



Vlaanderen  
is onderwijs & vorming



# Pilootproject Passiefscholen

## Eindrapport

# Pilootproject Passiefscholen

eindrapport

# Colofon

<b>Rapportering</b>	AGION
<b>Certificering en monitoring</b>	Pixii
<b>Bedankt voor input</b>	De scholen en hun architecten & studiebureaus
<b>Redactie en Taalcorrectie</b>	Peggy De Tollenaere, Greet Paulissen
<b>Grafische vormgeving</b>	Tom De Smidt
<b>Einddatum rapport</b>	juli 2023
<b>Verantwoordelijke uitgever</b>	Jean Eliaerts afgevaardigd bestuurder Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs (AGION) Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel

# Inhoudopgave

<b>Colofon</b>	<b>2</b>
<b>Inhoudsopgave</b>	<b>3</b>
<b>0. Leeswijzer</b>	<b>5</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Wat is een Passiefschool	6
<b>2. Overzicht van de projecten</b>	<b>9</b>
2.1 De passiefschool projecten	
2.1.1 Stand van zaken	9
2.1.2 Een overzicht	9
2.2 Conclusie	29
<b>3. Evaluatie en lessons learnt van de Pilootprojecten</b>	<b>30</b>
3.1 Behaalde resultaten van de gecertificeerde projecten	30
3.2 Evaluatie van de decretale passiefstandaard criteria	30
3.3 Kostprijs van de bouwprojecten	31
3.3.1 Bouwkost	31
3.3.1.a Verhouding tussen bouwkost en energieprestatie	33
3.3.1.b Kostprijs opgedeeld in grote posten	35
3.3.2 Studiekost	40
3.4 Genomen maatregelen betreffende energieprestaties	40
3.4.1 Oriëntatie en zonnewering	41
3.4.2 Uitgevoerde berekeningen	42
3.4.3 Bouwmethode en gebouwschil	42
3.4.4 Ventilatie	43
3.4.5 Verwarming	43
3.4.6 Koeling	44
3.4.7 Warm water in sanitaire voorzieningen	44
3.4.8 Verlichting	44
3.4.9 Hernieuwbare energie, groendaken, waterbeheer	45
3.5 Gebruik duurzame materialen	45
3.5.1 Bouwmaterialen met goede NIBE-classificatie	45
3.5.2 Duurzame houtsoorten	45
3.5.3 Gerecycleerde materialen	46
3.5.4 Lokale bouwmaterialen	46
3.5.5 Vermijden van producten met schadelijke stoffen	46
3.5.6 Duurzaam naar levensduur en onderhoud	46
3.6 Meerwaarde van het Pilootproject en de maatregelen in energiezuinig bouwen	47
3.6.1 Energiebesparing en rendabiliteit	47
3.6.1.a Effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding en de werkmiddelen van de scholen	47
3.6.1.b Rendabiliteit of terugverdientijd	48
3.6.2 Gebruikerservaring en comfort: over de verschillende projecten heen	49
3.6.2.a Algemeen gebruikerscomfort	49
3.6.2.b Algemeen binnenklimaat	51
3.6.2.c Winter- en zomercomfort	52
3.6.2.d Luchtkwaliteit	52
3.6.2.e Akoestiek en geluidshinder	53
3.6.3 Gebruikerservaring en comfort: projectspecifieke analyses - binnenklimaat	54
3.6.4 Transitie naar zeer energiezuinig bouwen	54
3.6.5 De onderwijskundige meerwaarde	56
3.7 Conclusie	56
<b>4. Besluit en adviezen bij het eerste tussentijds rapport</b>	<b>57</b>
4.1 Besluit	57
4.2 Adviezen	61
4.2.1 Uitwerken van regelgeving en beleidsinstrumenten afgestemd op de praktijk en de specifieke scholenbouw context	61
4.2.2 Aandachtspunten voor toekomstige pilootprojecten	61

4.2.3	Extra criteria voor (toekomstige) pilootprojecten en energieprestatieregelgeving	62
4.2.4	Inzetten op sensibiliseren, kennisopbouw en innovatie met betrekking tot energiezuinige scholenbouw	62
4.2.5	Voorzien van een ondersteunend beleid naar ontwerp- en nazorgfase	63
4.2.6	Binnen het zeer energiezuinig bouwen is een extra focus op de typologie 'scholen' nodig	63
4.2.7	Blijvend inzetten op beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking	63
<b>5.</b>	<b>Bijlages</b>	<b>64</b>
<b>6.</b>	<b>Referenties</b>	<b>74</b>

## 0. Leeswijzer

In 2007 lanceerde de Vlaamse Regering het Pilotproject Passiefscholen. Door in te zetten op voorloperprojecten wenste de Vlaamse Regering toen te anticiperen op toekomstige verstrengde energieregeling.

De doelstelling van dit pilotproject was te sensibiliseren tot zeer energiezuinig bouwen en lessen te trekken uit de toepasbaarheid van passiefbouw voor schoolgebouwen.

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 pilotproject op te volgen, bepaalde zaken te evalueren, en jaarlijks te rapporteren aan de Vlaamse Regering.

In 2015 werd er een eerste rapport geschreven, Bilan 2015. In Bilan 2015 vindt u meer informatie over de historiek van het project, het procesverloop, andere studies en het communicatieplan.

Het tweede rapport, Bilan 2016-2017, gaf een overzicht van de resultaten volgens de beschikbare data op 31 augustus 2017. Het derde rapport voor, Bilan 2018-2019, gaf een overzicht van de resultaten volgens de beschikbare data op 31 augustus 2019.

Vandaag stellen we u het eindrapport voor.

In dit bilan geven we een laatste update van de gegevens die we bij de opvolging van de projecten hebben gedetecteerd.

Voor achtergrondinformatie rond passiefscholen, de beleidscontext, historiek en procesverloop van het pilotproject verwijzen we naar het eerste en tweede rapport.

In **hoofdstuk 1** lichten we de definitie van passief bouwen toe.

In **hoofdstuk 2** geven we een overzicht van de pilotscholen.

In **hoofdstuk 3** lichten we de behaalde resultaten van de deelnemende projecten toe en gaan we dieper in op de onderzoeksvragen opgenomen in het besluit van de Vlaamse Regering. Bijkomend formuleren we nog een aantal vragen, en verwerken we de inzichten uit de cases. Deze onderzoeksvragen peilen enerzijds naar het effect op de werkingsmiddelen van de betrokken instellingen (energieboekhouding) en anderzijds naar de meerkost per m<sup>2</sup> die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefstandaard, de mogelijke meerwaarde van extra maatregelen inzake duurzame energie en het gebruik van duurzame materialen. Ook wordt er stil gestaan bij wat het bouwen volgens de passiefstandaard betekent voor een schoolgebouw; de meerwaarde van het pilotproject en de meerwaarde van het bouwen volgens de passiefstandaard.

Met een besluit en aan de hand van een aantal adviezen in **hoofdstuk 4** beëindigen we dit eindrapport

**Hoofdstuk 5** omvat de bijlagen en **hoofdstuk 6** een korte bronverwijzing.

# 1. Inleiding

## 1.1 Wat is een Passiefschool

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 H1-01.Principes Trias Energetica internationaal geïntroduceerd door Lysen E. (1996) Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu



Bij een passiefschool ligt de focus voornamelijk op stap 1. In de winter moeten de warmteverliezen minimaal zijn en de warmtewinsten maximaal. In de zomer moet men dan vooral oververhitting en actieve koeling vermijden. Dit verkrijgt men door tijdens de ontwerpfase in te zetten op passieve strategieën zoals het beperken van transmissie- en ventilatieverliezen door compact en luchtdicht bouwen en isoleren, het benutten van passieve warmtewinsten door overdachte plaatsing van ramen en energieberekeningen, het vermijden van oververhitting door zonnewering en het gebruik van thermische massa.

Deze vuistregel vraagt dus een weldoordacht geïntegreerd ontwerpproces, een zoektocht naar een evenwichtige balans tussen warmteverliezen en warmtewinsten. Je kan het vergelijken met een gezonde logica die je zelf toepast om het in de winter warm te houden en in de zomer koel. In de algemene brochure Passiefscholen van AGION<sup>1</sup> lichten we deze ontwerpprincipes als volgt toe:

<sup>1</sup> AGION (2012), Algemene folder Pilotproject Passiefscholen, Brussel: AGION, [www.agion.be/pilotproject-passiefscholen](http://www.agion.be/pilotproject-passiefscholen)

- In de winter koelen jouw neus en vingers het snelst af doordat ze een groot uitwisselingsoppervlak hebben in relatie tot hun volume. Het dragen van wanten is een betere remedie tegen koude vingers dan het dragen van handschoenen = beperk het warmteverliesoppervlak door te kiezen voor een compacte bouwvorm zonder al te veel hoeken en kanten.
- In de winter doe je tegen de kou een warme trui aan. Daardoor behoud je eenvoudiger jouw lichaamswarmte = beperking van de transmissieverliezen door te isoleren.
- Je beschermt je tegen koude wind door een winddichte maar ademende jas over de dikke trui aan te doen. Zo verkrijgt je dat de warme lucht ook bij wind in de trui blijft stilstaan en dus blijft isoleren = alleen wind- en luchtdicht geplaatste isolatie, werkt (goed).
- Je sluit kieren af waarlangs warmte weg of koude binnen kan maar je zorgt tegelijk voor een goede verluchting = ventilatieverliezen beperken door luchtdicht te bouwen met aandacht voor gecontroleerde ventilatie. Het ventileren in een passief gebouw gebeurt op een energiezuinige manier door de warmte van de verontreinigde afgevoerde lucht te recupereren via de mechanische comfortventilatie (of ook balansventilatie met warmterecuperatie genoemd).
- Je draagt een muts en een sjaal zodat je niet afkoelt langs deze kleine blootgestelde plekken = koudebruggen beperken door zorgvuldige detaillering van alle bouwknopen.
- Je laadt jezelf op door je gezicht naar het winterzonnetje te richten = benutten van zonnewinsten door goed georiënteerde vensters met optimale glaskwaliteit.
- Op een hete zomerdag zal je eerder een plek in de schaduw verkiezen = overdosis zon vermijden/ oververhitting voorkomen door een doordachte plaatsing van ramen en een externe (geïntegreerde) zonnewering.
- Tijdens warme zomerdagen vermijd je best zware fysieke inspanningen waarbij je zelf veel warmte produceert. In de winter loop je al eens een rondje op het perron om jezelf op te warmen = overdacht interne warmtewinsten door warmteproductie van personen en verlichting, pc's en andere apparaten in rekening brengen.
- Je geniet van een licht zomerbriesje dat jouw lichaam afkoelt = passieve koeling door nachtventilatie en voldoende thermische massa te verzekeren.

Om te kunnen voldoen aan de passiefstandaard moet men vanaf het ontwerpproces tot de oplevering en ingebruikname met de nodige deskundigheid een synergie zoeken tussen de warmtewinsten en -verliezen. Dit wordt mogelijk gemaakt door een hoge thermische isolatie, zonder koudebruggen en met weinig infiltratie en door bewust passieve warmtewinsten en passieve koeling te integreren. Op deze manier kan men de energievraag van het gebouw tot een minimum beperken en een comfortabel binnenklimaat in de zomer en de winter voorzien.

Het Duitse Passiefhuis Instituut heeft drie internationaal geldende criteria voor de passiefstandaard geformuleerd:

1. netto-energiebehoefte voor verwarming  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{jaar}$  (o.b.v. PHPP-berekening<sup>2</sup>)
2. luchtdichtheid  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$  (o.b.v. een luchtdichtheidsmeting)
3. temperatuuroverschrijdingsfrequentie boven  $25^\circ\text{C} \leq 5\%$

Hierbij is de netto-energiebehoefte 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 geeft een beeld van de warmtevraag onder standaard gebruikscondities en binnen vastgelegde randvoorwaarden van binnentemperatuur, bezettingsgraad, etc.

De maximale luchtdichtheid zorgt voor de beperking van de warmteverliezen en geeft een beeld van hoeveel luchtwisselingen over een uur naar buiten gaan langs kieren van een gebouw, bij over- en onderdruk van 50 pascal. De gemiddelde luchtdichtheid bij een standaardwoning is  $7,2 \text{ h}^{-1}$ , bij een gebouw volgens passiefstandaard is dit  $0,6 \text{ h}^{-1}$ .

De maximale maatstaf naar oververhitting garandeert een goed zomercomfort.

<sup>2</sup> Zie bijlage 01 Terminologie



Voor de scholen in het pilootproject Passiefscholen werden eigen criteria vastgelegd. Het Vlaams Parlement heeft deze criteria vastgelegd in het **decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen**.

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

Het E-peil is een maat voor de energieprestatie van een gebouw met zijn vaste installaties in standaardomstandigheden. Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger het gebouw 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. Waar de definiëring van een passiefgebouw zich richt op de eerste stap van de Trias Energetica 'Beperk de energievraag', neemt het E-peil ook stap 2 in rekening 'Gebruik Duurzame Energie'. Het E-peil geeft een maat voor het energieverbruik. Zo wordt voor de passiefstandaard de installatie van zonnepanelen niet in rekening gebracht waar dit bij de berekening van het E-peil wel gebeurt.

---

<sup>3</sup> Art. 13 bis en art. 17, par. 3 van de Wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, zoals gewijzigd door het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen (B.S. 2008-01-25)."

## 2. Overzicht van de projecten

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de 19 pilootprojecten.

### 2.1 De passiefschool projecten

#### 2.1.1 Stand van zaken

De scholen uit het pilootproject zijn alle 19 in gebruik, waarvan acht DBFM-projecten Scholen van Morgen. Hiervan ontvingen 17 scholen het certificaat waaruit blijkt dat ze voldoen aan de criteria 'passiefstandaard'. Eén school werd gedeeltelijk gecertificeerd. Voor één school is de certificering – door problemen met de aannemer - nog niet afgerond.

#### 2.1.2 Een overzicht

De oorspronkelijke infrastructuur van de geselecteerde pilootscholen werd in belangrijke mate gekenmerkt door veroudering en/of capaciteitsproblemen. Verwarming via een stookolieketel was voor de meeste scholen standaard. De bouwfysische condities waren vaak ondermaats. Zo kregen de oude schoolgebouwen van onze pilootscholen te kampen met de gevolgen van verouderd schrijnwerk, stabiliteitsproblemen in bepaalde zones, uitgeleefde containerklassen, enzovoort.

## Antwerpen

### GO! De Scheepvaartschool - Cenflumarin

#### Schoolgegevens

Adres	Gloriantlaan 75, 2050 Antwerpen
Gemeente	Antwerpen
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	GO! Scholengroep 1 Antwerpen Antigon
Onderwijsnet	GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap
Onderwijstype	Secundair onderwijs (TSO-BSO) (school voor maritieme opleiding)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

#### Bouwprogramma

De Scheepvaartschool Cenflumarin verhuist naar de GO! Watercampus in Antwerpen Linkeroever. De nieuwbouw voorziet in een administratieve vleugel, leslokalen voor algemene en nautische vakken, werkplaatsen en een auditorium. Daarnaast komt er een toegangsweg voor langzaam verkeer, een open en overdekte speelplaats en een fietsenstalling.

#### Status project

Start bouwwerken	mei 2014
Ingebruikname	november 2015
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.863
E-peil	53
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	15,23
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	3,53
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,60
Compactheidsgraad	2,6
K-peil	21
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1573,99



© AGION

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compacte passiefbouw in beton en metselwerk, gespoten rubber coating als innovatieve luchtdichting.
- Passieve koeling via hybride nachtventilatie en thermische massa, opengaande ramen, screens met overrule en regeling per oriëntatie.
- Passieve warmtewinsten, verwarming via ventilatie en radiatoren.
- Centrale mechanische ventilatie met warmtewiel en VAV-box gekoppeld aan CO<sub>2</sub>- en kloksturing.
- Lichtstudie, efficiënte lichtarmaturen, lichtsturing via afwezigheidsdetectie.
- Focus op duurzaam en onderhoudsvriendelijk ontwerp door een minimum aan technische maatregelen en de keuze van materialen en uitvoering.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	De Bouwerij - AUPA	
studiebureaus	UTIL Struktuurstudies cvba	stabiliteit
	Cenergie	technieken
	D2S International	akoestiek
uitvoerders	THV Strabag - Zublin	

## Anzegem

### Vrije Basisschool Anzegem 'De Goede Basis' - afdeling De Verrekijker

#### Schoolgegevens

Adres	Blaarhoekstraat 5, 8570 Gijzelbrechtegem
Gemeente	Anzegem (Gijzelbrechtegem)
Provincie	West-Vlaanderen
Inrichtende macht	vzw Katholiek Onderwijs Sint-Jan
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	vzw Katholiek Onderwijs Sint-Jan

#### Bouwprogramma

De nieuwbouw bestaat uit een hoofdgebouw met leslokalen over twee verdiepingen en een onderdakse polyvalente ruimte en twee gelijkvloerse voorgebouwen (bureau en leraarskamer en refter) die loodrecht op het hoofdgebouw staan. Een overdekte buitenruimte verbindt de drie blokken. Rond het schoolgebouw is een fietsenbergplaats en speelplaats aangelegd.

#### Status project

Start bouwwerken	juni 2012
Ingebruikname	september 2014
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	1.772,55
E-peil	45
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	10,85
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	6,07
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50
Compactheidsgraad	2,03
K-peil	14
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.151,87



© AGION

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compacte massiefbouw met supergeïsoleerde, luchtdichte bouwschil.
- Inzetten van innovatieve snelle prefab bouwsystemen en duurzame lokale materialen zoals metselwerk en dakpannen.
- Passieve koeling door mechanische nachtventilatie en betonnen wanden als thermische massa.
- Verwarming via mechanische balansventilatie met naverwarmingsbatterijen + extra radiator in directielokaal.
- Hoogrendementsarmaturen, bewegings- en aanwezigheidsdetectie beperken het energieverbruik voor de verlichting.
- Inzetten van hernieuwbare energie door warmtepomp, zonneboiler en fotovoltaïsche zonnepanelen.
- Gebruik van regenwater voor toiletten en urinoirs.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	Architectenbureau Mas	
studiebureaus	Melanie Pijpaert	EPB-EPC-EAP
	Moens Enigeering nv	technieken
uitvoerders	B&R	ruwbouw
	Vandewalle nv	HVAC & sanitair
	Vanden Berghe	elektriciteit

### *Schoolgegevens*

Adres	Stoepestraat 40, 9960 Assenede
Gemeente	Assenede
Provincie	Oost-Vlaanderen
Inrichtende macht	Provincie Oost-Vlaanderen
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstypen	Buitengewoon Basisonderwijs
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

### *Bouwprogramma*

De Provinciale School voor Buitengewoon Lager Onderwijs De Zeppelin was gevestigd in gehuurde gebouwen op gronden van de gemeente Zelzate. In het nabijgelegen Assenede wordt een volledig nieuwe school gebouwd, met alle noodzakelijke infrastructuur voor een autonome campus voor het buitengewoon basisonderwijs. De nieuwbouw omvat twee compacte gebouwen gekoppeld met een overdekte speelplaats. Het ene gebouw omvat de administratie, directie en klaslokalen van de school. Het tweede gebouw omvat de turnzaal met kleedkamers, refter, kinelokaal en muzieklokaal. Dit gebouw kan ook apart ter beschikking van derden worden gesteld.

### *Status project*

Start bouwwerken	december 2014
Ingebruikname	mei 2016
Status certificatie	gecertificeerd

### *Gebouwgegevens*

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	2.504
E-peil	49
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	14,06
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	9,09
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,60
Compactheidsgraad	2,42
K-peil	18,5
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1558,78



© Sepp van Dunn

### *Toegepaste technieken & maatregelen*

- Massiefbouw met een draagstructuur in kalkzandsteen en beton
- Noord-zuid oriëntatie voor maximaal gebruik van zonnewinsten
- Nachtventilatie door gemotoriseerde kipramen en de extractor van de luchtgroep
- Oververhitting voorkomen door vaste luifels
- Energiezuinige verlichting

### *Ontwerp & uitvoering*

architect	De Bouwerij - AUPA	
studiebureaus	Cenergie	
uitvoerders	THV Jan De Nul - Van Laere	Jan De Nul

## Bilzen

### Vrije Basisschool 't Piepelke - School met de Bijbel

#### Schoolgegevens

Adres	Vlinderhof 1, 3740 Bilzen
Gemeente	Bilzen
Provincie	Limburg
Inrichtende macht	vzw School met de Bijbel Bilzen
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	vzw School met de Bijbel Bilzen

#### Bouwprogramma

De nieuwbouwschool omvat drie kleuterklassen, zes klassen voor de lagere school, een zorgklas, een leraarskamer, een directielokaal, een secretariaat, een grote polyvalente zaal (turnzaal) en een kleine polyvalente zaal (refter) met twee kleedkamers en twee lokalen voor de buurtwerking. De stad Bilzen zorgt voor het openstellen van de turnzaal na de schooltijd.

#### Status project

Start bouwwerken	november 2011
Ingebruikname	september 2013
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

	klassen	turnzaal
Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	964	447
E-peil	38	-
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	12,52	10,71
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	9,08	10,12
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,30	0,20
Compactheidsgraad	2,11	1,72
K-peil	14	15
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.306,01	



© LAVA architecten cvba

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Het ontwerp staat volledig in het teken van passief bouwen: compactheid, optimale oriëntatie, goede isolatie van de gebouwschil, CO<sub>2</sub>-gestuurde balansventilatie, zeer performante luchtdichtheid, zonnewering, gebruik van thermische massa en freecooling, daglichtsturing en PV-installatie.
- Passief bouwen rendeert extra voor een school met naschools gebruik. De constantere bezetting zorgt immers voor minder grote temperatuurschommelingen, waardoor actief verwarmen minder snel nodig zal zijn.
- Het energieverbruik zal opgevolgd worden via een monitoring-systeem en vergeleken worden met het vroegere verbruik en kosten.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	LAVA architecten cvba	
studiebureaus	JC engineering	technieken - PHPP - EPB
	AB associates	stabiliteit
uitvoerders	ELTI bouw / MEEUSA nv	ruwbouw & binnenafwerking
	IVV technieken	HVAC & sanitair
	Electro Geukens	elektriciteit



## Bocholt

### Basisschool De Boomhut Lozen

#### Schoolgegevens

Adres	Hamonterweg 136, 3950 Bocholt
Gemeente	Bocholt (Lozen)
Provincie	Limburg
Inrichtende macht	Katholiek Basisonderwijs Lozen vzw
Onderwijsnet	GesubsidieerdVrij Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	Katholiek Basisonderwijs Lozen vzw

#### Bouwprogramma

Het nieuwbouwproject omvat drie gebouwen: een kleuterschool en een lagere school met de klassen geschakeld rondom multifunctionele ruimtes, beide passief. Het derde gebouw is het gemeenschapshuis met turnzaal, kleedruimtes, eetzaal, keuken en bergingen die aan de E70-norm zal voldoen.

#### Status project

Start bouwwerken	juni 2011
Ingebruikname	februari 2013
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

	kleuter	lager
Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	412,26	1.054,17
E-peil	52	50
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	16,63	12,30
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,12	5,06
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50	0,50
Compactheidsgraad	1,57	1,72
K-peil	18	19
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.538,71	



© LAVA architecten cvba

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Massief-passief: vloeren, plafonds, wanden in beton gecombineerd met vliesgevel.
- Balansventilatie met warmtewisselaar, plaatselijk radiatoren voor bijverwarming. Passieve koeling door thermische massa en nachtkoeling.
- Een brede parkschool in het hart van het dorp. Het ontwerp zet een optimaal en breed gebruik centraal, zowel qua visie, architectuur en gebouwinrichting.
- Duurzaam op verschillende niveaus: passief, brede multifunctionaliteit, restauratie bestaand erfgoed, optimale verlichting, energiemonitoring, CO<sub>2</sub>-sturing, hergebruik regenwater, duurzame materialen en groendaken.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	LAVA architecten cvba	
studiebureaus	RCR	technieken en PHPP
	DRM bvba	EPB & veiligheidscoördinatie
	AB assosates	stabiliteit
uitvoerders	Houben nv	

### Schoolgegevens

Adres	Rijksweg 454, 3650 Dilsen-Stokkem
Gemeente	Dilsen-Stokkem
Provincie	Limburg
Inrichtende macht	Gemeentebestuur Dilsen-Stokkem
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	Buitengewoon secundair onderwijs (type 1, 3 & 9)
Bouwheer	Gemeentebestuur Dilsen-Stokkem

### Bouwprogramma

Het project vervangt een aantal uitgeleefde gebouwen die op verspreide locaties lagen. Het brengt de lokalen samen in één nieuwbouw die bestaat uit een voor- en een achterbouw. De voorbouw huisvest administratieve lokalen voor directie en personeel, leslokalen, werkhallen voor hout- en metaalbewerking, technische lokalen en kleedruimtes. In de achterbouw is er een werkhal schilderen en bouw voorzien, kleedruimtes, een sanitair blok, een refter en een keuken.

### Status project

Start bouwwerken	november 2013
Ingebruikname	september 2015
Status certificatie	gecertificeerd

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	5911.80	
	voor- bouw	achter- bouw
E-peil	50	51
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	11,13	15,05
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	5,32	2,37
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,25	0,21
Compactheidsgraad	2,92	2,72
K-peil	18	14
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.147,77	



© AGION

### Toegepaste technieken & maatregelen

- Maximale keuze van lokale en duurzame materialen: beton, baksteen, pannen.
- De zware, inerte constructie is enerzijds een prima warmtegeleider en zorgt anderzijds voor de nodige koelte in de zomer.
- Flexibiliteit van de inrichting; binnenscheidingswanden in gyproc.
- Eenvoudig rechthoekige volumes drukken de bouwkost.
- Eenvoudige afwerkingen als zichtbeton en polybeton.
- Doorgedreven gebruik van regenwater.

### Ontwerp & uitvoering

architect	architect Tony Hoeven	architectenburo Baeten Peter bvba
studiebureaus	Infinum	passief
	MB Consult	EPB
	Studiebureau Heedfeld nv	technieken
	Studieburo J. Urlings	stabiliteit
uitvoerders	Houben/Cordeel TV	bouwwerken
	Keysers NV	HVAC en sanitaire installaties
	CKS bvba	elektriciteit



## Etterbeek

### Basisschool Koninklijk Atheneum Etterbeek

#### Schoolgegevens

Adres	Edmond Mesenlaan 2, 1040 Etterbeek
Gemeente	Etterbeek
Provincie	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Inrichtende macht	GO! Scholengroep Brussel
Onderwijsnet	GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap

#### Bouwprogramma

De nieuwbouw kleuterschool vervangt drie afgeleefde paviljoenen door een compact gebouw op twee lagen. Het gebouw omvat 10 klassen in L-vorm rond een polyvalente ruimte. De klassen zijn per twee geclusterd rond een gezamenlijke inkom en sanitair. Een nieuwe kleuterspeelplaats wordt aangelegd met amfitheater en groenzone met speelheuvels.

#### Status project

Start bouwwerken	oktober 2010
Ingebruikname	november 2012
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwegegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	1.071
E-peil	38
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,92
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	7,94
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50
Compactheidsgraad	2,2
K-peil	18
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.421,62



© evr-Architecten bvba

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compact ontwerp, goede zonering, doordachte oriëntatie en inplanting en supergeïsoleerde bouwschil. Massiefbouw (buitenwanden in cellenbetonblokken van 48 cm, binnenwanden in silicaatsteen) met houten dakconstructie.
- Passieve koeling door isolatie en beschaduwing, zomerbypass op luchtgroep en mechanische nachtkoeling.
- Verwarming via mechanische balansventilatie met warmterecuperatie (warmtewiel) en warmwater batterijen, indien nodig. Vloerverwarming in polyvalente zaal.
- Optimale daglichttoetreding door voldoende grote ramen en doordachte plaatsing. Beperken van kunstmatige verlichting door daglichtsturing en afwezigheidsdetectie.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	evr-Architecten bvba	
studiebureaus	3E	dynamische simulaties & EPB
	Istema	technieken
	Fraeye & Partners	stabiliteit
uitvoerders	nv Postelmans-Frederix	

## Groot-Bijgaarden

### Don Bosco Instituut ASO-TSO-BSO & EG

#### Schoolgegevens

Adres	Brusselstraat 285, 1702 Groot-Bijgaarden
Gemeente	Groot-Bijgaarden
Provincie	Vlaams-Brabant
Inrichtende macht	vzw Don Bosco Onderwijscentrum
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Secundair onderwijs (ASO-TSO-BSO)
Bouwheer	vzw Don Bosco Onderwijscentrum

#### Bouwprogramma

De passieve nieuwbouw bestaat uit praktijk- en vaklokalen voor de afdelingen sociale & technische wetenschappen en voeding-verzorging, een polyvalente zaal, vergaderruimte, technische lokalen en een openleercentrum.

De praktijklokalen voor de lessen voeding en wetenschappen kunnen uitgerust worden met energiezuinige kooktoestellen, warmtewisselaars op de afvoer van de dampkappen, waterboilers op zonne-energie, enz. Voor de afdeling verzorging worden er kamers gebouwd die diverse toestanden van thuissituaties nabootsen. Deze units kunnen ook als voorbeeld dienen voor rationeel energieverbruik in het gewone leven.

#### Status project

Start bouwwerken	september 2012
Ingebruikname	januari 2015
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	2.176,16
E-peil	27
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	14,09
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	0,21
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,5
Compactheidsgraad	3,16
K-peil	16
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.418,94



© Sepp van Dunn

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- De hoge isolatiegraad van het gebouw.
- De zuidkant en de noordkant van het gebouw hebben elk een afzonderlijke luchtgroep.
- Het efficiënte verlichtingssysteem met armatuurspecificatie, montagehoogte en aanwezigheids- en daglichtdimming
- Een volledig automatisch gebouwbeheersysteem voor de hele elektrische en HVAC-installatie.

#### Ontwerp & uitvoering

architect	Architectenbureau J. Herzeel bvba	
studiebureau	Cenergie cvba	
uitvoerders	Deroo Construct	

**Heusden-Zolder**  
**CVO De Verdieping**

**Schoolgegevens**

Adres	Schachtplein 1, 3550 Heusden-Zolder
Gemeente	Heusden-Zolder
Provincie	Limburg
Inrichtende macht	Gemeentebestuur Heusden-Zolder
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	Volwassenenonderwijs
Bouwheer	Gemeentebestuur Heusden-Zolder

**Bouwprogramma**

Het passiefgebouw is een nieuwbouw en uitbreiding van het voormalige ophaalmachinegebouw op het mijnterrein van Heusden-Zolder. Het ophaalmachinegebouw wordt gerestaureerd (niet passief). Het nieuwe passiefgebouw omvat een school voor volwassenenonderwijs met een brede waaier aan specifieke lokalen: modeklassen, klassen voor tuinontwerp, fotostudio's, drie uitgeruste kookklassen, een elektrisch labo, een aantal taal-en computerklassen en een openleercentrum.

**Status project**

Start bouwwerken	november 2012
Ingebruikname	maart 2015
Status certificatie	gecertificeerd

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	5.147,25
E-peil	45
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	12,71
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	3,4
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,60
Compactheidsgraad	3,39
K-peil	16
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.478,89



© Griet Janssens

**Toegepaste technieken & maatregelen**

- Een kwalitatief geïntegreerd ontwerpproces. Masterplan met herbestemming van onroerend erfgoed, en sterke synergie tussen oud en nieuw.
- Zeer compact ontwerp, doordachte inplanting en supergeïsoleerde bouwschil. Combibouw, betonnen skeletstructuur en houten invulwanden.
- Decentrale mechanische ventilatie met warmtewiel en Variabele Volume box (VAV-box) gekoppeld aan CO<sub>2</sub>-meting.
- Actieve koeling en verwarming door koeling/verwarming van ventilatielucht met per ruimte een omkeerbare waterwarmtepomp, een warmtenet en temperatuursensoren per ruimte. Freecooling in het tussenseizoen.
- Centrale reverseerbare lucht-water warmtepomp, zonnepanelen.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	TV AAQ	(Axis cvba, Arat, Q-BUS Architectenbureau bvba)
studiebureaus	3E	begeleiding passiefbouw
	BTA ingenierus	stabiliteit
	DBA Consult	akoestiek
uitvoerders	TV Vanderstraeten, Houben, Monument Vandekerckhove	

## Kalmthout

### Vrije Basisschool Zonnekind

#### Schoolgegevens

Adres	Zonnekinddreef 2, 2920 Kalmthout
Gemeente	Kalmthout
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	vzw Basisschool Zonnekind
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	vzw Basisschool Zonnekind

#### Bouwprogramma

De nieuwbouw omvat op het gelijkvloers drie kleuterklassen en een instapklas: per twee geschakeld rond een toegangssas en sanitaire voorzieningen. Op de verdieping bevinden zich de klas voor het eerste leerjaar, de refter en een open polyvalente ruimte. Er komt ook een nieuwe speelplaats met een luifel, een buitenberging en een nieuwe fietsenstalling.

#### Status project

Start bouwwerken	september 2012
Ingebruikname	november 2013
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	750
E-peil	49
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,34
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	2,01
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50
Compactheidsgraad	1,93
K-peil	13
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.650,13



© AGION

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compact ontwerp met bewuste oriëntatie voor benutting van passieve zonnewinsten. Combibouw, betonnen skeletstructuur, goed geïsoleerde houten prefab invulwanden. Thermische massa, d.m.v. betonnen vloeren, plafonds en draagstructuur.
- Passieve zomercomfortstrategie door: goede isolatie van de buitenschil en plaatsing van luifel en scherm; koelen van verse lucht door aanzuiging via grondbuizen; mechanische nachtkoeling
- Gebruik van regenwater voor toiletten
- Wintercomfort: met voorverwarmde lucht via grondbuis; door verwarmingsbatterijen op de ventilatielucht; aangestuurd door één centrale ruimtetemperatuurvoeler; mechanische balansventilatie met warmte- en vochtrecuperatie, met kloksturing.
- Daglichttoetreding door voldoende grote ramen

#### Ontwerp & uitvoering

architect	B-architecten bvba	
studiebureaus	Gebotec bvba	passief
	Studiebureau Mouton	
	Daidaloz-Peutz	akoestiek
uitvoerders	DCA nv Beerse	

## Kruisem<sup>4</sup>

### Gemeenteschool "De Weide Wereld"

#### Schoolgegevens

Adres	Passionistenstraat 25, 9770 Kruisem
Gemeente	Kruisem
Provincie	Oost-Vlaanderen
Inrichtende macht	Gemeentebestuur Kruisem
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	Gemeentebestuur Kruisem

#### Bouwprogramma

De nieuwbouw bestaat uit drie delen. De kleutervleugel omvat vier klassen met mezzanine en berging, slaapklas en sanitair. Op de verdieping zijn er acht lagere school klassen, vier themalokalen en de leraarskamer. In het hart van de school zit de polyvalente zaal (refter) met keuken, turnzaal met kleedkamers en een opvanglokaal. Vooraan liggen de administratieve lokalen.

#### Status project

Start bouwwerken	augustus 2011
Ingebruikname	september 2013
Status certificatie	niet gecertificeerd

#### Gebouwgegevens<sup>5</sup>

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	2455,71
E-peil	n.t.b.
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	n.t.b.
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	n.t.b.
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	n.t.b.
Compactheidsgraad	n.t.b.
K-peil	n.t.b.
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	n.t.b.



© Gemeente Kruisem

#### Ontwerp & uitvoering

architect	Architectuurbureau Dirk Martens	
studiebureaus	CBAM	
uitvoerders	NV Alpas	

<sup>4</sup> Voorheen (tot 31/1/2018): Kruishoutem

<sup>5</sup> We beschikken niet over definitieve gebouwgegevens omdat het project niet is gecertificeerd op het moment van het eindrapport.



**Schoolgegevens**

Adres	Daalkouter 30, 1840 Londerzeel
Gemeente	Londerzeel
Provincie	Vlaams-Brabant
Inrichtende macht	Gemeentebestuur Londerzeel
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	Secundair onderwijs (TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

**Bouwprogramma**

De verouderde containerklassen op de schoolsite maken plaats voor een passieve nieuwbouw, met een centrale eet- en ontmoetingsruimte, een sporthal, een open leercentrum, werkplaatsklassen met instructielokalen, goed uitgeruste, flexibele klaslokalen en directie- en personeelslokalen. Ook de omgevingsaanleg, de fietsenberging en de parking maken deel uit van het bouwprogramma.

**Status project**

Start bouwwerken	maart 2013
Ingebruikname	juli 2014
Status certificatie	gecertificeerd

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	4.395
E-peil	47
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	9,99
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	0,43
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,30
Compactheidsgraad	2,67
K-peil	12
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.393,35



© AGION

**Toegepaste technieken & maatregelen**

- Compact en supergeïsoleerd ontwerp. Massiefbouw. Goede luchtdichtheid door dragende binnenschil in beton.
- Mechanische balansventilatie met warmte- en vochtrecuperatie (omkeerbaar warmtewiel) met CO<sub>2</sub>-sturing. Gemakkelijk gebruik na de schooluren door overdachte zonering (sporthal, administratie, refter, werkplaatsen, verdieping).
- Verwarming via gascondensatieketel met radiatoren in de klassen, ribbenbuizen in de werkplaatsen en ventiloconvectoren in de sporthal.
- Passieve koeling door isolatie, buitenscreens en thermische massa gecombineerd met nachtventilatie.
- Maatregelen als zuinige kranen, daglichtsturing en performante apparaten zorgen voor een verdere beperking van het water- en energiegebruik.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	TEEMA architecten bvba	ontwerp
	Bureau Bouwtechniek	uitvoering
studiebureaus	Cenergie cvba	passiefbouwen
	Johan De Laere	akoestiek
	Herelixka	technieken
	De Munck Pascal bvba	stabiliteit
uitvoerders	MBG	hoofdaannemer
	Nico Terryn bvba	stabiliteit
	Van Brantegem	HVAC
	VMA	elektriciteit

**Mortsel**  
**Campus Oude God**

**Schoolgegevens**

Adres	Mechelsesteenweg - Lusthovenlaan, 2640 Mortsel
Gemeente	Mortsel
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	Stadsbestuur Mortsel
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

**Bouwprogramma**

De nieuwe passiefschool vervangt drie bestaande gemeentelijke basisscholen en integreert ze in het parkgebied "Oude God". Twee van de drie scholen bevonden zich reeds in het gebied Oude God, de derde was in de onmiddellijke omgeving gesitueerd. Het programma is gespreid over drie gebouwen: een lagere school met polyvalente ruimte, een kleuterschool en een sporthal. Tussengebieden creëren elk een eigen sfeer. Het kindvriendelijke ontwerp met toegankelijk groen dak zorgt voor contact tussen kinderen, dieren en tuin, met centraal in openlucht een bioklas.

**Status project - fase 1**

Start bouwwerken	mei 2015
Ingebruikname	oktober 2016
Status certificatie	(deels) gecertificeerd

**Status project - fase 2<sup>7</sup>**

Start bouwwerken	november 2016
Ingebruikname	november 2017
Status certificatie	gecertificeerd

**Gebouwgegevens**

	lager	kleuter
Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.087	2.526
E-peil	42	54
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,28	15,11
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	5,41	5,39
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,60	0,60
Compactheidsgraad	2,59	1,98
K-peil	16	17
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.512.43	



© AGION

**Toegepaste technieken & maatregelen**

- Goede isolatie (K16), zowel in de gevels als de beglazing en de daken.
- In de meeste lokalen vloerverwarming, gecombineerd met condenserende gasketels.
- Daglichttoetreding door grote glasoppervlakken.
- Oververhitting voorkomen door mobiele buitenzonwering aan de ramen op de zonzijde.
- Massieve constructie, klapramen en schouwen voor natuurlijke ventilatie en nachtkoeling.
- Wintercomfort: mechanische ventilatie gebeurt met een vraaggestuurde balansventilatie, via CO<sub>2</sub>-sensoren en ruimtevoelers. Daarbij wordt de warmte van de afgezogen lucht gerecupereerd. Een magneetcontact zorgt ervoor dat het ventilatiedebiet automatisch naar het minimum wordt gebracht.
- Hergebruik regenwater voor de toiletspoeling en het onderhoud van de lokalen.
- Verlichting: fluorescentielampen of spaarlampen, met bewegings- en aanwezigheidsdetectie.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	Crepain Binst Architecture nv	
studiebureaus	VK Engineering	
uitvoerders	THV Juvalho	Vanderstraeten

<sup>6</sup> Lagere school + sporthal – de sporthal werd niet gecertificeerd

<sup>7</sup> kleuterschool

### Schoolgegevens

Adres	Hoogstraat 30, 9700 Oudenaarde
Gemeente	Oudenaarde
Provincie	Oost-Vlaanderen
Inrichtende macht	vzw Katholiek Secundair Onderwijs Oudenaarde (KSOO)
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijsding
Onderwijstype	Secundair onderwijs (ASO-TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

### Bouwprogramma

Het gebouwenpark van deze secundaire school bevatte een aantal gebouwen die allesbehalve energiezuinig waren. Het oude internaatgebouw, centraal gelegen op de campus, werd samen met twee andere aanpalende gebouwen afgebroken en vervangen door een nieuwbouw. De nieuwbouw bestaat uit klas- en vaklokalen, een aula voor 350 personen, een centraal overdekt atrium, sanitair en technische lokalen. Ook werden omgevingswerken uitgevoerd, waaronder een overdekte en een open speelplaats.

### Status project - fase 1

Start bouwwerken	januari 2016
Ingebruikname	februari 2017
Status certificatie	gecertificeerd

### Status project - fase 2

Start bouwwerken	maart 2017
Ingebruikname	juni 2018
Status certificatie	gecertificeerd

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.725 <sup>8</sup>
E-peil	52
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,13
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	3,45
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50
Compactheidsgraad	2,91
K-peil	24
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.555,94



© AGRE

### Toegepaste technieken & maatregelen

- Massiefbouw met een draagstructuur in beton
- Verwarming met condensatieketel – afgifte via radiatoren + via ventilatie
- Ventilatie systeem D, decentraal + opengaande ramen, WTW platenwisselaar, bypassklep, CO<sub>2</sub> sturing + kloksturing
- Oververhitting voorkomen door vaste luifels en externe zonnewering (regeling per oriëntatie). + koelbatterij op ventilatie auditorium
- Energiezuinige verlichting + aanwezigheidsdetectie

### Ontwerp & uitvoering

architect	L&A Architects-Engineers bv bvba	
studiebureaus	E-ster – Istema Ingenieursbureau – Delta Consulting	
uitvoerders	Reynders B&I - Antwerpse Bouwwerken - Valens	Antwerpse Bouwwerken



## Turnhout

### Talentschool Turnhout - Campus Boomgaard

#### Schoolgegevens

Adres	Boomgaardstraat 56, 2300 Turnhout
Gemeente	Turnhout
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	GO! Scholengroep Kempen
Onderwijsnet	GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap
Onderwijstypen	Secundair onderwijs (TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

#### Bouwprogramma

Voor de Talentschool Turnhout Campus Boomgaard wordt een nieuwbouw gerealiseerd volgens de passiefhuisstandaard. Op het gelijkvloers krijgt de hotelafdeling een prominente plaats, naast een polyvalente ruimte die dienst kan doen als overdekte speelplaats, podiumzaal, enz. voor grotere evenementen van de hotelschool én voor activiteiten van de buurt. Op de verdiepingen zijn leslokalen voorzien voor de eerste graad. Daarnaast worden specifieke vaklokalen (techniek, laboratorium, computerlokaal,...) voorzien.

#### Status project

Start bouwwerken	januari 2015
Ingebruikname	juni 2016
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.560
E-peil	49
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,08
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	0,64
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,60
Compactheidsgraad	2,46
K-peil	20
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.575,51



© AGION

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- een dik isolatiepakket, beperking van koudebruggen en ongecontroleerde ventilatie
- het gebruik van passieve zonne- en warmtewinsten
- Passieve koeling door doorgedreven nachtventilatie in combinatie met een hoge thermische massa, zonwering door zowel screens als vaste lamellen
- Een combinatie van daglichtsturing en energiezuinige LED-verlichting.
- Verwarming met condenserende gasketel en radiatoren
- Ventilatie d.m.v. luchtgroepen met warmterecuperatie en CO<sub>2</sub>-gestuurde debieten
- **Ontwerp & uitvoering**

architect	De Bouwerij - AUPa	
studiebureaus	Cenergie	
uitvoerders	THV Juvalho	Hooyberghs

### Schoolgegevens

Adres	Keukeldam 1, 8790 Waregem
Gemeente	Waregem
Provincie	West-Vlaanderen
Inrichtende macht	vzw Katholiek Secundair Onderwijs Waregem-Anzegem-Avelgem
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Secundair onderwijs (ASO-TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

### Bouwprogramma

De bestaande gebouwen op de site van deze secundaire school (ASO, TSO en BSO) waren totaal verouderd en voldeden niet meer aan de huidige veiligheidseisen. Twee verouderde gebouwen zijn afgebroken en vervangen door een schoolgebouw met acht klaslokalen, vier PC-klassen, één kantoorklas, vergaderruimtes, een aula en administratieve lokalen. Aan de overzijde van de Keukeldam ligt een tweede gebouw met een refter, een keuken en een fietsenstalplaats. Dit tweede gebouw is niet passief.

### Status project

Start bouwwerken	december 2014
Ingebruikname	juli 2016
Status certificatie	gecertificeerd

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.136
E-peil	48
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	11,93
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	1,48.
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,4
Compactheidsgraad	2,72
K-peil	18
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.482,08



© AGION

### Toegepaste technieken & maatregelen

- Massiefbouw met een draagstructuur in kalkzandsteen en beton
- Noordoost-zuidwest oriëntatie voor maximaal gebruik van zonnewinsten
- Nachtventilatie door gemotoriseerde kipramen en de extractor van de luchtgroep
- Oververhitting voorkomen door vaste luifels en automatisch gestuurde zonnewering. (Er werd een beperkte dynamische simulatie uitgevoerd)
- Energiezuinige verlichting

### Ontwerp & uitvoering

architect	L&A Architects-Engineers bv bvba	
studiebureaus	E-ster	
uitvoerders	Reynders B&I - Antwerpse Bouwwerken - Valens	Antwerpse Bouwwerken

**Wuustwezel**  
**Vrije Basisschool Sterbos**

**Schoolgegevens**

Adres	Molenheide 1, 2990 Wuustwezel
Gemeente	Wuustwezel
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	Schoolbestuur Sterbos voor Opvoeding en Onderwijs vzw
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Basisonderwijs
Bouwheer	Schoolbestuur Sterbos voor Opvoeding en Onderwijs vzw

**Bouwprogramma**

De nieuwbouw vervangt een tot op de draad versleten schoolgebouw. De lagere school omvat tien klassen, werkruimten, administratieve lokalen, bergruimte en sanitair. Het nieuwe gebouw biedt aan 170 leerlingen een nieuwe leeromgeving.

**Status project**

Start bouwwerken	februari 2012
Ingebruikname	april 2013
Status certificatie	gecertificeerd



© AGION

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	1.225
E-peil	35
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	12,96
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	1,93
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,40
Compactheidsgraad	2,3
K-peil	13
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.614,79

**Toegepaste technieken & maatregelen**

- Compact massief gebouw met optimale oriëntatie, performante gebouwschil en kwalitatieve uitvoeringsdetails.
- Verwarming via vraaggestuurd ventilatiesysteem (via sensor per ruimte) met warmterecuperatie en grondwarmtewisselaar. Zomercomfort via gebruik van thermische massa, automatisch gestuurde zonnewering en freecooling. Inzet van alternatieve systemen zowel voor verwarming, koeling als energieproductie: grondbuis, warmtepomp, bodemwarmtewisselaar en zonnepanelen.
- Zeer energiezuinig verlichtingsstelsel (LED), daglichtsturing en aanwezigheidsdetectie, gebruik van streekgebonden materialen, regenwaterrecuperatie en PV-panelen. Regenwaterrecyclage voor de spoeling van toiletten en urinoirs.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	ArchitectuurGroep Oosthoven bvba	
studiebureaus	Greesa bvba	PHPP & EPB
	DWE bvba	technieken
	At. Ir. J. Blockx bvba	stabiliteit
uitvoerders	Vanhout.pro nv	

**Zandhoven**  
**Leefschool 't Zandhofje**

**Schoolgegevens**

Adres	Liersebaan 51, 2240 Zandhoven
Gemeente	Zandhoven
Provincie	Antwerpen
Inrichtende macht	GO! Scholengroep Agora
Onderwijsnet	GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap
Onderwijstypen	Secundair onderwijs (TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

**Bouwprogramma**

Oude paviljoenen worden vervangen door een nieuwbouw die voorziet in klaslokalen, een refter en een polyvalente ruimte die ook dienst doet als turnzaal, alsook de nodige administratieve, technische ruimtes en omgevingsaanleg. De nieuwbouw wordt geïntegreerd in de prachtige, groene omgeving.

**Status project**

Start bouwwerken	augustus 2014
Ingebruikname	november 2015
Status certificatie	gecertificeerd

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	2.232
E-peil	52
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,93
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	0,96
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,32
Compactheidsgraad	2,53
K-peil	17
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.574,02



© AGRE

**Toegepaste technieken & maatregelen**

- Een kwalitatief geïntegreerd ontwerpproces. Masterplan met herbestemming van onroerend erfgoed, en sterke synergie tussen oud en nieuw.
- Zeer compact ontwerp, doordachte inplanting en supergeïsoleerde bouwschil. Combibouw, betonnen skeletstructuur en houten invulwanden.
- Decentrale mechanische ventilatie met warmtewiel en VAV-box gekoppeld aan CO<sub>2</sub>-meting.
- Actieve koeling en verwarming door koeling/verwarming van ventilatielucht met per ruimte een omkeerbare waterwarmtepomp, een warmtenet en temperatuursensoren per ruimte. Freecooling in het tussenseizoen.
- Centrale reversibele lucht-water warmtepomp.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	A33 architecten bv-cvba	
studiebureaus	Ingenium nv	technieken
	Daidalos Peutz	passief
	Delta Consulting bvba	stabiliteit
uitvoerders	D2S International	akoestiek
	THV Juvalho	Vanderstraeten

### Schoolgegevens

Adres	Sint-Niklaasstraat 22, 8500 Zwevegem
Gemeente	Zwevegem
Provincie	West-Vlaanderen
Inrichtende macht	RHIZO Katholieke Scholengroep
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstype	Secundair onderwijs (ASO-TSO-BSO)
Bouwheer	RHIZO Katholieke Scholengroep

### Bouwprogramma

De campus breidt uit met een nieuwbouvvleugel vlakbij de ingang van de school. Naast bijkomende klaslokalen en administratieve ruimtes, heeft het nieuwe passiefgebouw ook lokalen voor natuurwetenschappen en chemie-labokalen met zuurkast en chemische opslagplaats.

### Status project

Start bouwwerken	september 2011
Ingebruikname	mei 2013
Status certificatie	gecertificeerd

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	1441
E-peil	53
Energievraag verwarming (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	13,22
Energievraag koeling (kWh/m <sup>2</sup> /jaar)	0,97
Luchtdichtheid (n <sub>50</sub> )	0,50
Compactheidsgraad	1,71
K-peil	17
Kostprijs (EUR/m <sup>2</sup> )	1.158,00



© AGION

### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compacte massiefbouw; betonskeletstructuur, invulwanden en welsels in zichtbeton.
- Verwarming via ventilatiesysteem en luchtverwarmingsbatterijen. Centrale frequentiegestuurde CO<sub>2</sub>-sturing. Gebruik van twee luchtgroepen bevordert gebruik door derden.
- Zomercomfort door gestuurde zonnellamellen, warmtewisselaar met by-pass en mechanische nachtventilatie.
- Elke klas beschikt over mechanische balansventilatie, manueel opengaande ramen en energiezuinige lichtbronnen met daglichtsensor.
- Schoolgebouw als leerobject: alle facetten van passiefbouw, energiebesparing en duurzame maatregelen komen aan bod in de verschillende vakgebieden en studierichtingen.

### Ontwerp & uitvoering

architect	architect Johan Arnout	
studiebureaus	Studieburo Paul Vandenberghe	
	Alldimensions	
uitvoerders	Bekaert Building Company nv	ruwbouw
	De Lannoy bvba	elektriciteit
	Vandewalle nv	HVAC



## 2.2 Conclusie

Alle 19 passiefscholen uit het pilootproject zijn in gebruik.

De opvolging gebeurde volgens drie fases: de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en de fase in gebruik. Voor een uitgebreide toelichting over het procesverloop verwijzen we naar hoofdstukken 2.2, 2.3 en 2.4 van de vorige rapporten. Toen gaven we al aan dat een goede organisatie van het ontwerp- en uitvoeringsproces, en een kwalitatieve nazorg, ook voor niet-passiefscholen, belangrijke voorwaarden zijn om een kwalitatief en kostenefficiënt eindproduct te genereren. Het tijdig aanstellen van een ontwerpteam dat over de juiste competenties beschikt voor het bouwen van zeer energiezuinige scholen, is hier cruciaal. In dit verband geeft het samenwerken met een studiebureau energieberekeningen ook een beduidende meerwaarde.

Duidelijke communicatie en een bijgevolg vlotte informatie-uitwisseling tussen bouwheer, het ontwerpteam en overige betrokkenen is een kritische succesfactor in het procesverloop. Er moet ook specifiek aandacht worden besteed aan informatie-overdracht naar de gebruikers van het gebouw. Passief bouwen impliceert het gebruik van andere technieken, installaties, etc. Om tot een optimale implementatie van passiefbouw te komen is verstandig, dus met kennis van zaken, gebruik van het gebouw noodzakelijk.

We merkten op dat de kennis en ervaring op het vlak van energiezuinig bouwen in de context van schoolgebouwen in Vlaanderen zeer beperkt was bij aanvang van het pilootproject. Dit zowel bij de bouwheer als bij professionelen (architecten, studiebureaus, aannemers). Het kwam tot uiting in elke fase: van ontwerp tot ingebruikname. Een voorlopertraject van zeer energiezuinig bouwen voor de scholenbouw bleek geen overbodige luxe en kan als katalysator worden beschouwd. Ondertussen is er op het terrein veel geëvolueerd en zijn de principes van energiezuinig bouwen meer en meer ingeburgerd.

### 3. Evaluatie en lessons learnt van de Pilootprojecten

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de evaluatie van de verschillende pilootprojecten, hun genomen maatregelen en de behaalde resultaten. De doelstellingen van de jaarlijkse rapportering zijn opgenomen in het 'besluit van 7 november 2008 van de Vlaamse Regering tot regeling van een aantal aangelegenheden ter uitvoering van het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen', AGION stelt daarnaast zelf nog een aantal onderzoeks- en evaluatievragen voorop:

- wat betekent het bouwen volgens de passiefstandaard voor een schoolgebouw;
- wat zijn de behaalde resultaten van de deelnemende pilootprojecten;
- welke meerwaarde heeft het pilootproject;
- welke meerwaarde heeft bouwen volgens passiefstandaard.

#### 3.1 Behaalde resultaten van de gecertificeerde projecten

17 projecten hebben hun kwaliteitsverklaring behaald. 1 project werd gedeeltelijk gecertificeerd. Voor 1 project kon de certificering niet worden voltooid wegens het faillissement van een van de aannemers.

Tabel H3-01 toont de behaalde resultaten van de gecertificeerde projecten.

Tabel H3-01. Resultaten van de gecertificeerde projecten

PROJECT	E-PEIL	NETTO ENERGIE BEHOEFTE VOOR VERWARMING	NETTO ENERGIE BEHOEFTE VOOR KOELING	LUCHT- DICHTHEID	BRUTO- OPPERVLAKTE	COMPACTHEIDS -GRAAD	K-PEIL
Antwerpen	53	15,23	3,53	0,60	3.863,00	2,60	21
Anzegem	45	10,85	6,07	0,50	1.772,55	2,03	14
Assenede	49	14,06	1,41	0,60	2.504,00	2,42	18,5
Bilzen	38	11,62	9,60	0,25	1.411,00	1,92	14,5
Bocholt	52 & 50	14,46	9,09	0,50	1.466,43	1,65	18,5
Dilsen-Stokkem	50 & 51	11,03 & 15,05	5,32 & 2,37	0,25 & 0,21	5.911,80	2,92 & 2,72	18 & 14
Etterbeek	38	13,92	7,94	0,50	1.071,00	2,20	18
Groot-Bijgaarden	27	14,09	0,21	0,50	2.176,16	3,16	14
Heusden-Zolder	45	12,71	3,40	0,60	5.147,25	3,39	16
Kalmthout	49	13,34	2,01	0,50	750,00	1,93	13
Londerzeel	47	9,99	0,43	0,30	4.395,00	2,67	12
Mortsel	42 & 54	13,28 & 15,11	5,41 & 5,39	0,60 & 0,60	3.087 & 2.526	2,59 & 1,98	16 & 17
Oudenaarde	52	13,13	3,45	0,50	3.725,00	2,91	24
Turnhout	49	13,08	0,64	0,60	3.560,00	2,46	20
Waregem	48	11,93	1,48	0,40	1.482,08	2,72	18
Wuustwezel	35	12,96	1,93	0,40	1.225,00	2,30	13
Zandhoven	52	13,93	0,96	0,32	2.232,00	2,53	17
Zwevegem	53	13,22	0,97	0,50	1.441,00	1,71	17

#### 3.2 Evaluatie van de decretale passiefstandaard criteria

De gecertificeerde projecten voldeden aan de vier decretaal opgelegde criteria. De netto-energiebehoefte voor verwarming en de luchtdichtheid zijn de belangrijkste criteria.

De netto-energiebehoefte voor verwarming geeft, rekening houdend met het kader van gebruikerskarakteristieken, een beeld van de *theoretische* toekomstige verwarmingsvraag. Met de verwarming valt het grootste besparingspotentieel te halen. De luchtdichtheid heeft een zeer grote impact in het behalen van de netto-energiebehoefte voor verwarming.

De eisen voor de scholen uit het pilootproject werden in 2007 vastgelegd in het decreet voor energieprestaties in scholen. Het E-peil werd toen bepaald op E55, terwijl de wettelijke eis op dat moment voor de bestemming "school" nog op E100 lag.

Het overgrote deel van de projecten behaalde vlot het vereiste E-peil. Verschillende scholen haalden ook vlot het E-peil zonder extra te investeren in duurzame energie.

Gemiddeld behalen de scholen uit het pilootproject een E-peil dat 14% lager ligt dan de eis die voor scholen uit het pilootproject gold (E55) en dat maar liefst 40% lager ligt dan het E-peil dat ze volgens de energieprestatie-eisen hadden moeten halen.<sup>9</sup>

Uit de opgedane ervaring en kennis, blijkt extra aandacht voor het garanderen van een goed zomercomfort sterk aan te bevelen. Door de hoge menselijke bezetting in de scholen en de daarbij horende verhoogde interne warmtewinsten, is voor scholen de uitdaging voor een goed zomercomfort veel hoger dan deze naar wintercomfort. Beter isoleren en luchtdichter bouwen hebben als gevolg dat koude en warmte buiten gehouden worden, en ook dat warmtewinsten beter vastgehouden worden. Men kan enkel op mogelijke oververhitting anticiperen door een realistische inschatting te maken aan de hand van een dynamische simulatie.

In de toekomst zou dit best worden toegevoegd aan de criteria van zeer energiezuinige schoolgebouwen, bijvoorbeeld via een overschrijdingsfrequentie bij 25°C < 5%. De overschrijdingsfrequentie geeft de maximaal toelaatbare overschrijding van het comfortniveau aan. Concreet betekent dit dat de binnentemperatuur maximum 5% van de gebruikstijd boven 25°C mag uitstijgen.

In een structureel beleid naar zeer energiezuinige scholen in de toekomst, zou dit criterium gecombineerd met de verplichting van de uitvoering van een dynamische simulatie moeten meegenomen worden.

### 3.3 Kostprijs van de bouwprojecten

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de vraag 'Wat is de meerkost die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefstandaard?'

Deze vraag onderzoeken we aan de hand van een analyse van de achttien gecertificeerde scholen uit het Pilotproject Passiefscholen.

In de totale kost voor het bouwen volgens de passiefstandaard onderscheiden we twee belangrijke posten: de bouwcost en de studiekost.

#### 3.3.1 Bouwcost

De vergelijkende studie (zie tabel H3-02) van de bouwcost van de gecertificeerde projecten binnen het Pilotproject Passiefscholen toont ons een gewogen gemiddelde prijs per vierkante meter van 1.443,49 euro/m<sup>2</sup>, wat overeenkomt met een gewogen gemiddelde meerprijs van 10,86 % op de standaard financiële norm<sup>10</sup> die gebruikt wordt voor schoolgebouwen. Toch zien we heel uiteenlopende vierkante meter prijzen, gaande van een minprijs van om en bij de 12% (Anzegem en Dilsen-Stokkem) tot een meerprijs van 26% (Kalmthout en Wuustwezel) t.o.v. de standaard financiële norm.

Bij de pilotprojecten vinden we verschillende typologieën en programma's. Er zijn een aantal scholen uit het kleuter<sup>11</sup>- en basisonderwijs met leslokalen, al dan niet gecombineerd met turnzaal/polyvalente ruimte. Daarnaast zijn nu ook een aantal secundaire scholen met specifieke programma's opgenomen in de vergelijking: de scheepvaartschool in Antwerpen, de Talentschool Turnhout, het Technisch Secundair Instituut van Londerzeel, de bouwvakschool in Dilsen-Stokkem, het centrum voor volwassenenonderwijs 'De verdieping' van Heusden-Zolder, en Campus Sint-Niklaas te Zwevegem met studierichtingen uit personenzorg en nijverheidstechnische richtingen.

Eén van de redenen van de uiteenlopende vierkante meter prijzen binnen het Pilotproject Passiefscholen, is te vinden in het planningsproces. Scholen waarbij het ontwerp vanaf de start ontworpen is op basis van de passiefstrategieën, halen algemeen genomen een lagere vierkante meter prijs, dan de scholen die een bestaand ontwerp hebben aangepast door materiële ingrepen om de passiefcriteria te behalen.

Ook volgende elementen kunnen een invloed hebben op de vierkante meter prijs: de schaal van het project, de compactheid van een gebouw, de complexiteit van het ontwerp, de graad van afwerking, de gebruikte materialen, of de bouwwijze (massiefbouw t.o.v. houtbouw).

<sup>9</sup> Voor de projecten waarvoor de aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning is ingediend tussen 2006 en 2011 lag de eis op E 100, voor vergunningsaanvragen tussen 2012 en 2013 lag de eis op E 70.

<sup>10</sup> We maken hier de vergelijking met de standaard financiële norm, zonder rekening te houden met de supplementen voor REG-subsidie of passief)

<sup>11</sup> Naar programma en gebruiksparemeters toe is een kleuterschool te vergelijken met een kinderdagverblijf.



Tabel H3-02. Overzicht van de werkelijke bouwcost, volgens de standaard financiële norm van toepassing bij de indiening van het project, de financiële norm voor passiefscholen uit het pilootproject en de meerprijs t.o.v. de standaardnorm

	M <sup>2</sup>	KOSTPRIJS (EURO/M <sup>2</sup> )	FIN.NORM STANDAARD (EURO/M <sup>2</sup> )	FIN.NORM PHS (EURO/M <sup>2</sup> )	% TOV FIN. NORM STANDAARD
Antwerpen	3.863,00	1.573,99	1.307,59	1.564,86	120,37
Anzegem	1.722,55	1.151,87	1.304,42	1.551,07	88,31
Assenede	2.504,00	1.558,78	1.302,22	1.558,43	119,70
Bilzen	1.411,00	1.306,01	1.289,08	1.542,71	101,31
Bocholt	1.466,43	1.538,71	1.254,90	1.501,81	122,62
Dilsen-Stokkem	5.911,80	1.147,77	1.307,85	1.665,17	87,76
Etterbeek	1.071,00	1.421,62	1.259,94	1.507,83	112,83
Groot-Bijgaarden	2.176,16	1.418,94	1.311,32	1.569,32	108,21
Heusden-Zolder	5.147,25	1.478,89	1.304,42	1.561,07	113,38
Kalmthout	750,00	1.650,13	1.311,32	1.569,32	125,84
Londerzeel	4.395,00	1.393,35	1.312,70	1.570,98	106,14
Mortsel	5.613,00	1.512,43	1.308,19	1.565,58	115,61
Oudenaarde	3.725,00	1.555,94	1.296,07	1.551,07	120,05
Turnhout	3.560,00	1.575,51	1.305,05	1.561,81	120,72
Waregem	3.136,00	1.482,08	1.302,22	1.558,43	113,81
Wuustwezel	1.225,00	1.614,79	1.286,99	1.540,20	125,47
Zandhoven	2.232,00	1.574,02	1.305,05	1.561,81	120,61
Zwevegem	1.441,00	1.158,00	1.286,99	1.540,20	89,98
<b>Gewogen gemiddelde</b>		<b>1.443,49</b>			<b>110,86</b>

De werkelijke bouwcost houdt rekening met de kostprijs van het totale passiefgebouw. Voor de reguliere AGION-dossiers en de school van het gemeenschapsonderwijs werd de bouwcost berekend op basis van de eindsta(a)t(en). Voor de DBFM projecten uit het programma 'Scholen van Morgen' werd bij gebrek aan een klassieke meetstaat voortgegaan op de bouwplanning (directe bouwcosten). "Uitzonderlijke kosten" (b.v.: speciale fundering), en kosten voor afbraakwerken en "eerste uitrusting" (uitrusting nodig voor het gebruik van de infrastructuur zoals een vast schrijfbord, klimrek,...) werden niet meegerekend.

In de stedelijke bouwvakschool in Dilsen-Stokkem werd een deel van de afwerking door de leerlingen van de school uitgevoerd. De kostprijs van deze werken is niet opgenomen in de berekening.

De kostprijsberekening gebeurde op het passief gedeelte van het project. Dat kan dus meer of minder zijn dan het gesubsidieerde gedeelte. In Bilzen werd bijvoorbeeld het gemeenschapshuis niet gesubsidieerd (is betaald door de gemeente), maar dit gedeelte werd wel in de kostprijsberekening opgenomen omdat het deel uitmaakt van het passiefgebouw. In Bocholt werd de kostprijs van de sporthal niet meegerekend omdat die niet passief is. Voor Mortsel werd de kostprijs van de sporthal niet meegerekend omdat die niet gecertificeerd werd als passiefgebouw.

De bedragen kunnen verschillen ten opzichte van de bedragen die in het vorige bilan vermeld werden. Waar nodig werden correcties uitgevoerd, naargelang nieuwe of meer gedetailleerde informatie beschikbaar was. Wanneer men de kostprijs van schoolgebouwen wenst te vergelijken, moet men rekening houden met de verschillen in kostprijsberekeningen. De bovenstaande kostprijsberekening baseert zich (behalve voor de DBFM-projecten) op de werkelijke bouwcost na uitvoering. De eenheidsprijzen van de reguliere AGION of GOI-dossiers of de DBFM-projecten die werden berekend in het kader van hun subsidie- of financieringsmechanisme kunnen daardoor verschillen van deze resultaten.

### 3.3.1.a Verhouding tussen bouwcost en energieprestatie

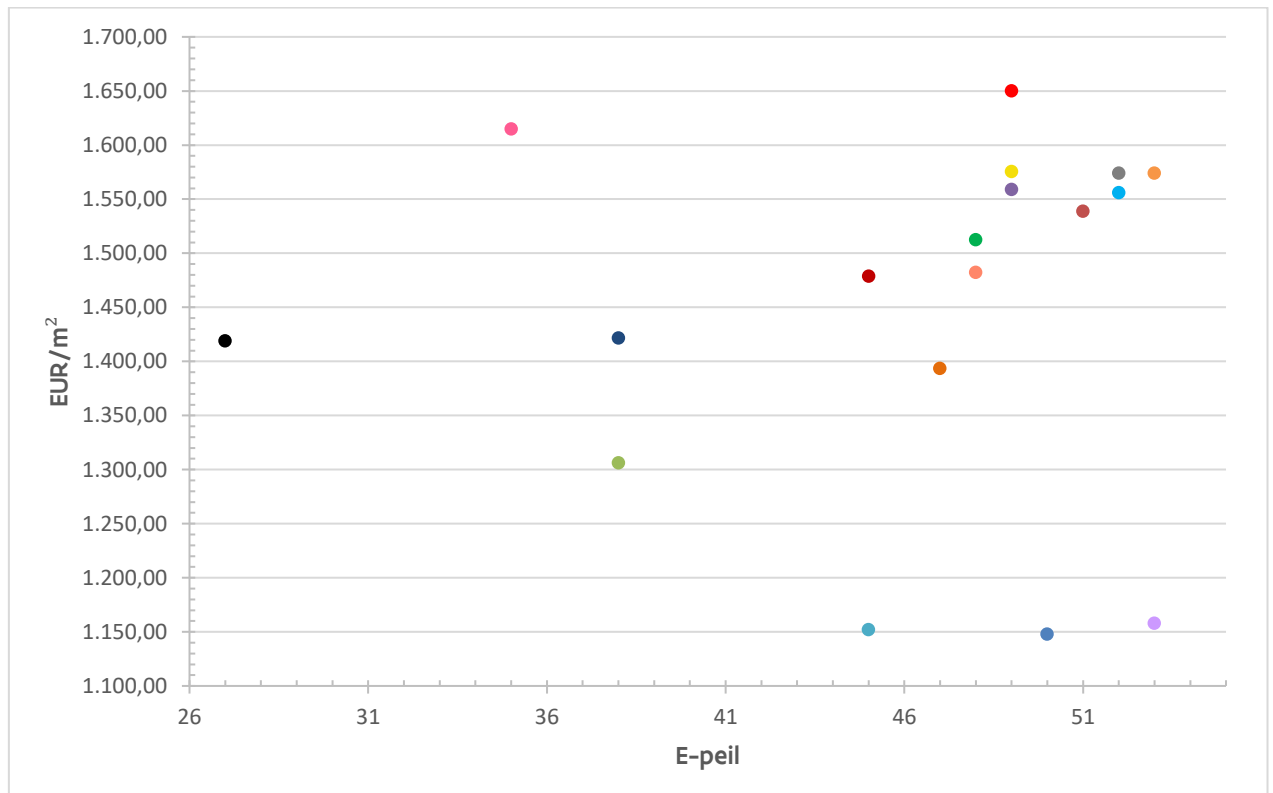
Tabel H3-03 en grafieken H3-01 en H3-02 geven een overzicht van het behaalde E-peil en de netto-energiebehoefte t.o.v. de kostprijs per m<sup>2</sup> en de meerprijs t.o.v. de standaard financiële norm.

Tabel H3-03. Verhouding tussen bouwcost en energieprestatie pilotscholen

PROJECT	E-PEIL	KOSTPRIJS (EUR)/M <sup>2</sup>	NETTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR VERWARMING	% TOV STANDAARD FINANCIËLE NORM
Antwerpen	53	1.573,99	15,23	120,37
Anzegem	45	1.151,87	10,85	88,31
Assenede	49	1.558,78	14,06	119,7
Bilzen	38	1.306,01	11,62	101,31
Bocholt	51	1.538,71	14,46	122,62
Dilsen-Stokkem	50	1.147,77	13,09	87,76
Etterbeek	38	1.421,62	13,92	112,83
Groot-Bijgaarden	27	1.418,94	14,09	108,21
Heusden-Zolder	45	1.478,77	12,71	113,37
Kalmthout	49	1.650,13	13,34	125,84
Londerzeel	47	1.393,35	9,99	106,14
Mortsel <sup>12</sup>	48	1.512,43	14,22	115,61
Oudenaarde	52	1.555,94	13,13	120,05
Turnhout	49	1.575,51	13,08	120,72
Waregem	48	1.482,08	11,93	113,81
Wuustwezel	35	1.614,79	12,96	125,47
Zandhoven	52	1.574,02	13,93	120,61
Zwevegem	53	1.158,00	13,22	89,98

Er is geen lineair verband zichtbaar tussen een hogere kostprijs en een beter behaalde energieprestatie.

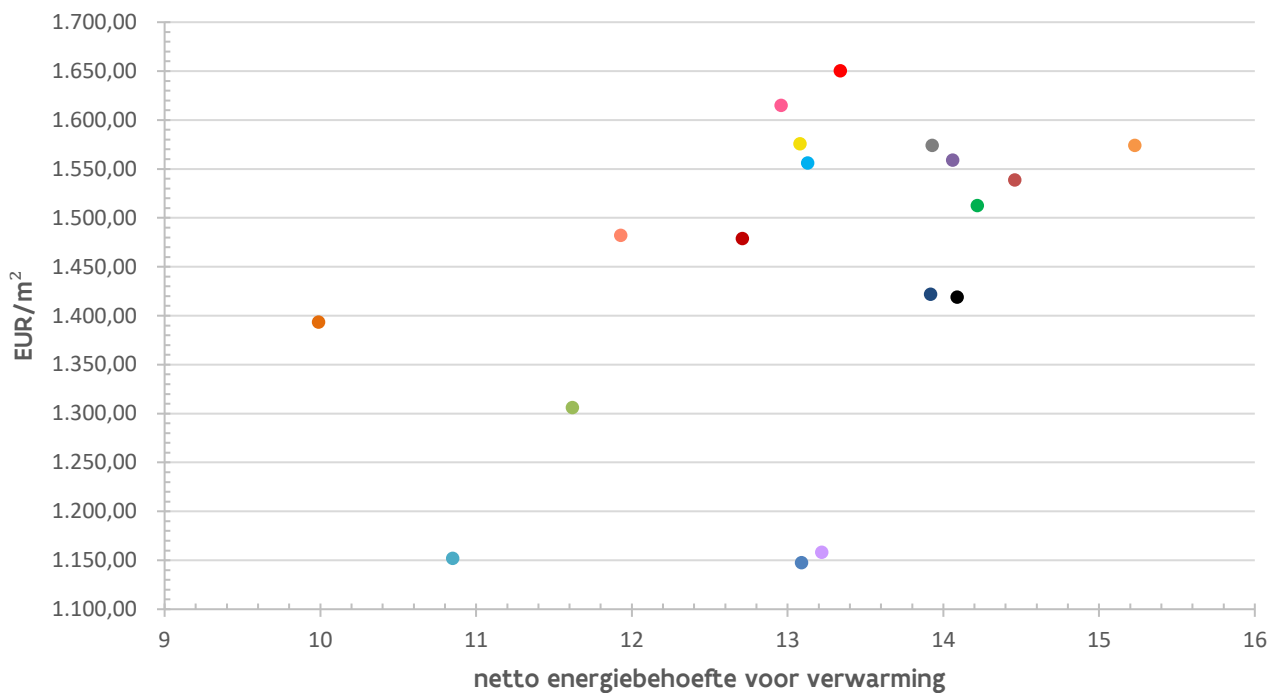
Grafiek H3-01. Verhouding tussen bouwcost en energieprestatie pilotscholen



<sup>12</sup> Het gaat hier telkens over de gemiddelde waarde van beide fases.

Een gelijkaardig beeld zien we bij de vergelijking tussen de kostprijs/m<sup>2</sup> en de netto-energiebehoefte.

Grafiek H3-02. Verhouding tussen bouwcost en netto-energiebehoefte voor verwarming



In het algemeen zien we in grafiek H3-02 dat de scholen met een lage netto-energiebehoefte voor verwarming ook een lagere kostprijs/m<sup>2</sup> hebben.

Om een goede waarde naar netto-energiebehoefte voor verwarming te halen, is het ontwerpen vanuit de Trias Energetica methodiek een belangrijke randvoorwaarde. Mogelijks heeft deze bewuste ontwerpmethodiek ook een positief effect op het kostenefficiënt bouwen aangezien hierdoor de investering in technieken beperkt wordt. Een onderzoek met een bredere steekproef zou in kader van kostenefficiënt en energiezuinig bouwen relevant kunnen zijn.

Uit deze grafieken blijkt dat de combinatie kostenefficiënt bouwen en energiezuinig bouwen wel degelijk mogelijk is.

Opvallend bij de vergelijking van de twee grafieken is dat het niet noodzakelijk dezelfde projecten zijn die een goede score halen op vlak van E-peil<sup>13</sup> en netto-energiebehoefte<sup>14</sup>. Zo ziet men dat het project Wuustwezel, één van de duurdere projecten, een zeer laag E-peil haalt, maar verhoudingsgewijs minder goed scoort voor de netto-energiebehoefte. Terwijl Zwevegem, met een lage kostprijs, een goede score haalt voor de netto-energiebehoefte, maar een hoger E-peil heeft.

Projecten als Bilzen en Etterbeek tonen aan dat door het toepassen van eenvoudige en slimme strategieën de kostprijs flink kan beperkt worden. Niettegenstaande hun beperkte kostprijs halen ze zeer mooie resultaten naar zowel energieprestatie als naar het comfort van het gebouw, of de architecturale kwaliteit.

Wanneer we de zes goedkoopste projecten bekijken zien we dat ze, met uitzondering van Anzegem, allen een gedeeltelijke of volledige dynamische simulatie hebben laten uitvoeren. Bij de duurdere pilootprojecten zien we eerder het ontbreken van deze studie. Een meer generiek onderzoek naar de impact van het voorzien van een voorstudie als een dynamische simulatie op de kostenefficiëntie van zeer energiezuinige schoolgebouwen met een goed binnenmilieucomfort lijkt relevant in het kader van de klimaatbeleidsdoelstellingen en de beschikbare middelen binnen de scholenbouw.

Algemeen kunnen we stellen dat de kostprijs van een gebouw afhangt van een veelheid van factoren, zoals het ontwerpproces, architecturale en technische ontwerpkeuzes, kwaliteit van de dossiervoorbereiding, complexiteit van de bouwschil en de uitvoeringsdetails, de graad van afwerking, etc... Dit is bij passiefgebouwen niet anders dan voor andere (niet-passief) gebouwen. Ook uit de resultaten van de voorbeeldprojecten van het Brusselse Gewest<sup>15</sup> blijkt dat het verschil in de kostprijs vaak méér afhangt van deze andere elementen dan van het feit dat het een passief gebouw is of niet.

<sup>13</sup> Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger het gebouw is.

<sup>14</sup> Hoe lager de netto-energiebehoefte voor verwarming, hoe lager de warmtevraag van het gebouw (onder standaard gebruikscondities)

<sup>15</sup> Zie: "Architecture passive: stratégies, expériences et regards croisés en Belgique", ULB Architecture en be.passive (2014)

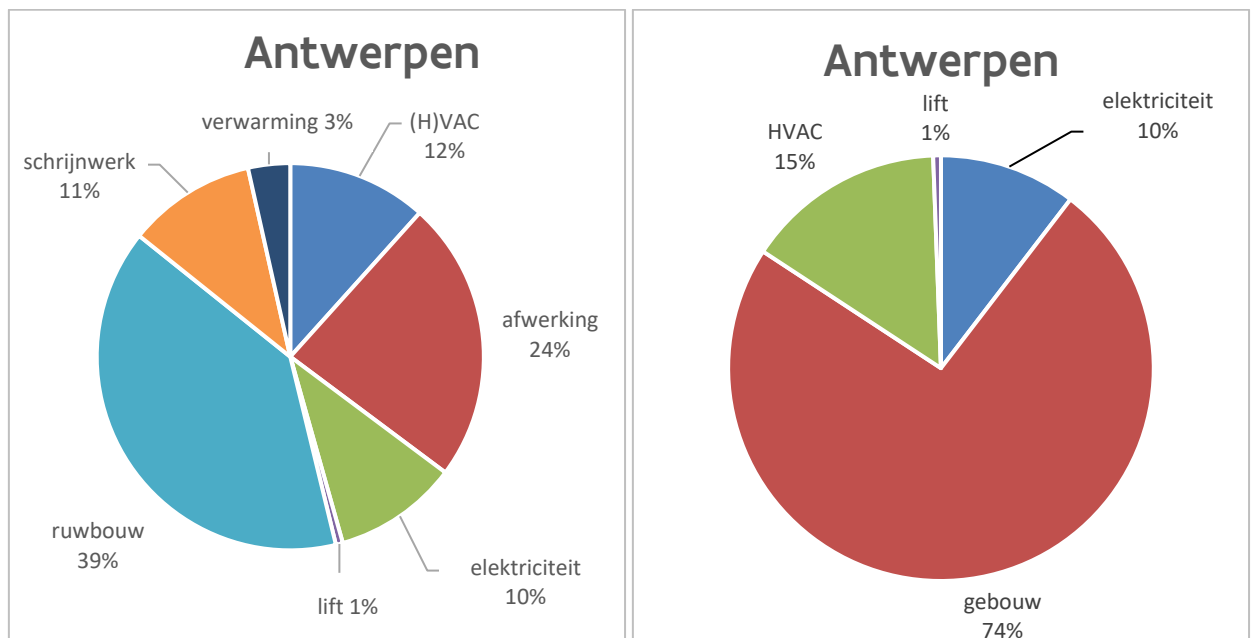
### 3.3.1.b Kostprijs opgedeeld in grote posten

De brochure 'Passiefscholen'<sup>16</sup> stelt dat meer isolatie en bepaalde technieken de kostprijs kunnen verhogen. Het leek ons dan ook relevant om een kostprijsanalyse te doen volgens specifieke posten: ruwbouw, buitenschrijnwerk, etc. Hieronder geven we de resultaten van dertien projecten mee (van de vijf overige scholen was analyse niet mogelijk op basis van de aangeleverde informatie).

In onderstaande taartdiagrammen werd de bouwkost van dertien passiefscholen opgedeeld in groepen. De eerste reeks diagrammen (kolom links) geeft een meer gedetailleerde opdeling: ruwbouw (incl. werfinrichting), afwerking, (buiten)schrijnwerk, elektriciteit, verwarming, (H)VAC, lift. De tweede reeks diagrammen (rechts) geeft de verhouding weer tussen de kost van het gebouw en de kost van de technieken..

Binnen het pilootproject passiefscholen werd niet voorzien om de onderhoudskost te monitoren. We beschikken dan ook niet over reële cijfers i.v.m. de onderhoudskost van de passiefgebouwen. Als we kijken naar de beschikbare (theoretische) kengetallen uit het handboek FM-kostenkengetallen 2016<sup>17</sup> kunnen we het volgende meegeven: Voor de onderhoudskosten van de installaties wordt er geen onderscheid gemaakt tussen energiezuinige (al dan niet passief-) en niet-energiezuinige gebouwen. De hoogte van de onderhoudskosten varieert per gebouw. Deze is afhankelijk van het afwerkings- en voorzieningenniveau, de bestaande en gewenste staat van onderhoud en de leeftijd van het gebouw. Het kostenkengetal voor het preventieve onderhoud van technische installaties bedraagt – afhankelijk van de gebouwgrootte - (gemiddeld) 1,36 euro/m<sup>2</sup> NVO (Netto Vloeroppervlakte). De kosten voor preventief onderhoud zijn jaarlijkse reserveringskosten voor onderhoud, dat wordt gedaan om toekomstige gebreken te voorkomen en het gebouw voor gebruik geschikt te houden. Dit kostenkengetal is gebaseerd op analyses van referentiegebouwen. Voor de schoolgebouwen ging het om rechthoekige, goed-geïsoleerde en afgewerkte gebouwen met een plat dak.

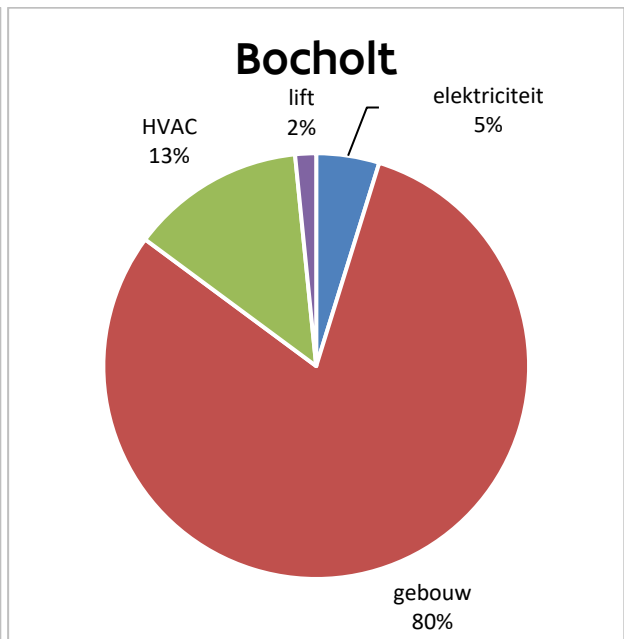
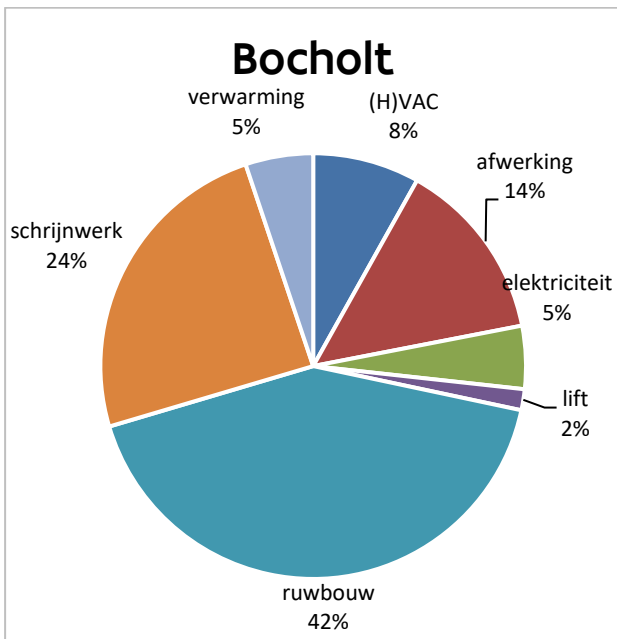
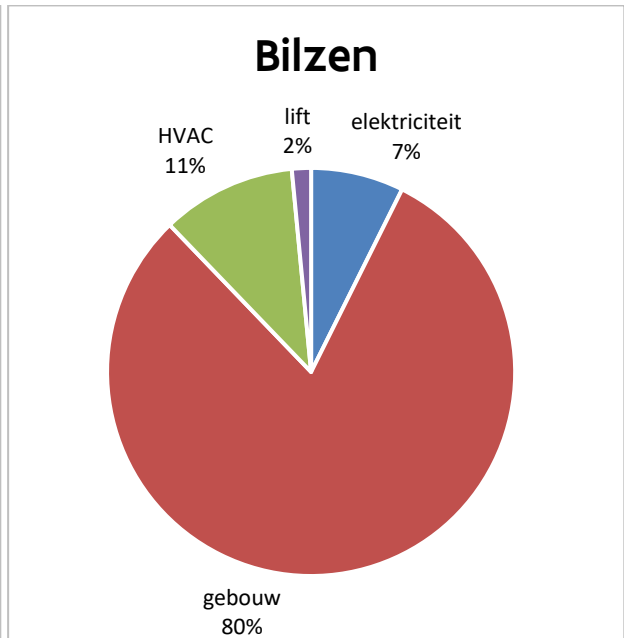
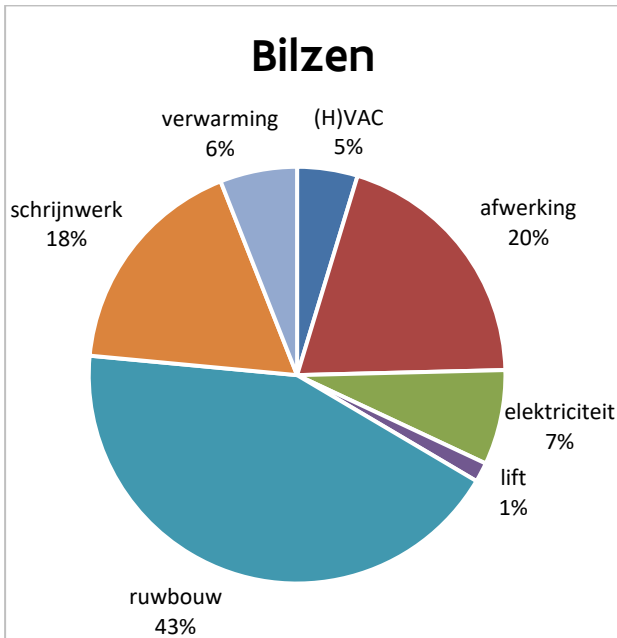
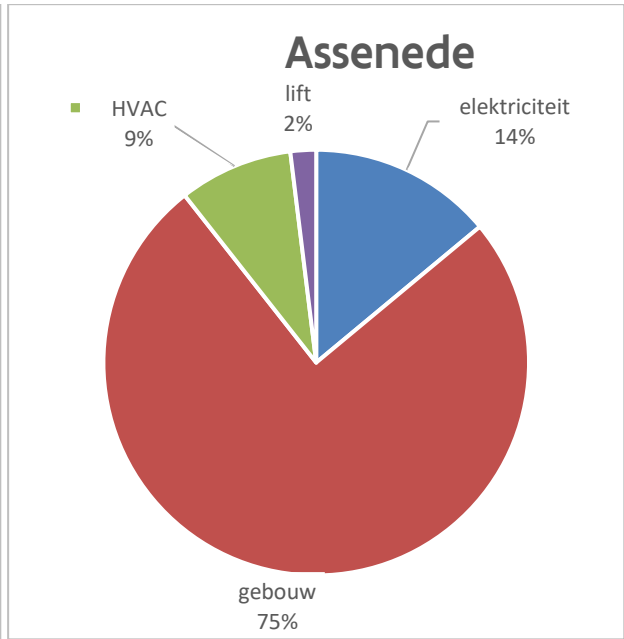
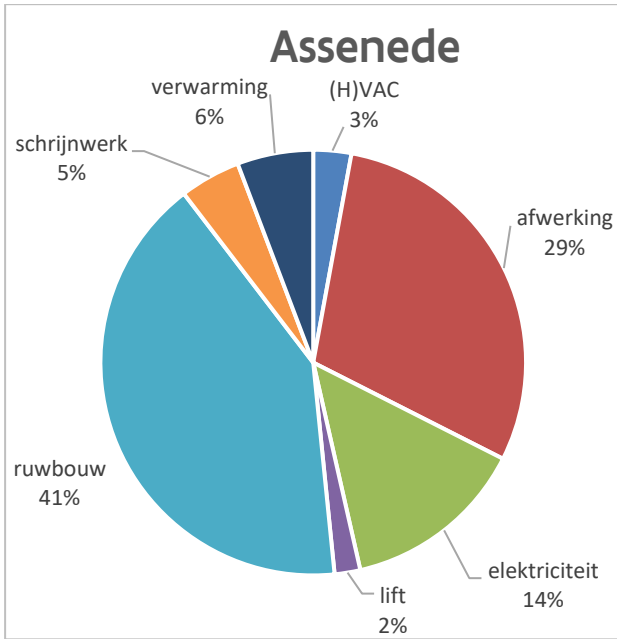
De kost voor isolatie is in deze grafieken niet afgezonderd in een specifieke post omdat die vaak integraal deel uitmaakt van een "pakket", samen met bijvoorbeeld het metselwerk (cfr. Cellenbeton<sup>18</sup>), dakopbouw of vloeren. Ook de isolatie van leidingen en ventilatiekokers wordt regelmatig opgenomen onder de hoofdstukken van "technieken". In de meetstaten van de verschillende gebouwen wordt dat vaak op een andere manier ingedeeld, waardoor er geen eenduidige vergelijkingsbasis is. De posten verwarming (H) en ventilatie en airconditioning (VAC) overlappen soms (bv. thermostaten die zowel koeling als verwarming kunnen aansturen, een warmtepomp die zowel kan verwarmen als koelen, warmterecuperatie die gekoppeld is aan de ventilatie, of nachtventilatie waar de ramen een belangrijke functie opnemen).

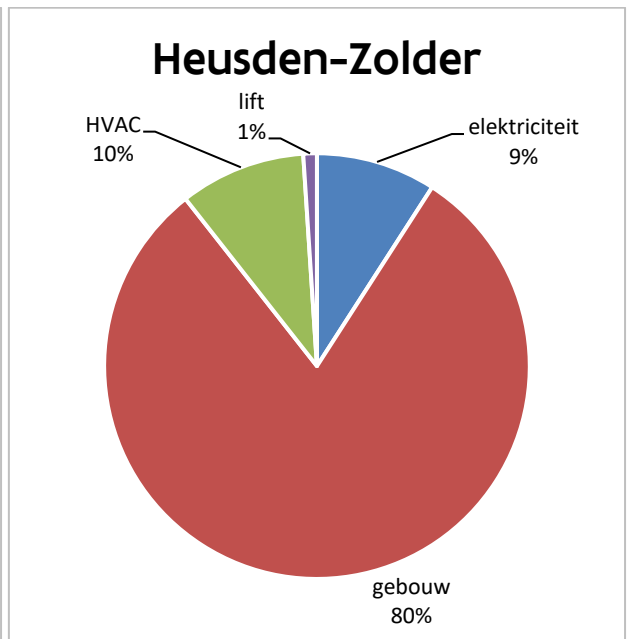
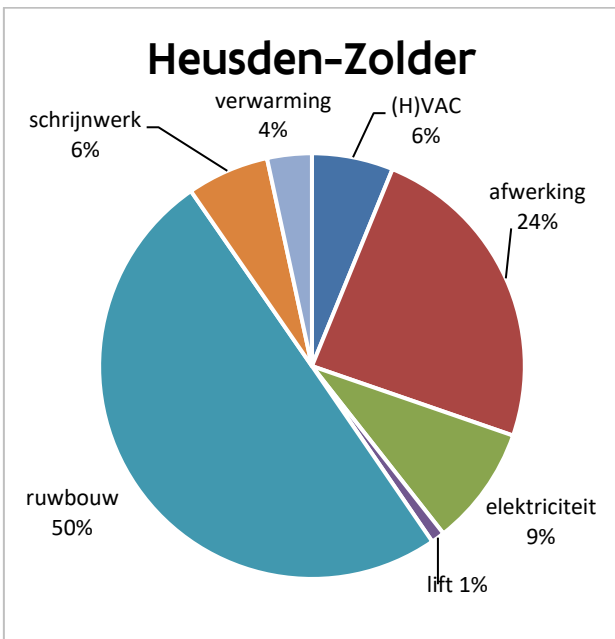
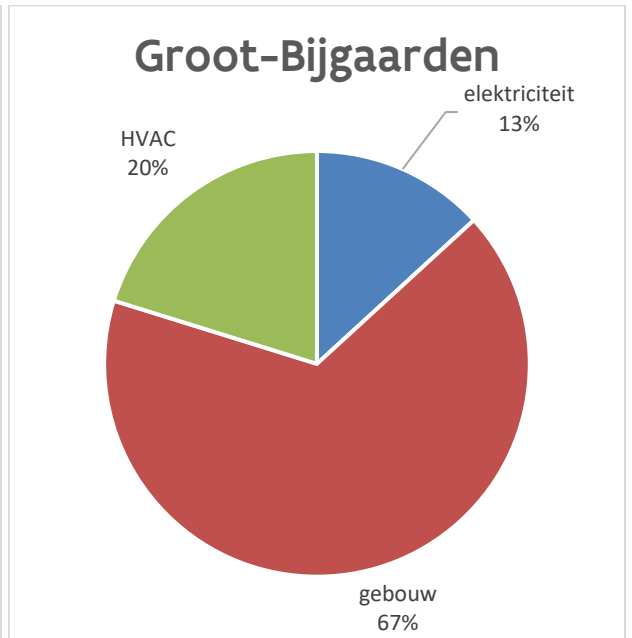
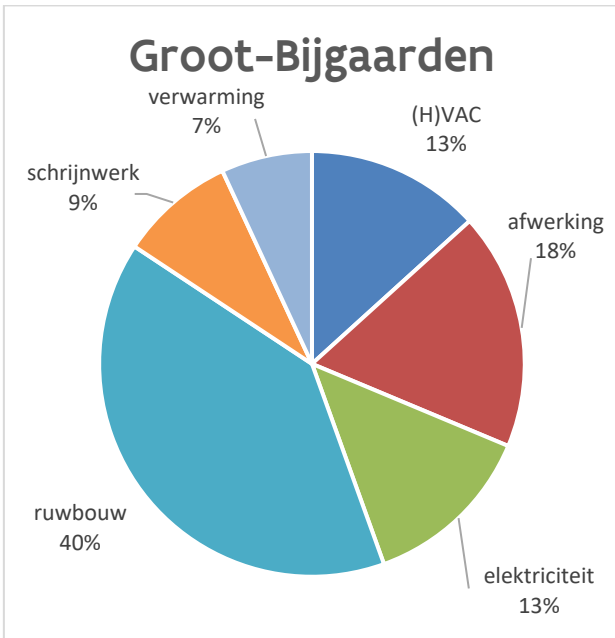
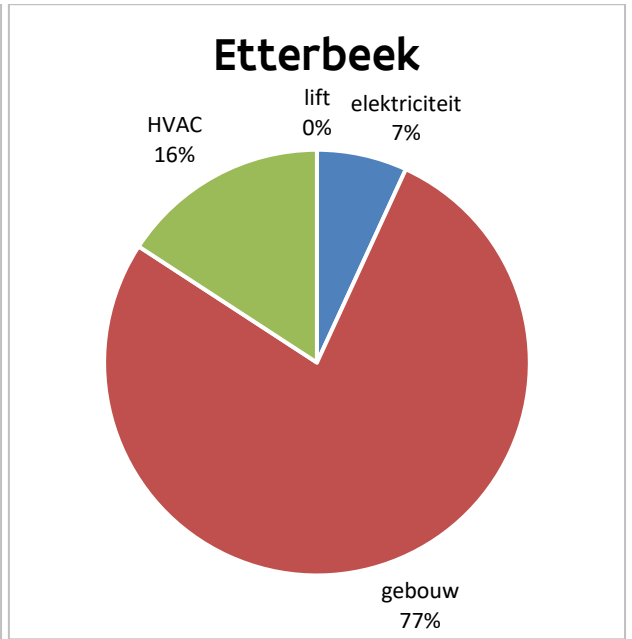
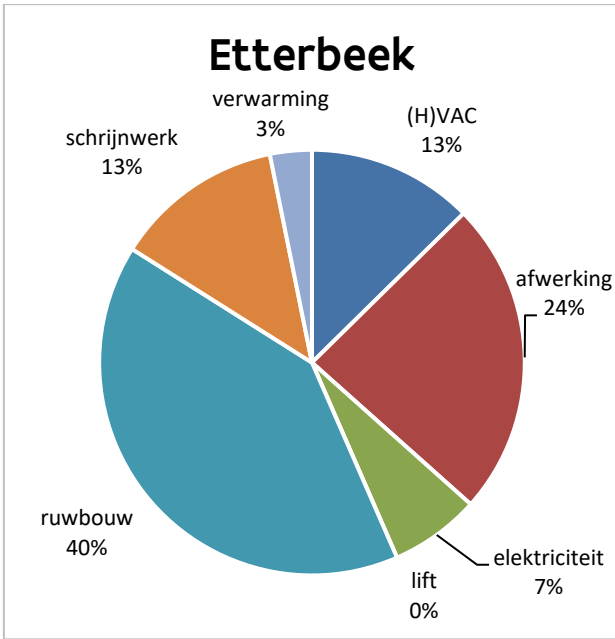


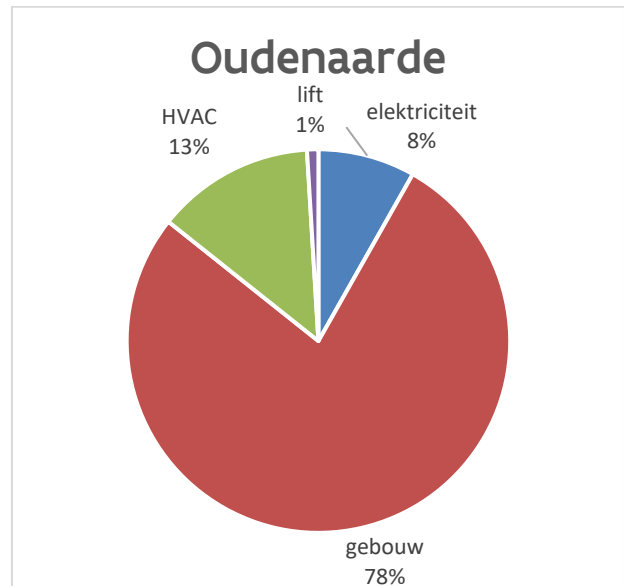
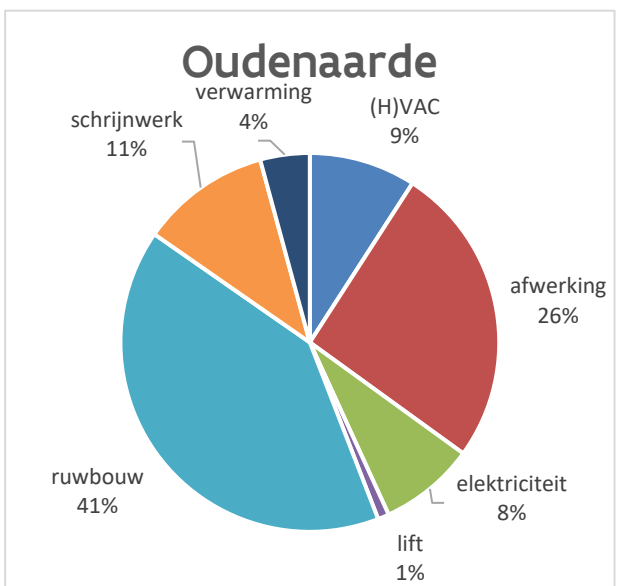
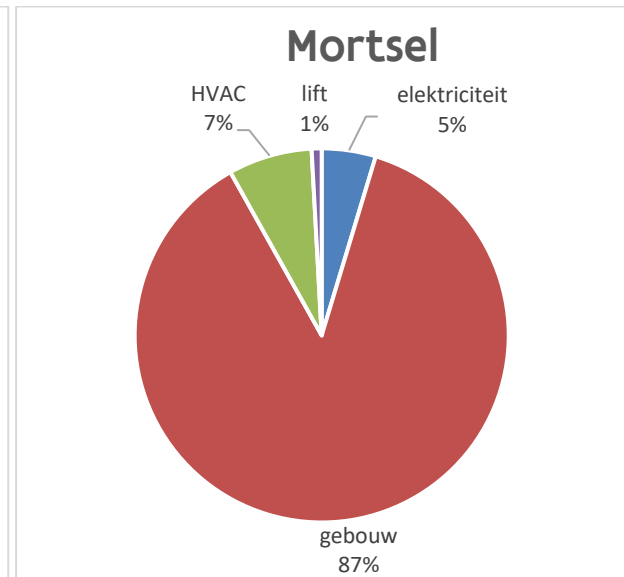
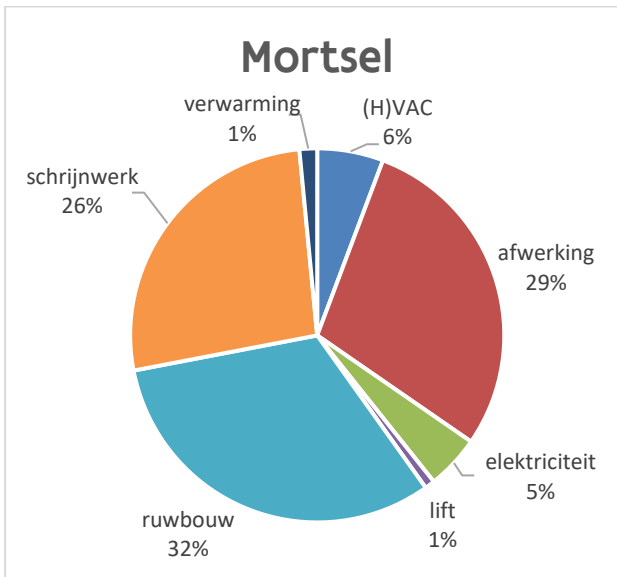
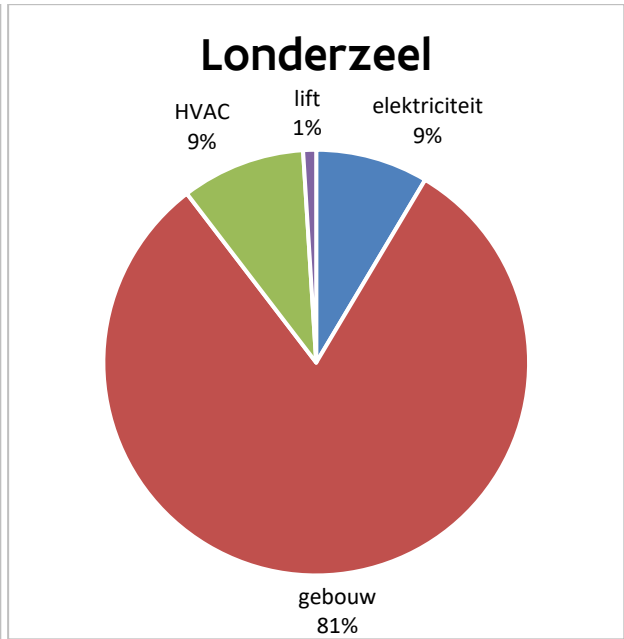
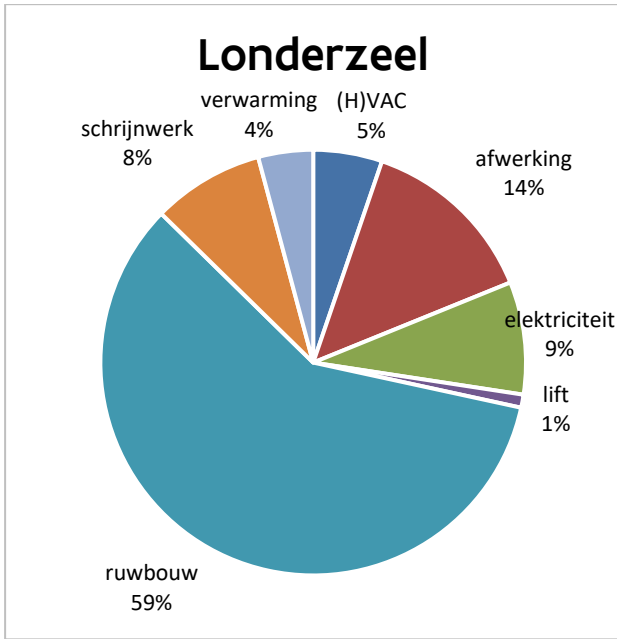
<sup>16</sup> Departement O&V (2007), Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, Departement voor O&V, 2007, pg 4

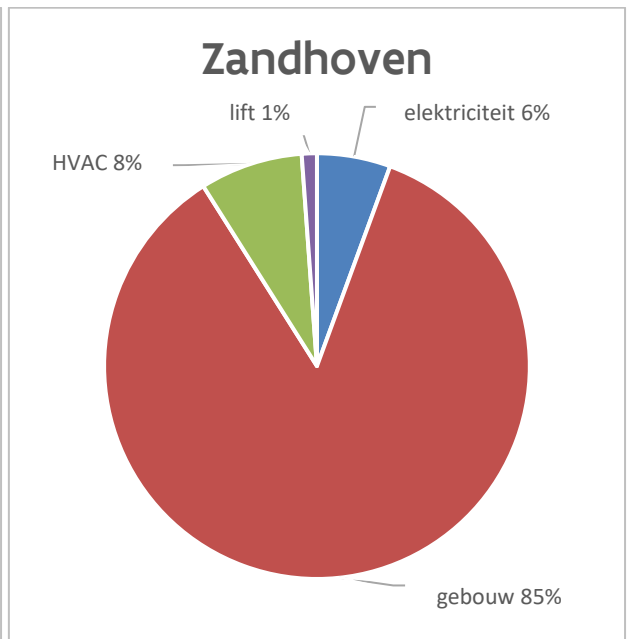
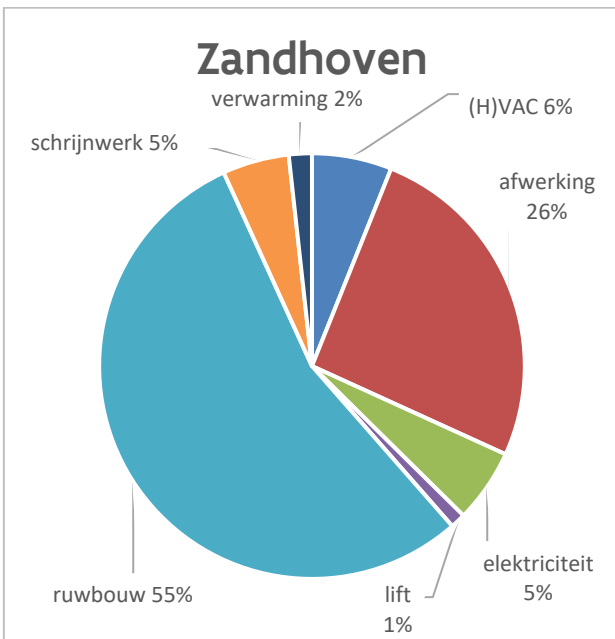
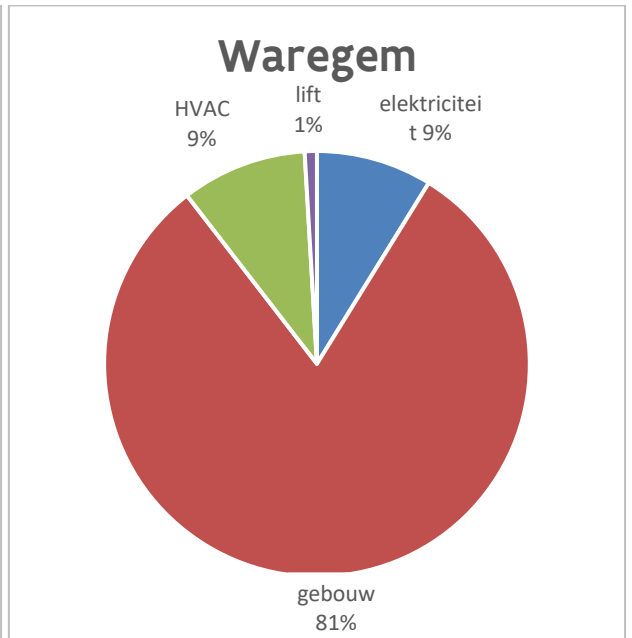
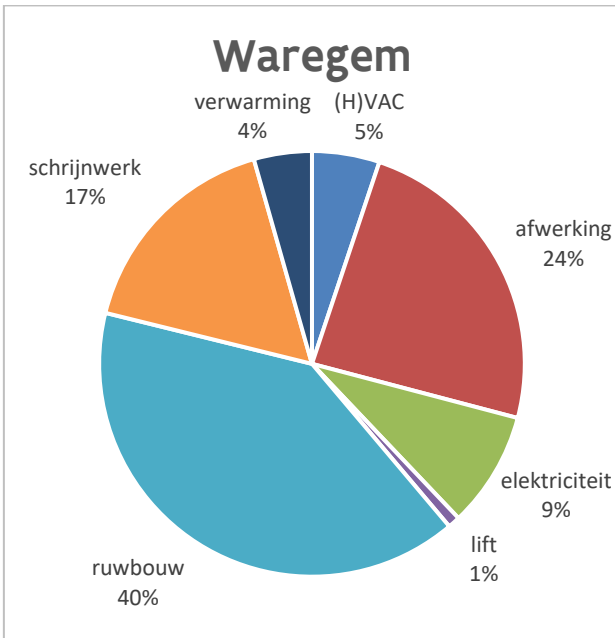
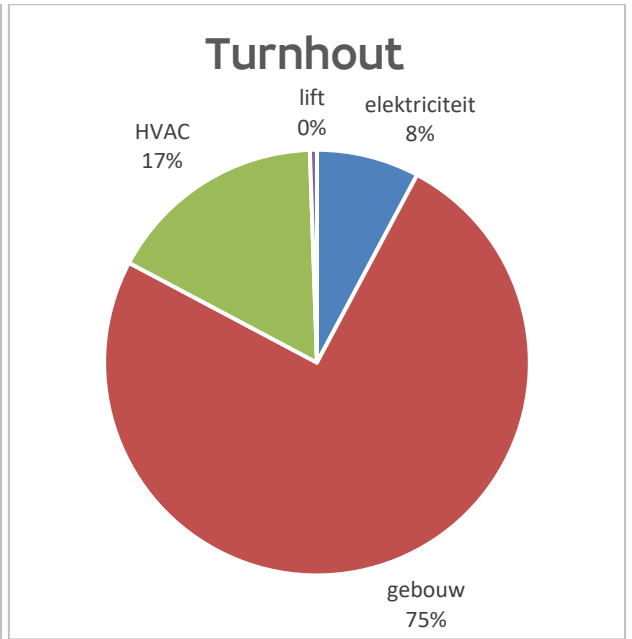
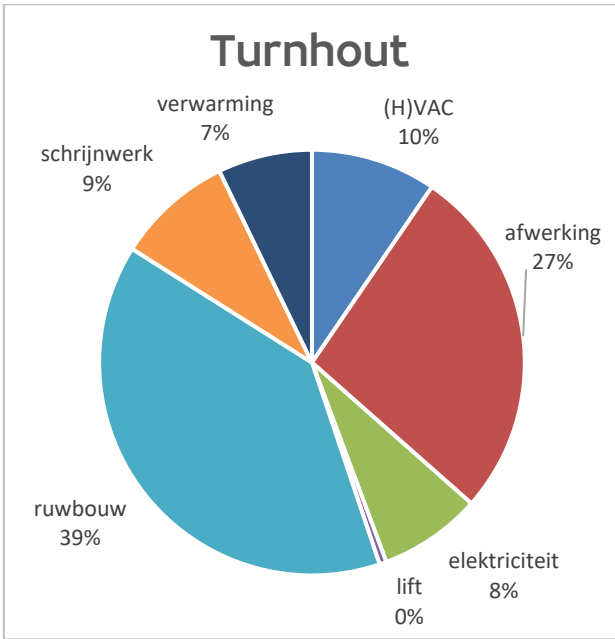
<sup>17</sup> Van de Waeter Frank, FM-kostenkengetallen 2016, BIM Media, Den Haag

<sup>18</sup> Zie bijlage 01 Terminologie











We zien in deze diagrammen een grote variatie in het aandeel technieken (verwarming, ventilatie, koeling) ten opzichte van de totale bouwkost, gaande van 7% tot 20% van de totale bouwkost. In absolute cijfers gaat deze kostprijs van 109,34 euro/m<sup>2</sup> tot 288,41 euro/m<sup>2</sup>.

We hebben geen vergelijkingsmateriaal om na te gaan hoe de kostprijs voor de technieken zich verhoudt tot andere scholen die niet-passief gebouwd zijn. In een context van verstrengde energieprestaties die voor alle (nieuwe) scholen gelden en de verstrengde verwachtingen qua comfort en luchtkwaliteit, kunnen we er wellicht van uitgaan dat de kostprijs voor de technische installaties van deze passiefscholen niet noemenswaardig verschilt van andere recente scholen.

Een passiefgebouw richt zich bovendien op de eerste stap van de Trias Energetica 'Beperk de energievraag'. Om dat te bereiken worden eerst "passieve" strategieën ingezet, zoals een performante gebouwschil en pas in een tweede stap technische hulpmiddelen ("Gebruik bij voorkeur energie uit duurzame bronnen").

Als er een verschil is in kostprijs t.o.v. niet passieve gebouwen, dan heeft dit eerder te maken met de keuze van de technieken en het beoogde comfortniveau dan met het passiefbouwen op zich.

### 3.3.2 Studiekost

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de studiekosten per school. Hierin zijn de erelonen opgenomen voor de architect, de kosten voor stabiliteitsstudie, de studietechnieken en EPB-berekening.

Gemiddeld (gewogen gemiddelde) bedraagt de studiekost 9,96% van de bouwkost.

Tabel H3-04. Overzicht eindstaat en studiekosten

PROJECT	M <sup>2</sup>	EINDSTAAT		STUDIEKOST	
		KOSTPRIJS EURO/M <sup>2</sup>	TOTALE KOSTPRIJS (EUR)	TOTAAL (EUR)	TOTAAL %
Antwerpen	3.863,00	1.573,99	6.080.314,86	533.000,86	8,77
Anzegem	1.772,55	1.151,87	2.041.740,72	142.834,68	7,00
Assenede	2.504,00	1.558,78	3.903.196,47	357.568,15	9,16
Bilzen	1.411,00	1.306,01	1.842.785,98	165.850,21	9,00
Bocholt	1.466,43	1.538,71	2.256.415,59	265.501,61	11,77
Dilsen-Stokkem	5.911,80	1.147,77	6.785.394,84	476.206,35	7,02
Etterbeek	1.071,00	1.421,62	1.522.771,64	199.848,53	13,13
Groot-Bijgaarden	2.176,16	1.418,94	3.087.384,91	332.587,77	10,77
Heusden-Zolder	5.147,25	1.478,89	7.612.214,56	981.975,68	12,90
Kalmthout	750,00	1.650,13	1.237.599,48	133.286,96	10,77
Londerzeel	4.395,00	1.393,35	6.123.778,53	715.003,87	11,68
Mortsel <sup>19</sup>	5.613,00	1.512,43	8.489.247,82	968.668,83	11,41
Oudenaarde	3.725,00	1.555,94	5.795.885,29	556.833,86	9,61
Turnhout	3.560,00	1.575,51	5.608.806,31	517.995,75	9,24
Waregem	3136,00	1482,08	4.647.795,53	428.083,95	9,21
Wuustwezel	1.225,00	1.614,79	1.978.117,79	185.128,37	9,36
Zandhoven	2.232,00	1.574,02	3.513.211,92	361.293,90	10,28
Zwevegem	1.441,00	1.158,00	1.668.674,85	141.351,05	8,47
<b>gemiddelde</b>		<b>1.450,71</b>		<b>414.612,24</b>	<b>9,97</b>
<b>gewogen gemiddelde</b>		<b>1.443,49</b>		<b>541.156,49</b>	<b>9,96</b>

### 3.4 Genomen maatregelen betreffende energieprestaties

17 pilootprojecten zijn gecertificeerd. 1 project werd gedeeltelijk gecertificeerd. Voor 1 project kon de certificering niet worden voltooid wegens het faillissement van een onderaannemer.

We ontvingen niet van alle scholen een volledig overzicht van de toegepaste duurzame maatregelen. Onderstaande gegevens zijn daardoor niet volledig en op basis van de informatie waarover we beschikken.

De verschillende pilootprojecten kenmerken zich niet in één bouwtypologie of bouwstijl, maar in een verscheidenheid. Men kan dus zeker niet spreken van een specifieke passieftypologie of bouwstijl.

<sup>19</sup> Kleuterschool en lagere school zonder sporthal

Ze zijn gelijkaardig op vlak van de hoge isolatiegraad en de goede luchtdichtheid van de buitenschil, het toepassen van een ventilatiesysteem D met warmtewisselaar<sup>20</sup>, het voorzien van zonnewering en energiezuinige verlichting, een hogere compactheidsgraad van het bouwvolume, en in hun planningsproces waarbij een overdacht ontwerp voor een beperkte energievraag zorgt. Binnen dit planningsproces zien we wel een belangrijk onderscheid tussen projecten die vanaf het prille begin ontworpen zijn als passiefbouw (=het ontwerp ontstaat door passieve strategieën toe te passen) en de projecten die passieve maatregelen toepassen op een ontwerp dat reeds gemaakt is.

Elk project heeft naar eigen vermogen gestreefd om een goede vertaling te geven aan de passieve strategieën (zie hoofdstuk I: Inleiding), door te kiezen voor een aantal specifieke maatregelen. Hieronder bespreken we de maatregelen die de opgeleverde projecten genomen hebben om tot een schoolgebouw te komen dat voldoet aan de passiefstandaard. We gaan dus dieper in op de onderzoeksvraag; *'Wat zijn de genomen maatregelen betreffende de energieprestaties in scholen.'*<sup>21</sup>

### 3.4.1 Oriëntatie en zonnewering

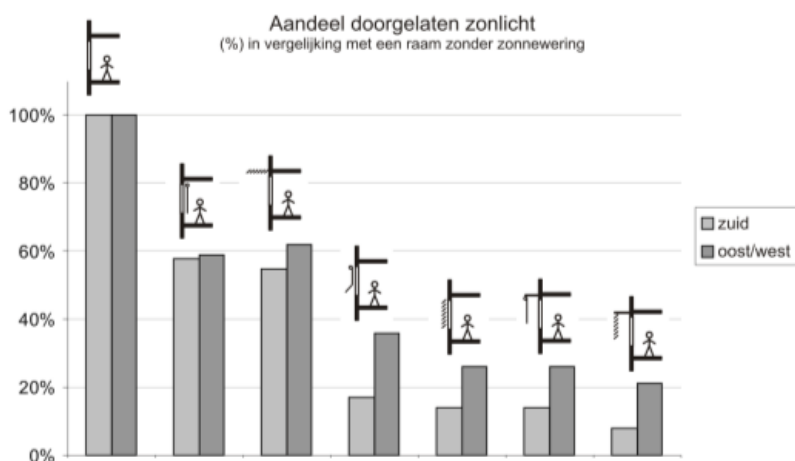
#### Oriëntatie

We zien bij de pilootprojecten geen terugkerend patroon met betrekking tot de oriëntatie. De keuze van de oriëntatie is immers afhankelijk van verschillende factoren. Zo moet men een goede oriëntatie voorzien om verblinding door de zon te vermijden en kans op oververhitting door intredende zonnestrallen te weren. Noorderlicht is hiervoor ideaal aangezien dit gefilterd licht geen verblinding en geen kans op oververhitting geeft. Raamopeningen langs deze kant van het gebouw zorgen echter voor meer warmteverliezen en geen warmtewinsten. Bij een oost-west oriëntatie daarentegen krijgen we lage en diep invallende zonnestrallen, terwijl de zonnestand (in de zomer) op het zuiden hoog is. Elke oriëntatie vraagt dan ook een bewuste, overdachte en passende keuze van zonnewering en afmetingen van de ramen. De keuze moet in dialoog gebeuren met de energieberekeningen en rekening houden met het gebruikerscomfort en de functie van de verschillende ruimtes.

Van de 18 gecertificeerde scholen is de oriëntatie als volgt:

- 6 scholen noord-zuid
- 1 school zuid-oost (kleuterklassen) – zuid-west (klassen lagere school)
- 1 school noord
- 6 scholen noordoost-zuidwest
- 1 school noordwest
- 2 scholen oost-west
- 1 school (2 gebouwen) deels noordoost-zuidwest, deels noordwest

Figuur H3-03. De impact van de verschillende zonneweringssystemen op de zontoetreding, Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, p.9 (2007)



<sup>20</sup> De wijze hoe een gebouw geventileerd wordt is onderverdeeld in 4 categorieën: Systeem A,B,C en D. Systeem A= volledige natuurlijke toe- en afvoer, Systeem B= Mechanische toevoer, natuurlijke afvoer, Systeem C= Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer en Systeem D= volledige mechanische toe- en afvoer.

<sup>21</sup> Overzichtstabel 'Duurzame Maatregelen' in bijlage H3-03. Deze overzichtstabel werd voorgelegd aan de betrokken ontwerpteams. Niet alle ontwerpteams deden de nodige datacontrole.

## Zonnewering

Alle projecten hebben een externe zonnewering voorzien die de warmte buiten houdt. Elf projecten hebben een luifel geplaatst, bij zeven projecten doet deze ook dienst als overdekte speelplaats. Tien van deze projecten combineren van in de ontwerpfase de luifel met een bijkomende zonneweringsmethode. Bij het ene project waar dit niet het geval was bij oplevering, werden er nog screens bijgeplaatst tijdens het gebruik. Vijf projecten combineren deze externe zonnewering met natuurlijke beschaduwning. Veertien projecten hebben automatisch regelbare externe zonnewering, de meerderheid doet dit door middel van screens. Zes projecten hebben manueel regelbare externe zonnewering en één project heeft manuele schuifpanelen. Slechts vier projecten maken gebruik van zonnewerende beglazing. Enkele projecten oriënteren de polyvalente ruimte of de gangen ten zuiden van de klassen. Ontwerpmatig fungeren ze op deze manier als buffer en warmteontvanger met de intentie om oververhitting van de leslokalen te vermijden.

Vijf projecten voorzien naast externe zonnewering, ook interne verduistering om verblinding in de lokalen tegen te gaan. Voor één school was het nodig om achteraf extra verduistering langs de binnenzijde te voorzien omdat de klas niet voldoende wordt verduisterd wanneer les wordt gegeven met het smartboard.

### 3.4.2 Uitgevoerde berekeningen

Alle projecten waren naar aanleiding van de decretale criteria verplicht om EPB-berekeningen en passiefberekeningen te laten uitvoeren.

Tien scholen hebben bijkomend ook een uitgebreide dynamische berekening laten uitvoeren, en vijf scholen hebben een beperkte dynamische simulatie uitgevoerd (voor vier van deze scholen gebeurde dat op kosten van Infrac.<sup>22</sup>) Twee scholen hebben het zomercomfort door middel van de statische berekening laten onderzoeken.

Twaalf scholen hebben een lichtstudie laten uitvoeren, waarbij vier van deze scholen dit combineerden met een daglichtstudie. Eén school heeft enkel een daglichtstudie laten uitvoeren.<sup>23</sup>

Vijf scholen hebben akoestische berekeningen laten uitvoeren.<sup>24</sup>

### 3.4.3 Bouwmethode en gebouwschil

Zestien van de negentien projecten maken gebruik van massieve materialen zoals beton, snelbouwsteen en cellenbeton of een mix van deze materialen. Deze materialen hebben een grote thermische massa, waardoor ze langer warmte kunnen stockeren gedurende de dag dan bijvoorbeeld de lichtere houtconstructievariant. Overdag slaan deze massieve materialen interne warmtewinsten en zonnwinsten op, waardoor de ruimtetemperatuur langzamer stijgt. 's Nachts, wanneer het buiten frisser is dan binnen, koelt een zeer intensieve nachtventilatie, de wanden (muren, vloeren, daken) en binnenruimte terug af en zorgt het voor frisse lokalen bij de start van de lessen. Dit komt scholen met een intermitterend regime ten goede.

Eén van deze zestien projecten hanteerde voor zijn lagere school een massiefbouw en voor zijn kleuterschool een houtbouw.

De drie overige scholen hebben een combibouw, waarbij ze een betonskelet combineren met houten invulwanden. Hiermee proberen ze de voordelen van beide systemen te benutten: De thermische massa van het betonskelet en de snelle uitvoeringstermijnen van de houten prefab invulwanden.

Qua bouwmaterialen gebruiken zestien scholen beton als plafond, en drie scholen hout. In elf scholen wordt beton ook gebruikt voor de wanden of de draagstructuur, negen scholen gebruiken snelbouwsteen voor de wanden (soms in combinatie met cellenbeton en/of beton) en vier scholen hebben houten wanden in combibouw met een betonnen draagstructuur. Eén school past dikke pakketten cellenbeton toe voor de wanden, die direct ook de totale isolerende functie van de wand opnemen. Een andere school maakte gebruik van holle isolatieblokken die gevuld werden met beton (systeem verloren bekisting).

De energetische prestatie van de bouwschil wordt uitgedrukt in een K-peil. 'Het K-peil geeft aan hoe goed een gebouw geïsoleerd is en wordt bepaald door: de isolatie in de buitenmuur, het dak en de vloer, de isolatiekwaliteit van de raamprofielen en het glas, binnenmuren grenzend aan niet-geïsoleerde ruimtes zoals kelders, garagepoorten, en de kwaliteit van de uitvoering van de bouwknopen.'<sup>25</sup> Scholen waarvan de bouwaanvraag na 1 januari 2015 dateert, moeten onder de K40 liggen. Hoe lager het K-peil, hoe beter het gebouw geïsoleerd is. Een gebouw volgens passiefstandaard heeft een K-peil tussen K10 en K20. Het K-peil is bekend van de achttien gecertificeerde scholen. Voor de achttien projecten betekent dit een gemiddeld K-peil van 16,80.

<sup>22</sup> Voor de scholen die in het gebied van de netbeheerder Infrac lagen, gaf Infrac ondersteuning om de pilootprojecten te begeleiden in hun voorbeeldrol als energiezuinige school. In het ondersteunende pakket van Infrac zat o.a. een beperkte dynamische berekening (beperkt tot één lokaal) uitgevoerd door Cenergie, begeleiding naar Energieboekhouding, etc. AGION heeft bij Eandis nagevraagd of zij een gelijkaardig pakket konden voorzien, maar dit was voor Eandis niet realiseerbaar.

<sup>23</sup> Deze gegevens hebben betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten. Van de laatst gecertificeerde projecten hebben we geen overzicht ontvangen van de bijkomend uitgevoerde studies.

<sup>24</sup> idem

<sup>25</sup> [www.bouw-energie.be/theorie](http://www.bouw-energie.be/theorie)

Het meest toegepaste schrijnwerk is passiefgecertificeerde houten profielen (7), waarvan vier scholen dit aan de buitenzijde lieten afwerken met aluminium wat het onderhoud beperkt. Zes scholen hebben volledig aluminium passiefschrijnwerk en één school de PVC-variant. Alle scholen hebben driedubbele beglazing. Noemenswaardig is dat één school door zijn ontwerp dusdanig performant scoort waardoor ze langs één zijde van het gebouw (de zuidzijde) hoogperformant tweedubbel glas konden voorzien i.p.v. driedubbel.<sup>26</sup>

We zien dat de keuze van driedubbel glas en het performante buitenschrijnwerk, een belangrijk nevenverschijnsel heeft waarmee toekomstige projecten rekening zouden moeten houden. Dergelijke goed geïsoleerde buitendeuren blijken te zwaar te zijn, om toe te passen in schoolgebouwen. Uit de bevraging 'wat zou je anders doen en waarom?' komen te zware buitendeuren als een belangrijk aandachtspunt naar voor.<sup>27</sup> In de gebruikersenquête adviseert één van de ondervraagden om in buitendeuren steeds dubbel glas te voorzien i.p.v. driedubbel glas. Tijdens de opvolging ter plaatse gaf een andere school aan dat de deurpompen moeite hadden met de zware buitendeuren.

Alle gecertificeerde projecten halen de eis m.b.t. de luchtdichtheid, sommige met zeer goede waarden tot  $n_{50} = 0,3 \text{ h}^{-1}$  à  $0,21 \text{ h}^{-1}$ . Het gemiddelde bedroeg  $0,47 \text{ h}^{-1}$ . Bij één van deze projecten behaalde één van de drie gebouwen (een sporthal) de eis niet, waardoor dit gedeelte niet werd gecertificeerd.

### 3.4.4 Ventilatie

Alle gecertificeerde projecten voorzien een balansventilatie (Systeem D) met warmterecuperatie. Dertien scholen organiseren hun ventilatiesysteem centraal, waarvan twee scholen dit ook decentraal doen, de vijf andere scholen doen dit enkel decentraal. Aanvullend voorzien alle scholen opengaande ramen, om na intensief gebruik piekventilatie te kunnen voorzien of tijdens de lente te genieten van het frisgroene gevoel. Drie scholen voorzien ook een grondbuis waarbij de ventilatielucht door de bodem voorverwarmd/gekoeld wordt. Verse lucht wordt doorheen deze buis aangezogen en zorgt in de zomer voor een aangename, koele en frisse lucht. In de winter daarentegen kan men de warmte van de aarde onttrekken, waardoor men de lucht minder moet bij verwarmen.

Het merendeel voorziet de warmterecuperatie door middel van een warmtewiel. De meeste warmtewielen hebben de mogelijkheid om naast warmterecuperatie, ook vocht te recupereren. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor schoolgebouwen (zie ook 3.7.2 'Gebruikerservaring en comfort'). Eén school maakt gebruik van een platenwarmtewisselaar. Geen enkele school voorziet extra nabevochtiging. De helft van de scholen heeft een bypass op de warmtewisselaar. 'Een bypass wordt vaak in de warmtewisselaar van een balansventilatieoestel voorzien zodat de ventilatielucht, zonder doorgang in de warmtewisselaar, rechtstreeks in de ruimtes kan worden ingeblazen wanneer de inkomende lucht een aangename temperatuur heeft dan de uitgaande lucht.'<sup>28</sup>

Het ventilatiesysteem kan door verschillende regelsystemen aangestuurd worden, deze kunnen afzonderlijk of in combinatie met elkaar toegepast worden. We zien dat verschillende pilootprojecten deze verschillende regelsystemen combineren. Meer dan de helft van de scholen organiseert de regeling met CO<sub>2</sub>-sturing, enkele met aan-/afwezigheidsdetectie en een groot aantal gebruikt kloksturing. Sommige scholen voorzien bijkomend een overwerkschakelaar, zodat de gebruikers het dagregime kunnen verlengen bij uitzonderlijke gelegenheden zoals oudercontact of teamvergadering. Verder voorziet ongeveer de helft van de scholen een regeling per zone. Bij enkele scholen heeft de ventilatie een intermitterend regime, dat afgestemd is op de lokalen en de tijdsafhankelijke noden. Zeven scholen zeggen dat ze een voorspoeling voorzien: na een nacht, weekend of vakantie wordt het volledige gebouw door een aantal luchtwisselingen voorgespoeld, zodat het luchtvolume voor gebruiksnamen volledig ververs is.

### 3.4.5 Verwarming

Onderstaande gegevens hebben – met uitzondering van de gegevens over de warmtebron - betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten

Het meest gebruikte systeem m.b.t. de warmteproductie is een gascondensatieketel (14 van de 18 projecten). Zes projecten hebben een warmtepomp voorzien, waarvan drie een gaswarmtepomp. Deze zes projecten passen lucht of water toe als warmtebron. De warmteafgifte gebeurt door water. In één project wordt bijkomend ook biomassa ingezet (een houtketel, die werkt met zelfgemaakte briketten afkomstig van houtafval van de afdeling houtbewerking) Hetzelfde project combineert de warmteproductie met een geothermisch open grondwatersysteem. Andere alternatieve bronnen zoals warmte krachtkoppeling, worden niet toegepast in de pilootprojecten.

Met uitzondering van één project, wordt de warmtedistributie bij alle projecten georganiseerd via de hygiënische ventilatielucht gecombineerd met naverwarmingsbatterijen, al dan niet gecombineerd met een

---

<sup>26</sup> De gegevens over het toegepaste schrijnwerk hebben betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten. Van de laatste gecertificeerde projecten hebben we geen overzicht ontvangen van de toegepaste materialen.

<sup>27</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q30

<sup>28</sup> www.pixii.be

ander verwarmingssysteem. Bij een deel van de scholen is er een centrale aansturing van deze verwarming via de hygiënische ventilatielucht, bij andere scholen wordt dit decentraal aangestuurd. Twee scholen sturen zowel centraal als decentraal aan. Een aantal scholen voorzien naast de hygiënische ventilatie nog een bijkomend verwarmingssysteem, dat afhankelijk van de noden van de ruimte varieert. Zo voorzien drie scholen nog bijkomend vloerverwarming, deze zien we bij de functies kleuterklas, turnzaal of polyvalente zaal. Zeven scholen voorzien bijkomend radiatoren, die voornamelijk toegepast worden in de klaslokalen en administratieve ruimtes. Een school voorziet op de hygiënische ventilatie een WRF-systeem (water en refrigerant flow). Dit is een op maat gemaakt systeem voor het verwarmen en koelen. Elk klaslokaal beschikt over een kleine warmtepomp, gekoppeld op een centraal waternet dat aangestuurd wordt door een centrale warmtepomp bovendaks. Dit geeft de mogelijkheid voor koeling in het ene lokaal en verwarming in het andere. Zo wisselen de verschillende ruimtes energie uit zonder<sup>29</sup> dat er verlies is van energie, wat uiteraard zorgt voor een beperking van het energieverbruik. Daarnaast speelt dit systeem in op de specifieke situatie van dit gebouw met verschillende warmtebehoefte naar gelang functie, bezetting of oriëntatie van de lokalen, zo kan in het computerlokaal een koelingsbehoefte zijn, terwijl er bij het bloemschikken juist een warmtevraag is.

Eén school voorziet zijn warmtedistributie niet via de hygiënische ventilatielucht maar via drie andere systemen, afgestemd op de specifieke functie en bijhorende noden van de lokalen. Hier worden radiatoren voorzien in de klaslokalen en de administratieve ruimtes, ribbenbuizen in de werkhallen en convectoren in de sporthal. Ook heeft één school na oplevering naverwarmingsbatterijen moeten bijplaatsen, aangezien de voorziene verwarming niet voldoende bleek.

Zes projecten voorzien regelingsmogelijkheid voor de gebruiker, bij drie projecten gebeurt dit via een beperkte regelaar (+1/-1) en bij drie projecten door middel van thermostatische kranen. Twee van de zes projecten hebben regelingsmogelijkheid via een beperkte regelaar en door middel van thermostatische kranen. Bij tien scholen is er een specifieke regeling per ruimte en/of zone, en acht scholen voorzien een overtimer. Een overtimer geeft de gebruiker zelf de mogelijkheid om de regeling van de verwarming te verlengen. Zo kan men bij avondactiviteiten het gebouw dat normaal gezien enkel verwarmd wordt tussen 6 uur 's morgens en 18 uur 's avond bijvoorbeeld nog twee uur langer verwarmen.

### 3.4.6 Koeling

Onderstaande gegevens hebben betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten.

Slechts twee projecten voorzien actieve koeling aan de hand van een warmtepomp. Eén van deze beide projecten zet een combinatie in van zowel actieve als passieve productie (grondbuis). Eén van deze projecten koos voor een actieve koeling aangezien het gebouw veel interne warmteproductie (kookklassen, computerklassen, etc.) heeft.

De andere projecten voorzien geen of passieve productie van koeling. De passieve productie wordt georganiseerd met een bypass, al dan niet gecombineerd met een grondbuis (2 projecten).

Dertien projecten voorzien mechanische nachtventilatie. Dit zorgt ervoor dat de thermische massa van het gebouw gedurende de nacht afkoelt en de koelte opslaat om hier de volgende dag gebruik van te kunnen maken. Pixii stelt bij de opvolging van de projecten vast dat in zeer weinig scholen hybride nachtventilatie aanwezig is. Dit zou in de warmere periodes echter nog meer kunnen helpen om gedurende de nacht het gebouw te laten afkoelen.

Daarnaast is er nog een project dat actieve koude distributie voorziet via een WRF-systeem. Het project zet dit in omwille van de hoge interne warmteproductie (kookklassen, computerklassen, etc.).

### 3.4.7 Warm water in sanitaire voorzieningen

Onderstaande gegevens hebben betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten.

Niet alle projecten voorzien warm water in de sanitaire voorzieningen. Vier projecten zorgen voor warm water door middel van een elektrische spaarboiler, zes projecten door een elektrische doorstroomboiler en zeven projecten door een gascondensatieketel. Bij de projecten waar we data voorhanden hebben, maakt slechts één enkel project gebruik van zonnecollectoren en circulatieleiding en drie projecten van enkel circulatieleidingen.

### 3.4.8 Verlichting

Onderstaande gegevens hebben betrekking op veertien van de achttien gecertificeerde projecten.

Uit de opvolging van de projecten blijkt dat vier projecten een daglichtstudie gecombineerd hebben met een lichtstudie, één project heeft enkel een daglichtstudie en acht projecten hebben enkel een lichtstudie uitgevoerd. Tien projecten gebruiken energiezuinige lampen (A-label) en efficiënte lichtarmaturen (rendement>85%). Twee projecten gebruiken enkel efficiënte lichtarmaturen.

---

<sup>29</sup> Uitgezonderd van distributieverliezen

De keuze van lichtregelsysteem blijkt afhankelijk te zijn van de functie van het lokaal. Twaalf projecten maken gebruik van een manuele bediening voor het inschakelen van de lichten. Dit wordt hoofdzakelijk toegepast in combinatie met aan- of afwezigheidsdetectie voor het uitschakelen van de lichten. Het manueel inschakelen van de verlichting zien we voornamelijk in klaslokalen en administratieve ruimtes. Alle projecten zijn voorzien van aan- of afwezigheidsdetectie. Waar er gekozen is voor meerdere regelsystemen, zien we het gebruik van aan- of afwezigheidsdetectie in het sanitair, de gemeenschappelijke ruimtes, circulatieruimten, klaslokalen en berging. Drie projecten gebruiken tijdsregeling.

Bij de opvolging van de projecten, bleek het voorzien van een voldoende groot tijdsinterval bij de aan- en afwezigheidsdetectie een aandachtspunt. Leerkrachten gaven aan dat het licht tijdens rustige klasmomenten te snel uitviel.

Daarnaast voorzien bijna alle projecten (twee niet) daglichtsturing op hun verlichtingsarmaturen.

### 3.4.9 Hernieuwbare energie, groendaken, waterbeheer

Zes van de achttien projecten passen hernieuwbare energie toe. Al deze projecten hebben zonnepanelen, drie projecten combineren deze panelen met een warmtepomp, één project wenst in de toekomst nog aanvullend een windmolen te voorzien. Eén project heeft bijkomend nog een zonneboiler en één project werkt met een geothermisch open grondwatersysteem.

Negen van de achttien projecten hebben een (gedeeltelijk) extensief groendak. Dit is een eenvoudige versie van een groendak. Een extensief groendak is niet bedoeld om op te lopen. Een project heeft een intensief groendak op bepaalde delen van de gebouwen. Bij een intensief groendak kan je het groendak als daktuin gebruiken en er dus wel op lopen.

Vijftien van de achttien projecten maken gebruik van regenwaterrecuperatie. Tien van de projecten zorgen voor infiltratie en/of buffering van het regenwater.

Daarenboven voorzien tien projecten waterzuinige toestellen (kranen, WC's, douches...)

## 3.5 Gebruik duurzame materialen

Het 'gebruik van duurzame materialen' is in kaart gebracht op basis van de ontvangen antwoorden op een enquête afgenomen bij de ontwerpteams van veertien projecten. Voor de definiëring van duurzame materialen hebben we de betekenis van duurzame materialen uit het 'Instrument voor duurzame scholenbouw'<sup>30</sup> toegepast.

### 3.5.1 Bouwmaterialen met goede NIBE-classificatie

De overgrote meerderheid van de projecten heeft zijn keuze van de materialen niet getoetst aan de NIBE-classificatie<sup>31</sup>, dit is slechts bij vijf projecten gebeurd. Bij één project heeft meer dan 75% van de nieuwe materialen een goede tot zeer goede NIBE-classificatie. Drie projecten hebben een goede tot zeer goede NIBE-classificatie voor 50 tot 75% van de nieuwe materialen en bij één project is dit het geval voor 25 tot 50% van de nieuwe materialen.

Tabel H3-05. Resultaten bevraging van de ontwerpteams – bouwmaterialen met goede NIBE-classificatie

HOEVEEL % VAN DE NIEUWE MATERIALEN HEEFT EEN MILIEUKLASSE VAN MAXIMUM 3C (NIBE-CLASSIFICATIE)?	RESULTAAT
25 tot 50%	1
50 tot 75%	3
meer dan 75%	1
Er is geen beeld van het percentage aangezien de materialen niet gecontroleerd zijn naar NIBE-classificatie.	14

### 3.5.2 Duurzame houtsoorten

Het gebruik van gecertificeerd hout lijkt goed ingeburgerd. Vijftien projecten hebben gebruik gemaakt van PEFC<sup>32</sup> of FSC<sup>33</sup>-gecertificeerd hout. Bij slechts één project is het hout niet gecertificeerd en bij een ander project is er geen zicht op welk hout er werd gebruikt. Zes projecten hebben hout uit Europese bossen gebruikt. Eveneens zes projecten hebben het hout beschermd met natuurlijke beschermingsmiddelen.

<sup>30</sup> Naar een Inspirerende Leeromgeving, instrument voor duurzame scholenbouw, EVR, GO! & AGION, 2010

<sup>31</sup> De NIBE-classificatie (NIBE= Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie,) evalueert en visualiseert de milieu-impact van de meeste bouwmaterialen.

<sup>32</sup> Het PEFC- certificaat wordt uitgereikt door Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes en heeft aan dat het hout afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen.

<sup>33</sup> Het FSC-keurmerk wordt uitgereikt door de Forest Stewardship Council en geeft aan dat het hout afkomstig is uit een goed beheerd bos volgens normen voor milieu, sociale omstandigheden en economie.



Tabel H3-06. Resultaten bevraging van de ontwerpteams– duurzame houtsoorten (meerdere antwoordmogelijkheden)

VAN WELKE HOUTSOORTEN IS ER GEBRUIK GEMAAKT?	RESULTAAT
Er is gebruik gemaakt van PEFC-gecertificeerd hout.	4
Er is gebruik gemaakt van FSC-gecertificeerd hout.	12
Er is gebruik gemaakt van hout uit Europese bossen.	6
Indien bescherming nodig was, is het hout beschermd met natuurlijke beschermingsmiddelen.	6
Niets van bovenstaande is toegepast.	0
Er is geen gebruik gemaakt van gecertificeerd hout.	1
Er is geen hout gebruikt.	2
Er is geen beeld van welk hout gebruikt is.	1

### 3.5.3 Gerecycleerde materialen

Twaalf projecten hebben geen beeld over hoeveel % gerecycleerde materialen gebruikt zijn. Vijf projecten geven aan dat er zeker geen gerecycleerde materialen toegepast zijn. Slechts twee projecten geven aan dat ze gerecycleerde materialen hebben toegepast voor een percentage van 5% tot 15% van de gebruikte materialen.

Tabel H3-07. Resultaten bevraging van de ontwerpteams– gerecycleerde materialen

HOEVEEL % VAN DE GEBRUIKTE MATERIALEN IS GERECYCLEERD?	RESULTAAT
5 tot 10%	1
10 tot 15%	1
Meer dan 15%	0
Er zijn geen gerecycleerde materialen gebruikt.	5
Er is geen beeld van hoeveel % van de gebruikte materialen gerecycleerd is.	12

### 3.5.4 Lokale bouwmaterialen

Tien projecten hebben geen beeld van het aandeel gebruikte materialen die lokaal geproduceerd zijn. Negen pilotprojecten zijn hier bewust mee omgegaan, acht hiervan hebben meer dan 15% materialen toegepast die lokaal geproduceerd zijn.

Tabel H3-08. Resultaten bevraging van de ontwerpteams– lokale bouwmaterialen

HOEVEEL % VAN DE GEBRUIKTE MATERIALEN WORDT LOKAAL GEPRODUCEERD?	RESULTAAT
Minder dan 10%	0
10 tot 15%	1
Meer dan 15%	8
Er is geen beeld van het aandeel gebruikte materialen dat lokaal wordt geproduceerd.	10

### 3.5.5 Vermijden van producten met schadelijke stoffen

Bij negen projecten is er bewust geen gebruik gemaakt van materialen die schadelijke stoffen (zoals vluchtige organische stoffen (VOS)) bevatten, acht projecten hebben er geen idee van, en twee projecten geven aan dat er materialen werden gebruikt die schadelijke stoffen bevatten.

Tabel H3-09. Resultaten bevraging van de ontwerpteams– producten met schadelijke stoffen

IS ER GEBRUIK GEMAAKT VAN MATERIALEN EN PRODUCTEN DIE SCHADELIJKE STOFFEN BEVATTEN IN DE ZIN VAN DE EUROPESE RICHTLIJNEN EN VERORDENINGEN?	RESULTAAT
Er is geen gebruik van gemaakt.	9
Er is wel gebruik van gemaakt.	2
Er is geen beeld of de gebruikte materialen en producten schadelijke stoffen omvatten	8

### 3.5.6 Duurzaam naar levensduur en onderhoud

Alle projecten geven aan gebruik te hebben gemaakt van materialen die een lange levensduur hebben en weinig onderhoud nodig hebben.

Tabel H3-10. Resultaten bevraging van de ontwerpteams– levensduur en onderhoud

IS ER GEBRUIK GEMAAKT VAN MATERIALEN DIE EEN LANGE LEVENSDUUR HEBBEN EN WEINIG ONDERHOUD NODIG HEBBEN?	RESULTAAT
Ja	19
Nee	0



## 3.6 Meerwaarde van het Pilotproject en de maatregelen in energiezuinig bouwen

Om na te gaan welke meerwaarde het Pilotproject en de verschillende genomen maatregelen bieden, analyseren we vier thema's:

- Energiebesparing en rendabiliteit;
- Gebruikerservaring en comfort;
- Transitie naar zeer energiezuinig bouwen;
- Onderwijskundige meerwaarde.

### 3.6.1 Energiebesparing en rendabiliteit

#### 3.6.1.a Effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding en de werkmiddelen van de scholen

Deze sectie behandelt de verschillende onderzoeksvragen die in het besluit<sup>34</sup> zijn vastgelegd:

- 'Het effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding van de betrokken instellingen en het globale energieverbruik in de betrokken instellingen.'
- 'Het effect op de werkmiddelen van de betrokken instellingen'

Het beantwoorden van de onderzoeksvragen vereist een voor- en nameting van het energiegebruik in elke school. De voormeting omvat het energieverbruik tot drie jaar vóór het passief gebouw in gebruik wordt genomen. De nameting omvat het energieverbruik na ingebruikname van het passief gebouw. Pixii verzamelt de energieboekhouding van de passiefscholen tot twee jaar na ingebruikname. AGION beschikt niet voor alle scholen over betrouwbare energiedata, waardoor slechts voor vijf scholen een correcte vergelijking kan gemaakt worden.

Onderstaande tabel (H3-11) geeft voor deze vijf projecten een zicht op het gemiddeld jaarlijks energieverbruik in het klassieke schoolgebouw versus het passief schoolgebouw. Klimaatomstandigheden kunnen variëren, waardoor een school meer of minder gebruik maakt van de energiebronnen. Graaddagen zijn een maatstaf voor koude over een bepaalde periode. Het opnemen van graaddagen in de effectmeting controleert voor deze klimaatomstandigheden en laat dus toe om de variërende temperatuur mee te kunnen nemen in energieberekeningen.

Om het effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding en het globale energieverbruik van de pilotscholen na te gaan hanteren we volgende formule voor het oude schoolgebouw en het nieuwe passiefgebouw:

#### Totaal energieverbruik (in kWh/m<sup>2</sup>) / Graaddagen

Het verschil tussen de passief energiedata en de energiedata van de oude schoolgebouwen geeft de procentuele impact.

We observeren voor elke school een duidelijk lager energieverbruik per vierkante meter oppervlakte. De effecten situeren zich van 52% tot en met 82% minder energieverbruik in de passiefscholen.

Van vier andere scholen hebben we enkel het energieverbruik van het passiefschoolgebouw. Eén van deze scholen heeft het laagste energieverbruik tot nu toe, nl. Wuustwezel met een verbruik van 7,16 kWh/m<sup>2</sup>. Deze school heeft zich van bij de ontwerpfase ingezet om het energieverbruik zo laag mogelijk te houden, door bijvoorbeeld te kiezen voor een warmtepomp.

---

<sup>34</sup> Besluit van de Vlaamse Regering van 7 november 2008 tot regeling van een aantal aangelegenheden ter uitvoering van het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen

Tabel H3-11. Het gemiddeld jaarlijks energieverbruik, vóór en na passiefbouw (in kWh/m<sup>2</sup>)

PROJECT	KLASSIEKE SCHOOL (kWh/m <sup>2</sup> )	PASSIEFSCHOOL (kWh/m <sup>2</sup> )	IMPACT (ZONDER GRAADDAGEN)	IMPACT (MET GRAADDAGEN)
Bilzen	71,32	32,70	-54%	-54%
Bocholt	143,07	43,03	-70%	-63%
Londerzeel	245,89	41,67	-83%	-82%
Zwevegem	169,12	74,97	-56%	-52%
Dilsen-Stokkem	129,03	41,62	-68%	-65%
Waregem	-	70,51	-	-
Kalmthout	-	65,21	-	-
Wuustwezel	-	7,16	-	-
Zandhoven	-	53,10	-	-

Tabel H3-12 geeft een overzicht van de energiekost als gemiddeld percentage van de werkingsmiddelen voor zes projecten. We merken op dat de werkingsmiddelen variabel zijn en dus elk jaar een ander bedrag omvatten. Daarnaast zijn de energieprijzen doorheen de tijd ook onderhevig aan een prijsstijging. Vijf van de zes passiefscholen ervaren een positief effect op de werkingsmiddelen omwille van een lagere totale energiekost in vergelijking met het oude schoolgebouw. Er worden verschillen van 1,3% tot wel 11,6% waargenomen. Bij één school, Zandhoven, is er een lichte stijging te merken. Dit is onder andere te verklaren door een daling bij de werkingsmiddelen.

Tabel H3-12. De energiekost als gemiddeld % van de werkingsmiddelen

PROJECT	KLASSIEKE SCHOOL	PASSIEFSCHOOL
Bilzen	9,4%	8,1%
Bocholt	8,4%	5,1%
Kalmthout	14,7%	4,4%
Londerzeel	19,9%	8,3%
Wuustwezel	9,3%	1,0%
Zandhoven	12%	14%

### 3.6.1.b Rendabiliteit of terugverdientijd

De totale investering in een schoolgebouw is een combinatie van subsidies en eigen inbreng door de school. Voor het basisonderwijs bedraagt de reguliere subsidie 70%, voor het secundair onderwijs, de CLB's, centra voor volwassenenonderwijs en internaten bedraagt de subsidie 60%. Als we de terugverdientijd berekenen voor de eigen investering van de school, bedraagt dit 5 jaar voor de passiefschool in Londerzeel, 10 jaar (12 jaar, verdisconteerd) voor de school in Kalmthout en 14 jaar (17 jaar, verdisconteerd) voor de passiefschool in Bocholt. Bekeken vanuit het standpunt van de inrichtende macht is de investering in passiefbouw dus behoorlijk snel terugverdiend.<sup>35</sup>

We merken op dat er een grote variatie aanwezig is in de terugverdientijden. Dit heeft in belangrijke mate te maken met de bouwkost van de passiefschool en de uitgangspositie op vlak van energiekosten waarbij het oude gebouw vergeleken wordt met het nieuwe, passief, gebouw. De terugverdientijd wordt dus beïnvloed door het energieverbruik van het oude gebouw. Zo bespaart Kalmthout ruim 12 euro per m<sup>2</sup> op de energiekosten terwijl Bocholt 6,66 euro per m<sup>2</sup> bespaart ten opzichte van het energieverbruik van de oude schoolgebouwen. De meerkost van Kalmthout wordt daardoor sneller terugverdiend. Aangezien de bouwkost van Bilzen en Dilsen-Stokkem niet hoger is dan de financiële norm, is de investering onmiddellijk terugverdiend. In sectie 3.4.1 komt de bouwkost uitvoerig aan bod.

<sup>35</sup> Een school is een gebouw met een publieke functie. Het Vlaams Energieagentschap (VEA) rekent voor schoolgebouwen met een evaluatieperiode van 30 jaar. We hanteren een discontovoet van 3%<sup>35</sup> zodat de tijdswaarde van geld in rekening kan gebracht worden. Energieprijzen evolueren doorheen de tijd. Een voorspelling voor de volgende 30 jaar gaat gepaard met een belangrijke mate van onzekerheid. Het VEA heeft daarom drie scenario's vooropgesteld gaande van 0% tot 3.5% prijsstijging per jaar. Eerdere studies van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) en het Pixii (voormalig Passiefhuis-Platform vzw) hanteren een jaarlijkse prijsstijging van 3%. We volgen dit scenario en gaan dus uit van 3% jaarlijkse stijging in energieprijzen.

Naast investerings- en energiekosten heeft een school ook onderhoudskosten. We nemen de onderhoudskost in onze berekening op als een % van de totale investeringskost (bouwkost). Zoals het geval is voor de DBFM-scholen, hanteren we 1,54%. We veronderstellen een inflatie van 2%.

## 3.6.2 Gebruikerservaring en comfort: over de verschillende projecten heen

### 3.6.2.a Algemeen gebruikerscomfort

De evaluatie van het gebruikerscomfort gebeurde aan de hand van een gebruikersenquête. Er werd tweemaal een enquête uitgestuurd. De bevraging peilde naar algemene gebruikerservaring, binnenklimaat, onderhoud en beheer en specifieke aanwezige aandachtspunten. Daarnaast polste de enquête ook naar de ervaringen tijdens het projectverloop en hun rol als pilootproject.

De eerste enquête werd verstuurd wanneer de school minimaal een volledig schooljaar in gebruik is, en richtte zich tot de directie, de gebouwbeheerder en het schoolbestuur.

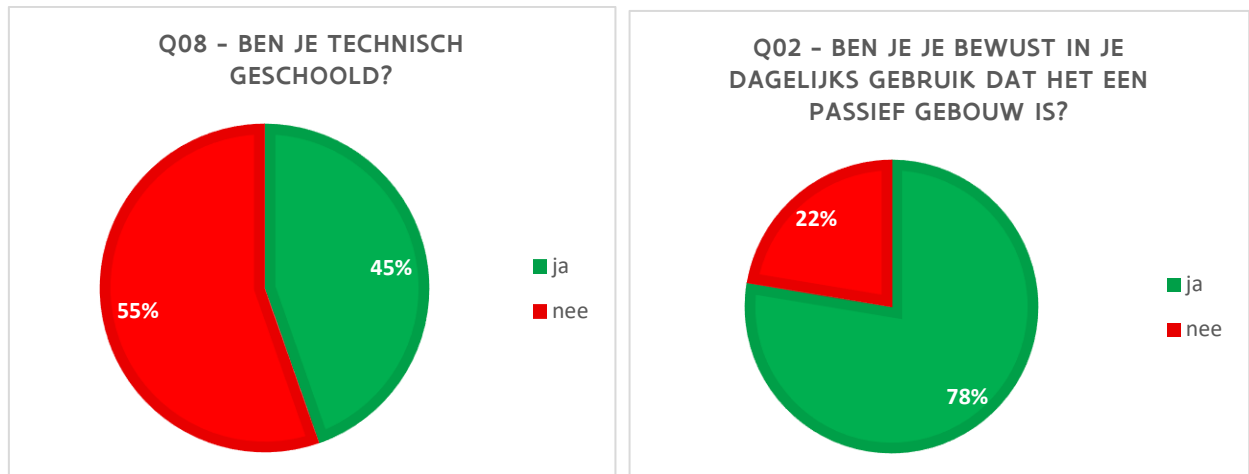
De tweede enquête werd één jaar later uitgestuurd naar een breder gebruikerspubliek. Naast directie, beheerder en schoolbesturen, werden ook leerlingen, leerkrachten, logistiek personeel (onderhoud, keuken, administratie), ouders en externe gebruikers bevraged.

We rapporteren de kernresultaten van de twee bevragingen, afgenomen bij 16 scholen.. Gelet op de te kleine respons van de recentere enquêtes, blijft de evaluatie dezelfde als in het rapport 2018-2019.

Een kleine meerderheid van de respondenten heeft geen technische achtergrond (55%). 78% van alle bevragede personen zijn er zich van bewust dat de nieuwbouw een passiefschool is.

Grafiek H3-05. Q08 - Ben je technisch geschoold?

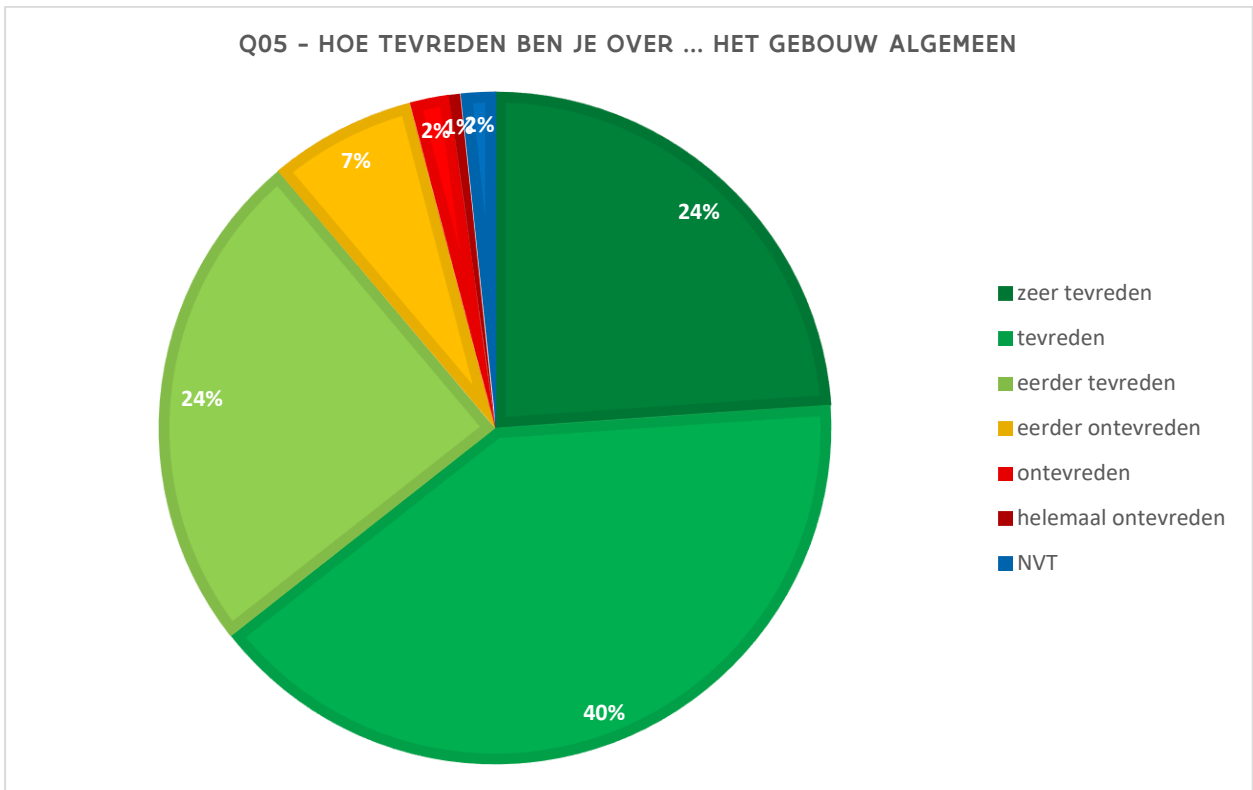
Grafiek H3-06. Q02 - Ben je je bewust in je dagelijks gebruik dat het een passief gebouw is?



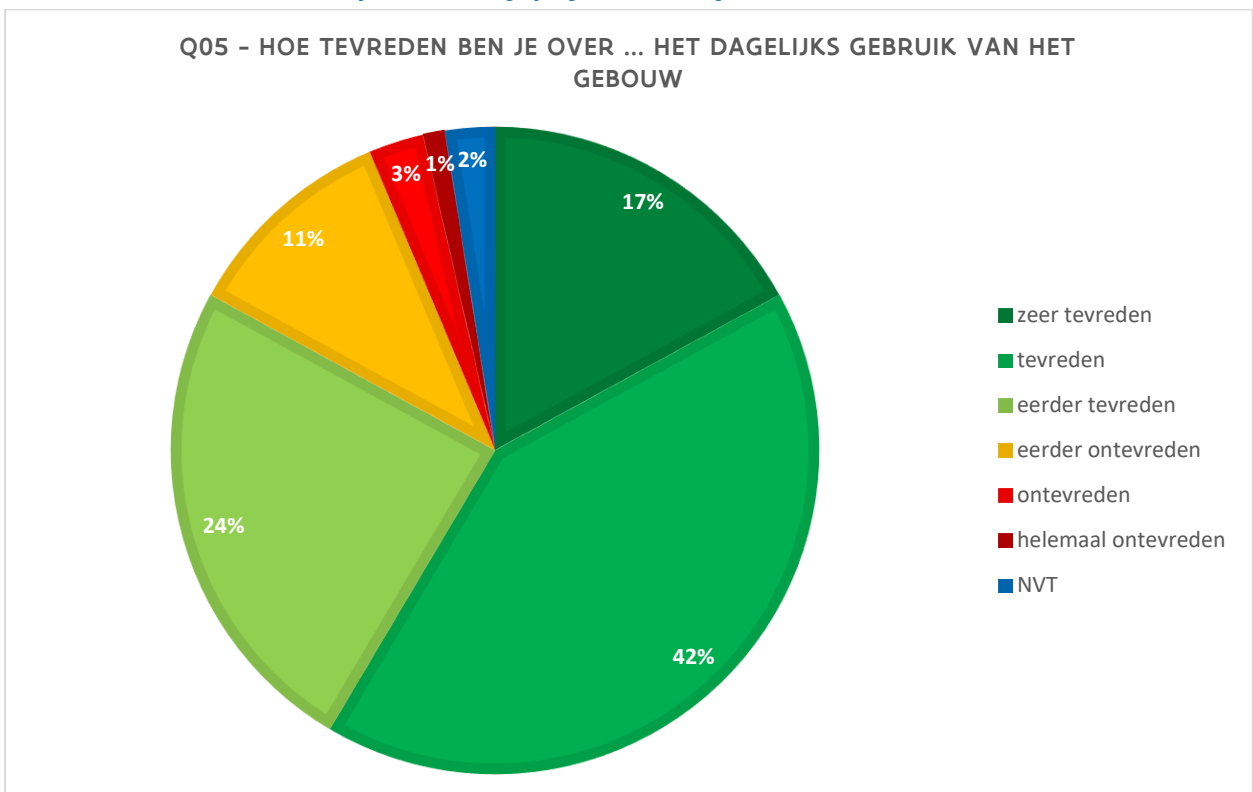
Vermits elke gebruiker comfort op een eigen, unieke, wijze ervaart, is het belangrijk op te merken dat een tevredenheidsgraad van 100% zo goed als onmogelijk is. Persoon A vindt een temperatuur van 20°C bijvoorbeeld optimaal, terwijl persoon B 22°C als optimaal ervaart in een bepaalde situatie.

Uit de bevraging blijkt dat 88% van de respondenten algemeen tevreden is over het gebouw. Bij 83% van de respondenten heerst er tevredenheid op vlak van het dagelijks gebruik van het gebouw. Aan de andere kant merken we op dat 16% eerder tot helemaal ontevreden is over het gebouw algemeen en 15% over het dagelijks gebruik van het gebouw.

Grafiek H3-07. Q09 - Hoe tevreden ben je over ... het gebouw algemeen?



Grafiek H3-08. Q09 - Hoe tevreden ben je over ... het dagelijks gebruik van het gebouw?



Ondanks het feit dat enkele pilotscholen gedurende het eerste jaar geconfronteerd werden met afstellingproblemen en foute aannames tijdens het ontwerp, blijkt de tevredenheid toch hoog te zijn.

Een vergelijking naar comfortklachten tussen de vorige locatie en de huidige passieflocatie toont in belangrijke mate een trend van lichte tot duidelijke verbetering. Een lichte verbetering zien we bijvoorbeeld in de cijfers voor ziekteverzuim, spraakverstaanbaarheid, huidirritaties, astmaklachten, irritaties van slijmvliezen, allergieën, en (luchtweg)infecties. Een sterke positieve evolutie nemen we waar op vlak van concentratieproblemen,

stemklachten bij leerkrachten, hoofdpijn, gehoorklachten, vermoeidheid en sufheid, en verminderde leerprestaties. Ook klachten met betrekking tot geurhinder zijn duidelijk afgenomen in de nieuwe schoollocatie. Dit blijft nog een probleem volgens een kleine minderheid van de respondenten.

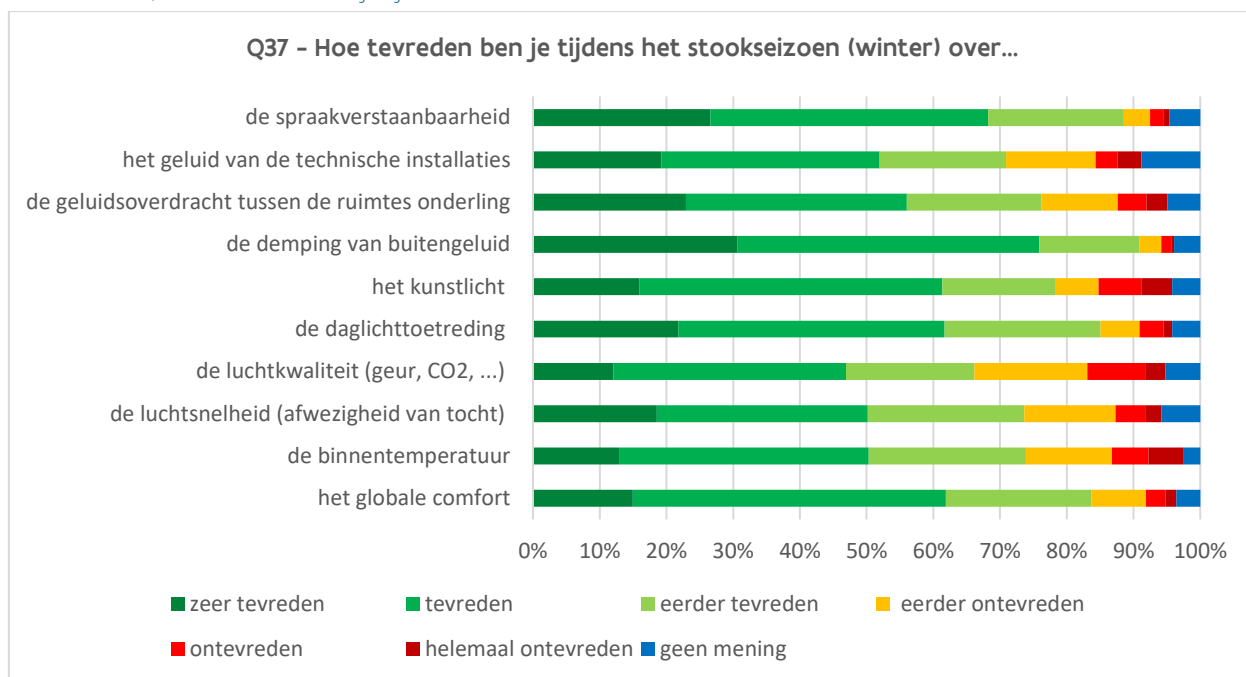
### 3.6.2.b Algemeen binnenklimaat

#### In het stookseizoen

Uit de 'Gebruikersenquête' zien we dat in het stookseizoen (winter) de grote meerderheid van de respondenten tevreden is over het globale binnenklimaatcomfort (84%), de daglichttoetreding (85%), het kunstlicht (78%), de demping van buitengeluid (91%), en de spraakverstaanbaarheid (88%).

23% van de respondenten zijn eerder tot helemaal ontevreden over de binnentemperatuur tijdens het stookseizoen. Zowel bij luchtsnelheid (tochtgevoel) als het geluid van de technische installaties zien we dat 20% van de respondenten ontevreden is over het resultaat. De gebruikersenquête geeft ook aan dat 29% niet tevreden is over de luchtkwaliteit (geur, CO<sub>2</sub>, ...). Ongeveer 19% van de respondenten is eerder tot helemaal ontevreden over de geluidsoverdracht tussen de ruimtes onderling.

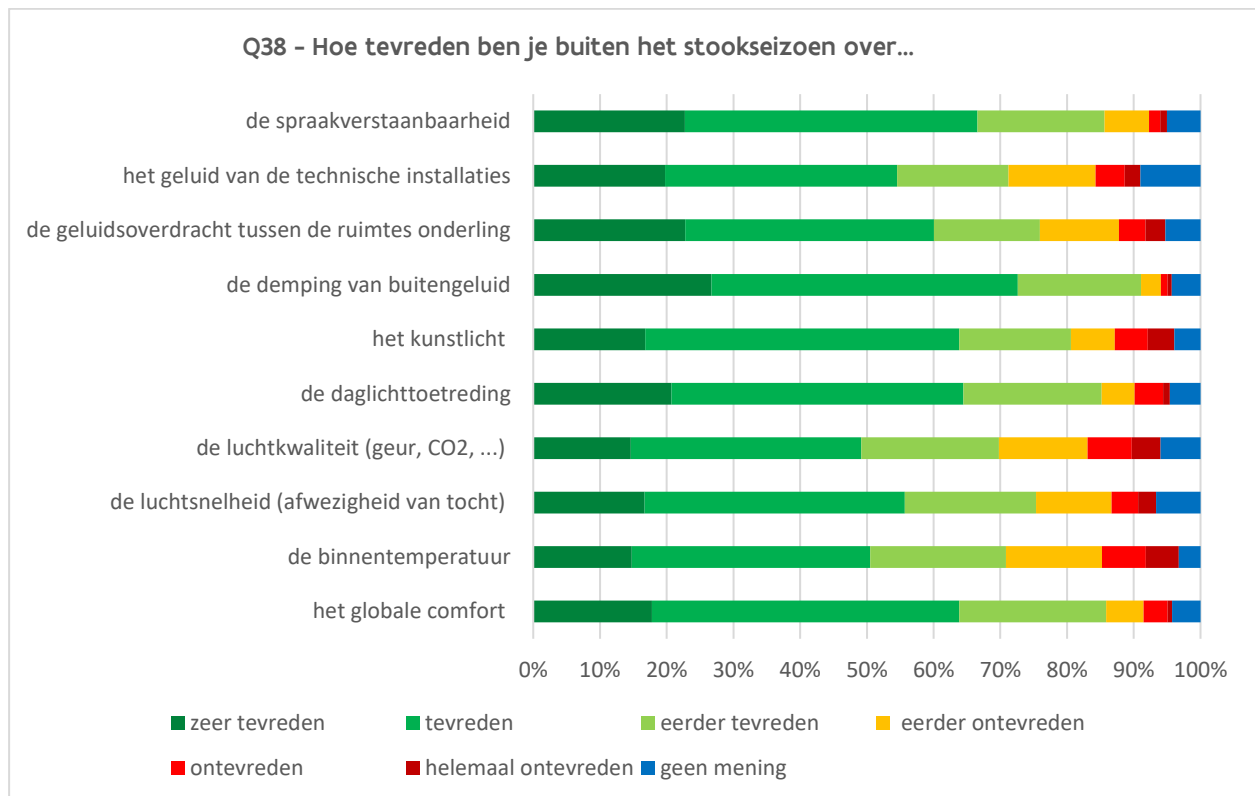
Grafiek H3-09. Q37 - Hoe tevreden ben je tijdens het stookseizoen (winter) over ...



#### Buiten het stookseizoen

We zien een eerder gelijkaardig tevredenheidsgevoel binnen en buiten het stookseizoen. Buiten het stookseizoen is de grote meerderheid van de respondenten eerder tot zeer tevreden over het globale comfort (86%), de daglichttoetreding (86%), het kunstlicht (81%), de demping van buitengeluid (91%), en de spraakverstaanbaarheid (86%). Een groep van 10% is eerder tot helemaal ontevreden over het globale comfort. Net zoals binnen het stookseizoen, merken we op dat er toch een noemenswaardige ontevredenheid heerst op vlak van binnentemperatuur (26%), luchtsnelheid (tochtgevoel) (17%), luchtkwaliteit (24%), geluidsoverdracht tussen de ruimtes onderling (19%), en geluid van de technische installaties (19%).

Dit zijn belangrijke aandachtspunten voor toekomstige projecten. Het goed dimensioneren en afregelen van de technieken is cruciaal voor het voorzien van een goed comfortniveau naar tochtgevoel, geluid van de technische installaties, geluidsoverdracht tussen ruimtes onderling via technische kanalen en de luchtkwaliteit.



### 3.6.2.c Winter- en zomercomfort

Meer dan één vierde van de bevroegden geeft in de 'Gebruikersenquête' aan eerder ontevreden of ontevreden te zijn over de binnentemperatuur tijdens en buiten het stookseizoen. Vroeger dacht 29%<sup>36</sup> van de respondenten dat een passiefschool koud zou zijn in de winter. Nu – sinds de ingebruikname van de passiefschool - denkt 24% van de respondenten dat het in een passiefschool koud is in de winter. Vroeger dacht 19% van de bevroegden dat het in een passiefschool vaak te warm is in de zomer. Nu denkt 40% van de respondenten dat het er vaak te warm is in de zomer. Vroeger dacht 36% van de respondenten dat een passiefschool aangenaam is in de zomer. Nu denkt 41% dit. Op de vraag 'wat zou je anders doen, en waarom?' wordt een goede anticipatie op het zomercomfort door het voorzien van een aangepaste zonnewering door meerdere bevroegden gemeld.<sup>37</sup>

We zien dat vooral het zomercomfort een uitdaging is voor scholen. Dit werd bij verschillende projecten onderschat tijdens het ontwerpproces. Bij het ontwerpen van energiezuinige schoolgebouwen moet dan ook de nodige aandacht besteed worden aan het zomercomfort.

Het in kaart brengen van de oververhitting d.m.v. de overschrijdingsfrequentie bij 25°C < 5% berekend via dynamische simulatie is niet opgenomen als decretaal passiefcriterium. AGION heeft dit wel als aanbeveling meegegeven aan de scholen. In het overzicht van duurzame maatregelen (bijlage H3-03) zien we dat slechts tien scholen een uitgebreide dynamische simulatie hebben uitgevoerd. Het aanbevelen bleek niet voldoende. Het opnemen van een verplichtende eis naar oververhitting lijkt hier dan ook aan te raden bij mogelijke nieuwe pilotprojecten rond zeer energiezuinige scholen.

### 3.6.2.d Luchtkwaliteit

In een passiefschool staat de binnenluchtkwaliteit centraal. Waar de ontwerper zich vroeger hierover geen of beperkte vragen stelde, is dit bij het ontwerpen van een passiefschool inherent. Een groot aantal mensen op een beperkte oppervlakte, de grotere luchtdichtheid en goede isolatie, vragen om een weldoordachte ventilatiestrategie. In de gebruikersenquête zien we dat de meerderheid van de respondenten tevreden is over de luchtkwaliteit in een passiefschool.

Mechanische ventilatiesystemen komen de binnenluchtkwaliteit ten goede op voorwaarde dat de systemen goed opgevolgd en onderhouden worden. Slecht onderhoud, verstopte filters, slecht afgeregelde debieten, of foutief gebruik... kunnen de binnenluchtkwaliteit immers grondig verstoren.

Dergelijke 'kinderziektes' naar luchtkwaliteit en comfort gerelateerd aan ventilatie zien we dan ook naar boven komen in de gebruikersenquête en in de opvolging van de projecten die een eerste jaar in gebruik zijn. (zie boven: Algemeen gebruikerscomfort en Algemeen Binnenklimaat, grafiek H3-10). Hier zien we als

<sup>36</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q41

<sup>37</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q30

aandachtspunten voornamelijk: tochtgevoel door slechte positionering van de inblaasmond en te hoge lichtsnelheden, en klachten naar geluid van de installaties. Voldoende aandacht en de juiste kennis, zowel bij ontwerp, uitvoering als beheer, zijn dan ook niet te verwaarlozen om de theorie effectief om te zetten in praktijk. Zo had één van de scholen klachten met betrekking tot tochtgevoel, wat na een goede inregeling van de aannemer technieken opgelost was. In een ander project werd er een extra naverwarmingsbatterij toegevoegd op de ventilatie omdat bleek dat de klassen op het gelijkvloers moeilijk op temperatuur te krijgen waren, terwijl het in de klassen op de verdieping te warm werd.

### 3.6.2.e Akoestiek en geluidshinder

Akoestiek is een thema waar tijdens het ontwerp van een school soms te weinig wordt bij stil gestaan. Toch is dit in de context van een school niet onbelangrijk, aangezien het een invloed heeft op leerprestaties. Een verminderde spraakverstaanbaarheid zorgt voor een verlaagde detectie, herkenning en interpretatie van de overgebrachte leerstof. Daarnaast zorgt een lawaaierige omgeving ook voor concentratiestoornissen. Een goede akoestiek is ook belangrijk om gezondheidsklachten, zoals stress, oververmoeidheid, stemklachten en permanente gehoorschade bij leerkrachten tegen te gaan. 'Meer dan 50% heeft tijdens zijn of haar carrière stemklachten en bij 20% van de leraren leidt dit tot ziektemelding.'<sup>38</sup>

De passiefbouwmethodiek omvat een aantal aandachtspunten in het kader van akoestiek. Aansprekbare thermische massa inzetten is één van de zomerstrategieën, wat de aanwezigheid van harde materialen inhoudt. Wanneer het ontwerp dit niet bewust compenseert op andere plaatsen, is de kans op klachten m.b.t. akoestiek reëel.

Ook de specifieke ventilatietechnieken zijn kenmerkend voor deze bouwmethodiek. Een juiste dimensionering van de ventilatievouden, een bewuste keuze voor centrale of decentrale organisatie van de ventilatiegroepen, anticiperen op geluidsoverdracht via de kanalen en geluidsproductie door de installaties, ... liggen aan de basis voor een goed comfort op vlak van akoestiek. Net zoals bij luchtkwaliteit is voldoende aandacht besteden aan en de juiste kennis hebben, zowel bij ontwerp, uitvoering als beheer, ook hier een belangrijke randvoorwaarde. Meerdere respondenten raden dan ook aan een studie bureau voor akoestiek zeker op te nemen in het ontwerpteam.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Publicatie Leraar 24, 04-06-2009

<sup>39</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q19

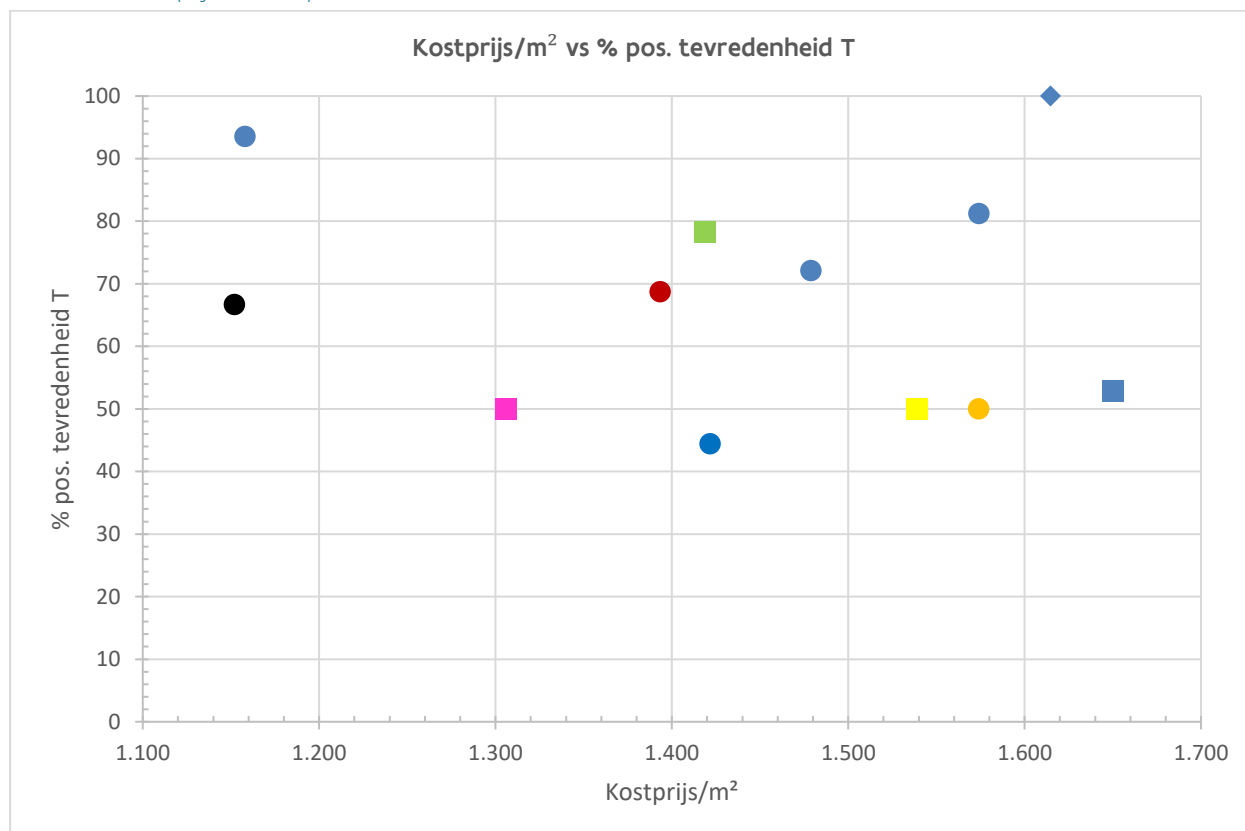


### 3.6.3 Gebruikerservaring en comfort: projectspecifieke analyses – binnenklimaat<sup>40</sup>

Wanneer we de evaluatie van binnentemperatuur op projectniveau bekijken zien we dat er een grote variatie is tussen de projecten onderling. Zo zijn er bij de projecten die een ruime bevraging<sup>41</sup> hebben gehad, een aantal projecten met een eerder overtuigend tevreden evaluatie. We observeren een gemiddelde tevredenheid (rond de 50%) bij een viertal scholen.

Oververhitting tijdens de zomermaanden blijkt een aandachtspunt bij het ontwerpen van deze zeer goed geïsoleerde schoolgebouwen.<sup>42</sup>

Grafiek H3-19. Kostprijs/m<sup>2</sup> vs % pos. tevredenheid T



(vierkant: gedeeltelijke dynamische simulatie- bol: volledige dynamische simulatie- ruit: geen dynamische simulatie)

Grafiek H3-19 toont een vergelijking (van 12 scholen) tussen de vierkante meterprijs, de positieve evaluatie van de binnentemperatuur buiten het stookseizoen en de uitgevoerde studies. Gecombineerd met de detailanalyse zien we dat het uitvoeren van een dynamische simulatie en het afstemmen van het project op deze adviezen een positief effect kan hebben op de binnencomfort en de kostprijs van het gebouw.

We zien dat het garanderen van een goed zomercomfort een uitdaging is bij schoolgebouwen. De verschillende fases van ontwerpproces tot beheer spelen hier een rol in. Zo zien we een aantal klachten omwille van de instellingen en het beheer van de technieken, het voorzien van te weinig of verkeerde zonnewering, of een ontwerpproces dat te weinig aandacht heeft besteed aan mogelijke oververhitting in de toekomst. We besluiten dat het niet noodzakelijk is om te investeren in dure technieken om goede zomercomfortresultaten te halen.

Aangezien alle toekomstige schoolgebouwen dergelijke energiezuinige resultaten behalen is dit een aandachtspunt dat best meegenomen wordt naar alle scholen. Schoolgebouwen worden gekenmerkt door hoge interne warmtewinsten. In de winter hebben een goede isolatie en de interne warmtewinsten een positief effect op de stookkosten, maar in de zomer mag er binnen niet teveel warmte zijn.

### 3.6.4 Transitie naar zeer energiezuinig bouwen<sup>43</sup>

De Vlaamse Regering wenste met het Pilotproject een impuls te geven aan de ontwikkeling van een bredere markt van professionelen, het vergroten van de afzetmarkt voor passieve bouwproducten en de ervaring bij

<sup>40</sup> Gelet op de te kleine respons van de recentere enquêtes, is onderstaande evaluatie dezelfde als in hoofdstuk 3.6.3 van het rapport 2018-2019.

<sup>41</sup> Passiefscholen die minimum een tweede bevraging gehad hebben met een voldoende representatieve respons.

<sup>42</sup> In het bilan 2016-2017 bekeken we aan de hand van een gedetailleerdere analyse van zes projecten (Wuustwezel, Zwevegem, Etterbeek, Bilzen, Kalthout en Bocholt) welke genomen maatregelen hierop een invloed hebben. Voor de gedetailleerde analyse verwijzen we graag naar hoofdstuk 3.6.3 van het Bilan 2016-2017.

<sup>43</sup> Gelet op de te kleine respons van de recentere enquêtes, is onderstaande evaluatie dezelfde als in hoofdstuk 3.6.4 van het rapport 2018-2019.

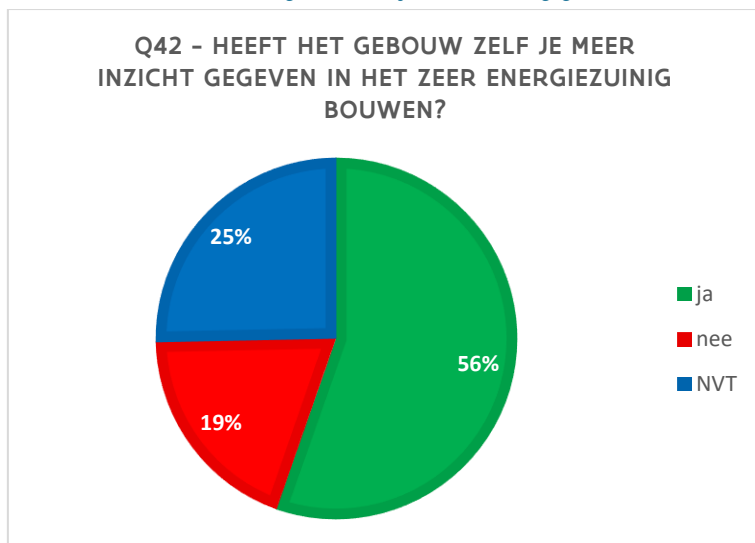
architecten, studie bureaus en aannemers op het vlak van passief bouwen verder uit te bouwen. Bovendien vervullen scholen als publieke gebouwen een belangrijke voorbeeldfunctie in het energiezuinig handelen en duurzaam omspringen met natuurlijke energiebronnen. De passiefscholen kunnen het bewustwordingsproces naar het langetermijnbeleid versnellen.

De belangrijkste beweegredenen, van de bevroegde gecertificeerde projecten, om mee te doen aan het pilootproject en passief te bouwen waren: de lagere energiefactuur 98%, dat ze zich als school in de buurt kunnen profileren als toekomstgericht (90%) en dat ze als school een voorbeeldrol wensen op te nemen (85%).<sup>44</sup>

In de gebruikersenquête wordt gevraagd naar de mening van de betrokken actoren over bepaalde stellingen voor en na de realisatie van hun nieuwbouw passiefschool.<sup>45</sup> We zien hier een positieve respons over hoe de betrokken scholen het Pilootproject 'an sich' evalueren. Terwijl vóór de realisatie van het project 22% van de bevroegde actoren 'het pilootproject als zéér nuttig' beschouwden, is dit aantal gestegen naar 53% na de realisatie van hun project.

Meer dan de helft van de ondervraagden vindt dat het gebouw hen meer inzicht gegeven heeft in het zeer energiezuinig bouwen.

Grafiek H3-20. Q42 - Heeft het gebouw zelf je meer inzicht gegeven in het zeer energiezuinig bouwen?



Daarnaast zien we ook een positief effect op het bewustwordingsproces naar het langetermijnbeleid rond energie. Ongeveer de helft van de ondervraagden is ervan overtuigd dat energiezuinige gebouwen een beter comfort hebben dan hun klassieke tegenhanger. Door hun passiefschool dagelijks te beleven is 60% er nu van overtuigd dat een passiefschool energiezuinig is, tegenover 31% vroeger. Ook 29% van de respondenten vindt dat luchtdicht bouwen voor extra comfort zorgt. Iets meer dan de helft van de respondenten heeft hier geen mening over.

We zien dat het pilootproject ingaat tegen hardnekkige geruchten zoals het niet kunnen openen van de ramen in een passiefhuis. Voor de realisatie dacht slechts 25% dat het openen van de ramen en deuren in bepaalde periodes kon, nu denkt 45% dit. 30% van de respondenten heeft hier geen mening over. Ook bij het gebruik van een mechanisch ventilatiesysteem mogen de ramen wel geopend worden. Net zoals bij de traditionele gebouwen is het aan te raden om hier verstandig mee om te gaan. In extreme periodes, winter en zomer, veroorzaken open ramen en deuren immers een plotse sterke afkoeling of opwarming van de binnenruimtes. Om een aangename comforttemperatuur te behouden of te herstellen, zal er vervolgens extra energie nodig zijn bij het verwarmen of koelen. In het tussenseizoen wanneer de buitentemperatuur overeenkomt met de gewenste binnentemperatuur kan men ervoor kiezen om de balansventilatie stil te leggen en de ramen wijd open te zetten. Een passief ventilatiesysteem, waarbij het ontwerp en weloverdachte keuzes van openstaande ramen een goede doorstroom van verse buitenlucht verzekeren is aangewezen. Het voorzien van opengaande ramen wordt zowel vanuit AGION als de kwaliteitsverklaarder aan de pilootprojecten aangeraden. Naast de psychologische meerwaarde die opengaande ramen hebben, kunnen ze bij een weloverdacht ontwerp een economische en energetische meerwaarde hebben. Daarnaast kunnen ze steeds van pas komen om een piekventilatie op te vangen, bij uitzonderlijk gebruik.

We hebben tijdens het procesverloop geconstateerd dat er tijdens het pilootproject nog heel veel kennis ontbrak op het vlak van energiezuinig bouwen specifiek voor de typologie schoolgebouwen. Dit zowel op het vlak van regelgevend kader als op het vlak van berekeningsmethodieken, en de kennis aanwezig bij bouwheren,

<sup>44</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q15

<sup>45</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, vraag Q41

architecten, studie bureaus en aannemers. Het Pilotproject Passiefscholen is in ieder geval één van de katalysatoren geweest in de transitie naar kennisopbouw binnen zéér energiezuinig bouwen van scholen.

### 3.6.5 De onderwijskundige meerwaarde<sup>46</sup>

Een andere doelstelling van de Vlaamse Regering was: *De pilotprojecten kunnen ook inspirerend werken voor toekomstige bouwheren, en kinderen van jongs af aan leren omgaan met het begrip energiezuinig bouwen. Het is immers veel eenvoudiger en overtuigender om leerlingen, de generatie van de toekomst, de inhoud en het belang van het concept rationeel energiegebruik aan te leren, als de school de ideeën zelf toepast. Daarnaast gaf men mee dat een school een voorbeeldfunctie heeft in de strijd tegen de opwarming van de aarde.*<sup>47</sup>

In de tweede gebruikersenquête worden leerkrachten, leerlingen en ouders bevroegd naar de pedagogische meerwaarde. Uit deze bevraging zien we dat 46% van de respondenten hun nieuwbouw passiefproject als een kwalitatieve leeromgeving ervaren. Vóór de realisatie van de passiefschool was slechts 17% van de respondenten ervan overtuigd dat een passiefschool een meer kwalitatieve leeromgeving biedt<sup>48</sup>.

## 3.7 Conclusie

De bevindingen uit de vorige rapporten worden bevestigd. Er zijn lichte verschuivingen in de cijfers, maar de conclusies zijn gelijklopend. Bij de gebruikers heerst een grote mate van tevredenheid over het gebruik en comfort van hun passiefschool. 18 projecten hebben hun kwaliteitsverklaring behaald (waarvan een project voor twee van de drie gebouwen). Deze projecten voldoen aan de vier opgelegde criteria. We zien dat de netto-energiebehoefte voor verwarming en de luchtdichtheid de belangrijkste decretaal vastgelegde criteria zijn.

In de totale kost voor het bouwen volgens de passiefstandaard onderscheiden we twee belangrijke posten: de bouwkost en de studiekost. De gewogen gemiddelde bouwkost van de gecertificeerde projecten bedraagt 1.443,49 euro/m<sup>2</sup>, wat overeenkomt met een gewogen gemiddelde meerprijs van 10,86% op de standaard financiële norm<sup>49</sup> die gebruikt wordt voor schoolgebouwen. De studiekost bedraagt gemiddeld (gewogen gemiddelde) 9,96% van de bouwkost.

Energiezuinig bouwen impliceert niet 'duur bouwen'. De pilotscholen tonen aan dat er tegelijk energiezuinig en kostenefficiënt kan gebouwd worden.

Het garanderen van een goed zomercomfort, een uitdaging voor vele scholen, impliceert eveneens geen investering in dure technieken.

Elk project heeft naar eigen vermogen gestreefd om een goede vertaling te geven aan de passieve strategieën, door te kiezen voor een aantal maatregelen. Enkele voorbeelden zijn het uitvoeren van specifieke berekeningen (akoestiek, lichtstudie, dynamische simulatie voor zomercomfort, ...), een performante gebouwschil, schrijnwerk dat bestaat uit passiefgecertificeerde houten profielen, warmtepomp, zonnepanelen, ...

Het effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding van de pilotscholen en het globale energieverbruik van deze scholen is duidelijk waarneembaar. We observeren een beduidend lager energieverbruik per vierkante meter oppervlakte. De meeste passiefscholen ervaren een positief effect op de werkmiddelen omwille van een lagere totale energiekost in vergelijking met het oude schoolgebouw.

De terugverdientijd van de investering in het passief bouwen is zeer afhankelijk van de bouwkost en wordt in de berekening beïnvloed door het energieverbruik van het oude gebouw.

---

<sup>46</sup> Gelet op de te kleine respons van de recentere enquêtes, is onderstaande evaluatie dezelfde als in hoofdstuk 3.6.7 van het rapport 2018-2019.

<sup>47</sup> Vlaams Parlement (2007), ontwerp van decreet betreffende energieprestaties in scholen, Brussel: Vlaams Parlement

<sup>48</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018, vraag Q41

<sup>49</sup> We maken hier de vergelijking met de standaard financiële norm, zonder rekening te houden met de supplementen voor een lager E-peil of passief

## 4. Besluit en adviezen

Dit rapport omvat de eindevaluatie van het Pilotproject Passiefscholen. We merken op dat de resultaten in de lijn liggen van deze uit de vorige edities.

We formuleren in dit hoofdstuk ook een aantal adviezen. Niettegenstaande we uit het Pilotproject Passiefscholen veel lessen kunnen opmaken over de concrete realisatie van passiefscholen, beperken we ons hier tot adviezen die relevant zijn op beleidsniveau.

### 4.1 Besluit

#### De behaalde resultaten van de deelnemende projecten

17 pilotprojecten hebben hun kwaliteitsverklaring behaald. Dit betekent dat ze voldoen aan alle decretaal vastgelegde criteria. 1 project werd gedeeltelijk gecertificeerd. Voor 1 project kon de certificering niet worden voltooid wegens het faillissement van een van de aannemers.

Tabel H6-01. Resultaten gecertificeerde projecten

PROJECT	E-PEIL	NETTO ENERGIE BEHOEFTE VOOR VERWARMING	NETTO ENERGIE BEHOEFTE VOOR KOELING	LUCHT- DICHTHEID	BRUTO- OPPERVLAKTE	COMPACTHEIDS -GRAAD	K-PEIL
Antwerpen	53	15,23	3,53	0,60	3.863,00	2,60	21
Anzegem	45	10,85	6,07	0,50	1.772,55	2,03	14
Assenede	49	14,06	1,41	0,60	2.504,00	2,42	18,5
Bilzen	38	11,62	9,60	0,25	1.411,00	1,92	14,5
Bocholt	52 & 50	14,46	9,09	0,50	1.466,43	1,65	18,5
Dilsen-Stokkem	50 & 51	11,03 & 15,05	5,32 & 2,37	0,25 & 0,21	5.911,80	2,92 & 2,72	18 & 14
Etterbeek	38	13,92	7,94	0,50	1.071,00	2,20	18
Groot-Bijgaarden	27	14,09	0,21	0,50	2.176,16	3,16	14
Heusden-Zolder	45	12,71	3,40	0,60	5.147,25	3,39	16
Kalmthout	49	13,34	2,01	0,50	750,00	1,93	13
Londerzeel	47	9,99	0,43	0,30	4.395,00	2,67	12
Mortsel	42 & 54	13,28 & 15,11	5,41 & 5,39	0,60 & 0,60	3.087 & 2.526	2,59 & 1,98	16 & 17
Oudenaarde	52	13,13	3,45	0,50	3.725,00	2,91	24
Turnhout	49	13,08	0,64	0,60	3.560,00	2,46	20
Waregem	48	11,93	1,48	0,40	1.482,08	2,72	18
Wuustwezel	35	12,96	1,93	0,40	1.225,00	2,30	13
Zandhoven	52	13,93	0,96	0,32	2.232,00	2,53	17
Zwevegem	53	13,22	0,97	0,50	1.441,00	1,71	17

De gecertificeerde scholen behalen allemaal vlot het gewenste E-peil. Alle gecertificeerde projecten voldoen ook aan de gevraagde netto-energiebehoefte voor verwarming en voor koeling en de luchtdichtheid. Op het vlak van luchtdichtheid bereiken enkele scholen zelfs zeer goede resultaten, tot een luchtdichtheid van ( $n_{50}$ -waarde)  $\leq 0,25 \text{ h}^{-1}$ .

#### Genomen maatregelen betreffende de energieprestaties en extra maatregelen naar duurzame energie

In hoofdstuk 2 'Overzicht Projecten', en hoofdstuk 3 'Evaluatie en lessons learnt van de Pilotprojecten' zien we dat de pilotprojecten verscheiden zijn naar architectuurstijl, bouwmethodiek, en de duurzame maatregelen die genomen zijn. Er is dus geen sprake van een specifieke bouwstijl voor een passiefschool.

De pilotscholen zijn gelijkaardig in de hoge isolatiegraad en de goede luchtdichtheid van de buitenschil, het toepassen van ventilatiesysteem D met een warmtewisselaar, het voorzien van zonnewering en energiezuinige verlichting. Tijdens de ontwerpfasen worden energieberekeningen uitgevoerd om door middel van een doordacht ontwerp de energievraag te kunnen beperken. Binnen dit planningproces zien we een belangrijk onderscheid tussen projecten die vanaf het prille begin ontworpen zijn als passiefbouw (=het ontwerp ontstaat door passieve strategieën doordacht toe te passen) en de projecten die passieve maatregelen toepassen op een ontwerp dat al bestond. We zien dat de ontwerpen die gestart zijn vanuit de passief-filosofie minder werkpunten ervaren in uitvoeringsfase en bij gebruik. Deze pilotscholen behalen ook een betere energieperformantie en binnenklimaatcomfort aan een lagere kostprijs.

Zes projecten passen hernieuwbare energie toe onder de vorm van zonnepanelen, in drie gevallen gecombineerd met een warmtepomp. Een project combineert dit met een geothermisch grondwatersysteem.

### De meerkost per m<sup>2</sup> die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefstandaard

Een belangrijk aandachtspunt bij de kostprijs- en meerkostvergelijking is om geen spreekwoordelijke appels met peren te vergelijken. Voor de bepaling van de meerkost hebben we in deze rapportering dan ook gestreefd naar de meest representatieve eenheidsprijs die ongeacht het subsidiëerings- of financieringsmechanisme voor elk project dezelfde logica volgt. Dit komt overeen met de effectieve bouwkost.

Het gewogen gemiddelde van de gecertificeerde projecten toont een meerprijs van 10,86% t.o.v. de geïndexeerde standaard financiële norm. We observeren uiteenlopende vierkante meter prijzen, gaande van een minprijs van rond de 12% (Anzegem en Dilsen-Stokkem) tot een meerprijs van 26% (Kalmthout en Wuustwezel) t.o.v. de standaard financiële norm. Eén van de redenen is te vinden in het planningsproces. Scholen waarbij het ontwerp vanaf de start ontworpen is op basis van de passiefstrategieën, halen algemeen genomen een lagere vierkante meter prijs, dan de scholen die een bestaand ontwerp hebben aangepast door materiële ingrepen om de passiefcriteria te behalen. Ook volgende elementen kunnen een invloed hebben op de vierkante meter prijs: de schaal van het project, de compactheid van een gebouw, de complexiteit van het ontwerp, of de bouwwijze (massiefbouw t.o.v. houtbouw).

Er is geen lineair verband waarneembaar tussen een betere energieprestatie en de meerkost van het gebouw. Als men meer zou inzetten op een kwalitatief ontwerpproces, zou dit percentage mogelijks nog substantieel verminderen. Dit leren we enerzijds uit buitenlandse voorbeelden, maar anderzijds ook uit de resultaten van de projecten binnen de Vlaamse pilootstudie. De pilootscholen die lagere E-peilen behalen, blijken ook een lagere kostprijs/m<sup>2</sup> te hebben, met uitzondering van één passiefschool. Een gelijkaardig beeld zien we bij de vergelijking tussen de kostprijs/m<sup>2</sup> en de netto-energiebehoefte. Uit de gegevens van de 18 gecertificeerde passiefscholen blijkt dat de combinatie kwaliteitsvol, kostenefficiënt én energiezuinig bouwen mogelijk is.

### Energiebesparing en rendabiliteit

Om correcte uitspraken te kunnen doen over het effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding, het verbruik en de werkmiddelen, moeten de passiefscholen al voldoende lang in gebruik zijn. Finaal beschikken we over voldoende data van vijf pilootscholen om een vergelijking te maken tussen het energieverbruik van het oude gebouw en het passiefgebouw. Voor zes scholen konden we een overzicht van de energiekost als gemiddeld percentage van de werkmiddelen maken. Onvoldoende datamomenten, registratieproblemen bij de energieboekhouding of ontbrekende gegevens m.b.t. oppervlaktes van de bestaande gebouwen zorgen ervoor dat er geen betrouwbare data kan worden opgenomen van de overige scholen.

We hebben het effect berekend van de passiefstandaard op de energieboekhouding van de pilootscholen en het globale energieverbruik van deze scholen. We observeren voor elke school een duidelijk lager energieverbruik per vierkante meter oppervlakte. De effecten situeren zich van 52% tot en met 82% minder energieverbruik in de passiefscholen. Vijf van de zes besproken passiefscholen ervaren een positief effect op de werkmiddelen omwille van een lagere totale energiekost in vergelijking met het oude schoolgebouw. Er worden verschillen van 1,3% tot wel 11,6% waargenomen.

De totale investering in een schoolgebouw is een combinatie van subsidies en eigen inbreng door de school. Voor het basisonderwijs bedraagt de reguliere subsidie 70%, voor het secundair onderwijs, de CLB's, centra voor volwassenenonderwijs en internaten bedraagt de subsidie 60%. Als we de terugverdientijd berekenen voor de eigen investering van de school, bedraagt dit 5 jaar voor de gesubsidieerde basisschool en 10 tot 14 jaar voor de gesubsidieerde secundaire scholen. De investering in passiefbouw door de inrichtende macht is, onder de gestelde hypothesen, 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 zo goed ingeburgerd was bij de ontwerp bureaus.

### Wat betekent het bouwen volgens de passiefbouwstandaard voor scholen

Het bouwen van een school volgens de passiefbouwstandaard verschilt grondig met de passiefwoningbouw. Naast het wintercomfort, is het zomercomfort een belangrijke uitdaging voor schoolgebouwen en voor passiefscholen in het bijzonder.

Het garanderen van zomercomfort is niet opgenomen in de decretale criteria voor passiefscholen. We stelden vast dat ook de afwezigheid van een juiste ontwerpmethodiek een kritiek punt was bij een aantal pilootscholen.

De juiste energieberekeningen inzetten als ontwerptool van bij het begin van het ontwerp, en niet enkel na het bouwproces, is een cruciale randvoorwaarde om een goed zomercomfort te kunnen garanderen.

Energieberekeningen als ontwerptool hanteren blijkt ook een kritische randvoorwaarde te zijn voor het kostenefficiënt bouwen met een hoog comfortniveau. Om een kwalitatief en kostenefficiënt eindproduct te genereren is zowel een goede organisatie van het ontwerp- en uitvoeringsproces als een kwalitatieve nazorg van cruciaal belang. Er moet hierbij aandacht worden besteed aan het tijdig aanstellen van de studieteams met de noodzakelijke competenties en expertise.

Opvallend is dat elke pilootschool een volledig mechanische ventilatie (systeem D) toepast. We zien dat deze manier van ventilatie nu vaker in scholen aanwezig is door de verstrengde energieprestatie-eisgeving. Een energiezuinige school met een volledige mechanische ventilatie (systeem D) bereikt een veel betere luchtkwaliteit in vergelijking met bestaande scholen of nieuwbouwscholen zonder systeem D. Maar, indien onjuiste aandacht aan het ontwerp, uitvoering, nazorg en gebruik, wordt gegeven, kan er alsnog een zeer slechte luchtkwaliteit verkregen worden. Expertise en aandacht voor luchtkwaliteit is dan ook belangrijk. 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 merken we nog een aantal andere aandachtspunten op die alertheid vereisen.

Het gebrek aan kennis op vlak van technische installaties binnen een passiefschool, is er één van. Op het vlak van ontwerp van de verscheidene technische installaties zijn de correcte dimensionering, de nazorg en het gebruik van belang.

Het beheer en de nazorg verloopt niet altijd zoals gewenst. Een belangrijke factor is een vlotte en duidelijke overdracht van informatie tussen uitvoerder, gebouwbeheerder en gebruiker. Hierdoor kan cruciale informatie voor een goed gebruikerscomfort verloren gaan. De aanwezigheid van een verantwoordelijke gebouwbeheerder met voldoende technische achtergrond is een andere succesfactor. Uit de pilootstudie blijkt dat niet elke school hierover beschikt. Concluderend kunnen we stellen dat veel ongemakken die in de gebruiksfase naar boven komen, vermeden kunnen worden door meer kennis en ervaring tijdens de ontwerp- en nazorgfase.

We merken op dat de lessen die we uit dit pilootproject kunnen trekken niet alleen van toepassing zijn op passiefscholen, maar op elke school die vandaag gaat (ver)bouwen. Aandachtspunten zoals het inzetten op een kwalitatief ontwerpproces en beheer, zien we ook terugkomen in de schoolgebouwenmonitor. Daarnaast werd de energieprestatie-eisgeving stapsgewijs verstrengd. Een inrichtende macht/schoolbestuur die vandaag plannen heeft om haar school grondig te (ver-)bouwen, moet voor de bestemming 'school' een maximaal E-peil van 55 behalen met een minimaal aandeel hernieuwbare energie. Dit is even laag ("streng") als het E-peil dat meer dan 10 jaar geleden werd opgenomen in het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen. Alle scholenbouwprojecten zullen de nodige stappen moeten ondernemen om nog energieperformanter te zijn. Om het binnenklimaatcomfort, de gebruiksvriendelijkheid en de kostenefficiëntie te kunnen garanderen, is het van belang om het toepassen van de "ontwerpmethodologie van passiefscholen" (de Trias Energetica) bij nieuwbouw schoolprojecten te gaan sensibiliseren. Hierbij moet de nodige aandacht besteed worden aan luchtkwaliteit, zomercomfort, technieken, akoestiek én beheer.

De netto-energiebehoefte voor verwarming geeft een beeld over de vereiste hoeveelheid nuttige warmte om het gebouw op een bepaalde comforttemperatuur te houden. Het E-peil geeft ook een beeld van de gebruikte hernieuwbare energie en energiezuinige technieken. De netto-energiebehoefte voor verwarming speelt in op het beperken van de energievraag en stimuleert hierdoor het ontwerpen volgens de trias energetica<sup>50</sup>. Het stimuleert de ontwerpers om in te zetten op ontwerpmatige maatregelen in plaats van tastbare maatregelen (zoals gesofisticeerde technieken of hernieuwbare energieproductie). Dit heeft bijgevolg ook een positief effect op de kostprijs.

### Welke meerwaarde heeft bouwen volgens de passiefstandaard

Bouwen volgens de passiefstandaard draagt bij tot energie-efficiëntie. Naast onze berekeningen in het kader van dit bilan, gaan de internationale literatuur en Pixii uit van 75% energiebesparing door een passiefschool in vergelijking met een klassieke nieuwbouwschool. De besparing situeert zich hoofdzakelijk op het verbruik voor verwarming en niet zozeer op het elektriciteitsverbruik. Dit komt door de toenemende technische installaties die ook een hoger comfortniveau opleveren.

De gebruikersenquête geeft aan dat de respondenten tevreden zijn over het passiefgebouw in zijn geheel. Ongeveer de helft van de respondenten stelt dat een passiefschool aanbevelenswaardig is. Ongeveer de helft van de respondenten vindt dat een passiefschool als gebouw een meer kwalitatieve leeromgeving biedt dan zijn klassieke tegenhanger. Meer dan de helft van de ondervraagden vindt ook dat het gebouw meer inzicht geeft in zeer energiezuinig bouwen.

---

<sup>50</sup> Zie bijlage 01 Terminologie



Passief bouwen vormt een goede basis voor bijna-energie neutraal bouwen wat vanaf 2021 verplicht werd door Europese en Vlaamse regelgeving. Tot deze conclusie kwam het Passive House Institute in Duitsland, op basis van hun onderzoek dat werd uitgevoerd met steun van de Europese Commissie<sup>51</sup>. De passiefhuisstandaard kan een efficiënte en economisch waardevolle oplossing bieden 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.

### Welke meerwaarde heeft het pilootproject

De bevindingen van dit eindrapport bevestigen de resultaten van de vorige rapporten. De meerderheid van de bouwteams ervaart het Pilootproject Passiefscholen als zéér nuttig. Het heeft een positief effect gehad op het bewustwordingsproces, en heeft hardnekkige taboes, zoals het niet mogen openen van de ramen, proberen ontkrachten.

Tijdens het pilootproject viel op dat er nog veel kennis ontbrak over zeer energiezuinig bouwen, specifiek voor schoolgebouwen. Deze lacune was zowat op alle vlakken aanwezig: berekeningsmethodieken, kennis van passief bouwen bij bouwheren, architecten, studiebureaus en aannemers. Een voorlopertraject van zeer energiezuinig bouwen binnen de typologie scholenbouw bleek dan ook geen overbodige luxe.

Het pilootproject lijkt te slagen in zijn doelstellingen: het pilootproject speelde een rol in de transitie naar zeer energiezuinig bouwen. Het pilootproject gaf een impuls aan de ontwikkeling van een bredere markt van professionelen. Het heeft ervaring bij architecten, studiebureaus en aannemers op het vlak van passief bouwen in het algemeen en specifiek voor de typologie scholen verruimd. De pilootprojecten hadden ook een positief effect op het bewustwordingsproces van de bouwheren.

Met de extra aandacht voor de kostenefficiënte modernisering van het schoolgebouwenpark, is een blijvende focus op het energiebeleid van scholen en de transitie naar zeer energiezuinige scholen aan te raden.

### Van passief over bijna-energie neutraal naar klimaatneutraal

De Vlaamse Regering wenste met het Pilootproject een impuls te geven aan de ontwikkeling van een bredere markt van professionelen, het vergroten van de afzetmarkt voor passieve bouwproducten en de ervaring bij architecten, studiebureaus en aannemers op het vlak van passief bouwen verder uit te bouwen.

Ondertussen bepaalt de Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen dat vanaf 2021 alle nieuwe gebouwen bijna-energie neutraal (BEN) moeten zijn. Deze eisen gaan een stap verder dan de initiële passief eisen. Naast de Europese richtlijn heeft ook de Vlaamse Regering in 2019 een klimaatbeleid en -strategie ontwikkeld. Eind 2019 zijn er twee “klimaatplannen” goedgekeurd: Het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2021-2030<sup>52</sup> en de Vlaamse Klimaatstrategie 2050.<sup>53</sup>

De Vlaamse Klimaatstrategie 2050 beschrijft de ambitie om het bestaande niet-residentiële gebouwenpark (o.a. scholen) tegen 2050 volledig koolstofneutraal te maken voor verwarming, sanitair warm water, koeling en verlichting.

Zo snel mogelijk na 2050 wil men het gebouwenpark volledig klimaatneutraal maken, waarbij niet alleen gekeken wordt naar het reduceren van de directe emissies, maar ook op het reduceren van de indirecte koolstof- en materialenvoetafdruk van ons gebouwenpark.

Een nieuwe Europese richtlijn rond ZEmB (Zero Emission Buildings) is in de maak. Vanaf 2028 zal elk nieuwbouwproject aan deze nieuwe standaard moeten voldoen.

---

<sup>51</sup> Passive House Institute. PassRegProject. Defining the Nearly Zero Energy Building. Passive House + renewable. Darmstadt: PHI.

<sup>52</sup> Vlaamse Regering (2019). Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030. Raadpleegbaar via <https://omgeving.vlaanderen.be/vlaams-energie-en-klimaatplan-2021-2030>

<sup>53</sup> Vlaamse Regering (2019). De Vlaamse Klimaatstrategie 2050. Raadpleegbaar via <https://www.vlaanderen.be/publicaties/vlaamse-klimaatstrategie-2050>



## 4.2 Adviezen

In dit eindrapport kunnen we adviezen bevestigen die we in de vorige rapporten al formuleerden. .

### 4.2.1 Uitwerken van regelgeving en beleidsinstrumenten afgestemd op de praktijk en de specifieke scholenbouw context

Het Pilootproject Passiefscholen leert ons dat pilootprojecten een positieve invloed hebben op het voorloper- en bewustwordingstraject. Daarnaast is een pilootproject relevant voor het aftoetsen van nieuwe regelgeving.

Het Pilootproject Passiefscholen toont ook aan dat overleg met deskundigen en betrokken actoren cruciaal is voor de ontwikkeling van regelgeving rond scholenbouw en energie.

Pilootprojecten bieden ook ruimte aan evoluerende inzichten. Zelfs bij een gedegen consultatie van betrokkenen en specialisten kan men in dergelijke nieuwe materie niet alles ondervangen.

Het implementeren van een pilootproject kan dus leiden tot meer gebruiksvriendelijke beleidsinstrumenten afgestemd op de noden van het terrein. (vb. het voorzien van een criterium voor oververhitting)

#### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Bij de uitwerking van nieuwe beleidsinstrumenten voor het thema energie voldoende aandacht schenken aan de afstemming met het terrein, de bouwlogica, en het specifieke functioneren van het onderwijslandschap.

### 4.2.2 Aandachtspunten voor toekomstige pilootprojecten

Gebaseerd op de ervaringen in dit pilootproject, geven we een aantal aanbevelingen mee voor de opstart van toekomstige pilootprojecten.

De criteria om te voldoen aan een passiefstandaard werden decretaal vastgelegd. Het kader waarin de kwaliteitsverklaarder dit moest aftoetsen moest echter nog uitgewerkt worden. Daarnaast is het belangrijk dat de scholen met de juiste motivatie inschrijven op een pilootproject. We merkten bij de start van het project op dat sommige van de geselecteerde kandidaten vroegtijdig afhaakten omwille van de verkeerde motivatie. Niet elke deelnemende school bleek ook voldoende op de hoogte te zijn van de doelstellingen van het Pilootproject Passiefscholen. Sommige scholen ondervonden meer moeite met het opnemen van hun pilootfunctie. De rol van de pilootschool werd niet altijd gecommuniceerd naar de bouwprofessionals, waardoor het verkrijgen van (technische) data van deze bouwprofessionals soms moeilijk verliep. Bij de start van dergelijke pilootprojecten is het aan te raden een duidelijk project- en communicatieplan te hebben alvorens de kandidaten te selecteren. Op die manier hebben de kandidaten een duidelijk beeld over de doelstelling van het project.

We zien ook dat er scholen geselecteerd zijn die reeds een ontwerp hadden dat te ver gevorderd was. Het is vanzelfsprekend dat men bij de uitvoering van dergelijke pilootprojecten op zoek gaat naar dossiers met een grote garantie voor realisatie, op relatief korte termijn. Het is echter van belang dat gevorderde projecten ook daadwerkelijk vanaf de ontwerpfase rekening houden met de energiedoelstellingen. Zo observeerden we dat het aangestelde studieteam niet steeds de nodige expertise in zeer energiezuinig bouwen had en het ontwerp geen gebruik maakte van de nodige energieberekeningen. Hier is er dan ook meer geïnvesteerd in tastbare maatregelen die wegen op de kostprijs, dan in slimme kostprijzarne maatregelen. Kinderziektes zoals verkeerde dimensioneringen en berekeningen van de technische installaties, en het niet voldoende kunnen garanderen van het zomercomfort, werden bij gebruik vastgesteld. Het duidelijk definiëren van een criterium 'ver gevorderd' bij selectie van de pilootprojecten is belangrijk.

#### Aandachtspunten voor de toekomst:

1. Het uitwerken van een project- en communicatieplan alvorens projecten te selecteren.
2. Bij selectie alle criteria duidelijk definiëren, zo ook het criterium 'ver gevorderd'. Idealiter worden minimaal volgende aspecten meegenomen:
  - a. Het dossier beschikt over de nodige financiële draagkracht om tot snelle realisatie te kunnen overgaan en om in te spelen op het beoogde ambitieniveau.
  - b. Het dossier heeft recht op subsidiëring/financiering door AGION/GO!
  - c. De school heeft een projectverantwoordelijke met de nodige expertise aangesteld die de rol van bouwheer kan opnemen.
  - d. Voor het dossier is een projectdefinitie en een programma van eisen<sup>54</sup> opgemaakt, die als basis kunnen dienen bij de aanstelling van een ontwerpteam.

---

<sup>54</sup> Zie bijlage 01 Terminologie

- e. Als reeds een architect of ontwerpteam is aangesteld, en een uitgewerkt ontwerp op tafel ligt, wordt nagegaan of deze verenigbaar zijn met de doelstellingen.
  - f. Als nog geen architect of ontwerpteam is aangesteld, is de expertise in zeer energiezuinig bouwen een selectievereiste.
3. Voor elk van de te monitoren data, duidelijk aangeven maken over welke gegevens daarvoor nodig zijn. (vb. gegevens energieverbruik voor en na.)
  4. Het goed dimensioneren en afregelen van de technieken is cruciaal voor het voorzien van een goed comfortniveau naar tochtgevoel, geluid van de technische installaties, geluidsoverdracht tussen ruimtes onderling via technische kanalen en de luchtkwaliteit

### 4.2.3 Extra criteria voor (toekomstige) pilootprojecten en energieprestatieregelgeving

Een belangrijke vaststelling tijdens het Pilootproject Passiefscholen is dat het garanderen van het zomercomfort een kritisch aandachtspunt is. Het behalen van een laag E-peil biedt geen zekerheid voor het realiseren van een goed zomercomfort. Het garanderen van het zomercomfort kan aan de hand van een dynamische simulatie en het opnemen van het criterium overschrijdingsfrequentie bij  $25^{\circ}\text{C} < 5\%$ .

Zoals eerder aangehaald speelt de netto-energiebehoefte voor verwarming in op het beperken van de energievraag en stimuleert het hierdoor het ontwerpen volgens de trias energetica<sup>55</sup>. De ontwerpers worden gestimuleerd om hun energieperformantie te behalen door te investeren in ontwerpmatige maatregelen (compactheid, orientatie, performante gebouwschil), in plaats van technische maatregelen zoals het voorzien van hernieuwbare energie of high-tech technieken. Het investeren in ontwerpmatige maatregelen in plaats van ingewikkelde technieken, heeft een positief effect op twee zeer belangrijke aspecten in de scholenbouw: de gebruiksvriendelijkheid van het gebouw en de kostenefficiëntie van het project. Door naast het E-peil ook de netto-energiebehoefte voor verwarming op te nemen in de EPB-criteria voor scholen, stimuleert de Vlaamse Regering een bewuste ontwerpmethodiek met een positief effect op de kostenefficiëntie en gebruiksvriendelijkheid van de te realiseren projecten.

#### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Een eis voor het garanderen van het zomercomfort staat momenteel niet in de 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” wel duidelijk vermeld als kenmerk. Het garanderen van het zomercomfort kan gebeuren aan de hand van het opnemen van het criterium overschrijdingsfrequentie bij  $25^{\circ}\text{C} < 5\%$ , berekend via een dynamische simulatie. Het is aangewezen dit criterium mee op te nemen bij aanpassing van de energieprestatieregelgeving of toekomstige pilootprojecten.
2. Het opnemen van een criterium netto-energiebehoefte voor verwarming voor de bestemming ‘scholen’ in de energieprestatieregelgeving voor scholen of toekomstige pilootprojecten.

### 4.2.4 Inzetten op sensibiliseren, kennisopbouw en innovatie met betrekking tot energiezuinige scholenbouw

Het gebrek aan kennis en expertise bij bouwheren en bouwprofessionals is een belangrijke vaststelling tijdens het pilootproject. Dit zowel op het vlak van ontwerp, energieberekeningen, uitvoering, beheer en gebruik. Het is raadzaam om te blijven sensibiliseren rond energiezuinig bouwen met speciale focus op scholenbouw. Kennis en ervaring blijken namelijk een belangrijke randvoorwaarde te zijn voor kostenefficiënt en kwaliteitsvol bouwen. De overheid kan een drijvende kracht zijn voor deze kennisopbouw en de noodzakelijke innovatie binnen de schoolgebouwen.

#### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Sensibiliseren en informeren door infosessies, kennisverspreiding en schoolvoorbeelden
  - a. verspreiden van informatie via verschillende communicatiekanalen voor verschillende doelgroepen: bouwheren en gebruikers, en bouwprofessionelen.
  - b. professionalisering van inrichtende machten naar nazorg en beheer
2. Bouwprofessionelen adviseren om in te zetten op kennisopbouw en innovatie voor schoolgebouwen
  - a. kennis over ontwerpmethodiek en berekeningen verspreiden
  - b. kennisopbouw en innovatie stimuleren met bijzondere aandacht voor de technieken

<sup>55</sup> Zie bijlage 01 Terminologie

#### 4.2.5 Voorzien van een ondersteunend beleid voor de ontwerp- en nazorgfase

Het Pilotproject Passiefscholen toont dat een kwalitatief ontwerpproces en ontwerpmatige maatregelen een groot effect hebben op de kostenefficiëntie. Gecombineerd met ambitieuze energieprestaties, levert dit een goed binnencomfort. Het aanstellen van een studieteam met de juiste competenties is hiervoor een belangrijke randvoorwaarde. Daarnaast zien we dat de wijze waarop studieteams vaak vergoed worden, procentueel aandeel van de kostprijs, nadelig kan zijn voor het kostenefficiënt bouwen met een hoge energieprestatie.

De nazorgfase (nazorg door aannemers, beheer en gebruik) blijkt een aandachtspunt te zijn in het zeer energiezuinig bouwen van schoolgebouwen, toch is dit een belangrijke schakel om het comfortniveau en de energiebesparing te blijven garanderen.

##### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Aandacht besteden aan de ontwerp- en nazorgfase.
2. 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.
3. Via sensibilisering en beste praktijken inzetten op samenwerkingsmodellen tussen aannemer en studieteam (vb. werken in bouwteam, prestatiecontracten, etc.), en de verloningsmethodieken van de studieteams (werken in regie i.p.v. procentueel aandeel van de kostprijs) die een kwalitatief planningsproces ondersteunen.

#### 4.2.6 Aandacht voor de typologie 'scholen' binnen het zeer-energiezuinig bouwen

Binnen de energieprestatieregelgeving lag de focus aanvankelijk op de kennisontwikkeling van zeer energiezuinig bouwen van woningen. De tertiaire gebouwen kwamen later aan bod. Alle typologieën binnen tertiaire gebouwen werden initieel samen behandeld. Ondertussen werd dit verder gedetailleerd en hangt de E-peil eis af van de functionele delen die aanwezig zijn in het gebouw

We zagen dan ook dat er binnen het regelgevend kader leemtes waren voor de realisatie van kwalitatieve en zeer energiezuinige schoolgebouwen.

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.

In hoofdstuk 3 'Evaluatie en lessons learnt van de Pilotprojecten' leert de rapportering ons dat luchtkwaliteit, zomercomfort, technieken, akoestiek en beheer de belangrijkste aandachtspunten zijn. Men kan hier reeds goed op anticiperen door het criterium overschrijdingsfrequentie bij 25°C < 5% op te nemen in de EPB-regelgeving voor scholen, door voorloperprojecten te implementeren, een ondersteunend beleid te voorzien naar ontwerpfase en nazorg, en te informeren/sensibiliseren. Daarnaast kan de overheid binnen bepaalde thema's specifieke projecten voorzien.

##### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Verhoogde focus op schoolgebouwen binnen het energieprestatiebeleid.
2. Blijven inzetten op acties rond binnenluchtkwaliteit in scholen, onderzoek, sensibilisering en informering.
3. De aanbevelingen opgenomen in studies rond binnenluchtkwaliteit ter harte nemen.

#### 4.2.7 Blijvend inzetten op beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking

Een thema zoals energiezuinige scholenbouw kan vanzelfsprekend niet enkel behandeld worden vanuit het beleidsdomein Onderwijs aangezien het bouwen van scholen veel raakvlakken heeft met andere beleidsdomeinen. Dit is zeker het geval bij zeer energiezuinige schoolgebouwen. Het blijvend inzetten op een beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking is dan ook aan te raden.

##### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Blijvende structurele opvolging van de studies en beleidsvoorbereiding binnen VEKA in kader van de energieprestatieregelgeving zoals de Studie kostenoptimum tertiaire gebouwen, etc.
2. Blijvende structurele opvolging van de studies en acties in het kader van de luchtkwaliteit in scholen binnen het beleidsdomein Omgeving en het beleidsdomein Welzijn.

## 5. Bijlages

## Bijlage 01 - Terminologie

### A

#### AGION

Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs

### B

#### Balansventilatie

is een manier van ventileren waarbij een gecontroleerd debiet evenveel lucht binnen als buiten stroomt.

#### Balansventilatie toestel

is het toestel dat gecontroleerd gaat ventileren waarbij een gecontroleerd debiet evenveel lucht binnen als buiten stroomt.

#### BEN-gebouw

is een bijna-energie neutraal gebouw met zeer hoge energieprestaties, zoals vastgesteld volgens bijlage I van de EPBD-recast<sup>56</sup>. 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: [www.energiesparen.be/BEN/eisen](http://www.energiesparen.be/BEN/eisen))

#### BIM

het Brussels Instituut voor Milieubeheer, was de overheidsdienst voor milieu en energie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. (nu: Leefmilieu Brussel),

#### Bouwteam

is een projectgebonden samenwerkingsverband tussen een opdrachtgever en een deskundige of meerdere deskundigen die, in gecoördineerd verband, samenwerken aan het ontwerp, de engineering van het ontwerp en de bouw. Het doel van het bouwteam is om gezamenlijk tot een uitvoeringsgericht ontwerp te komen dat dan gerealiseerd kan worden. De samenwerking start bij het begin van het ontwerpproces en vóór de aanbesteding. Het bouwteam heeft in principe een looptijd van slechts één bepaald bouwproces.

Het bouwteam bestaat steeds uit de opdrachtgever, ontwerpende (architect) en uitvoerende partijen (aannemer). Afhankelijk van de specifieke eisen voor het bouwproject wordt het bouwteam verruimd met gespecialiseerde studiebureaus, zoals een studiebureau energieberekeningen, EPB-verslaggever, studiebureau technieken, stabiliteit en akoestiek. Bij de bouw van scholen wordt de opdrachtgever in het bouwteam vaak vertegenwoordigd door de directie of een vertegenwoordiger van de inrichtende macht. Voor de DBFM-projecten neemt de afgevaardigd bouwheer deze rol op zich.

### C

#### CO<sub>2</sub>-concentratie

is een maat voor de algemene binnenluchtkwaliteit. Volgens de Europese wetgeving mag de CO<sub>2</sub>-concentratie in schoolgebouwen maximum 1200 deeltjes per miljoen zijn. CO<sub>2</sub> wordt vooral uitgestoten door uitademing. Als veel mensen aanwezig zijn in een slecht geventileerd klaslokaal met een kleine oppervlakte, overstijgt het CO<sub>2</sub>-gehalte vaak, veelal zelfs in zeer sterke mate, de maximum toegelaten hoeveelheid. Bij een te hoge concentratie treden hoofdpijn, misselijkheid en gebrek aan concentratie op.

#### CO<sub>2</sub>-sturing

Wanneer CO<sub>2</sub>-sensoren hogere CO<sub>2</sub>-waarden meten dan de toelaatbare waarden wordt de ventilatie automatisch aangestuurd.

#### Cellenbeton

is een licht bouw materiaal dat tegelijkertijd dragend en isolerend is. Het is gemaakt uit kalk, cement en zand dat voor meer dan de helft bestaat uit minuscule versteende, met lucht gevulde cellen. Deze stilstaande lucht geeft cellenbeton specifieke producteigenschappen op het gebied van thermische isolatie, warmte-accumulatie.

### D

#### DBFM

Vlaanderen startte een grootschalige inhaalbeweging schoolinfrastructuur via alternatieve financiering, beter bekend onder de naam DBFM (Design, Build, Finance en Maintain). Om deze inhaaloperatie te realiseren werkt de Vlaamse overheid samen met de private partner AG Real Estate en BNP Paribas Fortis.

<sup>56</sup> EPBD recast = Europese richtlijn 2010/31/EU voor energieprestaties in gebouwen (Energy Performance of Buildings Directive)

De publieke en private partner vormen samen de DBFM-vennootschap 'Scholen van Morgen' die in juni 2010 werd opgericht. De DBFM-vennootschap staat in voor het ontwerp (design), de bouw (build) de financiering (finance) en het dertigjarig onderhoud (maintain) van de 165 DBFM-projecten, waaronder 8 passiefscholen. AG Real Estate COPID, een dochter van AG Real Estate, treedt op als afgevaardigd bouwheer van het DBFM-programma en coördineert de taken Design, Build en Maintain.

### **Dimensioneren**

is het bepalen van de afmetingen (dimensies) van bouwconstructies en technische installaties.

### **Dynamische simulatie**

is een techniek waarbij een gebouw in 3D op de computer gesimuleerd wordt. Voor een heel jaar wordt uur per uur, het comfort, de temperaturen, daglicht en het energieverbruik zichtbaar voor verschillende scenario's.

## **E**

### **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.

### **EG**

Eerste graad Secundair Onderwijs

### **EPB-regelgeving**

Vlaamse regelgeving met betrekking tot EnergiePrestatie en Binnenklimaat.

### **EPB-berekening**

is de energieberekening die nodig is om het E-peil van een gebouw te bepalen.

## **G**

### **Gebouwschil (of gebouwenveloppe)**

is de schil die de binnenruimte van de buitenruimte scheidt. Binnenmuren horen dus niet bij de gebouwschil. Om de passiefstandaard te bereiken, moet de gebouwschil luchtdicht zijn om het warmteverlies te minimaliseren.

### **Gebouwbeheersysteem**

Een gebouwbeheersysteem (GBS) wordt gebruikt om installaties die in het gebouw aanwezig zijn centraal te kunnen aansturen ((af)regelen), te bedienen en te laten samenwerken (communiceren). Het kan ook informatie aanleveren (over temperatuur, over welke installaties al dan niet in dienst zijn, ...) en gebruikt worden om (delen van) de installaties in of uit te schakelen.

### **GO!**

GO! onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap

### **Grondbuis**

Een bodem-lucht-warmtewisselaar of grondbuis bewerkstelligt een voorverwarming van de ventilatielucht in de winter en verkoeling in de zomer. Het is een lange buis onder de grond, waardoor de verse ventilatielucht wordt toegevoerd. Vanaf een bepaalde diepte onder de grond is de temperatuur het hele jaar constant. Op ongeveer 2 m diepte blijft de zomertemperatuur hangen rond 12 °C, in de winter is dat 5 °C. In de zomer wordt de warme buitenlucht dan al enigszins afgekoeld door de grond en in de winter wordt de lucht al voorverwarmd tot boven de vriestemperatuur. Op die manier heeft de lucht die het gebouw binnenkomt minder extreme temperaturen.

## **H**

### **Hernieuwbare energie**

is energie die gewonnen wordt uit onuitputtelijke bronnen die telkens opnieuw kunnen worden gebruikt voor het opwekken van energie. Door het gebruik ervan worden het leefmilieu en de toekomstige generaties niet benadeeld. Vormen van hernieuwbare energie zijn bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie en aardwarmte.

### **HVAC**

Heating (verwarming), Ventilation (ventilatie) en Air Conditioning (koeling)

### **Hygiënische ventilatie**

is de ventilatie die noodzakelijk is voor het voorzien van een goede binnenluchtkwaliteit die het welzijn

van de gebruikers garandeert. De hygiënische ventilatie moet de aanwezige vervuiling in de lucht afvoeren en voldoende verse lucht aan voeren.

I

#### **Interne warmtewinst**

is warmte die binnen het gebouw ontstaat. Dit gebeurt voornamelijk door lichaamswarmte en warmte die afgegeven wordt door elektrische apparaten en verlichting.

#### **Intermitterend regime**

is een niet constant gebruik van een gebouw. Bijvoorbeeld: scholen worden gemiddeld 8 à 10 uur per dag, op een zeer intensieve basis, gebruikt, en de andere tijd van de dag valt dit gebruik terug op nul. Hetzelfde regime zie je in weekend/week, en vakantie- en schoolperiode.

K

#### **Koudebrug**

is een plaats in de gebouwschil waar veel warmte door kan. Op deze plaats treedt er dus warmteverlies op. Meestal ontstaan koudebruggen in hoekpunten en aan bouwdetails zoals deuren en raamkaders, doordat de isolatie slecht doorloopt of door een slechte verbinding van de verschillende bouwdelen. Koudebruggen moeten absoluut vermeden worden omdat ze een grote negatieve invloed hebben op de warmtehuishouding. Met bouwdetails die zorgvuldig geconcipeerd en uitgevoerd zijn, vermijdt men makkelijk koudebruggen.

#### **K-peil**

geeft aan hoe goed een gebouw geïsoleerd is. Dit wordt bepaald door de isolatie in de buitenmuur, het dak en de vloer, de kwaliteit van de raamprofielen en het glas, binnenmuren grenzend aan niet-geïsoleerde ruimtes zoals kelders, garagepoorten, en de kwaliteit van de uitvoering van de bouwknopen.

L

#### **Leefmilieu Brussel**

de overheidsdienst voor milieu en energie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (was: BIM).

#### **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 50 Pa over de gebouwschil.

#### **Luchtdichtheidsmeting**

is een meting van de luchtdichtheid van de gebouwschil door gebruik te maken van overdruk of onderdruk, opgewekt door een ventilator. Het resultaat van de proef is een lekdebiet over de gebouwschil, bij een opgegeven drukverschil.

M

#### **Mechanische balansventilatie**

is balansventilatie met ventilatoren.

N

#### **$n_{50}$ -waarde**

is het ventilatievoud per uur doorheen een gebouwschil, bij een drukverschil van 50 Pa over de gebouwschil. Deze waarde kan bepaald worden bij overdruk (binnen 50 Pa meer dan buiten) en onderdruk (binnen 50 Pa minder dan buiten). Het is het volume lucht dat per uur doorheen de gebouwschil stroomt. Een  $n_{50}$ -waarde van 0,6 per uur betekent bijvoorbeeld dat elk uur een luchthoeveelheid van 0,6 keer het volume van de binnenruimte door de schil gaat. De  $n_{50}$ -waarde kan worden opgemeten met een pressuratieproef (blowerdoortest).

#### **Nachtventilatie**

is intensieve ventilatie van de binnenruimte gedurende de nacht. Het wordt vaak in de zomer toegepast om het gebouw af te koelen met frisse nachtelijke lucht. Het debiet van deze nachtventilatie is hoog zodat niet alleen de lucht goed ververst wordt, maar ook de massa van het gebouw afgekoeld wordt. In een gebouw met een grote thermische massa is nachtventilatie dus efficiënter.

#### **Naverwarmingsbatterij**

is een verwarmingssysteem dat op de hygiënische ventilatie geplaatst wordt en dat de door warmterecuperatie voorverwarmde lucht vlak voor het inblazen in de ruimte op de gewenste temperatuur brengt.



### Netto-energiebehoefte voor verwarming/koeling

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.

### Niet-residentiële gebouwen

zijn gebouwen of gebouwdelen met een niet-residentiële bestemming. Hieronder vallen gebouwen met een kantoor-, school-, gezondheids-, sport-, handels-, horeca- of bijeenkomstfunctie of andere typen energieverbruikende gebouwen. Ook collectieve woongebouwen met gemeenschappelijke voorzieningen zoals internaten vallen hieronder.

O

### Ontwerpteam

is een projectgebonden samenwerkingsverband van meerdere deskundigen die instaan voor het ontwerp van een bouwproject. Het team bestaat uit de architect, die zich laat adviseren door gespecialiseerde studie bureaus zoals een studie bureau energieberekeningen, EPB-verslaggever, studie bureau technieken, stabiliteit en akoestiek.

### Overschrijdingsfrequentie

Gemiddeld aantal keren dat een verschijnsel een zekere waarde bereikt en overschrijdt in een bepaalde tijd. Bijvoorbeeld het gemiddeld aantal keren per jaar dat de waterstand boven een bepaalde waarde komt.

P

### Passiefberekeningen

zijn de energieberekeningen die uitgevoerd worden om een gebouw te ontwerpen dat voldoet aan de passiefstandaard.

### Passieve warmtewinst

is de warmte die een binnenruimte 'gratis' binnenkomt en dus niet via een verwarmingssysteem wordt gegenereerd. De warmte die zonnestralen of mensen afgeven, is bijvoorbeeld passieve warmtewinst. Maar ook de warmte die elektrische apparaten zoals gloeilampen of computers afgeven, is passieve warmtewinst, omdat het niet de functie van een lamp of computer is om warmte af te geven. De warmte die vrijkomt is een 'gratis' secundair effect.

### PHP

Passiefhuis-Platform vzw, nu Pixii

### PHPP

PassiefHuis ProjecteringsPakket

Rekentool voor het ontwerp van passieve gebouwen en toetsing aan de certificatiecriteria

### Pixii

Voormalig Passiefhuis-Platform vzw.

### Platenwarmtewisselaar

is een specifiek type warmtewisselaar. Een platenwarmtewisselaar bestaat uit een aantal dunne, geribbelde platen. Deze platen worden tegen elkaar aangedrukt in een frame, waarbij de randen van de platen zijn voorzien van een pakking of waarbij de platen aan de randen aan elkaar worden gelast. Op deze manier ontstaan parallelle kanalen tussen de platen. De afgevoerde lucht wordt bijvoorbeeld door de even kanalen geleid, terwijl de aangevoerde lucht door de oneven kanalen wordt geleid. Als er een temperatuurverschil bestaat tussen de twee luchtstromen, zal warmte door de platen heen van de warme lucht naar de koudere lucht worden overgedragen.

### Programma van eisen

is een geschreven verzameling van eisen en wensen waaraan het ontwerp moet voldoen. De bedoeling van een programma van eisen is vooraf de randvoorwaarden en limieten te definiëren. De "eisen" zijn de criteria waaraan voldaan moet worden, de "wensen" zijn de criteria waarvan de verwachting is dat er zo veel mogelijk aan voldaan wordt. Het kan dus gezien worden als doelstelling van het ontwerpproces: "enerzijds sturen zij de ontwikkeling van het ontwerp, anderzijds zijn zij de toetssteen voor het beoordelen ervan."

R

### R-waarde

De R-waarde is de warmteweerstand van een materiaallaag (zoals: dubbelglas, muren, vloeren, daken) en

wordt uitgedrukt in  $m^2 K/W$ . Hoe groter R, hoe groter de weerstand die de warmtedoorgang ondervindt en hoe beter het materiaal isoleert.

## S

### Standaard financiële norm

Het subsidiabel bedrag of voor de GO! scholen het maximaal te financieren bedrag, is afhankelijk van de maximale financiële normen. Deze is bepaald in de gewijzigde schoolpactwetgeving en worden maandelijks geïndexeerd rekening houdend met de evolutie van de prijzen in de bouwsector.

De financiële norm wordt berekend per  $m^2$  bruto-oppervlakte van de uit te voeren werken, exclusief de kostprijs van de afbraak en de eerste uitrusting en exclusief BTW en erelonen.

Er zijn drie financiële normen. De standaard financiële norm is de basisprijs en is van toepassing voor alle werken die niet moeten voldoen een E-peil. De E70-financiële norm, is de standaard financiële norm vermeerderd met 21 euro/ $m^2$ . De passiefnorm is enkel van toepassing voor de projecten binnen het pilootproject passiefscholen.

### Statische energieberekeningen

verschillen van de dynamische simulaties omdat ze slechts een beeld geven van één momentopname. Het theoretisch kader van randvoorwaarden en gebruiksprofielen, waarbinnen deze statische berekeningen uitgevoerd worden, streeft naar een zo representatief mogelijke context.

## T

### Tertiair

Tertiaire gebouwen zijn niet-residentiële gebouwen, zoals scholen, kantoren, crèches, rusthuizen.

### Thermische massa (warmtecapaciteit)

is het vermogen van materie om warmte op te nemen en vast te houden. Het is de hoeveelheid energie (in Joule) die nodig is om de temperatuur van een kilogram materie één graad te doen stijgen. Algemeen geldt dat hoe zwaarder een materiaal is, hoe meer energie en warmte het kan opslaan. Gebouwen in beton slaan dus meer warmte op dan gebouwen in houtskeletbouw. Deze opgeslagen warmte wordt geleidelijk aan terug afgegeven en zorgt voor een milder binnenklimaat.

### Transmissie

is warmteoverdracht doorheen een constructiedeel en wordt uitgedrukt via de U-waarde. Warmte plant zich makkelijker voort in bepaalde materialen, zoals metalen. Andere materialen houden warmte (en ook de koelte) beter tegen, zoals isolatiematerialen. De hoeveelheid warmtetransmissie in de gebouwschil speelt een grote rol bij de berekening van de hoeveelheid warmteverlies.

### Trias energetica

De Trias Energetica is een energiezuinige ontwerpmethodiek 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.

## U

### U-waarde

De U is het symbool voor de warmtedoorgangscoefficiënt.

De U-waarde wordt uitgedrukt in  $W/m^2K$ . De U-waarde van een constructiedeel geeft aan hoeveel warmte er per seconde en per vierkante meter verloren gaat als het temperatuurverschil tussen binnen en buiten  $1^\circ C$  is. Hoe lager de U-waarde van een constructiedeel, hoe minder warmte er verloren gaat.

## V

### VEA

Vlaams Energie Agentschap

### Ventilatiesysteem A = Natuurlijke ventilatie

is een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer van lucht.

### Ventilatiesysteem B = Mechanische toevoerventilatie

is een ventilatiesysteem met mechanische toevoer en vrije afvoer van lucht.

### Ventilatiesysteem C = Mechanische afvoerventilatie

is een ventilatiesysteem met vrije toevoer en mechanische afvoer van lucht.

### **Ventilatiesysteem D = Mechanische toe- en afvoerventilatie**

is een ventilatiesysteem met mechanische toevoer en mechanische afvoer van lucht.

### **Ventilatievoud**

Het ventilatievoud van een ruimte is het getal dat aangeeft hoeveel keer per uur de ruimte van verse lucht wordt voorzien, het is een maat voor de ventilatie van die ruimte. Waar veel mensen samenkomen, bijvoorbeeld in scholen, auditoria en concertzalen, is een hoog ventilatievoud noodzakelijk om te voorkomen dat de lucht muff wordt. Een ruimte met ventilatievoud 2 is een ruimte waarin de lucht twee keer per uur volledig wordt vervangen door verse buitenlucht.

### **VITO**

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

## **W**

### **Warmtepomp**

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

### **WTW**

Warmteterugwinning of warmterecuperatie is een methode om energie uit te sparen. Door middel van warmtewisselaars wordt warmte, uit afvoerlucht of afvoerwater, gebruikt als voorverwarming van o.m. ventilatielucht of warmwaterproductie. De afvoerlucht of het afvoerwater zelf wordt naar buiten afgevoerd, alleen de warmte uit die lucht of dat water wordt benut, bijvoorbeeld om vers aangevoerde buitenlucht voor te verwarmen in het ventilatiesysteem. De uitgaande warmte op kamertemperatuur verwarmt de binnenkomende koude buitenlucht in een warmtewisselaar. Dit gebeurt via luchtkanalen die verweven zijn met elkaar zodat er tussen de twee luchtstromen een zo groot mogelijk oppervlak is waar de warmte-uitwisseling kan gebeuren. De inkomende en uitkomende lucht blijven wel steeds in aparte buizen, zodat de binnenkomende lucht zuiver blijft. Zo kan tot liefst 85% van de warmte herbruikt worden.

### **Warmtewisselaar**

is het toestel waarin warmterecuperatie gebeurt. Dit ventilatiesysteem bestaat uit twee 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 verwarmt die op. Zo wordt veel warmte gerecupereerd. Het systeem zorgt dus zowel voor een gezond binnenklimaat als voor een energiebesparing.

### **Warmtewiel**

is een specifiek type van warmtewisselaar. De warmtewisseling gebeurt aan de hand van een langzaam roterend wiel dat beurtelings een warme en een koude luchtstroom passeert. Een warmtewiel kan meestal naast warmterecuperatie ook aan vochtrecuperatie doen.

### **WTCB**

Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

# Bijlage H3-03

## duurzame maatregelen/technieken

	ANTWERPEN	ANZEGEM	ASSENEDE	BILZEN	BOCHOLT	DILSEN-STOKKEM <sup>57</sup>	ETTERBEEK	GROOT-BIJAARDEN	HEUSDEN-ZOLDER	KALMTHOUT	LONDERZEEL	MORTSEL <sup>58</sup>	UDENAARDE <sup>59</sup>	TURNHOUT	WAREGEM <sup>60</sup>	WUUSTWEZEL	ZANDHOVEN	ZWEVEGEM	
OPPERVLAKTE (M²) (BRUTO)	3863	1772,55	2504	964 + 447 = 1411	412,26 - 1054,17	5911,80	1071	2 176,16	5147,25	750	4395	3.087 + 2.526	3725	3560	1182,08	1225	2232	1441	
BOUWVOLUME (M³) (GECONDITIONEERD)	13059,46	4766,66	4049,34/4844,21	2732,3 - 1463	1413,7 - 2747	9732,24 - 10806,68	4252	6736,25	18879,36	2040,8	19586,37	7256,70 - 8160,64	13557,20	11031,87	8863,11	3422,06	9074,86	3186,83	
VERLIESOPPERVLAK	6926,8		2206,2/2674,03		1324,27 - 1988,55	4433,74 - 5247,7	1970	2661,15	5923,27			4472,33 - 6199,62	6246,60				4855	2687,1	
AANTAL GEBOUWEN	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2 (3)	1	1	1	1	1	1	
AANTAL LEERLINGEN (WERKELIJKHEID)			112	90	120									250				200	
AANTAL LEERLINGEN (ONTWERP PHPP)	637			235	115 - 218			393						1179				296 (gewone klassen, levensbeschouwing, snoezelruimte, refter, sport, ... niet in rekening gebracht)	180
NETTO-ENERGIEBEHOEFTE VERWARMING (KWH/M².JAAR)	15,23	10,85	9,25/18,86	12,52 - 10,71	16,63 - 12,296	11,03 - 15,05	13,92	14,09	12,71	13,34	9,99	13,28 & 15,11	13,13	13,08	11,93	12,96	13,93	13,22	
NETTO-ENERGIEBEHOEFTE KOELING (KWH/M².JAAR)	3,53	6,07	2,51/0,3	9,08 - 10,12	13,12 - 5,06	5,32 - 2,37	7,94	0,21	3,4	2,01	0,43	5,41 - 5,39	3,45	0,64	1,48	1,93	0,96	0,97	
E-PEIL	53	45	49/-	38	52 - 50	50 - 51	38	27	45	49	47	42 - 54	52	49	48	35	52	53	
<b>ONTWERPMATIGE MAATREGELEN</b>																			
compactheidsgraad	2,6	2,03	2,65 - 2,19	2,11 - 1,72	1,57 - 1,72	2,92 - 2,72	2,2	3,16	3,39	1,93	2,67	2,59 - 1,98	2,91	2,46	2,72	2,3	2,53	1,71	
oriëntatie gebouwen	N-Z	Noordoost-zuidwest	N-Z	noord-zuid	Nooroost-zuidwest	Oost-west	doordachte oriëntatie	Noordoost-zuidwest	N	N-Z (klassen)	Noordoost-zuidwest	kleuter: Noordwest/zuidoost lager: Noordoost/zuidwest	Noord-zuid	Noord-zuid	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest	ZO (kleuterklassen) ZW (lagere schoolklassen NW: polyvalente zaal & refter	noordwest	
compartmentering in klimaatzones																			
<b>UITGEVOERDE BEREKENINGEN</b>																			
dynamische simulatie	x		x	x	x	X (infrac)	x	x	x	x	x	x	x	x	X (beperkt)	/	x (beperkt?)	x	
oververhittingscoëfficiënt																			
statische berekening zomercomfort																			
akoestische berekeningen									x		x								
<b>BOUWMETHODE</b>																			
massiefbouw	1	1	1	1	1	x	1	1				1	x	x	1	x	1	1	
betonskelet									1	1			x		x		1	1	
houtskelet																			
combibouw									1	1							1		
houtbouw									1								1		
<b>MATERIAAL GEBOUWSCHIL (THERMISCHE MASSA)</b>																			
cellenbeton			1				1												
beton muur	1	1			1				1	1	1						1	1	
beton plafond	1	1	1	1	1			1	1	1				1		1		1	
snelbouwsteen muur			1	1				1						1		1			
metselwerk																			
houtstructuur muur									1	1		x					1		
houtplafond							1										1		
<b>GEBOUWSCHIL EN ISOLATIE</b>																			
luchtdichtheid (n <sub>50</sub> -waarde)	0,6	0,5	0,6 - 0,6	0,30 - 0,20	0,5	0,25 - 0,21	0,5	0,5	0,56	0,5	0,3	0,60 - 0,60	0,5	0,6	0,4	0,4	0,32	0,5	
K-peil	21	14	20 - 17	14 - 15	18 - 19	18 - 14	16	16	16	13	12	16 - 17	18	20	13	13	17	17	
materiaal schrijnwerk	ALU		ALU	hout/alu	hout/alu		hout	ALU	HOUT		hout/alu			ALU	alu	hout		PVC	
type glas	3D		3D	3D	3D		2D/3D	3D	3D	3D	3D			3D	3D	3D	3	3D	
<b>VENTILATIE (SYSTEEMD)</b>																			
<b>1. systeem</b>																			
centraal	x		x	x (f luchtgroep per gebouw)		X (f per gebouw)	x	x		x	x	x		x		x	x	x	
decentraal		x			x				x				x		x			x	
mechanische afvoer zonder warmterecuperatie	x		x					x						x					
opengaande ramen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
vochtrecuperatie (warmtewiel)	x	x	x	x	nee, platenwisselaars		x	x	x	x	x			x	x (niet bij keukens)		x	x	
nabevochtiging																			
grondbuis										x	x								
<b>2. warmterecuperatie</b>																			
WTW- platenwisselaar	x (sanitair)		x	x (turnzaal)	x			x (keuken)					x		x (dampkappen)	x			
WTW- warmtewiel	x	x	x	x (klassen)			x	x	x	x				x		x	x	x	
recirculatieklep							x									?			
bypassklep	x			x	x			x					x	x		?	x	x	
<b>3. regeling</b>																			
CO <sub>2</sub> -sturing	x (VAV)		x	x			x	x (VAV)	x (VAV)		x	x	x	x (VAV)	x	x + T	levensbeschouwelijke vakken, turnzaal en refter	x	
aan/afwezigheidsdetectie			x		x		x												
kloksturing	x	x	x	via DDC	x		x	x	x	x	x		x	x	x		klassen	x	
overweschakelaar	x		x		x		x	x	x	x	x			x					
zoneregeling ventilatiesturing	x		x		x			x	x					x				x	
intermitterend bedrijf					x												x	x	
voorspoeling		x		ja, i.f.v. kloksturing	ja (klokinstelling)		x				x					x?		x	
<b>VERWARMING</b>																			

<sup>57</sup> Onvolledige informatie – niet gecontroleerd door ontwerpteam

<sup>58</sup> Onvolledige informatie – niet gecontroleerd door ontwerpteam

<sup>59</sup> Onvolledige informatie – niet gecontroleerd door ontwerpteam

<sup>60</sup> Onvolledige informatie – niet gecontroleerd door ontwerpteam

Netto-energiebehoefte verwarming (kWh/(m²a))	15,23	10,85	9,25/18,86	12,52 - 10,71	16,63 - 12,296	11,03 - 15,05	13,92	14,09	12,71	13,34	9,99	13,28 & 15,11	13,13	13,08	11,93	12,96	13,93	13,22	
<b>1. warmteproductie</b>																			
condensatiegasketel	x		x	x	x	x	x	x (bestaand)		x	x	x	x	x	x		x	x	x
warmtepomp aandrijving		elektrisch				gas			elektrisch						gas				
warmtepomp bron		lucht							lucht										water
warmtepomp afgifte		water							water										water
biomassa						Houtketel (briketten die de school maakt van afval uit atel- houtbewerking)													
WKK						Geotermisch open grondwatersysteem													
<b>2. warmte distributie</b>																			
hygiënische ventilatielucht (verwarmingsbatterij)-centraal	x		x	x			x	x		x			x	x	X (aula)			refter, sport	x (per lokaal)
hygiënische ventilatielucht (verwarmingsbatterij)-decentraal		x (naregeling gelijkvloers)	x		x (per lichtgroep, lichtgroep is decentraal)		x (naregeling klassen)		VAV								x		x
oppervlakteverwarming (vloer, muur, plafond)					vloer (turnzaal)														
recirculatielucht																			
radiatoren	x		x	x	x								x (sporthall)	x	x	x			klassen, administratie
convectoren				x									x (werkhalen)						
ribbenbuizen													x						
betonkernactivering																			
WRF (water and refrigerant flow) systeem									x										
<b>3. regeling mogelijkheden voor de gebruiker</b>																			
beperkte regelschakelaar (+1/-1)				x	x														
thermostatische kranen	x		x	x	x			x							x		x		
regeling per ruimte	x			x				x	x	x								x	x
regeling per zone		x	x	x															
regeling per oriëntatie	x					in feite wel via TK per klas, maar niet vanuit centrale regeling			x										
overtimer	x		x	x	x (per gebouw)			x	x										
<b>KOELING - ACTIEF / PASSIEF</b>																			
Netto-energiebehoefte koeling (kWh/(m²a))	3,53	6,07	2,51/0,3	9,08 - 10,12	13,12 - 5,06	5,32 - 2,37	7,94	0,21	3,4	2,01	0,43	5,41 - 5,39	3,45	0,64	1,48	1,93	0,96	0,97	
<b>1. koudeproductie</b>																			
geen/passief (buitenlucht, bodemtemp., ...)	x		x	passief freecooling	bypass	koelbatterij op ventilatie (gevoed door koude-opslag in de grond)				grondbuis	grondbuis				x			grondbuis	passief natuurlijke nachtcooling
warmtepomp aandrijving										elektrisch									
warmtepomp bron										lucht									water
warmtepomp afgifte										water									water
<b>2. koude distributie</b>																			
mechanische nachtventilatie		x			x	x	x		x	x	x								x
hybride nachtventilatie	x		x		via lichtgroep freecooling			x							x				x
adiabatisch koeling						x													
op ventilatie via koelbatterij	x (enkel auditorium)							x					x						
oppervlaktekoeling (slabkoeling, koelplafonds, koudebalken)								x (koelplafonds)											
recirculatielucht																			
convectoren																			
ribbenbuizen																			
betonkernactivering																			
WRF (water and refrigerant flow) systeem	x (enkel-auditorium)								x						x				
<b>ZONWERING</b>																			
<b>1. systeem</b>																			
intern - manueel			x	gordijnen					x										kan worden overbrugd volgens gebruik beamer
intern - automatisch											x								screen
extern - manueel	x (manuele overrule)		x	x						screen									
extern - automatisch (lichtintensiteit/wind) + regelbaar	x screens	x	x		screen	x		x (lamellen)	x (lamellen)		X (screens)	X (screens)	X (screens)	x (screens)	X (screens op zuidgevel)	x (screens)	x		x
zonwerende beglazing			x		x			x											x
natuurlijke beschaduwing					deels	x (bomen, naburige gebouwen)		x	x	x									
lufel	x		x	tussenlufel	lufelwerking van uitstekende bouwdelen		x			x					x	x		X (overkraging volume)	kleuters
<b>2. regeling</b>																			
regeling per ruimte	x (manuele overrule)		x	x		per klas kan er overruled worden op de automatische sturing												x (manuele overrule in leslokalen)	x lokale overruling
regeling per zone																			per gevel
regeling per oriëntatie	x	x				zonne wind wachter per oriëntatie		x	x				x		x				x
<b>SANITAIR WARM WATER</b>																			
elektrische (spaar)boiler			x	x	x (10 liter bij spoelafel of uitgietsbak)		x												?
elektrische doorstroombiler	x (labo, lavabo EHBO, douches personeel en keuken)			x	x (douche)														x (lavabo's praktijklokalen en uitgietsbakken)
gascondensatieketel	x (voor douches leerlingen)	x	x					x (bestaand)	x (voor leskeuken)	x									?
zonnecollectoren (zonneboiler)		x																	?
circulatieleiding		x	x																x (keuken en douches)
<b>HERNIEUWBARE ENERGIE</b>																			
zonnepanelen (PV)		x		x		x		x	x										x
groene stroom																			mogelijk in toekomst

zonneboiler		x																	
windmolens																			
WKK																			
koolzaadolie																			
biomassa (vb pellets)																			
warmtepompen		lucht-water																	water-water
geothermie																			geothermisch open grondwatersysteem

VERLICHTING

1. berekeningen																			
daglichtstudie			x																
lichtstudie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2. systeem																			
energiezuinige lampen (A-label)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
efficiënte lichtarmaturen (rendement>85%)	x (in leslokalen)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	?	59 - 100
3. regeling																			
manueel	x (technische ruimtes)		x	x	x														x
aan/afwezigheidsdetectie	x (overige ruimtes)	x	x	x (gem. ruimten)	x														x
daglichtsensoren / daglichtsturing		x (klaslokalen)	x	x	x														x
tijdregeling				x															x

GROENDAKEN

intensief																			X (deels)
semi-intensief																			
extensief	x (overdekte speelplaats)		x																x

WATERBEHEER

regenwaterrecuperatie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
infiltratie/buffering regenwater	x		x	x															?
waterzuinige toestellen (kranen, WC's, douches...)	x (douches, WC's)	x	x	s	WC's met keuze 3 of 6 liter spoeling, zelfsluitende kranen aan wastafels, debietbegrenzer op douches														x (douches, wc's)

REGELING EN MONITORING

gebouwbeheersysteem	x	x	x	x															?
PV monitor zichtbaar		x																	?
dataloggers	x (referentielokaal via GBS)		x	x															?
extra monitoring ventilatie		x	x	x															?
extra monitoring verlichting	x (verbruik per gebouwdeel)	x	x	x															?
extra monitoring verwarming	x (verbruik per kring)	x	x	x															?
extra monitoring verkoeling		x	x																?
info	verbruiken: elektriciteit, gas, water, regenwater	verbruik wordt opgevolgd van verlichting, verwarming en ventilatie			aparte meters EL en verwarming per gebouw is voorzien, aparte teller voor enkel verlichting kan voorzien worden					verbruik: elektriciteit, verwarming, water, regenwater	verbruiken: elektrische installatie - verwarm installatie - gas - water	meters: gas (alle gebouwen en nieuw), elektrisch (sanitairWW, luchtgroep, Rwpomp, totaalverbruik)	gas: SWW, nieuweketels, oude ketels; Water; elektriciteit; alg.HVAC, lift			verbruiken: - elektriciteit - gas - water - regenwater		verbruiken: - elektrische installatie - verwarm installatie - gas - water	verbruiken voor verwarming, verlichting, wetenschapslokalen, admin ... apart

AANPASSINGEN NA OPLEVERING

					extra zonnepanelen op kleine ramen	- batterijen op ventilatielucht geplaatst wegens klachten over te lage ventilatietemperatuur - zonwering aangepast omdat de door aanemer voorgestelde sturing niet werkte													
--	--	--	--	--	------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 6. Referenties

### Bronnen

- Algemene folder Pilotproject Passiefscholen, Brussel: AGION (2012), [www.agion.be/pilootproject-passiefscholen](http://www.agion.be/pilootproject-passiefscholen)
- Architecture passive: stratégies, expériences et regards croisés en Belgique”, ULB Architecture en.be.passive (2014)
- Wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, zoals gewijzigd door het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen (B.S. 2008-01-25) (Art. 13 bis en art. 17, par. 3)
- Besluit van de Vlaamse Regering van 7 november 2008 tot regeling van een aantal aangelegenheden ter uitvoering van het decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen
- Departement O&V (2007), Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, Departement voor O&V, 2007, pg 4
- Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016, 2017 en 2018
- Naar een Inspirerende Leeromgeving, instrument voor duurzame scholenbouw, EVR, GO! & AGION, 2010
- Passive House Institute. PassRegProject. Defining the Nearly Zero Energy Building. Passive House + renewable. Darmstadt: PHI.
- Publicatie Leraar 24, 04-06-2009
- Van de Waeter Frank, FM-kostenkengetallen 2016, BIM Media, Den Haag
- Vlaams Parlement (2007), ontwerp van decreet betreffende energieprestaties in scholen, Brussel: Vlaams Parlement
- Vlaamse Regering (2019), De Vlaamse Klimaatstrategie 2050. Raadpleegbaar via <https://www.vlaanderen.be/publicaties/vlaamse-klimaatstrategie-2050>
- Vlaamse Regering (2019). Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030. Raadpleegbaar via <https://omgeving.vlaanderen.be/vlaams-energie-en-klimaatplan-2021-2030>
- [www.bouw-energie.be/theorie](http://www.bouw-energie.be/theorie)
- [www.pixii.be](http://www.pixii.be)



