

INSPIRATIEBOEK ONTWIKKELAARS DUURZAAMHEID

Inspiratieboek voor gasvrije nieuwbouw
en de bijdrage van nieuwbouw aan de
energietransitie.

Ingekorte versie

gemeente Eindhoven
2021

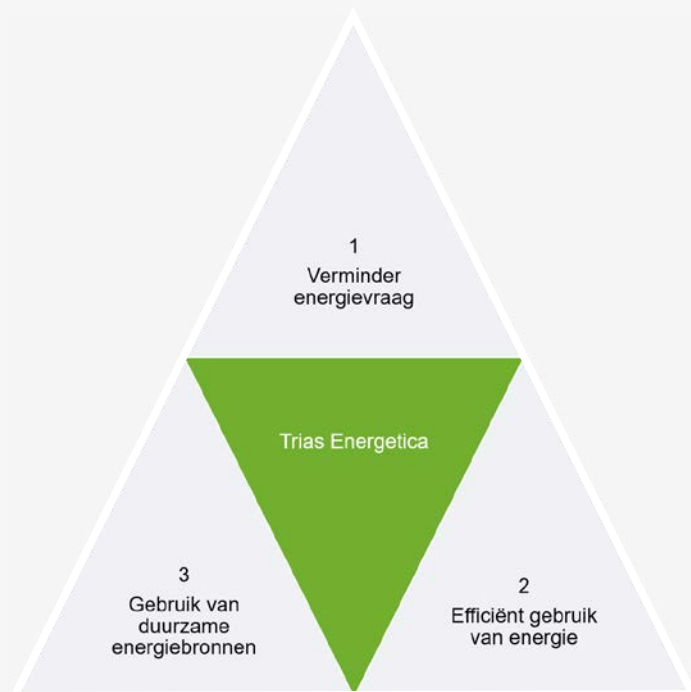


EINDHOVEN



INHOUD

Inleiding	4	De innovatie- en ideeëncatalogus	20
Leeswijzer	5	Groene gevel	28
Duurzaamheid en energie	5	Vloeibaar kristalglas (transparant liquid crystal (TLC) glass)	39
Belang van het gebouwoffwerp	7	Combi wind- en zonnedak	75
De omgeving van het gebouw	7	Esthetisch zonnedak	89
Gebouwworm	7	Ondergrondse buffer voor warmte-koude opslag	106
Configuratie binnen het gebouw	7	Warmtewingeveld	123
De schil van het gebouw	8		
Het binnenklimaat	8	Colofon	138
Natuurinclusief bouwen	9		
Prestatie-indicatoren	10		
De indicatoren	10		
De toepassing van de indicatoren	11		
Informatie per innovatie en legenda	14		
Disclaimers	19		



Figuur 1: de Trias Energetica.

INLEIDING

Eindhoven wil de CO₂-uitstoot van de stad verminderen met 55% in 2030 en 95% in 2050 ten opzichte van de uitstoot in 1990. Hiervoor is een overgang nodig van fossiele brandstoffen zoals olie, kolen en gas, naar duurzame energiebronnen waaronder zonne- en windenergie. Deze overgang wordt de energietransitie genoemd. Dit is een grote opgave waarbij zowel energiebesparing als duurzame energieopwekking essentieel zijn. Daarbij komt dat nieuwbouw gasvrij moet zijn en daardoor andere vormen van verwarmen nodig zijn. Deze doelen haalt de gemeente Eindhoven niet alleen; onder andere ontwikkelaars spelen hierin een belangrijke rol.

Het doel van de catalogus is om ontwikkelaars en andere geïnteresseerden te inspireren met verschillende technieken en innovaties die kunnen bijdragen aan de energieprestatie van een gebouw. De focus op de energieprestatie houdt in dat elke innovatie bijdraagt aan minimaal één van de volgende dingen: de vermindering van de energievraag van het gebouw, een efficiënter gebruik van energie, en het gebruik van duurzame energiebronnen. Dit noemt men ook wel de Trias Energetica. Een verbetering in de energieprestatie kan plaatsvinden door besparing, opwekking, conversie en opslag van energie. Onder energie verstaat dit boek zowel verwarming en koeling als elektriciteit.

De focus van dit boek ligt dus op energie. Dit boek focust minder op andere aspecten van duurzaamheid zoals circulariteit en watergebruik. Ook focust dit boek niet op een duurzaam bouwproces waarbij onder andere rekening wordt gehouden met het transport van de materialen of de machines die worden ingezet tijdens de bouw.

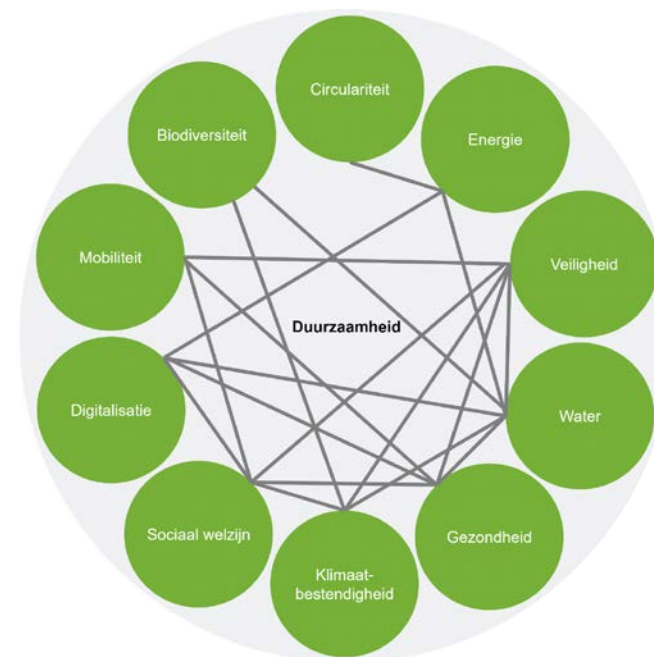


LEESWIJZER

Eerst gaat het boek kort in op het concept duurzaamheid en op welke rol energie en andere thema's van invloed zijn op de duurzaamheid van een gebouw. Daarna gaat het boek in op de relevantie van het gebouwontwerp los van allerlei innovaties en installaties. Vaak is het toepassen van simpele principes in het basisontwerp van het gebouw al van grote invloed op hoeveel energie een gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling. Hierna gaat het boek in op natuurinclusief bouwen. De gevolgen van energiebesparende maatregelen zoals isolatie kunnen mogelijk in conflict komen met het bevorderen van biodiversiteit in de stad. Dit hoofdstuk geeft daarom wat tips om de biodiversiteit en leefbaarheid te bevorderen. Vervolgens legt het boek de prestatie-indicatoren of *key performance indicators* (KPI's) uit. Deze indicatoren worden gebruikt om de verschillende effecten van de innovaties eenvoudig in kaart te brengen. Daarna geeft het boek een overzicht van welke informatie per innovatie wordt gegeven door middel van een voorbeeldpagina met uitleg. Ten slotte volgen er een aantal disclaimers voordat de catalogus zelf begint. Deze disclaimers kunt u vinden op pagina 19.

DUURZAAMHEID EN ENERGIE

Energie en duurzaamheid zijn twee aparte begrippen maar hebben wel met elkaar te maken. Energie is namelijk onderdeel van duurzaamheid. Er valt echter meer onder het begrip duurzaamheid. Hieronder ziet u een mogelijke visualisatie van thema's die bij duurzaamheid passen. Om echt duurzaam te bouwen, is het aan te raden naar elk van de subonderdelen te kijken. Energie is er hier één van. De lijnen tussen de verschillende onderdelen geven mogelijke verbindingen aan voor de duurzaamheid van een gebouw. Zo verbetert de veiligheid wanneer er minder ziekten zijn (gezondheid) en kan digitalisatie helpen met onder andere water- en energiebesparing.



Figuur 2: een visualisatie van duurzaamheid. De lijnen geven mogelijke verbindingen aan tussen verschillende onderdelen van duurzaamheid. Deze afbeelding is niet compleet in de onderdelen van duurzaamheid of de verbindingen tussen de onderdelen.

Naast energie, omvat duurzaamheid onder andere:

- Biodiversiteit: de biodiversiteit van een ecosysteem of gebied geeft aan hoeveel verschillende soorten levensvormen er in dat ecosysteem of gebied zijn. Met vergroening verbetert de biodiversiteit vaak. Vooral inheemse plantensoorten (planten die van nature voorkomen in het gebied waar u bouwt) trekken insecten, vogels en egels aan.
- Circulariteit: het circulaire model houdt in dat materialen en producten van nu in de toekomst weer grondstoffen zijn. Het doel is om afval te voorkomen en cirkels te sluiten.
- Water: zuinig gebruik van water en de waterkwaliteit.
- Klimaatbestendigheid: in hoeverre het gebouw kan omgaan met extreme weersomstandigheden en toekomstige veranderingen in het klimaat. Als het gebouw beweegbare zonwering heeft, is het mogelijk bij heet weer de warmte buiten te houden terwijl de warmte in de winter naar binnen kan.
- Gezondheid: de gezondheid van de mensen die er leven of werken. De luchtkwaliteit in een gebouw is hierbij bijvoorbeeld belangrijk.
- Veiligheid: het gebouw moet veilig zijn voor de mensen en voor de natuur. Toegankelijkheid is hier een belangrijk voorbeeld. Ook mag de verf op de binnenmuren geen giftige gassen uitstoten in de binnenlucht.
- Sociaal welzijn: voor sociale duurzaamheid is het belangrijk dat de mensen mogelijkheden hebben om sociaal te zijn. Bijvoorbeeld door het plaatsen van een gezellige lounge set in de lobby van een gebouw of door het plaatsen van een game room met een voetbaltafel of pingpong tafel. Door het aanbieden van verschillende soorten woningen binnen een gebouw krijgt u ook een mix van bewoners. De bewoners hebben dan verschillende leeftijden, achtergronden en inkomens. Dit bevordert ook het sociaal welzijn.
- Mobiliteit: de bereikbaarheid van het gebouw en mogelijkheden om uzelf te verplaatsen binnen het gebouw. Voor mensen in een rolstoel is een gebouw met traptreden ervoor niet toegankelijk. Er moet dan ook een manier zijn voor hen om binnen te komen.
- Digitalisatie: wanneer u data opslaat en analyseert over onder andere energiegebruik, kunt u dit gebruiken om te zien waar u het beste energiebesparende maatregelen kunt toepassen.

Veel van deze onderdelen hebben met elkaar te maken. Als een gebouw circulair is, is er minder energie nodig om de materialen te blijven produceren. Met meer digitalisatie is het mogelijk energie te besparen. Op die manier grijpt het systeem in bij minder dan optimaal gebruik van de energie en verhoogt de energie-efficiëntie. In andere woorden, verschillende onderdelen van duurzaamheid beïnvloeden

elkaar. Het is daarom niet aan te raden om enkel op energie te letten zonder rekening te houden met de andere aspecten.

Met een integrale aanpak bereikt u het meeste voor duurzaamheid. Het is belangrijk om aan te geven dat dit inspiratieboek vooral focust op de energieprestatie van een gebouw. Dit is vanwege de eis dat alle nieuwbouw gasvrij moet zijn. Het boek kijkt in mindere mate naar circulariteit, water, en andere thema's binnen duurzaamheid. Bij het ontwikkelen van vastgoed is het relevant om ook deze andere aspecten, en de relatie tussen deze aspecten, mee te nemen. Er zijn databases beschikbaar waar bijvoorbeeld de circulariteit van materialen is getoetst, zoals de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/database/>.

Ook is er een verschil tussen een energiezuinig bouwproces en de energieprestatie van het gebouw. Bij een energiezuinig bouwproces houdt u rekening met het energiegebruik tijdens het bouwen zelf. U kunt kiezen voor lokale materialen waardoor u energie bespaart op vervoer. Het gaat hierbij dus minder over het gebouw en meer over het bouwen. Zoekt u meer informatie over een duurzaam bouwproces, dan is het aan te raden om over de Duurzaam GWW methodiek te lezen. Deze is online te vinden en geeft een blauwdruk van een duurzaam proces: <https://www.duurzaamgww.nl/wp-content/uploads/2018/06/Aanpak-Duurzaam-GWW-schema.pdf>.

BELANG VAN HET GEBOUW-ONTWERP

Wanneer het over duurzaamheid gaat, denkt men vaak direct aan installaties zoals warmtepompen en zonnepanelen. Deze installaties zorgen voor groene energie. Wat men vaak vergeet, is dat het omlaag brengen van de energievraag al heel veel doet. Wanneer een gebouw minder energie nodig heeft, heeft het ook minder installaties nodig om het gebouw van groene energie te voorzien. Het gebouwontwerp is dus erg belangrijk voor het bijdragen aan de energietransitie. Het is van grote invloed op de mogelijkheden voor passieve verwarming of koeling en daarmee op de hoeveelheid energie die het gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling.

Passieve verwarming of koeling houdt in dat er geen of minder verwarming of airconditioning nodig is, maar dat de koeling of verwarming automatisch plaatsvindt. Er is geen energie voor nodig en tegelijkertijd bespaart het energie. Een afdak houdt bijvoorbeeld de hoge zon tegen maar de lage zon niet. Zo vindt er in de zomer (wanneer de zon hoog staat) minder verwarming plaats door zonlicht op het raam. In de winter (wanneer de zon laag staat) kan deze onder het afdak door schijnen en de binnenruimtes wel verwarmen.

Dit hoofdstuk gaat in op een paar punten waar u rekening mee kunt houden tijdens het ontwerp van het gebouw.

De omgeving van het gebouw

De context of omgeving waarin een gebouw zich bevindt, heeft invloed op het ontwerp van het gebouw. Het klimaat is een voorbeeld hiervan. In warme klimaten ziet u vaak wit geschilderde huisjes. De witte verf reflecteert zonlicht goed waardoor de huizen minder snel opwarmen en koeler blijven.

Tijdens de ontwerpfase moet u onder andere rekening houden met zonnestanden, schaduwwerking en het energielandschap. In Nederland staat de zon vrij lang laag in het oosten en westen. De oost-westgevels zorgen daardoor voor opwarming van een gebouw. De open-dicht verhouding van de gevel (hoeveel ramen er zijn en het formaat van de ramen) is anders op gevels met meer zon dan op gevels met weinig zon. Wanneer er veel schaduw op het gebouw valt (schaduwwerking), is er minder passieve opwarming.

Het energielandschap rondom een gebouw gaat over de lokale klimaatomstandigheden maar ook over welke netwerken er om het gebouw liggen. Voorbeelden van relevante netwerken zijn stadsverwarming in de vorm van warmte-koude opslag (WKO's). Als er al een WKO in de buurt ligt, is het misschien mogelijk daarop aan te sluiten. Ook betekent dit dat u zelf waarschijnlijk geen WKO meer kunt aanleggen.

Gebouwworm

De hoofdvorm van een gebouw heeft ook invloed op de energie-efficiëntie van het gebouw. Een compact gebouw zorgt voor minder energieverlies. Er is dan minder schil waar de warmte of koude door naar buiten kan ontsnappen. Ook is in Nederland een grotere zuidgevel energetisch voordelig. De gevel kan dan veel warmte opvangen in de winter. Deze gebouworientatie op het zuiden werkt goed in combinatie met goede zonwering of een overstek om oververhitting in de zomer tegen te gaan.

Configuratie binnen het gebouw

Binnen een gebouw hebben verschillende gebruikruimtes verschillende wensen en eisen. De ene ruimte heeft bijvoorbeeld een hogere gewenste temperatuur of luchtvochtigheid dan de andere ruimte. Door gebruik te maken van configuratie (of slimme afstelling) kunt u deze verschillen verhelpen of juist optimaal benutten. Om de verschillen te verminderen kunt u isolatie, verwarming, of ventilatie inzetten. Ventilatiesystemen verdelen de lucht waardoor de warmere of vochtigere lucht beter wordt verspreid.

Het is mogelijk functies te koppelen om zo een balans te creëren en energie te besparen. Stel u heeft een gebouw met zowel woon- als utiliteitsfuncties. Utiliteitsfuncties hebben een hogere koudevraag terwijl woningen vaak warmte nodig hebben. Er zijn andere piekniveaus voor energiegebruik en watergebruik tussen woning- en utiliteitsfuncties. Door de configuratie tussen verwarming, airconditioning, ventilatie en isolatie kunt u rekening houden met deze verschillende warmte- en koudevragen. Een warmteoverschot in utiliteit kunt u gebruiken voor het verwarmen van woningen. Tegelijkertijd kunt u een overschot aan koude binnen de woningen inzetten voor een koelere utiliteit. De plaatsing van de verschillende functies (zoals kantoren, winkels, woningen en opslag) binnen een multifunctioneel gebouw zijn van invloed op hoe gemakkelijk u functies kunt koppelen en verschillen kunt uitbalanceren. Ook vraagverschillen tussen seizoenen kunt u uitbalanceren. Een warmte-koude opslag (WKO) systeem kan namelijk verschillen in warmte- en koudevraag tussen de zomer en winter uitbalanceren.

Functies zijn slim te plaatsen in een gebouw. Ruimtes zoals badkamers en keukens hebben vaker verse lucht nodig dan woon-en slaapkamers. Het is daarom verstandig mechanische ventilatie toe te passen in deze ruimtes. Ook is het slim om ruimtes die een stuk warmer of juist kouder moeten zijn centraal in het gebouw te plaatsen omdat daar de temperatuur makkelijker constant te houden is. Naast de vraag naar ventilatie en warmte hebben verschillende ruimtes ook een andere daglichtvraag. Een ruimte die in de ochtend meer daglicht nodig heeft kan bijvoorbeeld beter aan de oostgevel liggen. Op die manier bespaart u elektriciteit op verlichting.

De schil van het gebouw

De schil heeft veel invloed op de energie-efficiëntie van een gebouw. Het is namelijk de grens tussen binnen en buiten. De schil functioneert als bescherming maar u kunt de schil ook inzetten voor extra isolatie, energieopwekking of regulatie van verse lucht. Goede isolatie vermindert bijvoorbeeld de energievraag. Hoge isolatie combineert u met mechanische ventilatie om de luchtkwaliteit te garanderen. De open-dicht verhouding van de gevel heeft invloed op hoeveel energie er kan ontsnappen. Een gevel met veel ramen verliest meer energie dan een dichte gevel met minder ramen. Houd er rekening mee dat verwarmen minder energie kost dan koeling. Daarom is het voorkomen van te veel warmte-instraling via de schil van belang door bijvoorbeeld minder grote ramen te hebben op de gevels met de meeste zon. Er moet altijd een balans zijn tussen de wens voor warmte-instraling in de winter en het voorkomen van warmte-instraling in de zomer. Deze twee belangen zijn vaak in conflict met elkaar. Het is ook mogelijk de schil te scheiden in twee lagen om zo een bufferzone te creëren voor extra isolatie.

Het binnenklimaat

Ten slotte is het binnenklimaat heel belangrijk en het gebouwontwerp beïnvloedt dit. Er moet voldoende lichtinval, een goede luchtkwaliteit, en thermisch comfort zijn. Hiervoor is in ieder geval goede ventilatie nodig. De lichtinval wordt bepaald door de open-dichtverhouding van de gevel. Voorbeelden van ventilatie zijn natuurlijke ventilatie, balansventilatie en mechanische ventilatie. Natuurlijke ventilatie gebeurt bijvoorbeeld door het open zetten van een raam of via kieren. Mechanische ventilatie zuigt actief verse lucht aan. Balansventilatie is een variant op mechanische ventilatie en houdt in dat de lucht die binnenkomt en de lucht die naar buiten gaat met elkaar in balans zijn.

Meer informatie over de relatie tussen architectuur en de energievraag van het gebouw kunt u vinden in de volgende catalogus:

https://issuu.com/civicarchitects/docs/2018_07_03_-_iabr_lexicon_complete_

NATUURINCLUSIEF BOUWEN

Een aantal onderdelen uit het hoofdstuk over het gebouwoontwerp zijn erg goed voor de energieprestatie van het gebouw maar zorgen aan de andere kant voor een belemmering van de biodiversiteit in de stad. Hoog geïsoleerde gebouwen hebben namelijk minder gaten en spleten voor nestplaatsen. Tegelijkertijd zijn vogels in stedelijk gebied afhankelijk van zulke nestplaatsen in gebouwen. Om deze en andere belemmeringen te voorkomen, kunt u natuurinclusief bouwen.

Natuurinclusief bouwen heeft te maken met de natuurvriendelijkheid. Bij natuurinclusief bouwen wordt rekening gehouden met biodiversiteit en de hoeveelheid groen op, aan of om het gebouw. Het groen bevordert niet alleen de biodiversiteit door dieren aan te trekken, maar bevordert ook de klimaatrobustheid of klimaatbestendigheid. Door klimaatverandering krijgen we meer heviger buien, droogte en hittestress. Om prettig te blijven wonen zijn er maatregelen nodig. Meer groen op, aan en om gebouwen kan bijvoorbeeld helpen met wateroverlast en hitte.

Verschillende voorzieningen aan en om gebouwen kunnen de biodiversiteit en leefbaarheid in de stad bevorderen. Deze technieken zijn vaak eenvoudig en dit hoofdstuk noemt hiervan een paar voorbeelden. Via de website <https://www.eindhoven.nl/bouwen/klimaatrobust-bouwen> kunt u meer informatie en foto's vinden per mogelijkheid.

- Neststenen voor vogels aan de noordgevel. In stedelijk gebied zijn veel vogelsoorten afhankelijk van nestplaatsen in gebouwen. Bij nieuwbouw zijn hier speciale inbouwneststenen voor verkrijgbaar.
- Kasten voor vleermuizen aan de zuidgevel. Vleermuizen verblijven graag in gebouwen en bij nieuwbouw kunt u heel gemakkelijk vleermuiskasten in de gevel plaatsen. Deze kasten kunnen zowel zichtbaar als onzichtbaar ingemetseld worden.
- Hotels en stenen voor insecten op plekken die beschutting bieden tegen wind en regen. Insectenhôtels, inbouwstenen of gestapelde stenen bevorderen de bijen- en vlinderpopulatie in de bebouwde omgeving.

- Een groen dak. De begroeiing heeft verschillende voordelen. Het dak kan veel water opvangen wat anders direct zou worden afgevoerd. De begroeiing zorgt ervoor dat dit water geleidelijk verdampt en trekt bovendien insecten en vogels aan. Groene daken worden later in dit boek ook besproken in verband met de energetische voordelen ervan.
- Een groene gevel. De groene gevel heeft een overlap in voordelen met een groen dak. De begroeiing zorgt voor verdamping van water waardoor de omgeving kan afkoelen en dempt naast extreme temperaturen ook geluidsoverlast. Groene gevels worden later in dit boek ook besproken in verband met de energetische voordelen ervan.
- Beplanting in de tuin. Meer beplanting verkleint wateroverlast en zorgt ook voor meer voedsel voor vogels, bijen en andere insecten.
- Een geveltuin langs de voor- of zijgevel. Dit is een smalle tuin langs uw huis of gebouw. Het water dat van de gevel afstroomt bij regen kan dan beter wegzakken in de grond.
- Een wadi (water afvoer door infiltratie) om regenwater vast te houden en te laten infiltreren. Dit is een greppel of sloot die is gevuld met grind en zand. Hierdoor kan deze water vasthouden en kan het water ook infiltreren.
- Een regenwatervijver om regenwater in op te vangen. Dit is een natuurlijke buffer waar regenwater in wordt opgevangen. Het water verdampt dan of zakt weg in de grond. Dat is niet alleen goed voor het grondwaterpeil maar ook voor de planten en dieren.
- Een groene erfafscheiding. In plaats van een houten of betonnen schutting is er de mogelijkheid deze erfafscheiding groen te maken. Hierdoor draagt het bij aan een fijner klimaat. Bovendien zorgt het voor nestgelegenheid voor vogels.
- Een bloemrijke boomspiegel waarbij de aarde rond een boom is beplant. Dit verbetert de bodemstructuur en het bodemleven. Het zorgt voor een betere waterhuishouding en een betere biodiversiteit.
- Een kruidenrijk grasveld. Dit is een belangrijke voedselbron voor insecten zoals vlinders en bijen. Ook andere dieren zoals vogels en egels vinden hier eten. Bovendien trekt het ondergronds ook dieren aan zoals slakken of regenwormen.

PRESTATIE-INDICATOREN

Prestatie-indicatoren helpen om te zien wat het effect zal zijn van verschillende innovaties of ideeën. Daarom benoemt de catalogus deze effecten per innovatie aan de hand van *key performance indicators* (KPI's), ook wel prestatie-indicatoren genoemd. Hieronder staan de KPI's uitgelegd. Daarna volgt informatie over hoe de KPI's zijn opgesteld en hoe ze worden toegepast in de catalogus.

De indicatoren

Energieprestatie en -monitoring indicatoren

- *Energievraag* gaat over hoeveel energie een gebouw nodig heeft. Het is gunstig wanneer de energievraag van het gebouw omlaag gaat door de toepassing van een innovatie.
- *Energie-efficiëntie* geeft aan of energie optimaal wordt ingezet en niet wordt verspild.
- *Hernieuwbare energie* heeft te maken met de energiebronnen. Als de energie van gas, aardolie, of steenkool komt, is het niet hernieuwbaar. Zonne-energie en windenergie zijn daarentegen wel hernieuwbaar.
- *Energiemonitoring* gebeurt wanneer er regelmatig naar het energiegebruik wordt gekeken. Er wordt dan gekeken of er verbeteringen mogelijk zijn om de energieprestatie te verbeteren.

Binnenklimaat en comfort indicatoren

- *Visueel comfort* gaat over hoe aangenaam het licht is en hoe de mensen in het gebouw het licht ervaren. Er moet bijvoorbeeld genoeg daglicht zijn maar geen daglichthinder. Daglichthinder betekent dat er felle zon in uw ogen schijnt of dat u niet goed naar buiten kunt kijken. Ook geflikker van binnenverlichting is vanzelfsprekend onwenselijk.
- *Thermisch comfort* gaat over de temperatuurbeleving van de mensen in het gebouw. Het moet niet te warm zijn maar ook niet te koud.
- *Interne luchtkwaliteit* heeft te maken met hoe (on)aangenaam de luchtkwaliteit is. Hier gaat het bijvoorbeeld over de luchtvochtigheid, de luchtverversing en het CO₂- en fijnstofgehalte.

Materialen indicatoren

- *Milieubelasting materialen* heeft te maken met het effect van de gebruikte materialen op de natuur en de efficiëntie van het materiaalgebruik. Hier gaat het bijvoorbeeld over aantasting van de ozonlaag, de emissies die vrijkomen bij de productie van het materiaal en het gebruik van giftige stoffen zoals cadmium of lood.
- *Circulariteit* heeft te maken met het voorkomen van afval. Het doel is om helemaal geen afval meer te hebben. Vandaar het verwantschap tussen de woorden cirkel en circulariteit; al het afval wordt weer grondstof. Dit kan bijvoorbeeld door gerecyclede materialen te gebruiken. Ook is het mogelijk onderdelen van een gebouw losmaakbaar te maken. Dat wil zeggen, een trap zit niet muurvast in het gebouw maar kan relatief simpel weer loskomen om het vervolgens ergens anders weer in te zetten.

Overige indicatoren

- *Levensduur gebouw* heeft te maken met het effect van de innovatie of techniek op de levensduur van het gebouw. Een groene gevel beschermt bijvoorbeeld de gevel die erachter zit waardoor de structuur van het gebouw langer meegaat. Een zonnedak is een dak waar de zonnecellen zijn verwerkt in de dakbedekking. Deze zonnecellen gaan minder lang mee dan een reguliere dakbedekking zoals dakpannen. Als de zonnecellen ook de functie van dakbedekking hebben, gaat uw dak in dat geval minder lang mee. De levensduur van het gebouw gaat omlaag.
- *Flexibiliteit* heeft te maken met de aanpasbaarheid of multifunctionaliteit van het gebouw. Dit betekent dat het aanpasbaar is aan verschillende situaties of dat het meerdere functies heeft. Beweegbare zonwering kan licht doorlaten op grauwe dagen en licht tegenhouden op zonnige dagen. Dit maakt het aanpasbaar aan weersomstandigheden. Wanneer u in een gebouw de temperatuur apart kunt instellen voor verschillende ruimtes, draagt dit bij aan de multifunctionaliteit. Verschillende ruimtes met verschillende temperatuurvragen kunnen hun functie dan goed vervullen.
- *Uitstraling* gaat over de buitenkant van het gebouw. De vraag is: doet de innovatie iets voor het gebouw in verband met uitstraling? Zonnepanelen ervaart men vaak als minder mooi dan een conventioneel dak. In dat geval gaat de uitstraling omlaag. Een groene gevel ervaart men juist als mooi. In dat geval gaat de uitstraling omhoog.
- *Onderhoud* staat voor de toename of afname in onderhoud na de toepassing van een innovatie of techniek. Veel installaties zoals warmtepompen of zonnepanelen vergen extra onderhoud. Aan de andere kant gebeurt dit bij innovatieve isolatiematerialen zelden.

- *Maandlasten* (of terugverdiëntijd) heeft te maken met een verandering in maandlasten na de toepassing van een techniek. Deze KPI is positief wanneer een investering nodig is maar dit geld weer wordt terugverdiend tijdens de levensduur van de techniek. Zonnepanelen zijn hiervan een voorbeeld. Door gebruik te maken van zelfopgewekte energie zijn na een aantal jaar de totale besparingen in energiekosten hoger dan de aanschafprijs van de panelen. Er zit dus een terugverdiëntijd aan deze innovatie gekoppeld omdat de maandlasten omlaag zijn gegaan.

Per innovatie of techniek kijkt de catalogus of de genoemde KPI's omhoog of omlaag gaan door toepassing van de innovatie. Zo is het bijvoorbeeld gunstig wanneer de energievraag van het gebouw omlaag gaat als gevolg van de toepassing van een innovatie. Betere isolatie zorgt er bijvoorbeeld voor dat een gebouw minder warmtevraag heeft in de winter waardoor de energiebehoefte van het gebouw omlaag gaat. Voor circulariteit is het juist gunstiger als deze omhoog gaat. Wanneer de circulariteit omhoog gaat, is het gebouw circulaireider met deze toepassing ten opzichte van exact hetzelfde gebouw zonder deze toepassing.









De KPI's zijn opgesteld door onder andere te kijken naar bestaande eisen en certificeringen voor de duurzaamheid van gebouwen. De KPI's zijn gebaseerd op de aspecten waar deze certificeringen regelmatig naar kijken. Er is gekeken naar:





- de BENG-eisen
- het DBGC woonmerk
- de BREEAM-NL 2020 versie 1.0
- de GPR gebouw certificering
- de WELL (v2) certificering
- de LEED v4.1 certificering

De toepassing van de indicatoren

Per innovatie vindt u veertien iconen. Elk icoon representeert één van de prestatie-indicatoren. Elk icoon kan drie kleuren hebben: groen, oranje, of lichtgrijs. Wanneer het icoon groen is, betekent dit dat de innovatie op dat aspect bijdraagt aan duurzaamheid, comfort, of een vermindering in lasten op een andere manier. Wanneer het icoon oranje is, betekent dit dat de innovatie op dat aspect een negatief effect heeft. Dat wil zeggen, het verslechtert de duurzaamheid, het comfort, of vergroot de lasten. Wanneer het icoon grijs is, betekent dit dat de innovatie (1) ofwel geen significante invloed heeft op die KPI, (2) ofwel dat het effect onbekend is, onduidelijk is, of verschilt per aanbieder.

Hieronder vindt u een tabel met de opgestelde KPI's. In de eerste kolom staan de KPI-namen. In de tweede kolom staat het gebruikte icoon. In de derde kolom staat wanneer de innovatie of techniek op deze KPI positief scoort en dus groen is. In de vierde kolom staat wanneer de innovatie of techniek op deze KPI negatief scoort en dus oranje is. In de laatste kolom vindt u in welke certificeringen of eisen deze KPI aan bod komt. De namen van deze KPI's komen niet altijd 1-op-1 overeen met de door de certificeringen gebruikte termen.

Naam	Icoon	Groen (positief)	Oranje (negatief)	Certificering(en)
Energievraag		Gaat omlaag. Er is minder energie nodig om in de energiebehoefte van het gebouw te voorzien. Bijv. door isolatie, passief ontwerp, hogere energie-efficiëntie m.u.v. opslag voor later gebruik.	Gaat omhoog. Er is meer energie nodig om in de energiebehoefte van het gebouw te voorzien.	BENG (energielabel) + DBGC + BREEAM-NL
Energie-efficiëntie		Gaat omhoog. Energie wordt efficiënter en slimmer ingezet. Bijv. door spanningsoptimalisatie, slimme energie-optimalisatiesystemen, opslag van energie voor later gebruik.	Gaat omlaag.	BREEAM-NL + LEED
Hernieuwbare energie		Aandeel binnen de totale energievraag gaat omhoog. Bijv. door zonnepanelen, windenergie.	Aandeel binnen de totale energievraag gaat omlaag.	BENG (energielabel) + LEED + DBGC woonmerk
Energiemonitoring		Meer monitoring door de innovatie. Bijv. door slimme gebouwbeheersystemen.	Minder monitoring door de innovatie.	BREEAM-NL + LEED
Visueel comfort		Gaat omhoog. Bijv. door veel daglichttoetreding, goed uitzicht, tegengaan van daglichthinder, binnenverlichting is vrij van ongewenste effecten zoals geflikker.	Gaat omlaag. Bijv. door heel veel onnatuurlijk licht, uitzichtbelemmering.	BREEAM-NL + GPR gebouw + LEED + WELL
Thermisch comfort		Gaat omhoog. Bijv. door thermische zones, na-regeling van de temperatuur door de individuele gebruiker.	Gaat omlaag.	BREEAM-NL + LEED + GPR gebouw + WELL
Interne luchtkwaliteit		Gaat omhoog. Bijv. door goede luchtvochtigheid, goede ventilatie, lager CO ₂ -gehalte, lager fijnstof-gehalte.	Gaat omlaag. Bijv. door afgifte van giftige gassen aan de binnenlucht.	BREEAM-NL + LEED + WELL
Milieubelasting materialen		Gaat omlaag. Bijv. door minder aantasting van de ozonlaag (door koudemiddelen), lagere emissies, minder materialen nodig, minder giftige stoffen zoals kwik, lood, en cadmium.	Gaat omhoog. Bijv. door gebruik van koudemiddelen, hogere emissies, meer materialen nodig, en meer giftige stoffen.	BREEAM-NL + LEED

Naam	Icoon	Groen (positief)	Oranje (negatief)	Certificering(en)
Circulariteit		Gaat omhoog. Bijv. door gebruik van gerecyclede materialen, gebruik van recyclebare materialen, gebruik van bio-based materialen.	Gaat omlaag.	GPR gebouw + DBGC woonmerk
Levensduur gebouw		Gaat omhoog. Bijv. door lagere vervangingsfrequentie, bescherming blootgestelde gebouwdelen, levensduur verlengende maatregelen.	Gaat omlaag. Bijv. door hogere vervangingsfrequentie.	BREEAM-NL
Flexibiliteit		Gaat omhoog. Bijv. door aanpasbaarheid aan verschillende omstandigheden, multifunctionaliteit.	Gaat omlaag.	BREEAM-NL + LEED + GPR gebouw + DBGC woonmerk
Uitstraling		Verbeterd. Bijv. door mooie gevels.	Vermindert. Bijv. door lelijke zonnepanelen.	GPR gebouw
Onderhoud		Gaat omlaag. Bijv. door lagere frequentie, lagere kosten, minder moeite nodig voor onderhoud.	Gaat omhoog. Bijv. door hogere frequentie, hogere kosten, meer moeite nodig voor onderhoud.	Niet vanuit een certificering/eis
Maandlasten/terugverdientijd		Maandlasten gaan omlaag door deze innovatie of techniek. Bijv. door een lagere energiebehoefte als gevolg van een innovatie.	Maandlasten gaan omhoog door deze innovatie of techniek.	Niet vanuit een certificering/eis

Tabel 1: normering van de prestatie-indicatoren.



INFORMATIE PER INNOVATIE EN LEGENDA

In dit hoofdstuk staat beschreven welke informatie per innovatie of techniek in kaart is gebracht. De uitleg per onderdeel staat in de volgende voorbeeldpagina.

INNOVATIE OF TECHNIEK NAAM

De naam van de betreffende innovatie of techniek.

Beeldmateriaal:

naast de informatie komt meestal ook ondersteunend beeldmateriaal. Deze foto's zijn slechts voorbeelden. Er zijn andere bedrijven die soortgelijke innovaties of technieken ook aanbieden.

Omschrijving:

uitleg over wat de innovatie precies inhoudt en hoe deze bijdraagt aan duurzaamheid.

Rol gebruiker:

na plaatsing of installatie van een innovatie of techniek zitten hier mogelijk gevolgen aan voor de gebouweigenaar of de gebruiker van het gebouw. Als dit het geval is, staat dit bij rol gebruiker. Dit kan bijvoorbeeld gaan om onderhoud of instellingen met betrekking tot het gebruikscomfort.

Relevante specificaties:

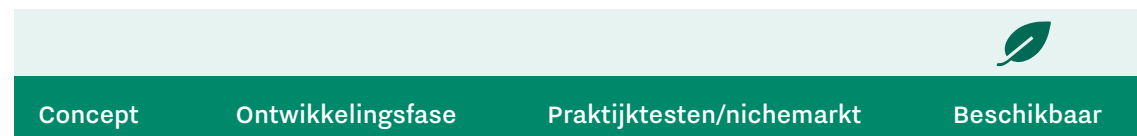
vaak bieden verschillende bedrijven dezelfde innovatie aan. Er zijn wel verschillen per aanbieder. De relevante specificaties sectie benoemt daarom een aantal specificaties om op te letten bij het kiezen van een aanbieder. Bij batterijen is de opslagcapaciteit een voorbeeld. Bij zonnepanelen is de wattpiek hier een voorbeeld van. Deze lijst is natuurlijk nooit volledig.

Prestatie-indicatoren of Key Performance Indicators (KPI's)

zie de uitleg onder deze voorbeeldpagina.

Energiefocus taart:

zie de uitleg onder deze voorbeeldpagina.



Ontwikkelingsfase balk: zie de uitleg onder deze voorbeeldpagina.

Kostenindicatie

Per innovatie geeft het boek een grove kostenindicatie. Deze indicatie bestaat uit een aantal €-tekens. De kosten vindt u per unit zoals per m² of per warmtepomp. Onderstaand ziet u de verschillende toegepaste symbolen of opmerkingen:

- € ± tientjes
- €€ ± honderden
- €€€ ± duizenden
- €€€€ ± 10.000den
- €€€€€ ± 100.000den
- €€€€€€ ± miljoenen
- Zit in basisontwerp: dit is een innovatie die u niet later kunt toevoegen aan het gebouw; deze verwerkt u in het basisontwerp van het gebouw. De kosten zijn daarom niet te voorspellen.
- Vraag op bij aanbieder: het is niet gelukt een globale kostenindicatie ten behoeve van de catalogus te vinden of te ontvangen. U moet de prijs direct opvragen bij een aanbieder.
- Nog niet bekend: dit betekent dat de ontwikkeling van de innovatie nog niet ver genoeg is om een algemene kostenindicatie te kunnen geven. Ook hier raden we aan om aan de aanbieder te vragen wat de mogelijkheden zijn.

Prestatie-indicatoren of Key performance indicators (KPI's)

De KPI's geven aan welke verschillende voor- en nadelen een bepaalde innovatie heeft. Voorbeelden van KPI's zijn het verhogen van het aandeel groene energie of het verhogen van het thermisch comfort. Ook kunnen er nadelige effecten zijn zoals een systeem wat veel onderhoud nodig heeft.

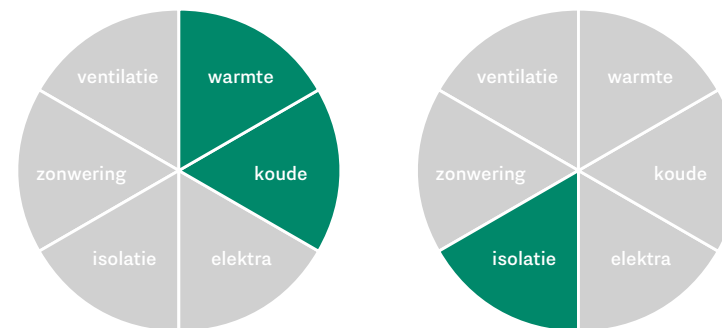
Elke KPI heeft een icoontje. Hieronder ziet u deze icoontjes. Wanneer het effect van de innovatie positief is voor die KPI, is het icoontje groen. Wanneer het een negatieve invloed heeft op een KPI, is het icoontje oranje. Wanneer er geen significante invloed is, het effect niet duidelijk is of erg verschilt per aanbieder, is het icoontje lichtgrijs. Bijvoorbeeld:



Van links naar rechts: energievraag, energie-efficiëntie, hernieuwbare energie, energiemonitoring, visueel comfort, thermisch comfort, interne luchtkwaliteit, milieubelasting materialen, flexibiliteit, circulariteit, levensduur gebouw, uitstraling, onderhoud, en maandlasten. Een gedetailleerde uitleg van wat de KPI's precies inhouden en hoe deze catalogus ze toepast, vindt u in het hoofdstuk over de prestatie-indicatoren.

Energiefocus taart

Elke innovatie of techniek draagt bij aan de energietransitie en duurzaamheid. Niet elke innovatie doet dit op hetzelfde aspect van energiegebruik. Sommige innovaties hebben te maken met elektriciteit, andere met koude, en weer andere met warmte. Ook hebben sommige innovaties te maken met ventilatie, isolatie, of zonwering. De catalogus geeft per techniek aan onder welke energie-aspecten het valt. Een warmte-koudeopslagsysteem zorgt bijvoorbeeld voor warmte én koude. De catalogus geeft dit aan met taartpunten. Bijvoorbeeld:



De cirkel aan de linkerkant geeft aan dat de innovatie te maken heeft met de warmte en koude aspecten van energie. Dit kan opslag, opwekking of distributie van warmte en koude inhouden. De cirkel aan de rechterkant geeft aan dat de innovatie te maken heeft met isolatie. Alternatief kan een innovatie te maken hebben met elektra (wederom opslag, opwekking of distributie), het verzorgen van zonwering of het verzorgen van ventilatie.



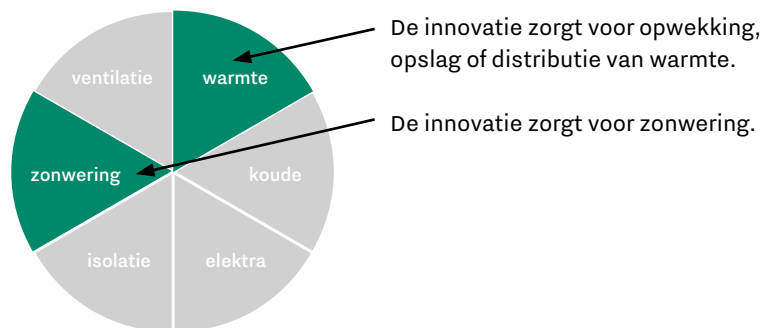
Ontwikkelingsfase balk

Per innovatie of techniek geeft de catalogus aan hoever deze ontwikkeld is. Sommige innovaties zijn al volledig beschikbaar op de vrije markt, andere zitten nog in de praktijktestfase of zelfs de eerste ontwikkelingsfase. Het blaadje op de balk geeft aan tot waar de innovatie zich heeft ontwikkeld. Helemaal links op de balk betekent dat het enkel een concept is. De volgende stap is dat het in ontwikkeling is. Daarna wordt het in de praktijk toegepast en op nichemarkten aangeboden. Wanneer het blad helemaal rechts op de balk staat, geeft dat aan dat de innovatie of het idee vrij beschikbaar is op de markt.

Op de volgende pagina vindt u een legenda. Gebruik deze legendapagina als referentie wanneer u wil weten waar een icoon ook alweer voor staat.

Prestatie-indicator (KPI)		Wanneer groen		Wanneer oranje		Wanneer grijs	Kosten indicaties	Betekenis
Energievraag		Afname		Toename		Onduidelijk of geen groot effect	€	tientjes
Energie-efficiëntie		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	€€	honderden
Hernieuwbare energie		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	€€€	duizenden
Energie-monitoring		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	€€€€	10.000den
Visueel comfort		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	€€€€€	100.000den
Thermisch comfort		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	€€€€€€	miljoenen
Interne luchtkwaliteit		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	Zit in basisontwerp	Geen indicatie mogelijk omdat het onderdeel is van het basisontwerp
Milieubelasting materialen		Afname		Toename		Onduidelijk of geen groot effect	Vraag op bij aanbieder	Vraag de kosten op bij de aanbieder
Circulariteit		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect	Nog niet bekend	De innovatie is nog niet vrij beschikbaar
Levensduur gebouw		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect		
Flexibiliteit		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect		
Uitstraling		Toename		Afname		Onduidelijk of geen groot effect		
Onderhoud		Afname		Toename		Onduidelijk of geen groot effect		
Maandlasten/terugverdientijd		Afname		Toename		Onduidelijk of geen groot effect		

Tabel 2: overzicht van de iconen en kostenindicaties



De positie van het blad op de balk geeft aan hoever de innovatie of het idee is in de markt



DISCLAIMERS

Deze catalogus is bedoeld om te inspireren in de wetenschap dat het niet volledig of uitputtend is. Het is slechts een inventarisatie en momentopname van diverse technieken en innovaties. Deze zijn verzameld door bureaustudie en interviews. Het doel is om ontwikkelaars en gebouweigenaren informatie te geven over welke mogelijkheden er zijn bij het duurzaam ontwerpen en inrichten van een gebouw.

De catalogus is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Echter voor onjuistheden en onvolledigheden met betrekking tot het boek en de informatievoorziening, op welke grond dan ook, kunnen de samenstellers daarvan op geen enkele wijze verantwoordelijk worden gesteld. Geen enkele aansprakelijkheid wordt aanvaard.

Alle prijsindicaties zijn momentopnames en indicaties. Verschillende aanbieders hanteren verschillende prijzen waardoor de prijsindicaties per innovatie enkel als indicaties dienen. Ook verschillen kosten per project. Denk aan verschillende schalen; bij grotere projecten liggen de kosten per unit vaak lager. Bij de aanschaffing van honderd zonnepanelen liggen de kosten per paneel gemiddeld lager dan bij de aanschaffing van tien zonnepanelen. Ook kunt u vaak voor verschillende afwerkingen kiezen waardoor kosten ook weer veranderen. Bovendien zorgen inflatie en de ontwikkeling van de innovatie ervoor dat de prijzen veranderen over tijd. Er kunnen dus geen rechten ontleend worden aan deze kostenindicaties.

Alle afbeeldingen en foto's zijn slechts voorbeelden. Er zijn bijna altijd andere aanbieders die dezelfde of een soortgelijke innovatie aanbieden.

Op het beeldmateriaal berust beeldrecht. Het eigen beeldmateriaal is van de gemeente Eindhoven. Bij extern beeldmateriaal vindt u een verwijzing. Extern beeldmateriaal is met toestemming gebruikt. Mocht u de rechthebbende zijn van een beeld maar staat er een onjuiste verwijzing bij, meld u dan.

Mogelijk zijn niet alle innovaties overal in Eindhoven toepasbaar. De verwerking van een innovatie in dit boek geeft geen garantie dat de gemeente het automatisch goedkeurt in een bouwplan.

Het toepassen van innovaties geeft geen garantie op het toewerken naar certificeringen of het behalen van eisen. Ze geven slechts aan welke certificeringen zich op de een of andere manier bezig houden met welke KPI's. Ook betekent het niet dat de certificeringen aangegeven per KPI de enige certificeringen zijn die zich met deze KPI bezig houden. Elke certificering heeft eigen maatstaven en normeringen waarop ze gebouwen beoordelen. Deze specifieke maatstaven en normeringen zijn niet overgenomen omdat ze verschillen per certificering.

De bepaling of een innovatie positief of negatief scoort op een KPI is niet gebaseerd op een precieze berekening of gedetailleerd onderzoek. Dit is vaak gebaseerd op logica. Het is vanzelfsprekend dat de energievraag van een gebouw omlaag gaat wanneer u een isolerende innovatie toepast. Een ander voorbeeld, de toevoeging van installaties zoals warmtepompen of ventilatiesystemen, komt met onderhoud terwijl isolatiemateriaal na plaatsing geen onderhoud meer vergt. Soms is het effect onduidelijk. Dit gebeurt vaak bij de KPI's milieubelasting materialen en circulariteit. Deze aspecten verschillen vaak per aanbieder. Ook geven bedrijven niet snel aan wanneer ze giftige materialen gebruiken in hun technieken. Alleen wanneer het duidelijk is dat er een positief of negatief effect is, geeft de catalogus dit aan. Een grijze KPI betekent dus niet altijd dat de betreffende innovatie geen invloed heeft op die KPI.



DE INNOVATIE- EN IDEEËNCATALOGUS

De catalogus is opgedeeld in verschillende categorieën zoals zonnepanelen en warmteopwekking. De toevoeging van een innovatie in een bepaalde categorie betekent echter niet dat deze innovatie niet ook in een andere categorie kan passen. Zo vallen PV/T-panelen, die zowel elektriciteit als warmte uit zonlicht kunnen halen, zowel onder zonnepanelen als onder warmteopwekking. De innovatie is in dat geval opgenomen onder één van de van toepassing zijnde categorieën.

De categorieën zijn als volgt en kunt u ook terugvinden in de inhoudsopgave. Het begint met technieken die de energievraag van een gebouw beperken, zoals met passieve zonnewarmte en passieve koeling. Met maatregelen die hierin staan, kunt u voorkomen dat u veel installaties nodig heeft om in de gewenste energie te voorzien. Daarna volgen slim glas en zonwering, welke ook allebei kunnen zorgen voor minder vraag naar koeling. Hierna volgen isolerend glas, isolerend materiaal en temperatuurbuffers. Door de isolerende functies verlagen ze de energievraag van een gebouw. Vervolgens komen innovaties die te maken hebben met ventilatie. Ventilatiesystemen zijn belangrijk voor verse lucht maar kunnen ook veel warmteverlies voorkomen. Hierna volgen een aantal categorieën die met elektriciteitsopwekking en -opslag te maken hebben. Dit zijn elektrische batterijen, windenergie, zonnepanelen, gebouwgeïntegreerde zonne-energie, en overige elektriciteitsopwekking. Dan volgen de categorieën koeling en verwarming, welke alternatieven bieden voor conventionele airconditioning en verwarming. Hierna volgen een aantal categorieën over warmte: warmteopslag, warmtepompen, en warmteopwekking. Ten slotte volgt de laatste categorie over slimme gebouwen en slimme technieken. Hierin komen vaak verschillende functies en technieken die eerder zijn besproken samen in een slim aangestuurd systeem.

Vaak gaan bepaalde innovaties goed in combinatie met andere innovaties. Wanneer de catalogus dit expliciet benoemt, wordt de genoemde innovatie vetgedrukt. Deze kunt u dan ook terugvinden in de catalogus. De Trombe muur gaat bijvoorbeeld goed in combinatie met een geveluitkraging of -overstek. De Trombe muur pagina verwijst daarom naar de **geveluitkraging of -overstek**.

GROENE GEVEL

Groene gevels staan volop in de belangstelling vanwege de bijzondere uitstraling die zij een pand geven. Een plantengevel isoleert geluid en temperatuur. In de winter hoeft u minder te stoken en in de zomer blijft het lekker koel omdat de zon niet direct op de gevel schijnt. Daarnaast dempt een groene gevel tijdens hittegolven ook het *hitte-eilandeffect* in de bebouwde omgeving en zuivert het de lucht.

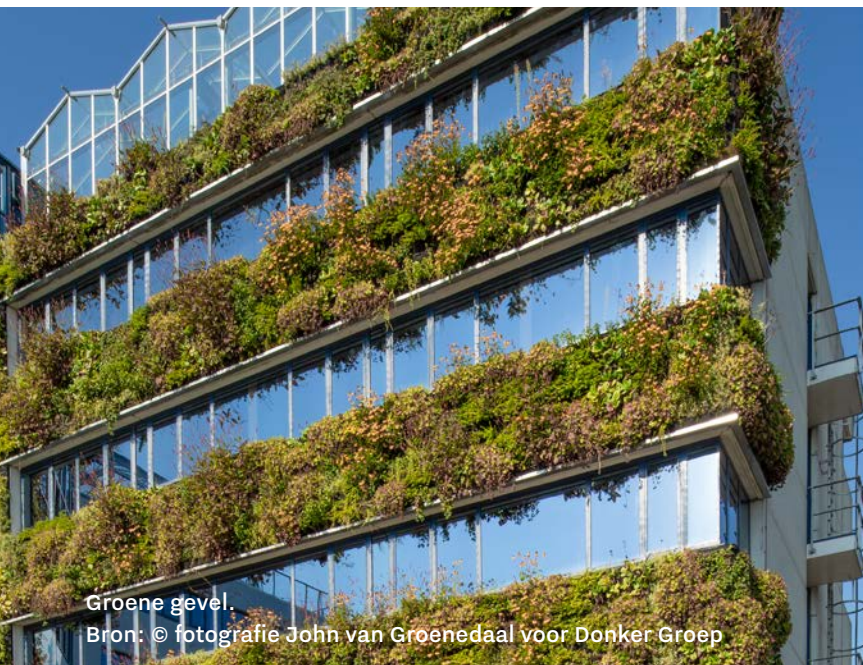
De gevel heeft een irrigatiesysteem nodig voor bewatering. Aanbieders raden aan een onderhoudscontract af te sluiten met een hovenier. Groene gevels zijn duurder dan groene daken omdat het verticaal aanleggen van een tuin ingewikkelder is. Door de beschermende factor verhoogt een groene gevel de levensduur van de gevel daarachter.

Rol gebruiker:

onderhoud zoals bewateren en snoeien.

Relevante specificaties:

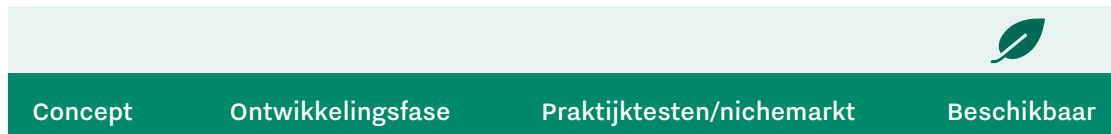
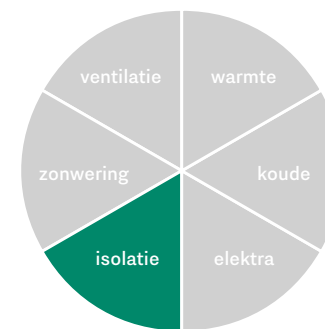
grondgebonden of niet grondgebonden gevel; grondsoort, plantensoort; soort irrigatiesysteem.



Groene gevel.
Bron: © fotografie John van Groenedaal voor Donker Groep



Groene gevel. Bron: © Fytogreen Australia



€/m²
glas

VLOEIBAAR KRISTALGLAS (TRANSPARANT LIQUID CRYSTAL (TLC) GLASS)

TLC is een actief soort glas en in verschillende kleurtinten beschikbaar, zoals neutraal grijs of blauw. Het is snel schakelbaar vergeleken met elektrochromisch glas met een duur van enkele seconden. Het glas is volledig transparant bij volledige spanning op het glas en er is dus continu spanning nodig om het glas in een bepaalde staat te houden. Er zijn gradaties van tinten tussen volledig transparant en volledig getint. Bij aansluiting op een **gebouwbeheersysteem** met sensoren wordt slim ingespeeld op temperatuur en lichtintensiteit. Vloeibare kristallen kunnen giftig zijn.

Rol gebruiker:

besturing/instellingen voor het veranderen van de tint.

Relevante specificaties:

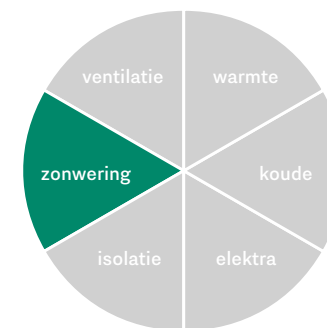
zie onder categoriekop *slim glas*.



TLC glas in transparante en kleurloze fase.
Bron: © Merck Window Technologies B.V.



TLC glas in getinte fase.
Bron: © Merck Window Technologies B.V.



COMBI WIND- EN ZONNEDAK

Dit is een dak waarbij u wind- en zonne-energie combineert. Het dak wordt verhoogd met een aantal meter. Op de bovenste laag liggen zonnepanelen en tussen de panelen en het originele dakoppervlak komen windturbines. De wind wordt door de constructie optimaal naar de turbines geleid. Een bijkomend voordeel is dat de zonnepanelen afkoelen door de wind zodat de efficiëntie van de panelen toeneemt. Zo'n systeem kan gebouwen van meerdere verdiepingen van elektriciteit voorzien in de zomer en winter. Aanbieders raden aan het onderhoud door professionals te laten uitvoeren. Belangrijke aandachtspunten wanneer het aankomt op toepassing van deze technieken zijn de gebouworientatie en context met betrekking tot windstromen.

Rol gebruiker:

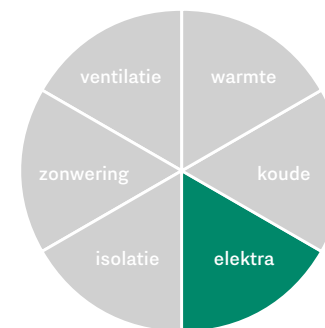
geen.

Relevante specificaties:

zie de categoriekop *zonnepanelen* voor specificaties over zonnepanelen; opbrengst van de windturbines; geluid dat de turbines maken; gewicht van de constructie heeft invloed op de constructie van het gebouw.



Combi wind- en zonnedak. Bron: © Ibis Power



ESTHETISCH ZONNEDAK

Hierbij bestaat het complete dak uit zonnepanelen waarbij deze geïntegreerd zijn in het dak. Het is niet direct zichtbaar dat het zonnepanelen zijn omdat de panelen tegelijkertijd ook het dak vormen. Ze zijn beschikbaar als dakpannen en als ingebouwde zonnepanelen. De dakpannen zijn iets duurder. Het kan zijn dat de levensduur van uw dak korter is aangezien de zonnepanelen sneller verouderen dan conventionele daken. Sommige aanbieders leveren de panelen ook in speciale kleuren zoals terracotta. Hierdoor lijkt het net op een conventioneel dak.

Rol gebruiker:
onderhoud.

Relevante specificaties:
zie onder categoriekop *zonnepanelen*; dakpannen of ingebouwde zonnepanelen.



Esthetisch zonnedak in terracotta. Bron: © EXASUN



Esthetisch zonnedak met ingebouwde panelen. Bron: © EXASUN



Esthetisch zonnedak met dakpannen. Bron: © Gasser Ceramic



ONDERGRONDSE BUFFER VOOR WARMTE-KOUDE OPSLAG

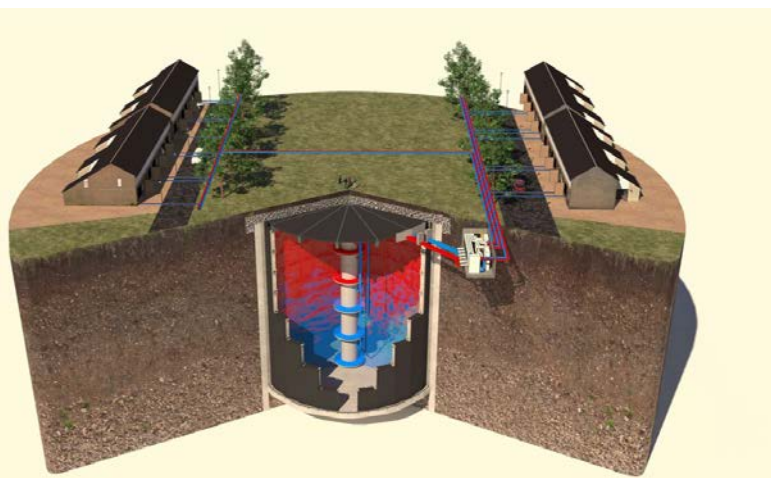
Dit zijn ondergrondse buffers met water waarmee u thermische energie (warmte en koude) kunt opslaan voor seizoensopslag wanneer er een overschot is. Dit overschot gebruikt u tijdens schaarste voor koeling, verwarming en warm tapwater. Het zijn gesloten systemen aangezien u de warmte opslaat in een buffer. De opgeslagen warmte komt uit lokale warmtebronnen zoals geothermie, restwarmtestromen en zonne-energie. Warmtewisselaars zorgen voor het transport van de warmte. Het water in de buffer komt niet in contact met het water uit de kraan.

Afhankelijk van de aanbieder is het systeem schaalbaar van individuele huizen tot systemen voor grote gebouwen of hele wijken. Opslagbuffers zijn op de markt vanaf ongeveer 85m³ voor een familiewoning. Voor buurten kan het tot wel 30.000m³ oplopen.

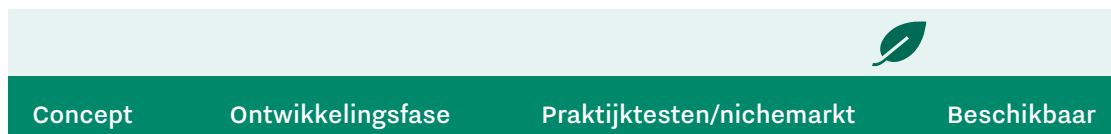
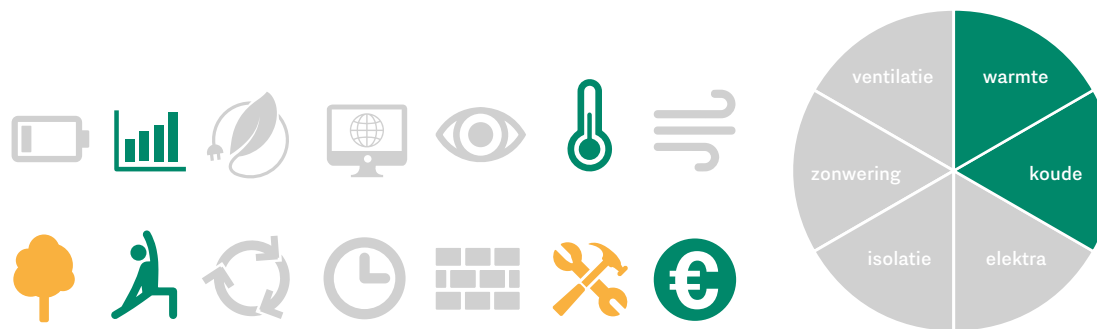
De buffer zit ondergronds waardoor u de bovengrond kunt gebruiken voor bijvoorbeeld een parkeerplaats, tuin, speelplaats of grasveld. De milieubelasting van de materialen hangt af van de systemen waarmee u dit gesloten systeem gebruikt zoals een warmtepomp en de keuze voor de warmtebron zoals **zonnecollectoren, PV/T-panelen**, of geothermie. Zoals bij alle installaties vergeet deze ook onderhoud. Let op: bij ondergrondse gesloten warmteopslag wordt vaak een antivriesmiddel gebruikt welke giftig kan zijn voor mens en milieu.

Rol gebruiker:
onderhoud.

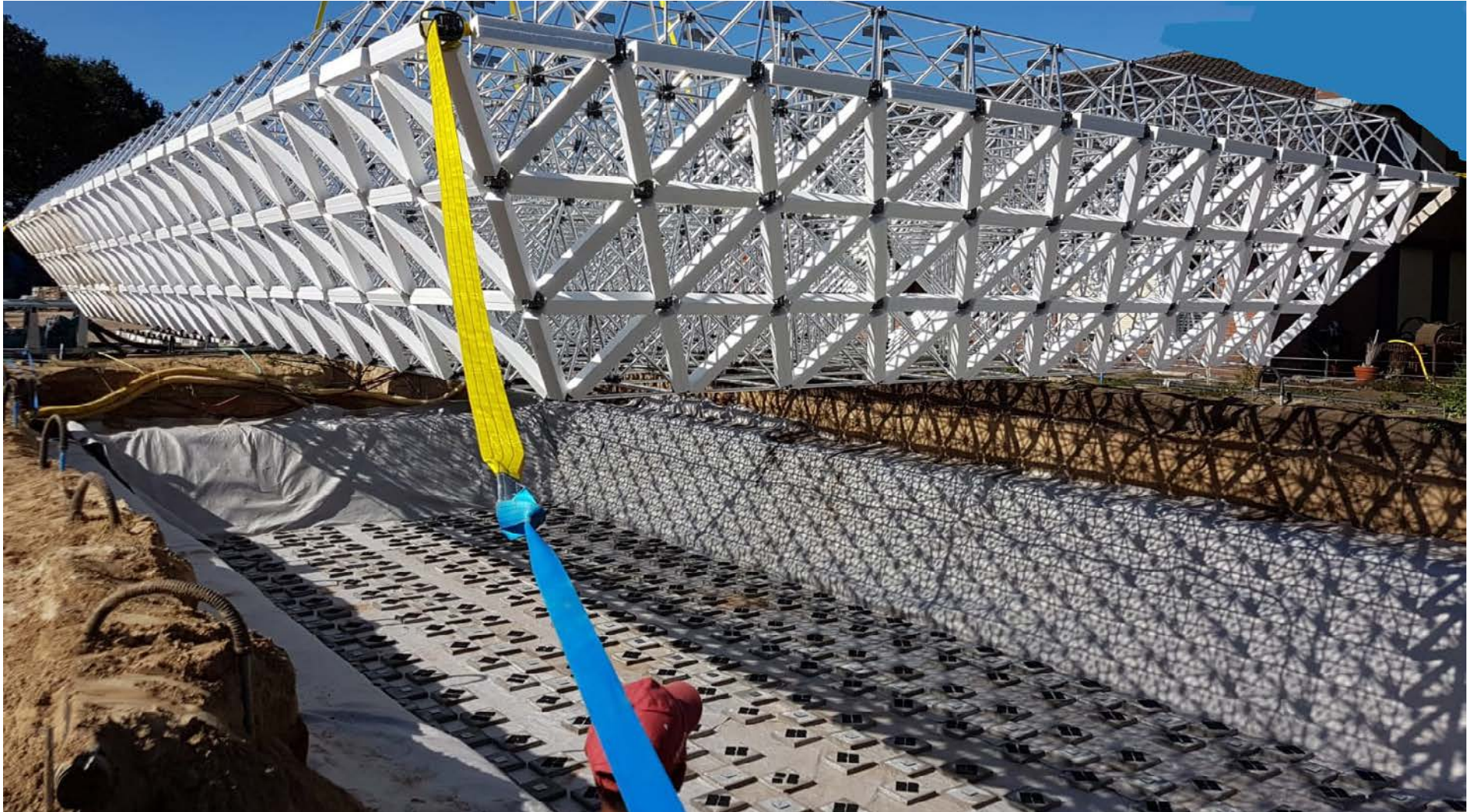
Relevante specificaties:
hoeveel m³; tot welke temperatuur het kan verwarmen; type warmtebronnen; inclusief warmtebronnen/opwekkers en de verdere infrastructuur of enkel de buffer; warmteverlies van de buffer per seizoen.



Ondergrondse warmtebuffer voor een wijk.
Bron: © Ecovat Warmte en Koude Netwerken



ONDERGRONDSE BUFFER VOOR WARMTE-KOUDE OPSLAG



Ondergrondse warmtebuffer voor een gebouw. Bron: © HoCoSto



Warmtewingevél. Bron: © De warmtewingevél van Emergo Prefab

WARMTEWINGEVEL

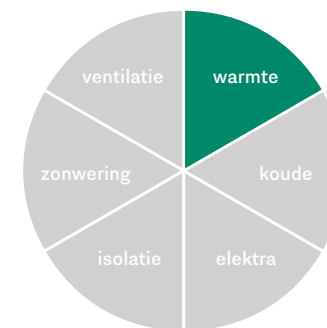
Dit zijn **zonnecollectoren** die in de gevel van een gebouw verwerkt zitten. Ze vangen infrarood licht op terwijl de gevel het zichtbaar licht weerkaatst. Hierdoor kunt u efficiënt zonne-energie absorberen zonder dat u een donkere gevel of donker dak nodig heeft. Het is daarom mogelijk om deze panelen in verschillende kleuren en patronen te verkrijgen. Het onzichtbare infrarood licht (wat voor warmte zorgt) is ongeveer de helft van de zonne-energie. Deze panelen bevatten een coating die warmte efficiënt kan opnemen zonder een donkere kleur te hebben. De panelen gedragen zich als een zwart oppervlak. Achter de panelen zitten zonnecollectoren die met hulp van een warmtepomp het gebouw verwarmen. Het is combineerbaar met een warmte gedreven koelsysteem om ook koeling te verzorgen. Voorbeelden hiervan zijn **thermo-akoestische koeling** en **adsorptiekoeling**.

Rol gebruiker:

onderhoud.

Relevante specificaties:

rendement; vermogen; efficiëntie.



Concept

Ontwikkelingsfase

Praktijktesten/nichemarkt

Beschikbaar

COLOFON

Inspiratieboek voor gasvrije nieuwbouw en de bijdrage van nieuwbouw aan de energietransitie.
Eindhoven, 2021

Samenstelling:

Robin Martens, gemeente Eindhoven

Vormgeving:

gemeente Eindhoven

Met dank aan:

Pilkington Nederland B.V.
Accsys Technologies
ACS Connected Buildings
AGC Glass Europe
AluPro/Rolltech
BC Greenhouse Builders Ltd.
Bluedec B.V.
BlueSky Energy
Brite Solar
Cloud Energy Optimizer
Colt International GmbH
Contrasol Ltd.
Datum Phase Change Ltd.
DeWarmte B.V.
Donker Groep B.V.
Dr. Ten B.V.
Duco Ventilation & Sun Control
Duratherm Nederland B.V.
Dutch Climate Systems
Ecovat Warmte en Koude Netwerken

Elestor B.V.
Emergo Prefab
Empa
Esco RTS
ETAP Lighting International NV
Exasun B.V.
Fotostudio John van Groenedaal
Fresh-r
FuturaSun
Fytogreen Australia
Gasser Ceramic
Gauzy Ltd.
Geotherm Energy Systems B.V.
Glasschuim Nederland B.V.
Halio International
HoCoSto B.V.
Houtmeyers Boomkwekerijen
IBIS Power B.V.
infinityPV
IsoHemp
Itho Daalderop Nederland B.V.
Jovas Agro International B.V.
Merck Window Technologies B.V.
Michael Moran Photography
MyEnergySkin
NedPower SWH B.V.
Nibe Energietechnik B.V.
NOWOFOL Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG
ONART Structures
OptiVolt B.V.
PHYSEE

Pleotint, LLC
Polyflon Technology Ltd.
Priva Gebouwbeheer
Private Glass
Remeha B.V.
Signify Holding B.V.
Sirius Solar
Solabcool B.V.
SolarFreezer B.V.
Solarus Smart Energy Solutions B.V.
SolarWall Europe Sarl.
Solarwatt Benelux
SOLEC Corporation
Solesta 2.0 B.V.
SoundEnergy B.V.
Sto Isoned B.V.
TBM Designs, LLC
Technea Duurzaam B.V.
Uniteglass
University of Wisconsin-Madison
UWgroendak
Vario Glass Inc.
Verwarminghandel
Volthera B.V.
Vranken B.V.
Windside Production Ltd.

Dit boek als geheel of afzonderlijke delen van deze uitgave mogen niet verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden voor commerciële doeleinden via:

- internet
- drukwerk
- fotokopie
- microfilm
- elke andere wijze

Dit mag alleen als de samenstellers daar schriftelijk toestemming voor geven.

Wel mag deze uitgave verspreid worden voor niet-commerciële doeleinden zoals het inspireren van anderen.