

Renoveren met oog op de toekomst

CO₂-sturing als eerste stap richting circulair renoveren in de provincie Utrecht

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inleiding	3
Hoofdstuk 1. CO ₂ -impact van renovaties is groot.....	4
Hoofdstuk 2. Risico's van traditionele bouwmaterialen.....	7
Hoofdstuk 3. Circulaire renoveren vermindert CO ₂ -impact.....	10
Hoofdstuk 4. Rekenen met een eerlijke CO ₂ -prijs.....	12
Hoofdstuk 5. Reductiepotentie in de provincie Utrecht.....	15
Hoofdstuk 6. De eerste stappen naar circulair renoveren	16
 Bijlage 1. Geanonimiseerde projectinformatie	23
Bijlage 2. Methodiek & uitgangspunten	25

Dit rapport is opgesteld in opdracht van:



Uitgevoerd door:



Auteurs

Mathijs van Kouwen
Gerben Broekhuijsen
Agnes Mewes
Jasmijn Goudsmit

Datum

November 2025

Samenvatting

Het verduurzamen van de bestaande gebouwvoorraad is één van de grootste opgaven in de bouwsector. Tot en met 2030 moeten er 2,5 miljoen woningen worden gerenoveerd. Voor deze verduurzaming is een grote hoeveelheid bouw materiaal nodig voor o.a. isolatie, installaties en gevelbekleding.

De materiaalgebonden CO₂-uitstoot van woningrenovaties is op dit moment gemiddeld 65 kg CO₂ / m² BVO (bandbreedte: 17-145 kg CO₂ / m² BVO). Dit komt voort uit een analyse van elf grote, conventionele renovatieprojecten (in totaal 100.000 m² BVO) in de regio Utrecht. De grote variatie is het gevolg van verschillen in ingrepen en intensiteit van de renovatie. Wel is deze impact per m² lager dan de gemiddelde impact van nieuwbouw (gemiddeld 367 kg CO₂ / m² BVO), alleen het aantal woningen dat gerenoveerd moet worden is veel groter dan de nieuwbouwopgave.

Vervanging van conventionele materialen door hergebruikte of biobased materialen verlaagt de materiaalgebonden CO₂-uitstoot met gemiddeld 35% (bandbreedte: 9% - 63%). Dit is bepaald door op de elf projecten toegepaste materialen en producten te vervangen door circulaire alternatieven. Bij extrapolatie van deze keuzes naar de korte-termijn renovatieopgave in de provincie Utrecht is een CO₂-reductie van 0,87 Mton te realiseren.

De materiaalgebonden CO₂-uitstoot van een circulaire renovatie verdient zich in 2,4 jaar terug. Bij een meer conventionele renovatie is deze CO₂-terugverdientijd 3,5 jaar. Deze terugverdientijd wordt bepaald door de CO₂-uitstoot van de toe te passen materialen te vergelijken met de CO₂-besparing in het operationele energieverbruik.

Het blijven gebruiken van conventionele bouwmaterialen en -producten leidt tot risico's in onder meer leveringszekerheid, prijs en menselijke gezondheid. Circulair renoveren helpt om deze risico's te beperken en de renovatie-opgave effectiever aan te pakken. Met hergebruik en levensduurverlenging beperken we leveringsrisico's van installaties en componenten met kritieke grondstoffen. Ook verlagen we hiermee de CO₂-uitstoot, zodat we effectiever bijdragen aan het beperken van de klimaatimpact. Met biobased materialen voorkomen we toepassing van giftige stoffen.

Om te sturen op circulair renoveren is een eerste stap het sturen op een minimale materiaalgebonden CO₂-uitstoot. Door hier vanaf de start van het project op te sturen, kan een grotere CO₂-reductie behaald worden dan in dit onderzoek berekend. Dit is het gevolg van meer fundamentele ontwerpkeuzes, zoals de wandopbouw of hergebruik van installatietechniek. Ook biedt het vroegtijdig sturen op CO₂-uitstoot

producenten, leveranciers en aannemers de kans om lokale, hergebruikte of biobased producten toe te passen.

Om circulair renoveren mee te wegen in besluitvorming, is het nodig om te rekenen met een eerlijke CO₂-prijs. Dit kan meegewogen worden bij de vaststelling van de aanneemsom, omdat daar de belangrijkste materiaalkeuzes worden vastgelegd. Binnen de elf geanalyseerde projecten ligt de CO₂-prijs waarbij het circulaire alternatief financieel aantrekkelijker wordt op gemiddeld €481 per ton CO₂. Het toepassen van circulaire maatregelen heeft gemiddeld tot 1,4% meerkosten geleid ten opzichte van de totale aanneemsom.

Op dit moment kijken partijen naar elkaar om eerste stappen te zetten. Om dit te doorbreken, zullen alle partijen zelf een eerste stap moeten zetten om anderen te activeren. Daarbij gaat het vooral om:

- **Overheid:** Geef richting door circulaire ambities op te nemen in beleid en werk toe naar een rekenmethodiek voor renovaties.
- **Opdrachtgevers:** Neem circulaire ambities mee in uitvragen, geef ruimte in technische eisen en reken met een eerlijke CO₂-prijs.
- **Bouwers:** Bied altijd circulaire alternatieven aan en bouw intern kennis en capaciteit op.

Inleiding

De aankomende verduurzamingsopgave van de gebouwvoorraad in Nederland vereist een aanzienlijke hoeveelheid materialen. De productie van deze materialen veroorzaakt een hoge CO₂-uitstoot. Aanvullend beleid voor de bestaande bouw is noodzakelijk om deze renovaties op verantwoorde wijze te doen.

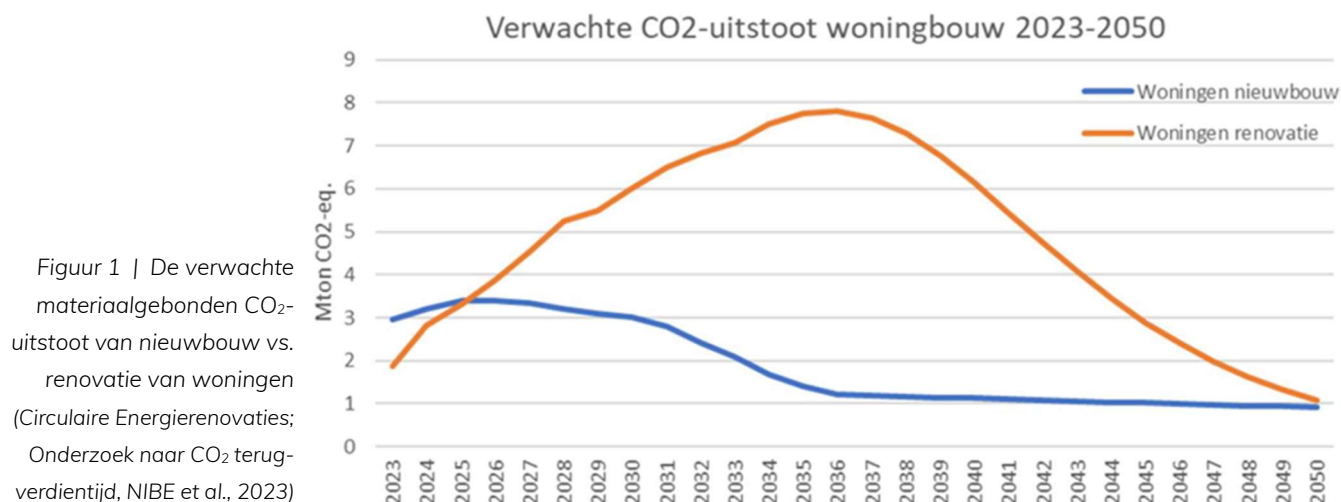
Het verduurzamen van de Nederlandse gebouwvoorraad is urgent en één van de grootste uitdagingen binnen de bouwsector. Het operationeel energieverbruik van de gebouwde omgeving heeft een enorme CO₂-uitstoot. Om deze impact drastisch te verminderen moet de energievraag sterk worden gereduceerd. Hiervoor is in 2022 het Beleidsprogramma

Verduurzaming gebouwde omgeving opgesteld¹. Hierin staat hoe tot 2050 miljoenen woningen in Nederland verduurzaamd moeten worden om de CO₂-reductiedoelstelling van Nederland te kunnen halen.

De benodigde materialen voor deze verduurzamingsopgave hebben echter een aanzienlijke milieu-impact. Uit een eerder onderzoek naar [circulaire energierenovaties](#) blijkt de verwachte totale impact van renovaties tot 2050 74-130 Mton CO₂-eq wanneer traditionele bouwmethoden worden ingezet². De impact van de renovatieopgave is daarmee groter dan de impact van de benodigde materialen bij de nieuwbouwopgave, zoals zichtbaar in figuur 1.

Desondanks is er weinig aandacht voor het verminderen van de impact van de benodigde materialen voor renovatie van bestaande bouw.

Aanvullend beleid gericht op de bestaande bouw is dus noodzakelijk om deze materiaalgebonden CO₂-impact te verminderen, zoals bij nieuwbouw al wordt gedaan. Daarom is in dit onderzoek bepaald hoe groot deze impact is en welk effect circulair renoveren hierop heeft. Samen met verschillende partijen uit de keten is opgehaald welke eerste stappen al gezet kunnen worden door marktpartijen, woningcorporaties en overheden, en welke randvoorwaarden nog moeten worden geschept.



Onderzoek Circulaire energierenovaties (2023)

Dit onderzoek heeft een aantal uitsluitingen (o.a. exclusief PV-panelen) en beperkingen (o.a. NMD data-beschikbaarheid) waardoor de uitkomsten van dit onderzoek indicatief zijn.

Uit dit onderzoek volgt wel dat de materiaalimpact van renovatie enorm is en dat er meer aandacht naar de materiaal impact van bestaande bouw moet gaan. Juist omdat de renovatieopgave en bijbehorende materiaalpiek op korte termijn zullen plaatsvinden is de urgentie hoog.

Hoofdstuk 1. CO₂-impact van renovaties is groot

Uit analyse van elf grote renovatieprojecten (100.000m² BVO) van woningen volgt dat de traditionele renovaties een variërende - maar substantiële - materiaalgebonden CO₂-impact hebben. De renovaties zijn echter nodig om het energieverbruik terug te dringen, en de impact betaalt zich binnen vier jaar terug door vermindering van energiegebonden CO₂-uitstoot. En daarbij is het noodzakelijk om de substantiële CO₂-impact van de benodigde materialen te verlagen.

Voor dit onderzoek zijn elf renovatieprojecten van huurwoningen in de provincie Utrecht doorgerekend (zie geanonimiseerde projectinformatie in bijlage 1). Allereerst is de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van de toegepaste materialen berekend voor de in totaal 100.000 m² bruto vloeroppervlakte (BVO). Deze berekening is herhaald voor dezelfde casussen waarbij relevante traditionele materialen zijn vervangen door circulaire alternatieven met gelijke functionaliteit. De onderliggende methodiek wordt verder toegelicht in het kader Methodiek en aannames (zie ook bijlage 2).

De CO₂-uitstoot van traditionele renovatie voor de projecten varieert enorm per project door verschillen in scope van de renovatie. Zoals te zien is in figuur 2, varieert de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van 17-145 kg CO₂-eq/m² BVO. Het gemiddelde van 65 kg

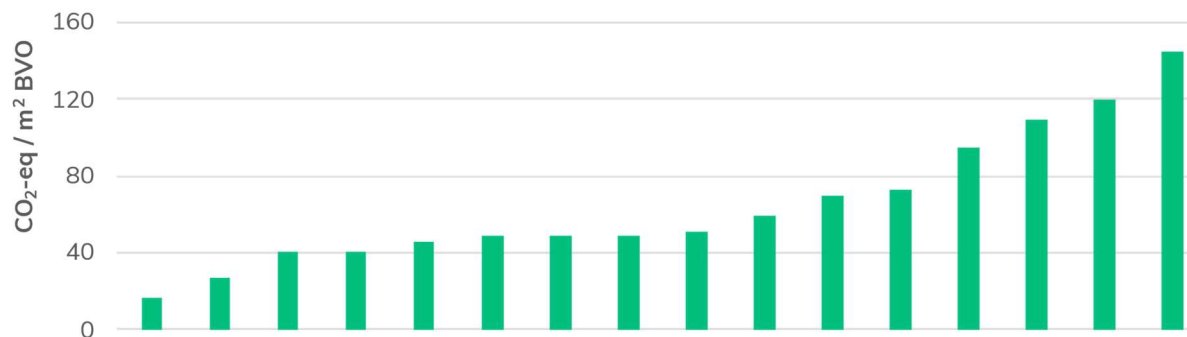
Methodiek en aannames

De elf projecten zijn gesplitst in zestien casussen (voor vijf projecten zijn de hoek- en tussenwoningen gesplitst). Van de aangeleverde materialenlijsten is een circulaire variant gemaakt met circulaire vervangende materialen (aan de hand van de 'knoppen' vanuit het [Nationaal Programma Circulaire Economie](#), zie kader blz. 9).

Voor de casussen is ook vermindering van energiegebonden CO₂-eq door renovatie (in 15 jaar) berekend. Voor sommige casussen is hiervoor de energielabelverandering gebruikt.

Om de toekomstige emissies te berekenen zijn de emissiegemiddelden voor 2014-2038 overgenomen van het KEV-scenario ([Klimaat en Energie verkenning PBL](#)).

De materiaalgebonden CO₂-eq winst is bepaald door de in- en uitgaande materialen te koppelen aan milieudata van de Nationale Milieudatabase (NMD). In lijn met de methode in HNN bestaande bouw 0.5 wordt voor inkomende materialen impact uit fase A meegenomen en voor verwijderde materialen de impact van de materialen in fase C.



Figuur 2 | De sterk variërende materiaalgebonden CO₂-uitstoot/ m² BVO voor de zestien casussen. Berekend aan de hand van de materialenlijsten (as built) en gesorteerd van laag naar hoog.

CO₂-eq/m² BVO is lager dan de materiaalgebonden uitstoot van nieuwbouw 367 kg CO₂-eq/m² BVO³. Toch is de totale CO₂-impact van renovaties substantieel omdat de renovatieopgave in aantal woningen veel groter is dan de nieuwbouwopgave (zie volgende punt).

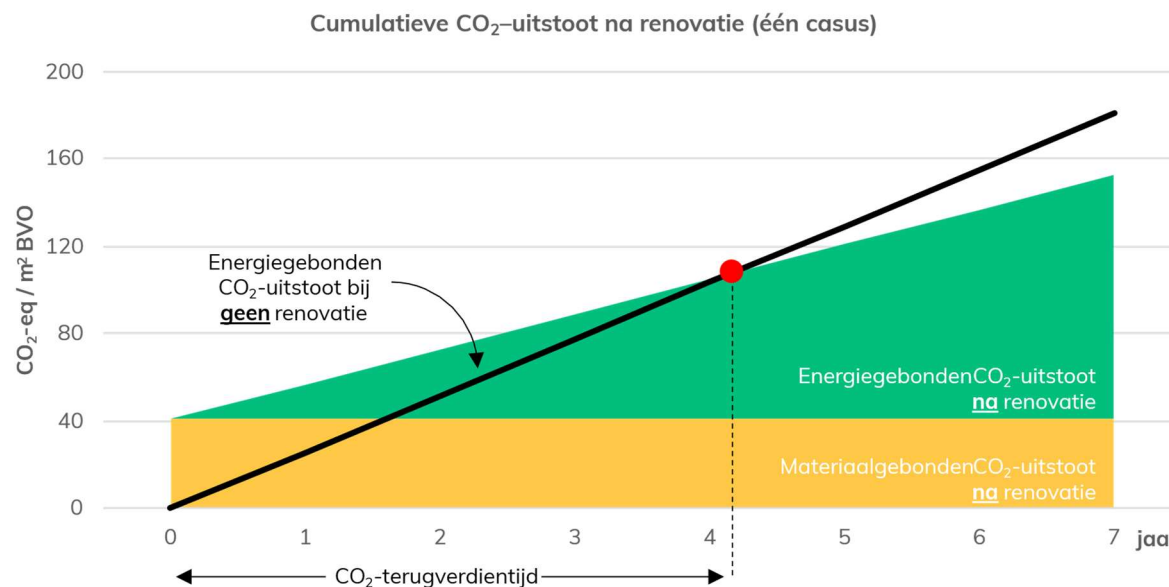
De uitkomsten variëren sterk doordat de scope en energetische doelstelling van de projecten uiteenlopen. Sommige projecten hebben enkel de minimaal vereiste ingrepen gedaan. Tot 2050 zal dan nog verdere verduurzaming nodig zijn, met de bijbehorende impact.

In absolute aantallen heeft de renovatieopgave een grote materiaalgebonden CO₂-impact. Op basis van deze projecten kunnen we (nog) geen sluitende conclusies trekken, maar de materiaal-impact van de renovatieopgave is met een beoogde 2.5 miljoen renovaties tussen 2023 en 2030⁴ enorm. Ter vergelijking: het aantal nieuwbouwwoningen dat moet worden gebouwd in diezelfde periode is tot vier keer kleiner⁵. Maar om de materiaalgebonden impact van renovaties in de praktijk beter te voorspellen zullen meer referentieprojecten moeten worden doorgerekend.

De werkelijke impact is naar verwachting groter omdat intensievere renovaties nodig zijn in het toewerken naar een Nederlandse woningvoorraad die netto-nul is en omdat een aantal impactvolle materialen in dit onderzoek niet zijn meegenomen, zoals materialen voor elektrificatie, de installatie van PV-panelen en plaatsen van warmtepompen.

Renovaties lonen wat betreft CO₂-uitstoot na gemiddeld 3.5 jaar, variërende van minder dan één jaar tot meer dan zeven jaar. Om de effectiviteit van de renovatie te bepalen (vanuit CO₂-perspectief op materiaal én energie) is de CO₂-terugverdiëntijd (CO₂-TVT) berekend. Dit is de tijd waarin de initiële materiaalgebonden uitstoot is 'terugverdiend' door de gerealiseerde besparingen in energiegebonden uitstoot, schematisch weergegeven voor één casus in figuur 3. De CO₂-TVT varieert van zeven maanden tot meer dan zeven jaar door de variatie in scope en aanpak van de geanalyseerde renovaties.

De CO₂-uitstoot door extra energieverbruik bij niet renoveren is vele malen groter dan de CO₂-uitstoot van materiaalgebruik bij traditioneel renoveren. De CO₂-terugverdiëntijden zijn kort, zeker ten opzichte van de waarschijnlijke restlevensduur van de gebouwen. De impact van het uitstellen van energierenovaties is daardoor enorm groot: vijftien jaar aan energiegebonden CO₂-uitstoot van een bestaande woning die door renovatie had kunnen worden voorkomen, is ongeveer gelijk aan de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van een nieuwbouwwoning (317 t.o.v. 367 kg CO₂-eq/m² BVO).



Figuur 3 | De cumulatieve CO₂-uitstoot na renovatie voor één casus inclusief de CO₂-terugverdiëntijd.

De materiaalgebonden CO₂-opslag is ook bepaald als onderdeel van het onderzoek en is opgenomen in bijlage 2.

De grootste impact ligt bij isolatiemateriaal, glas vervangen en klimaatinstallaties (incl. PV). Hoewel elke renovatie onderling verschilt, is er een aantal ingrepen die - wanneer toegepast - vaak een grote relatieve CO₂-impact heeft (15-30% van het totaal).

1. Vloer (na-)isoleren (en eventueel vervangen)
2. Dak (na-)isoleren
3. Glas vervangen
4. PV-panelen* installeren (zelfs zonder installatie)
5. Warmtepomp installeren*

*bij merendeel van casussen was PV-panelen en warmtepomp plaatsen niet onderdeel van de scope

Dakpannen/bitumen vervangen en kozijnen vervangen scoren ook gemiddeld 9% van de CO₂-impact van de renovaties én komen bij de helft van de casussen terug. Het effect van het vervangen van deze impactvolle materialen door circulaire alternatieven wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.



Hoofdstuk 2. Risico's van traditionele bouwmaterialen

Het gebruik van conventionele renovatiematerialen gaat gepaard met toenemende risico's, namelijk leveringsproblemen, prijsstijgingen, huisvestingsrisico's en beleidsrisico's. Circulair renoveren is dé manier om deze risico's te mitigeren en toekomstbestendig te renoveren. CO₂-gestuurd ontwerpen en realiseren is een effectieve stap in sturing op het circulair renoveren van gebouwen.

De grote materiaalvraag van de renovatieopgave kent naast aanzienlijke CO₂-impact ook andere risico's. Traditionele materialen zijn namelijk veelal nieuwe materialen die bij productie veel energie vragen, zoals steenwol en beglazing of materialen op basis van fossiele grondstoffen, zoals PIR-platen en bitumen. Ook zijn veel klimaatinstallaties zoals zonnepanelen en warmtepompen afhankelijk van kritieke metalen die afhankelijkheden en risico's met zich meebrengen.

In een werksessie met marktpartijen, overheden en woningcorporaties zijn vier belangrijke risico's bij het gebruik van traditionele bouwmaterialen opgehaald:

- Leveringsrisico's: vertraging en/of geen levering.
- Prijsrisico's: prijsstijgingen en dure alternatieven.
- Huisvestingsrisico's: negatieve gezondheidseffecten en minder betaalbare woningen.
- Transitierisico's: wisselend en strenger beleid.

1. Leveringsrisico's

Een groot deel van de risico's van de traditionele manier van renoveren zijn de leverings- en prijsonzekerheden van traditionele bouwmaterialen. Langere en duurdere projecten zijn grote risico's voor bouwbedrijven en woningcorporaties. Concrete voorbeelden waarbij toeleveringstekorten en materiaaltekorten ervaren zijn:

- **Toeleveringsrisico:** In 2022 veroorzaakten de prijsschok en verstoringen in de toeleveringsketen van o.a. glas, isolatiematerialen en warmtepompen als gevolg van de oorlog in Oekraïne flinke bouwvertraging op, bijvoorbeeld voor 126 woningen in Leeuwarden⁶.
- **Afhankelijkheid van kritieke metalen:** Volgens een rapport van de Europese Commissie (2023)⁷ hebben o.a. warmtepompen een hoog leveringsrisico, grotendeels door de afhankelijkheid van China voor permanente mageneten. Recente exportbeperkingen vanuit China raakten al lithiumbatterijen en klimaatinstallaties zijn ook vatbaar voor mogelijke toekomstige beperkingen⁸.

2. Prijsrisico's

Schommelende en vooral stijgende prijzen van lineaire en fossiele bouwmaterialen hebben direct gevolg voor de winstgevendheid van aannemers en bouwers en dit leidt tot het wegblijven van kostprijsreductie voor woningcorporaties, ook bij meerjarige onderhoudscontracten. Alle partijen benadrukken dat de betaalbaarheid van renoveren hiermee onder druk komt te staan.

- **Prijzen van traditionele bouwmaterialen stijgen** en misschien wel harder door handelsconflicten, tarieven en geopolitieke ontwikkelingen⁹.
- **Prijschommelingen door leveringsrisico's** als gevolg van eerder beschreven risico's.
- **Prijsstijging door hoge energieprijzen en ETS.** Energie-intensieve en fossiele bouwmaterialen wordt steeds duurder volgens een economisch perspectief op de bouwsector van de ABN-AMRO (eind 2023)¹⁰. Het rapport stelt dat de prijs voor CO₂-emissierechten jaarlijks toeneemt. 'Ook hierdoor neemt de kostprijs van betonproductie, maar ook van bijvoorbeeld de productie van baksteen, toe.'

3. Huisvestingsrisico's

Betaalbare en gezonde huisvesting van de bewoners van de woningen komt ook in gevaar als gevolg van het gebruik van traditionele bouwmaterialen, bijvoorbeeld:

- **Betaalbare woningbouw:** betaalbare woningen zijn ook energiezuinige woningen. Met stijgende materiaalprijzen kunnen renovaties worden uitgesteld of de stijgende prijzen van de materialen kunnen bij de huurder terechtkomen.
- **Vertragingen door uitstel van renovatie kan leiden tot energiearmoede, gezondheidsrisico's en kwaliteitsverlies van de woningen.** Als renovaties door de afhankelijkheid van materialen vertragen of uitgesteld worden kan dat leiden tot schade, energiearmoede en gezondheidsrisico's voor bewoners. Recent onderzoek van TNO¹¹ laat zien dat zorgkosten van bewoners daalt bij woningen die gerenoveerd zijn. Doordat woningen te slecht geïsoleerd zijn en de energierekening te hoog, wordt er te weinig verwarmd waardoor er schimmelvorming kan ontstaan. Wat uitiem betekenen dat woningen gesloopt moeten worden.
- **Gezondheid bewoners:** Een ander risico is dat bepaalde chemische materialen in de toekomst verboden kunnen worden of zelfs verplicht moeten worden gesaneerd, zoals bij HFK-koudemiddelen en asbest al is gebeurd. Denk hierbij aan het gebruik van toxische stoffen zoals vluchtige formaldehyde in gelijkde constructiematerialen¹², grote hoeveelheden microplastics in verf¹³ of PFAS-bevattende producten.

4. Transitierisico's

De toekomst voorspellen kan niemand, maar in deze tijd is het helemaal moeilijk om én diverse transitie te realiseren én risico's te beheersen. De materialen die gebruikt worden bij renovaties zijn onderhevig aan landelijke sturing, Europees beleid en geopolitieke spanningen. Transitierisico's ontstaan bij de overgang naar de nieuwe situatie en mogelijk daardoor snel veranderende regelgeving:

- **Schommelingen in beleid verstoren de continuïteit van bedrijven en opdrachtgevers:** Denk hierbij aan bv. de hybride warmtepomp die verplicht zou worden. Woningcorporaties hadden gerekend en voorgesorteerd toen de verplichting werd teruggedraaid.
- **Het niet halen van doelstellingen kan leiden tot ingrijpen en strenger beleid:** Voorbeelden hiervan zijn het stikstofslot en de kaderrichtlijn water. Mogelijke rechtszaken en/of interventies hebben grote gevolgen voor marktpartijen en verhuurders.
- **Onzekerheid in de transitie:** Marktpartijen en corporaties willen transitie inzetten en voldoen aan wetgeving, maar er is veel onzekerheid. Milieunormeringen worden wel of niet ingevoerd, er komt wel of geen milieubelasting op materialen. Voor Europese Regelgeving is nog onbekend hoeveel effect er is op de Nederlandse markt (bv. prijseffect van ETS en de CBAM of het effect op de samenstelling van bouwproducten via ESPR en/of herziening van de CPR).

Voorkom risico's met circulair renoveren!

Circulair renoveren vormt een toekomstbestendig en robuust alternatief, waarbij risico's substantieel worden verminderd. Leveringsproblemen en prijsstijgingen verminderen bij gebruik van lokale en hergebruikte materialen doordat de afhankelijkheid van strategische en kritieke materialen afneemt.

Door te kiezen voor gezonde, duurzame materialen met een lange levensduur worden huisvestingsrisico's ook geminimaliseerd en dragen organisaties bij aan een veerkrachtige economie en een gezondere leefomgeving. Daarnaast zijn organisaties minder kwetsbaar voor transitierisico's doordat circulaire materialenketens minder CO₂-impact hebben.

De bouwketen bereid zich daarnaast met het opzetten van circulaire materialenketens voor op het langetermijnbeleid zoals geschetst is in het Nationaal Programma Circulaire Economie (zie kader op de volgende pagina). Circulair renoveren is dus dé manier om de risico's te mitigeren met een duurzaam en toekomstbestendig alternatief.

Vervolg hoofdstuk 2 op de volgende pagina

Vier circulaire strategieën

Het Nationaal Programma Circulaire Economie schetst hoe we een volledig circulaire economie hebben in 2050. Er worden vier prioritaire 'knoppen' gehanteerd om aan te draaien.

1. **Narrow the loop:** minder materiaalgebruik
2. **Substitute:** vervang fossiele materialen door hergebruikte of biobased materialen
3. **Slow the loop:** Verleng levensduur van materialen
4. **Close the loop:** sluit de materiaalkringlopen

Meer aandacht naar bestaande bouw

Circulair bouwen is bij nieuwbouw al gemeengoed (o.a. via Het Nieuwe Normaal¹⁴). De gemeenschappelijke taal voor circulaire renovaties is nog in ontwikkeling (Het Nieuwe Normaal Bestaande Bouw 0.5), daarom richt dit onderzoek zich op materiaalgebonden CO₂-uitstoot als eerste indicator.

Door te sturen op een lage materiaalgebonden CO₂-uitstoot bij renovaties, verwachten we ook te sturen op circulaire bouwmaterialen en -methodes (zoals biobased en/of hergebruikte materialen). Het sturen op de vermindering van de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van energierenovaties is hiermee een eerste stap in sturing op circulair renoveren.



Hoofdstuk 3. Circulaire renoveren vermindert CO₂-impact

Voor elke casus is een circulaire variant doorgerekend wat een aanzienlijke potentiële reductie in CO₂-impact oplevert. Met circulaire materialen vermindert de totale materiaalgebonden CO₂-impact van de noodzakelijke verduurzaming van de Nederlands woningvoorraad. De positieve impact van circulair renoveren kan veel groter zijn als er een vliegwieleffect ontstaat: door sturing op CO₂ komt er ook meer aanbod en worden circulaire alternatieven goedkoper.

Met toepassing van circulaire materialen wordt de uitstoot van materialen aanzienlijk beperkt. Voor de casussen is een aantal traditionele materialen vervangen door circulaire varianten wat leidt tot een gemiddelde CO₂-reductie van 35% over de projecten. Als gevolg van de variatie in scope en de mogelijke circulaire alternatieven varieert dit aanzienlijk (9% tot 63% zie figuur 4). De materiaalgebonden uitstoot van de circulaire renovaties is 13 - 104 kg CO₂-eq/m² BVO met een casusgemiddelde van 42 kg CO₂-eq/m² BVO.

De potentiële vermindering van materiaalgebonden CO₂-uitstoot is enorm. De energierenovaties zijn noodzakelijk en omdat de opgave groot is, heeft een potentiële 35% verlaging enorme positieve impact. De absolute reductiepotentie is zelfs nog groter wanneer de hele markt inzet op circulair renoveren (zie kader).

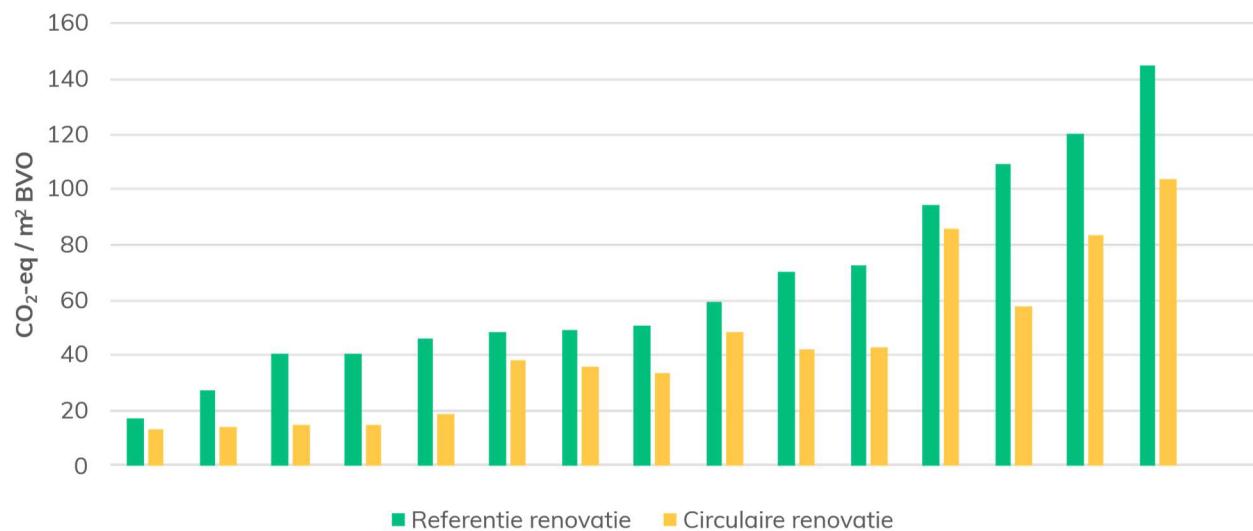
Potentie van circulair renovatie is veel groter

De potentiële positieve (milieu-)impact van overgaan op circulaire renovaties neemt toe wanneer:

- Meer productdata van circulaire alternatieven beschikbaar is.
- De markt voor circulaire isolatie en klimaatinstallatie meer innovatie en schaalvoordeel geniet waardoor meer en goedkopere circulaire alternatieven ontstaan.

- De niet-energetische componenten ook een circulair alternatief krijgen (bv. de impact van badkamer, keuken en toiletten is nu, deels, meegenomen in de totale CO₂-uitstoot om een totaalbeeld te vormen, maar hiervoor is geen circulair alternatief gezocht omdat het geen verduurzamingsmaatregel is).

Vergelijking materiaalgebonden CO₂-uitstoot circulaire en referentie renovatie per casus



Figuur 4 | De genormaliseerde materiaalgebonden CO₂-impact voor referentie renovatie (groen) en de circulaire varianten (geel) voor de doorgerekende casussen.

De gemiddelde CO₂-terugverdientijd neemt af met één jaar door circulair materiaalgebruik. Ook de CO₂-terugverdientijd vermindert gemiddeld van 3.5 naar 2.4 jaar als gevolg van het gebruik van circulaire bouwmaterialen t.o.v. traditionele materialen. De investering in materiaalgebonden uitstoot betaalt zich dus bijna twee keer sneller terug, wat wederom enorme impact heeft over de gehele woningvoorraad van Nederland. In het tekstvak aan de rechterkant van de pagina is het integrale plaatje zichtbaar van de energetische winst door renovatie en materiaalgebonden winst door dit met circulaire materialen te doen (voor één van de casussen).

Een deel van de ingrepen heeft momenteel nog geen passende circulaire alternatieven. Er zijn al veel circulaire materialen beschikbaar voor bepaalde ingrepen, zoals dak- en vloerisolatie, low-carbon PV-panelen en circulair glas (zie bijlage 2). Toch ligt er een grote ontwikkelkans voor producenten en aannemers om circulaire alternatieven te ontwikkelen, bijvoorbeeld voor deze ingrepen:

1. Voor spouwmuurisolatie is er geen gelijkwaardig biobased alternatief.
2. Voor kruipruimte isolatie is er geen gelijkwaardig biobased alternatief.
3. Luchtwaterwarmtepomp (o.b.v. propaan heeft nog grote impact, maar is momenteel de minst belastende optie wat betreft CO₂-uitstoot).
4. Voor de waterwaterwarmtepomp was er geen alternatief.

De eerder geschetste reductiepotentie is dus nog veel groter door het grote ontwikkelpotentieel om ook voor deze producten circulaire alternatieven te ontwikkelen. Er is een kans om veel meer lokaal hergebruikte,

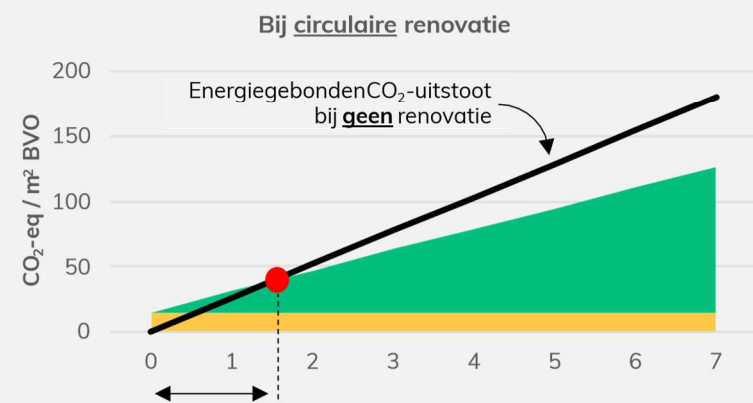
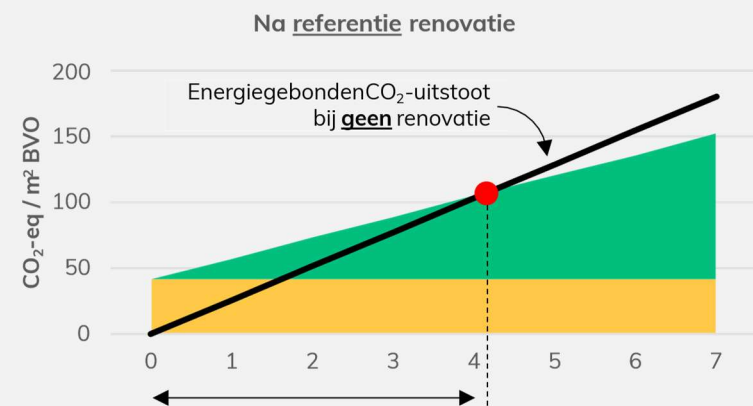
biobased of secundaire producten te gebruiken als circulaire alternatieven. De CO₂-opslag van de circulaire casussen is ook bepaald als onderdeel van dit onderzoek en is opgenomen in bijlage 2.

Integraal kijken naar energie én materiaal

De cumulatieve CO₂-uitstoot (de uitstoot over alle jaren heen) voor één casus voor energiegebonden CO₂-uitstoot bij niet-renoveren (zwarte lijnen) en voor traditioneel renoveren boven en circulair renoveren onder (materiaalgebonden impact gele vlak, energiegebonden impact groene vlak).

De CO₂-terugverdientijd (raakpunt zwarte lijn en groene vlak) is significant minder, voor deze casus zelfs 63%.

- EnergiegebondenCO₂-uitstoot
- MateriaalgebondenCO₂-uitstoot
- CO₂-terugverdientijd



Hoofdstuk 4. Rekenen met een eerlijke CO₂-prijs

Sturing op circulaire renovaties leidt tot aanzienlijk minder risico's en CO₂-impact. Door een eerlijke CO₂-prijs te hanteren kan de brede maatschappelijke waarde van circulair renoveren in besluitvorming worden meegenomen.

De schaduw-CO₂-prijs of eerlijke CO₂-prijs is een fictieve prijs die niet wordt afgerekend, maar een kwantificatie is van de brede maatschappelijke kosten van de negatieve gevolgen van klimaatverandering (zie kader Rekenen met de toekomst). Deze fictieve prijs wordt opgeteld bij de marktprijs van materialen en diensten om zo de CO₂-impact mee te laten wegen. Extreem vervuilende materialen worden op CO₂-impact afgerekend en duurzamere alternatieven krijgen zo een steuntje in de rug. In figuur 5 staat een rekenvoorbeeld waarbij twee varianten van een product waarbij een CO₂-prijs van €875 per ton CO₂-eq doorslaggevend is in besluitvorming.

Een indicatie van de meerkosten van circulaire alternatieven in deze casussen is gemiddeld +1,4% van de totale aanneemsom. Het vervangen van traditionele bouwmaterialen met circulaire alternatieven heeft in sommige gevallen effect op de kostprijs. Er is een inschatting gedaan met een aantal onzekerheden (de meerkosten zijn bepaald in samenwerking met deelnemende partijen, zoals beschreven in bijlage 2).

Rekenen met de toekomst: eerlijke prijs voor CO₂

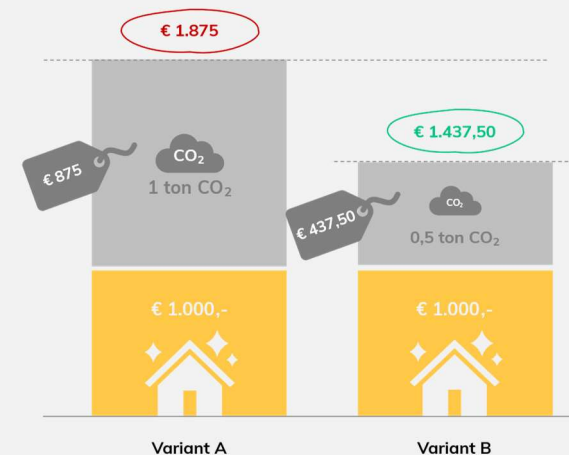
De uitstoot van broeikasgassen draagt bij aan klimaatverandering. In toenemende mate zorgt dit wereldwijd voor maatschappelijke kosten, bijvoorbeeld door schade door overstromingen of door mislukkende oogsten. Op dit moment zijn de wereldwijde, jaarlijkse kosten van klimaatverandering al tientallen miljarden euro's en deze kosten worden gedragen door de maatschappij.

Om deze maatschappelijke kosten als gevolg van klimaatschade mee te kunnen nemen heeft Het Klimaatverbond - in opdracht van de provincie Utrecht - een CO₂-prijs van €875,- bepaald. Dit is een eerlijke prijs die bij afwegingen in de plan- en ontwerpfase wordt meegenomen. Inmiddels wordt het op verschillende plekken in Nederland gebruikt.

Deze 'eerlijke' prijs voor CO₂-uitstoot is anders dan verschillende 'marktprijzen' voor CO₂-uitstoot. Deze 'marktprijs' is het gevolg van handel in rechten voor CO₂-uitstoot of -compensatie, en is wezenlijk anders dan de 'eerlijke prijs' die als doel heeft om maatschappelijke afwegingen te maken – ook richting de toekomst.

De 'eerlijke prijs' voor CO₂-uitstoot wordt ook wel de 'CO₂-schaduwprijs' genoemd en is als volgt gedefinieerd (provincie Utrecht¹⁵):

“De 'eerlijke prijs' voor CO₂ komt overeen met de maatschappelijke kosten om de negatieve (toekomstige) gevolgen van die CO₂-uitstoot te verhelpen.”



Figuur 5 | Rekenvoorbeeld dat laat zien hoe een minder vervuilende variant B met een CO₂-prijs van €875,- voordeel heeft.

Uit deze berekening volgt dat de gemiddelde meerkosten voor de circulaire variant 1,4% bedragen ten opzichte van de gehele aanneemsom. Dit varieerde in de casussen tussen 0,3% en 4% van de aanneemsom.

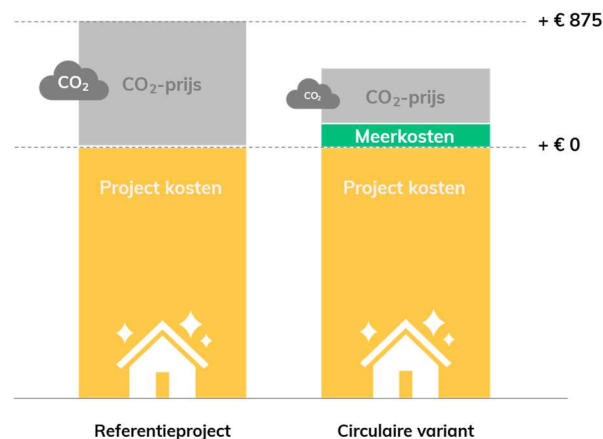
De meerprijs heeft dus een beperkt effect op de totale aanneemsom, mede doordat sommige materialen lagere of gelijke kosten hebben. Van een aantal producten was de meerprijs echter aanzienlijk (bijv. +100% op productniveau). Doordat de meerkosten ten opzichte van de gehele aanneemsom zijn bepaald, werken deze hoge meerkosten op productniveau beperkt door.

Op basis van de analyse blijkt al dat er combinaties van circulaire maatregelen mogelijk zijn die zowel veel CO₂-reductie hebben als een minimale meerprijs. Daarbovenop komt dat in het bepalen van de circulaire alternatieven nu niet is geoptimaliseerd op prijs. De meerprijs zou in werkelijkheid dus lager en wellicht zelfs negatief kunnen uitvallen wanneer wel wordt geoptimaliseerd op zowel prijs als CO₂-impact. Sommige circulaire alternatieven zijn al marktconform of zelfs goedkoper.

Een 'eerlijke' prijs van € 875 per ton CO₂-eq is op projectniveau doorslaggevend in de keuze voor circulair renoveren. Voor de casussen is voor zowel de traditionele als de circulaire renovatie de CO₂-uitstoot van de materialen vermenigvuldigd met de door de

provincie Utrecht gehanteerde eerlijke prijs van €875 per ton CO₂-eq. Door dit bedrag op te tellen bij de aanneemsom volgden een aantal conclusies:

- Gemiddeld genomen zijn de traditionele en circulaire variant gelijk in kosten bij een eerlijke prijs van €481 per ton CO₂-eq. Bij deze CO₂-prijs wordt de circulaire variant goedkoper en is de eerlijke prijs doorslaggevend (zie figuur 6).
- Door de variatie in maatregelen en circulaire alternatieven varieert het kantelpunt tussen de €200 en €800 per ton CO₂-eq.
- Voor alle casussen ligt het kantelpunt onder de €875 per ton CO₂. Dus de eerlijke prijs zoals voorgesteld door de provincie Utrecht leidt voor de casussen tot circulaire renovaties.



Figuur 6 | Bij een prijs van €875 is de circulaire variant altijd "goedkoper"

De meerkosten per project voor de circulaire varianten in deze studie vallen dus binnen de bandbreedte van een eerlijke CO₂-prijs van €875 per ton CO₂. De CO₂ prijs maakt het hiermee mogelijk om te sturen en te optimaliseren op prijs én CO₂ impact. Alleen heeft deze nog wel een meerprijs (niet-fictief). De betaalbaarheid van circulaire materialen is een open discussie die in hoofdstuk 5 aan bod komt.

Optimaliseer op CO₂ bij de start van projecten.

Een eerlijke CO₂-prijs meenemen bij vormgeven van de renovaties biedt een afwegingskader waardoor andere - meer circulaire - oplossingen mogelijk worden. Als dit vanaf het begin wordt gecombineerd met prijs optimalisatie, worden renovaties meer circulair én zonder (grote) meerkosten.

Daarnaast zijn de resultaten gebonden aan circulaire varianten die energetisch vergelijkbaar zijn, maar mogelijk niet optimaal wat betreft CO₂-reductie en meerprijs. Waar in deze studie de meerprijs en de CO₂ prijs achteraf getoetst zijn, worden fundamentele ontwerpaanpassingen met grote CO₂-reductie mogelijk als de CO₂-prijs vanaf de start wordt meegenomen in het ontwerp en besluitvorming.

Concreet kan dit een aanzienlijk effect hebben op het ontwerp, verschillende scenario's en verschillende ontwerpen. Door de CO₂-prijs mee te nemen in besluitvorming kunnen "vervuilende" materialen minder aantrekkelijk zijn dan "duurzame" alternatieven.

Het effect van de CO₂-prijs op circulaire ingrepen:

- Ontwerpen en materialen die **CO₂ besparen** en die goedkoper zijn, hebben extra voordeel (x2)
En worden aantrekkelijker om toe te passen.
- Ontwerpen en materialen die **CO₂ besparen** en met gelijke kosten hebben extra voordeel (x1)
Een duurzamer product met nagenoeg gelijke kosten wordt vaak niet gekozen op basis van andere kenmerken. Als CO₂ meegerekend wordt, worden vaker duurzame keuzes gekozen.
- Ontwerpen en materialen met **gelijke uitstoot** en die goedkoper zijn, hebben voordeel (x1)
Producten die aanzienlijk goedkoper zijn zullen alsnog goed uit de bus komen. Dan moeten ze wel een gelijke uitstoot hebben.
- Ontwerpen en materialen met **meer uitstoot** en die goedkoper zijn, hebben minder voordeel (x-1)
Producten die vervuilend en goedkoper zijn worden dus minder aantrekkelijk om te kiezen.
- Ontwerpen en materialen die **CO₂ besparen** en duurder zijn, hebben geen nadeel meer (x0)
Vaak worden duurzamere producten nu niet gekozen omdat ze een kleine meerprijs per eenheid (bv. m²) hebben. Als je het CO₂-voordeel financieel maakt, kunnen deze materialen daadwerkelijk concurreren met vervuilende materialen.

Een nieuw denkkader verhoogt de aandacht voor circulair. Het toepassen van een eerlijke CO₂-prijs maakt het mogelijk om te optimaliseren op prijs én CO₂-impact. Hierdoor ontstaat bij gelijk budget dus het ontwerp met de grootste maatschappelijk waarde. Vervuilende materialen worden buiten spel gezet en duurzame materialen worden gestimuleerd. Ook biedt het mogelijkheden tot investeren in opschaling van duurzame materialen en grondstoffen die een positieve impact hebben ten opzichte van traditionele materialen, zodat de circulaire varianten kunnen meed concurreren.



Hoofdstuk 5. Reductiepotentie in de provincie Utrecht

Om de mogelijke positieve impact van circulair renoveren in de provincie Utrecht te bepalen, is een indicatieve extrapolatie gedaan van de resultaten naar de woningvoorraad in de provincie. De potentiële vermindering van CO₂-uitstoot op basis van de renovatiecasussen in de provincie Utrecht is 0,87 Mton en mogelijk in werkelijkheid nog groter.

Een conservatieve en potentiële vermindering van CO₂-uitstoot op basis van de renovatiecasussen in de provincie Utrecht is 0,87 Mton. De korte-termijn renovatie-opgave is bepaald aan de hand van de ongeveer 435.000 woningen in de provincie Utrecht met een bouwjaar vóór 1992 en met een inschatting van welk deel van deze woningen nog gerenoveerd moeten worden. Op basis van de casussen is bepaald dat een circulaire renovatie (t.o.v. referentie) leidt tot een gewogen gemiddelde besparing van ongeveer 2,5 ton materiaalgebonden CO₂-eq per woning. De berekening staat verder uitgewerkt in bijlage 2. De werkelijke impact en besparing is naar verwachting groter aangezien de renovatiecasussen een beperkte scope hadden, waardoor er tot 2050 extra renovatie-ingrepen nodig zijn.

De impact en potentie voor de gehele provincie Utrecht zou met een uitbreiding van de berekeningen voor een groter aantal renovaties en renovatietypologieën beter kunnen worden ingeschat. De bestudeerde casussen dekken namelijk niet alle woningtypologieën en bouwjaarperiodes (samen: archetypes) waarvoor verschillen in ingrepen verwacht kunnen worden. Voor zo'n 40% van de Utrechtse woningen geldt dat ze niet binnen een archetype vallen dat door een doorgerekende casus wordt gedekt. Deze missende archetypes zijn in de extrapolatie meegenomen onder het gemiddelde van hun woningtypologie. Door deze beperking is de uitgerekende besparing in deze extrapolatie enkel indicatief.

Aandachtspunt: Op basis van de casussen die doorgerekend zijn, is een beperkt aantal woningtypologieën en bouwjaarperiodes gedefinieerd en zijn de resultaten van de casussen gelinkt aan de aantallen woningen die per typologie in de provincie Utrecht staan. Op deze manier wordt het gewogen gemiddelde van de materiaalgebonden CO₂-besparing (door toepassing van circulaire maatregelen) uitgerekend voor de hele provincie. Dit is een gewogen gemiddelde van 34% besparing ten opzichte van de uitstoot bij een traditionele renovatie.



Hoofdstuk 6. De eerste stappen naar circulair renoveren

Binnen het project is met betrokken partijen verkend hoe de regio kan samenwerken om structureel te sturen op circulair renoveren in de regio Utrecht. In dit proces van zes maanden is verkend wat er nodig is om van traditionele bouwmaterialen en -methodes over te gaan naar circulaire alternatieven. De uitwerking in dit hoofdstuk schetst de eerste stappen die (1) marktpartijen, (2) woningcorporaties en (3) overheden kunnen maken. Daarnaast is er behoefte aan structurele verandering (4) voor het creëren van noodzakelijke randvoorwaarden.



Marktpartijen

Marktpartijen krijgen (in de meeste gevallen) niet de vraag om renovaties circulair te ontwerpen of te realiseren, ondanks de technische mogelijkheden. Op dit moment is het nog niet geborgd in de bestaande commerciële, inkoop- en besluitvormingsprocessen van marktpartijen. Desondanks herkennen marktpartijen de risico's van traditionele bouwmaterialen en willen ze een strategie formuleren om deze risico's te mitigeren. Als eerste stap richting circulair renoveren kunnen ze een aantal zaken ondernemen:

1. Veranker circulair renoveren in strategie en beleid.

Neem werkvoorbereiders, projectleiders en uitvoerders mee in de risico's van traditionele materialen en technieken. Laat zien welke waarde circulair renoveren heeft en waarom dit leidt tot minder risico's. Herken dat circulair renoveren op lange termijn continuïteit borgt en anticipeert op toekomstige wetgeving. Betrek de hele organisatie in het ontwikkelen en toepassen van passend beleid om circulair renoveren te faciliteren en stimuleren.

2. Maak ruimte vrij voor kennisvorming.

Creëer expertise op het gebied van CO₂-berekeningen en -vergelijkingen om hierin te kunnen faciliteren wanneer erom gevraagd wordt. Zorg voor innovatiebudget en ontwikkelingsuren om circulaire renovatieconcepten te ontwikkelen. Onthoud dat er ook tijd nodig is om processen anders in te richten en sorteer daarom nu al voor. De investeringen in lokale en circulaire oplossingen verminderen toekomstige prijsrisico's en kunnen leiden tot kostprijsreductie op materiaalniveau.

3. Bied altijd een circulaire variant aan (met inzicht in de CO₂-uitstoot).

Geef de opdrachtgever altijd de mogelijkheid om de CO₂-impact mee te nemen in besluitvorming door inzicht in de CO₂-uitstoot te bieden. Maak het onderdeel van het gesprek door hierbij ook circulaire ontwerpvarianten en materiaalkeuzes aan te bieden. Dit kan het begin zijn van een positieve feedbackloop, waarbij opdrachtgevers uiteindelijk ook gaan uitvragen op CO₂ uitstoot en circulaire materialen.

4. Deel ervaringen en kennis rondom circulair renoveren.

Werk met de markt toe naar inzicht in welke circulaire maatregelen nu al effectief zijn (hoge impact, weinig aanpassingen, goedkoper of beperkte meerkosten) en succesvol zijn toegepast. Bundel de krachten en betrek hierbij leveranciers om ook de prijsverschillen met traditionele methoden in kaart te brengen (relateer dit ook toekomstige prijsstijgingen!). Wanneer de succesverhalen en bestaande mogelijkheden gedeeld worden, zullen deze successen worden herhaald en worden uitgevraagd.



Woningcorporaties

Woningcorporaties beheren ruim een kwart van de woningvoorraad in Nederland¹⁶.

Maatschappelijke belangen behartigen ze onder andere door verduurzaming van hun woningvoorraad.

Tegelijkertijd werken ze aan de maatschappelijke opgave van betaalbare woningen en een duurzame werkwijze, waar spanning ontstaat door beperkt budget en andere doelstellingen. Circulaire ontwerpen en materialisatie beperken vooral lange termijn risico's, waardoor het nu te weinig aandacht krijgt.

Woningcorporaties spelen een cruciale rol in de transitie naar circulair renoveren. De eerste stappen voor woningcorporaties zijn:

1. Veranker circulair renoveren in strategie en beleid.

Neem bewoners, werknemers en stakeholders mee in het belang van een circulaire strategie voor een toekomstbestendige, gezonde en betaalbare woningvoorraad. Betrek interne en externe stakeholders bij het formuleren van beleid voor circulair renoveren. Een eerste stap hierin is de CO₂ impact van renovaties onderdeel maken van besluitvorming. Deze aandacht en dit inzicht leidt tot actie bij alle stakeholders, van marktpartijen tot medewerkers. Vanuit de voorbeeldberekeningen met een eerlijke CO₂ prijs zien we dat ook met een gelijk budget minder CO₂ uitstoot kan worden gerealiseerd.

2. Creëer een programma van eisen met ook circulariteit van materialen als belangrijk thema.

Bij het opstellen van het programma van eisen moeten - afhankelijk van het project - ook circulaire ambities geformuleerd kunnen worden. Beschrijf dus hoe een besluitvormingsproces kan verlopen waarin duurzamere materiaalkeuzes mogelijk worden. Hierbij zijn de technische omschrijvingen (TO) vaak te strikt opgesteld, in tegenstrijd met mogelijkheden voor circulaire alternatieven. Zorg er daarom voor dat alle standaarddocumenten voldoende mogelijkheden en bewegingsruimte bevatten om circulaire materialen toe te passen

3. Vraag altijd naar de CO₂-impact van renovatieprojecten en vraag om een ontwerp met meerdere circulaire varianten.

Creëer de mogelijkheid om geïnformeerde, CO₂-gestuurde keuzes te kunnen maken:

1. Gun niet (alleen) op de beste CO₂ prestatie¹⁷. De methode is nog in ontwikkeling, waardoor een goede vergelijking lastig is. Vraag daarom de kunde uit om de CO₂ impact inzichtelijk te maken en hoe de marktpartijen de corporatie in het proces ondersteunt in het maken van circulaire keuzes.
2. Vraag al in de ontwerpfasen om meerdere circulaire varianten waarbij fundamentele ontwerpkeuzes nog kunnen worden gemaakt o.b.v. integrale CO₂ impact, d.w.z. het verschil

- tussen varianten in gecombineerde CO₂-uitstoot (energetisch en materiaalgebonden).
3. Maak het mogelijk om ook in de uitwerking- en detailleringfase de circulaire materiaalkeuzes te kunnen maken. Veel circulaire materialen zijn nog in ontwikkeling, niet altijd in grootte hoeveelheden beschikbaar waardoor inschatting vooraf lastig is. Met een proces om in alle fases circulaire materiaalkeuzes mogelijk te maken wordt het gebruik van hergebruikte materialen mogelijk gemaakt.
 4. **Werk in de regio samen met andere woningcorporaties.**
Deel kennis met andere organisaties in plaats van op eilandjes aan dezelfde uitdaging werken. Werk daarom waar mogelijk samen in het uitvragen en toepassen van circulaire renovaties.

Kijk waar mogelijk of dit gestimuleerd en ondersteund kan worden vanuit overheden. Daarnaast kan er op termijn worden gewerkt aan een 'template' van een uitvraag, waarmee een sterk gezamenlijk signaal wordt gegeven aan marktpartijen.

5. **Werk samen aan het vaststellen van een nieuwe norm: circulair renoveren.**

Er kan met andere vastgoedpartijen en vastgoedvermogenbeheerders toegewerkt worden naar een gezamenlijk commitment om de CO₂-uitstoot in de bouwsector structureel te verlagen. In de nieuwbouw¹⁸ gebeurt dit al. Door ook bij bestaande bouw te sturen op streefwaarden en plafondwaarden, wordt circulair materiaalgebruik en CO₂-gestuurd renoveren de nieuwe norm.



Overheden

De overheid wil graag de belangrijke transities versnellen (o.a. energie, circulaire economie). Dit doen ze door richting te geven aan marktpartijen en grote verhuurders. Daarnaast kan de overheid de randvoorwaarden van circulair renoveren verbeteren. Dit kan door het stimuleren van ontwikkelingen met bijvoorbeeld een eerlijke CO₂ prijs of door het afbouwen van beleid dat in het voordeel is van de traditionele bouw. De overheid kan zo interventies doen waarmee het speelveld op termijn in het voordeel is van circulaire renovatiemethoden en -materialen. De eerste stappen die overheden kunnen zetten zijn:

1. **Creëer bewustzijn (wees richting gevend) over de noodzaak van circulair renoveren voor heel Nederland.**

Meer dan de helft van de Nederlandse woningvoorraad bestaat uit koopwoningen, hier zit nog een grote leemte in de potentiële impact van circulair renoveren. De verschillende overheden kunnen werken aan bewustwording en richting geven aan hoe woning- en gebouweigenaren ook op kleine schaal circulair kunnen renoveren. De 269 woningcorporaties van Nederland zijn relatief eenvoudig te bereiken, maar de miljoenen particuliere woningen en VvE's leunen op kleine aannemers, isolatiebedrijven en installateurs die ook in de noodzaak van circulair renoveren moeten worden meegenomen.

2. Verbeter de randvoorwaarden zodat circulaire materialen in een gelijk speelveld gebruikt kunnen worden.

Ondersteun en creëer de benodigde randvoorwaarden zodat marktpartijen en bouwweigenaren renovaties circulair kunnen vormgeven. Zie hiervoor de specifieke vervolgstappen die worden geïdentificeerd door alle partijen. Een eerste aanzet hiervoor is gedaan in (bladzijde 20-21). Kijk specifiek naar welke wetgeving de toepassing van hergebruikte of biobased materialen beperkt bij renovaties.

3. Zet in op het afbouwen van de traditionele manier van werken

De huidige methodiek van renoveren is dominant en neemt veel ruimte in. Processen, beleid en randvoorwaarden in de bouwketen zijn afgestemd op deze manier van werken. Het stimuleren van de nieuwe manier 'circulair renoveren' gaat hand in hand met het kijken naar hoe het oude kan worden afgebouwd. Denk bijvoorbeeld aan het stoppen met giftige en ongezonde materialen zoals bijv. het volspuiten van kruipruimtes met puur schuim.

4. Stimuleer circulaire renovatiemethoden en -materialen op regionaal en/of landelijk niveau.

Kijk allereerst in de provincie wat er mogelijk is aan beleidsmaatregelen om hergebruikte en biobased materialen voor energetische renovaties te stimuleren. Denk aan subsidie voor

woningcorporaties die gebruik maken van eerlijke CO₂-prijzen. En maak afspraken tussen gemeentes en woningcorporaties over de wijze van renoveren.

5. Goed voorbeeld doet volgen: neem ook een eerlijke CO₂-prijs mee in de besluitvorming van vastgoedrenovaties bij overheidsgebouwen.

Reken, net als de provincie Utrecht met een eerlijke CO₂-prijs die wordt meegenomen in besluitvorming bij renovaties van overheidsgebouwen. Veranker het inzichtelijk maken van de CO₂-uitstoot bij het ontwerpen van renovatieprojecten, bijvoorbeeld bij het Rijksvastgoedbedrijf.

6. Maak beleid voor de normering van de milieu-impact van materialen bij renovaties.

Zet de ontwikkeling door van een rekenmethode en normering voor de integrale milieuprestatie van transformatie/renovatie van bestaande gebouwen. Meermaals is dit al aangekondigd in diverse beleidsdocumenten. Door meerdere partijen wordt de noodzaak onderschreven van sturen op milieuprestatie van materialen voor de bestaande gebouwen (o.a. recent nog door DGBC¹⁹). De urgentie om te sturen is nu, op korte termijn, want de piek van materialen ligt in de komende 10-15 jaar. Dit onderzoek laat o.a. zien dat marktpartijen en opdrachtgevers circulair renoveren belangrijker vinden (om de risico's van lineaire materialen te mitigeren) gaan starten. Normerend beleid zou dit nog meer aanjagen en stimuleren.

Algemene vervolgstappen

We zien dus dat circulair renoveren een steeds belangrijker thema wordt, alleen missen organisaties (op meerdere vlakken) kennis en is het nog niet in strategie verankerd. Dit terwijl de materialenpiek grote risico's introduceert. **Dus maak circulariteit van materialen bij renovaties een strategisch thema in organisaties en zet dit op de agenda van directies, besturen en managementteams.**

Binnen de keten (marktpartijen, woningcorporaties en overheid) moet gewerkt worden aan bewustwording. Voor de experts binnen de organisaties is verborgen impact van materialen en de daarbij horende risico's bekend, maar dit moet breder in organisaties gedeeld worden. **Werk daarom aan kennisdeling en het opbouwen van de capaciteit om te werken met circulaire materialen, impactberekeningen en het maken van afwegingen op integrale CO₂-impact (energie- en materiaalgebonden).**

Een manier om aan bewustwording te werken is het delen van successen. In dit onderzoek hebben we gezien wat er al mogelijk is met achteraf circulaire materialen toevoegen waarvan milieudata beschikbaar is. Er zijn echter nog veel meer initiatieven die bijdragen aan de grotere verandering. Deel de toffe toepassingen van hergebruikte materialen of nieuwe biobased materialen. **Ontstijg de pilotfase en schaal goede ontwikkelingen op. Deze ontwikkelingen verdienen het om breder ingezet te worden op de projecten.**

Maak snelheid en begin vandaag! De materiaalpiek en vraag naar verduurzaming gaat alleen maar stijgen. De potentiële impact van circulair renoveren is groot, levert veel kansen op en mitigeert tegelijkertijd risico's voor de organisaties. Het introduceert nieuwe uitdagingen die wel opgelost moeten worden, als je daar nu mee start, ben je klaar voor de toekomst.

Specifieke vervolgstappen: het wensenlijstje voor circulair renoveren

Er is veel bereidheid om met circulair renoveren aan de slag te zijn. De eerste stapjes kunnen gezet worden door de verschillende ketenorganisaties en er zijn algemene punten waaraan kan worden gewerkt. Parallel kan er gewerkt worden aan de randvoorwaarden die nodig zijn om een gelijk speelveld te creëren. Om circulair renoveren in de huidige processen te verankeren zullen ook een aantal belemmeringen moeten worden weggenomen. Dan heeft circulair renoveren écht de mogelijkheid om de nieuwe standaard te worden.

1. Ontwikkel een eenduidige taal voor circulair renoveren.

Creëer een gelijk speelveld voor alle betrokken partijen waardoor beleid, aanbestedingen en inschrijvingen transparant en eerlijk kunnen zijn. Om circulair renoveren de nieuwe standaard te maken moeten er spelregels zijn en een gezamenlijke taal voor opdrachtgevers en -nemers in de renovatiesector.

2. Creëer meer inzicht in de CO₂ impact van renovatieprojecten.

Om CO₂-gestuurd renoveren in de praktijk te kunnen toepassen, zal er dus een breed gedragen methodiek moeten zijn waarmee de CO₂-impact wordt bepaald. Deze methodiek moet gevoed

- a. De huidige methode om de materiaalgebonden CO₂ uitstoot te bepalen voor renovaties is gebaseerd op de "nieuwbouw"-methodiek en zal aangepast en aangescherpt moeten worden op de nuances vanuit bestaande bouw. Hieruit volgen mogelijk aanpassingen in demarcatiekeuzes en richtlijnen specifiek voor het bepalen van de impact van renovaties. De huidige methode geeft een goede indicatie, maar nog niet een standaard die breed gebruikt wordt voor het uitvragen van renovatieprojecten.
- b. Cirkelstad ontwikkelt op dit moment Het Nieuwe Normaal (HNN) bestaande bouw. De huidige versie (0.5) is nog vol in ontwikkeling. Naast een methodiek voor materiaalgebonden CO₂-uitstoot en opslag werkt HNN bestaande bouw ook aan indicatoren voor de bij sturen op CO₂-impact onderbelichte aspecten zoals losmaakbaarheid, materiaalgebruik, etc.

worden met betrouwbare referentieprojecten voor veel verschillende typologieën. Vanuit deze referentieprojecten kan de methode worden aangescherpt en prestatieniveaus worden bepaald. Daarnaast kan dit ook gebruikt worden ter voorbereiding van mogelijk normeren of bepalen van een maximaal impact budget.

3. Verken welke technische en juridische barrières er zijn voor hergebruikte of biobased bouwmaterialen.

Het toepassen van hergebruikte producten en materialen wordt soms onmogelijk door uitdagingen met betrekking tot wet- en regelgeving en bijvoorbeeld certificering. Een voorbeeld hiervan is dat toegepast hout in bouw vaak een FSC-keurmerk moet hebben. Geoogst hout uit een sloopgebouw kan momenteel niet FSC-gekeurd worden en kan daardoor niet worden gebruikt. Dit soort barrières zijn er voor meerdere producten en moeten worden geïdentificeerd en verholpen. Daarnaast zijn er ook vragen over hoe garantie op hergebruikte en/of biobased materialen kan gaan werken. Is het bijvoorbeeld mogelijk om een breed geaccepteerd keurmerk voor deze materialen te ontwikkelen?

4. Kennisdeling van succesvol toegepaste en goedkopere circulaire bouwmaterialen.

Om onzekerheid en risicokosten te verminderen bij het ontwerpen met en toepassen van circulaire

bouwmaterialen is er behoefte aan een kansenkaart op materiaalniveau, met bijbehorende kostenkengetallen en indicatieve CO₂-impact. Creëer een overzicht van technisch toepasbare circulaire alternatieven die goedkoper zijn en minder CO₂-intensief zijn dan traditionele materialen. Voor biobased materialen is er al een overzicht door Building Balance²⁰ opgesteld, deze zou uitgebreid kunnen worden voor verschillende (ook hergebruikte) renovatiematerialen en -producten. Voor hergebruikte materialen zijn kansrijke toepassingen nog onderbelicht.

5. Meer onderzoek naar de brede waarde van circulair renoveren.

Dit onderzoek heeft zich gericht op de CO₂-impact en voordelen van circulair renoveren op de materiaalgebonden CO₂ uitstoot. Er is daarbij nog beperkt gekeken naar andere voordelen van circulair renoveren. Deze voordelen kunnen komen uit bv. de losmaakbaarheid of het effect van **materialen op gezondheid**. Ook het effect op andere milieueffecten en de impact op biodiversiteit is niet meegenomen in dit onderzoek. Aanvullend onderzoek zou deze positieve impact en voordelen inzichtelijk kunnen maken.

In dit onderzoek zijn de prijs en leveringsrisico's kwalitatief beoordeeld en gevalideerd door de verschillende deelnemers van werksessies. Wat aanvullend kan helpen, is om **deze risico's kwantitatief te maken** en aan het risico een financieel bedrag te hangen. Van de grote materiaalstromen (bv. voor een geheel renovatieplan van een woningcorporatie) kan de impact, prijs- en leveringsrisico's doorgerekend worden

In dit onderzoek hebben we niet gekeken in hoeverre er materiaal en impact kantelpunten ontstaan bij **veel beter energetisch isoleren**. Een vervolgonderzoek naar het optimum tussen isolatiewaarde, opgesteld installatievermogen en vermeden uitstoot van energie en materiaalgebonden CO₂ uitstoot zou aanvullende mogelijkheden voor circulair en CO₂ optimaal renoveren mogelijk maken.



Totstandkoming

Achtergrondliteratuur

Voor dit rapport zijn inzichten uit de volgende publicaties en artikelen gebruikt:

¹ [Programma verduurzaming gebouwde omgeving](#)

² Copper8 (2024). [Eindrapport Circulaire Energierenovaties](#)

³ Lenteakkoord CO₂ barometer 2024

⁴ Beleidsprogramma Verduurzaming gebouwde omgeving

⁵ Rijksoverheid (juli 2025). [Woningbouw: 90.000 tot 100.000 woningen per jaar t/m 2030](#)

⁶ Financieel Dagblad (april 2022). [Inflatie en materiaal schaarste leiden tot uitstel woningbouwprojecten](#)

⁷ Europese Unie (2023). Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study

⁸ NOS (oktober 2025). [China breidt exportbeperking uit: nu ook zeldzame aardmetalen en batterijen geraakt](#)

⁹ Financieel Dagblad (mei 2025). [Meerkosten verrekenen in de bouw wie krijgt een tikkie](#)

¹⁰ ABN Amro (2023). [Turbulentie in prijzen van bouwmaterialen houdt aan](#)

¹¹ TNO (oktober 2025). Effecten van woningrenovaties op energiearmoede.

¹² Bouwgezond. [Wat is formaldehyde?](#)

¹³ Green Transition Denmark (juni 2025). [New literature study: PFAS is hiding in many places in construction](#)

¹⁴ Het Nieuwe Normaal (HNN)

¹⁵ Provincie Utrecht (2023). [Rekening houden met de toekomst, afwegingskader voor CO₂ in provinciaal beleid](#)

¹⁶ Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. [Cijfers woningmarkt](#)

¹⁷ In ieder geval tot er een breed gedragen prestatieniveau is, zie HNN 0.5

¹⁸ a.s.r. real estate (september 2025). [Dertien vastgoedpartijen zetten nieuwe norm: harde limiet op CO₂ uit bouwmaterialen](#)

¹⁹ DGBC (april 2025). [DGBC reageert op Klimaatplan ministerie: maak Paris Proof de standaard](#)

²⁰ <https://buildingbalance.eu/actueel/nieuw-overzicht-biobased-isolatiematerialen-praktisch-hulpmiddel-voor-bouw-en-ontwerp/>

Deelnemende partijen

De volgende partijen zijn intensief betrokken geweest bij dit onderzoek:

- Amber Ligtle, Coen Hagedoorn Bouw
- Bram van Vliet, Dura Vermeer
- Rene Olde Monnikhof, Elk Groep
- Myrthe Coster, Hemubo
- Bart Triep, Van Wijnen
- Co van den Berg, Rutges Vernieuwt

Projectteam

Uitvoering

Mathijs van Kouwen, Copper8

Gerben Broekhuijsen, Copper8

Agnes Mewes, W/E adviseurs

Jasmijn Goudsmit, W/E adviseurs

Opdrachtgevers

Alexander Heusschen, Provincie Utrecht

Ike Stolk, Provincie Utrecht

Matthijs Hess-Spoelstra, DigiC / ROM region Utrecht

Louise Savekoul, DigiC / ROM region Utrecht

Bijlage 1. Geanonimiseerde projectinformatie

Archetype	Bouwjaar	Schaal	Detailniveau	BVO Totaal (m2)	Aantal woningen	BVO/woning	GO/woning
Mgw laagbouw (portiek)	1959	Groot onderhoud/optopping +woningen toevoegen BG	Hoog	10253	81	75	66
Mgw laagbouw (portiek)	1930	Groot onderhoud/optopping +woningen toevoegen BG	Hoog	11296	133	85	66
Hoek	1962	Projectmatig verduurzaming + dakkapel	Laag	1825	13	147	101
Tussen	1962	Projectmatig verduurzaming + dakkapel	Laag	6282	45	147	99
Mgw hoogbouw (gallerijflat)	1964	Projectmatig verduurzaming	Middel	9000	90	100	84
Mgw laagbouw (portiek)	1939	Renovatie	Laag	1301	15	86	61
Hoek	1978	Projectmatig verduurzaming	Middel	728	8	91	67
Tussen	1978	Projectmatig verduurzaming	Middel	1547	17	91	75
Mgw hoogbouw	1962	Projectmatig verduurzaming	Hoog	33402	374	89	73
Hoek	1975	Groot onderhoud/verduurzaming + KBT-renovatie	Hoog	2052	16	128	106
Tussen	1975	Groot onderhoud/verduurzaming + KBT-renovatie	Hoog	2565	20	128	106

Vervolg tabel op volgende pagina

Archetype	Bouwjaar	Schaal	Detailniveau	BVO Totaal (m2)	Aantal woningen	BVO/woning	GO/woning
Hoek (2 gestapeld)	1953	Groot onderhoud/verduurzaming kbt renovatie	Hoog	922	12	77	75
Tussen (2 gestapeld)	1953	Groot onderhoud/verduurzaming kbt renovatie	Hoog	1824	24	76	73
Hoek	1968	Verduurzaming	Laag	2482	20	124	87
Tussen	1968	Verduurzaming	Laag	3625	30	121	85
Mgw hoogbouw (corridor)	1979	Verduurzaming	Laag	10019	114	88	62

Bijlage 2. Methodiek & uitgangspunten

Aan de berekende waarden voor de energetische en materiaalgebonden CO₂-uitstoot en CO₂-opslag liggen aannames en methodieken ten grondslag. Deze bijlage laat zien hoe tot de berekende waarden is gekomen en welke keuzes en aannames zijn gemaakt.

De methodiek en bijbehorende gemaakte keuzes en aannames wordt in een aantal stappen toegelicht:

1. Casusselectie en materialenlijsten
2. Berekening energetische CO₂-besparing
3. Berekening materiaalgebonden CO₂-uitstoot en opslag
4. Circulaire variantenstudie
5. Bepaling van kantelpunt eerlijke CO₂-prijs
6. Extrapolatie van projecten tot provinciaal niveau
7. Berekening materiaalgebonden CO₂-opslag

1. Casusselectie en materialenlijsten

Deelnemende marktpartijen zijn gevraagd om verschillende casussen aan te leveren. Dit zijn energetische renovatie van woningbouwprojecten binnen de provincie Utrecht. In de casusselectie was het belangrijkste criterium: zoveel mogelijk dekking over alle verschillende archetypen en bouwjaren. De gehanteerde archetypen waren:

- Meergezinswoning hoogbouw
- Meergezinswoning laagbouw
- Eengezinswoning vrijstaand
- Eengezinswoning hoek of tussen

De bouwjaren zijn tot 1991 vanwege de aanname dat de bouwvoorraad vanaf 1992 al van voldoende energetische kwaliteit is. Resulterende bouwjaren zijn:

- <1946
- 1946 – 1964
- 1965 – 1974
- 1975 - 1991

Vooraf renovaties van vooroorlogse woningbouw (<1946) en renovaties van meergezinswoningen na 1964 waren weinig beschikbaar waardoor een volledige dekking van de zestien archetypes niet mogelijk was.

Voor de projecten zijn de materialenlijsten (soms via een begroting) geleverd voor de energetische renovatie. Het detailniveau verschilt tussen projecten, waarbij

sommige projecten materialen voor afwerkingen niet hebben meegenomen en PV-installaties zijn ook niet meegenomen (enkel de PV-panelen zelf).

2. Berekening energetische CO₂-besparing

Voor de projecten is ook de (gemodelleerde) energiebehoefte vóór en na renovatie geleverd, gesplitst in elektriciteitsverbruik, warmtenetverbruik en aardgasverbruik. Om deze verbruiken om te zetten in besparing van CO₂-eq uitstoot, zijn de volgende emissiefactoren gebruikt:

	Emissiefactoren
Elektriciteit (gem.)	0,149 kg / kWh
Warmtenet (regionaal)	47 kg / GJ
Aardgas	1,788 kg / m ³

De emissiefactor van elektriciteit is bepaald aan de hand van het gemiddelde van het KEV-scenario 2024-2038. Dit is een gemiddelde over 15 jaar. (Zie voor de methode [QCI Quick Carbon Indicator](#)). Dit gemiddelde wordt gebruikt voor alle jaren gebruikt, en daardoor zie je een gelijke uitstoot voor de energetische uitstoot. In de werkelijkheid neemt dit jaarlijks af. Dit leidt ertoe dat de eerste jaren het bespaarde energie-effect iets beter is dan werkelijk, waar dit juist een lichte onderschatting wordt in de tweede helft van de 15 jaar na renovatie.

Er is gekozen voor een scope van 15 jaar, die ook in de Quick Carbon Indicator (QCi) methodiek is gebruikt. Daarom nemen we ook geen onderhoud en vervangingen (fase B) of end of life uitstoot (fase C) mee voor nieuwe materialen. De focus is op korte termijn CO₂ reduceren om klimaatdoelstellingen te halen. Uiteraard kan in vervolgonderzoeken ook gekeken worden naar hoe emissies over de gehele levensduur meegenomen kunnen worden in besluitvorming, bijvoorbeeld in een berekening van de Whole Life Cycle – Global Warming Potential.

Als alleen energielabels geleverd konden worden, is via EP2 het gemiddelde energieverbruik bepaald van de labelcategorie (NTA-indeling, ook voor oude labels), met een emissiefactor van 0,183 kg CO₂-eq per kWh (emissiefactor van gas).

Bespaarde energiegebonden CO₂-uitstoot is ook meegenomen wanneer er zonnepanelen zijn neergelegd en (zonne)energie wordt opgewekt. Hierbij is ook de bovenstaande emissiefactor o.b.v. de KEV gebruikt.

3. Berekeningen materiaalgebonden CO₂-uitstoot

De CO₂-uitstoot van de renovatie-ingrepen is zowel voor de referentiecassus als de circulaire cassus bepaald door de materialenlijsten te koppelen aan de Nationale Milieudatabase (NMD). Hierdoor zijn de resultaten ook

beperkt door de databeschikbaarheid van de NMD. Hierbij is een aantal keuzes gemaakt:

- De CO₂-kengetallen voor producten in de A1-set zijn gebruikt.
- Waar mogelijk zijn Cat-1 kaarten gebruikt. In de praktijk zijn er echter voornamelijk Cat-2 en Cat-3 kaarten gebruikt (weinig Cat-1 aanbod voor renovatieproducten).
- Voor verwijderde materialen is de CO₂-uitstoot in fase C van dat materiaal meegenomen. Hiervoor is gekozen omdat dit een zo volledig mogelijk inzicht geeft in de CO₂-impact van de ingreep en het meenemen van C in de berekeningen (toekomstige) milieuwinst van demontabel bouwverlies en hergebruik inzichtelijk maakt. Dit is in lijn met de voorziene methode Milieuprestatie Onderhoud (onderdeel van HNN 0.5).
- Voor nieuw toegevoegde materialen is de CO₂-uitstoot in fase A meegenomen. Dit is in lijn met de voorziene methode Milieuprestatie Onderhoud (onderdeel van HNN 0.5).

De berekende relatieve materiaalgebonden CO₂-winst is een conservatief, omdat voor een beperkt aantal ingrepen (met hoge impact) geen circulaire variant is overwogen. Een aantal ingrepen zoals schilderwerk en BKT is namelijk buiten beschouwing gelaten van de circulaire varianten, maar is wel onderdeel van de totale materiaalgebonden CO₂-uitstoot.

4. Circulaire variantenstudie

Aan de hand van de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van de referentie-ingrepen is voor elk project bepaald welke zeven ingrepen relatief de meeste CO₂-impact hadden. Vervolgens is bepaald voor welke ingrepen een circulaire variant gezocht werd, op basis van voorkomen in projecten én relatieve grootte van de CO₂-impact. Uiteindelijk zijn er circulaire alternatieven gezocht voor:

- (Na-)isoleren vloer (evt. vervangen)
- Glas vervangen
- Dakpannen/bitumen vervangen
- PV-panelen
- (Na-)isoleren gevel
- Kozijnen vervangen
- (Na-)isoleren dak
- Keuken (gedeeltelijk)

Er is gezocht naar vervangende producten met vergelijkbare functie en technische mogelijkheden die biobased zijn en/of op basis van hergebruik. Een deel van deze vervangende producten zijn opgehaald uit de [handleiding biobased verduurzamen](#) door OnderhoudNL en Building balance¹⁶. De volgende optie was een variant met recycled content en als ook deze niet beschikbaar was, is een product gekozen met lagere CO₂-uitstoot. Bij isolatiematerialen is de Rc-waarde gelijk gehouden door, waar nodig, meer volume van het vervangende circulaire materiaal toe te passen.

Alle circulaire varianten zijn besproken met de deelnemende partijen en met een biobased-expert van Building Balance. Circulaire ingrepen die technisch of

om andere reden niet mogelijk was, zijn aangepast. De resulterende lijst van gebruikte alternatieven (zonder merknamen) is:

- Houten dakelementen met biobased isolatie
- HSB-wand met biobased isolatie
- Zonnepanelen *low-carbon*-variant
- Warmtepomp met propaan
- Circulair glas
- Gebruikte dakpannen
- Houten kozijnen
- Circulair alternatief voor bitumen
- Thermokussens Vloerisolatie met lage CO₂-uitstoot
- Verantwoorde spaanplaat
- Biobased isolatie (voor verschillende toepassingen):
 - o Houtvezel
 - o Vlas

Deze lijst geeft aan dat de resultaten bereikt zijn met een beperkte set aan circulaire alternatieven. Hieruit volgt ook de wens om in de toekomst een meer uitgebreide lijst te creëren die breed gedeeld kan worden en in uitvragen en ontwerpen kan worden gebruikt.

5. Bepaling kantelpunt eerlijke CO₂-prijs

De deelnemende partijen hebben ook vertrouwelijke informatie zoals de aanneemsom en materiaalprijzen gedeeld. Ook hebben ze waar mogelijk de meerprijs van de circulaire alternatieven aangedragen. Dit waren kostengetallen die zij beschikbaar hadden of

kosten/kentallen van andere organisaties (o.a. Building Balance). De inschatting van de meerprijs van de circulaire alternatieven is daarom indicatief (+/-), omdat:

- het achteraf is ingevuld op basis van kostenkengetallen in plaats van actuele marktprijzen;
- het zijn geen marktconforme prijzen of in ieder geval aangevraagd bij leveranciers (bv. in concurrentie);
- in sommige gevallen de materiaalsamenstelling van een product is veranderd en alleen de meerprijs van het materiaal is meegenomen. Het is daarmee onzeker of dit product met deze nieuwe materialen ook tot een ander productieproces leiden (bijv. bij een dakelement met biobased isolatie).

Tot slot is op basis van de expertise van de duurzaamheidsexperts van vijf deelnemende bouwpartijen de meerkosten op projectniveau bepaald en gerelateerd tot de aanneemsom. Gecombineerd met de CO₂-winst van circulair renoveren, is bepaald of de 'eerlijke prijs' van € 875,- per ton CO₂-eq doorslaggevend zou zijn in besluitvorming.

6. Extrapolatie van projecten tot provinciaal niveau

Voor de extrapolatie van de resultaten naar provinciaal niveau zijn de resultaten van de casussen gemiddeld tot een CO₂-eq besparing per archetype woning door circulaire renovatie. Hiermee is per woningtypologie

(bouwjaarperiode-onafhankelijk) het gemiddelde is bepaald voor de volgende typologieën:

- Meergezinswoning hoogbouw
- Meergezinswoning laagbouw
- Eengezinswoning hoek (inclusief vrijstaand)
- Eengezinswoning tussen

Omdat een volledige dekking van de eerder geschetste archetypes niet mogelijk was, is dus gekozen om geen extrapolatie op basis van bouwjaarperiode te doen.

Als volgende stap is aan de hand van de woningvoorraad van de provincie Utrecht het gewogen gemiddelde van de woningtypologieën genomen (aantal woningen in de vier hierboven opgesomde typologieën maal bijbehorende gemiddelden opgeteld en vervolgens genormaliseerd) waaruit volgt dat 2,521 kg CO₂-eq per woning is bespaard bij circulair renoveren t.o.v. de referentiematerialen.

De totale woningvoorraad in Utrecht gebouwd voor 1992 beslaat 435.294 verblijfsobjecten (vbo). Dit is 68% van de totale voorraad in de provincie (639.713). Van deze totale voorraad is aangenomen dat 54% label C of slechter heeft (o.b.v. Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving (RVO, 2024), wat neerkomt op 345.445 objecten. Ervan uitgaande dat deze (vrijwel) allemaal in de voorraad voorkomen die voor 1992 is gebouwd, en dat gerenoveerd dient te worden naar een niveau beter dan energielabel C, levert dit een percentage van bijna 80% te renoveren woningen van voor 1992 in de provincie Utrecht. Vermenigvuldigen

van het aantal te renoveren woningen met de 2,521 kg CO₂-eq per woning levert de 0,87 Mton CO₂-eq die bespaard kan worden op provinciaal niveau door circulair te renoveren.

7. Berekening materiaalgebonden CO₂-opslag

CO₂-opslag is berekend door de massa van het materiaal te vermenigvuldigen met het massapercentage biobased van dat materiaal (uit de EPiC database). Vervolgens zijn de kg biobased materiaal omgerekend naar kg CO₂-equivalent met een vaste omrekening van 0,5 kg biogeen koolstof per kg biobased materiaal (aanname) en 44/12 kg CO₂ per kg koolstof (scheikundige omrekening).

Op basis hiervan volgt dat de gemiddelde CO₂-opslag voor een traditionele renovatie 20 kg CO₂-eq per m² BVO is en de potentie voor circulaire renovatie 26 kg CO₂-eq per m². Circulair renoveren leidt dus tot ongeveer 600 ton extra CO₂ opslag voor de totale oppervlakte van de casussen (100.000 m²).

Aandachtspunt: bij CO₂ opslag: De projecten zijn niet geoptimaliseerd op CO₂ opslag en in sommige gevallen was er geen biobased alternatief bij gelijke ontwerpuitgangspunten. Als projecten vanaf de start optimaliseren op CO₂ prijs en CO₂ opslag, kan de potentie van CO₂ opslag veel groter zijn. Bij een enkel project was de opslag tot wel 55 kg CO₂ per m².