

BOUWEN met LAGE UITSTOOT van BROEIKASGASSEN Horizon 2024-2030		EFFICIËNT GEBRUIK VAN GRONDSTOFFEN Horizon 2024-2030	
Grondstoffen en Materialen	Producten en Processen	Grondstoffen en Materialen	Producten en Processen
Ontwikkeling van grondstoffen en materialen met geringe koolstofvoetafdruk (bv. koolstofnegatieve bindmiddelen op basis van carbonatie, alternatieven voor portlandcement zoals gecalcineerde klei, alkali geactiveerde materialen, bakstenen met lage CO ₂ -voetafdruk, ‘groen’ staal, biomaterialen) die de sleutel zijn tot een duurzamere bouwnijverheid.	Focus op vermindering van de broeikasgassen in het productieproces (bv. elektrificatie) van bouwmaterialen en producten en op de ontwikkeling van nieuwe materialen en producten voor verwarming en koeling (bv. Isolatie, lichtgewicht, energieopslag)	Opwaardering van alternatieve grondstoffen en afvalstromen tot schone kwaliteitsvolle grondstoffen en materialen voor de bouwsector, liefst met nuttige eigenschappen zoals lage uitstoot van broeikasgassen, onderhoudsvrij, hoge duurzaamheid, zelfhelend, gemakkelijk te recyclen of opnieuw te gebruiken.	Ontwikkeling van producten en processen die een hogere industrialisatiesnelheid (bv. prefabricage, modulariteit, standardisatie) of die een meer efficiënte opbouw of afbraak toelaten. Deze nieuwe producten zijn duurzamer (bv. langere levensduur, sterker, minder nood aan onderhoud) of dragen bij tot de strijd tegen de effecten van de klimaatverandering. (bv. opslag van warmte en vocht, absorptie van regenwater)
Transversale uitdagingen voor duurzaam bouwen)			
Tools	Ontwikkeling en verfijning van tools en modellen die de technische eigenschappen, kwaliteit en duurzaamheid van materialen en/of producten of de duurzaamheid/circulariteit van bouwtoepassingen evalueren.		
Digitalisering	Verschillende digitale oplossingen (bv. BIM, materialenpaspoort, robotisering, IoT, gebruik van AI, Industrie 5.0 en digitale tweelingen) zullen ook hun weg vinden naar gebouwen en constructies en moeten verder ontwikkeld, verbeterd, gevalideerd en toegepast worden om de duurzaamheidsdoelstellingen te ondersteunen.		
Regelgeving, normen en technische specificaties	Focus op prestatiegerichte regelgeving en werkbare criteria voor het vermijden van afval is cruciaal om de overgang naar een duurzamere bouwnijverheid te ondersteunen en voor de aanneme van Europese en internationale regelgeving en kaders zoals de Europese Verordening voor Bouwproducten (CPR), de ‘European Green Deal’ en het ETS (Emissions Trading System).		

Figuur 1 Schema Routekaart Gebouwen en Constructies

Toepassingsdomein	Focusdomein	Belangrijkste onderzoeks onderwerpen	Referenties en doelstellingen			Steuninstrument 2024-2027		Steuninstrument 2028-2030	
			Ref 2023	Doel 2027	Doel 2030	SBO	ICON	SBO	ICON
Koolstofarm bouwen	Bouwmaterialen en geassocieerde producten en systemen die (1) een kleinere koolstofvoetafdruk en andere milieu-indicatoren mogelijk maken (2) de energieprestaties en de energie-efficiëntie van gebouwen verbeteren (duurzamere materialen en producten met minder ingebedde koolstof en minder ingebedde energie)	Koolstofarm cement en bindmiddelen (bv. SCM zoals gecalcineerde klei, alkali geactiveerde materialen) en koolstofnegatieve binders (zoals carbonatie)	Huidige SotA	Bindmiddelen met een klimaatimpact < 300 kg CO ₂ eq. per ton binder bij productie en die gelijkwaardige technische prestaties toelaten in eindproduct/en waar ze gebruikt worden	Bindmiddelen met een klimaatimpact < 200 kg CO ₂ eq. per ton binder bij productie en die gelijkwaardige technische prestaties toelaten in eindproduct/en waar ze gebruikt worden				
		Koolstofarm beton en betonnen bouwelementen	Huidige SotA	15 % vermindering van klimaatimpact (kg CO ₂ eq. per kg) op componentniveau tijdens de productie met gelijkwaardige technische prestaties	30 % vermindering van klimaatimpact (kg CO ₂ eq. per kg) op componentniveau tijdens de productie met gelijkwaardige technische prestaties				
		Koolstofarme bouwmaterialen (zoals staal, asfalt, bitumen, bakstenen, biogebaseerde materialen en andere)	Huidige SotA	15 % vermindering van klimaatimpact (kg CO ₂ eq. per kg) op componentniveau tijdens de productie met gelijkwaardige technische prestaties	30 % vermindering van het klimaatimpact (kg CO ₂ eq. per kg) op componentniveau tijdens de productie met gelijkwaardige technische prestaties				
		Zeer efficiënte thermische isolatiematerialen, materialen voor opslag van warmte en voor warmtewisselaars	Huidige SotA	15 % verbetering van de prestaties (thermische isolatie) met gelijkblijvend impact op klimaatverandering bij productie of 15 procent minder klimaatimpact bij productie met gelijkwaardige prestaties	30 % verbetering van de prestaties (thermische isolatie) met gelijkblijvend impact op klimaatverandering bij productie of 15 procent minder klimaatimpact bij productie met gelijkwaardige prestaties				
Efficiënt grondstoffen gebruik	Bouwmaterialen en aanverwante producten die (1) inspelen op de toenemende schaarste aan primaire grondstoffen door gebruik van (opgevaardeerde en gezuiverde) secundaire grondstoffen (2) duurzamer zijn en (3) de effecten van de klimaatverandering kunnen helpen bestrijden	Opwaardering van alternatieve grondstoffen en afvalstromen tot schone kwaliteitsvolle grondstoffen en materialen voor de bouwsector ('urban mining')	Huidige toestand zoals in de certificaten uitgereikt door OVAM en/of andere normen	Behandeling laat toe om minstens 20% alternatieve grondstoffen te gebruiken in hoogwaardige toepassingen met gelijkblijvend of verbeterd milieu-impact of en/of circulariteit	Behandeling laat toe om minstens 30% alternatieve grondstoffen te gebruiken in hoogwaardige toepassingen met gelijkblijvend of verbeterd milieu-impact of en/of circulariteit				
		Verminderd materiaalverbruik door de ontwikkeling van nieuwe materialen/producten met superieure prestaties (bv. ultrahoge sterkte, lichtgewicht)	Huidige SotA	Vermindering van het gebruik van primaire materialen van minstens 20 % met gelijkwaardige of verbeterde circulariteit en impact op het milieu en met gelijkwaardige of verbeterde technische prestaties	Vermindering van het gebruik van primaire materialen van minstens 30 % met gelijkwaardige of verbeterde circulariteit en impact op het milieu en met gelijkwaardige of verbeterde technische prestaties				
		Bouwproducten, componenten en processen die een hogere industrialisatiesnelheid toelaten (bv. prefabricage, modulariteit, standardisatie) of die een meer efficiënte opbouw of ontmanteling toelaten (hergebruik in hoogwaardige toepassingen, of recycleerbaarheid of beperkte nood aan onderhoud (verhoogde duurzaamheid/circulariteit))	Huidige SotA	Ontwerp voor volledige circulariteit: alle componenten moeten na ontmanteling gerecycleerd of hergebruikt kunnen worden. 15 % toename van de snelheid van ontmanteling	Ontwerp voor volledige circulariteit: alle componenten moeten na ontmanteling gerecycleerd of hergebruikt kunnen worden. 30 % toename van de snelheid van ontmanteling				
		Multifunctionele materialen met verbeterde duurzaamheid (langere levensduur, minder nood aan onderhoud) of die bijdragen aan het bestrijden van de effecten van de klimaatopwarming	Huidige SotA	Minstens 15 % toename van de levensduur of 15% minder onderhoud (arbeid, cycli) zonder afbreuk aan mogelijke scenario's voor na het levenseinde	Minstens 30 % toename van de levensduur of 30 % minder onderhoud (arbeid, cycli) zonder afbreuk aan mogelijke scenario's voor na het levenseinde				

Figuur 2 Routekaart Gebouwen en Constructies - Details koolstofarm bouwen en efficiënt gebruik van grondstoffen

	Te vroeg, onvoldoende belangstelling in de industrie
	Relevant instrument
	Relevant instrument maar timing wordt kritiek
	Te laat om ontwikkeling nog te starten

Enablers	Doelstelling	Belangrijkste onderzoeks onderwerpen	Referenties en doelstellingen			Steuninstrum 2024-2027		Steuninstrum 2028-2030	
			Ref 2023	Doel 2027	Doel 2030	SBO	ICON	SBO	ICON
Tools	Een competitievere bouwsector met een ecosysteem dat beter in staat is om uitdagingen zoals duurzaamheid en productiviteit aan gaan, door implementatie van	Technische tools en methodes zoals niet destructieve metingen voor het evalueren van prestaties van producten en componenten die verder gebruik mogelijk maken	Ref 2023	Oplossingen die helpen om de hierboven vermelde doelstellingen te behalen	Oplossingen die helpen om de hierboven vermelde doelstellingen te behalen				
		Sensoren voor slimme functionaliteiten, traceerbaarheid en niet-intrusieve automatische opsporing van fouten voor voorspellend onderhoud							
		Tools en modellen voor evaluatie van duurzaamheid, circulariteit en milieu-impact met inbegrip van modellen voor bedrijfsvoering							
Digitalisering	(1) nieuwe tools (2) digitale technieken en (3) regelgeving en normen die gebaseerd zijn op technische prestaties van bouwmaterialen en hun toepassingen	Digitale oplossingen voor duurzame opbouw en ontmanteling (robotisering, AI-gebaseerde karakterisering en/of sortering, 3D-printen) en karakterisering/monitoring (bouw informatie-modellen, materiaalpaspoorten, IoT-oplossingen voor levenslang en realtime monitoring, digitale tweelingen)	Ref 2023	Oplossingen die helpen om de hierboven vermelde doelstellingen te behalen	Oplossingen die helpen om de hierboven vermelde doelstellingen te behalen				
Regelgeving, normen en technische specificaties		Overgang naar prestatiegerichte normen die de invoering mogelijk maken van nieuwe materialen en producten gebaseerd op geüpgrade alternatieve materialen en afvalstromen							

Figuur 3 Routekaart Gebouwen en Constructies - Details Enablers

	Te vroeg, onvoldoende belangstelling in de industrie
	Relevant instrument
	Relevant instrument maar timing wordt kritiek
	Te laat om ontwikkeling nog te starten

1. Wat is het belang van deze routekaart?

MateriNex heeft als hoofdbetrachting om Vlaamse bedrijven te ondersteunen die actief zijn op vlak van materiaalonderzoek, rekening houdend met de EU-onderzoekagenda en de beleidsprioriteiten van de Vlaamse overheid. Uit een bevraging is gebleken dat deze noden zich situeren op het vlak van hoog risico lange termijn onderzoek. Een belangrijke uitdaging voor materiaalonderzoek in de bouwsector is echter dat het strategisch onderzoek hand in hand moet gaan met toegepast onderzoek en kennisoverdracht. Op deze manier kan het enerzijds de hele waardeketen van de gefragmenteerde bouwsector bereiken en anderzijds ook de normatieve en regelgevende kaderaspecten aanpakken. Het uiteindelijke doel moet niet alleen zijn om te investeren in basisonderzoek, maar ook om de adoptiegraad te verhogen. Zie ook verder bij deel 7 'Disseminatie'.

Voor elk **innovatiethema** van MateriNex is een routekaart met horizon 2030 opgesteld die de prioriteiten met betrekking tot basisonderzoek en toegepast onderzoek voor de komende werksjaren en de financieringsinstrumenten die hiervoor in aanmerking komen, zoals strategisch basisonderzoek (SBO) en/of interdisciplinair coöperatief onderzoek (ICON), vastlegt.

De routekaart zal gehanteerd worden om oproepen voor het indienen van projectvoorstellen te organiseren en de ingediende projectvoorstellen te beoordelen. Het is echter een dynamisch instrument en zal op basis van consultatie van een brede groep van betrokkenen wanneer nodig bijgestuurd worden (**Common Interest Group (CIG)**).

2. Waarop is deze routekaart gebaseerd?

Deze routekaart is gebaseerd op de inbreng van een 30-tal bouwbedrijven (met inbegrip van twee federaties) in het najaar van 2023.

Het belang van bouwmaterialen blijkt ook uit verschillende internationale routekaarten en rapporten voor materiaalonderzoek (specifiek in de bouwsector), zoals [Strategy for the Sustainable Competitiveness of the Construction Sector and its Enterprises](#), [Resource Efficiency Opportunities in the Building Sector](#), [The Materials 2030 Roadmap](#) van het Advanced Materials Initiative, [the Built4People Partnership Strategic Research & Innovation Agenda 2021-2027](#), [het Horizon Europe 2022-2027 Position Paper of the ECTP Materials and Sustainability Committee](#) en de [Global ABC Roadmap for Buildings and Construction](#).

3. Wat zijn de focuspunten van deze routekaart?

De routekaart in Figuur 1 vertrekt vanuit twee belangrijke **toepassingsdomeinen** voor bouw en constructie: enerzijds een **vermindering van de CO₂-voetafdruk** en anderzijds een **efficiënt gebruik van grondstoffen**.

Daarnaast heeft de routekaart nog een derde horizontale pijler die we als **enablers** kunnen omschrijven. Het gaat om belangrijke transversale uitdagingen namelijk (i) **tools**, (ii) **digitalisatie** en (iii) **regelgeving, normalisatie en (technische) specificaties en bestekken**. Een aantal van deze uitdagingen kunnen onderwerp zijn van projecten bv. omdat ze zeer specifiek zijn voor het prioritaire thema waarvoor de routekaart is opgesteld en in Vlaanderen een substantieel aantal bedrijven op dit vlak actief zijn en een voortrekkersrol spelen. Anderzijds zullen deze transversale uitdagingen meespelen in de beoordeling van projectvoorstellen in de toepassingsdomeinen.

In de gedetailleerde schema's van Figuren 2 en 3 is per topic een inschatting gemaakt van de ondersteunende subsidie-instrumenten die nodig geacht worden om de doelstellingen binnen het tijds kader te bereiken. Daarbij wordt een eenvoudige kleurencode gebruikt waarbij groen staat voor de relevante instrumenten. Blauw, te vroeg en momenteel beperkte industriële interesse, en oranje, relevant maar kritiek met betrekking tot timing, kunnen in principe ook gefinancierd worden mits een goede argumentatie. Een rode kleur geeft aan dat het instrument te laat komt om nog op te starten.

4. Welke kernactiviteiten zijn in deze routekaart opgenomen?

State-of-the-art en toekomstige materiaaluitdagingen voor de Bouw- en Constructiesector

De bouwsector legt de basis voor de sociaaleconomische basisbehoeften van Vlaanderen. Het levert de gebouwen en infrastructuur die de rest van de economie en de maatschappij nodig heeft.

Met 296 000 directe banen en een omzet van 59 miljard euro (kerncijfers FIEC voor 2021) vertegenwoordigt de sector ongeveer 10% van het bruto binnenlands product van België. De bouwsector creëert niet alleen banen op de werven, maar ook in tal van andere sectoren van de economie zoals de ontginning en de productie van materialen, de vervaardiging van bouwproducten, faciliteitenbeheer, ontwerp, planning en projectbeheer. In de bouwsector zelf zijn veel micro-ondernemingen en KMO's actief.

In Vlaanderen is de sector onder andere onderhevig aan de volgende trends:

- De nood aan **koolstofarme en milieuvriendelijke** oplossingen (lage impact)
- De nood aan oplossingen die een **efficiënter gebruik van grondstoffen, energie en tijd** mogelijk maken
- De nood aan **nieuwe functionaliteiten en verbeterde circulariteit**
- De nood aan materialen met een **hoge duurzaamheid** (levensduur meer dan 100 jaar en bijna onderhoudsvrij)
- De nood aan een betere en meer duurzame infrastructuur om mobiliteit (*modal shift*) en connectiviteit te vergemakkelijken
- De uitdaging gekoppeld aan het toepassen van toenemende materiaalinnovaties en toenemende complexiteit in producten, systemen, gebouwen en infrastructuren, inclusief de symbiose tussen verschillende industriële sectoren (bv. aanbieders van bijproducten)
- De noodzaak van een versnelde renovatie van de huidige gebouwen om een (operationeel) koolstofvrij gebouwenbestand te realiseren tegen 2050
- De noodzaak om de achterstand inzake digitalisatie in te halen
- De zoektocht naar hogere productiviteit en betaalbaarheid, rekening houdende met logistieke overwegingen
- De behoefte aan industrialisatie in combinatie met klantgerichtheid
- De behoefte aan aangepaste normen en technische specificaties voor nieuwe innovatieve materialen

Deze trends om te evolueren naar een **koolstofarme, grondstofzuinige, meer circulaire en data-gestuurde toekomst** brengen uiteenlopende onderzoeksuitdagingen met zich mee voor de bouwsector. Het is belangrijk om materiaal innovaties in de constructie- en bouwtechnologie te faciliteren op een manier die ervoor zorgt dat zowel het innovatiepotentieel van de bouwmaterialen als dat van de bouwprocessen in gelijke mate wordt ontsloten.

Bedrijven in de waardeketen van de bouwsector (materialen - producten - engineering - bouw - onderhoud - einde levensduur) kunnen vaak (i) deze onderzoeksuitdagingen niet alleen aan en (ii) hebben kennisoverdracht nodig aangaande opkomende (bouw-)materiaalkundige technologieën. Bovendien gebeurt dit vaak binnen een context waarbij het lokaal beleid/regelgeving mogelijk nog

niet up-to-date is met de nieuwste technologieën. Omdat de bouwsector in Vlaanderen moet handelen in een steeds globaler wordend industrieel landschap waarin deze noden en trends ook spelen, is het belangrijk om volop in te zetten op deze onderzoeksuitdagingen.

Naast innovatie in bouwmaterialen wordt innovatie in bouwtechnologieën als cruciaal beschouwd voor het bevorderen van de efficiëntie en haalbaarheid van de integratie van schone energietechnologieën op gebouwniveau, om zo bij te dragen aan de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De [Materials 2030 Roadmap](#) wijst o.a. op de nood aan geavanceerde materialen voor de opslag van thermische energie en voor stadsverwarming en -koeling en de optimalisatie van materialen voor warmtewisselaars.

De belangrijkste prioriteiten voor de Vlaamse spelers actief in de onderzoeks- en bouwsector, die in de volgende paragrafen worden belicht, zijn:

- **Koolstofarm bouwen**, met een focus op 'grondstoffen en materialen' en 'producten en processen';
- **Efficiënt gebruik van grondstoffen**, met een focus op 'grondstoffen en materialen' en 'producten en processen';
- De noodzakelijke **enablers** (transversale onderzoeksonderwerpen) die de overgang naar duurzame materialen voor de bouw zullen vergemakkelijken, namelijk (i) de ontwikkeling van specifieke tools (instrumenten), (ii) de stap naar meer digitalisering en (iii) de ontwikkeling van geschikte en ondersteunende regelgeving, normen en technische specificaties.

1. Koolstofarm bouwen

Doel: Bouwmaterialen en aanverwante producten en systemen die (1) een lagere koolstof- en/of milieu-impact mogelijk maken en (2) de energieprestaties en energie-efficiëntie van gebouwen verbeteren (duurzamere materialen en producten met minder ingebedde koolstof en minder ingebedde energie).

In de EU wordt ongeveer 40% van de energie verbruikt in gebouwen en meer dan een derde van de energie-gerelateerde broeikasgasemissies in de EU zijn afkomstig van gebouwen, zoals vermeld in de EU-richtlijn betreffende de energieprestatie van gebouwen. Hoewel dit wetgevend kader, zoals ook verder geïmplementeerd in Vlaanderen, rond 2010 werd opgestart, werd het regelmatig bijgewerkt (onder andere in 2021) om ambitieuzer te zijn in de richting van een **nul emissie- en een (operationeel) koolstofvrij gebouwenbestand tegen 2050**.

Om de totale uitstoot te verminderen, moet de sector de **energieprestaties van gebouwen** verbeteren, de **koolstofvoetafdruk van bouwmaterialen verkleinen**, meer **beleidsverbintenissen** omzetten in acties en meer investeren in **energie-efficiëntie**. Deze hogere ambities brengen nieuwe uitdagingen met zich mee die via onderzoek aangepakt moeten worden. Merk op dat de succesvolle implementatie van energie-efficiëntie in de bouw het relatieve belang van broeikasgasemissies heeft verschoven van operationeel naar ingebed (*embodied*) in de bouwmaterialen, waardoor een onderzoeksvisie nodig is die zowel kijkt naar duurzame materialen met minder ingebedde energie (d.w.z. koolstofarm), als naar een verbeterde energie-efficiëntie in de gebruiksfase.

Zo speelt, bij voorbeeld, beton in de bouwsector een belangrijke rol. Beton is, na water, het meest door de mensheid gebruikte materiaal. Door het massale gebruik ervan is de productie van beton verantwoordelijk voor 5-8 % van de wereldwijde antropogene CO₂-uitstoot (CEMBUREAU, 2015). Het grootste deel hiervan komt vrij bij de productie van cement. Het **maximaliseren van het gebruik van koolstofarme SCMs** (*supplementary cementitious materials*) wordt beschouwd als een van de meest

effectieve korte-termijn maatregelen om de CO₂-uitstoot te verminderen. Er worden ook **andere koolstofarme bindmiddelen** met verschillende chemische samenstelling onderzocht en ontwikkeld, maar er is meer onderzoek nodig om de verschillende uitdagingen bij de verdere opschaling van dergelijke technologieën te overwinnen. Een andere belangrijke stap in het decarboniseren kan worden gezet tijdens het productieproces van verschillende van deze bouwmaterialen door, in plaats van de verbranding van fossiele brandstoffen, **groene elektrische energie** te gebruiken om de hoge temperaturen te bereiken die vaak nodig zijn om dergelijke materialen te activeren.

Werken aan **koolstofarm (low-carbon) cement en beton**, maar ook koolstofarm **staal, asfalt en bitumen en koolstofarme bakstenen**, moet dus deel uitmaken van de ambities van deze routekaart. Daarnaast zijn er ook andere materialen met een potentieel voor koolstofarm bouwen, zoals **bio-gebaseerde bouwmaterialen en materialen uit** (al dan niet agrarische) **afvalstromen** die kunnen dienen als koolstofreservoir (*carbon sink*).

Tot slot is er nog steeds nood aan ambitieuzere oplossingen op vlak van **energie-efficiëntie van gebouwen**. Hier kan bijvoorbeeld gekeken worden naar **geavanceerde materialen** met betrekking tot verbeterde energie-efficiëntie, zoals zeer efficiënte isolatiematerialen met verbeterde brandbestendigheid, draagvermogen, duurzaamheid en recycleerbaarheid of innovatieve materialen voor de opslag van thermische energie en/of warmtewisselaars.

Belangrijkste onderzoeksthema's:

- Koolstofarme grondstoffen zoals koolstofarm cement en bindmiddelen (bijv. gecalcineerde klei); alkali-geactiveerd cement; koolstof negatieve bindmiddelen (bijv. minerale carbonatie) en SCMs.
- Koolstofarm beton en bouwcomponenten (bouwsystemen en bouwelementen).
- Koolstofarm staal, asfalt en bitumen, koolstofarme bakstenen; en bio-gebaseerde bouwmaterialen.
- Zeer efficiënte isolatiematerialen en materialen voor de opslag van thermische energie en/of warmtewisselaars.

2. Efficiënt grondstoffengebruik

Doel: Bouwmaterialen en aanverwante producten die (1) anticiperen op de toenemende schaarste aan primaire grondstoffen met behulp van (opgevaardeerde en gereinigde) secundaire grondstoffen (2) een verbeterde duurzaamheid hebben en (3) kunnen helpen om de effecten van klimaatverandering te verminderen.

Volgens ECTP (SRIA 2021-2027) is de bouw samen met de aanverwante sectoren verantwoordelijk voor ongeveer de helft van het wereldwijd gebruik van grondstoffen, terwijl de bouw- en sloopsector goed is voor 25 tot 30% van het in de EU geproduceerde afval. Er zijn duidelijke voordelen voor producenten van bouwmaterialen en afvalverwerkers wanneer **primaire grondstoffen worden vervangen door secundaire grondstoffen en alternatieve residuen**. Door de relatief lage (toegevoegde) waarde van bouwmaterialen zijn de kosten van grondstoffen relatief gezien belangrijker dan in andere industriële sectoren. Daarom zijn producenten van bouwmaterialen meer geïnteresseerd in het vervangen van conventionele primaire grondstoffen of producten door verwerkte/opgeschoonde en goedkopere residuen. De prijzen van verwerkte residuen hangen sterk af van hun eigenschappen en de toepassing, variërend van enkele euro's/ton voor gerecycleerde aggregaten tot enkele euro's/kg voor essentiële bestanddelen van hoogwaardige producten zoals *silica fume* voor hogesterktebeton. Bovendien kunnen de lokale vraag, het aanbod en de wetgevende factoren het gebruik van dergelijke residuen (SCMs, alternatieve bindmiddelen en vulstoffen) voor

hoogwaardige toepassingen stimuleren. Andere zeer belangrijke drijfveren zijn de wereldwijde uitdaging om de **CO₂-uitstoot te verminderen** (zie koolstofarm bouwen) en de **schaarste aan specifieke grondstoffen** zoals bijvoorbeeld bouwzand van hoge kwaliteit.

De valorisatie van secundaire grondstoffen en residuen in bouwmaterialen heeft aangetoond dat er veel succesvolle voorbeelden zijn van **synergiën tussen afvalverwerkers en producenten van bouwmaterialen**. Deze voorbeelden zijn zo succesvol geworden dat het onderscheid tussen afvalverwerkers en materiaalproducenten aan het vervagen is en dat de mate waarin bedrijfsmodellen van sommige producenten van bouwmaterialen afhankelijk zijn van secundaire grondstoffen aan het veranderen is.

Efficiënt gebruik van grondstoffen beperkt zich niet enkel tot het gebruik van secundaire en gerecycleerde materialen, het kan ook worden bereikt door een **verbeterde duurzaamheid** zoals: een langere levensduur, geringere nood aan onderhoud, een verminderd materiaalverbruik (hoge sterkte materialen zoals UHPC of staal >S460), de ontwikkeling van geprefabriceerde (in geconditioneerde omstandigheden) eenvoudig montagebare en demonteerbare systemen (verlaging van faalkosten en verhoogde herbruikbaarheid), lichtgewicht materialen (*biobased* of mineraal), structuren en structurele systemen met verbeterde sterkte, producten of systemen die reparatie, hergebruik, *remanufacturing* of recyclage mogelijk maken, materialen die een hogere industrialisatiesnelheid mogelijk maken (prefabricage, modulariteit, kortere 'blauwdruk tot *as-built*'-cycli, additieve productie (3D-printen).

Tot slot zijn er de afgelopen jaren verschillende **multifunctionele materiaalconcepten** ontwikkeld (bijv. zelfhelend structureel beton, slim glas voor ramen). Deze kunnen een inspiratiebron zijn om in de toekomst nieuwe en nog ambitieuzere multifunctionele materialen te ontwikkelen, in het bijzonder als deze materialen een verbeterde duurzaamheid hebben of kunnen gebruikt worden om de effecten van klimaatverandering tegen te gaan. Voorbeelden hiervan zijn nieuwe materialen en structurele elementen met verbeterde eigenschappen zoals warmte-/energie- en vochtbuffering of -weerstand; geluidsabsorptie; weerstand tegen UV-stralen, tegen overstromingen en andere rampen; trillingsdemping; en antimicrobiële, antifouling en slipwerende eigenschappen.

Belangrijkste onderzoeksthema's:

- Opwaardering van alternatieve grondstoffen en afvalstromen tot schone, hoogwaardige grondstoffen en materialen voor de bouwsector (*urban mining*)
- Nieuwe materialen/producten met een sterk verminderd materiaalverbruik gekoppeld aan superieure prestaties (ultrahoge sterkte, lichtgewicht)
- Bouwproducten, -componenten en -processen (geprefabriceerde bouwelementen) die een toenemende industrialisering mogelijk maken, zoals prefabricage, modulariteit, demontage, hoogwaardig hergebruik of recycleerbaarheid en beperkt onderhoud vereisen (verhoogde duurzaamheid/circulariteit)
- Multifunctionele materialen met een verbeterde duurzaamheid (langere levensduur, beperkter onderhoud) of die bijdragen aan de bestrijding van de effecten van klimaatverandering

5. Met welke transversale uitdagingen dient rekening gehouden te worden?

In deze routekaart zijn ook 3 **enablers** (transversale uitdagingen) geïdentificeerd die de overgang naar een duurzamere bouwsector kunnen vergemakkelijken, namelijk de ontwikkeling van **specifieke tools**, de stap naar meer **digitalisering** en de ontwikkeling van geschikte en ondersteunende **normen en regelgeving**.

Doel: Een competitiever ecosysteem in de bouw dat beter in staat is om uitdagingen als duurzaamheid en productiviteit aan te gaan, door de implementatie van (1) nieuwe tools en hulpmiddelen, (2) digitale technologieën en (3) een regelgeving/normalisatie die een prestatie-gebaseerde beoordeling van bouwmaterialen en hun toepassingen mogelijk maakt.

TOOLS

Er is een duidelijke behoefte aan **baanbrekende simulatie- en voorspellingstechnologieën** (tools en methoden) die het inzicht in de technische en/of milieueigenschappen/prestaties van materialen en gebouwen vergroten om de bouwsector concurrentiëler en duurzamer te maken. Specifiek op het gebied van materiaalontwikkeling (bijvoorbeeld koolstofarme bindmiddelen) kunnen deze tools de nood aan uitgebreide empirische testen verminderen en daardoor de ontwikkelingscycli, kennisverwerving, en het boeken van resultaten en de implementatie ervan, sterk verbeteren en versnellen. Daarnaast moeten **sensoren** voor slimme functionaliteiten, traceerbaarheid en niet-invasieve automatische foutdetectie (in functie van voorspellend onderhoud) worden ontwikkeld om de circulariteit van materialen en componenten te verbeteren.

In het streven naar **prestatiegerichte regelgeving, normalisatie, en technische specificaties (en bestekken)** zijn **kwantitatieve methoden** nodig om de technische eigenschappen en prestaties van specifieke materialen en componenten te **evalueren**. Het uiteindelijke succes en de toepassing van de technologie zal afhangen van het behalen of overtreffen van de mechanische en operationele prestatieniveaus van de huidige gangbare technologieën, die ook worden weerspiegeld in de verschillende normen en standaarden. Merk op dat de huidige normen nog steeds veelal gebaseerd zijn op voorschriften (d.w.z. gebaseerd op bekende recepten die hun geschiktheid in het verleden hebben bewezen). Als gevolg hiervan zullen nieuwe oplossingen en formuleringen vaak enkel in beperkte volumes op de markt gebracht worden. Een grootschalige implementatie wordt dus nog vaak belemmerd door eindklanten die geen risico's wensen te nemen en het gebrek aan een regulerend en/of normatief kader dat beter is afgesteld op nieuwe, innovatieve en duurzame bouwmaterialen en nu enkel voorziet in een meer ad-hoc kwaliteitsborging voor deze specifieke gevallen. Vandaar de behoefte aan prestatiegerichte normen zoals hieronder verder aangegeven (zie regelgeving, normalisatie en technische specificaties).

De huidige methodologieën en tools die zich toespitsen op de duurzaamheid en circulariteit van gebouwtoepassingen (LCA, LCC, *ecodesign*, *design-to-construction*, optimaal generatief ontwerp van bouwcomponenten en methoden om de levensduur van materialen en producten te voorspellen, business- en verdienmodellen) zullen ook voortdurend moeten worden verbeterd om de ontwikkelde innovatieve oplossingen effectief te integreren.

DIGITALISATIE

Vergeleken met andere industriële sectoren loopt de bouwsector achter inzake digitalisatie. De bouwsector wordt zelfs beschouwd als een van de minst gedigitaliseerde industrieën. Andere grote industrieën, zoals de verwerkende industrie of de professionele dienstverlening, die de digitalisering hebben omarmd, hebben een productiviteitsrevolutie laten zien, waarbij de arbeidsproductiviteit drie tot vijf keer zo hoog is geworden. Deze winst kan sectorspecifiek zijn en hoeft niet noodzakelijkerwijs hetzelfde te zijn voor de bouwsector. Niettemin worden digitale technologieën en de integratie ervan in de bouwsector door de EU beschouwd als een sleutelement dat kan helpen bij het aanpakken van uitdagingen zoals de impact op het milieu, efficiënt gebruik van grondstoffen en energie en productiviteit (zoals de Bouw 2020-strategie, de Renovatiegolf en Shaping Europe's Digital Future).

Vandaag de dag wordt het belang van digitalisering steeds meer erkend in de bouwsector. Vooral architecten en ingenieurs, maar ook enkele grote bouwbedrijven en bouwheren, zijn begonnen met digitalisering, zoals het gebruik van BIM-systemen (*Building Information Management*). Ook de prefab-sector maakt gebruik van gedigitaliseerde fabricagemethoden (bijv. robotisering). Een andere sector met groeiende belangstelling voor digitalisering is de metaal- en recyclage industrie (bijv. Al-gestuurde karakterisering en sortering, Industrie 5.0, *digital twins*). Niettemin kan digitalisering de volledige waardeketen ten goede komen en is onderzoek om de digitale revoluties bij te benen hard nodig.

REGELGEVING, NORMALISATIE EN TECHNISCHE SPECIFICATIES

Veel bedrijven die input hebben gegeven voor deze routekaart benadrukten de noodzaak van een snellere evolutie in het normatieve en regelgevende kader (regelgeving, normen en certificering). Nieuwe oplossingen kunnen slechts in beperkte mate op de markt worden toegepast, aangezien grootschalige implementatie vaak wordt belemmerd door enerzijds het ontbreken van een regelgevend- en/of normatief kader dat beter is afgestemd op duurzame en innovatieve bouwmaterialen en anderzijds door eindklanten die afkerig zijn van risico's.

Bovendien is de technische complexiteit in de bouwsector in de loop der jaren sterk toegenomen, waarbij in zeer projectmatige bouwprocessen moderne technologieën zijn geïmplementeerd om te voldoen aan de toenemende eisen van de klant. Bouwmaterialen spelen een sleutelrol in deze bouwprocessen en in de bijbehorende producten en systemen. De vraag naar duurzame en meer circulaire bouwmaterialen vereist ook de implementatie ervan op het niveau van bouwproducten/systemen/processen.

Prestatie-gebaseerde beoordeling van bouwmaterialen (en bijbehorende kwaliteitsbeoordeling) wordt uitgebreid tot het niveau van producten en systemen, zoals het ook is vastgelegd in de [Europese Verordening bouwproducten \(CPR\)](#). De CPR moet ervoor zorgen dat bouwproducten vrij kunnen circuleren binnen de interne markt en wordt momenteel herzien, onder andere om “de bijdrage van het ecosysteem van de bouw aan de klimaat- en duurzaamheidsdoelstellingen mogelijk te maken en de digitale transformatie te omarmen”. Tegelijkertijd besteden de nieuwe generatie Eurocodes meer aandacht aan duurzame materialen. Deze evoluties verlopen echter traag en zijn afhankelijk van nationale en regionale initiatieven en de lokale gewoonten inzake bouwmaterialen en -producten. Onderzoek naar innovatieve/duurzame materialen moet, waar relevant, ingaan op risico's en uitdagingen die samenhangen met het bestaande en toekomstige normatieve en regelgevende kader. De rol van regionale overheidsinstanties als technische voorschrijver, bijvoorbeeld voor openbare infrastructuur of overheidsgebouwen, mag ook niet worden onderschat als het gaat om de toepassing van innovatieve materialen en producten. Het creëren van intensieve banden tussen regionale innovatie en de overheid, via kanalen zoals PIO ([Programma Innovatieve Overheidsopdrachten](#)) of [Vlaanderen Circulair](#), moet worden versterkt. Tot slot is het aanpakken van uitdagingen op het vlak van normalisatie en regelgeving niet alleen van toepassing op de bouwsector, maar ook op andere sectoren die voor innovatie moeten rekening houden met een zeer specifiek normatief – en regelgevend kader.

Belangrijkste onderzoeksonderwerpen:

- Tools en methoden voor technische doeleinden zoals niet-destructieve metingen voor prestatie-evaluatie van producten en componenten waardoor mogelijkheden voor hergebruik ontstaan
- Sensoren voor slimme functionaliteiten, traceerbaarheid en niet-invasieve automatische foutdetectie in functie van voorspellend onderhoud
- Evaluatietools en modellen voor beoordeling van duurzaamheid/circulariteit/milieueffecten inclusief businessmodellen

- Digitale oplossingen voor duurzaam bouwen (robotisering, AI-gebaseerde karakterisering en/of sortering, 3D-printen, BIM's, materiaalpaspoorten, IoT-oplossingen voor levenslange en *realtime* monitoring, digitale tweelingen)
- Input aanleveren voor het ontwikkelen van prestatiegerichte regelgeving, normen, specificaties en bestekken die de introductie van innovatieve materialen en producten, op basis van verwerkte alternatieve grondstoffen en afvalstromen, vergemakkelijken

6. Complementariteit in het Vlaamse innovatielandschap voor bouw en constructie

Verschillende Vlaamse bedrijven zijn actief op het vlak van onderzoek en ontwikkeling in de sector van gebouwen en constructies. Sommigen daarvan hebben deze routekaart al onderschreven met een intentieverklaring. Op academisch vlak zijn nagenoeg alle universiteiten en vooral het strategisch onderzoekscentrum VITO actief in het domein.

Niettegenstaande MateriNex focust op het hoog risico-lange termijn onderzoek, zal ook de brug gemaakt worden naar hoger TRL (*Technology Readiness Level*) en productie.

Afstemming inzake complementariteit met andere subsidieverstrekende organisatie zoals de speerpuntclusters en de SOC's (voor wat hun ICON programma betreft) zal een belangrijke plaats krijgen in de werking van MateriNex. Inzake materialen voor bouw- en constructie is dat in eerste instantie Flux 50, Catalisti en de Blauwe Cluster voor wat de speerpuntclusters betreft.

7. Disseminatie

Het uiteindelijke doel moet niet alleen zijn om te investeren in basisonderzoek, maar ook om de adoptiegraad te verhogen. Dit is zeker nodig in een sector zoals bouw en constructie waarin, zoals hogerop reeds vermeld, veel micro-ondernemingen en KMO's actief zijn.

Disseminatie zal een verplicht onderdeel vormen van elk project dat goedgekeurd wordt. Daarbij worden de regels van VLAIO gevolgd.

In eerste instantie zal in de *Common Interest Group* Materialen voor Gebouwen en Constructies aandacht gaan naar het delen van (publieke) onderzoeksresultaten. Op het vlak van '*next step*' disseminatie of disseminatie over de waardeketen zal samengewerkt worden met speerpuntclusters en SOC's die complementaire routekaarten hebben.

Daarnaast zal voor brede disseminatie rond de thematische prioriteit het VLAIO-netwerk gebruikt worden en zal MateriNex ondersteuning bieden. In het bijzonder zal op dit vlak samengewerkt worden met de relevante collectieve onderzoekscentra.

8. Welke projecttypes en hoe een projectvoorstel indienen?

Met financiële steun van het departement EWI en in opdracht van EWI en VLAIO stelt **VITO** als **onafhankelijk strategisch onderzoekscentrum** een team ter beschikking om te faciliteren in het beheer van de geoormerkte middelen van het Fonds voor Innoveren en Ondernemen om het materialenonderzoek in Vlaanderen te ondersteunen. Dat gebeurt onder de naam **MateriNex**.

Jaarlijks wordt door MateriNex een **oproep** gelanceerd met vermelding van de datum en modaliteiten van de **verplichte vooraanmelding** (voor SBO en ICON) alsook de modaliteiten en tijdslijn om een volledig projectvoorstel in te dienen. Alleen projectvoorstellen die een GO krijgen van een

onafhankelijke experts groep (samengesteld door het MateriNex team in overleg met VLAIO) mogen een volledig projectvoorstel uitwerken en bij VLAIO indienen. Deze GO heeft een geldigheidsduur van max 1 jaar. Voor ICON projecten kan er gewerkt worden met een *request for partners* gefaciliteerd door MateriNex. Haalbaarheidsstudie kunnen om het even wanneer ingediend worden en hebben een kortere doorlooptijd. **VLAIO staat in voor de beoordeling van de volledige projectvoorstellen voor cSBO, ICON en haalbaarheidsstudies.**

De **modaliteiten voor cSBO en ICON projecten** alsook haalbaarheidsstudies zijn vastgelegd in de respectieve handleidingen op de VLAIO-website. We vermelden in het bijzonder:

Een **cSBO-projectvoorstel** wordt ingediend door **minstens twee onderzoeksgroepen van minstens één Vlaams onderzoekscentrum** (volgens art. II.2 en II.3 van de Codex Hoger Onderwijs). Een Vlaams onderzoekscentrum wordt hierbij gedefinieerd als een in het Vlaams Gewest gevestigde organisatie voor onderzoek en kennisverspreiding (universiteit, hogeschool, (strategisch) onderzoekscentrum. **Imec, VITO, VIB, Flanders Make, VLIZ en de Vlaamse wetenschappelijke instellingen met een dotatie van de Vlaamse overheid**, kunnen enkel een cSBO-projectvoorstel indienen in samenwerking met minstens één ander Vlaams onderzoekscentrum. Een **Vlaamse hogeschool** dient altijd een cSBO-projectvoorstel in, in samenwerking met of minstens na advies van de universiteit binnen de associatie waarmee ze verbonden is. Vlaamse hogescholen kunnen enkel een projectvoorstel indienen in samenwerking met minstens één ander Vlaams onderzoekscentrum.

ICON (Interdisciplinair Coöperatief Onderzoek) is een projecttype waarin een ad hoc en evenwichtig samengesteld **consortium van één of meerdere onderzoekscentra en minstens drie niet-verbonden ondernemingen** nieuwe kennis ontwikkelen, die praktisch toegepast kan worden en zo bijdraagt tot economische en eventueel ruimere maatschappelijke toegevoegde waarde in Vlaanderen. Een ICON-project bestaat uit een bedrijfsdeel en een onderzoeksdeel. De Vlaamse industriële partners kunnen hierbij een beroep doen op steun van het Fonds voor Innoveren en Ondernemen.

Haalbaarheidsstudies zijn studies die zich bevinden aan het begin van een innovatietraject, waar de globale haalbaarheid en de relevantie van verdere investeringen in onderzoek, ontwikkeling en innovatie moet nagegaan worden. Aanvragers zijn **bedrijven** die beschikken over een rechtspersoonlijkheid (ten laatste bij het ondertekenen van de overeenkomst). Verder moet het aanvragende bedrijf in staat zijn de resultaten in voldoende mate (doch niet uitsluitend) in Vlaanderen te exploiteren. Voor de uitvoering van het project kan ook worden **samengewerkt met andere bedrijven en met onderzoeksinstellingen als onderaannemers.**