



Ketenanalyse Isoleren Monumentaal Vastgoed

Gemeente Rotterdam



Rapport

Aveco de Bondt BV

Holten - Amstelveen - Breda - Eindhoven - Nieuwegein

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 004 82 12

info@avecodebondt.nl

avecodebondt.nl

Ketenanalyse Energieverbruik gebouwen

project Gemeente Rotterdam – CO₂PL niveau 4
contactpersoon Léon Dijk
status Definitief
auteur Hessel Hulsbos
gecontroleerd Jetske Mulder

datum 21 december 2023
referentie 230962_AdB_RAP_0001_V1_
Ketenanalyse Monumentaal
Vastgoed Gemeente Rotterdam

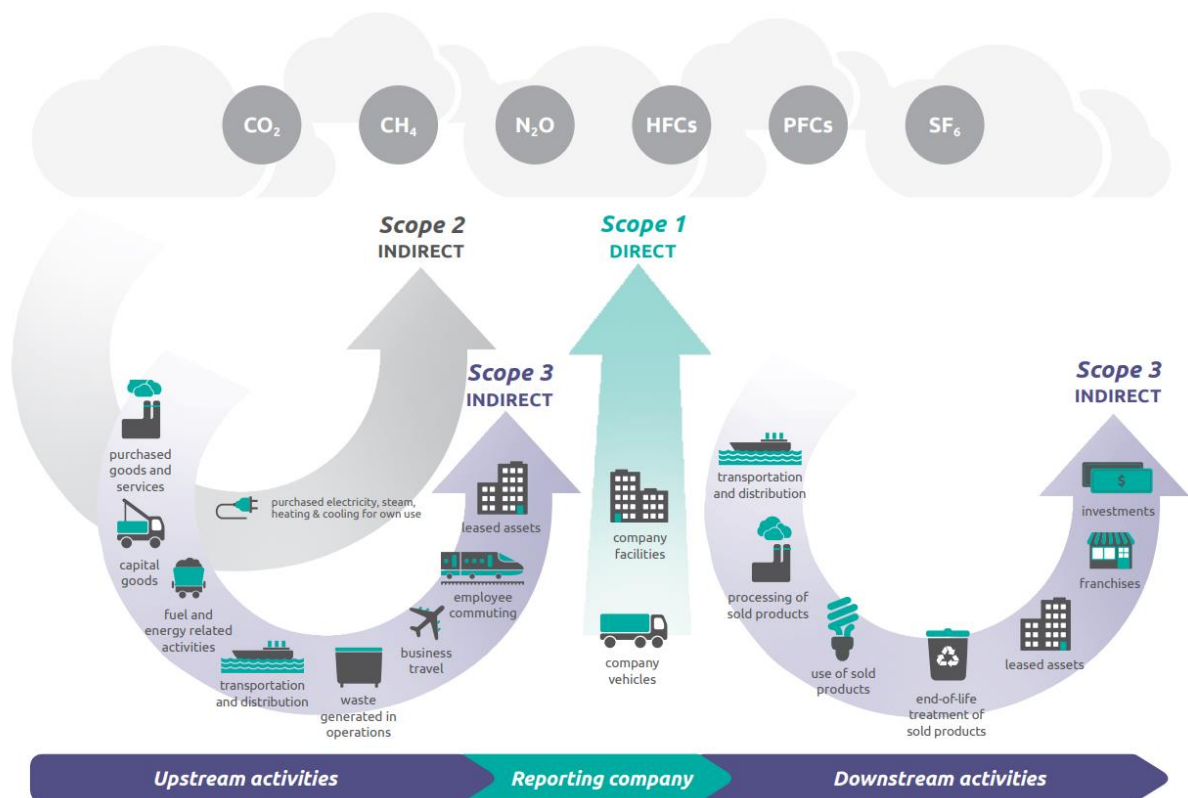


1 Inleiding

De Gemeente Rotterdam behaalde in 2023 niveau 3 van de CO₂-Prestatieladder en streeft nu naar certificering op niveau 4 in 2024. Een belangrijk onderdeel van de CO₂-prestatieladder op niveau 4 is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de gemeente, het identificeren van CO₂-reductiekansen en het bepalen van reductiedoelstellingen. In de MME (Meest Materiële Emissies) analyse van de Gemeente Rotterdam zijn de meest materiële Scope 3 emissie categorieën in kaart gebracht, volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol (Figuur 1).

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van een ketenanalyse is het identificeren van GHG-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang. Op basis van het inzicht in de Scope 3 emissies en de twee ketenanalyses wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het energiemanagementsysteem dat is ingevoerd, wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies. Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. De Gemeente Rotterdam zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

Figuur 1. Het scope-diagram van de GHG-protocol.





1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses

Uit de analyse van Meest Materiële Emissies (MME) is de onderstaande rangorde van Scope 3 categorieën naar voren gekomen.

Tabel 2: Kwantitatieve rangorde Scope 3 emissie categorieën

#	Activiteit	Belang sector	Belang activiteit	Invloed op reductie
1	Beheer openbare ruimte	2	4	4
2	Wegverkeer-vrachtovervoer	3	4	2
3	Publieke dienstverlening	3	2	4
4	Commerciële dienstverlening	3	4	2
5	Mobiele werktuigen	3	3	2
6	Huishoudens	3	3	2

Op basis van bovenstaande rangorde is gekozen voor het uitvoeren van een twee ketenanalyses: ten eerste over de speeltoestellen binnen de gemeente, en daarnaast over de isoleren van het monumentale vastgoed van de gemeente. Op deze onderwerpen is namelijk een CO₂-reductie te behalen en heeft de gemeente bovendien grote invloed.

Voorliggend document betreft Ketenanalyse 2: Isoleren Monumentaal Vastgoed. Dit document maakt, samen met Ketenanalyse 2: Spelen en de MME analyse deel uit van de implementatie van de CO₂-Prestatieladder.



2 Scope en systeemgrenzen

2.1 Scope

De gemeente Rotterdam beheert een uitgebreide vastgoedportefeuille met een breed scala aan eigendommen, waaronder kantoren, zwembaden, (sport)scholen en cultuurcentra. Een deel van deze gebouwen heeft een monumentale status. Deze monumentale panden hebben over het algemeen lage energielabels en een hoog verbruik van warmte en gas. Hun beschermde monumentale status maakt het echter uitdagend om deze panden te isoleren en te verduurzamen. De gemeente streeft ernaar om deze panden te verduurzamen om zowel de energie-efficiëntie te vergroten als bij te dragen aan een duurzamere toekomst, terwijl tegelijkertijd het historische karakter behouden blijft. In deze ketenanalyse worden deze mogelijkheden onderzocht.

In deze analyse worden 2 emissiestromen gemonitord:

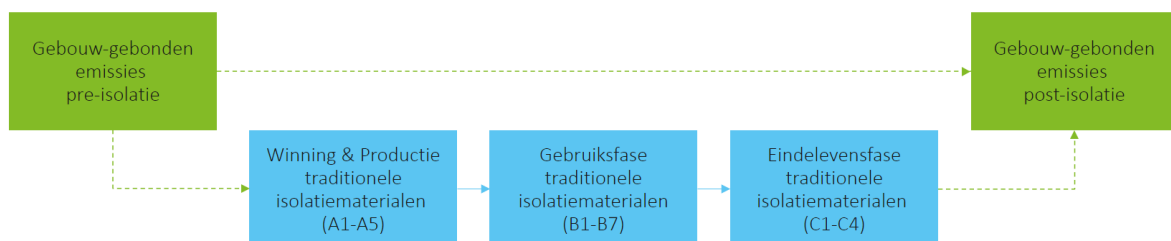
1. De gebruik gebonden emissies (CO₂-uitstoot door energiegebruik) van de panden, zowel voor als na verbetering door isolatie. Op die manier is het mogelijk om in kaart te brengen wat de CO₂-impact is van het verlagen van de warmtevraag.
2. De materiaal gebonden emissies. Dit gaat over de CO₂-impact door de winning, productie, transport en eindelevensfase van traditionele isolatiematerialen, in vergelijking met biobased isolatiematerialen.

2.2 Systeemgrenzen: ketenbeschrijving

Traditioneel isolatiemateriaal: Door de gemeente Rotterdam worden de gebouwen momenteel voornamelijk geïsoleerd met traditionele isolatiematerialen. De levenscyclus van traditionele isolatiematerialen begint met de winning en productie van grondstoffen, zoals lavastenen (voor steenwol), glas (voor glaswol) en synthetische halfabricaten vanuit o.a. aardolie (voor EPS, PIR- en Phenolplaten). De winning en verwerking van deze grondstoffen vraagt veel energie en heeft daarmee een relatief grote milieu-impact. Tijdens gebruik in gebouwen bieden deze isolatiematerialen thermische weerstand (dit noemen we ook wel: isolatiewaarde) en verminderen ze energieverbruik. Tenslotte, in de eindelevensfase zijn traditionele isolatiematerialen vaak moeilijk recyclebaar en/of bevatten ze schadelijke stoffen, waarmee de milieu-impact van traditionele isolatiematerialen in de eindelevensfase hoog ligt.

Onderstaande figuur 3 is een schematische weergave van de emissies die vrijkomen in de huidige situatie, waarin geïsoleerd wordt met traditionele isolatiematerialen. Ook de gebruik gebonden emissies van de panden voor- en na het isoleren zijn hierin weergegeven.

Figuur 3: traditioneel isolatiemateriaal



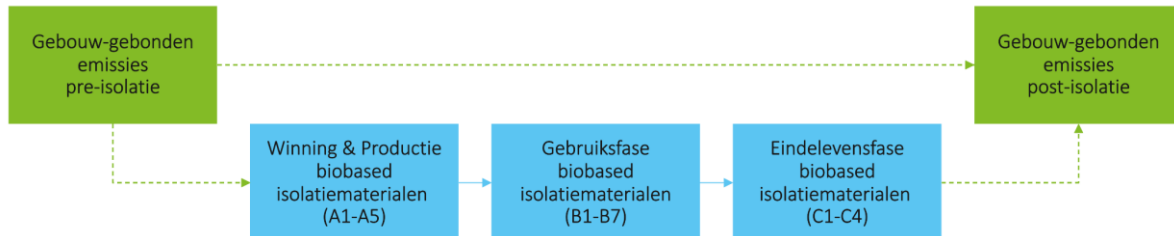
Biobased isolatiemateriaal: Als alternatief op traditionele isolatiematerialen wil de gemeente Rotterdam de CO₂-impact reduceren door te isoleren met biobased isolatiematerialen. Biobased isolatiematerialen worden geproduceerd uit hernieuwbare bronnen zoals houtwol, hennep, vlas en cellulose. De winning en verwerking van deze grondstoffen vereist doorgaans minder energie en heeft een lagere milieubelasting dan bij traditionele isolatiematerialen. Tijdens de gebruiksfase in gebouwen bieden biobased materialen thermische isolatie en dragen ze bij aan energie-efficiëntie door het verminderen van warmteverlies en koelingsbehoeften. De isolerende werking tegen hittestress in de zomer geeft biobased materialen een voordeel ten opzichte van



traditionele isolatiematerialen. Bij de eindelevensfase zijn biobased isolatiematerialen vaak biologisch afbreekbaar en goed recyclebaar, wat de afvalimpact vermindert.

Onderstaande figuur 4 is een schematische weergave van de emissies die vrijkomen in de huidige situatie, weergave van de productie-, gebruiks- en eindelevensfase van biobased isolatiematerialen, inclusief de gebruik gebonden emissies voor en na het isoleren.

Figuur 4: biobased isolatiemateriaal



De volgende traditionele en biobased isolatiematerialen worden meegenomen in deze analyse:

- **Traditioneel isolatiemateriaal**

- EPS-spouwisolatie
- Steenwol
- Glaswol
- PIR-platen
- Phenol-platen

- **Biobased isolatiemateriaal**

- Houtwol
- Cellulose
- Vlas
- Hennep

2.3 Uitsluitingen en aannames

De volgende uitsluitingen en aannames zijn gemaakt. Zie hoofdstuk 5 voor een verdere toelichting op de berekenmethodes en aannames.

- De voorliggende ketenanalyse richt zich alleen op de monumentale panden in beheer van de gemeente Rotterdam. De reden dat er is gekozen voor deze panden is dat deze monumentale panden lastig te isoleren zijn, en daarom vaak meer CO₂ uitstoten.
- Er is alleen gekeken naar het isoleren van de daken van de panden. Reden hiervoor is dat ieder pand op een specifieke manier geïsoleerd moet worden. Door alleen dakisolatie te nemen kan een algemene berekening gemaakt worden. Echter, in de praktijk levert een volledige isolatie van o.a. gevels, deuren, kieren, vloer en beglazing substantiële verduurzamingslag. Het is voorafgaand aan isolatie daarom van belang een specifieke analyse te maken van hoe ieder gebouw geïsoleerd dient te worden.
- De isolatiewaarde van de dakconstructie en bedekking is genegeerd. Met andere woorden ($R_c = R_d$).
- Er is uitgegaan van de emissie coëfficiënten voor grijze stroom, aardgas en gemiddelde warmtenetten.
- 90% van het EP2 wordt veroorzaakt door het is gas verbruik voor ruimteverwarming.
- Er is aangenomen dat biobased en traditionele gelijk zijn in levensduur. Reden hiervoor is dat beide materialen vergelijkbare eigenschappen vertonen en zijn onderworpen aan normen en testprocedures die de duurzaamheid van isolatiematerialen beoordelen.
- Eventuele gebouw gebonden energiebesparingen door koeling zijn niet meegenomen omdat hier geen gegevens over beschikbaar waren en lastig zijn betrouwbaar in te schatten.



2.4 Analyse-eenheid

Het doel van deze ketenanalyse is het scheppen van inzicht in de CO₂-uitstoot binnen de keten van het energieverbruik en isoleren van de monumentale gebouwen van de Gemeente Rotterdam. Met behulp van dit inzicht wordt vervolgens onderzocht in hoeverre de CO₂-uitstoot binnen de keten verminderd kan worden en welke reductiemaatregelen doorgevoerd kunnen worden. Hierbij worden alle ketenstappen voor de isolatiematerialen meegenomen die CO₂-impact hebben. Deze ketenstappen zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Ketenpartners en emissies.

Ketenstap	Ketenpartner	Veroorzaakte emissies
Winning en productie	Producenten van de isolatiematerialen Aannemers	In deze ketenstap worden de grondstoffen voor de isolatiematerialen gewonnen en verwerkt tot isolatiematerialen. Traditionele isolatiematerialen: Traditionele isolatiematerialen worden vervaardigd door grondstoffen zoals glas, lavastenen en halffabricaten vanuit aardolie te verwerken via diverse productietechnieken. Deze winning en productie gaan gepaard met energie-intensieve processen die bijdragen aan de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO ₂ . Biobased isolatiematerialen: Biobased isolatiematerialen worden gewonnen en geproduceerd uit natuurlijke, hernieuwbare bronnen zoals plantaardige vezels, houtzaagsel en houtsnippers, wat bijdraagt aan een meer duurzame en milieuvriendelijke productieketen.
Gebruiksfase	Gebruikers Aannemers	De gebruiksfase van isolatiematerialen omvat de periode waarin deze materialen actief worden ingezet voor het isoleren van de gebouwde omgeving. Hierbinnen dragen ze bij aan een lagere warmtevraag van deze gebouwen. Traditionele isolatiematerialen: Gedurende de gebruiksfase bieden traditionele isolatiematerialen thermische weerstand en dragen ze tijdens de winter bij aan het handhaven van een stabiele binnentemperatuur en energie-efficiëntie in gebouwen. Tijdens de zomer hebben deze materialen geen functie aangaande verminderen van hittestress binnenshuis. Biobased isolatiematerialen: Tijdens de gebruiksfase bieden biobased isolatiematerialen effectieve thermische isolatie en dragen ze tijdens de winter bij aan energie-efficiëntie door het verminderen van warmteverlies en energieverbruik in gebouwen. Tijdens de zomer leveren deze materialen een belangrijke bijdrage in het voorkomen van hittestress in de panden. Bij een goed ontwerp en een goed gebruik van het pand is een airco niet meer nodig; ook dit gegeven heeft een grote impact op de CO ₂ -uitstoot.
Fase Eindelevensduur	Aannemers, afvalverwerkers en slopers	Isolatiematerialen kunnen afgeschreven worden om een groot aantal verschillende redenen. Bijvoorbeeld omdat ze na een aantal jaren niet langer voldoende isolerend werken, of omdat het gebouw afgebroken wordt. In deze fase is de juiste afvoer en verwerking essentieel om milieuschade te minimaliseren en bij te dragen aan duurzame sloop- en recyclingpraktijken. Traditionele isolatiematerialen: Bij de eindelevensfase van traditionele isolatiematerialen kunnen recycling- en afvoerproblemen ontstaan, vanwege hun potentieel schadelijke aard en moeilijkheid om tot een volledig recyclebaar product te komen. Biobased isolatiematerialen: Biobased isolatiematerialen kunnen in de eindelevensfase vaak gerecycled worden, of zijn geschikt voor compostering, waardoor ze een duurzamere afvoeroptie bieden in vergelijking met sommige traditionele isolatiematerialen. Echter, aan sommige biobased isolatiematerialen worden kunststoffen netten toegevoegd om de stevigheid te verhogen. In dergelijke gevallen is het noodzakelijk de materialen van elkaar te scheiden voor recycling.



3 Kwantificeren van emissies

De CO₂-uitstoot van de verschillende ketenstappen zoals beschreven in Hoofdstuk 3 is bepaald aan de hand van de beschikbare gegevens. De achterliggende berekening is te vinden in het document '20231130_230962_AdB_XLS_Berekening Ketenanalyse Rotterdam Vastgoed_Definitief'. Zie ook hoofdstuk 5.

3.1 Gemaakte analyse

De analyse bestaat uit twee sub-analyses. De eerste sub-analyse brengt de gebruik gebonden emissies in kaart: de energieverbruiken van de monumentale panden vóór en ná het isoleren. Het energieverbruik voor en na het isoleren is berekend op basis van de energieverbruiken, voorgesteld in verduurzamingsanalyses voor drie monumentale panden. De tweede sub-analyse brengt de materiaalgebonden uitstoot in kaart, veroorzaakt door het isoleren van de panden. Voor aannames en onzekerheden bij deze analyse, zie hoofdstuk 5.

De panden die zijn geanalyseerd zijn: Van Maanenstraat 6 – 10, Gerdesiaweg 480, Gaffelstraat 1 - 3. Voor de Van Maanenstraat en Gerdesiaweg is het verduurzamingsanalyses van "Sportfondsen Nederland B.V." gebruikt als basis. Voor het verduurzamen van de Gaffelstraat is de "Quickscan duurzaamheidsadvies" en de "energie label beoordeling gebruikt". De panden zijn geïsoleerd tot R=3,5 m²K/W. Zie hoofdstuk 5 voor de extrapolatie van dit onderzoek naar de rest van het areaal van monumentale panden van de gemeente Rotterdam.

3.2 Gebruik gebonden emissies

Tabel 6 geeft een overzicht van de totale CO₂-uitstoot voor het energieverbruik van de drie panden. De CO₂-uitstoot is uitgedrukt in ton CO₂-eq. In totaal wordt **713 ton CO₂** uitgestoten door het gebruik van de drie panden voor de maatregelen. Na de isolatie is de uitstoot **666 ton CO₂**. Dit komt dus neer op een besparing van **47 ton CO₂** in energieverbruik door het isoleren van het dak van de drie panden. Let wel, dit kan significant hoger zijn wanneer er meer dan alleen het dak van de panden wordt geïsoleerd.

Tabel 6: Totale CO₂-uitstoot (uitgedrukt in ton CO₂-eq) van de warmtevraag per jaar.

Ketenstap	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq)	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq per m ² BVO)	Totale Elektriciteit verbruik (kWh per m ² BVO)	Totale aardgas verbruik (m ³ per m ² BVO)	Totale warmte verbruik (GJ per m ² BVO)
Gebruik van gebouw voor isolatie	713	0,08	75,6	15,7	0,42
Gebruik van gebouw na isolatie	666	0,07	75,6	13,4	0,41
Totaal verschil	47	0,01	0	2,3	0,02

3.3 Materiaalgebonden emissies: Traditioneel isoleren

Tabel 7 geeft een overzicht van de totale CO₂-uitstoot door het toepassen van verschillende traditionele isolatiematerialen voor het isoleren van de drie monumentale panden. De CO₂-uitstoot is uitgedrukt in ton CO₂-eq. Wanneer de daken van alle drie de monumentale panden worden geïsoleerd met traditionele isolatiematerialen, liggen de materiaal gebonden emissies van de toegepaste isolatie tussen de **13 en 31 ton CO₂-eq**, met een **gemiddelde van 21 ton CO₂-eq**. PIR-platen zijn hierbij verreweg het meest vervuilend, terwijl glaswol het minst slecht scoort.



Tabel 7: Totale CO₂-uitstoot (uitgedrukt in ton CO₂-eq) van de benodigde traditionele isolatiematerialen en uitstoot van de materialen per m³ in ton.

Isolatiemateriaal	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq per m ³)	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq)
Steenwol	0,10	19,96
Glaswol	0,06	13,35
EPS-platen	0,11	23,14
PIR-platen	0,23	31,03
Phenol	0,14	17,62
Gemiddelde	0,13	21,02

3.4 Materiaalgebonden emissies: Biobased isoleren

Onderstaande tabel 8 geeft een overzicht van de totale CO₂-uitstoot wanneer biobased isolatiematerialen worden toegepast bij het isoleren. Biobased isoleren van de daken van de drie monumentale panden leidt tot materiaal gebonden emissies tussen **2 en 10 ton CO₂-eq**, met een **gemiddelde van 7 ton CO₂-eq**. Qua milieu-impact scoort cellulose het best, gevolgd door hennep en houtwol. Vlas scoort relatief het minst goed, maar nog altijd beter dan het meest duurzame traditionele materiaal (glaswol).

Tabel 8. Totale CO₂-uitstoot (uitgedrukt in ton CO₂-eq) van de benodigde biobased isolatiematerialen en uitstoot van de materialen per m³ in ton.

Isolatiemateriaal	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq per m ³)	Totale CO ₂ -uitstoot (ton CO ₂ -eq)
Houtwol	0,04	8,83
Cellulose	0,01	2,07
Vlas	0,04	9,91
Hennep	0,03	6,51
Gemiddelde	0,03	6,83

3.5 Conclusies

Door isolatie toe te voegen aan de drie monumentale panden van de gemeente Rotterdam wordt jaarlijks **47 ton CO₂-eq bespaard** op gebouw gebonden energieverbruik van de drie gebouwen. Dit is een CO₂-reductie van **6,6%** ten opzichte van de situatie zonder isolatie.

Het toevoegen van isolatiemateriaal leidt echter ook tot materiaal gebonden uitstoot. Daarom zijn de materiaal gebonden emissies van traditionele en biobased isolatiematerialen inzichtelijk gemaakt. Bij toepassing van isolatiemaatregelen op de drie monumentale panden van de gemeente Rotterdam ligt de milieu-impact van biobased materialen gemiddeld **14,19 ton CO₂-eq** lager dan wanneer traditionele materialen worden toegepast. Dit is een reductie van **67%**. Daarbij blijken cellulose en hennep het meest milieuvriendelijk, waar PIR- en EPS platen het meeste CO₂ uitstoten.

Samengenomen leidt het traditioneel isoleren van de drie monumentale panden tot een uitstoot van **68 ton CO₂-eq**, terwijl het biobased isoleren van de panden tot een uitstoot van **54 ton CO₂-eq** een verschil van **21%**.



4 Reductiedoelstelling en mogelijkheden

Zoals hierboven geconcludeerd, resulteert het toepassen van duurzamere isolatiematerialen in de drie monumentale panden in een CO₂-reductie van 14 ton CO₂-eq, wat gelijk staat aan een reductie van 21% ten opzichte van traditionele isolatiematerialen. Met dit inzicht worden in dit hoofdstuk reductiedoelstellingen en -maatregelen nader onderzocht.

4.1 Reductiedoelstelling, maatregelen en monitoring

De gemeente Rotterdam heeft zich in 2019 gecommitteerd aan de overkoepelende circulaire doelstellingen van het Rijk:

- In 2030 50% minder gebruik van primaire (abiotische) grondstoffen
- In 2050 volledig circulair.

Voor het biobased isoleren van de monumentale panden betekenen deze doelstellingen het volgende: Wanneer alle monumentale panden worden geïsoleerd met biobased materiaal wordt er gemiddeld 3,6 ton CO₂ per pand uitgestoten. Voor traditionele materialen is dit 17,8 ton per pand gemiddeld. De gebouw gebonden besparing komt dan neer gemiddeld 34 ton per pand per jaar. Wanneer dit (theoretisch) met ingang van 2024 in gaat zal er in 2050 (=26x34) **884 ton aan CO₂** worden bespaard. Zie voor verdere uitga punten bij deze berekening paragraaf 5.1.5

In 2026 sturen we bij minstens 50% van onze aanbestedingen in vastgoed en openbare ruimte op verlaagde milieu-impact, zodat we met minder vervuilende materialen werken en minder CO₂ uitstoten. Gezien de grote vervangingsopgave (ong. 22%) van de vastgoedportefeuille in Rotterdam is de doelstelling om het grondstoffengebruik bij deze vervanging te heroverwegen en in te zetten op biobased. Om dat te bewerkstelligen is een project gestart met doelstelling om circulaire aanpak voor het vastgoed te ontwikkelen met de volgende onderwerpen:

- Circulair financieren
- Vergroten gebruik van hernieuwbare grondstoffen/materialen
- Circulair ontwerpproces voor vastgoed (richtlijn hoe en wanneer circulaire materialen gebruikt kunnen worden)
- Circulair/ duurzaam beheren

Ook wordt een aanpak ontwikkeld om de komende periode een deel van de portefeuille te verduurzamen. Dit betreft 6 rijks- en gemeentelijke monumenten. Bij deze aanpak zal conform de vastgestelde doelstelling bij 3 projecten gestuurd worden op een verlaagde milieu-impact door toepassing van biobased materiaal.

Monitoring op het behalen van de doelstelling zal halfjaarlijks plaatsvinden, door middel van twee steekproeven waarbij halfjaarlijks voor twee renovatieprojecten wordt gemeten hoeveel biobased- en traditionele isolatiematerialen er worden gebruikt. Aanvullend zal er halfjaarlijks worden geëvalueerd op de voortgang van de aanvullende reductiemogelijkheden.

4.2 Reductiemogelijkheden

In de voortdurende inspanning om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, is het belangrijk om te blijven zoeken naar aanvullende reductiemogelijkheden bij het renoveren van de gebouwen van de gemeente. De gemeente Rotterdam ziet een aantal aanvullende reductiemogelijkheden, welke in aanvulling op deze ketenanalyse uitgevoerd kunnen worden:

- Uit de ketenanalyse is blijkt dat het inzetten op isolatie van monumenten in de gemeentelijke portefeuille een grote reductiemogelijkheid biedt. De extra reductie door biobased is beperkt. De focus bij monumenten ligt op isolatie.



- De CO₂ winst van biobased materiaal ten opzichte van traditioneel isolatiemateriaal is fors, die niet alleen benut zou kunnen worden bij het isoleren van monumenten, maar ook bij isoleren niet-monumenten in de gemeentelijke portefeuille.
- De grote CO₂ winst bij de monumenten geldt ook voor andere naoorlogse slecht geïsoleerde panden in de portefeuille. Ook deze zouden geïsoleerd kunnen worden.



5 Berekenmethode en Onzekerheden

5.1 Berekenmethode

Voor het bepalen van de energiebesparing in de drie monumentale panden is voor twee panden (Gerdesiaweg en van Maanenstraat) uitgegaan van de “energiebesparingsverduurzaming van Sportfondsen BV”. Er is gekozen om dit rapport te gebruiken om zo te waarborgen dat de rapporten in lijn liggen in. Voor het pand aan de Gaffelstraat is uitgegaan van de Quicksan duurzaamheidsadvies en het energie label.

5.1.1.1 Energiebesparing Van Maanenstraat en Gerdesiaweg

De verbruiken in de huidige situatie staan vermeld in de rapporten. Voor de emissie coëfficiënten is uitgegaan van de CO₂-emissie factoren 2022, hiermee is de CO₂ uitstoot bepaald. Besparingen aan de hand van de gebouwschil door middel van dakisolatie worden beschreven in de rapporten. Hieruit is de energiebesparing als volgt bepaald (tabel 9). Aanpassingen aan de dakisolatie hebben geen invloed op het elektriciteitsverbruik.

Tabel 9: Bepaling energiebesparing door dakisolatie, Van Maandenstraat, Gerdesiaweg

Pand	Warmtebron	Isolatiewaarde dak R [m ² K/W]	Jaarlijkse besparing [€]	Energieprijs	Energiebesparing
Van Maandenstraat	Gas	3,5	20.000	1,2 €/m ³	16.667 m ³
Gerdesiaweg	Stadwarmte	3,5	10.000	75 €/GJ	133 GJ

5.1.2 Energiebesparing Gaffelstraat

Voor het pand Gaffelstraat is het lastiger te bepalen wat het effect van dakisolatie is omdat het om een ander verduurzamingsrapport gaat. Uit de energie beoordeling valt op te maken dat het fossiel primair energie verbruik 528,5 kWh/m² bepaald. Er is aangenomen dat 90% hiervan gas verbruik is voor ruimteverwarming. De gas besparing is bepaald aan de hand van een extrapolatie van de gasbesparing per m².

Tabel 10: Bepaling energiebesparing door dakisolatie, Gaffelstraat

Pand	EP2 [kWh/m ²]	Percentage warmte	Dakoppervlakte [m ²]	Isolatiewaarde dak R [m ² K/W]	Besparing [m ³ gas /m ² dak]	Besparing gas [m ³ /jaar]
Gaffelstraat	528,5	90%	250	3,5	17	4250

5.1.3 Emissies na dakisolatie met R-waarde 3,5

De nieuwe emissies zijn bepaald aan de hand van de huidige energie gebruiken minus de besparing van energie. Hier is vervolgens via de emissie coëfficiënten 2022 de CO₂ uitstoot van bepaald.

5.1.4 Ketenstap traditionele versus biobased isolatie

Voor de isolatie van alle panden is uitgegaan van een R-waarde van R = 3,5 m²K/W. Om op deze waarde uit te komen is uitgegaan van de λ – waardes van de betreffende materialen gecombineerd met de benodigde dikte van het materiaal. Gecombineerd met de dakoppervlakte is dan het volume van het isolatiemateriaal bepaald. De emissies van 1 m³ van het betreffende isolatiemateriaal zijn bepaald. Door het totale volume isolatiemateriaal te vermenigvuldigen met de emissies van 1 m³ isolatiemateriaal wordt de totale hoeveelheid van de emissies bepaald.

5.1.5 Extrapolatie van de gegevens naar gemeentemonumenten

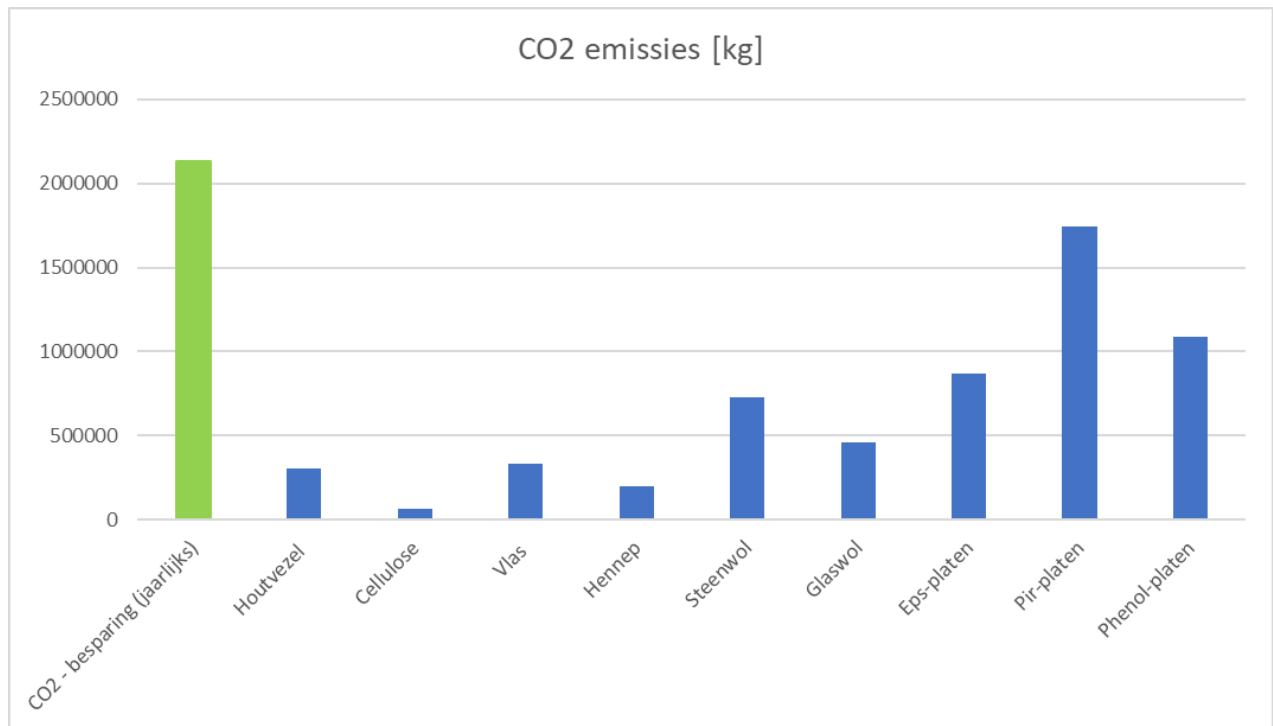
De gegevens zijn geëxtrapoleerd naar alle monumentale panden. Omdat niet alle gegeven voorhanden zijn voor alle panden zijn er een aantal aannames gemaakt en is het alleen mogelijk om de besparing te bepalen:

- De dakoppervlakte staat gelijk aan 25% van de BVO
- Er is op dit moment geen significante dakisolatie aanwezig



- Het dak is wordt geïsoleerd tot $R = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ en levert een besparing op van $17 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dakoppervlak
- Alle gebouwen worden met aardgas verwarmt
- CO_2 -emissie waarde is $2,085 \text{ kg/Nm}^3$
- Alleen gebouwen waarvan het BVO bekend is zijn meegenomen

Figuur 5 is een grafische weergave van de van de jaarlijkse besparing in CO_2 -emissies en materiaal emissies op dit te bereiken. Duidelijk te zien is het verschil tussen de biobased materialen en de traditionele materialen. Duidelijk te zien is dat de PIR platen de hoogste emissie hebben terwijl cellulose de minste emissies heeft. De figuur geeft een goede indicatie van de verschillen tussen verschillen in materiaal gebonden emissies van verschillende oorsprong.



Figuur 11: de totale CO_2 -emissie door isolatie (groen, jaarlijks) en de materiaal gebonden emissies hiervoor.



6 Bronvermelding

Bron
Business Case Verduurzaming 2023; Sportfondsen Rotterdam Oostelijk zwembad; Sportfondsen Nederland B.V., afdeling B&T
Business Case Verduurzaming 2023; Sportfondsen Rotterdam Van Maanenbad, Rotterdam Noord; Sportfondsen Nederland B.V., afdeling B&T
Quickscan duurzaamheidsadvies - Gaffelstraat 1-3 te Rotterdam
Energie beoordeling Gaffelstraat



7 Datacollectie en datakwaliteit

De sterke voorkeur bij de datacollectie ligt bij het gebruik van primaire data. Secundaire (proxy) data wordt alleen gebruikt als er geen andere gegevens aanwezig zijn. De volgorde waarin de datacollectie is uitgevoerd staat in de volgende lijst weergegeven:

1. Primaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens.
2. Primaire data op basis van gebruikte brandstoffen/ energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
3. Secundaire data op basis van gemeten CO₂-uitstoot gegevens.
4. Secundaire data op basis van brandstof/ energieverbruik. CO₂-uitstoot wordt berekend met een CO₂-conversiefactor.
5. Secundaire data over CO₂-uitstoot uit algemene (sector)databases.

Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO₂-uitstoot, binnen de ketenstappen die uitgevoerd zijn door het bedrijf dat de ketenanalyse maakt, gebaseerd moet zijn op primaire data. Aangezien alle ketenstappen niet uitgevoerd zijn door de gemeente van Gemeente Rotterdam zelf was het binnen deze analyse lastig om primaire data te verzamelen. Om deze reden is vaak gebruik gemaakt van secundaire data in de vorm van brandstof/energieverbruik van vergelijkbaar materieel en/ of (sector)databases.

Binnen deze ketenanalyse is gebruik gemaakt van de EcolInvent 3.0 database. Deze database bevat veel CO₂-uitstoot gegevens, voornamelijk over de winning van grondstoffen, productie en transport naar de gebruikslocatie van vele materiaalsoorten. Om een beeld te krijgen van de onzekerheid door het gebruik van deze database is deze getoetst op de criteria zoals genoemd in het GHG-protocol Product Accounting and Reporting Standard:

- I. Technologisch representatief; De EcolInvent database bevat gegevens over veel verschillende productiemethodes, waardoor meestal gegevens te vinden zijn die technologisch representatief zijn.
- II. Temporaal representatief; De EcolInvent database maakt gebruik van gegevens van meestal minder dan 10 jaar oud.
- III. Geografisch representatief; Waar mogelijk is gekozen voor productiemethodes representatief voor West-Europa.
- IV. Compleetheid; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn zeer compleet in het aantal processen dat is meegenomen.
- V. Precisie; De CO₂-uitstoot gegevens in de database zijn gebaseerd op literatuur met veelal een onzekerheid van <5%.

Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de Nationale Milieudatabase. De Nationale Milieudatabase wordt beheerd door de Stichting Bouwkwiteit.

- I. Technologisch representatief; De Nationale Milieudatabase is opgebouwd uit gegevens die afkomstig zijn uit LCA's. Deze LCA's worden opgesteld in opdracht van de bedrijven en/of brancheverenigingen die de betreffende producten produceren.
- II. Temporaal representatief; De Nationale Milieudatabase is in oktober 2012 getest door de SBK op toepassing voor het bouwbesluit 2012. Tevens wordt in Artikel 5.9 van het Bouwbesluit 2012 de 'Bepalingmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' voorgeschreven, welke de basis vormt voor de Nationale Milieudatabase.
- III. Geografisch representatief; De LCA's die ten grondslag liggen aan de Nationale Milieudatabase zijn uitgevoerd voor de bedrijven en/of branches die in Nederland producten verkopen.
- IV. Compleetheid; Naast de CO₂-uitstoot van de producten worden ook andere milieu-indicatoren beschikbaar gesteld.
- V. Precisie; De LCA's zijn opgesteld door professionele bureaus, wat een zekere precisie garandeert. Een afwijkingpercentage is niet beschikbaar. Geografisch representatief; De LCA's die ten grondslag liggen



aan de Nationale Milieudatabase zijn uitgevoerd voor de bedrijven en/of branches die in Nederland producten verkopen.

