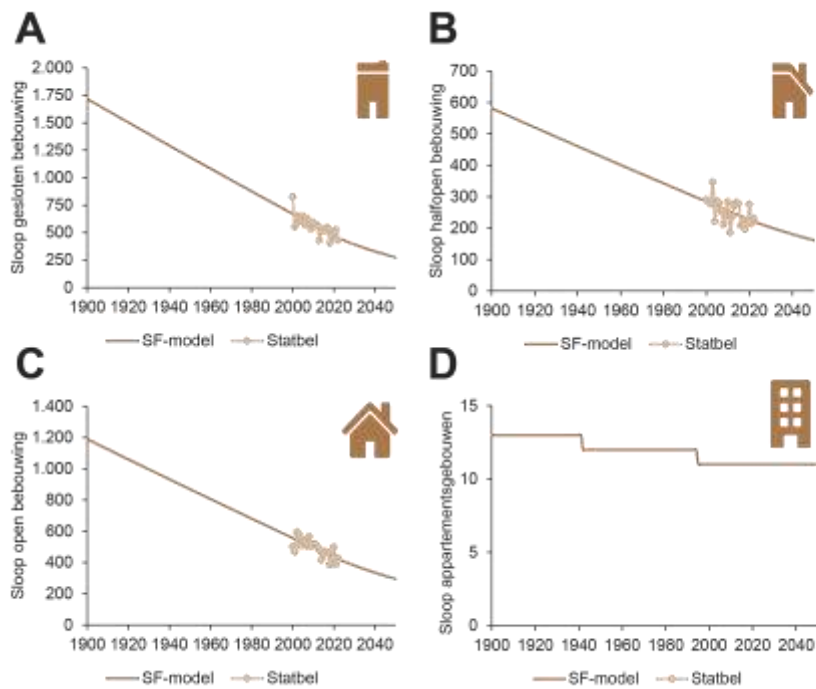
⁹ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bevolking/structuur-van-de-bevolking#figures>

¹⁰ [Bevolkingsvooruitzichten | Statbel](https://statbel.fgov.be/nl/themas/bevolking/structuur-van-de-bevolking#figures)

¹¹ https://doc.statbel.fgov.be/publications/S210.A3/S210.A3N_Volkstelling_1981_Gezin_Deel_06-A.pdf

¹² <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bouwen-wonen/gebouwenpark>

Op basis van deze analyse werd de sloop per gebouwtype voor de leeftijdscategorie <1900 ingeschat op basis van een **logaritmische trend** (Figuur 5). Ook hier werd voor appartementsgebouwen de sloop benaderd op basis van de trend van open bebouwingen.



Figuur 5: Inschatting van de sloop van (A) gesloten bebouwing, (B) halfopen bebouwing, (C) open bebouwing en (D) Appartementsgebouwen in de leeftijdscategorie <1900 over de periode 1900 – 2023.

Gemiddelde leeftijd van gesloopte gebouwen

Op basis van deze inschattingen en aannames voor de sloop van residentiële gebouwen kan de gemiddelde leeftijd van gebouwen bij sloop bepaald worden. Tabel 2 geeft een overzicht van de gemiddelde leeftijd bij sloop van gebouwen voor de jaartallen 1975, 2000, 2025 en 2050. De leeftijd van gebouwen die gebouwd werden voor 1900 werd steeds bepaald op het jaar 1899 omdat het exacte bouwjaar van deze gebouwen niet gekend is. Daardoor worden onderstaande gemiddelde leeftijden licht onderschat aangezien de gebouwen uit deze leeftijdscategoriemogelijk nog ouder zijn dan 1899. Door de lange levensduur van gebouwen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark neemt de gemiddelde leeftijd van gesloopte gebouwen met de jaren toe omdat de gemiddelde leeftijd van gebouwen in het gebouwenpark toeneemt.

Tabel 2: Gemiddelde leeftijd van gebouwen die gesloopt worden in de jaartallen 1975, 2000, 2025 en 2050.

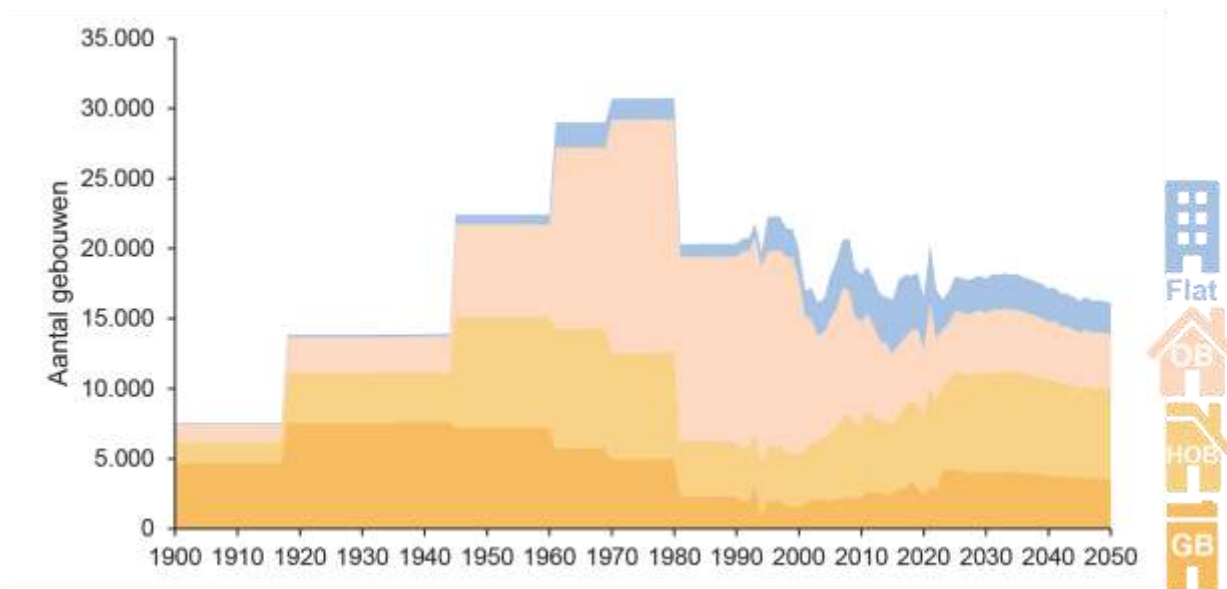
gebouwtype	1975	2000	2025	2050
Gesloten bebouwing	69	84	96	110
Halfopen bebouwing	67	77	89	103
Open bebouwing	71	78	82	93
Appartementsgebouw	49	52	59	68

2.2.3 Bouw van nieuwe residentiële gebouwen

Op basis van het gewenste gebouwenpark dat dient bereikt te worden (gegevens Statbel over het gebouwenpark, zie ook paragraaf 2.2.1) en de inschatting van de sloop van residentiële gebouwen (paragraaf 2.2.2) kan de bouw van nieuwe residentiële gebouwen berekend worden via het iteratief proces zoals al beschreven in paragraaf 2.2.2 (Figuur 4). Na het vastleggen van een nieuwe set Weibull-verdelingen wordt op basis van het gewenste gebouwenpark de bouw van nieuwe gebouwen telkens opnieuw berekend (Vergelijking 2):

$$Bouw_{jaar\ x} = Park_{jaar\ x} - Park_{jaar\ x-1} + Sloop_{jaar\ x} \quad (2)$$

Een iteratief proces is noodzakelijk omdat de bouw van nieuwe gebouwen wordt beïnvloed door de hoeveelheid gesloopte gebouwen om het gewenste aantal in het gebouwenpark te bereiken. Als de sloop toeneemt zal er meer bijgebouwd moeten worden om het gewenste park te bereiken. Figuur 6 geeft een overzicht van de inschatting van de bouw van nieuwe residentiële gebouwen per bouwtype. Omdat voor de periode 1900 – 1980 geen informatie beschikbaar is over het exacte bouwjaar werd de toename van gebouwen gelijk verdeeld over de respectievelijke leeftijdscategorie.



Figuur 6: De evolutie van de bouw van nieuwe residentiële gebouwen per bouwtype tussen 1900 – 2050.

2.2.4 Aantal huishoudens

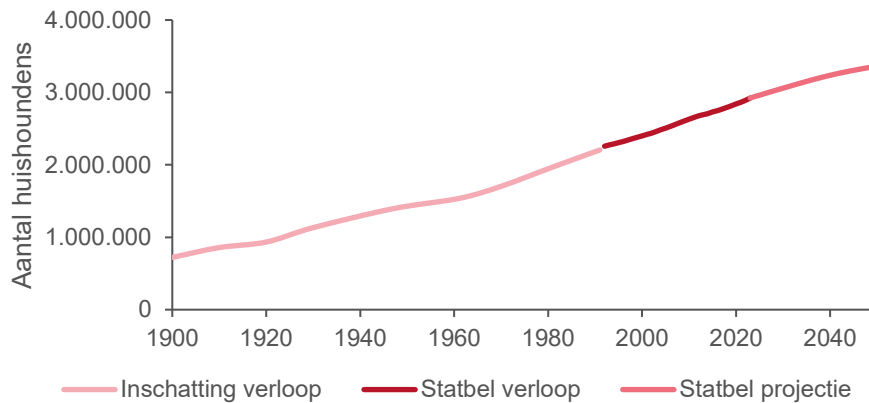
De woonbehoefte wordt ingeschat op basis van **het verloop en de projectie van het aantal huishoudens** in Vlaanderen. Deze informatie is beschikbaar via Statbel. Het aantal huishoudens in de periode 1900 – 1991 werd ingeschat op basis van de loop van het bevolkingsaantal in Vlaanderen¹³ en het aantal personen per huishouden in Vlaanderen/België^{14,15}. Data voor ontbrekende jaartallen werden lineair geïnterpoleerd. Voor de periode 1991 – 2023 zijn deze gegevens rechtstreeks beschikbaar¹⁶ en voor de periode 2023 - 2050 werd de Statbel projectie gebruik die een raming bevat van het aantal huishoudens in Vlaanderen tot 2071. Belangrijk hierbij is dat de prognoses wijzen op een vertraging van de groei in het aantal huishoudens. Dit betekent dat de relatieve toename van de woonbehoefte naar verwachting aanzienlijk lager zal liggen in de toekomst dan de huidige toename. Figuur 7 geeft een overzicht van de evolutie van het aantal huishoudens in Vlaanderen.

¹³ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bevolking/structuur-van-de-bevolking#figures>

¹⁴ [Bevolkingsvooruitzichten | Statbel](#)

¹⁵ https://doc.statbel.fgov.be/publications/S210.A3/S210.A3N_Volkstelling_1981_Gezin_Deel_06-A.pdf

¹⁶ [Huishoudens | Statbel](#)



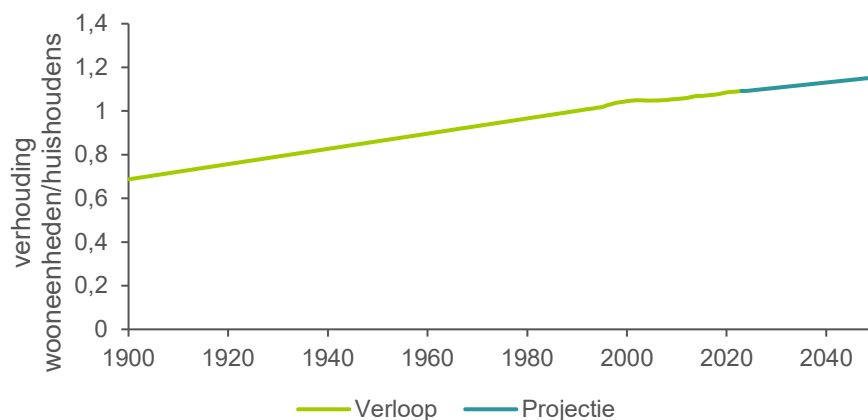
Figuur 7: Het verloop en de projectie van het aantal huishoudens in Vlaanderen.

2.2.5 Wooneenheden versus huishoudens

Door het aantal wooneenheden ten opzichte van het aantal huishoudens te bepalen, wordt duidelijk dat er momenteel meer wooneenheden zijn dan huishoudens. In de studie 'waar woont de Vlaming in 2035'¹⁷ werden het aantal woningen met domicilie versus het totaal woningbestand gekwantificeerd. Hieruit bleek dat in de meeste kustgemeenten de verhouding boven 100% is. Dit betekent dat er in deze gemeenten meer niet-gedomicilieerde wooneenheden zijn dan ingeschreven huishoudens. Verder zijn het studentensteden (Gent en Leuven) en een aantal landelijke gemeenten met, naar schatting, veel vakantieverblijven die hogere verhoudingen optekenen. Dit kan erop wijzen dat deze hogere behoefte het gevolg is van tweede verblijven zoals studentenhuisvesting en vakantieverblijven. Er werden geen onderzoeken gevonden die een duidelijk beeld geven van de situatie van deze (bij het kadaster gekende) woningen.

De informatie over het aantal wooneenheden is ter beschikking voor de periode 1995 – 2023 via Statbel. De trend in deze periode wordt gebruikt om het verloop in te schatten voor de periode 1900 – 2023 en om de projectie in te schatten voor de periode 2024 – 2050. Hierin verschilt de aanpak met het M-peil model waarbij deze verhouding in de projectie naar de toekomst constant gehouden wordt. Dit heeft impact op de omvang van de woonbehoefte en vervolgens op de bouw van nieuwe gebouwen. Figuur 8 geeft een overzicht van het verloop en de projectie van de verhouding van het aantal wooneenheden en het aantal huishoudens.

¹⁷ https://archieff.algemeen.omgeving.vlaanderen.be/xmlui/bitstream/handle/acd/833499/waar_woont_vlaming_in_2035.pdf



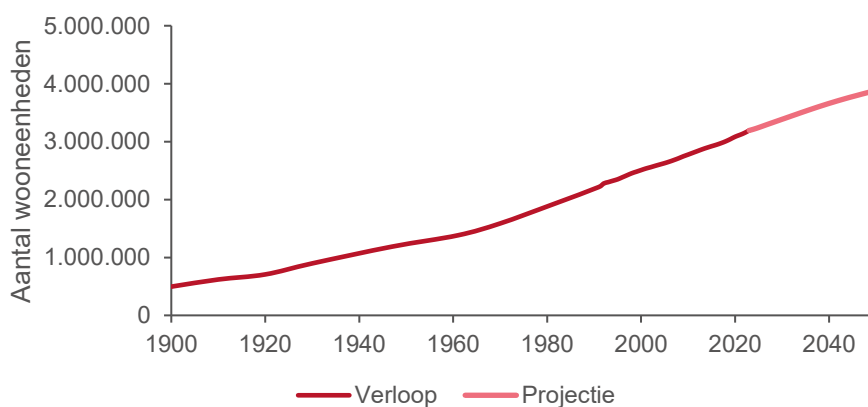
Figuur 8: Verloop en projectie van de verhouding van het aantal wooneenheden en het aantal huishoudens in Vlaanderen.

2.2.6 Aantal wooneenheden

Het totaal aantal woonheden wordt berekend door het aantal huishoudens te vermenigvuldigen met het aantal wooneenheden dat wordt gebruikt per huishouden (Vergelijking 3):

$$Totaal\ aantal\ wooneenheden_{jaar\ x} = Aantal\ huishoudens_{jaar\ x} \times \frac{wooneenheden}{huishoudens_{jaar\ x}} \quad (3)$$

Figuur 9 geeft een overzicht van het verloop en projectie van het aantal wooneenheden.



Figuur 9: Verloop en projectie van het totaal aantal wooneenheden in Vlaanderen.

Dit totaal aantal wooneenheden wordt vervolgens vertaald naar het aantal wooneenheden per bouwtype door het totaal aantal wooneenheden te vermenigvuldigen met het aandeel van de verschillende bouwtypes (Vergelijking 4).

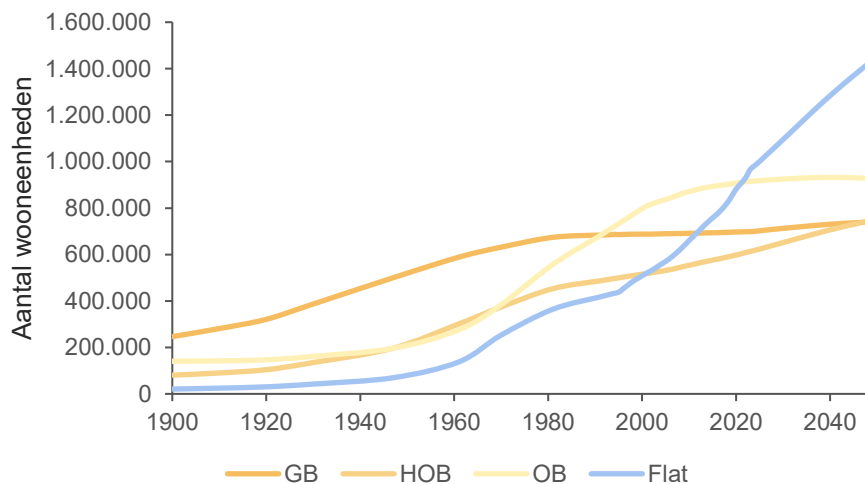
$$Aantal\ wooneenheden_{jaar\ x \sim\ bouwtype\ a} = Totaal\ aantal\ wooneenheden_{jaar\ x} \times Aandeel\ bouwtype\ a_{jaar\ x} \quad (4)$$

Er werd hiervoor gebruik gemaakt van de volgende gegevens en aannames:

- Deze opdeling is beschikbaar voor de periode 1995 – 2023 in de data van Statbel¹⁸;
- Voor de periode 1900 – 1994 werd de trend van de evolutie van de verdelingen van het gebouwenpark in 1995 - 2023 doorgetrokken;
- Voor de projectie in de periode 2024 – 2050 veronderstellen we dat de verdeling bij de bouw van nieuwe woningen constant blijft en dat deze gelijk is aan die van 2023:
 - o Aandeel wooneenheden bij nieuwbouw gesloten bebouwing: 10,4%
 - o Aandeel wooneenheden bij nieuwbouw halfopen bebouwing: 18,8%
 - o Aandeel wooneenheden bij nieuwbouw openbebouwing: 11,8%
 - o Aandeel wooneenheden bij nieuwbouw appartementsgebouwen: 59,0%

Noot: Deze aanname sluit aan bij M-peil model. De verhouding in het park zelf blijft niet constant maar wel de onderlinge verdeling van de bouw van nieuwe gebouwen.

Figuur 10 geeft een overzicht van de evolutie van het totaal aantal wooneenheden per bouwtype in Vlaanderen.

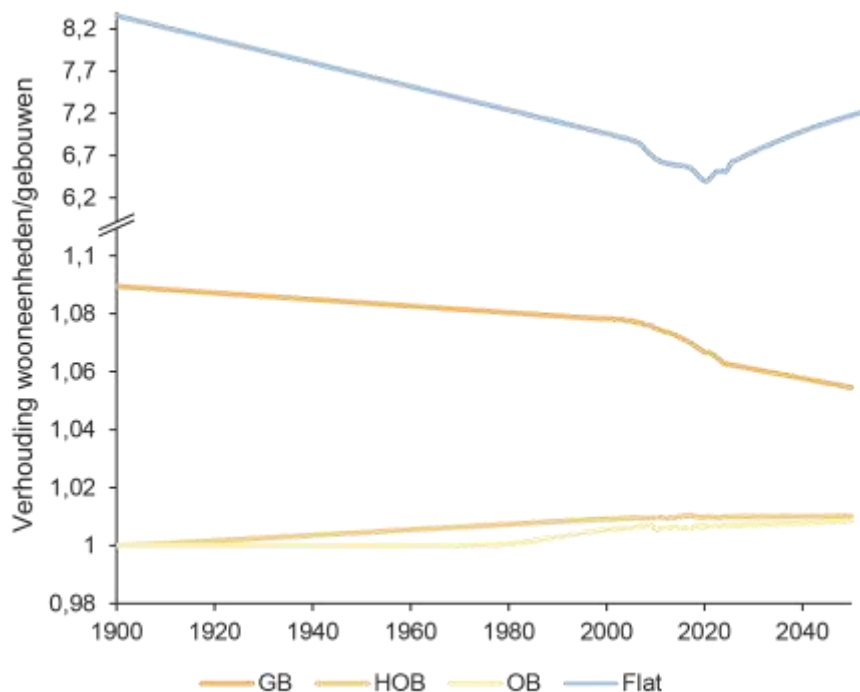


Figuur 10: Evolutie van het aantal wooneenheden per bouwtype in Vlaanderen.

¹⁸ <https://statbel.fgov.be/nl/themas/bouwen-wonen/gebouwenpark>

2.2.7 Wooneenheden versus aantal gebouwen

Door de Statbel-data van het aantal wooneenheden uit te zetten in functie van het aantal gebouwen per gebouwtype wordt duidelijk dat er meer wooneenheden zijn dan gebouwen. Dit geldt niet enkel voor appartementsgebouwen, maar eveneens voor de andere gebouwtypes. Deze informatie over het aantal wooneenheden is ter beschikking voor de periode 1995 – 2023 via Statbel. De trend in deze periode wordt gebruikt om het verloop in te schatten voor de periode 1900 – 1994 en om de projectie in te schatten voor de periode 2024 – 2050 waarbij vermeden wordt dat deze verhouding voor nieuwe gebouwen onder één zakt (minder dan één wooneenheid per gebouw is niet mogelijk). Hierin verschilt de aanpak met het M-peil model waarbij deze verhouding in de projectie naar de toekomst gebaseerd is op een voortschrijdend gemiddelde. Voor de projectie van het aantal wooneenheden per appartementsgebouw wordt in het SF-model verondersteld dat de appartementsgebouwen die gebouwd worden in de periode 2024 – 2050 een vast gemiddeld aantal wooneenheden heeft, *i.e.* 8,88. Dit komt overeen met de aanname in het M-peil model. Figuur 11 geeft het verloop en de projectie van de verhouding tussen het aantal wooneenheden en het aantal gebouwen per gebouwtype.



Figuur 11: Evolutie van de verhouding tussen het aantal wooneenheden en het aantal gebouwen per gebouwtype in het Vlaamse gebouwenpark.

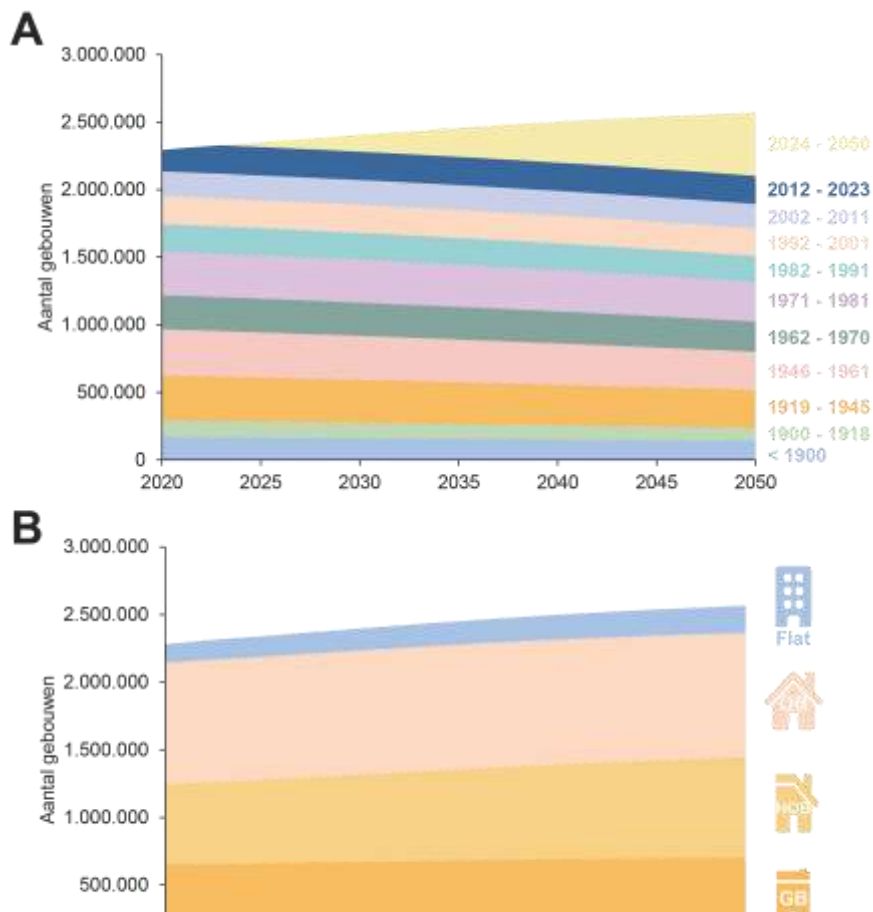
2.2.8 Gebouwenpark vanaf 2024 tot 2050

Om een beeld te krijgen van het gebouwenpark tot 2050, worden er projecties gemaakt voor de **evolutie van het residentiële gebouwenpark**. Aangezien de sloop bepaald wordt door de Weibull-verdeling en de bouw van

nieuwe gebouwen bepaald wordt door het gebouwenpark en de sloop, is het voldoende om enkel een projectie van het gebouwenpark te maken. Er wordt hierbij vertrokken vanuit hetzelfde principe als het M-peil model: het aantal wooneenheden van elk bouwtype wordt bepaald op basis van de evolutie van het aantal huishoudens én het aantal wooneenheden per bouwtype (zie paragraaf 2.2.6). Deze nood aan wooneenheden (woonbehoefte) wordt omgerekend naar het aantal gebouwen op basis van de verhouding van wooneenheden versus gebouwen per bouwtype (zie paragraaf 2.2.7; Vergelijking 5).

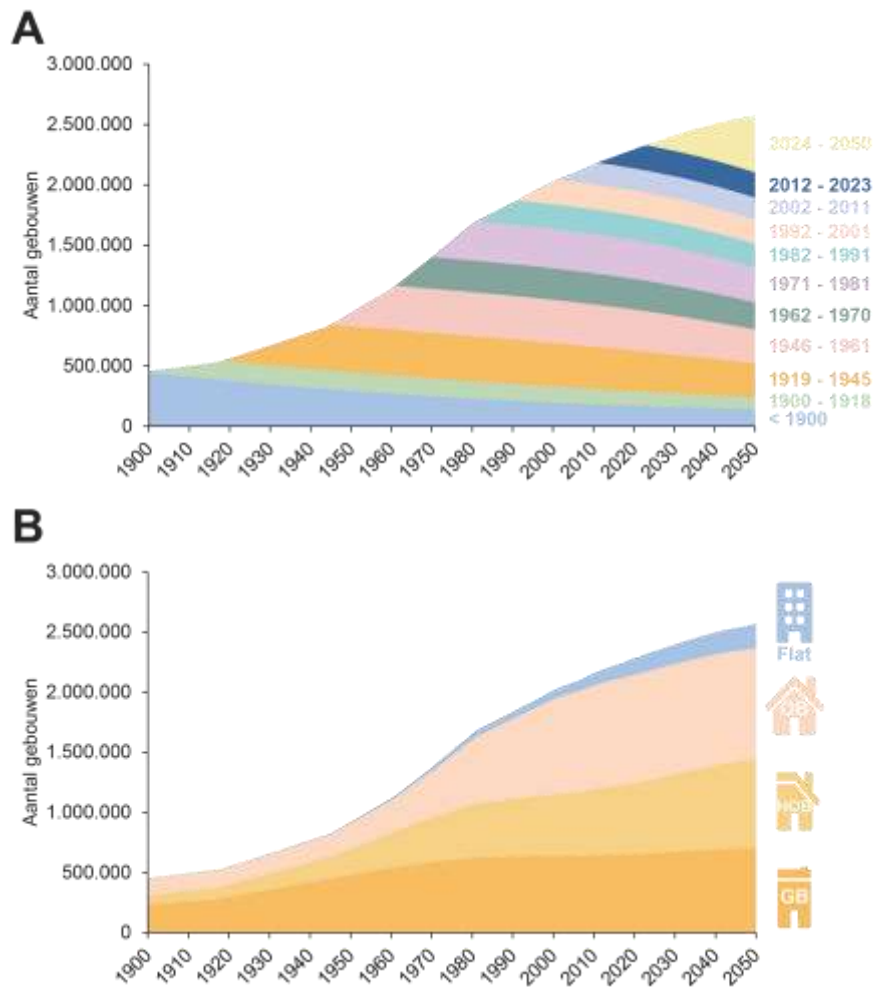
$$Aantal\ gebouwen_{jaar\ x} = Aantal\ wooneenheden_{jaar\ x} \frac{wooneenheden}{gebouwen}_{jaar\ x} \quad (5)$$

Figuur 12 geeft een overzicht van de evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark opgesplitst in (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes voor de periode 2020 - 2050.



Figuur 12: Evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark tussen 2020 - 2050 in het SF-model opgesplitst in (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes.

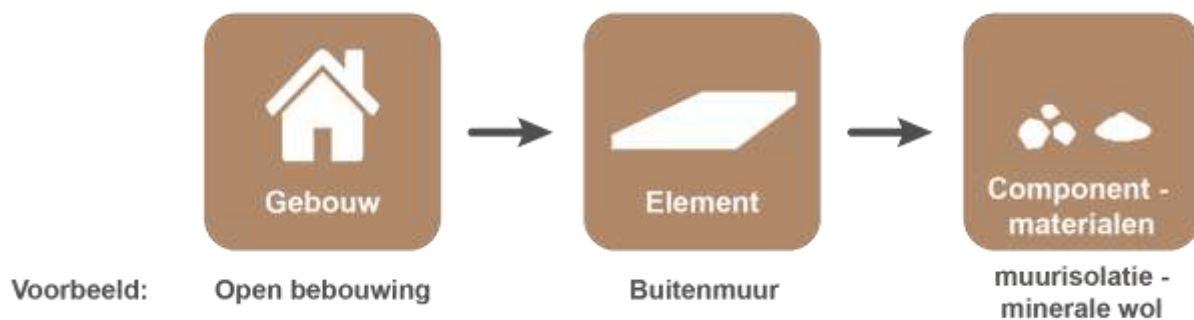
Figuur 13 brengt de data en inschattingen over de evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark uit paragraaf 2.2.1 en 2.2.8 samen met een opsplitsing voor (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes over de volledige periode 1900 - 2050.



Figuur 13: Evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark tussen 1900 - 2050 in het SF-model opgesplitst in (A) de verschillende leeftijdscategorieën en (B) verschillende bouwtypes.

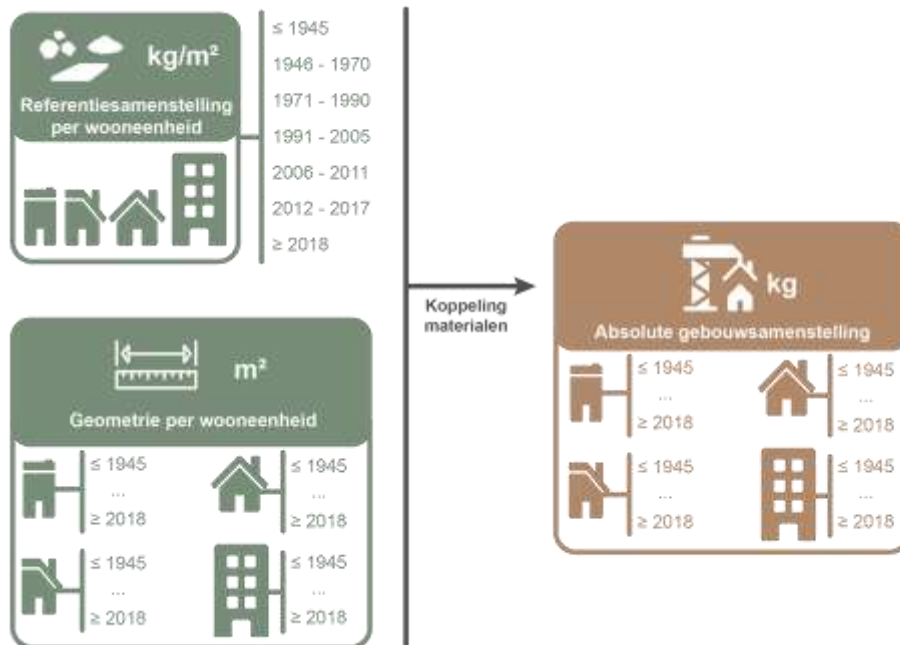
3 KOPPELING STOCK-FLOWMODEL RESIDENTIËLE GEBOUWEN MET MATERIALENGEBRUIK

In het SF-model residentiële gebouwen wordt voor het gebouwenpark een koppeling gemaakt met materiaalengebruik. Deze koppeling laat toe om een inschatting te maken van zowel de stock aan materialen alsook de hoeveelheid materiaal die nodig is voor de bouw en renovatie, en die vrij kan komen bij sloop en renovatie van residentiële gebouwen. Elk element bestaat uit één of meerdere componenten die bestaan uit één of meerdere materialen waarvan de samenstelling kan wijzigen in functie van de leeftijdscategorieën (Figuur 14).



Figuur 14: Schematische weergaven van de opdeling van gebouwen in elementen en componenten met materialen.

Er wordt hiertoe gebruik gemaakt van enerzijds geometrische data (uitgedrukt in m^2) (zie paragraaf 3.1.1) en een referentiesamenstelling (in kg/m^2) (zie paragraaf 3.1.2) voor elk van de bouwtypes en bouwperiodes. Deze worden vermenigvuldigd om tot een **absolute materiaalsamenstelling** te komen uitgedrukt in kg (Figuur 15) per type gebouw per bouwperiode.



Figuur 15: Schematische weergave van de koppeling met materialen per bouwtype vertrekkende van een algemene referentiesamenstelling (kg/m^2) en de geometrische data (m^2) tot de absolute gebouwsamenstelling per bouwtype en per leeftijdscategorie (kg).

3.1.1 Geometrische data

Elk bouwtype is opgedeeld in hetzelfde aantal bouwelementen. Er wordt hierbij enkel naar de gebouwschil gekeken. In totaal worden **er elf verschillende elementen onderscheiden**:

- Zadeldak;
- Plat dak;
- Buitenmuur;
- Buitendeur;
- Ramen hout;
- Ramen aluminium;
- Ramen PVC;
- Binnenmuur (draagmuur);
- Binnenmuur (geen draagmuur);
- Vloer op begane grond;
- Verdiepingsvloer.

Dit zijn dezelfde elementen als in het M-peil model, met het verschil dat er hier een opdeling gemaakt wordt voor de ramen per type materiaal. De geometrische data beschrijven de gemiddelde oppervlakte van elk van

deze elementen per bouwtype (GB, HOB, OB & appartementsgebouwen). Naast het bouwtype wordt voor elk van deze gebouwen verder nog een onderscheid gemaakt in functie van de bouwperiode. Deze verschillen van deze voor de inschatting van het SF-model omdat deze gebaseerd zijn op de onderscheiden periodes (cfr. TABULA-project¹⁹) die eveneens in het M-peil model gehanteerd worden (Tabel 3). De geometrische data zijn bijgevolg dezelfde als deze die in het M-peil model worden gebruikt. Aangezien in het SF-model de bouw en sloop gebeurt op het niveau van bouwjaar (en niet op basis van bouwperiode) heeft dit verschil in bouwperiodes geen impact.

In het SF-model wordt op vlak van geometrieën en de koppeling met materialen een onderscheid gemaakt tussen **28 bouwtypes**. Tabel 3 geeft een overzicht van de toegepaste geometrieën voor elk van deze bouwtypes op de vier elementen die relevant zijn binnen de focus van isolatiematerialen: zadeldak, plat dak, buitenmuur en vloer op begane grond. De geometrieën voor flatgebouwen worden steeds weergegeven op het niveau van één wooneenheid. Op deze manier kan de totale geometrie van een appartementsgebouw voor elk bouwjaar berekend worden door deze geometrieën te vermenigvuldigen met het aantal wooneenheden in dat bouwjaar. In het SF-model wordt er geen onderscheid gemaakt tussen ingesloten en randwooneenheden in een appartementsgebouw. Voor vloerisolatie wordt de focus gelegd op de “vloer op begane grond” aangezien deze hoofdzakelijk vloerisolatie bevat in residentiële woningen (incl. boven kelderruimtes). Deze aanname volgt uit het M-peil model. Er is geen bijkomende informatie beschikbaar om een verder opdeling te maken. Het is mogelijk dat in sommige gebouwen eveneens vloerisolatie aanwezig is in verdiepingvloeren, welke we niet vatten met dit model.

Tabel 3: Overzicht van relevante geometrische data in m² voor de verschillende bouwtypes en bouwperiodes.

Bouwperiode	Element	GB	HOB	OB	Flat (Wooneenheid)
≤ 1945	Buitenmuur	92,0	158,2	228,9	17,9
≤ 1945	Plat dak	45,6	60,7	80,2	14,5
≤ 1945	Vloer (begane grond)	41,4	61,9	87,3	10,4
≤ 1945	Zadeldak	44,4	59,2	78,2	14,2
1946-1970	Buitenmuur	79,1	133,1	183,0	17,9
1946-1970	Plat dak	47,1	52,6	82,1	14,9
1946-1970	Vloer (begane grond)	35,7	43,7	56,3	11,4
1946-1970	Zadeldak	43,7	48,8	76,1	13,8
1971-1990	Buitenmuur	70,1	122,9	159,4	17,9
1971-1990	Plat dak	26,6	36,8	57,6	7,7

¹⁹ <http://episcopus.eu/iee-project/tabula/>

1971-1990	Vloer (begane grond)	34,9	52,5	54,8	11,9
1971-1990	Zadeldak	52,0	71,7	112,4	19,0
1991-2005	Buitenmuur	75,2	121,4	183,4	17,9
1991-2005	Plat dak	27,1	42,0	54,2	9,6
1991-2005	Vloer (begane grond)	37,9	65,7	50,7	13,8
1991-2005	Zadeldak	53,8	83,2	107,4	19,1
2006-2011	Buitenmuur	72,0	118,3	173,2	17,9
2006-2011	Plat dak	33,3	51,5	66,5	12,5
2006-2011	Vloer (begane grond)	35,9	62,2	48,0	14,4
2006-2011	Zadeldak	43,0	66,5	85,8	16,2
2012-2017	Buitenmuur	71,0	118,3	173,2	17,9
2012-2017	Plat dak	33,3	51,5	66,5	12,5
2012-2017	Vloer (begane grond)	35,9	62,2	48,0	14,7
2012-2017	Zadeldak	43,0	66,5	85,8	16,2
≥2018	Buitenmuur	72,0	118,3	173,2	17,9
≥2018	Plat dak	33,3	51,5	66,5	12,5
≥2018	Vloer (begane grond)	35,9	62,2	48,0	14,8
≥2018	Zadeldak	43,0	66,5	85,8	16,2

Bij de bouw van de verschillende bouwtypes wordt er onderscheid gemaakt tussen platte daken en zadeldaken omdat deze een verschillende materiaalsamenstelling hebben. Voor elk van de zeven bouwperiodes wordt een inschatting gemaakt van het aandeel gebouwen met een plat dak respectievelijk zadeldak. Hierbij wordt in het SF-model uitgegaan van dezelfde aannames als in het M-peil model (Tabel 4).

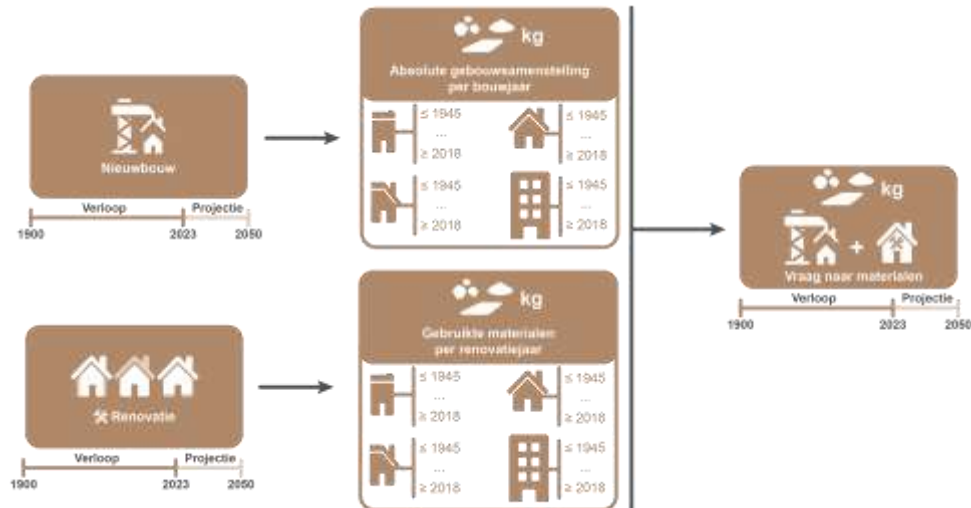
Tabel 4: Verhouding zadeldak vs. plat dak i.f.v. bouwperiode.

Bouwperiodes	Plat dak	Zadeldak
≤ 1945	51%	49%
1946-1970	52%	48%
1971-1990	34%	66%
1991-2005	34%	66%
2006-2011	44%	56%
2012-2017	44%	56%
≥2018	44%	56%

3.1.2 Referentiesamenstelling

Voor de koppeling met materialen wordt vertrokken van **een referentiesamenstelling** uitgedrukt in kg/m² per component per element van elk van de zeven bouwperiodes die overgenomen werd van het M-peil model²⁰. Enkel de referentiesamenstelling voor dakisolatie, muurisolatie en vloerisolatie werd aangepast t.o.v. deze uit het M-peil model (zie paragraaf 3.1.3). Deze referentiesamenstelling wordt gecombineerd met de geometrische data (zie paragraaf 3.1.1) om te komen tot een absolute gebouwsamenstelling uitgedrukt in kg (Figuur 17:) per type gebouw per bouwperiode. De absolute gebouwsamenstelling uit een specifieke bouwperiode wordt vermenigvuldigd met het aantal nieuwe gebouwen per bouwjaar om tot een **totale vraag aan materialen** te komen voor de **bouw van nieuwe gebouwen** in elk specifiek bouwjaar. De totale vraag naar materialen wordt naast de bouw van gebouwen eveneens bepaald door de **materialen die nodig zijn bij de renovatie** van gebouwen (zie paragraaf 3.1.4).

²⁰ <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/75449>



Figuur 17: Schematische weergave van de koppeling met materialen aan de bouw van nieuwe gebouwen en de renovatie van bestaande gebouwen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark.

Om de hoeveelheid **materialen die vrijkomt bij sloop** in een specifiek sloopjaar in te schatten wordt de absolute gebouwsamenstelling telkens vermenigvuldigd met het aantal gesloopte gebouwen per bouwjaar met de samenstelling van de overeenkomende leeftijdscategorie. Vervolgens worden deze hoeveelheden per bouwjaar opgeteld om tot de totale hoeveelheid die vrijkomt bij sloop in een specifiek sloopjaar te bepalen. De totale hoeveelheid van materialen die vrijkomen per jaar wordt naast de sloop van gebouwen eveneens bepaald door de **materialen die vrijkomen bij renovatie** van gebruikte materialen (zie paragraaf 3.1.4).



Figuur 16: Schematische weergave van de koppeling met materialen aan de sloop in het Vlaamse residentiële gebouwenpark.

3.1.3 Focus isolatiematerialen

Voor dit onderzoek werd bij de koppeling met materialen gefocust op isolatiematerialen toegepast in (i) daken, (ii) muren en (iii) vloeren. Meer specifiek gaat het over de toepassing van:

- Minerale wol (steenwol en glaswol);
- PUR/PIR platen en schuim;
- EPS/XPS platen en andere isolatiematerialen²¹.

In eerste instantie worden deze materialen in het model geïntroduceerd bij de **bouw van nieuwe gebouwen**. Voor gebouwen gebouwd tussen 1900 – 1970 werd bij de bouw ervan geen dak- en muurisolatie voorzien. Voor gebouwen gebouwd vanaf 1971 wordt voor **de isolatie van daken en muren** aangenomen dat elk residentieel gebouw gebouwd vanaf 1971 een vorm van dak- en muurisolatie aanwezig heeft. Dit komt overeen met de aannames in het M-peil model. Uit de analyse van de EPC-databank (registratieperiode 2018 – 2023) blijkt echter dat deze aanname niet volledig correct is aangezien er zelfs nog woningen gebouwd na 2000 zijn die niet voorzien zijn van een vorm van isolatie in een van deze elementen. Dit aandeel is echter beperkt en dit werd niet in rekening gebracht in het model.

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1.2 wijkt de referentiesamenstelling voor de isolatiematerialen af van het M-peil model. Tabel 5 en Tabel 6 geven een overzicht van de toegepaste diktes, aandeel van toepassing, en specifieke gewicht (kg/m^2) voor de drie types isolatiematerialen binnen elk van de bouwperiodes voor daken en muren respectievelijk.

Voor de **isolatie van vloeren** wordt overeenkomstig het M-peil model aangenomen dat elk nieuw residentieel gebouw vanaf 1991 voorzien is van een vorm van vloerisolatie. Tabel 7 geeft een overzicht van toegepaste diktes, aandeel van toepassing, en specifieke gewicht (kg/m^2) voor de drie types isolatiematerialen binnen elk van de bouwperiodes voor vloeren.

Het **aandeel van het type isolatiematerialen** dat werd toegepast in een specifiek bouwperiode is gebaseerd op twee bronnen:

- **Periodes 1971 – 1990 & 1991 – 2005:** Summa studie²² omdat de verdeling voor deze bouwperiodes niet correct kon worden ingeschat op basis van de data in de EPC-databank (registratieperiode 2018 – 2023). In deze woningen werden mogelijk al renovaties uitgevoerd waardoor de aanwezige isolatiematerialen kunnen verschillen van deze gebruikt bij de bouw van deze gebouwen.
- **Periodes 2006 – 2011, 2012 – 2017 & ≥ 2018 :** gemiddeld aandeel over deze bouwperiodes volgens de data in de EPC-databank (registratieperiode 2018 – 2023) aangezien de kans op aanpassingen van het gebruik van isolatiematerialen bij bouw ten gevolge van renovatie beperkt is.

²¹ Andere materialen vertegenwoordigen maximaal 2,5% van de isolatiematerialen gebruikt in de woningbouw, en worden vooral in vloerisolatie (4%) toegepast. Deze omvatten verschillende materialen, met al belangrijkste isolerende mortel en kleikorrels.

²² Onderzoek over het sluiten van de materiaalketen van minerale wol. Vercaulsteren, A.; Van der Linden, A.; Gillabel, J. SuMMA, nummer 14, 2014.

De toepaste **diktes** per bouwjaar werden ingeschat op basis van de gemiddelde U_{\max} voor deze bouwperiodes volgens de EPB-eisentabellen per aanvraagjaar²³ en gemiddelde lambda-waarden voor de verschillende types van materialen (Vergelijking 6):

$$Dikte_{periode\ x \sim materiaal\ a} = \frac{\lambda_{materiaal\ a}}{U_{\max\ periode\ x}} \quad (6)$$

Voor de periodes 1971 – 1990 & 1991 – 2005 werden de diktes opnieuw ingeschat op basis van de Summa studie²². Op basis van de gemiddelde lambda-waarde van isolatiematerialen werden de overeenkomende gemiddelde U-waarden ingeschat.

Op basis van de ingeschatte diktes en de gemiddelde dichtheid van de toegepaste isolatiematerialen werd telkens het **specifieke gewicht (kg/m²)** voor elk van de isolatiematerialen ingeschat per bouwperiode (Vergelijking 7).

$$Specifiek\ gewicht_{periode\ x \sim materiaal\ a} = Densiteit_{materiaal\ a} \times Dikte_{periode\ x \sim materiaal\ a} \quad (7)$$

Dit specifiek gewicht werd vervolgens vermenigvuldigd met het aandeel van toepassing van het isolatiemateriaal om tot een **relatief specifiek gewicht** te komen voor een gemiddeld gebouw uit die bouwperiode (Vergelijking 8). Concreet betekent dit dat wanneer gebouwen uit een bepaalde bouwperiode gesloopt wordt, deze een gemiddelde samenstelling hebben waarbij het gebouw elk van deze isolatiematerialen bevat volgens de aandelen van deze materialen.

$$\begin{aligned} Relatief\ specifiek\ gewicht_{periode\ x \sim materiaal\ a} \\ = Specifiek\ gewicht_{periode\ x \sim materiaal\ a} \times Aandeel_{periode\ x \sim materiaal\ a} \end{aligned} \quad (8)$$

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. geeft een overzicht van de aanwezigheid van isolatiematerialen in de gemiddelde Vlaamse residentiële gebouwen voor de verschillende bouwperiodes en bouwtypes in zowel daken, muren als. vloeren.

²³ <https://www.vlaanderen.be/epb-pedia/epb-plichtig-toepassing-en-eisen/epb-eisentabellen-per-aanvraagjaar>

Tabel 5: Overzicht van de aannames voor de toepassing van **dakisolatie** bij de bouw van nieuwe residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes.

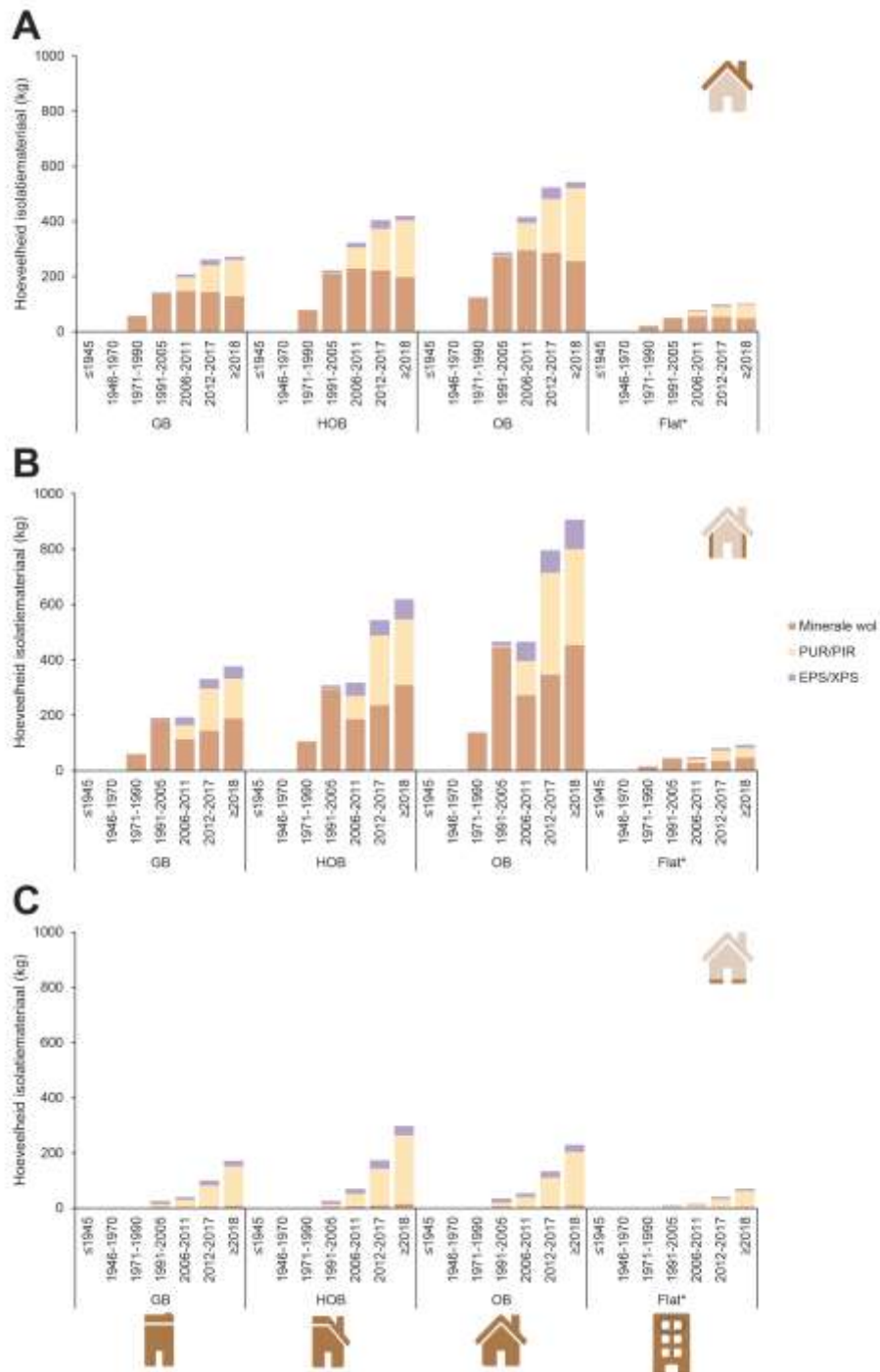
Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1971-1990	Minerale wol	1,3	45	0,0375	30	95%	1,35	1,283
1971-1990	PUR/PIR	1,3	35	0,0275	20	1%	0,7	0,007
1971-1990	EPS/XPS	1,3	17,5	0,039	30	4%	0,525	0,021
1991-2005	Minerale wol	0,5	45	0,0375	75	90%	3,375	3,038
1991-2005	PUR/PIR	0,5	35	0,0275	60	2%	2,1	0,042
1991-2005	EPS/XPS	0,5	22,5	0,0365	80	8%	1,4	0,112
2006-2011	Minerale wol	0,35	45	0,0375	110	58%	4,95	2,846
2006-2011	PUR/PIR	0,35	35	0,0275	80	34%	2,8	0,958
2006-2011	EPS/XPS	0,35	22,5	0,0365	110	8%	2,475	0,205
2012-2017	Minerale wol	0,25	45	0,0375	150	41%	6,75	2,761
2012-2017	PUR/PIR	0,25	35	0,0275	110	49%	3,85	1,879
2012-2017	EPS/XPS	0,25	27,5	0,0345	140	10%	3,85	0,397
≥2018	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	34%	7,2	2,462
≥2018	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	61%	4,2	2,558
≥2018	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	5%	4,125	0,206

Tabel 6: Overzicht van de aannames voor de toepassing van **muurisolatie** bij de bouw van nieuwe residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes.

Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1971-1990	Minerale wol	1,9	45	0,0375	20	95%	0,9	0,855
1971-1990	PUR/PIR	1,9	35	0,0275	10	1%	0,35	0,004
1971-1990	EPS/XPS	1,9	17,5	0,039	20	4%	0,35	0,014
1991-2005	Minerale wol	0,63	45	0,0375	60	90%	2,7	2,430
1991-2005	PUR/PIR	0,63	35	0,0275	40	2%	1,4	0,028
1991-2005	EPS/XPS	0,63	22,5	0,0365	60	8%	1,05	0,084
2006-2011	Minerale wol	0,50	45	0,0375	80	44%	3,6	1,573
2006-2011	PUR/PIR	0,50	35	0,0275	60	34%	2,1	0,716
2006-2011	EPS/XPS	0,50	22,5	0,0365	80	22%	1,8	0,400
2012-2017	Minerale wol	0,27	45	0,0375	140	32%	6,3	2,003
2012-2017	PUR/PIR	0,27	35	0,0275	110	55%	3,85	2,129
2012-2017	EPS/XPS	0,27	27,5	0,0345	130	13%	3,575	0,465
≥2018	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	36%	7,2	2,621
≥2018	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	48%	4,2	2,003
≥2018	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	140	16%	3,85	0,612

Tabel 7: Overzicht van de aannames voor de toepassing van **vloerisolatie** bij de bouw van nieuwe residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes.

Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≤1945	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
1946-1970	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1971-1990	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
1971-1990	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
1971-1990	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
1991-2005	Minerale wol	1,3	45	0,0375	30	9%	1,35	0,126
1991-2005	PUR/PIR	1,3	40	0,026	20	35%	0,8	0,278
1991-2005	EPS/XPS	1,3	17,5	0,039	30	56%	0,525	0,293
2006-2011	Minerale wol	0,6	45	0,0375	40	6%	1,8	0,101
2006-2011	PUR/PIR	0,6	40	0,026	30	62%	1,2	0,748
2006-2011	EPS/XPS	0,6	17,5	0,039	40	32%	0,9	0,289
2012-2017	Minerale wol	0,30	45	0,0375	100	4%	4,5	0,158
2012-2017	PUR/PIR	0,30	40	0,026	70	77%	2,8	2,162
2012-2017	EPS/XPS	0,30	22,5	0,0365	90	19%	2,475	0,478
≥2018	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	4%	7,2	0,252
≥2018	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	83%	4,8	3,994
≥2018	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	13%	4,125	0,549



Figuur 18 : Overzicht van de aanwezigheid van isolatiematerialen in de gemiddelde Vlaamse residentiële gebouwen voor de verschillende bouwperiodes en bouwtypen in (A) daken, (B) muren & (C) vloeren.

3.1.4 Renovatietypes

De vraag naar isolatiematerialen en de isolatiematerialen die vrijkomen per jaar worden niet enkel bepaald door bouw en sloop van gebouwen, maar eveneens door renovatie ervan. Daarnaast blijkt uit de EPC-databank dat er een duidelijk verschil is in de isolatiegraad voor daken, muren en vloeren. Zo zijn in 2023 al het grootste deel van de residentiële gebouwen voorzien van een vorm van dakisolatie (91%). Het aantal residentiële gebouwen in 2023 met een vorm van muurisolatie (65%) en vloerisolatie is beperkter (54%). Daarom werden voor het materiaalgebruik verschillende aannames gemaakt voor deze drie renovatietypes, *i.e.* **renovatie van daken, muren en vloeren**. In deze studie gaat het vervolgens specifiek over renovaties waarbij isolatiematerialen toegevoegd worden en eventueel bestaande isolatiematerialen verwijderd worden.

3.1.4.1 Evolutie van renovaties

De materialensamenstelling die wordt gebruikt bevat het absolute gebruik van materialen per bouwjaar voor elk van de gebouwtypes (paragraaf 3.1.2). Deze samenstelling wordt dynamisch aangepast op basis van het aantal renovaties dat plaatsvindt in een bepaald renovatiejaar per type renovatie, waarbij rekening wordt gehouden met het initiële bouwjaar van het gebouw. Hierdoor wordt eveneens meegenomen dat gebouwen van een bepaald bouwjaar doorgaans al gerenoveerd zijn en dat zowel bij sloop als ook tijdens renovaties deze toegevoegde materialen vrijkomen. Om het aantal renovaties doorheen de tijd in te schatten werd vertrokken van enkele aannames:

- Gebouwen worden pas gerenoveerd vanaf een leeftijd van 30 jaar of ouder;
- Gebouwen kunnen gerenoveerd worden vanaf het moment dat isolatiematerialen standaard werden toegepast in nieuwbouw: vanaf 1971 voor daken en muren en vanaf 1991 voor vloeren. Het gaat hierbij specifiek om renovaties waarbij isolatiematerialen worden toegevoegd.;
- Het aantal renovaties per jaar voor de periode 2008 – 2023 is gebaseerd op het aantal renovatiepremies in Vlaanderen per renovatietype²⁴ gecorrigeerd met een vast percentage omdat niet voor elke renovatie een premie wordt aangevraagd. Dit percentage is gebaseerd op het aandeel verbouwers dat een premie aanvraag uit de REG-enquête (2019)²⁵: 64% voor daken, 44% voor muren en 43% voor vloeren;
- Het aantal renovaties per jaar voor de periode 2024 – 2050 voor het business-as-usual (BAU) scenario (zie Hoofdstuk 2) is gebaseerd op de dalende exponentiële trend die doorgetrokken wordt op basis van de aantallen in de periode 2008 – 2023;
- Het aantal renovaties per jaar voor de periode 1900 – 2007 is gebaseerd op de isolatiegraad per leeftijdscategorie uit de woonsurvey voor de jaren 2005, 2013, 2018 en 2023²⁶. De renovatieaantallen voor vloeren in de periode 2008 – 2018 werden aangepast om te kunnen voldoen aan de renovatiegraad volgens de woonsurvey;
- Er wordt een onderscheid gemaakt tussen “eerste renovaties” en “volgende renovaties”;

²⁴ <https://apps.energiesparen.be/energiekaart/vlaanderen#premies-residentieel>

²⁵ [Resultaten van uitgevoerd marktonderzoek | Vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/Resultaten-van-uitgevoerd-marktonderzoek-Vlaanderen-be)

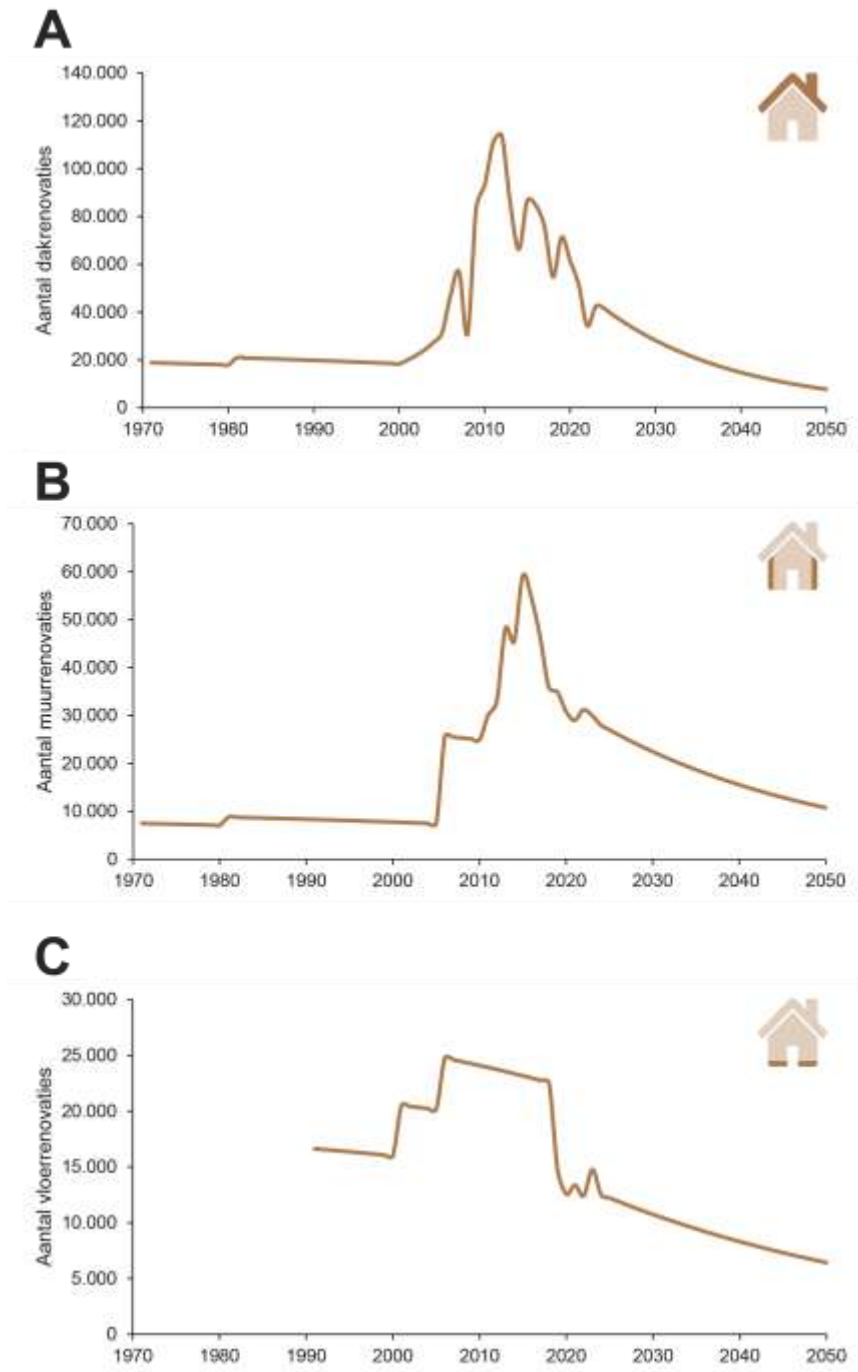
²⁶ <https://www.vlaanderen.be/wonen-in-vlaanderen/onderzoek-en-cijfers-wonen/woonsurvey-2023>

- Gebouwen die gebouwd of gerenoveerd zijn (dak-, muur- en vloerisolatie²⁷) vanaf 2012, worden niet meer gerenoveerd voor 2050 aangezien deze verondersteld worden te voldoen aan de langetermijndoelstelling van 2050²⁸;
- Het aantal renovaties per bouwjaar van de gebouwen wordt bepaald door het relatieve aandeel van deze gebouwen in het gebouwenpark.

Figuur 19 geeft een overzicht van de evolutie van het aantal renovaties van (A) daken, (B) muren en (C) vloeren.

²⁷ Hier ligt de focus uitsluitend op dak-, muur- en vloerrenovaties waarbij isolatiematerialen toegevoegd en/of verwijderd worden.

²⁸ <https://www.vlaanderen.be/veka/energie-en-klimaatbeleid/vlaamse-langetermijnrenovatiestrategie-voor-gebouwen-2050/de-langetermijndoelstelling-tegen-2050-voor-de-vlaamse-woningen>



Figuur 19: Evolutie van het aantal renovaties van (A) daken, (B) muren en (C) vloeren in het Vlaams residentieel gebouwenpark.

3.1.4.2 Evolutie materiaalgebruik

Voor de dynamische aanpassing van de absolute samenstelling van de gebouwen per bouwjaar in het Vlaamse residentiële gebouwenpark worden op vlak van het gebruik van materialen aannames gemaakt, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de renovatieperiode voor 2023 en de projectie voor toekomstige renovaties in de periode 2024 tot 2050. De gebruikte aannames zijn:

- In de **periode tot 2023** wordt in een specifiek renovatiejaar het aandeel en dikte van isolatiemateriaal gebruikt overeenkomstig met de samenstelling voor de nieuwe gebouwen die in datzelfde jaar gebouwd worden (zie Tabel 5, Tabel 6 & Tabel 7);
- In de **projectie 2024 – 2050** wordt steeds hetzelfde aandeel en diktes van materialen toegepast zoals in 2023 voor daken (Tabel 8), muren (Tabel 9) en vloeren (Tabel 10) aangezien de EPB-eisen niet meer zullen wijzigen tot 2050. De gebruikte diktes en aandelen van de isolatiematerialen zijn constant voor alle bouwperiodes bij dak- en vloerrenovaties. Voor muren wordt een alternatieve benadering toegepast. Bij een “eerste renovatie” (gebouwen waarbij het betreffende bouwelement nog niet eerder is gerenoveerd) wordt aangenomen dat de bestaande isolatie behouden blijft. Bij het berekenen van de benodigde nieuwe isolatiedikte wordt daarom rekening gehouden met de al aanwezige isolatie. Bij “volgende renovaties” (gebouwen waar dit bouwelement al eens is gerenoveerd) wordt aangenomen dat de aanwezige isolatie volledig wordt verwijderd. Hierdoor wordt bij elke volgende renovatie dezelfde isolatiedikte geplaatst, in overeenstemming met de geldende isolatienormen. Een typische situatie is bijvoorbeeld een eerste renovatie in de jaren 1980, waarbij slechts een beperkte isolatiedikte werd toegevoegd, waardoor een volgende renovatie rond 2035 nodig is om opnieuw aan de actuele normen te voldoen. Deze aanpak kan leiden tot een onderschatting van de hoeveelheid vrijgekomen isolatiemateriaal bij renovaties, omdat bij een eerste renovatie in de praktijk mogelijk alsnog (een deel van) de bestaande isolatie wordt verwijderd.

Ook bij renovatie van gebouwen komen dus materialen vrij. In het geval van daken en vloeren wordt verondersteld dat steeds de bestaande isolatie volledig verwijderd wordt. In het geval van muren wordt verondersteld dat voor “eerste renovaties” de bestaande isolatie aanwezig blijft in het gebouw. In het geval van een volgende renovaties” wordt de bestaande isolatie volledig verwijderd. Deze hoeveelheden worden opgeteld bij de materialen die vrijkomen uit sloop om per jaar de totale hoeveelheid vrijkomend materiaal te bekomen.

Tabel 8: Overzicht van de aannames voor de toepassing van **dakisolatie bij de renovaties** (zowel voor eerste als voor een volgende renovatie) in de periode 2024 - 2050 van bestaande residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes.

Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	54%	7,2	3,888
≤1945	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	39%	4,2	1,638
≤1945	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	6%	4,125	0,248
1946-1970	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	54%	7,2	3,888
1946-1970	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	39%	4,2	1,638
1946-1970	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	6%	4,125	0,248
1971-1990	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	54%	7,2	3,888
1971-1990	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	39%	4,2	1,638
1971-1990	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	6%	4,125	0,248
1991-2005	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	54%	7,2	3,888
1991-2005	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	39%	4,2	1,638
1991-2005	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	6%	4,125	0,248
2006-2011	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	54%	7,2	3,888
2006-2011	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120	39%	4,2	1,638
2006-2011	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	6%	4,125	0,248
2012-2017	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0

Tabel 9: Overzicht van de aannames voor de toepassing van **muurisolatie bij de eerste renovaties** in de periode 2024 - 2050 van bestaande residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes. **Voorvolgende renovaties** worden voor alle bouwperiodes de dikste waarden per isolatiemateriaal uit de tabel toegepast. Dit komt overeen met de diktes zoals weergegeven voor de bouwperiodes < 1945 en 1946-1970 en aangeduid met een *.

Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160*	35%	7,2	2,52
≤1945	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120*	43%	4,2	1,81
≤1945	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150*	22%	4,125	0,91
1946-1970	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160*	35%	7,2	2,52
1946-1970	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	120*	43%	4,2	1,81
1946-1970	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150*	22%	4,125	0,91
1971-1990	Minerale wol	0,24	45	0,0375	150	35%	6,75	2,36
1971-1990	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	110	43%	3,85	1,66
1971-1990	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	140	22%	3,85	0,85
1991-2005	Minerale wol	0,24	45	0,0375	110	35%	4,95	1,73
1991-2005	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	80	43%	2,8	1,20
1991-2005	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	100	22%	2,75	0,61
2006-2011	Minerale wol	0,24	45	0,0375	80	35%	3,6	1,26
2006-2011	PUR/PIR	0,24	35	0,0275	60	43%	2,1	0,90
2006-2011	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	70	22%	1,925	0,42
2012-2017	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0

Tabel 10: Overzicht van de aannames voor de toepassing van vloerisolatie bij de renovaties in de periode 2024 - 2050 van bestaande residentiële gebouwen per type isolatiemateriaal voor de verschillende bouwperiodes

Bouwperiode	Type isolatiemateriaal	Gemiddelde U_{max} (W/m ² K)	Dichtheid (kg/m ³)	Lambda (W/mK)	Dikte (mm)	Aandeel	Specifiek gewicht (kg/m ²)	Relatief specifiek gewicht (kg/m ²)
≤1945	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	11%	7,2	0,792
≤1945	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	63%	4,8	3,024
≤1945	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	26%	4,125	1,073
1946-1970	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	11%	7,2	0,792
1946-1970	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	63%	4,8	3,024
1946-1970	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	26%	4,125	1,073
1971-1990	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	11%	7,2	0,792
1971-1990	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	63%	4,8	3,024
1971-1990	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	26%	4,125	1,073
1991-2005	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	11%	7,2	0,792
1991-2005	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	63%	4,8	3,024
1991-2005	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	26%	4,125	1,073
2006-2011	Minerale wol	0,24	45	0,0375	160	11%	7,2	0,792
2006-2011	PUR/PIR	0,24	40	0,026	120	63%	4,8	3,024
2006-2011	EPS/XPS	0,24	27,5	0,0345	150	26%	4,125	1,073
2012-2017	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
2012-2017	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	Minerale wol	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	PUR/PIR	/	/	/	0	0%	0	0
≥2018	EPS/XPS	/	/	/	0	0%	0	0

3.1.5 Stock van isolatiematerialen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark

Door het toevoegen van materialen aan het gebouwenpark door de bouw van nieuwe woningen en de renovatie van bestaande woningen en het verwijderen van materialen uit het gebouwenpark door de sloop en renovatie van gebouwen kan de evolutie van de isolatiematerialenstock in het Vlaams residentiële gebouwenpark bepaald worden door steeds de cumulatieve som te nemen tot het specifieke jaar (Vergelijking 9).

$$Stock = Bouw + Renovatie_{in} - Sloop - Renovatie_{uit} \quad (9)$$

4 SCENARIO'S

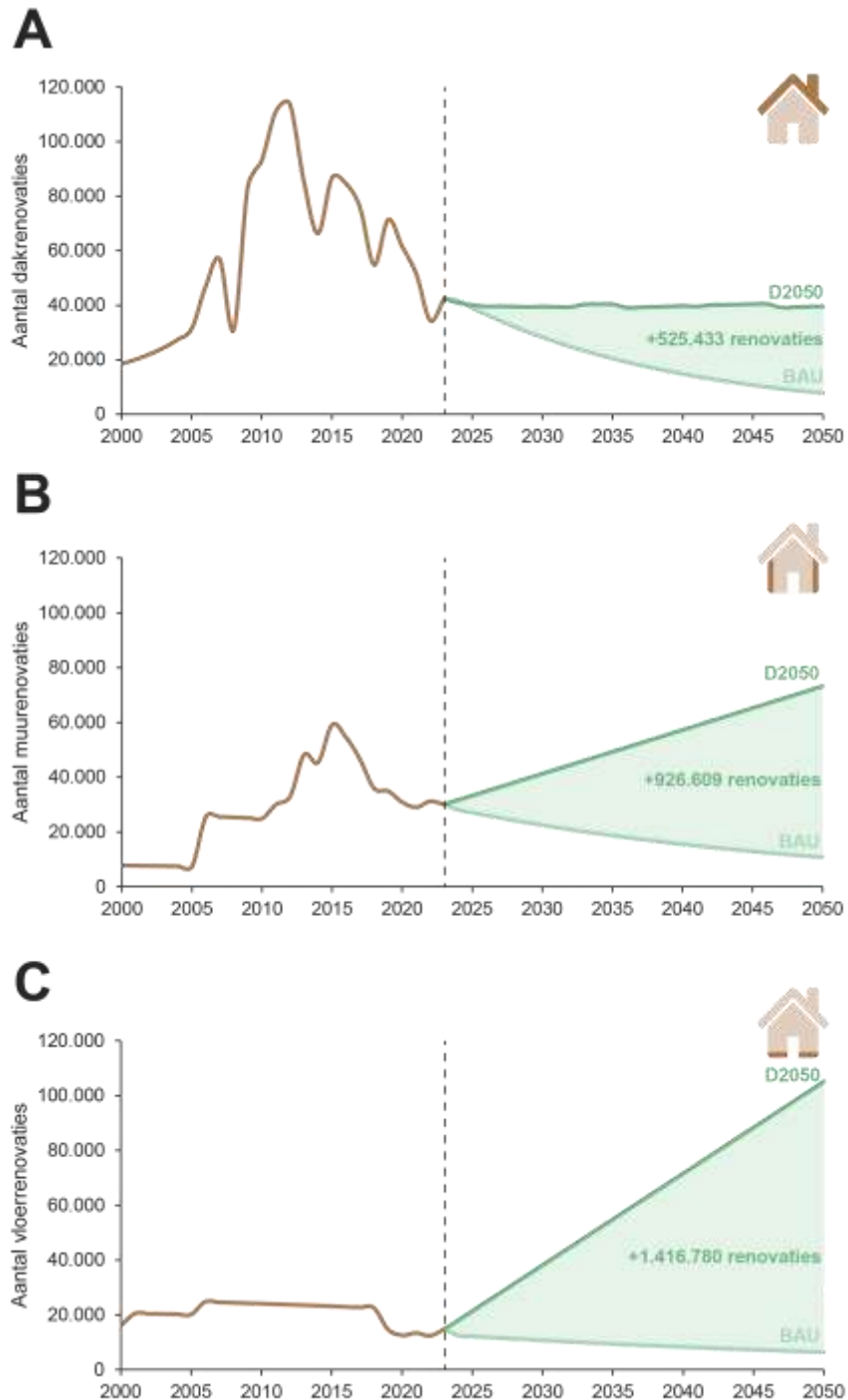
Voor het SF-model "Residentiële gebouwen – isolatiematerialen" werden twee scenario's opgemaakt. In deze scenario's wordt een onderscheid gemaakt in **het aantal renovaties van daken, muren en vloeren** in de periode 2024 – 2050. De overige aannames worden constant gehouden.

- **Scenario 1 - BAU** is een **business-as-usual** scenario waarin het aantal renovaties de huidige dalende trend volgt tot 2050. Op basis van deze trend zal 80% van de daken, 64% van de muren en 45% van de vloeren in het Vlaamse residentiële gebouwenpark de langetermijndoelstellingen tegen 2050²² behalen.
- In **Scenario 2 – Doelstelling 2050 (D2050)** wordt het aantal renovaties van daken, muren en vloeren zo aangepast dat de langetermijndoelstellingen tegen 2050²⁹ gehaald worden. Dit betekent dat alle gebouwen in het Vlaamse residentiële gebouwenpark een U-waarde van 0,24 W/m²K dienen te halen voor daken, muren en vloeren. Concreet betekent dit dat de gebouwen die gerenoveerd werden voor 2012³⁰ een renovatie moeten uitvoeren van daken, muren en vloeren voor 2050.

Figuur 20 geeft een vergelijking tussen het aantal renovaties voor (A) daken, (B) muren en (C) vloeren tussen het BAU en D2050 scenario. Deze vergelijking geeft aan dat er jaarlijks in totaal ongeveer 2x zoveel muurrenovaties en 3x zoveel vloerrenovaties nodig zijn in vergelijking met het aantal dakrenovaties om de doelstellingen tegen 2050 te behalen. Voor daken blijven het aantal noodzakelijk renovaties per jaar ongeveer constant rond 40.000 per jaar. Voor muren en vloeren nemen het aantal noodzakelijke renovaties gradueel toe. Voor muren nemen deze toe van 30.000 tot 70.000 per jaar en voor vloeren van 15.000 tot 100.000 renovaties per jaar.

²⁹ <https://www.energiesparen.be/energiedoelstellingen-tegen-2050>

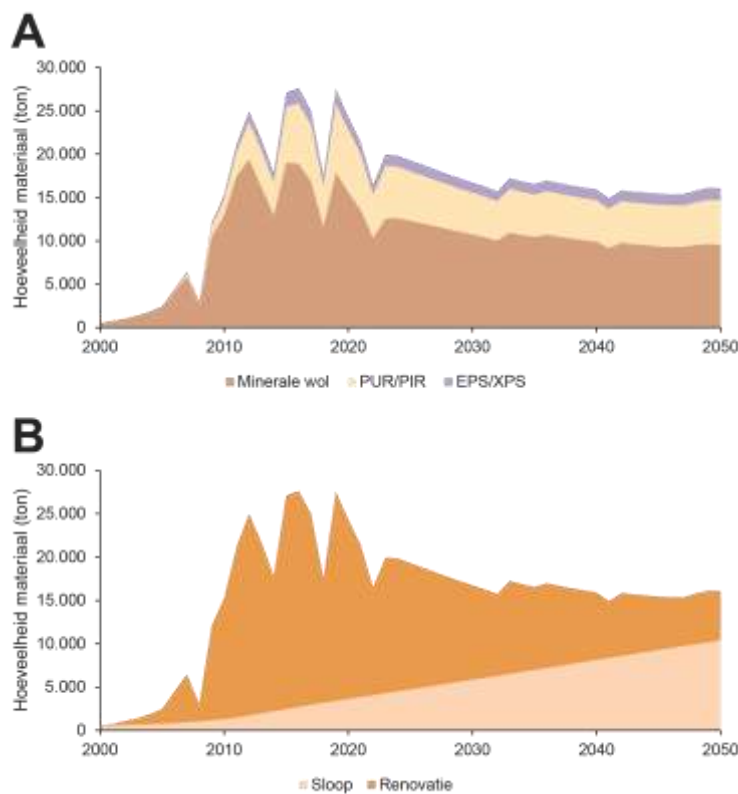
³⁰ <https://www.vlaanderen.be/veka/energie-en-klimaatbeleid/vlaamse-langetermijnrenovatiestrategie-voor-gebouwen-2050>



Figuur 20: Vergelijking tussen aantal renovaties voor (A) daken, (B) muren en (C) vloeren tussen het BAU en Doelstelling 2050 (D2050) scenario. De periode voor de stippelijijn (2023) is gebaseerd op specifieke aannames over het verloop van het aantal renovaties (zie paragraaf 3.1.4.1). De periode na de stippelijijn is gebaseerd op de trend in de periode (2008 – 2023) voor het BAU-scenario en is gebaseerd op het behalen van de langetermijndoelstellingen 2050 voor het D2050-scenario.

5 RESULTATEN

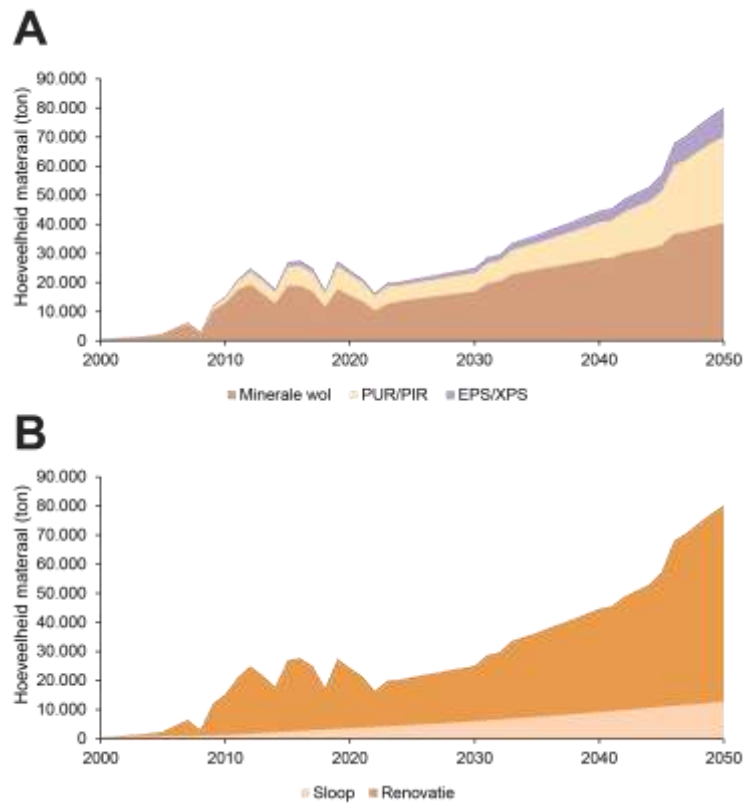
Figuur 21A geeft een overzicht van de isolatiematerialen die vrijkomen uit sloop en renovatie in de periode 2024 – 2050 voor **Scenario 1 - BAU**. Figuur 21B geeft hetzelfde overzicht, maar in deze figuur wordt de opsplitsing gemaakt in de hoeveelheden die vrijkomen uit sloop enerzijds en uit renovatie anderzijds.



Figuur 21: Evolutie van de hoeveelheid isolatiematerialen die vrijkomen bij sloop en renovatie van Vlaamse residentiële gebouwen in Scenario 1 – BAU. (A) Hoeveelheid materialen per type isolatiemateriaal. (B) Hoeveelheid materialen per type output.

In Scenario 1 – BAU komt er een vrij constante hoeveelheid isolatiematerialen vrij in de periode 2024 – 2050. Dit komt hoofdzakelijk door de combinatie van een dalend aantal renovaties in dit scenario en een stijgend aantal gesloopte gebouwen met toenemende hoeveelheden isolatiematerialen. Hierdoor komt er in dit scenario **jaarlijks gemiddeld 16,6 kton isolatiematerialen vrij** waarvan gemiddeld 10 kton (62%) minerale wol, 5 kton (30%) PUR/PIR en 1,2 kton (7%) EPS/XPS. Het aandeel minerale wol neemt in deze periode licht af, terwijl de aandelen synthetische isolatiematerialen in aandeel toenemen. Desondanks blijft het aandeel minerale wol het grootst omdat recente woningen met een groter aandeel synthetische isolatiematerialen nog maar beperkt aan bod komen voor sloop en renovatie in de periode 2024 – 2050. Op langere termijn zal dit aandeel sterker toenemen.

Figuur 22A geeft een overzicht van de isolatiematerialen die vrijkomen uit sloop en renovatie in de periode 2024 – 2050 voor **Scenario 2 – D2050**. Figuur 22B geeft hetzelfde overzicht, maar in deze figuur wordt de opsplitsing gemaakt in de hoeveelheden die vrijkomen uit sloop enerzijds en renovatie anderzijds.

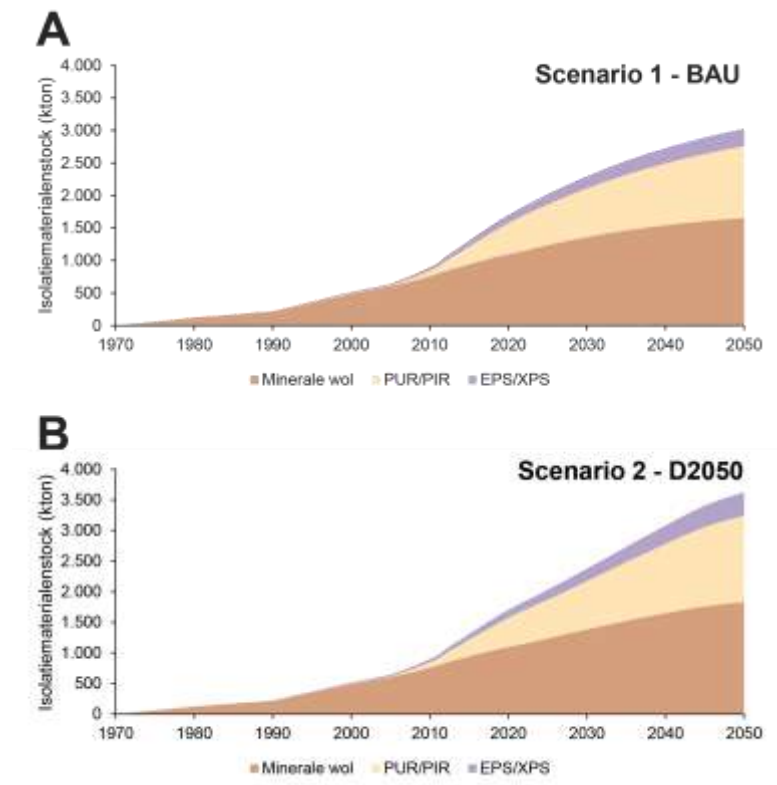


Figuur 22: Evolutie van de hoeveelheid isolatiematerialen die vrijkomen bij sloop en renovatie van Vlaamse residentiële gebouwen in Scenario 2 – D2050. (A) Hoeveelheid materialen per type isolatiemateriaal. (B) Hoeveelheid materialen per type output.

In Scenario 2 – D2050 komt er een aanzienlijk grotere hoeveelheid isolatiemateriaal vrij in de periode 2024 – 2050 in vergelijking met Scenario 1 - BAU. Dit komt hoofdzakelijk door het significant grotere aandeel renovaties die nodig zijn om de doelstelling tegen 2050 te behalen. Hierdoor stijgt in dit scenario de hoeveelheid isolatiematerialen die vrijkomt tijdens de sloop en renovatie van gebouwen van **20 kton in 2024 naar 80 kton in 2050**, waarbij de hoeveelheid die vrijkomt uit de sloop gelijk blijft aan deze van Scenario 1 – BAU. Dit is tot 500% (in 2050) meer dan wat er vrijkomt in Scenario 1 – BAU.

Het aandeel minerale wol neemt in deze periode sterker af, terwijl de aandelen synthetische isolatiematerialen sterker toenemen omdat er in dit scenario ook meer recentere gebouwen worden gerenoveerd om te voldoen aan de doelstelling tegen 2050 die in het BAU-scenario nog niet aan bod komen in de periode 2024 - 2050. In deze recentere gebouwen zitten grotere hoeveelheden (synthetische) isolatiematerialen die vervolgens vrijkomen tijdens deze renovaties.

De vraag naar nieuwe gebouwen en bijgevolg de input van isolatiematerialen in het gebouwenpark blijft gelijk in beide scenario's. Door de wijzigende hoeveelheid materialen die vrijkomt, heeft dit een invloed op de samenstelling en omvang van de isolatiematerialenstock (Figuur 23).



Figuur 23: Evolutie van de isolatiematerialenstock tussen 1970 – 2050 in het Vlaamse residentiële gebouwenpark voor (A) Scenario 1 – BAU en (B) Scenario 2 – D2050.

Door de toename in aantal renovaties in Scenario 2 – D2050 bevat het Vlaamse residentiële gebouwenpark tegen 2050 597 kton (20%) meer isolatiematerialen welke in de toekomst ten gevolge van sloop en eventuele renovaties kunnen vrijkomen. Bovendien neemt het aandeel PUR/PIR (+28%) en EPS/XPS (+43%) sterker toe in vergelijking met minerale wol (+11%). Dit is hoofdzakelijk het gevolg van het grotere aandeel PUR/PIR en EPX/XPS dat wordt toegepast tijdens renovaties volgens de gemaakte aannames (zie paragraaf 3.1.4). De afvlakking van de isolatiematerialenstock (Figuur 23) is hoofdzakelijk het gevolg van de dalende vraag naar nieuwe residentiële gebouwen omdat de projectie van het aantal huishoudens in Vlaanderen stagneert tot 2050.

6 CONCLUSIES

Het ontwikkelde stock-flowmodel (SF-model) voor het Vlaamse residentiële gebouwenpark biedt een robuust analytisch kader om zowel de materialenstock als de toekomstige materiaalstromen in te schatten. Het model steunt op gedetailleerde gegevens over het gebouwenpark afkomstig van Statbel, gekoppeld aan geometrieën en referentiesamenstellingen uit het M-peilmiddel, en werd uitgebreid met dynamische renovatiemodellering. Hoewel de focus in dit rapport ligt op isolatiematerialen, bevat het model eveneens de materialen opgenomen in de relevante componenten van de volledige gebouwschil. Hierdoor vormt het een schaalbare basis voor toekomstige analyses van andere materiaalstromen in de woningbouw. Bovendien laat het eveneens eenvoudige koppeling met bijkomende materiaalstromen toe. Het model volgt een top-down benadering en integreert zowel bouw, renovatie als sloop op jaarbasis, wat resulteert in een consistent en reproduceerbaar beeld van de evolutie van materialen in het gebouwenpark tot 2050.

Het model verkent twee scenario's, BAU en D2050, die de bandbreedte weergeven waarbinnen de werkelijke evolutie zich mogelijk zal bevinden.

- **Scenario 1 – BAU** weerspiegelt een voortzetting van de huidige, dalende renovatietrends op basis van de waargenomen renovatiepremie aantallen. In dit scenario blijft de hoeveelheid isolatiematerialen die vrijkomt via renovatie en sloop **vrijwel constant**, rond **16,6 kton/jaar**. Het dalende aantal renovaties wordt hierin gecompenseerd door een toename van isolatiemateriaal in gesloopte gebouwen.
- **Scenario 2 – D2050** is een **ambitieuw, beleidsmatig scenario** waarin het aantal renovaties fors verhoogt om de langetermijndoelstellingen voor 2050 te behalen. Dit scenario is niet noodzakelijk een voorspelling, maar eerder een manier om de **impact op materiaalstromen van een versnelde renovatiegolf** zichtbaar te maken. De jaarlijkse hoeveelheid vrijkomende isolatiematerialen stijgt daarin van 20 kton/jaar naar meer dan **80 kton/jaar tegen 2050**, grotendeels veroorzaakt door renovaties.

In de praktijk zal de werkelijke evolutie van dak-, muur- en vloerrenovaties gelegen zijn ergens tussen bovenstaande scenario's. Het is weinig waarschijnlijk dat Vlaanderen spontaan het BAU-scenario zal blijven volgen (vanwege EU-doelstellingen, energetische druk, stijgende energieprijzen), maar ook het D2050-scenario is op korte termijn moeilijk haalbaar door de aangekondigde daling van de Mijn Verbouwpremies en zonder toekomstige beleidsinterventies. Daarom moet de interpretatie van de resultaten eerder worden gezien als:

- **BAU = ondergrens** van het vrijkomende materiaalvolume;
- **D2050 = bovengrens** van wat mogelijk vrijkomt bij maximale inspanning;

Deze bandbreedte is bijzonder waardevol voor beleidsplanning, omdat ze inzicht geeft in zowel het minimale als maximale toekomstige beroep op afvalbeheer, recyclagecapaciteit en grondstoffenstromen.

Toch moeten deze resultaten steeds geïnterpreteerd worden ten opzichte van de gemaakte aannames in het SF-model. Deze omvatten aannames over de opbouw en evolutie van het Vlaamse residentiële gebouwenpark alsook de aannames over de koppeling met materialen. Aangezien het aandeel van materialen dat jaarlijks vrijkomt voor het grootste deel voortkomt uit renovaties, zijn voornamelijk de gemaakte aannames hierover het meest bepalend. Een belangrijk aspect hierbinnen is of bestaande isolatie al dan niet volledig wordt verwijderd.

Voor daken en vloeren wordt verondersteld dat bestaande isolatie bij elke renovatie wordt vervangen. Voor muren wordt in het model bij eerste renovaties de aanwezige isolatie behouden en wordt enkel bijkomende isolatie toegevoegd; enkel bij herrenovaties wordt de bestaande isolatie volledig verwijderd. Deze aannames kunnen zowel tot **onder- als overschatting** van de hoeveelheid vrijkomend materiaal leiden. Als in de praktijk vaker oude isolatielagen worden verwijderd dan aangenomen, zal de werkelijke materiaaloutput hoger liggen dan berekend; wanneer juist vaker wordt bij-geïsoleerd zonder verwijdering, ligt de echte output lager. De impact van deze onzekerheid is beperkter in het BAU-scenario (omdat er minder renovaties plaatsvinden), maar kan in het D2050-scenario een duidelijke verschuiving veroorzaken, omdat de renovatievolumes daar veel groter zijn. Deze gevoeligheid benadrukt het belang van betere data over renovatiepraktijken en selectieve inzameling om toekomstige modelresultaten verder te verfijnen.

De totale isolatiematerialenstock in residentiële gebouwen groeit in beide scenario's aanzienlijk door groter toegepaste isolatiemateriaaldiktes in nieuwe gebouwen en aanhoudende renovatie inspanningen van bestaande gebouwen. Hierdoor verschuift de samenstelling van de stock sterk richting synthetische isolatiematerialen (PUR/PIR, EPS/XPS) omdat deze prominenter worden toegepast in recente bouwjaren en sterk aanwezig zijn in de renovatiemarkt. De vraag naar primaire grondstoffen blijft aanzienlijk, terwijl Vlaanderen tegelijk geconfronteerd wordt met groeiende stromen van vrijkomende isolatiematerialen. Dit creëert een strategische opportuniteit voor circulaire toepassingen, maar enkel als deze materialen selectief ingezameld worden of gescheiden kunnen worden uit de gevormde afvalstromen, er voldoende recyclagecapaciteit ter beschikking is en bovendien hoogwaardige verwerkingstechnologieën hiervoor beschikbaar zijn. Het aandeel PUR/PIR neemt het sterkst toe in beide scenario's waarbij momenteel de recyclagetechnologie en beschikbare capaciteit onvoldoende ontwikkeld is om met de gevormde stromen om te gaan.

Dit SF-model toont aan dat de toekomstige renovatiegolf een dubbele uitdaging vormt: Vlaanderen moet tegelijk de energetische prestaties van woningen verbeteren én de toenemende materiaalstromen duurzaam beheren. De werkelijke materiaalstroom zal waarschijnlijk tussen de BAU- en D2050-scenario's liggen, maar zelfs de ondergrens vraagt om strategische voorbereidende acties om de vrijkomende isolatiematerialen effectief te kunnen beheren en verwerken.