



Vlaanderen
is onderwijs & vorming



Pilootproject Passiefscholen

Bilan 2015

Managementsamenvatting

AGION
AGENTSCHAP VOOR
INFRASTRUCTUUR
IN HET ONDERWIJS

Managementsamenvatting

1. Inleiding en doelstelling van het rapport

In 2007 lanceerde de Vlaamse Regering het pilootproject passiefscholen. Met dit pilootproject wil de Vlaamse overheid sensibiliseren voor zeer energiezuinig bouwen en lessen trekken uit de toepasbaarheid van passiefbouw binnen schoolinfrastructuur.

Een twintigtal scholen werden geselecteerd om passief te bouwen, en dienden te voldoen aan volgende decretaal vastgelegde criteria: (1) een netto energiebehoefte voor verwarming $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{jaar}$; (2) een netto energiebehoefte voor koeling $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{jaar}$; (3) een luchtdichtheid (n_{50} -waarde) $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$; (4) een maximaal E-peil van E55.

Het besluit van de Vlaamse Regering tot regeling van een aantal aangelegenheden ter uitvoering van het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen, geeft het Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs (AGION) en het onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap (GO!) de opdracht om dit pilootproject op te volgen, bepaalde zaken te evalueren, en jaarlijks te rapporteren aan de Vlaamse Regering. De rapportering omvat: (1) de genomen maatregelen betreffende de energieprestaties en het effect op de werkmiddelen; (2) de meerkost per m^2 die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefhuisstandaard; (3) de mogelijke meerwaarde van extra maatregelen inzake duurzame energie; (4) het gebruik van duurzame materialen; (5) het effect van de passiefhuisstandaard op de energieboekhouding van betrokken gebouwen en het globale energieverbruik in de betrokken instellingen.

AGION onderzocht bijkomend wat het bouwen volgens de passiefhuisstandaard betekent voor een schoolgebouw; welke resultaten de deelnemende pilotscholen behalen; wat de gemiddelde terugverdientijd is, en wat de meerwaarde is van het pilootproject en het bouwen volgens de passiefhuisstandaard.

Nu de eerste pilotscholen zijn opgeleverd en de allereerste data voor handen zijn, kan een eerste rapportage worden opgemaakt.

Dit rapport is gebaseerd op de gegevens waarover AGION beschikte op 31 augustus 2015. Het pilootproject duurt tot twee jaar na het afsluiten van de laatste werf. Ten vroegste in 2019 zullen alle data beschikbaar zijn waarna een volledige evaluatie van het project mogelijk is.

2 Eerste bevindingen

Wat zijn de behaalde resultaten van de deelnemende projecten

Op datum van 31 augustus 2015 behaalden acht projecten hun kwaliteitsverklaring. Dit betekent dat ze voldoen aan de decretaal vastgelegde criteria.

Tabel 1. Resultaten van de gecertificeerde projecten

PROJECT	E-PEIL	NETTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR VERWARMING	NETTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR KOELING	LUCHT-DICHTHEID	BRUTO OPPERVLAKTE	COMPACTHEIDS -GRAAD	K-PEIL
Bilzen	38	11,62	9,60	0,25	1411,00	1,92	14,5
Bocholt	51	14,46	9,09	0,5	1466,43	1,65	18,5
Etterbeek	38	13,92	7,94	0,5	1071,00	2,20	18
Heusden-Zolder	45	12,71	3,4	0,6	5325,00	3,39	16
Kalmthout	49	13,34	2,01	0,5	750,00	1,93	18
Londerzeel	47	9,99	0,43	0,3	4395,00	2,67	12
Wuustwezel	35	12,96	1,93	0,4	1.225,00	2,30	13
Zwevegem	53	13,22	0,97	0,5	1.190,00	1,71	17

De scholen behalen tot nu toe allemaal vlot het gewenste E-peil. Alle projecten behalen ook de gevraagde netto-energiebehoefte voor verwarming en koeling, en de luchtdichtheid. Op het vlak van luchtdichtheid behalen enkele scholen zelfs zeer goede resultaten, tot een luchtdichtheid van (n_{50} -waarde) $\leq 0,2 \text{ h}^{-1}$.

Genomen maatregelen betreffende de energieprestaties en extra maatregelen naar duurzame energie

In hoofdstuk 2bis 'overzicht projecten', en hoofdstuk 3 'Evaluatie en lessons learnt van de pilootprojecten' zien we dat de pilootprojecten verscheiden zijn inzake architectuurstijl, bouwmethodiek, en de duurzame maatregelen die genomen zijn. De scholen hebben een gelijkaardige hoge isolatiegraad en een goede luchtdichtheid van de buitenschil. Ze voorzien allen een mechanische ventilatie (systeem D) met een warmtewisselaar, zonnewering en energiezuinige verlichting. Tijdens de ontwerpfasen worden energieberekeningen uitgevoerd om door middel van een doordacht ontwerp de energievraag te kunnen beperken.

Vier projecten passen hernieuwbare energie toe. Deze vier projecten hebben zonnepanelen, twee ervan combineren deze panelen met een warmtepomp.

De meerkost per m² die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefhuisstandaard

We zien dat de scholen die hun kwaliteitsverklaring hebben ontvangen, passief hebben kunnen bouwen binnen de decretaal voorziene financiële extra subsidie (= 21% boven de standaard financiële norm). Het gewogen gemiddelde toont een meerprijs van 12% in vergelijking met de standaard financiële norm. Indien men meer zou inzetten op een kwalitatief ontwerpproces die de energievraag beperken, zoals compact bouwen, dan zou dit percentage mogelijks nog substantieel verminderen. Dit leren we enerzijds uit de voorbeelden uit het buitenland, maar anderzijds ook uit de eerste resultaten van de opgeleverde projecten binnen het Vlaams pilootproject. Zo observeren we een project dat zeer goed scoort op energiezuinigheid, comfort, duurzaamheid en breed gebruik, zonder in te boeten aan de kwaliteit van de architectuur. Deze pilotschool is slechts 1% duurder in vergelijking met de standaard financiële norm. Uit de cijfers die tot vandaag beschikbaar zijn blijkt dat de combinatie kwaliteitsvol, kostenefficiënt én energiezuinig bouwen mogelijk is.

Energiebesparing en rendabiliteit

Voor uitspraken omtrent de energieboekhouding is het nog te vroeg. Op datum van 31 augustus 2015 zijn er immers onvoldoende gegevens gekend met betrekking tot de energieboekhouding van de pilotscholen (zie hoofdstuk 3 'Evaluatie en lessons learnt van de Pilootprojecten'). Uit de resultaten van de gebruikersenquête blijkt wel dat de directies en inrichtende machten een positief effect ervaren.

Om de rendabiliteit van de investering te onderzoeken, hebben we over een evaluatieperiode van 30 jaar de mogelijke terugverdientijd en netto contante waarde geraamd op basis van een theoretische benadering die in het bijzonder uitgaat van een energiebesparing van 75% ten opzichte van een klassiek nieuw gebouwde school (zie verder). Deze aanpak werd besproken met het PHP en het VEA. De berekeningen zijn gebaseerd op actuele parameterwaarden waarbij externe bronnen zoals het VEA en de VREG werden geraadpleegd. De terugverdientijd geeft inzicht in de verhouding tussen de meerinvestering voor passief maatregelen en de jaarlijkse besparing die uit deze investering voortvloeit. De netto contante waarde houdt rekening met de tijdswaarde van geld en berekent het verschil tussen alle inkomsten die gerelateerd zijn aan de investering in passief maatregelen en alle hieraan gekoppelde uitgaven. Een investering wordt als zinvol beschouwd bij een positieve netto contante waarde. De meerkost van 12% op de bouw prijs, nodig voor de bouw van een passiefschool, wordt terugverdiend in 15 jaar tijd. We concluderen dat na een termijn van 30 jaar, de extra investering al geruime tijd volledig is terugbetaald. Bovendien is er een netto contante waarde van 338.762 euro voor een school van 2.000 m² en 1.016.285 euro voor een school van 6.000 m². Indien we kijken naar de terugverdientijd voor de eigen inbreng van het schoolbestuur in het gesubsidieerd basisonderwijs bedraagt die 5 jaar. Voor het gesubsidieerd secundair onderwijs bedraagt dit 7 jaar. Bekeken vanuit het standpunt van de inrichtende macht is onder de gestelde hypothesen de investering in passiefbouw dus relatief snel terugverdiend.

Het gebruik van duurzame materialen

De in het decreet gevraagde analyse naar het gebruik van duurzame materialen, werd geëvalueerd op basis van de definitie van duurzame materialen opgenomen in 'het instrument voor duurzame scholenbouw'. We kunnen besluiten dat, buiten het gebruik van duurzaam hout, het werken met duurzame materialen nog niet overal ingeburgerd is bij de ontwerp bureaus.

Wat betekent het bouwen volgens de passiefhuisstandaard voor de typologie school

Het bouwen van een school volgens de passiefhuisstandaard verschilt sterk van de passiefwoningbouw. Een gericht energiebeleid, met een focus op de verschillende gebouw- en gebruikstypologieën van een school, is nodig. Niet zozeer het wintercomfort, maar het zomercomfort is een grote uitdaging voor schoolgebouwen

en voor passiefscholen in het bijzonder. Om een goed binnenklimaatcomfort te kunnen garanderen is het belangrijk dat er van bij de start van de ontwerpfase aandacht wordt besteed aan de juiste criteria en het uitvoeren van de juiste energieberekeningen. We stelden vast dat er naast de vier decretaal vastgelegde criteria voor passiefscholen nog een belangrijk criterium ontbrak, namelijk het kunnen garanderen van het zomercomfort. De juiste energieberekeningen inzetten in de ontwerpfase, en niet na het bouwproces om te voldoen aan de regelgeving, is een belangrijke randvoorwaarde in het garanderen van een goed zomercomfort.

Naast het garanderen van het zomercomfort, blijkt het inzetten van energieberekeningen als ontwerptool ook een belangrijke randvoorwaarde voor het kostenefficiënt bouwen met een hoog comfortniveau. Een goede organisatie van het ontwerp- en uitvoeringsproces én een kwalitatieve nazorg zijn dan ook belangrijk. Het tijdig aanstellen van de studieteams met de noodzakelijke competenties en expertise, is hierin een belangrijk onderdeel.

Opvallend is dat elke school volledige mechanische ventilatie (systeem D) toepast. Een energiezuinige school met een systeem D, bereikt een veel betere luchtkwaliteit in vergelijking met bestaande scholen of nieuwbouwscholen zonder systeem D. Indien geen juiste aandacht wordt gegeven aan ontwerp, uitvoering, nazorg en gebruik, kan er alsnog een zeer slechte luchtkwaliteit verkregen worden. Uit de pilootstudie blijkt dat mechanische ventilatie voor veel scholen een haalbare technologische transitie is. Ondersteuning en goede begeleiding mag echter niet ontbreken.

Naast luchtkwaliteit zijn er nog een aantal andere aandachtspunten die de komende jaren alertheid vereisen. Het gebrek aan kennis op vlak van technische installaties binnen een passiefschool en ook beheer en nazorg vergen bijzondere aandacht. De overdracht van informatie van uitvoerder, gebouwbeheerder en gebruiker verloopt niet altijd even vlot en nauwgezet. Hierdoor kan cruciale informatie voor een goed gebruikerscomfort verloren gaan. Heel wat ongemakken in de gebruiksfase kunnen vermeden worden door meer kennis en ervaring tijdens de ontwerp- en nazorgfase te delen.

Het zeer energiezuinig bouwen van scholen is een gelaagd en technisch verhaal dat best bekeken wordt tussen de relevante agentschappen in onderwijs en energie (i.c. AGION en VEA).

We merken op dat de lessen die we uit dit pilootproject kunnen leren niet alleen van toepassing zijn op passiefscholen, maar ook op elke school die vandaag gaat (ver)bouwen. Bovendien wordt de energieprestatieregelgeving de komende jaren stapsgewijs verstrengd naar bijna-energie neutraal tegen 2021. Alle scholenbouwprojecten zullen binnen een jaar de nodige stappen moeten ondernemen om nog meer energieperformant te zijn. Om het binnenklimaatcomfort, de gebruiksvriendelijkheid en de kostenefficiëntie te kunnen garanderen, is het aangewezen om de “ontwerpmethodologie van passiefscholen” (de Trias Energetica methodiek) ook toe te passen op nieuwbouw schoolprojecten.

Welke meerwaarde heeft bouwen volgens passiefhuisstandaard

Bouwen volgens de passiefstandaard draagt bij tot energie-efficiënte. De internationale literatuur en PHP gaan uit van 75% energiebesparing bij een passiefschool, in vergelijking met een traditioneel nieuw gebouwde school. We kunnen deze stelling inzake energiezuinigheid pas evalueren na de effectmetingen bij de pilootscholen. Het energieverbruik dient m.a.w. enkele jaren te worden gemonitord.

De gebruikersenquête die reeds werd afgenomen in zeven gerealiseerde pilootscholen geeft aan dat men tevreden is over het passiefgebouw in zijn geheel en het bouwen van een passiefschool ook zou aanbevelen. De meerderheid van de respondenten ervaart de passiefschool als een meer kwalitatieve leeromgeving in vergelijking met zijn traditionele tegenhanger. De pilootscholen worden beoordeeld als energiezuinig en comfortabel.

Passief bouwen vormt een goede basis voor bijna-energie neutraal bouwen, hetgeen zoals reeds vermeld sowieso verplicht wordt ingevolge Europese en Vlaamse regelgeving. Tot deze conclusie komt het Passive House Institute in Duitsland, op basis van hun onderzoek dat werd uitgevoerd met steun van de Europese Commissie. De passiefhuisstandaard biedt een efficiënte en economisch waardevolle oplossing die op een effectieve manier kan gecombineerd worden met hernieuwbare energie. Dit laatste is een vereiste voor bijna-energie neutraal bouwen. De meerwaarde van het bouwen volgens de passiefhuisstandaard vertaalt zich dus ook in het kunnen realiseren van de Europese richtlijn om bijna-energie neutraal te bouwen vanaf 2021.

Welke meerwaarde heeft het pilootproject

In deze tussentijdse rapportage zien we dat de meerderheid van de bouwteams het Pilootproject Passiefscholen als zéér nuttig ervaart. Het heeft een positief effect gehad op het bewustwordingsproces en het heeft hardnekkige taboes, zoals het niet kunnen openen van ramen, doorbroken.

Tijdens het pilootproject merkten we een gebrekkige kennis op in zeer energiezuinig bouwen van scholen. Dit op het vlak van berekeningsmethodieken en de kennis van passiefbouwen bij bouwheren, architecten, studiebureaus en aannemers. Een voorlopertraject van zeer energiezuinig bouwen voor de scholenbouw bleek geen overbodige luxe.

Uit deze eerste rapportering kunnen we alvast concluderen dat het pilootproject tot op vandaag slaagt in zijn doelstellingen: het pilootproject speelt een duidelijke rol in de overgang naar zeer energiezuinig bouwen. De praktijkervaringen kunnen een basis vormen voor het verdere beleid over energie en scholen. Het pilootproject geeft een impuls aan de ontwikkeling van een bredere markt van professionelen. Het heeft de ervaring van architecten, studiebureaus en aannemers op het vlak van passief bouwen in het algemeen en specifiek voor zeer energiezuinige schoolgebouwen verder uitgebreid.

Tegen 2021 moeten alle nieuwe gebouwen in Europa bijna-energie neutraal (BEN) zijn. Momenteel zien we dat het BEN-voorlopertraject voornamelijk gericht is op woningbouw. Met het Pilootproject Passiefscholen is de transitie naar het bouwen van zeer energiezuinige scholen gestart, maar de weg is nog lang. Om vlot tegemoet te komen aan de Europese richtlijn betreffende 'Energieprestatie van gebouwen' (2010/31/EU) is het belangrijk om vandaag al voldoende aandacht te hebben voor bijna-energie neutraal bouwen van scholen.

3 Adviezen

We eindigen het rapport met een aantal beleidsadviezen:

- a. Bij de uitwerking van nieuwe regelgeving en beleidsinstrumenten rond het thema scholenbouw en energie, voldoende aandacht schenken aan de afstemming met het terrein, de bouwlogica en het specifieke functioneren van het onderwijslandschap. Scholenbouw omvat verschillende (technische) disciplines die zich situeren binnen de eigenheid van het onderwijslandschap (onderwijs- en gebruiksprofielen, organisatie van de netten). Rekening houden met de noden en gevoeligheden uit de praktijk is een belangrijke succesfactor voor de uitwerking van een beleid.
- b. Een duidelijk project- en communicatieplan ontwikkelen bij toekomstige pilootprojecten vooraleer projecten te selecteren. Hierbij is een heldere definiëring van alle criteria cruciaal.
- c. Een extra criterium/ kenmerk voor passiefscholen voorzien met betrekking tot de garantie van het zomercomfort. Een eis voor het garanderen van het zomercomfort staat momenteel niet in de huidige EPB eisen voor scholen. In de internationaal gangbare definitie van een "passiefstandaard", wordt het "voorkomen van oververhitting in de zomer" of "een goed binnenklimaat gedurende winter en zomer" dan wel duidelijk vermeld als kenmerk. Het garanderen van het zomercomfort kan gebeuren aan de hand van het opnemen van het criterium overschrijdingsfrequentie bij 25°C < 5%, berekend via een dynamische simulatie.
- d. Een stimulerend beleid voorzien met focus op voorloperprojecten van bijna-energie neutrale scholen. Een stimulans zou in deze voorlopertrajecten eventueel gegeven kunnen worden door een graduele verhoging van de standaard financiële norm toe te staan, gekoppeld aan een hoger energieprestatiepeil. Naast het E-peil zou hier idealiter ook aandacht moeten zijn voor de netto-energiebehoefte voor verwarming als parameter.

Binnen andere beleidinitiatieven op het vlak van energiebesparing, zoals het klimaatfonds, ook de nodige aandacht besteden aan projecten in het kader van zeer energiezuinige scholenbouw.

- e. Inzetten op sensibiliseren, kennisopbouw en innovatie met betrekking tot energiezuinige scholenbouw.
- f. Aandacht voor de ontwerp- en nazorgfase. Sensibiliseren rond een kwalitatief ontwerpproces, door kennisverspreiding. Focus hierbij op het aspect duurzaamheid (zoals energie-efficiëntie en zomercomfort), het aspect multifunctionaliteit, de planmatige aanpak en de bouwkost.

Via sensibilisering en beste praktijken inzetten op samenwerkingsmodellen tussen aannemer en studieteam en de vergoedingswijze van de studieteams.

- g. Binnen het zeer energiezuinig bouwen is een extra focus op scholenbouw nodig. Schoolgebouwen zijn zowel in gebruiksprofiel als in beheer zeer specifiek, en niet zomaar te vergelijken met

kantoorgebouwen, of welzijnsinstellingen. Binnen de verdere ontwikkelingen naar energieprestatieregelgeving is het wenselijk om de focus op schoolgebouwen te bewaken en voldoende aandacht te spenderen aan de verscheidenheid en specifieke aandachtspunten van de schoolinfrastructuur.

h. Blijvend inzetten op beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking.

4 Waar vindt u wat terug in het rapport

Het rapport is opgedeeld in 9 hoofdstukken.

In *hoofdstuk 1* schetsen we kort de historiek en het regelgevend kader van het pilootproject passiefscholen. In *hoofdstuk 2* bespreken we het procesverloop van zowel het pilootproject in zijn geheel als van de verschillende projecten. Van de eerste schets over de bouwaanvraag tot aan de oplevering en de nazorg. De ervaringen en lessons learnt tijdens het realisatieproces worden toegelicht. In *hoofdstuk 3* beschrijven we de behaalde resultaten van de deelnemende projecten, gaan we dieper in op de onderzoeksvragen, en worden alle geleerde lessen uit de cases verwerkt. In *hoofdstuk 4* bekijken we de samenwerkingsverbanden in het kader van het pilootproject passiefscholen. Relevante onderzoeken of ontwikkelingen binnen andere beleidsdomeinen en kennisinstellingen worden kort aangehaald. Om hun voorbeeldrol te ondersteunen ontwikkelde AGIO in samenwerking met de scholen een communicatieplan. De ondernomen acties worden toegelicht in *hoofdstuk 5*. Tot slot omvat *hoofdstuk 6* het besluit en concrete adviezen. Hoofdstuk 7, 8, en 9 bevatten de terminologie, bijlagen en bronnen.

5 Verklarende woordenlijst

BEN-gebouw

Een BEN-gebouw is een bijna-energie neutraal gebouw met zeer hoge energieprestaties, zoals vastgesteld volgens bijlage I van de EPBD-recast¹. BEN-gebouwen verbruiken weinig energie voor verwarming, ventilatie, koeling en warm water. De energie die nog nodig is, wordt uit groene energiebronnen gehaald. Er zijn specifieke EPB-eisen voor het isolatiepeil, de ventilatievoorzieningen en het minimumaandeel hernieuwbare energie. (meer info: <http://www.energiesparen.be/BEN/eisen>)

E-peil

E-peil is een maat voor de energieprestatie van een gebouw en de vaste installaties ervan in standaardomstandigheden. Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger het gebouw met zijn installaties is. Het E-peil hangt af van de thermische isolatie, luchtdichtheid, de compactheid, oriëntatie en bezonning van het gebouw. Daarnaast beïnvloeden de vaste installaties (voor verwarming, warmwatervoorziening, ventilatie, koeling en verlichting) het E-peil van een gebouw.

Hernieuwbare energie

Hernieuwbare energie is energie waarover de mensheid voor onbepaalde tijd kan beschikken en waarbij, door het gebruik ervan, het leefmilieu en de mogelijkheden voor toekomstige generaties niet worden benadeeld. Vormen van duurzame energie zijn bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie en aardwarmte.

Netto-energiebehoefte voor verwarming/koeling

Netto-energiebehoefte is de hoeveelheid vereiste nuttige warmte of koelte die nodig is om het gebouw op een bepaalde comforttemperatuur te houden. Dit komt niet overeen met het werkelijke energieverbruik, maar heeft een beeld van de warmtevraag onder standaard gebruikscondities en binnen vastgelegde randvoorwaarden van binnentemperatuur, bezettingsgraad, etc.

Luchtdichtheid

Een luchtdichtheid van maximaal $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ betekent dat er maximaal 60% van de binnenlucht in één uur via kieren naar buiten mag stromen bij een luchtdrukverschil van 50Pa over de gebouwschil.

Passiefstandaard criteria pilotscholen

Art 13bis van de Wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, zoals gewijzigd. en Art.2 van het Decreet van 7 December 2007 betreffende energieprestaties in scholen (B.S. 2008-01-25),

- 1° een netto-energiebehoefte voor verwarming $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{jaar}$;
- 2° een netto-energiebehoefte voor koeling $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{jaar}$;
- 3° een luchtdichtheid (n_{50} -waarde) $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$;
- 4° een maximaal E-peil van E55.

¹ EPBD recast = Europese richtlijn 2010/31/EU voor energieprestaties in gebouwen (Energy Performance of Buildings Directive)

Trias Energetica

Een Passiefschool is een zéér energiezuinig schoolgebouw dat zowel in de winter als in de zomer een comfortabel binnenklimaat heeft met een minimaal energieverbruik. Door de toepassing van passieve strategieën in een wel overdacht ontwerp zijn de warmteverliezen en warmtewinsten in balans.

Om hiertoe te komen is het belangrijk dat het gebouw “intelligent” en “kostenoptimaal” ontworpen is. Men realiseert dit door te ontwerpen vanuit de Trias Energetica methodiek (zie figuur H1-01), die uitgaat van een 3-stappenstrategie:

- Stap 1: Beperk de energievraag
- Stap 2: Maak gebruik van energie uit duurzame bronnen, zoals wind-, water-, en zonne-energie
- Stap 3: Maak zo efficiënt mogelijk gebruik van fossiele brandstoffen om in de resterende energiebehoefte te voorzien

Figuur 1. Principes Trias Energetica, internationaal geïntroduceerd door Lysen E. (1996) Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu



Warmtepomp

Een warmtepomp is een apparaat dat door mechanische arbeid warmte onttrekt aan een bron, bijvoorbeeld grondwater, de temperatuur verhoogt en die hogere temperatuur weer af staat aan een ruimte, bijvoorbeeld via de vloerverwarming. Een ijskast is de meest gekende toepassing.

Warmtewisselaar

Een warmtewisselaar is het toestel waarin warmterecuperatie gebeurt. Dit ventilatiesysteem bestaat uit 2 ventilatoren. De eerste voert verse lucht naar binnen, de andere voert vervuilde lucht af naar buiten. In de warmtewisselaar passeren de verse en vervuilde lucht elkaar. De vervuilde lucht geeft zijn warmte af aan de frisse buitenlucht en warmt die op. Zo wordt veel warmte gerecupereerd. Het systeem zorgt dus zowel voor een gezond binnenklimaat als voor een mooie energiebesparing.

