



**Vlaanderen**  
is onderwijs & vorming



# Pilootproject Passiefscholen

## Bilan 2016-2017

**AGION**  
AGENTSCHAP VOOR  
INFRASTRUCTUUR  
IN HET ONDERWIJS



# **Pilootproject Passiefscholen**

**Bilan 2016-2017**

# Colofon

## Rapportering

### Leden Stuurgroep

## AGION

Sara Loonbeek (GO!), Stefan Van Loon (Pixii), Frederik Fossé (Pixii), Greet Paulissen (AGION), Tom De Smidt (AGION), Hannah Bohez (AGION) en Annelies Geerts (AGION)

### Bedankt voor input:

De scholen en hun architecten & studiebureaus

### Redactie en Taalcorrectie

Peggy De Tollenaere, Annelies Geerts

### Grafisch vormgeving

Tom De Smidt

### Einddatum rapport

november 2017

### Verantwoordelijke uitgever

Jean Eliaerts  
afgevaardigd bestuurder  
Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs (AGION)  
Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel

# Inhoudsopgave

<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
1.2 Beleidscontext	8
1.2.1 Vlaamse passiefscholen als voorloper	8
1.2.2 Ontwikkelingen na de start van het Pilotproject Passiefscholen	9
1.2.2.a Europese regelgeving	9
1.2.2.b Vlaanderen	9
1.2.2.c Brussel	10
<b>2. Procesverloop</b>	<b>11</b>
2.1 De passiefschool projecten	11
2.1.1 Stand van zaken	11
2.1.2 Een overzicht	11
2.2 Ontwerpfase	31
2.2.1 Ontwerpteams	31
2.2.1.a Aanwezige expertise	31
2.2.1.b De aanstelling van de ontwerpteams	31
2.2.2 Ontwerpproces	32
2.2.2.a Een geïntegreerd ontwerpproces	33
2.2.2.b Studiebureau voor energieprestatieberekening en verslaggeving	33
2.2.2.c Aandachtspunten zoals zomercomfort, akoestiek en luchtkwaliteit	33
2.2.2.d Te weinig kennis op vlak van technieken	33
2.2.2.e Kwalitatief planningsproces	34
2.2.3 Aandachtspunten in de EPB-methodiek	34
2.2.3.a Functionele opdeling van het schoolgebouw	34
2.2.3.b Randvoorwaarden	35
2.2.3.c Rendementberekening van warmteterugwinapparaten	35
2.2.3.d Implementatie van innovatieve technologieën	36
2.2.3.e Wijziging luchtdichtheidstest	36
2.3 Uitvoeringsfase	36
2.4 Fase in gebruik	37
2.5 Conclusie	38
<b>3. Evaluatie en lessons learnt van de Pilotprojecten</b>	<b>39</b>
3.1 Behaalde resultaten van de gecertificeerde projecten	39
3.2 Evaluatie van de decretale passiefstandaard criteria	39
3.3 Kostprijs van de bouwprojecten	40
3.3.1 Bouwkost	40
3.3.1.a Totale bouwkost en meerkost per m <sup>2</sup>	40
3.3.1.b Verhouding tussen bouwkost en energieprestatie	42
3.3.1.c Kostprijs opgedeeld in grote posten	44
3.3.2 Studiekost	50
3.4 Genomen maatregelen betreffende energieprestaties	50
3.4.1 Oriëntatie en zonnewering	50
3.4.2 Uitgevoerde berekeningen	52
3.4.3 Bouwmethode en gebouwschil	52
3.4.4 Ventilatie	53
3.4.5 Verwarming	53
3.4.6 Koeling	54
3.4.7 Warm water in sanitaire voorzieningen	54
3.4.8 Verlichting	54
3.4.9 Hernieuwbare energie, groendaken, waterbeheer	55
3.5 Gebruik duurzame materialen	55
3.5.1 Bouwmaterialen met goede NIBE-classificatie	55
3.5.2 Duurzame houtsoorten	55
3.5.3 Gerecycleerde materialen	56
3.5.4 Lokale bouwmaterialen	56
3.5.5 Vermijden van producten met schadelijke stoffen	56

3.5.6	Duurzaam naar levensduur en onderhoud	57
3.6	Meerwaarde van het Pilotproject en de maatregelen in energiezuinig bouwen	57
3.6.1	Energiebesparing en rendabiliteit	57
3.6.1.a	Effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding en de werkingsmiddelen van de scholen	57
3.6.1.b	Rendabiliteit of terugverdientijd	58
3.6.2	Gebruikerservaring en comfort	58
3.6.2.a	Algemeen gebruikerscomfort	58
3.6.2.b	Algemeen binnenklimaat	62
3.6.2.c	Winter- en zomercomfort	63
3.6.2.d	Luchtkwaliteit	63
3.6.2.e	Akoestiek en geluidshinder	65
3.6.3	Gebruikerservaring en comfort: projectspecifieke analyses - binnenklimaat	66
3.6.3.a	Analyses	66
3.6.3.b	Besluit	70
3.6.4	Transitie naar zeer energiezuinig bouwen	70
3.6.5	De onderwijskundige meerwaarde	72
3.7	Conclusie	72
<b>4.</b>	<b>Besluit en adviezen bij het eerste tussentijds rapport</b>	<b>73</b>
4.1	Besluit	73
4.2	Adviezen	76
4.2.1.	Uitwerken van regelgeving en beleidsinstrumenten afgestemd op de praktijk en de specifieke scholenbouw context	76
4.2.2	Aandachtspunten voor toekomstige pilotprojecten	76
4.2.3	Extra criteria voor Passiefstandaard en EPB	77
4.2.4	Inzetten op sensibiliseren, kennisopbouw en innovatie met betrekking tot energiezuinige scholenbouw	78
4.2.5	Voorzien van een ondersteunend beleid naar ontwerp- en nazorgfase	78
4.2.6	Binnen het zeer energiezuinig bouwen is een extra focus op de typologie 'scholen' nodig	78
4.2.7	Blijvend inzetten op beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking	79
<b>5.</b>	<b>Terminologie</b>	<b>80</b>
<b>6.</b>	<b>Bijlages</b>	<b>87</b>
<b>7.</b>	<b>Referenties</b>	<b>102</b>

# 0. Leeswijzer

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

De doelstelling van deze voorlopertrajecten is 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 pilootproject 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.

Vandaag stellen we u het tweede rapport voor, Bilan 2016-2017. Het Pilootproject Passiefscholen wordt in dit Bilan geëvalueerd volgens de beschikbare data op 31 augustus 2017. Het Pilootproject loopt tot en met twee jaar na het afsluiten van de laatste werf. Dit is ten vroegste in 2019. Deze rapportering geeft dus een tweede tussentijdse evaluatie.

In **hoofdstuk 1** schetsen we kort het regelgevend kader van het Pilootproject Passiefscholen. Ook de definitie van passief bouwen wordt in dit eerste hoofdstuk toegelicht.

In **hoofdstuk 2** geven we een overzicht van de pilotscholen, de huidige stand van zaken en staan we stil bij het verloop van de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en de nazorgfase. De ervaringen en lessons learnt tijdens het realisatieproces worden toegelicht.

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 werkmiddelen 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 pilootproject 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 deze tweede tussentijdse rapportering.

**Hoofdstuk 5** geeft uitleg bij de gebruikte (vaak technische) terminologie. **Hoofdstuk 6** omvat de vermelde bijlagen en **hoofdstuk 7** lijst de geraadpleegde bronnen op.

# 1. Inleiding

## 1.1 Wat is een Passiefschool

Een Passiefschool is een z er 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 Pilootproject Passiefscholen, Brussel: AGION, [www.agion.be/pilootproject-passiefscholen](http://www.agion.be/pilootproject-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.

Specifiek voor het Pilotproject Passiefscholen heeft het Vlaams Parlement decretaal de criteria voor de passiefscholen in het pilotproject vastgelegd. Dit belichten we in de volgende sectie 'beleidscontext'.

<sup>2</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

## 1.2 Beleidscontext

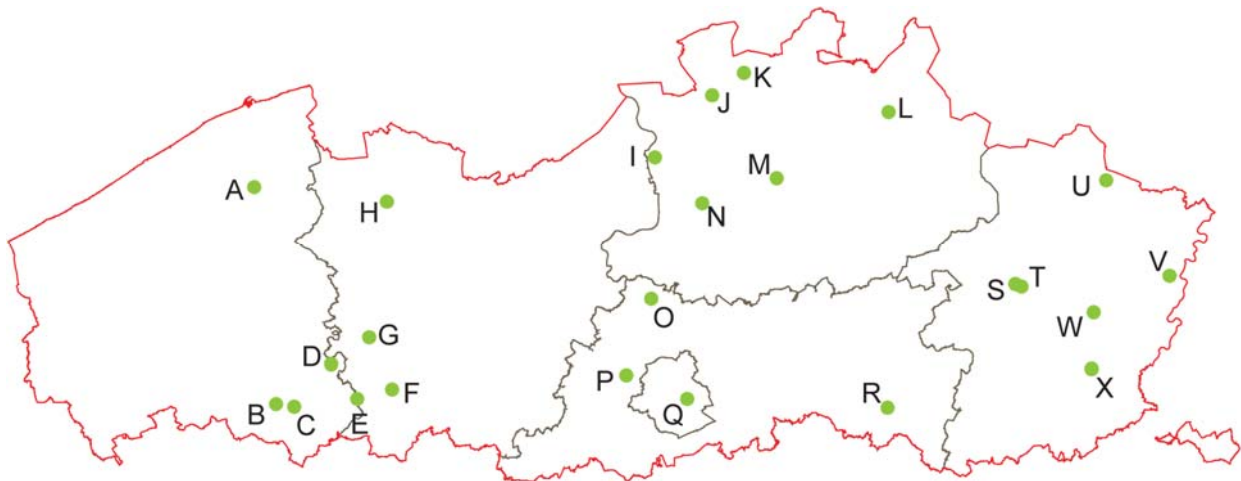
### 1.2.1 Vlaamse passiefscholen als voorloper

In het **decreet 'betreffende energieprestaties' van 7 december 2007** legt de Vlaamse Regering de krijtlijnen van het Pilotproject Passiefscholen vast. Een selectiecommissie kreeg de taak om een aantal pilotprojecten te selecteren aan de hand van selectiecriteria, vastgelegd in het decreet. Deze zijn:

1. de mate waarin een project zich reeds bevindt in een stadium met zicht op snelle realisatie;
2. de mate waarin de inrichtende macht bereid is de status van pilotproject inzake energieprestaties op zich te nemen en het project open te stellen voor andere inrichtende machten en onderwijsactoren;
3. de representativiteit van het bouwproject;
4. de mate waarin de inrichtende macht de bereidheid en motivatie bewijst om de energieprestaties van het project permanent op te volgen of te laten opvolgen door de Vlaamse overheid;
5. de mate waarin het bouwproject deel uitmaakt van een totaalvisie van de inrichtende macht op duurzaamheid.<sup>3</sup>

Op basis van deze selectiecriteria werden uit 75 kandidaatprojecten, 25 projecten geselecteerd. Bij de beoordeling werd een gelijk gewicht toegekend aan de selectiecriteria. Een overzicht van de geselecteerde projecten, naar onderwijstype, provincie en onderwijsnet vindt u in bijlage H1-01 van Bilan 2015.

Vierentwintig<sup>4</sup> geselecteerde kandidaten verspreid over alle provincies en onderwijsnetten, representeren een totale bouwoppervlakte van 65.565 m<sup>2</sup>.



legende:	A Brugge	B Kortrijk	C Zwevegem	D Waregem	E Anzegem	F Oudenaarde
	G Kruishoutem	H Assenede	I Antwerpen	J Kalmthout	K Wuustwezel	L Turnhout
	M Zandhoven	N Mortsel	O Londerzeel	P Groot-Bijgaarden	Q Etterbeek	R Tienen
	S Heusden-Zolder	T Heusden-Zolder	U Bocholt	V Dilsen-Stokkem	W Genk	X Bilzen

Voor elk geselecteerd pilotproject geldt dat voor de meerkosten die voortvloeien uit het bereiken van de passiefstandaard een afwijkende financiering toegekend wordt. Deze meerkosten worden gelijkgesteld aan **235 euro per vierkante meter bruto-oppervlakte bovenop de financiële norm**.<sup>5</sup> De meerkosten van passief bouwen worden volledig gesubsidieerd en gefinancierd. Deze middelen kunnen teruggevorderd worden indien aan de decretaal bepaalde criteria van de passiefstandaard niet zou worden voldaan.<sup>6</sup>

Voor de passiefstandaard moet men ten minste voldoen aan de volgende criteria:

- 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>7</sup>

<sup>3</sup> Art13 bis par. 3 van de Wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, zoals gewijzigd.

<sup>4</sup> Door krimp in het leerlingenaantal moest één school zich reeds bij de start van het project terugtrekken, om deze reden is ze niet opgenomen in de overzichtskaart.

<sup>5</sup> Het vermelde bedrag is vastgesteld op 1 januari 2007 en exclusief BTW en de algemene kosten. Zie verder in Hoofdstuk 3 onder rubriek kostprijs.

<sup>6</sup> Art17, par. 3 van de Wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, zoals gewijzigd en Art.2 van het Decreet van 7 december 2007 betreffende energieprestaties in scholen (B.S. 2008-01-25),

<sup>7</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)."

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 naar 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.

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**, omvat een aantal bepalingen voor de opvolging van de passiefscholen. Het voldoen aan de criteria van de passiefstandaard, vermeld in artikel 13bis, § 1 van de wet tot wijziging van sommige bepalingen van de onderwijswetgeving, moet blijken uit een kwaliteitsverklaring<sup>8</sup> die wordt uitgereikt door een instelling die AGION en het GO! selecteren volgens de wetgeving overheidsopdrachten. Daarnaast moeten AGION en het GO! gezamenlijk de maatregelen betreffende energieprestaties in scholen en het effect op de werkingsmiddelen van de betrokken instellingen evalueren. Hiervoor wordt jaarlijks gerapporteerd over:

- de meerkost per m<sup>2</sup> die voortvloeit uit het bouwen volgens de passiefstandaard,
- de mogelijke meerwaarde van extra maatregelen inzake duurzame energie,
- het gebruik van duurzame materialen.

Verder wordt er bepaald dat AGION en het GO! jaarlijks zullen rapporteren over het effect van de passiefstandaard op de energieboekhouding van betrokken gebouwen en over het globale energieverbruik in de betrokken instellingen.

AGION en het GO! kunnen bovendien alle nodige initiatieven nemen, en de nodige informatie en documenten opvragen om een kwaliteitscontrole te laten uitvoeren en onderbouwde evaluatie op te maken.<sup>9</sup>

Een stuurgroep bestaande uit het GO!, AGION en de aangestelde kwaliteitsverklaarder Pixii volgt het globale project op.

## 1.2.2 Ontwikkelingen na de start van het Pilotproject Passiefscholen

### 1.2.2.a Europese regelgeving

De **Europese richtlijn 2010/31/EU van 19 mei 2010 betreffende 'Energieprestatie van gebouwen'** legt de Europese lidstaten op dat tegen 2021 alle nieuwe gebouwen bijna-energie neutraal (BEN) moeten zijn.

Een BEN-gebouw is een gebouw dat een zeer lage energievraag heeft voor verwarming, ventilatie, koeling én warm water. De energie die nog nodig is, wordt vervolgens in een aanzienlijke mate uit hernieuwbare energiebronnen gehaald. Voor overheidsgebouwen geldt deze verplichting al vanaf 2019.<sup>10</sup>

Bijkomend verplicht de Europese richtlijn ook dat alle lidstaten eisen vastleggen voor ingrijpende renovaties.

### 1.2.2.b Vlaanderen

Om de transitie naar bijna-energie neutrale gebouwen mogelijk te maken heeft de **Vlaamse Regering** in uitvoering van de Europese verplichtingen een stapsgewijze aanscherping uitgestippeld. De krijtlijnen van een stimulerend beleid naar bijna-energie neutraal in 2021, zijn uitgewerkt in het BEN-actieplan. Het verstrengingspad specifiek voor scholen startte in 2015 met E60 en wordt stapsgewijs verstrengd.

Het **EPB-wijzigingsbesluit van 29 november 2013** voerde, in navolging van de Europese richtlijn 2010/31/EU, een nieuwe categorie in: 'de ingrijpende energetische renovatie'<sup>11</sup>. Daardoor moeten scholen die een ingrijpende energetische renovatie ondergaan sinds 1 januari 2015 ook voldoen aan de geldende EPB-eisen. Uit de schoolgebouwenmonitor 2013 stellen we vast dat Vlaanderen met een sterk verouderd schoolgebouwenpark zit, 49% is van vóór 1970. De komende jaren kunnen we dan ook een grote vraag verwachten naar de modernisering van het schoolgebouwenpark, waardoor scholen ook op energetisch vlak de nodige acties zullen moeten ondernemen om aan de verstrengde eisen te voldoen.

<sup>8</sup> Pilotproject Passiefscholen - Bilan 2015: 2.1.3.a Deel1: Kwaliteitsverklaring

<sup>9</sup> Art.3 en art.4 van het 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 (B.S. 2009-03-10),

<sup>10</sup> Definitie bijna-energie neutrale gebouwen: actieplan Vlaams Energieagentschap, 2012, [http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/BEN/Actieplan\\_BEN\\_versie\\_juni2012.pdf](http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/BEN/Actieplan_BEN_versie_juni2012.pdf)

<sup>11</sup> De 'ingrijpende energetische renovatie' is een renovatie waarbij de technische installaties volledig worden vervangen en minstens 75% van de bestaande en nieuwe scheidingsconstructies die grenzen aan de buitenomgeving, worden (na)geïsoleerd.. 'EPB-eisen voor ingrijpende energetische renovaties', oktober 2014

Voor vergunningsaanvragen en meldingen vanaf 1 januari 2017 is de methode voor de berekening van het E-peil voor niet-residentiële gebouwen gewijzigd (zie verder onder punt 2.3.3.a).

### 1.2.2.c Brussel

Sinds 2015 hebben nieuwe EPB-eisen hun intrede gedaan, waardoor voor alle nieuwbouwprojecten een eisenpakket van toepassing is dat gelijkaardig is aan de passiefstandaard. Deze eisen werden, na overleg met de sector, vastgelegd in het besluit van 21 februari 2013 van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering houdende wijziging van het **besluit van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen**.<sup>12</sup>

Ter voorbereiding van deze beleidsmaatregel is het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in 2007 gestart met het project “voorbeeldgebouwen”. Met dit project wou het Brussels Hoofdstedelijk Gewest aantonen dat, zelfs met beperkte financiële middelen, uitstekende energie- en milieuprestaties kunnen worden bereikt. Tussen 2007 en 2013 zijn er zes projectoproepen gelanceerd, waarmee 243 kleine en grote voorbeeldprojecten werden geselecteerd. Tegen 2017 worden zo 621.000 m<sup>2</sup> duurzame voorbeeldprojecten gerealiseerd waarvan er 350.000 m<sup>2</sup> passief zou moeten zijn.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Infofiches-energie, 'De EPB-eisen vanaf 2015', Leefmilieu Brussel, BIM

<sup>13</sup> Website Leefmilieu Brussel, BIM

## 2. Procesverloop

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de huidige stand van zaken en staan we stil bij het verloop van de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en de nazorgfase.

### 2.1 De passiefschool projecten

#### 2.1.1 Stand van zaken

Op datum van 31 augustus 2017 zijn er 17 scholen in gebruik, waarvan zes DBFM-projecten. Hiervan ontvingen 14 scholen het certificaat waaruit blijkt dat ze voldoen aan de criteria passiefstandaard. De drie andere scholen moeten nog de nodige stappen ondernemen om tot certificatie over te gaan.

De twee overige scholen (DBFM-projecten) zijn nog in uitvoering.

Verder in dit hoofdstuk vindt u een overzicht van de 19 pilootprojecten. Per project vindt u een stand van zaken op basis van de gegevens waarover AGION beschikt, op 31 augustus 2017. Zes geselecteerde scholen stapten uit het pilootproject, vóór de opstart of tijdens de ontwerpfase, omwille van verschillende redenen.

Wat het tijdsverloop betreft zien we duidelijk twee golven. De eerste golf omvat de projecten die binnen de reguliere financiering van AGION gesubsidieerd zijn, en de projecten die door het GO! gefinancierd zijn. De tweede golf zijn de projecten binnen het DBFM-programma (Design Build Finance and Maintain), 'Scholen van Morgen', dat pas volop van start ging na de oprichting van de DBFM-vennootschap in juni 2010.

#### 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.

Dit onderdeel van hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de verschillende pilootprojecten op datum van 31 augustus 2017.

## 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
Voorlopige oplevering	september 2015
Definitieve oplevering	september 2016
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, WRF (Water and Refrigerant Flow), 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 Structuurstudies 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 fietsenbergsplaats en speelplaats aangelegd.

#### Status project

Start bouwwerken	juni 2012
Voorlopige oplevering	n.t.b. <sup>14</sup>
Definitieve oplevering	n.t.b.
Ingebruikname	september 2014
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	1.722,55
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> )	n.t.b. <sup>15</sup>



© AGION

#### Toegepaste technieken & maatregelen

- Compacte massief bouw 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.
- 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 Enigneering nv	technieken
uitvoerders	B&R	ruwbouw
	Vandewalle nv	HVAC & sanitair
	Vanden Berghe	elektriciteit

<sup>14</sup> n.t.b. = nog te bepalen

<sup>15</sup> De definitieve kostprijs kan pas berekend worden als het project opgeleverd en gecertificeerd is.

### Schoolgegevens

Adres	Stoepestraat 40, 9960 Assenede
Gemeente	Assenede
Provincie	Oost-Vlaanderen
Inrichtende macht	Provincie Oost-Vlaanderen
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Officieel Onderwijs
Onderwijstype	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
Voorlopige oplevering	april 2016
Definitieve oplevering	april 2017
Ingebruikname	mei 2016
Status certificatie	gecertificeerd



© AGION

### 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

### 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
Voorlopige oplevering	juni 2013
Definitieve oplevering	december 2015
Ingebruikname	september 2013
Status certificatie	gecertificeerd

#### Gebouwgegevens

	klaslokalen	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	stabieliteit
uitvoerders	ELTI bouw / MEEUSA nv	ruwbouw & binnenafwerking
	IVV technieken	HVAC & sanitair
	Electro Geukens	elektriciteit

**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
Voorlopige oplevering	september 2012
Definitieve oplevering	oktober 2013
Ingebruikname	februari 2013
Status certificatie	gecertificeerd



© LAVA architecten cvba

**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	

**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
Voorlopige oplevering	n.t.b.
Definitieve oplevering	n.t.b.
Ingebruikname	oktober 2015
Status certificatie	voorbereiding

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	n.t.b.
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.



© 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
uitvoerders	Studiebureau Heedfeld nv	technieken
	Studieburo J. Urlings	stabiliteit
	Houben/Cordeel TV	bouwwerken
	Keysers HVAC	HVAC
	CKS bvba	elektriciteit

*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
Voorlopige oplevering	oktober 2012
Definitieve oplevering	n.t.b.
Ingebruikname	november 2012
Status certificatie	gecertificeerd



© evr-Architecten bvba

*Gebouwgegevens*

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

*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
Voorlopige oplevering	april 2016
Definitieve oplevering	april 2017
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



© AGION

#### Ontwerp & uitvoering

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

### 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
Voorlopige oplevering	november 2014
Definitieve oplevering	november 2016
Ingebruikname	maart 2015
Status certificatie	gecertificeerd



© Griet Janssens

### 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

### 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
Voorlopige oplevering	oktober 2013
Definitieve oplevering	oktober 2014
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 ruimtetemperatuurovoeler; 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	

*Schoolgegevens*

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

*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 kledkamers en een opvanglokaal. Vooraan liggen de administratieve lokalen.

*Status project*

Start bouwwerken	augustus 2011
Voorlopige oplevering	n.t.b.
Definitieve oplevering	n.t.b.
Ingebruikname	september 2013
Status certificatie	voorbereiding



© Gemeente Kruishoutem

*Gebouwgegevens*

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	2455,71 <sup>16</sup>
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.

*Ontwerp & uitvoering*

architect	Architectuurbureau Dirk Martens	
studiebureaus	CBAM	
uitvoerders	NV Alpas	

<sup>16</sup> Nog definitief te bevestigen na certificatie



**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
Voorlopige oplevering	juni 2014
Definitieve oplevering	oktober 2015
Ingebruikname	juli 2014
Status certificatie	gecertificeerd



© AGION

**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

**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 zal drie bestaande gemeentelijke basisscholen vervangen en integreren in het parkgebied "Oude God". Twee van de drie scholen bevinden zich reeds in het gebied Oude God, de derde is in de onmiddellijke omgeving gesitueerd. Het programma wordt 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
Voorlopige oplevering	oktober 2016
Definitieve oplevering	oktober 2017
Ingebruikname	
Status certificatie	bouwfase

**Status project - fase 2**

Start bouwwerken	november 2016
Voorlopige oplevering	november 2017
Definitieve oplevering	november 2018 <sup>17</sup>
Ingebruikname	
Status certificatie	bouwfase



© AGION

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	6.345 <sup>18</sup>
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.

**Ontwerp & uitvoering**

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

<sup>17</sup> raming

<sup>18</sup> Nog definitief te bevestigen na certificatie

### Schoolgegevens

Adres	Hoogstraat 30, 9700 Oudenaarde
Gemeente	Oudenaarde
Provincie	Oost-Vlaanderen
Inrichtende macht	vzw Katholiek Secundair Onderwijs Oudenaarde (KSOO)
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
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, wordt samen met twee andere aanpalende gebouwen afgebroken en vervangen door een nieuwbouw. De nieuwbouw wordt ingevuld met klas- en vaklokalen, een aula voor 350 personen, een centraal overdekt atrium, sanitair en technische lokalen. Ook worden omgevingswerken uitgevoerd, waaronder een overdekte en een open speelplaats.

### Status project - fase 1

Start bouwwerken	januari 2016
Voorlopige oplevering	februari 2017
Definitieve oplevering	februari 2018 <sup>19</sup>
Ingebruikname	
Status certificatie	bouwfase

### Status project - fase 2

Start bouwwerken	maart 2017
Voorlopige oplevering	juni 2018 <sup>20</sup>
Definitieve oplevering	juni 2019 <sup>21</sup>
Ingebruikname	
Status certificatie	bouwfase



© AGRE

### Gebouwgegevens

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.725 <sup>22</sup>
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.

### Ontwerp & uitvoering

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

<sup>19</sup> raming

<sup>20</sup> raming

<sup>21</sup> raming

<sup>22</sup> Nog definitief te bevestigen na certificatie

## Turnhout

### Talentenschool 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
Onderwijstype	Secundair onderwijs (TSO-BSO)
Bouwheer	DBFM Scholen van Morgen nv

#### Bouwprogramma

Voor de Talentenschool 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
Voorlopige oplevering	mei 2016
Definitieve oplevering	mei 2017
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

#### Ontwerp & uitvoering

architect	De Bouwerij - AUPA	
studiebureaus	Cenergie	
uitvoerders	THV Juvalho	Hooyberghs

**Waregem**  
**OLV Hemelvaart**

**Schoolgegevens**

Adres	Keukeldam 1, 8790 Waregem
Gemeente	Waregem
Provincie	West-Vlaanderen
Inrichtende macht	vzw Katholiek Secundair Onderwijs Waregem-Anzegem-Avelgem
Onderwijsnet	Gesubsidieerd Vrij Onderwijs
Onderwijstypen	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 worden afgebroken. In de plaats komt een schoolgebouw met acht klaslokalen, vier PC-klassen, één kantoorklas, vergaderruimtes, een aula en administratieve lokalen. Aan de overzijde van de Keukeldam komt een tweede gebouw met een refter, een keuken en een fietsenstalplaats. Dit tweede gebouw is niet passief.

**Status project**

Start bouwwerken	december 2014
Voorlopige oplevering	juni 2016
Definitieve oplevering	juni 2017
Ingebruikname	juli 2016
Status certificatie	voorbereiding



© AGION

**Gebouwgegevens**

Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	3.136 <sup>23</sup>
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.

**Ontwerp & uitvoering**

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

<sup>23</sup> Nog definitief te bevestigen na certificatie.

**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
Voorlopige oplevering	april 2013
Definitieve oplevering	februari 2015
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 verlichtingssysteem (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
uitvoerders	At. Ir. J. Blockx bvba	stabiliteit
	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
Voorlopige oplevering	oktober 2015
Definitieve oplevering	oktober 2016
Ingebruikname	november 2015
Status certificatie	gecertificeerd



© AGRE

**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

**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, zonnepanelen.

**Ontwerp & uitvoering**

architect	A33 architecten bv-cvba	
studiebureaus	Ingenium nv	technieken
	Daidalos Peutz	passief
	Delta Consulting bvba	stabiliteit
	D2S International	akoestiek
uitvoerders	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 nieuwbouwwleugel vlakbij de ingang van de school. Naast bijkomende klaslokalen en administratieve ruimtes, heeft het nieuwe passiefgebouw ook lokalen voor natuurwetenschappen en chemie-labolokalen met zuurkast en chemische opslagplaats.

### Status project

Start bouwwerken	september 2011
Voorlopige oplevering	april 2013
Definitieve oplevering	januari 2016
Ingebruikname	mei 2013
Status certificatie	gecertificeerd



© AGION

### 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

### 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 zonnemellen, 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 Vandenbergh	
	Alldimensions	
uitvoerders	Bekaert Building Company nv	ruwbouw
	De Lannoy bvba	elektriciteit
	Vandewalle nv	HVAC



## 2.2 Ontwerpfase

### 2.2.1 Ontwerpteams

#### 2.2.1.a Aanwezige expertise

In dit onderdeel evalueren we de aanwezige expertise van de architecten en de studiebureaus energieberekeningen tijdens de ontwerpfase.

Slechts vier architectenbureaus hadden enige ervaring met passiefbouwen bij de aanvang van het project. Ze hadden nog geen ervaring in scholenbouw maar wel in de sector van winkels, kantoren, etc.

Sommige architectenbureaus hebben meerdere scholen binnen het pilootproject. Hun eerste pilootproject levert hen ervaringen op voor de daaropvolgende projecten. Dit komt voornamelijk voor bij de DBFM-projecten waar verschillende projecten werden samengevoegd in één aanbestedingsbundel van eenzelfde ontwerpteam. Zo zijn er in totaal acht projecten met architectenbureaus die enige ervaring hadden in passief bouwen.

Naast het gegeven dat een passiefproject deel uitmaakt van het portfolio van het architectenbureau, is het ook belangrijk dat het project opgevolgd wordt door een architect met voldoende kennis in passiefbouwen. We zien binnen het pilootproject dat kennis in passiefbouwen en specifiek in scholen volgens passiefstandaard, een gunstig effect heeft op het comfortniveau, de gebruiksvriendelijkheid en de prijs per vierkante meter.

We merkten meer ervaring op bij de studiebureaus die verantwoordelijk zijn voor de energieberekeningen. 11 van de 19 pilootscholen hebben van bij de start een studiebureau met ervaring in energieberekeningen voor passiefbouw. Hiervan zijn er acht DBFM-projecten en drie reguliere projecten. Daarnaast hebben vijf van de reguliere projecten later in het proces een studiebureau energieberekeningen aangesteld.

Verder in dit rapport zien we dat er voor de DBFM-projecten, bij de aanstelling van de ontwerpteams, specifieke aandacht besteed werd aan aanwezige expertise op het vlak van energiezuinig bouwen.

In de gebruikersenquête die twee keer werd afgenomen, één jaar en twee jaar na oplevering, vroegen we de actoren naar hun ervaringen op vlak van de ontwerpteams. Deze resultaten moeten met de nodige omzichtigheid gelezen worden. Niet iedereen heeft elke vraag uit de enquête beantwoord.

Een minderheid van de respondenten geeft aan dat er een voldoende groot aanbod is van ontwerpteams (architectenbureau + studiebureau) met ervaring in het passief bouwen voor scholen.<sup>24</sup> Op de vraag of het ontwerpteam van hun project over voldoende kennis of expertise beschikte, gaf meer dan één derde van de ondervraagden aan dit eerder wel te vinden.<sup>25</sup> We merken op dat er vandaag in de opleiding, studiedagen en praktijk voor architecten en ingenieurs inmiddels wel sterk gefocust wordt op energiezuinig bouwen, passief bouwen, BEN, .... Toen het pilootproject werd opgestart was dit nog niet zo uitgesproken aanwezig.

Enkele studiebureaus hadden voldoende expertise op het vlak van passief bouwen, andere zetten met dit project duidelijk hun eerste stappen in de opbouw van expertise. Toch merken we op dat zelfs de studiebureaus met expertise, de nodige stappen moesten ondernemen om zich te verdiepen in de materie van passieve schoolgebouwen.

Uit de bevraging 'Welke studiebureaus met specifieke expertise je zeker zou opnemen in het ontwerpteam?' worden de volgende expertises naar voor geschoven: akoestiek, energieberekeningen en HVAC.<sup>26</sup>

#### 2.2.1.b De aanstelling van de ontwerpteams

De inrichtende machten kunnen het ontwerpteam (architectenbureau en gespecialiseerde studiebureaus) op verschillende manieren aanstellen.

De wetgeving overheidsopdrachten voorziet verschillende mogelijke gunningsprocedures. Deze procedures kunnen op basis van een aantal karakteristieken verder worden opgedeeld. Er zijn procedures waarin meer gunningscriteria dan enkel de prijs worden gehanteerd.

Daarnaast kunnen sommige onderwijsnetten, zoals GO!, het officieel gemeentelijk onderwijs en het provinciaal onderwijs, voor het ontwerp een beroep doen op hun eigen dienst bouwprojecten.

<sup>24</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q20

<sup>25</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q21

<sup>26</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q19

Volgende procedures<sup>27</sup> zijn toegepast:

- beperkte offerteaanvraag
- open oproep van de Vlaams Bouwmeester
- wedstrijd georganiseerd door Scholen van Morgen
- andere

In dit overzicht zijn ook de zes uitgestapte scholen opgenomen.

Van de 11 projecten die gebruik maakten van de procedure ontwerpwedstrijd zijn acht projecten van 'Scholen van Morgen'. Dit komt omdat de aanstelling van het ontwerpteam binnen de DBFM-procedure steeds is verlopen via een wedstrijdprocedure. Binnen de DBFM-procedure wordt met een basisteam gewerkt, minimaal bestaande uit een architect, een studie bureau technieken, een studie bureau stabiliteit en een EPB-verslaggever. Voor de pilootprojecten was het wenselijk het team uit te breiden met een expert op het vlak van energiezuinig bouwen.

Tijdens de opvolging van het Pilootproject Passiefscholen bleek dat inrichtende machten de noodzakelijke extra studies voor passief bouwen uitstellen, wegens te grote voorfinanciering in ontwerpfase en onzekerheden over het eindresultaat (technische haalbaarheid en kostprijs). Zeven van de 22<sup>28</sup> pilootprojecten die de nodige gespecialiseerde studie bureaus aangesteld hebben, hebben die in de loop van het proces aangesteld.

Verschillende pilootscholen stelden dan ook de vraag of het mogelijk is om de uitbetaling van de subsidie voor de algemene onkosten (voor de erelonen van architecten, veiligheidscoördinatoren, raadgevend ingenieurs en experts van de studie bureaus, de notariskosten en alle administratie- en publicatiekosten) vroeger (nl. in ontwerpfase) uit te keren voor de passiefhuisdossiers. Voor de reguliere dossiers werden de AGION-subsidies vermeerderd met 7% subsidie voor algemene kosten. De bijdrage voor deze algemene kosten wordt berekend op de 60% of 70% van het gunningsbedrag van de subsidiabele kostprijs inclusief BTW.

De uitbetaling van de algemene onkosten gebeurt per perceel en wordt gespreid over de gehele looptijd van het dossier. De eerste uitbetaling berekend op het gunningsbedrag van het eerste perceel, gebeurt na het indienen van de eerste vorderingsstaat van het eerste perceel. Uit de opvolging van de pilootprojecten blijkt dat de aanstelling van gespecialiseerde studie bureaus een belangrijke randvoorwaarde is om op een vlotte, kwalitatieve en kostenefficiënte manier tot het gewenste energieprestatieniveau te komen. In sectie 3.4.1 Bouwkost, gaan we dieper in op de kostprijsanalyse.

Deze vaststelling zien we niet enkel bij het Pilootproject Passiefscholen, maar eveneens in het kader van energiezuiniger bouwen. Ook EPB-verslaggevers geven 'het laattijdig ingeschakeld worden in een ontwerpproces' aan als aandachtspunt. Dit blijkt uit de tevredenheidsenquête 2014 van het VEA bij EPB-verslaggevers<sup>29</sup>.

Daarnaast merken we uit de pilootprojecten dat niet elke EPB-verslaggever de juiste competenties heeft om de noodzakelijke energieberekeningen te doen die een effect hebben op het garanderen van het binnencomfort. Een algemene opmerking die we konden noteren tijdens het Pilootproject Passiefscholen is dat de EPB-berekeningen te veel ervaren worden als een noodzakelijke administratieve last voor het beantwoorden aan de regelgeving. De studie bureaus zijn vragende partij om de EPB- software gebruiksvriendelijker te maken voor ontwerpberekeningen.

## 2.2.2. Ontwerpproces

Een eerste vaststelling tijdens het ontwerpproces was, dat sommige projecten een verschillende invulling gaven aan één van de vijf selectiecriteria: de mate waarin het project zich reeds bevindt in een stadium met zicht op snelle realisatie. Voor acht van de 24 projecten hield dit in dat er reeds een ontwerp op tafel lag, maar niet vertrokken uit de basisprincipes van passiefbouwen en niet in dialoog ontstaan met de noodzakelijke energieberekeningen. De meerderheid van de pilootscholen heeft dit ontwerp herwerkt naar passief. Tijdens het begeleiden van de scholen hebben we gemerkt dat deze projecten té veel focusten op technieken, meer problemen op de werf ondervonden en/of een hogere prijs per m<sup>2</sup> hebben met soms uitval tot gevolg.

Een aantal van de inrichtende machten was al aan de slag met een architectenbureau dat niet werd geselecteerd op competenties m.b.t. energiezuinig bouwen.

Bij herhaling van gelijkaardige pilootprojecten binnen een ontwerp- en bouwproces zou men een selectie criterium als 'zicht op snelle realisatie' duidelijk moeten omschrijven. Hierbij zou men bijvoorbeeld aandacht kunnen schenken aan een duidelijke projectdefinitie en programma van eisen, en in staat zijn om binnen korte termijn een studieteam aan te stellen om het ontwerpproces op te starten. Indien een

<sup>27</sup> [www.bestuurszaken.be/overheidsopdrachten](http://www.bestuurszaken.be/overheidsopdrachten)

<sup>28</sup> Drie projecten hebben nooit een studie bureau energieberekeningen aangesteld (uitgestapt uit het pilootproject)

<sup>29</sup> VEA (2014) Tevredenheidsenquête EPB-verslaggevers

pilootproject reeds een architect of ontwerp heeft, moet aandacht besteed worden aan realiseerbaarheid indien het ontwerp zou moeten worden herzien.

Een tweede vaststelling bij de opstart van de opvolging in 2008, was dat er nog zeer weinig kennis over passiefbouwen aanwezig was bij de opdrachtgevers en de bouwprofessionelen. Vandaag, negen jaar later, wordt er in de opleiding en bijscholing van architecten sterk gefocust op passief- en energieneutraal bouwen.

Het aanstellen van een ontwerpteam en een uitvoerder met de nodige expertise is een goede basis voor het realiseren van een kostenefficiënt, energiezuinig gebouw. Zeker het vroegtijdig aanstellen van een studiebureau energieberekening met kennis over dynamische berekeningen, is bij zeer energiezuinige schoolgebouwen belangrijk om een goed binnenklimaatcomfort te kunnen garanderen.

Om hierop te anticiperen heeft AGION de kwaliteitsverklaarder de opdracht gegeven om de projecten tijdens hun ontwerpproces op te volgen en op cruciale tijdstippen advies te geven en aandachtspunten te noteren. De conclusies uit deze opvolging worden consequent meegenomen bij de opvolging van de projecten in een latere fase. Hieronder behandelen we de generieke aandachtspunten. In de realisatie van zeer energiezuinige schoolgebouwen zijn het evenwel relevante bevindingen.

### 2.2.2.a Een geïntegreerd ontwerpproces

Het ontwerpen van een passiefschool heeft nood aan een geïntegreerd ontwerpproces en investeringen in doortastende ontwerpmaatregelen (zoals verstandig isoleren en een bewuste benutting van interne warmtewinsten). Om de impact van deze maatregelen naar energiezuinigheid en comfort goed te vatten, is er tijdens het ontwerpproces een wisselwerking met de energieberekeningen noodzakelijk. We merken echter op dat er vaak is geïnvesteerd in tastbare maatregelen (materiaal) en minder in doortastende maatregelen. In sommige pilotscholen was het dan ook noodzakelijk om te investeren in complexe technieken, om het gewenste E-peil te behalen.

### 2.2.2.b Studiebureau voor energieprestatieberekening en verslaggeving

Om zeer energiezuinige schoolgebouwen te bouwen is het belangrijk om een studiebureau voor energieprestatieberekening en verslaggeving op te nemen in het bouwteam met ervaring in zeer energiezuinig bouwen. De te maken energieberekeningen zijn een belangrijke ontwerptool om een kostenefficiënt, energiezuinig, schoolgebouw met een goed binnenklimaat te realiseren. We merken op dat deze energieberekeningen vaak te laat en niet als ontwerptool ingezet worden, maar als een verplichting om de passief- en EPB-criteria aan te tonen. Vaak was er zowel een studiebureau voor energieprestatieberekening aangesteld, als een EPB-verslaggever. Bij nazicht van de berekeningen door de kwaliteitsverklaarder, bleek er weinig dialoog te bestaan tussen beiden.

### 2.2.2.c Aandachtspunten zoals zomercomfort, akoestiek en luchtkwaliteit

Een belangrijk aandachtspunt, waarvoor de studiebureaus de juiste competenties in huis moeten hebben is het zomercomfort.

Naast het zomercomfort kwamen luchtkwaliteit, akoestiek en beheer als belangrijke aandachtspunten bij het ontwerp naar boven. In hoofdstuk 3 gaan we uitgebreider in op zomercomfort en luchtkwaliteit.

### 2.2.2.d Te weinig kennis op vlak van technieken

Op het vlak van technieken en ontwerpberoeeningen voor de technieken binnen zeer energiezuinig bouwen kwamen er tijdens het ontwerpproces veel aandachtspunten naar boven. Waar de adviezen niet opgevolgd werden, zagen we deze aandachtspunten terugkeren tijdens het gebruik van het gebouw (zie hoofdstuk 3.7.2: 'Gebruikservaring en comfort').

De aandachtspunten met betrekking tot technieken, kan men opdelen in twee groepen. Bij de ene groep zien we dat er te zwaar geïnvesteerd is in complexe technieken, in de andere groep zagen we een te grote vereenvoudiging van de technieken.

Het voorzien van complexe technieken binnen scholenbouw is niet zo voor de hand liggend. Weinig scholen hebben een verantwoordelijke gebouwbeheerder met voldoende technische achtergrond. Bij het ontwerp van de technieken moet er voldoende aandacht gespendeerd worden aan de integratie van gebruiksvriendelijke technieken. Toch moet men ook voldoende waakzaam zijn om de technieken niet dusdanig te vereenvoudigen, dat het comfortniveau in gedrang gebracht wordt.

Ook op het vlak van de ontwerpberoeeningen en de dimensionering<sup>30</sup> van de technieken zagen we dat dit nog niet overal voldoende gekend was. Bij de ventilatie heeft een juiste dimensionering effect op het voorkomen van geluidshinder en tocht. Bij de koeling- en verwarmingsbehoefte werden de passieve warmtewinsten niet

---

<sup>30</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

steeds op de juiste manier meegerekend. Juiste dimensioneringsberekeningen zijn zeer belangrijk want ze hebben een impact op een adequate verwarming.

### 2.2.2.e Kwalitatief planningsproces

Een belangrijke rode draad in de bevindingen toont dat een kwalitatief planningsproces in een passiefschool (of zeer energiezuinige school) een zeer belangrijke factor is voor het realiseren van een kostenefficiënt en kwaliteitsvol schoolgebouw met een goed binnencomfort. Bij passief bouwen zou de ontwerper, naast de klassieke elementen (kostenefficiëntie, stabiliteit), vroeg in het ontwerp moeten stilstaan bij vraagstukken als zomercomfort, luchtkwaliteit en akoestiek.

Een goed ontwerpproces en een goede planningscontext zijn dan ook cruciaal. Uit de schoolgebouwenmonitor 2013 blijken het ontwerpproces en de planningscontext in het algemeen een significant effect te hebben op de kwaliteit van de schoolgebouwen. 'Wanneer de kwaliteit van het planningsproces of de planningscontext hoog is, stijgt ook de kwaliteit van de gebouwen, ongeacht het subsidiebedrag. Wanneer de kwaliteit van proces of context laag is, zien we het omgekeerde beeld. Goede projectdefinitie, een duidelijk gefaseerd planningsproces, professionele begeleiding, participatie, gemotiveerde selectie van architecten, voldoende financiële draagkracht uit eigen middelen, bereidheid tot samenwerking, beschikbaarheid van expertise en teamwork zijn enkele factoren die significant bijdragen tot een hoger kwaliteitsniveau van bouwprojecten en vormen een noodzakelijke combinatie met de financiële input. Dergelijke factoren genereren eveneens een significant positief effect op de tevredenheid van bouwheren met hun voltooide project: een betere kwaliteit van planningsproces en projectcontext leiden tot gelukkigere bouwheren'.<sup>31</sup>

Dit is een belangrijke vaststelling gezien de noodzaak aan meer doordacht en bewuster bouwen.

### 2.2.3 Aandachtspunten in de EPB-methodiek

Er werden binnen de EPB-berekeningen een aantal specifieke tekortkomingen/aandachtspunten voor schoolgebouwen vastgesteld:

- Functionele opdeling van het schoolgebouw
- Definitie van de gebruiksrandvoorwaarden voor schoolgebouwen
- Evaluatie van het zomercomfort
- Implementatie van innovatieve technieken

#### 2.2.3.a Functionele opdeling van het schoolgebouw

Het schoolgebouwenpark wordt gekenmerkt door een brede waaier aan typologieën, gaande van kleuterschool over internaat tot slagerijschool. Een duidelijke functionele opdeling met een aangepaste energieberekeningsmethodiek is dan ook zeer belangrijk om een relevante energieberekening te maken.

Volgens de energieprestatieregelgeving is de rekenmethode voor utilitaire gebouwen (EPU<sup>32</sup>-methode) van toepassing op de schoolgebouwen. De EPU-methode is ontwikkeld voor de bestemmingen 'kantoren en scholen' maar bleek niet gemakkelijk toepasbaar bij de energieberekening van schoolgebouwen. Een school kan immers naast klaslokalen ook andere bestemmingen zoals keuken, restaurant, sporthal, werkateliers, internaat .... bevatten. Deze laatste bestemmingen hebben een ander gebruiks- en verbruikspatroon, en kunnen bij de berekening van het primair energiegebruik niet in rekening gebracht worden. Dit zou tot niet-representatieve waarde van het E-peil leiden bij toepassing van de EPU-methode."<sup>33</sup>

Een grote secundaire school kan bijvoorbeeld een grote refter en schoolkeuken, een sporthal, een internaat en ateliers voor technische vakken hebben. Dit zorgt ervoor dat deze school dan een mix is van bestemming 'school', 'andere specifieke bestemmingen' (ASB) en 'industrie'.

- sporthal (= Andere Specifieke Bestemming - ASB)
- refter (=horeca = Andere Specifieke Bestemming)
- keuken (=horeca = Andere Specifieke Bestemming)
- werkateliers (=industrie of school, afhankelijk van type)
- internaat (=wonen)

Een overzicht van de indeling van bestemming opgemaakt door VEA in overleg met AGION vindt u terug in [bijlage H2-02](#) van Bilan 2015.

<sup>31</sup> AGION, (2014). Schoolgebouwenmonitor 2013 'Indicatoren voor de kwaliteit van de schoolgebouwen in Vlaanderen', Brussel., p19

<sup>32</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>33</sup> Nota: Indeling van schoolgebouwen: verduidelijking bij de regelgeving, VEA 2012

Om aan de bovenstaande aandachtspunten tegemoet te komen heeft VEA de voorbije jaren twee acties ondernomen (zie ook onder H4):

- Sinds 1 januari 2014 kunnen delen van andere specifieke bestemmingen (ASB) meegenomen worden in de bestemming school en als één gezamenlijk E-peil voor school berekend worden. Dit kan enkel als het deel van het gebouw met andere specifieke bestemmingen kleiner is dan 800 m<sup>2</sup> en het deel uitmaakt van de school.
- Een structurele oplossing is de ontwikkeling van een nieuwe berekeningsmethode EPN<sup>34</sup>. EPN maakt een duidelijke opsplitsing tussen die verschillende bestemmingen (kantoren, scholen, horeca, sport, etc.). De EPN-methode vervangt de EPU-methode voor vergunningsaanvragen en meldingen vanaf 1 januari 2017.

### 2.2.3.b Randvoorwaarden

Naast de functionele opdeling binnen de EPB-berekeningsmethodiek, werd tijdens het onderzoeken naar de specifieke randvoorwaarden voor scholen volgens de passiefstandaard vastgesteld dat de inputparameters van de berekeningsmethodiek niet steeds even goed afgestemd waren op het gebruiksprofiel school.

“Om een statische, betrouwbare voorspelling te doen van het energieverbruik van een gebouw dienen we in energieberekeningen steeds gebruik te maken van randvoorwaarden die zo nauwkeurig mogelijk aansluiten bij de realiteit. Wijken de gebruikte randvoorwaarden af van de realiteit dan zal ook het werkelijke verbruik (sterk) afwijken van het vooraf berekende verbruik.”(Van Loon, 2011)<sup>35</sup>

Deze aandachtspunten werden meegenomen in de ontwikkeling van een nieuwe EPB-berekeningsmethodiek voor niet-residentiële gebouwen, de EPN-berekeningmethodiek<sup>36</sup>. In afwachting van de EPN-berekeningmethodiek werden reeds belangrijke gebruikersindicatoren in onderling overleg aanvaard. Zo is er is een algemeen akkoord dat de bezetting voor turnzalen zoals vastgelegd in EPB (3,5 m<sup>2</sup>/pers) veel te hoog is. AGION meldt, na overleg met VEA, dat iedere school apart een afwijking kan aanvragen voor bezetting van schoolsporthallen/turnzalen.

### 2.2.3.c Rendementberekening van warmteterugwinapparaten

Een belangrijke maatregel voor het behalen van het E-peil en de criteria met betrekking tot de netto-energiebehoefte voor de passiefscholen, is het toepassen van een ventilatiesysteem D met warmteterugwinning.

Om de rendementen van deze warmteterugwinapparaten te bepalen was er een leemte binnen de verschillende berekeningsmethodieken, nl. de EPB en het berekeningsprogramma van de kwaliteitsverklaarder Pixii. Het bestaande kader was ontwikkeld voor warmteterugwinapparaten toegepast in de woningbouw, maar was niet eenvoudig toepasbaar in de scholenbouw. Al snel kwam dit naar boven binnen de opvolging van de pilootprojecten.

Pixii kon een alternatief kader ontwikkelen voor de rendementsbepaling van de netto-energiebehoefte in het passiefhuisberekeningprogramma (PHPP). Deze methodiek, opgenomen in bijlage H2-01, werd uitgewerkt in overleg met de Ventibel (federatie ventilatie) en AGION.

Deze oplossing kon niet toegepast worden voor de EPB-berekening, waardoor de studieteams voor de berekening van het E-peil de nadelige waarden uit de regelgeving moesten gebruiken. Met deze waarden werd het nodige E-peil echter niet behaald.

Het ontbreken van een meer toegepast kader specifiek voor grote installaties in tertiaire gebouwen zorgde voor sommige pilootprojecten voor de nodige vertraging naar certificatie. Verschillende dossiers hebben namelijk gewacht op een regelgevend kader, specifiek voor grotere warmteterugwinapparaten en in het bijzonder voor warmtewielen. VEA heeft de berekeningsmethode voor het bepalen van het rendement van warmtewielen laten onderzoeken. De meest gevorderde cases werden meegenomen in dit onderzoek.

Deze studie is in december 2015 omgezet naar een ministerieel besluit<sup>37</sup>.

Daarnaast merkte de kwaliteitsverklaarder op dat studie bureaus energieberekeningen tijdens de ontwerpfase van te positieve rendementen uitgaan. Hierdoor moesten een aantal scholen verder in het ontwerpproces bijkomende maatregelen nemen om met toepassing van het werkelijke rendement hun E-peil nog te kunnen halen.

<sup>34</sup> De EPN-berekeningmethode (de energieprestatie berekeningsmethode voor niet-residentiële gebouwen) is van toepassing op alle niet-residentiële bestemmingen met uitzondering van industrie voor vergunningsaanvragen en meldingen vanaf 1 januari 2017.

<sup>35</sup> PHP (2011), PHPP en het stappenplan voor een passiefschool, [www.pixii.be](http://www.pixii.be), Van Loon, 2011.

<sup>36</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>37</sup> Ministerieel besluit van 04/12/2015 houdende wijziging van het ministerieel besluit van 2 april 2007 betreffende de vastlegging van de vorm en de inhoud van de EPB-aangifte en het model van het energieprestatiecertificaat bij de bouw en van het ministerieel besluit van 15 september 2009 betreffende de vaststelling van de gelijkwaardigheid van innovatieve systemen, bouwconcepten of technologieën in het kader van de energieprestatieregelgeving

### 2.2.3.d Implementatie van innovatieve technologieën

Er werd vastgesteld dat in de verschillende berekeningsmethodieken (EPB, PHPP) niet alle innovatieve technologieën geïmplementeerd zijn. 'Een zeer-laag-energie schoolgebouw doet in sommige gevallen beroep op innovatieve technologieën die het zeer laag energieverbruik mogelijk maken. Sommige technologieën zijn zo essentieel dat ze noodzakelijkerwijze in de rekenmethode voor zeer-lage-energiegebouwen geïmplementeerd moeten worden:

- Grond-luchtwarmtewisselaars (zat niet in EPB, wel in PHPP. Voor vergunningen vanaf 2014 werd dit opgenomen in de EPB-berekeningen<sup>38</sup>)
- Nachtventilatie en zomerse piekventilatie (zat niet in EPB, wel in PHPP) (Descamps, 2008)<sup>39</sup> Dit werd ondertussen opgenomen in de EPB-berekeningen.<sup>40</sup>
- Aanwezigheidsgestuurde ventilatie in ruimten met variabele bezetting (Descamps, 2008)<sup>41</sup> Dit werd ondertussen opgenomen in de EPB-berekeningen.<sup>42</sup>
- Collectieve zonneboilerinstallaties.' (Descamps, 2008)<sup>43</sup> Dit was nog niet geïmplementeerd voor schoolgebouwen omdat er voor scholen momenteel (2016) geen energieverbruik voor warm tapwater wordt berekend. Vanaf 2017, met de introductie van EPN, is dat wel het geval.

### 2.2.3.e Wijziging luchtdichtheidstest

Vanaf 1 januari 2015 mogen, voor EPB, enkel nog luchtdichtheidsmetingen worden uitgevoerd conform STS-P 71-3 'Luchtdichtheid van gebouwen - luchtdichtheidsmeting'. Dit houdt onder meer in dat de meting enkel uitgevoerd mag worden door erkende luchtdichtheidsmeters. Om erkend te kunnen worden moeten de uitvoerders van dergelijke luchtdichtheidsmetingen over de nodige theoretische en praktische kennis beschikken en een minimale ervaring kunnen aantonen.

BCCA vzw nam, als kwaliteitsorganisatie, het initiatief om een kwaliteitskader aan te bieden.

Twee zaken moeten geverifieerd worden:

- een erkend bedrijf moet de test uitvoeren. Dit kan men controleren op de lijst met erkende luchtdichtheidsmeters;
- de test moet beschikken over een conformiteitsverklaring met een identificatiecode om de geldigheid te kunnen valideren. Deze code moet ingevuld worden in de EPB-software 3G<sup>44</sup>.

Deze wijziging betekende een meerkost in de kwaliteitsverklaring, aangezien elke luchtdichtheidsmeting duurder werd.

## 2.3 Uitvoeringsfase

Ook in uitvoeringsfase noteren we verschillende aandachtspunten.

Eén aandachtspunt was het tijdig voorzien van de juiste bewijslast voor de kwaliteitsverklaring die op het einde van de uitvoeringsfase plaatsvindt. Vaak waren dit bewijsstukken die niet louter van toepassing waren voor de controle van de netto-energiebehoefte, maar ook voor de EPB-verslaggeving. We zagen dat informatie opvragen na uitvoering van de werken vaak moeilijk bleek te zijn omdat bijvoorbeeld de aannemer/producent niet de nodige documenten voorzag. Verschillende projecten zijn dan ook pas lang na oplevering, kunnen overgaan tot certificatie. Het belang van het ontvangen van de juiste technische documentatie vooraleer tot bestelling over te gaan werd per brief extra beklemtoond bij de resterende projecten.

Het feit dat veel architecten nog nooit een certificatieprocedure hadden doorlopen en bijgevolg niet vertrouwd waren met de aan te leveren documenten zorgde ook voor de nodige vertraging. Dit speelde in het nadeel van de bouwheren omdat de kwaliteitsverklaring afgerond moet zijn voor het betalen van de laatste facturen.

Daarnaast bleek ook dat vele architecten niet vertrouwd waren met de opvolging van aandachtspunten specifiek voor passief bouwen op de werf, nl. koudebruggen, luchtdichtheid en de technische installaties. We merkten op dat bouwdetails enkel ingezet worden in functie van de kwaliteitsverklaring. De bouwdetails

---

<sup>38</sup> zie Bijlage B.2 bij [Bijlage VI bij het Energiebesluit](#)

<sup>39</sup> Descamps (2008), Zie bijlage H2-01 uit Bilan 2015: Advies naar ontwikkeling van specifieke energieprestatie-indicatoren voor lage- en zeer-lage-energie schoolgebouwen, Filip Descamps, december 2008

<sup>40</sup> zie paragraaf 5.5.3.1 van [Bijlage VI bij het Energiebesluit](#)

<sup>41</sup> Descamps (2008), Zie bijlage H2-01 uit Bilan 2015: Advies naar ontwikkeling van specifieke energieprestatie-indicatoren voor lage- en zeer-lage-energie schoolgebouwen, Filip Descamps, december 2008

<sup>42</sup> zie bijlage 8 bij het MB van 2 april 2007

<sup>43</sup> Descamps (2008), Zie bijlage H2-01 uit Bilan 2015: Advies naar ontwikkeling van specifieke energieprestatie-indicatoren voor lage- en zeer-lage-energie schoolgebouwen, Filip Descamps, december 2008

<sup>44</sup> [www.energiesparen.be/epb/prof/luchtdichtheid](http://www.energiesparen.be/epb/prof/luchtdichtheid), 2015

worden soms pas na de uitvoering uitgetekend in plaats van voordien. Wanneer de bouwdetails wel tijdig getekend zijn, zien we dat dit vaak onzorgvuldig gedaan wordt. Toch zijn deze bouwdetails een zeer belangrijk onderdeel van kostenefficiënt passief bouwen. Een goed voorbereid dossier zorgt voor vlotte communicatie met de aannemer en heldere afspraken. Het vermijdt fouten, aanpassingen en meerkosten op de werf. Aangezien dit een vaak terugkerend probleem was bij de eerste pilotscholen die werden uitgevoerd, hebben we hier nogmaals de aandacht op gevestigd bij de tweede golf. Daarnaast werden ook de contactgegevens van de projectverantwoordelijke op de werf opgevraagd, om een eerstelijnscommunicatie mogelijk te maken.

Net zoals bij het ontwerp zien we dat op het vlak van uitvoering van technieken bijkomende kennisopbouw en ervaring nodig is. Aandachtspunten zijn hierbij het afstellen van de technieken, vermijden van tochtval, goede plaatsing van de inblaasmonden en voorkomen van geluidshinder.

Deze vaststelling zien we ook terug in de gebruikersenquête. Op de vraag wat zou je anders doen antwoorden de respondenten bijvoorbeeld: 'een betere controle op de uitvoering van de isolatie en de vereiste technieken', 'besturing van de technische installaties'.<sup>45</sup>

Om deze zorgvuldigheid na te streven en de ambities in energiezuinigheid te halen 'is het voor de bouwheer extra belangrijk om prestatie-eisen te laten opnemen in de bestekken. Ook heeft de bouwheer er belang bij om de onderhoudbaarheid van de installatie en het vereiste, akoestisch prestatieniveau beter te laten omschrijven in de bestekken'.

In het algemeen zien we, bij teams die goed samenwerken, op het einde van het project weinig problemen opduiken.

De uitvoering van deze kwaliteitsverklaring is een onderdeel van de uitvoeringsfase en een belangrijke waarborg voor de voorlopige oplevering aangezien de kwaliteitsverklaring een bewijs is dat het gebouw aan de nodige prestatie-eisen voldoet. Voor de passiefscholen binnen het DBFM-project moet de certificatieprocedure rekening houden met de strikte uitvoeringstermijn die geldt binnen het DBFM-programma.

## 2.4 Fase in gebruik

We zien dat de nazorg van het gebouw door de aannemer een zeer belangrijk aandachtspunt is. Vaak wordt deze niet goed of niet gedaan. Ook het beheer en het onderhoud, onder de verantwoordelijkheid van de bouwheer, zijn gevoelige punten van de passiefscholen. In eerste instantie zien we een slechte overdracht van informatie naar werking, gebruik en onderhoud van de uitvoerder naar de beheerder. In tweede instantie zien we dat het beheer van een passiefschool als te complex wordt aanzien, wat de nodige professionalisering van de scholen vraagt. In derde instantie zien we dat het voor de gebruikers ook niet steeds duidelijk is waar ze terecht kunnen met hun vragen. Tot slot moeten de gebruikers wennen aan de vele technieken in een passiefschool (vb. gebruik van verlichting, zonnewering).

Het in het bestek opnemen van twee jaar opvolging en nazorg na ingebruikname van het gebouw en gedurende deze twee jaar een structurele overdracht van gebruikersinstructies aan de verantwoordelijke gebouwbeheerder is ten sterkste aan te raden.

Een andere opmerkelijke vaststelling bij de nazorg van de aannemer is dat gebouwbeheerssystemen meestal niet werken bij de oplevering. Niettegenstaande zijn ze een ideaal instrument om de inregeling van technische installaties op punt te zetten en een kwalitatieve nazorg te verzekeren. Een nieuw gebouw kent echter altijd kinderziektes. Aan de hand van meetcampagnes (verbruiken, luchtkwaliteit, temperatuur,...) kan je controleren of het beoogde comfort wordt behaald, de regeling optimaliseren en waar nodig gebruikers informeren. Een goed en actief gebouwbeheer betaalt de extra investering vanzelf terug. De installateur en studiebureau technieken hebben daarin nog een belangrijke rol te spelen, het is dan ook aangewezen om die rol in de bestekteksten op te nemen. In de toekomst, bij de bouw van nieuwe scholen, is het ook belangrijk om in de bestekken op te nemen dat de programmatiecode van de gebouwbeheerssystemen vrij toegankelijk moet zijn voor de school. Een gebruiksvriendelijk gebouw en bijhorende systemen moet nagestreefd worden.

Dit zien we ook duidelijk terug in de gebruikersenquête<sup>46</sup>. Zo vindt 49% van de bevrageden dat een passiefschool moeilijker te beheren is en 47% vindt dat het extra onderhoud vraagt. Vroeger, toen ze nog niet in een passiefschool zaten, dacht hier maar respectievelijk 15% en 18% van de bevrageden er zo over.<sup>47</sup>

Het beheer van schoolgebouwen is een algemeen belangrijk aandachtspunt. Tijdens de opvolging van de pilotscholen komen volgende knelpunten naar voor: complexe technische installaties versus gebruiksvriendelijkheid, competente beheerders versus financiële draagkracht.

<sup>45</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q30

<sup>46</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q41

<sup>47</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q41

Om een goed onderhoud en beheer te kunnen realiseren speelt de financiële context van de scholen een belangrijke rol. De Schoolgebouwenmonitor 2013 geeft aan dat de inrichtende machten of scholengroepen in slechts 23% van de vestigingsplaatsen over voldoende financiële middelen beschikken om onderhoudswerken te financieren.<sup>48</sup>

In de context van passiefscholen of zeer energiezuinige schoolgebouwen komt het belang van goed beheer nog meer op de voorgrond. Het is dan ook raadzaam om reeds bij het ontwerp stil te staan bij het onderhoud en beheer van de technische installaties en samen met het ontwerpteam op zoek te gaan naar een regel- en beheersysteem op maat van de school. Het is ook belangrijk om de verantwoordelijke voor het beheer van het gebouw vanaf het ontwerpproces te betrekken. In de praktijk zien we dat het beheer voor de meerderheid van de opgeleverde passiefscholen opgenomen wordt door de directie.

De kennis naar het beheer van het gebouw verschilt zeer sterk tussen de verschillende directies. Het is voor een directie niet altijd evident om veel tijd te spenderen aan het beheer van het gebouw. Daarnaast is technische kennis geen noodzakelijke vereiste voor een directie. Het is aanbevelenswaardig om vanaf de start een verantwoordelijke gebouwbeheer met de nodige competenties aan te stellen. Het GO! geeft aan dat dit een problematiek is die ze al als een belangrijk aandachtspunt beschouwden. Door hun reorganisatie spelen ze daarop in; GO! bouwt centraal maar de scholengroepen volgen het onderhoud op. Vanaf de reorganisatie zullen de scholengroepen nu ook de werven mee opvolgen.

Meer dan de helft van de respondenten is van mening dat een passiefschool enkel werkt als alle gebruikers hier bewust mee omgaan.

Niettegenstaande alle gebruikers uitleg hebben gekregen, is er een duidelijke nood aan meer uitleg over de technieken, het afstellen van de installaties en hoe ze m.b.t. veranderend gebruik van het gebouw de sturingsprogramma's kunnen aanpassen.

Om hierop te anticiperen heeft AGION aan Pixii de opdracht gegeven om bij de oplevering van een gebouw een gebruikershandleiding te voorzien. (zie bijlage H2-02) Toch blijft dit nog zeer summier en is het de taak van de technische installateur om een goede overdracht te garanderen, en aan het schoolbestuur om een verdere competente opvolging te organiseren.

Ook de overdracht van kennis over de richtlijnen met betrekking tot het onderhoud van de verschillende technieken, bleek een aandachtspunt te zijn. Een specifiek luik naar onderhoud is dan ook opgenomen in de gebruikershandleiding (zie bijlage H2-02).

## 2.5 Conclusie

Het pilootproject telt 19 passiefscholen waarvan er al 17 in gebruik zijn op datum van 31 augustus 2017.

De opvolging van het proces gebeurt volgens drie fases: de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en de fase in gebruik. Een goede organisatie van het ontwerp- en uitvoeringsproces, en een kwalitatieve nazorg zijn, ook voor niet-passiefscholen, belangrijke voorwaarden 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 merken 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. Het Pilootproject Passiefscholen is alvast één van de katalysatoren voor kennisopbouw en ervaring binnen zéér energiezuinig bouwen van scholen.

Het pilootproject speelt een duidelijke rol in de overgang naar zeer energiezuinig bouwen. De praktijkervaringen en analyses van de pilootscholen vormen een basis voor verdere initiatieven die kaderen in de noodzaak om meer energie-efficiënt te zijn, zoals BEN-bouwen.

---

<sup>48</sup> AGION, (2014). Schoolgebouwenmonitor 2013 'Indicatoren voor de kwaliteit van de schoolgebouwen in Vlaanderen'. Brussel: AGION



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

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de evaluatie van de verschillende pilotprojecten, 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 pilotprojecten;
- welke meerwaarde heeft het pilotproject;
- welke meerwaarde heeft bouwen volgens passiefstandaard.

De resultaten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de beschikbare data (bij AGION) en op de opgeleverde of gecertificeerde projecten op 31 augustus 2017. De data zullen de komende jaren met het verdere verloop van het project verder aangevuld worden. Het pilotproject loopt tot en met twee jaar na het afsluiten van de laatste werf. De inhoud van de rapportering is dus nog niet afgerond en verdere analyses en ondermeer metingen rond energiegebruik gebeuren tot en met twee jaar na ingebruikname.

#### 3.1 Behaalde resultaten van de gecertificeerde projecten

Op datum van 31 augustus 2017 behaalden 14 projecten hun kwaliteitsverklaring.

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

Tabel H3-01. Resultaten van de gecertificeerde projecten

PROJECT	E-PEIL	NETTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR VERWARMING	NETTO ENERGIEBEHOEFTE 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
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
Turnhout	49	13,08	0,64	0,60	3.560,00	2,46	20
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 huidige 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.

Het overgrote deel van de projecten behaalde de eisen naar luchtdichtheid en E-peil vlot. Verschillende scholen haalden vlot het E-peil zonder extra te investeren in duurzame energie.

De eisen voor de scholen uit het pilotproject 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.

Gemiddeld behalen de scholen uit het pilootproject een E-peil dat 43% lager ligt dan het E-peil dat ze volgens de energieprestatie-eisen hadden moeten halen.<sup>49</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 de passiefstandaard, 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 passiefscholen of 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 dertien van de veertien gecertificeerde scholen uit het Pilootproject Passiefscholen en een literatuurstudie over gerealiseerde projecten uit het buitenland. Eén gecertificeerd project is nog niet opgenomen in de analyse omdat het project nog niet opgeleverd is.

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

#### 3.3.1 Bouwkost

##### 3.3.1.a Totale bouwkost en meerkost per m<sup>2</sup>

Ter voorbereiding van het Pilootproject Passiefscholen heeft het WTCB (wetenschappelijk en technisch centrum voor het bouwbedrijf) in maart 2007 een vergelijkende studie uitgevoerd van de meerkost bij binnenlandse- en buitenlandse tertiaire projecten volgens de passiefstandaard (Bijlage H3-01). In 2007 waren nog maar weinig projecten voorhanden, waardoor het WTCB slechts een vergelijking kon maken tussen acht projecten: drie kantoorgebouwen, een hotel, een internaat en twee specifieke scholen. De eerste school was een school voor volwassenenonderwijs, de tweede school was een school in een bijzondere jeugdinrichting waar 3 à 5%<sup>50</sup> van de meerkost veroorzaakt werd door extra veiligheidsvoorzieningen. Uit de studie bleek dat de meerkost ten opzichte van de standaard financiële norm varieerde tussen 0% en 20%. Waarbij de gemiddelde meerkost 9% is of 105 euro/m<sup>2</sup>.

Op basis van deze cijfers en om de extra kosten voor het fungeren als pilootproject te dekken, werd de standaard financiële norm voor de pilootprojecten vermeerderd met 21% of 235 euro/m<sup>2</sup> (excl. BTW en algemene kosten), en werd de verhoging van de standaard financiële norm voor 100% gefinancierd.

Wanneer we passief scholenbouw in onze buurlanden bekijken, merken we op dat de stad Frankfurt (Duitsland) gezien wordt als één van de meest prominente voorlopers op het vlak van passief bouwen. Een vergelijkende studie (bijlage H3-02) van opgeleverde projecten voor scholen of kinderdagverblijven in Frankfurt, toont ons een gemiddelde vierkante meter prijs van 1.363,71 euro/m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een meerprijs van 12% boven de standaard financiële norm voor Vlaamse schoolgebouwen. Het is echter belangrijk de verscheidenheid aan typologie van deze uitgevoerde projecten dieper te bekijken. Zo zitten er binnen de opgeleverde projecten basisscholen en secundaire scholen al dan niet in combinatie met een kinderdagverblijf, sportzaal, en jeugdhuis. Opmerkelijk is dat de twee projecten met een sporthal respectievelijk 20% en 50% duurder zijn dan onze standaard financiële norm (overzichtstabel bijlage H3-02). Wanneer we enkel de projecten met gelijkaardige typologieën en programmering van basisonderwijs en kinderdagverblijf bekijken, komen we op een gemiddelde vierkante meter prijs van 1.263,60 euro/m<sup>2</sup>, wat overeenkomt met een meerprijs van 6% op onze standaard financiële norm. Wanneer we het gewogen gemiddelde bekijken komt dit op een gemiddelde vierkante meter prijs van 1.235,65 euro/m<sup>2</sup> en meerprijs van 4% boven onze standaard financiële norm<sup>51</sup>.

<sup>49</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>50</sup> Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, Departement voor O&V, p16, 2007

<sup>51</sup> Meerprijzen t.o.v. de financiële norm zijn steeds bekeken op het voor het project toen van toepassing zijnde geïndexeerde financiële norm.

In de brochure Passiefscholen<sup>52</sup> zijn er nog twee projecten naar kostprijs geanalyseerd die we in de vergelijking van de meerkost kunnen opnemen. Het kinderdagverblijf in Königsbach-Stein (Duitsland) heeft een meerkost van 7 à 8%, en de afzonderlijke sporthal voor de Kurpfalzschool in Heidelberg-Kirchheim (Duitsland) heeft een meerprijs van 12,9%.

Een tussentijdse vergelijkende studie<sup>53</sup> (zie tabel H3-02) van de bouwkost van de gecertificeerde projecten binnen het Pilotproject Passiefscholen toont ons een gewogen gemiddelde prijs per vierkante meter van 1.486,32 euro/m<sup>2</sup>, wat overeenkomt met een gewogen gemiddelde meerprijs van 14,29 % op de standaard financiële norm<sup>54</sup> die gebruikt wordt voor schoolgebouwen. Toch zien we heel uiteenlopende vierkante meter prijzen, gaande van een minprijs van 10% (Zwevegem) tot een meerprijs van 26% (Kalmthout) t.o.v. de standaard financiële norm. Bij de reeds vergeleken projecten vinden we verschillende typologieën en programma's. Er zijn een aantal scholen uit het kleuter<sup>55</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, het centrum voor volwassenenonderwijs 'De verdieping' van Heusden-Zolder, en Campus Sint-Niklaas te Zwevegem met studierichtingen uit personenzorg en nijverheidstechnische richtingen.

Verschillende factoren kunnen het verschil van de gemiddelde meerprijs binnen het pilotproject t.o.v. van de berekende gemiddelde meerprijs van de projecten uit Frankfurt verklaren. Zeer energiezuinig bouwen is meer ingeburgerd in de Duitse bouwmarkt, waardoor er reeds een grotere kennis en ervaring is bij studieteams en aannemers. De producenten van specifieke bouwmaterialen en technieken zijn beter vertegenwoordigd op de Duitse markt dan op de Vlaamse. Ook zien we dat houtbouw in de traditionele Duitse bouwcultuur aanwezig was, terwijl dit nog niet het geval is voor Vlaanderen.

Met zekerheid kunnen we zeggen dat één van de redenen van de uiteenlopende vierkante meter prijzen binnen het Pilotproject Passiefscholen, te vinden is 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).

Tabel H3-02. Overzicht van de werkelijke bouwkost, volgens de standaard financiële norm van toepassing bij de indiening van het project, de financiële norm voor passiefscholen uit het pilotproject 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	1564,86	120,37
Assenede	2.504,00	1.558,78	1.302,22	1558,43	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
Etterbeek	1.071,00	1.421,62	1.259,94	1.507,83	112,83
Groot-Bijgaarden	2176,16	1.418,94	1311,32	1569,32	108,21
Heusden-Zolder	5.147,25	1.478,89	1.304,42	1561,07	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
Turnhout	3.560,00	1.575,51	1.305,05	1.561,81	120,72
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

De werkelijke bouwkost houdt rekening met de kostprijs van het totale passiefgebouw. Voor de reguliere AGION-dossiers en de school van het gemeenschapsonderwijs werd de bouwkost berekend op basis van de eindstaat. Voor de DBFM projecten uit het programma 'Scholen van Morgen' werd bij gebrek aan een klassieke meetstaat voortgegaan op de bouwplanning (directe bouwkosten). "Uitzonderlijke kosten" (b.v.: speciale

<sup>52</sup> Brochure passiefscholen.Vlaamse Overheid,Departement voor O&V,p.20,2007

<sup>53</sup> De resultaten zijn een tweede oefening uit de gegevens van de gecertificeerde projecten op datum van 31 augustus 2017, en geven bijgevolg nog geen definitief beeld over de mogelijke meerkost.

<sup>54</sup> We maken hier de vergelijking met de standaard financiële norm, zonder rekening te houden met de supplementen voor REG-subsidie of passief)

<sup>55</sup> Naar programma en gebruiksparementers toe is een kleuterschool te vergelijken met een kinderdagverblijf.

fundering), en kosten voor afbraakwerken en “eerste uitrusting” (uitrusting nodig voor het gebruik van de infrastructuur zoals een vast schrijfbord, klimrek,...) werden niet meegerekend.

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.

De bedragen kunnen verschillen ten opzichte van de bedragen die in het bilan 2015 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 GO!-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.b Verhouding tussen bouwcost en energieprestatie

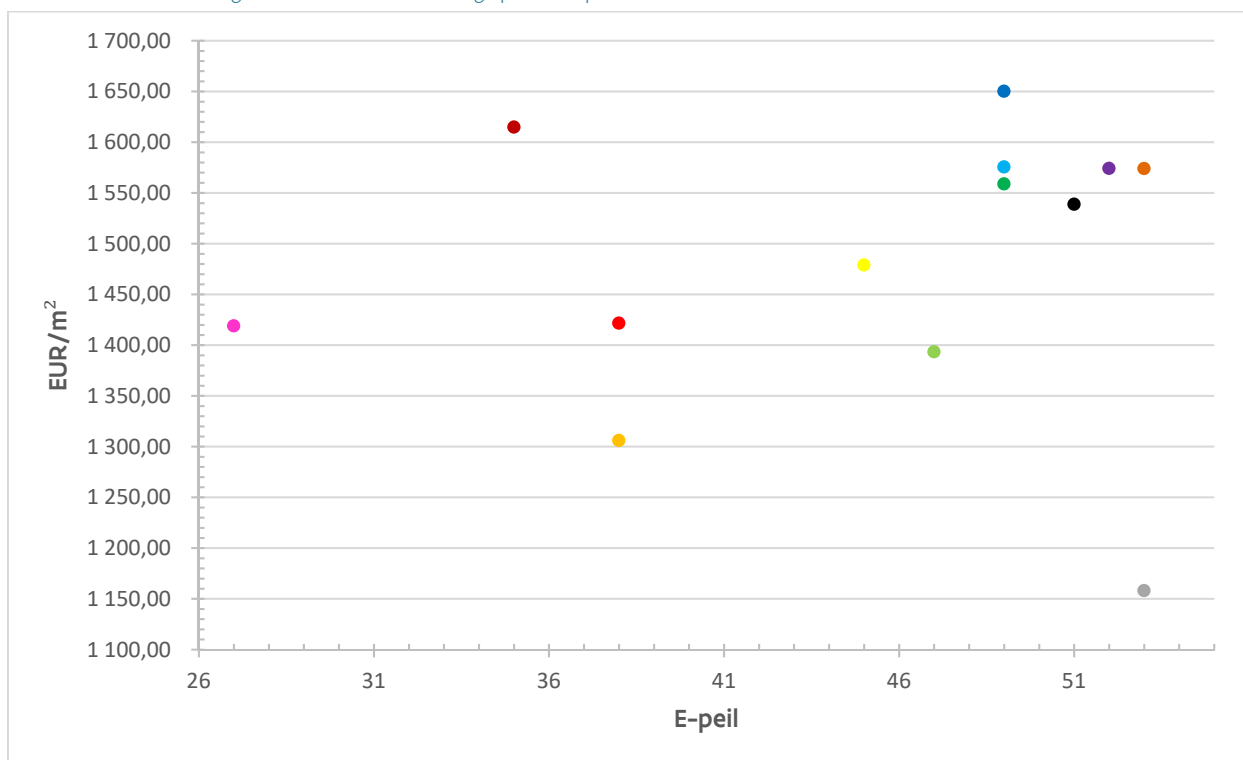
Tabel H3-03 en grafieken H3-01 en H3-02 geven een overzicht van het behaalde E-peil en de netto-energiebehoefte t.o.v. van de kostprijs per m<sup>2</sup> en de meerprijs t.o.v. van de standaard financiële norm.

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
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
Etterbeek	38	1.421,62	13,92	112,83
Groot-Bijgaarden	27	1.418,94	14,09	18,21
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
Turnhout	49	1.575,51	13,08	120,72
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

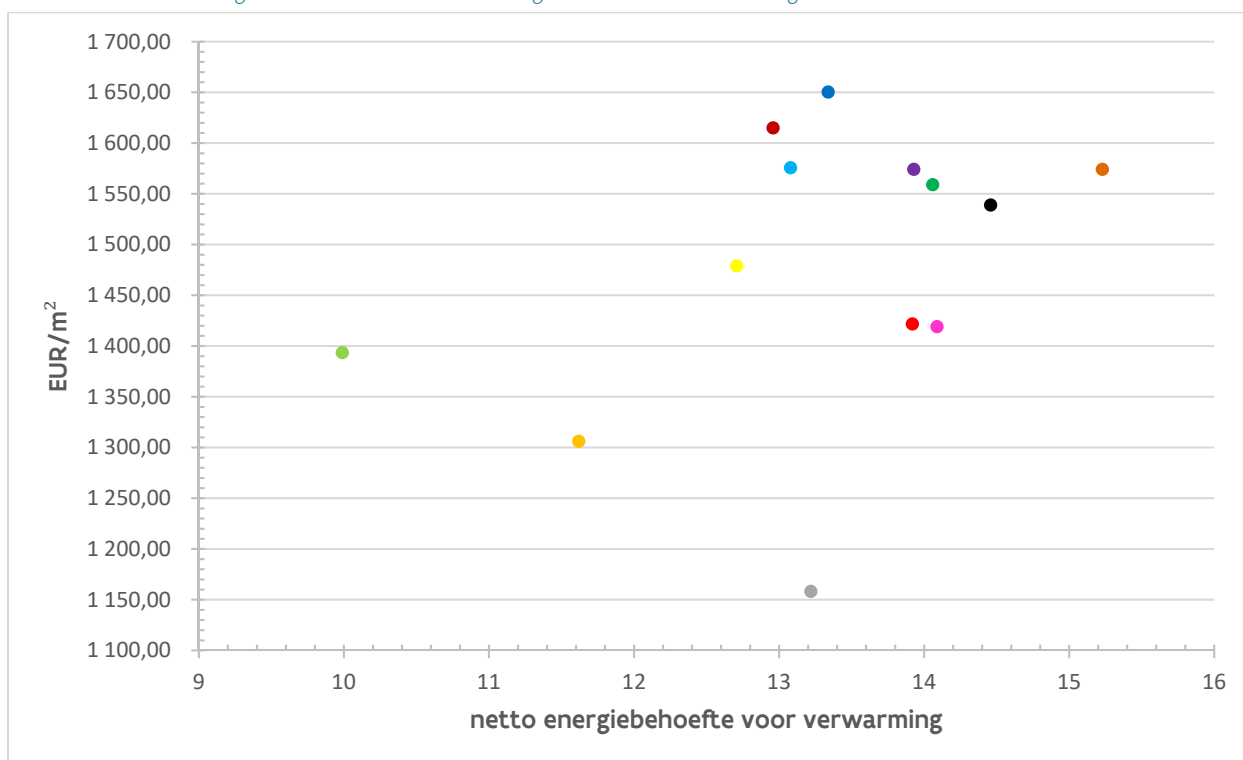
Ook met de bijkomende gegevens, is er zeker geen lineair verband zichtbaar tussen een hogere kostprijs en een beter behaalde energieprestatie. We zien in de grafiek H3-01 dat de projecten die lagere E-peilen behalen, ook een lagere kostprijs/m<sup>2</sup> hebben, met uitzondering van één pilotschool.

Grafiek H3-01. Verhouding tussen bouwcost en energieprestatie pilotscholen



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 H3-03 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 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>56</sup> en netto-energiebehoefte<sup>57</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.

### *Zwevegem in de kijker*

*We zoomen even in op het project in Zwevegem, dat zelfs gebouwd is aan een kostprijs onder de standaard financiële norm. Dat heeft wellicht te maken met het type gebouw (eenvoudige grote ruimtes, met weinig tussenmuren), en het gebruik van een eenvoudige, rationele constructie.*

*Het project Zwevegem haalt een goed resultaat op vlak van netto-energiebehoefte, maar naar E-peil zit het project eerder bij de hoogste waarden. Het K-peil is hoger dan gemiddeld en de luchtdichtheidswaarde is gemiddeld. Bij dit project heeft er vermoedelijk een iets minder grote focus gelegen op de investering in een zeer performant isolatiepakket en een goede uitvoering naar luchtdichtheid, wat een positief effect kon gehad hebben op de kostprijs.*

*Het gebouw is een compacte massiefbouw in beton. De constructie bestaat uit een betonskelet met invulwanden en welfsels in beton. Houtbouw is geen traditie op de Belgische/Vlaamse bouwmarkt. De vertrouwde detaillering van een betonnen massiefbouw zal vermoedelijk voor een prijsvoordeel op houtbouw gezorgd hebben.*

*Ook voor verwarming en koeling worden geen afwijkende technieken toegepast. Warmteproductie gebeurt deels via een standaard condensatiegasketel en deels via luchtverwarmingsbatterijen. De warmteverdeling gebeurt via de hygiënische ventilatie. Voor koeling wordt mechanische nachtventilatie toegepast. Er werd geen gebruik gemaakt van speciale technieken voor hernieuwbare energie. Daarnaast werd nog in enkele bijkomende duurzame maatregelen geïnvesteerd zoals een extensief groendak voor regenwaterbuffering, een gebouwbeheersysteem voor een goede opvolging van het energieverbruik, en waterzuinige sanitaire toestellen.*

*Een opvallend afwijkend element voor het project Zwevegem is dat het de enige school is die PVC schrijnwerk heeft toegepast. Dit heeft ongetwijfeld ook geleid tot de lagere kostprijs. De studiekosten van Zwevegem bedragen 8,47%. Er werd een dynamische simulatie en een lichtstudie uitgevoerd.*

Wanneer we de zes goedkoopste projecten bekijken zien we dat deze allen een gedeeltelijke of volledige dynamische simulatie hebben laten uitvoeren. Bij de duurere 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. Uit de resultaten van de voorbeeldprojecten van het Brusselse Gewest<sup>58</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.

### **3.3.1.c Kostprijs opgedeeld in grote posten**

De brochure 'Passiefscholen'<sup>59</sup> stelt dat meer isolatie en bepaalde technieken de kostprijs kan verhogen. Het leek ons dan ook relevant om een kostprijsanalyse te doen opgedeeld volgens specifieke posten: ruwbouw, buitenschrijnwerk, etc. Hieronder geven we de resultaten van elf projecten mee, maar formuleren we nog geen eindconclusies omdat het een tussentijdse rapportering betreft.

In onderstaande taartdiagrammen werd de bouwkost van elf 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.

<sup>56</sup> Hoe lager het E-peil hoe energiezuiniger het gebouw is. (zie hoofdstuk 7. Terminologie)

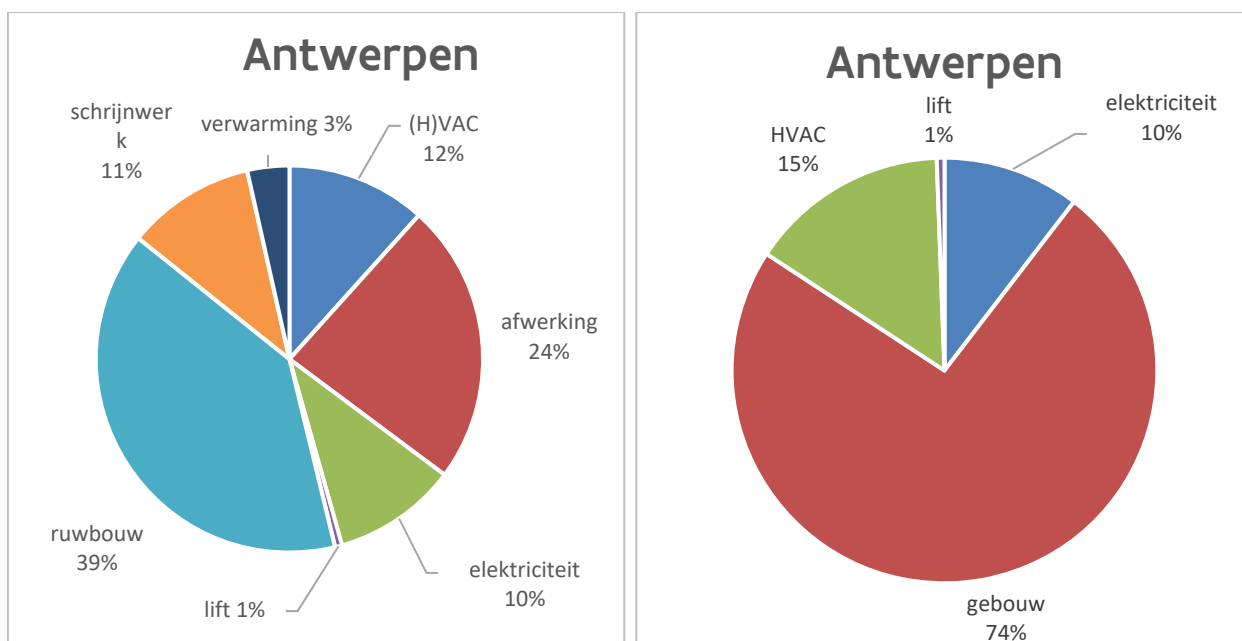
<sup>57</sup> Hoe lager de netto-energiebehoefte voor verwarming, hoe lager de warmtevraag van het gebouw (onder standaard gebruikscondities) (zie hoofdstuk 7. Terminologie)

<sup>58</sup> Zie: "Architecture passive: stratégies, expériences et regards croisés en Belgique", ULB Architecture en be.passive (2014)

<sup>59</sup> Departement O&V (2007), Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, Departement voor O&V, 2007, pg 4

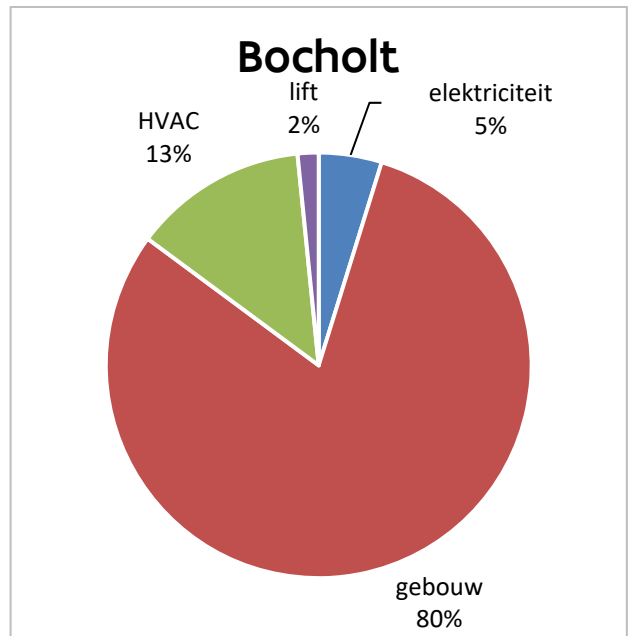
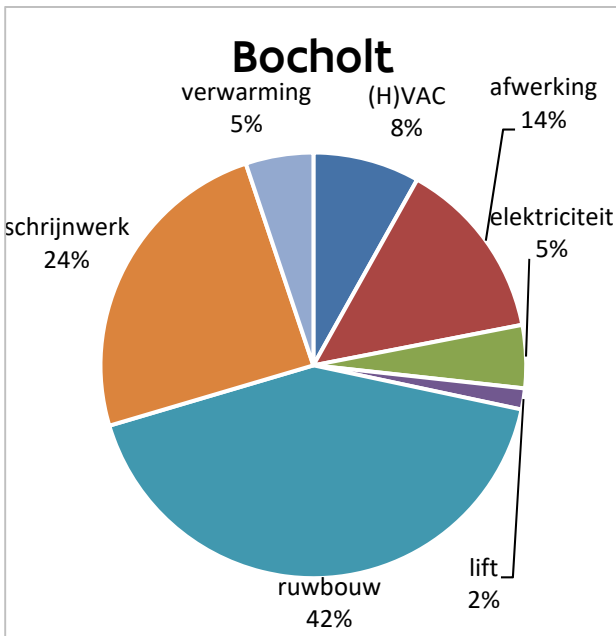
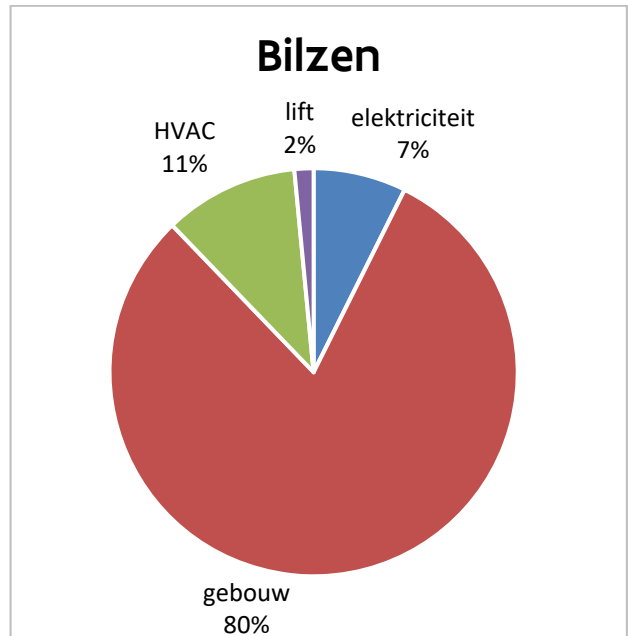
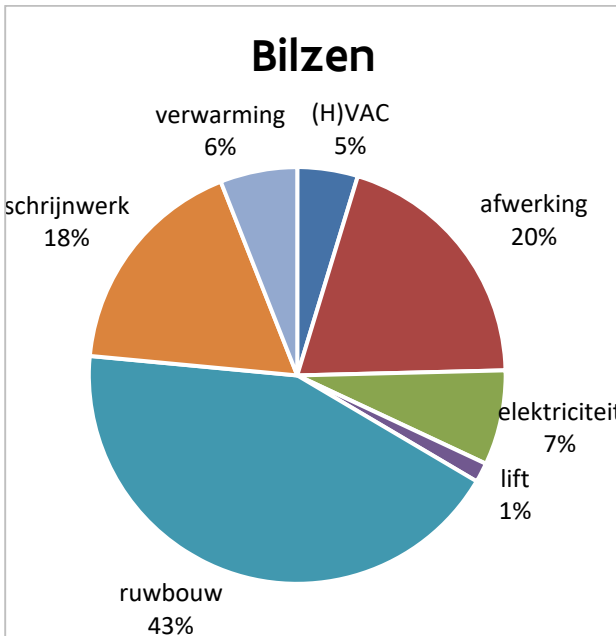
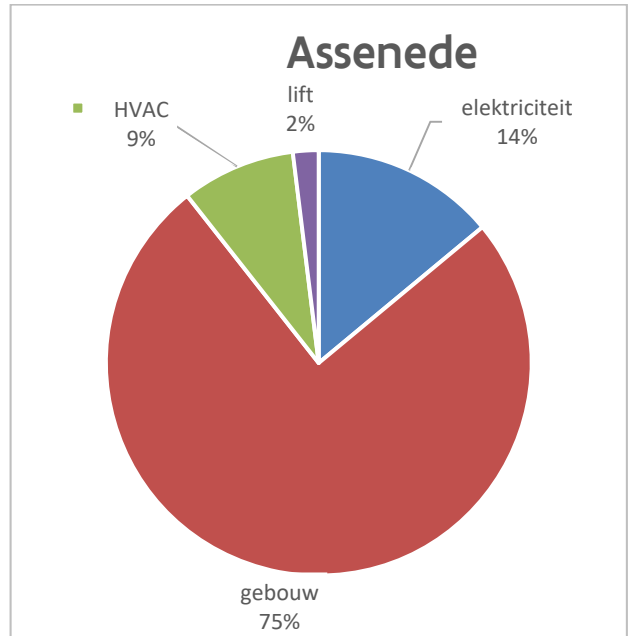
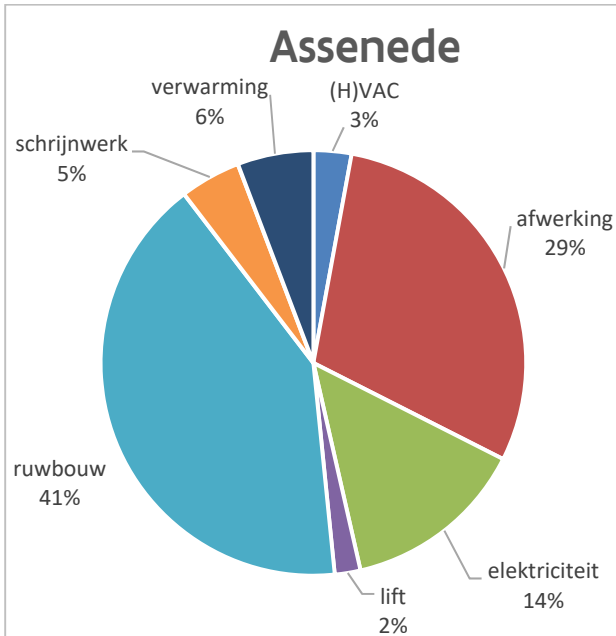
Binnen het pilootproject passiefscholen werd niet voorzien om de onderhoudskost te monitoren. We beschikken dan ook niet over reële cijfers i.v.m. de onderhoudskost van de passiefgebouwen. Als we kijken naar de beschikbare (theoretische) kengetallen uit het handboek FM-kostenkengetallen 2016<sup>60</sup> 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>61</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).

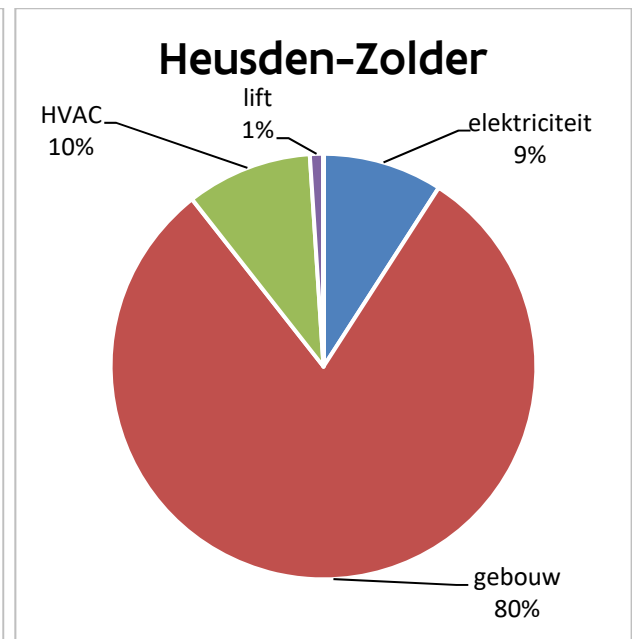
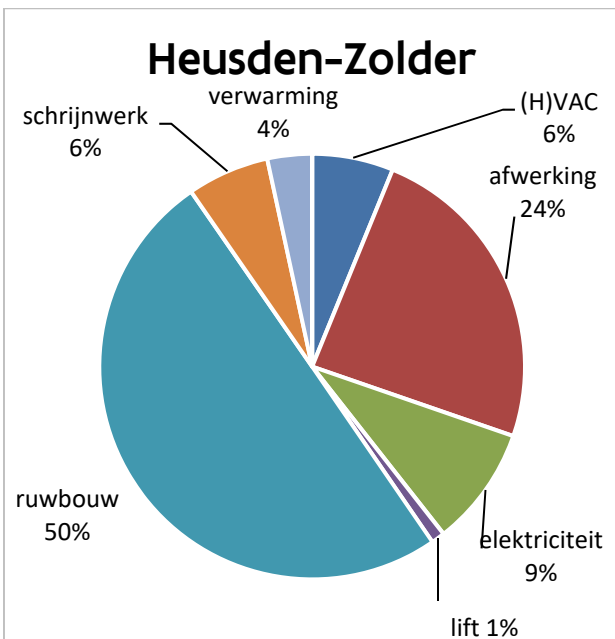
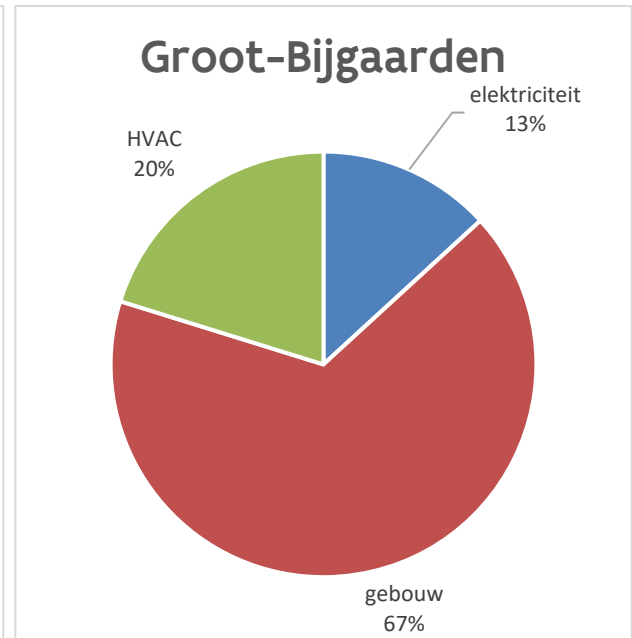
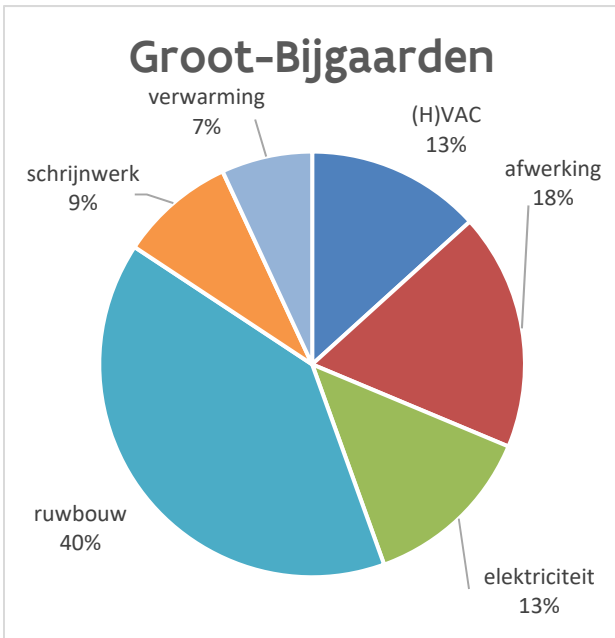
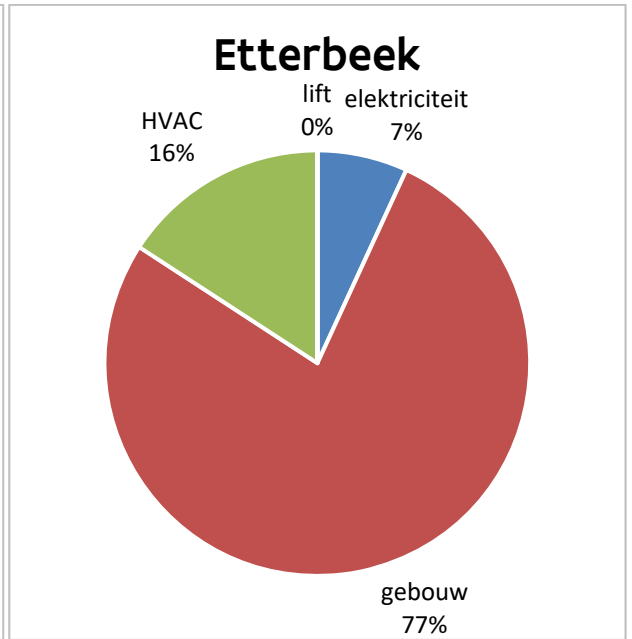
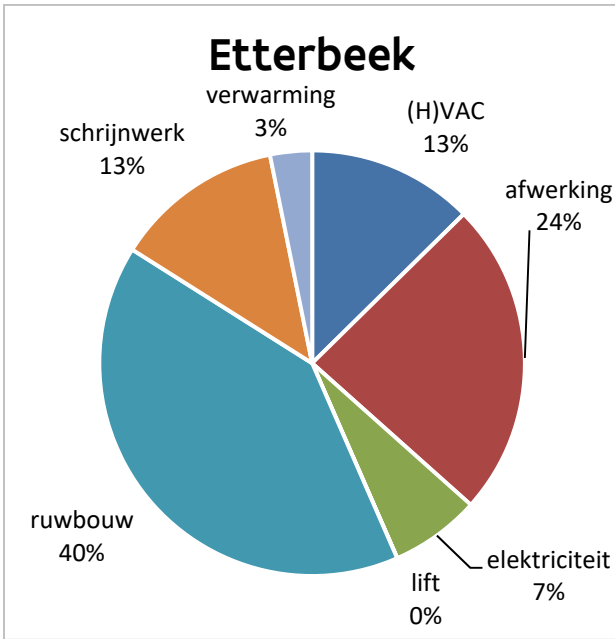


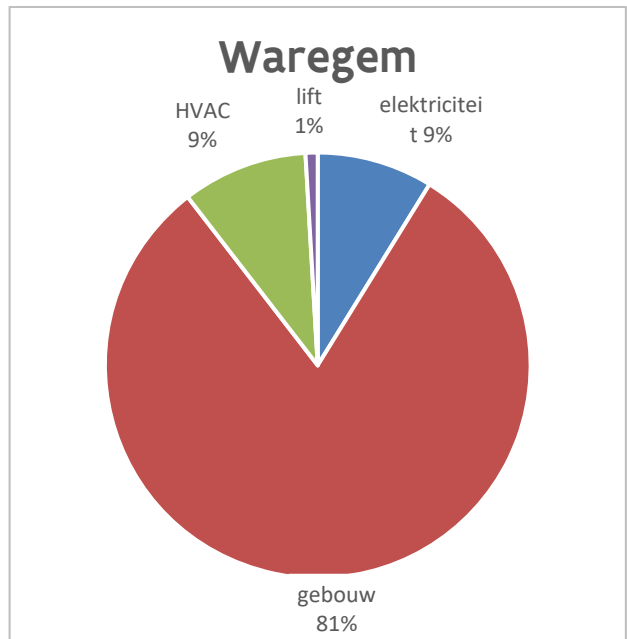
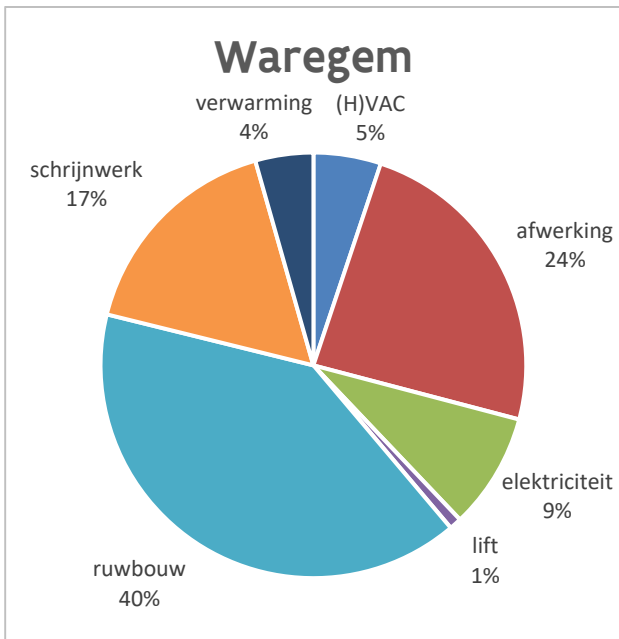
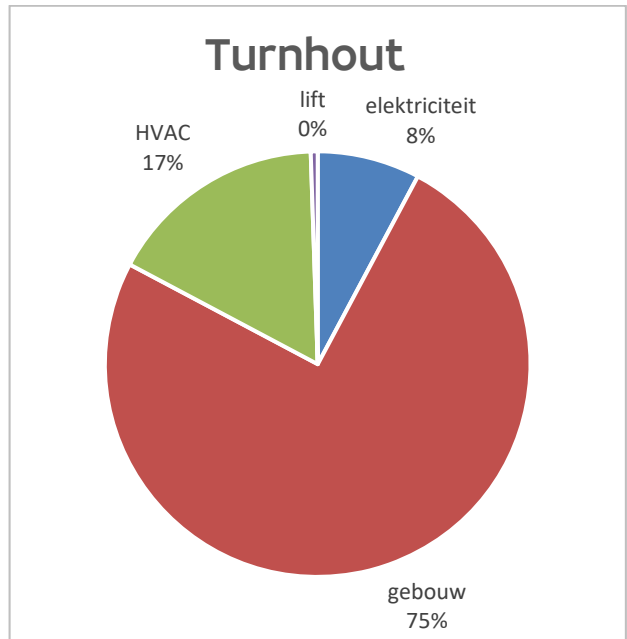
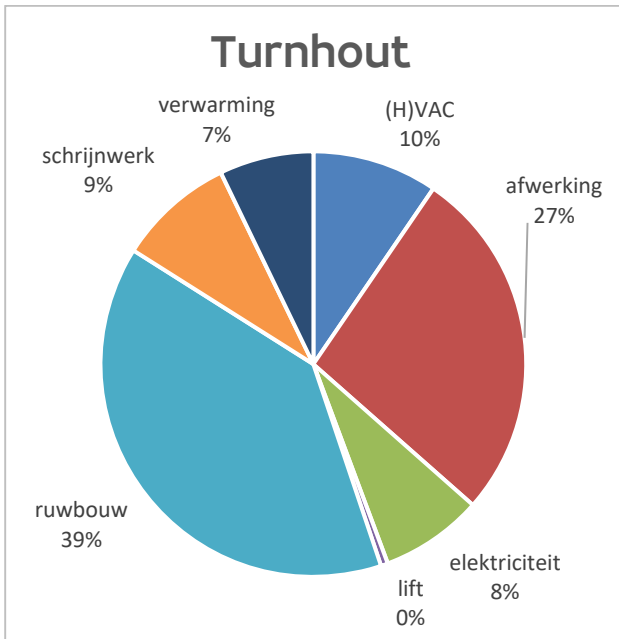
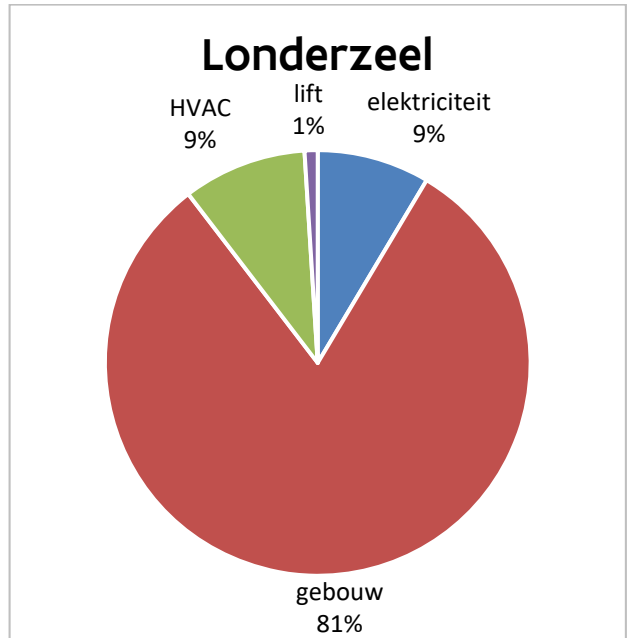
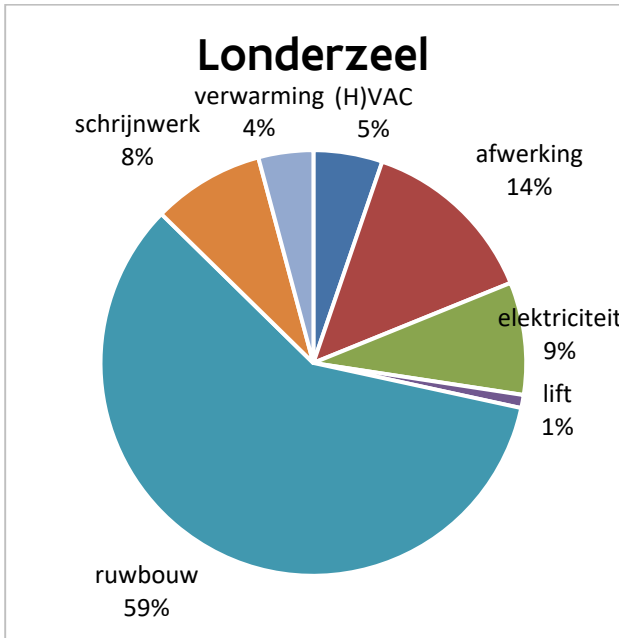
<sup>60</sup> Van de Waeter Frank, FM-kostenkengetallen 2016, BIM Media, Den Haag

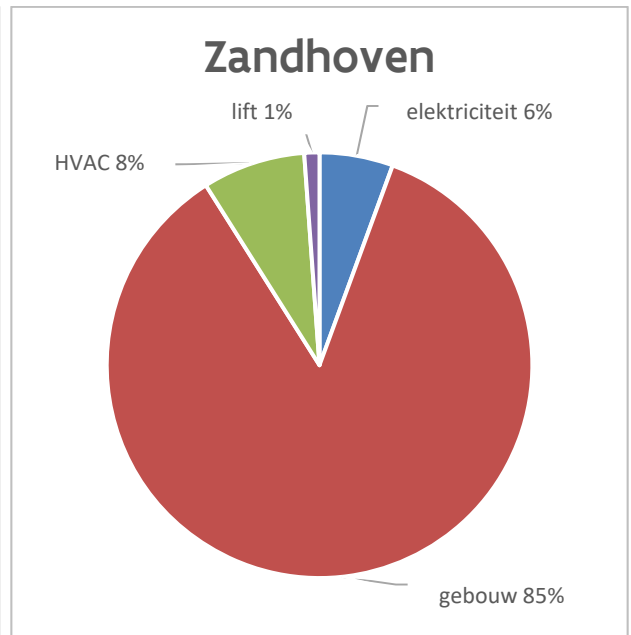
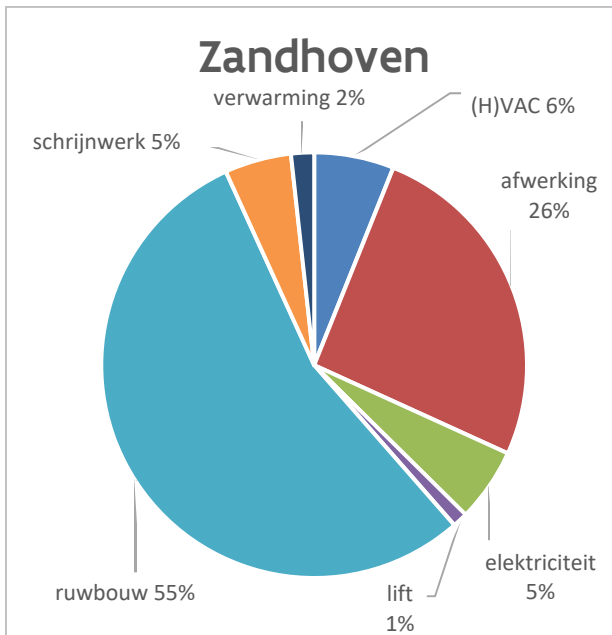
<sup>61</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie











We zien in deze diagrammen een grote variatie in het aandeel technieken (verwarming, ventilatie, koeling) ten opzichte van de totale bouwkost, gaande van 8% tot 20% van de totale bouwkost. In absolute cijfers gaat deze kostprijs van 121,95 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").

Het verschil in kostprijs heeft 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 studie technieken en EPB-berekening.

Gemiddeld (gewogen gemiddelde) bedraagt de studiekost 10,55% 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
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
Etterbeek	1.071,00	1.421,62	1.522.771,64	199.848,53	13,13
Groot-Bijgaarden	2.176,16	1.418,94	3.0873849,19	332.5877,77	10,77
Heusden-Zolder	5.147,25	1.478,89	7.612.214,56	590.094,15	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
Turnhout	3.560,00	1.575,51	5.608.806,31	517.995,75	9,24
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>		1.486,97		325.075,39	10,15
<b>gewogen gemiddelde</b>		1.491,35		422.898,75	10,02

### 3.4 Genomen maatregelen betreffende energieprestaties

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

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>62</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 planningproces zien we wel een belangrijk onderscheid tussen projecten die vanaf het prille begin ontworpen zijn als passiefbouw (=het ontwerp ontstaat door passieve strategieën overdacht toe te passen) en de projecten die passieve maatregelen toepassen op een ontwerp dat reeds op tafel ligt.

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.' We doen dit aan de hand van de gegevens waarover AGION beschikte op 31 augustus 2017. Deze gegevens stellen ons nog niet in staat om een definitief eindbeeld te schetsen.<sup>63</sup>

#### 3.4.1 Oriëntatie en zonnewering

We zien bij de pilotprojecten 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 naar zonnewering en afmetingen van de ramen. De keuze moet in dialoog

<sup>62</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.

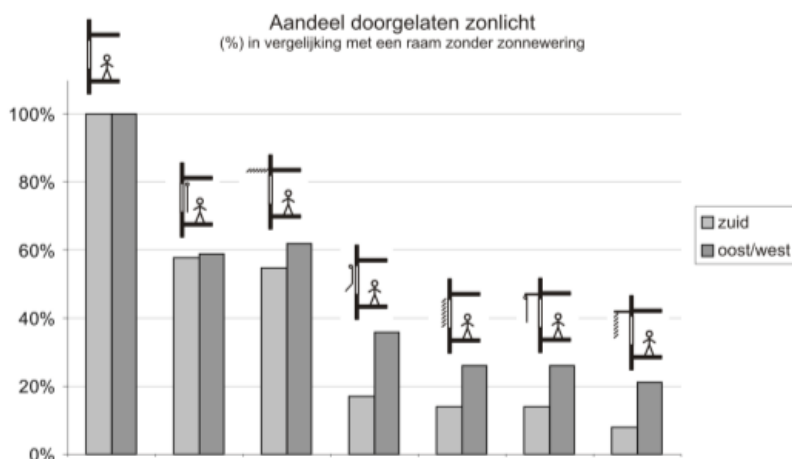
<sup>63</sup> Overzichtstabel 'Duurzame Maatregelen' in bijlage H3-03. Deze overzichtstabel werd voorgelegd aan de betrokken ontwerpteams. Nog niet alle ontwerpteams deden de nodige datacontrole.

gebeuren met de energieberekeningen en rekening houden met het gebruikerscomfort en de functie van de verschillende ruimtes.

Van de 14 gecertificeerde scholen is de oriëntatie als volgt:

- 2 scholen noord-zuid
- 1 school zuid-oost
- 2 scholen noord-oost
- 2 scholen noord
- 4 scholen noordoost-zuidwest
- 2 scholen noordwest
- 1 school oost-west

Figuur H3-03. De impact van de verschillende zonnkering systemen op de zon toetreding. Brochure passiefscholen. Vlaamse Overheid, p.9 (2007)



Alle projecten hebben een externe zonnkering voorzien die de warmte buiten houdt. Negen projecten hebben een luifel geplaatst, bij zes projecten doet deze ook dienst als overdekte speelplaats. Acht van deze projecten combineren van in de ontwerpfase de luifel met een bijkomende zonnkeringsmethode. 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 zonnkering met natuurlijke beschaduwing. Elf van de veertien projecten hebben automatisch regelbare externe zonnkering, de meerderheid doet dit door middel van screens. Vijf projecten hebben manueel regelbare externe zonnkering en één project heeft manuele schuifpanelen. Slechts vier projecten maken gebruik van zonnkerende 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 zonnkering, 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.

Een volledige dynamische berekening is belangrijk in de keuze om al dan niet zonnkering te plaatsen. Deze berekening geeft een goed beeld van de aandachtspunten m.b.t. oververhitting in het gebouw. De ervaringen uit de pilootprojecten leren ons dat waar geen volledige dynamische simulatie gebeurd is, deze projecten met oververhitting kampen. Bij twee projecten moest achteraf extra of bijkomende zonnkering voorzien worden. Bij één van deze projecten gaf de berekening de nood aan zonnkering aan, maar werd dit omwille van budgettaire redenen oorspronkelijk niet uitgevoerd.

De keuze van regeling is echter even belangrijk voor het binnencomfort als de keuze van de zonnkering zelf. Is de regeling van de zonnkering aangestuurd per ruimte, gevel, zone of oriëntatie? Zo kan er een behoefteverschil zijn per gevel, en ook op eenzelfde gevel. De bovenste verdiepingen kunnen bijvoorbeeld in de zon zitten, terwijl de benedenverdieping in de schaduw ligt van de omliggende gebouwen.<sup>64</sup>

<sup>64</sup> Pixii leert uit de opvolging van de projecten dat de aansturing van de zonnkering een heikel punt bleek te zijn, zeker wanneer er met screens werd gewerkt. Lamellen zouden beter presteren, maar hebben doorgaans een hoger prijskaartje zijn soms even gevoelig als screens.

### 3.4.2 Uitgevoerde berekeningen

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

Acht scholen hebben bijkomend ook een uitgebreide dynamische berekening laten uitvoeren, en drie scholen hebben een beperkte dynamische simulatie gekregen op kosten van Infrax.<sup>65</sup> Eén school heeft 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.

Vijf scholen hebben akoestische berekeningen laten uitvoeren.

### 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>66</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 veertien gecertificeerde scholen. Voor de veertien projecten betekent dit een gemiddeld K-peil van 16,18.

Het meest toegepaste schrijnwerk is passiefgecertificeerde houten profielen (7), waarvan vier scholen dit aan de buitenzijde lieten afwerken met aluminium wat het onderhoud beperkt. Vijf 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.

Een ander project past een andere, opmerkelijke maatregel toe: ramen van de noordzijde met isolerende luiken aan de binnenzijde, om zowel 's nachts als tijdens de weekends de warmte zoveel mogelijk in de school te houden.

We zien dat de keuze van driedubbel glas en het performante buitenschrijnwerk, een belangrijk nevenverschijnsel heeft waarmee toekomstige projecten rekening moet 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>67</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.

<sup>65</sup> Voor de scholen die in het gebied van de netbeheerder Infrax lagen, gaf Infrax ondersteuning om de pilootprojecten te begeleiden in hun voorbeeldrol als energiezuinige school. In het ondersteunende pakket van Infrax 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>66</sup> [www.bouw-energie.be/theorie](http://www.bouw-energie.be/theorie)

<sup>67</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q30

Alle projecten halen zeer goede waarden m.b.t. de luchtdichtheid, met waarde tot  $n_{50} = 0,3 \text{ h}^{-1}$  à  $0,2 \text{ h}^{-1}$ , en een behaalde gemiddelde luchtdichtheid van  $0,48 \text{ h}^{-1}$ .

#### 3.4.4 Ventilatie

Alle veertien gecertificeerde projecten voorzien een balansventilatie (Systeem D) met warmterecuperatie. Elf scholen organiseren hun ventilatiesysteem centraal, waarvan twee scholen dit ook decentraal doen, de drie 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.

Dertien scholen voorzien 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. Zeven scholen hebben een bypass op de warmtewisselaar. 'Een bypass wordt vaak in de warmtewisselaar van een balansventilatioestel 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>68</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. Elf scholen organiseren de regeling met CO<sub>2</sub>-sturing, drie met aan-/afwezigheidsdetectie en dertien met kloksturing. Acht scholen voorzien bijkomend een overwerkschakelaar, zodanig dat de gebruikers het dagregime kunnen verlengen bij uitzonderlijke gelegenheden zoals oudercontact of teamvergadering. Acht scholen voorzien een regeling per zone. Bij vier 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 ingebruikname volledig ververst is.

#### 3.4.5 Verwarming

Het meest gebruikte systeem m.b.t. de warmteproductie is een gascondensatieketel (11 van de 14 projecten). Drie projecten hebben een warmtepomp voorzien, waarbij twee projecten als warmtebron lucht toepassen en het andere project water, bij alle drie gebeurt de warmteafgifte door water. Andere alternatieve bronnen zoals biomassa, of warmte krachtkoppeling worden niet toegepast in de huidige opgeleverde projecten waarvan AGION data ontvangen heeft.

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 ander verwarmingssysteem. Bij acht scholen is er een centrale aansturing van deze verwarming via de hygiënische ventilatielucht, bij zeven scholen wordt dit decentraal aangestuurd. Twee scholen sturen zowel centraal als decentraal aan. Acht 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. Twee scholen voorzien 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>69</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

<sup>68</sup> [www.pixii.be](http://www.pixii.be)

<sup>69</sup> Uitzonderd van distributieverliezen

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

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).

Tien 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 zijn er nog twee projecten die actieve koude distributie voorzien via een WRF-systeem (2 projecten) en via een koelingsbatterij (1 project). Het ene project gebruikt dit voor de koeling van het aanwezige auditorium, het andere project zet dit in omwille van de hoge interne warmteproductie (kookklassen, computerklassen, etc.).

### 3.4.7 Warm water in sanitaire voorzieningen

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

Uit de opvolging van de projecten blijkt dat vier projecten een daglichtstudie gecombineerd met een lichtstudie uitgevoerd hebben, 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.

De keuze van lichtregelsysteem blijkt afhankelijk te zijn van de functie van het lokaal. Twaalf projecten maken gebruik van een manuele bediening voor het aandoen van de lichten. Dit wordt hoofdzakelijk toegepast in combinatie met aan- of afwezigheidsdetectie voor het doven van de lichten. Het manueel aandoen 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

Vijf van de veertien 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.

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

Twaalf van de veertien projecten maken gebruik van regenwaterrecuperatie. Negen 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 aan de hand van een enquête afgenomen bij de ontwerpteams van de opgeleverde projecten. Voor de definiëring van duurzame materialen hebben we de betekenis van duurzame materialen uit het 'Instrument voor duurzame scholenbouw'<sup>70</sup> toegepast. Dit wordt hierna verder uitgewerkt.

### 3.5.1 Bouwmaterialen met goede NIBE-classificatie

Het gebruik van grondstoffen en het produceren van afval zijn een onderdeel van de grondstoffenkringloop. Elk bouwproject vraagt materiële input (grondstoffen) en produceert ook materiële output (emissies, afval, restwarmte...). Voor een duurzaam beheer van deze kringloop moet daarom zowel de input (de keuze van de materialen) als de output (het afvalbeheer) op een duurzame manier verlopen. De huidige productie- en consumptiepatronen houden echter geen rekening met de volledige grondstoffenkringloop. Bij de aankoop van een product worden alleen de productiekosten doorgerekend, zelden de milieu-impact of milieukosten. De NIBE-classificatie<sup>71</sup>, een algemene milieuclassificatie van materialen evalueert en visualiseert de milieu-impact van de meeste bouwmaterialen.<sup>72,73</sup> Hierdoor krijgt elk bouw materiaal een score (1a tot 7c). Hoe hoger de score (1a), hoe beter het materiaal voor het milieu.<sup>74</sup> Al deze data zijn voor iedereen toegankelijk op een betalende databank.

De overgrote meerderheid van de projecten heeft zijn keuze van de materialen niet getoetst aan de NIBE-classificatie, 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 van de opgeleverde projecten – 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.	13

### 3.5.2 Duurzame houtsoorten

Om verstandig om te springen met onze eindige bronnen, moet er zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van duurzame materialen die goed scoren op vlak van kwaliteit, milieu-impact en gezondheid. Een bewuste keuze bij het gebruik van hout valt hier dan ook onder. Hout met een PEFC<sup>75</sup>- of FSC-certificaat<sup>76</sup> (of een gelijkwaardig alternatief) wordt ontgonnen in duurzaam beheerde bossen. Ook de keuze van de behandeling van hout blijkt niet zo onschuldig.

Het gebruik van PEFC- of FSC gecertificeerd hout lijkt goed ingeburgerd. Veertien projecten hebben gebruik gemaakt van gecertificeerd hout. Bij slechts één project is het hout niet gecertificeerd en bij een ander

<sup>70</sup> Naar een Inspirerende Leeromgeving, instrument voor duurzame scholenbouw, EVR, GO! & AGION, 2016

<sup>71</sup> NIBE= Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, een raadgevend ingenieursbureau.

<sup>72</sup> [www.nibe.info](http://www.nibe.info)

<sup>73</sup> [www.ecopolisvlaanderen.be](http://www.ecopolisvlaanderen.be)

<sup>74</sup> Naar een Inspirerende Leeromgeving, instrument voor duurzame scholenbouw, EVR, GO! & AGION, 2010, p 182

<sup>75</sup> 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>76</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.

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.

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

VAN WELKE HOUTSOORTEN IS ER GEBRUIK GEMAAKT?	RESULTAAT
Er is gebruik gemaakt van PEFC-gecertificeerd hout.	3
Er is gebruik gemaakt van FSC-gecertificeerd hout.	11
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

Door het gebruik van materialen opgebouwd uit gerecycleerde grondstoffen moeten minder nieuwe grondstoffen worden aangewend. Elf 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 opgeleverde projecten – 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.	11

### 3.5.4 Lokale bouwmaterialen

Het gebruik van lokaal beschikbare grondstoffen en lokaal geproduceerde producten vermijdt grote transportstappen en reduceert de milieu-impact.

Negen 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 opgeleverde projecten – 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.	9

### 3.5.5 Vermijden van producten met schadelijke stoffen

Er wordt afgeraden om bouwmaterialen te gebruiken die bij contact of inademing giftig zijn en die toxische stoffen bevatten. Er moet in het bijzonder opgepast worden met producten die emissies van vluchtige organische stoffen (VOS) veroorzaken. Deze stoffen zijn vaak in hoge concentraties in de binnenlucht aanwezig en kunnen bij langdurige blootstelling zorgen voor ademhalingsproblemen, irritaties, vermoeidheid en hoofdpijn. Het voldoende ventileren en verluchten van de ruimte verkleint de aanwezigheid van vluchtige organische stoffen in de binnenlucht. VOS kunnen in bouwmaterialen zitten, zoals wand- en vloerbekleding en verf, maar ook in producten zoals ontsmettingsmiddelen, schoonmaakmiddelen en luchtverfrissers. Als het gebouw dicht bij een drukke weg ligt, kan VOS in de school ook afkomstig zijn van het autoverkeer. Het vermijden van VOS in scholenbouw krijgt bijzondere aandacht.

Bij negen projecten is er geen gebruik gemaakt van materialen die schadelijke stoffen bevatten, acht projecten hebben er geen idee van, en één project heeft materiaal gebruikt dat schadelijke stoffen bevat.

Tabel H3-09. Resultaten bevraging van de ontwerpteams opgeleverde projecten – 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.	1
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 opgeleverde projecten – levensduur en onderhoud

IS ER GEBRUIK GEMAAKT VAN MATERIALEN DIE EEN LANGE LEVENSDUUR HEBBEN EN WEINIG ONDERHOUD NODIG HEBBEN?	RESULTAAT
Ja	18
Nee	0

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

Om na te gaan welke meerwaarde het Pilootproject 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 werkingmiddelen van de scholen

Deze sectie behandelt de verschillende onderzoeksvragen die in het besluit 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 werkingmiddelen 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. Van de veertien gecertificeerde scholen beschikt AGION op 31 augustus 2017 nog niet voor alle scholen over betrouwbare nieuwe (passief) energiedata omwille van onvoldoende datamomenten, registratieproblemen bij de energieboekhouding of fout afgestelde technieken. Pixii en AGION volgen dit verder op zodat deze scholen in de volgende rapportering kunnen worden geanalyseerd.

Onderstaande tabel (H3-11) geeft voor vier projecten een eerste 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 pilootscholen na te gaan hanteren we volgende formule voor het oude schoolgebouw en het nieuwe passiefgebouw:

$$\text{Totaal energieverbruik (in kWh/m}^2\text{) / Graaddagen}$$

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 48% tot en met 82% minder energieverbruik in de passiefscholen.

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	48,00	-66%	-68%
Londerzeel	245,89	41,67	-83%	-82%
Zwevegem	169,00	81,23	-52%	-48%

Tabel H3-12 geeft een overzicht van de energiekost als gemiddeld percentage van de werkmiddelen voor vijf projecten. We merken op dat de werkmiddelen variabel zijn en dus elk jaar een ander bedrag omvatten. Daarnaast zijn de energieprijzen doorheen de tijd ook onderhevig aan een prijsstijging. Elke passiefschool ervaart een positief effect op de werkmiddelen omwille van een lagere totale energiekost in vergelijking met het oude schoolgebouw. Er worden verschillen van 1,5% tot wel 12% waargenomen.

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

PROJECT	KLASSIEKE SCHOOL	PASSIEFSCHOOL
Bilzen	9,5%	8,0%
Bocholt	8,5%	5,0%
Kalmthout	14,6%	4,5%
Londerzeel	20,0%	8,0%
Wuustwezel	9,5%	1,0%

### 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>77</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 niet hoger is dan de financiële norm, is de investering onmiddellijk terugverdiend. In sectie 3.4.1 komt de bouwkost uitvoerig aan bod.

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

### 3.6.2.a Algemeen gebruikerscomfort

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

De eerste enquête wordt verstuurd wanneer de school minimaal een volledig schooljaar in gebruik is, en richt zich tot de directie, de gebouwbeheerder en het schoolbestuur. De bedoeling van deze enquête is om een eerste beeld te krijgen van het gebruikerscomfort en de scholen te ondersteunen en te adviseren bij mogelijke aanwezige aandachtspunten. Aangezien het eerste jaar steeds gekenmerkt wordt door een inregeljaar waar het gebouw gedurende een volledig jaar afgestemd wordt op het gebruiksprofiel, kunnen kleine ongemakken nog voorkomen. Deze ongemakken kunnen het algemeen beeld rond het gebruikerscomfort beïnvloeden,

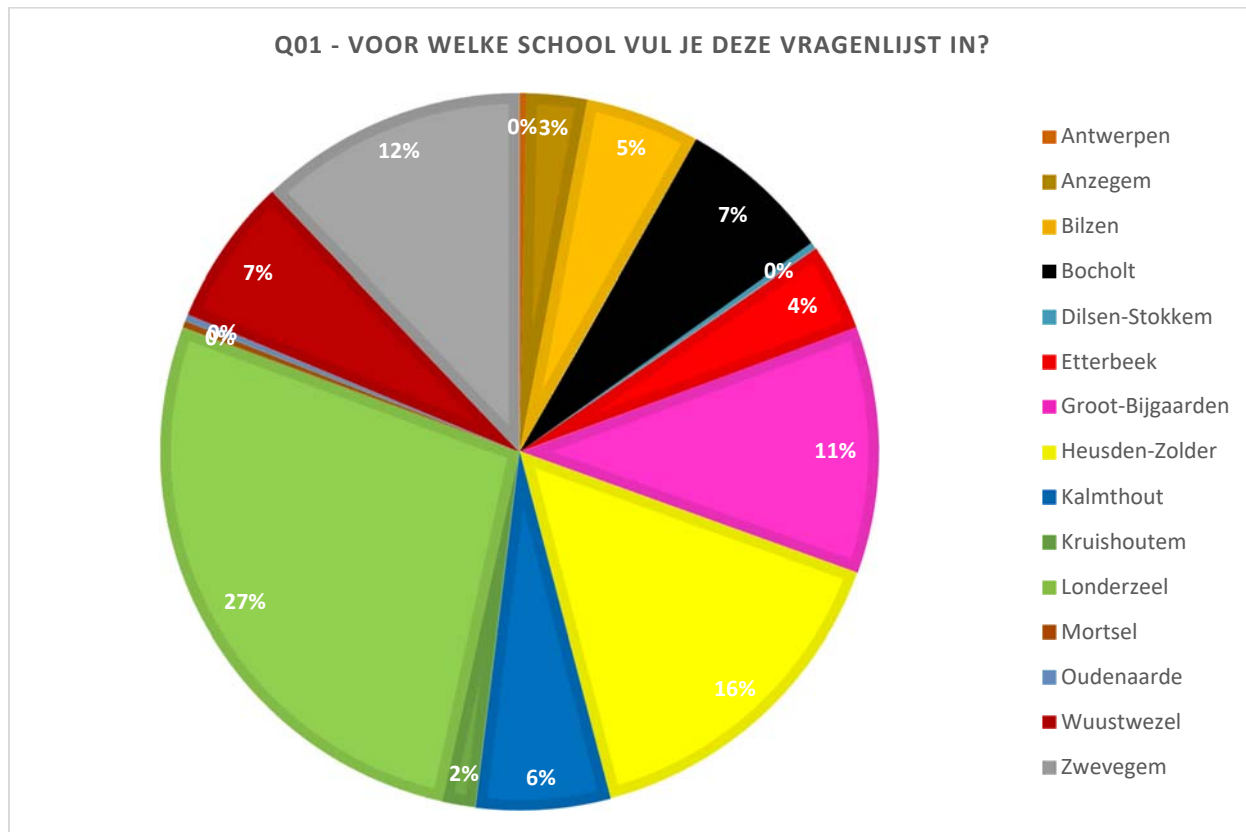
<sup>77</sup> Een school is een gebouw met een publieke functie. Het Vlaams Energieagentschap (VEA) rekent voor schoolgebouwen met een evaluatieperiode van 30 jaar. We hanteren een discontovoet van 3%<sup>77</sup> zodat de tijdswaarde van geld in rekening kan gebracht worden. Energieprijzen evolueren 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%.

waardoor men tijdens het eerste jaar dat het gebouw in gebruik is nog geen voldoende representatief beeld kan hebben van het gebruikerscomfort.

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

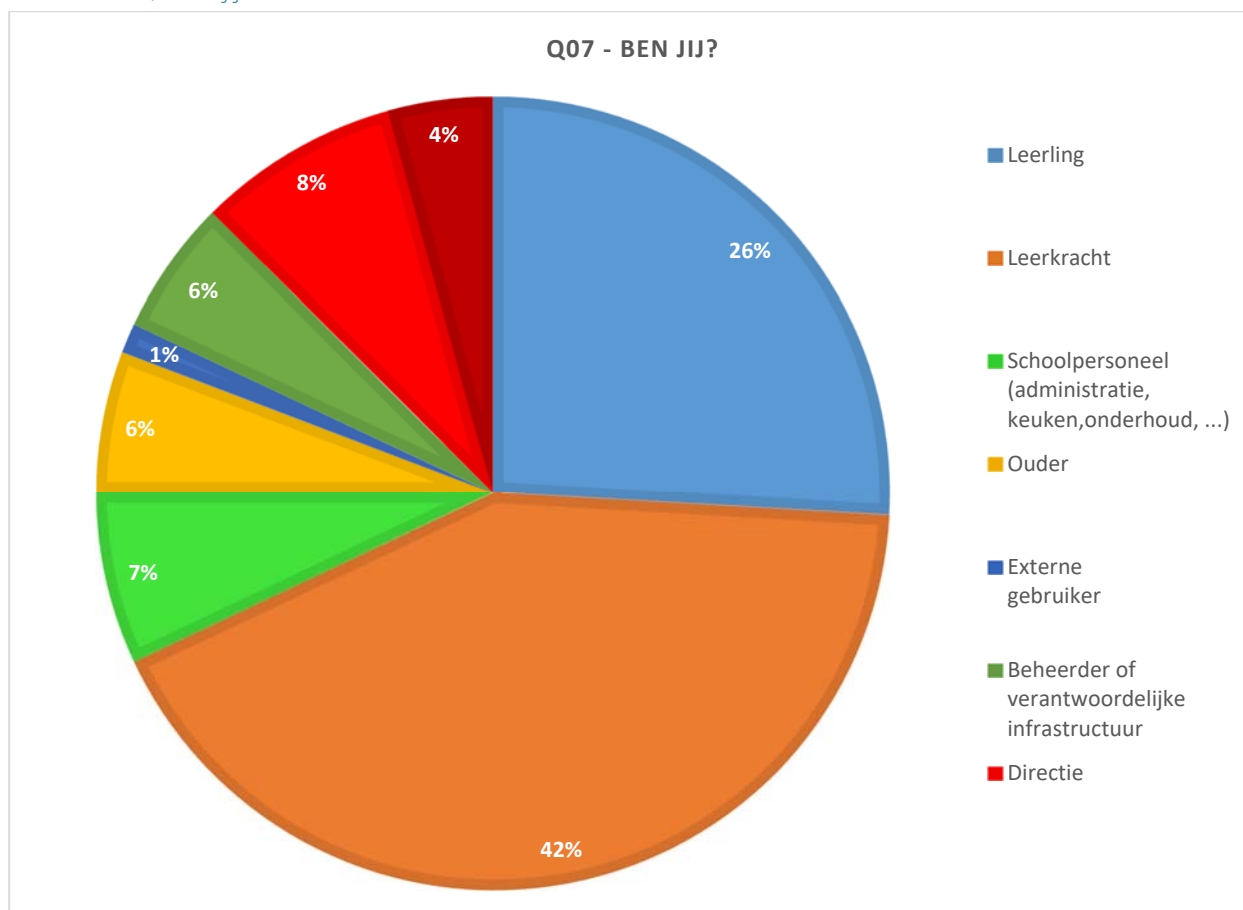
We rapporteren de kernresultaten van de twee bevestigingen, afgenomen bij 15 van de opgeleverde scholen in 2015, 2016 en 2017 (Grafiek H3-03).

Grafiek H3-03. Q01 - Voor welke school vul je deze vragenlijst in?



In totaal hebben 331 personen de enquête ingevuld (Grafiek H3-04). De grootste groep van de deelnemende personen was leerkrachten (42%), gevolgd door leerlingen (26%), de directie (8%), ouders (6%), de beheerder/verantwoordelijke infrastructuur (6%), de inrichtende macht (4%), schoolpersoneel (administratie, keuken, onderhoud) (7%) en externe gebruikers (1%).

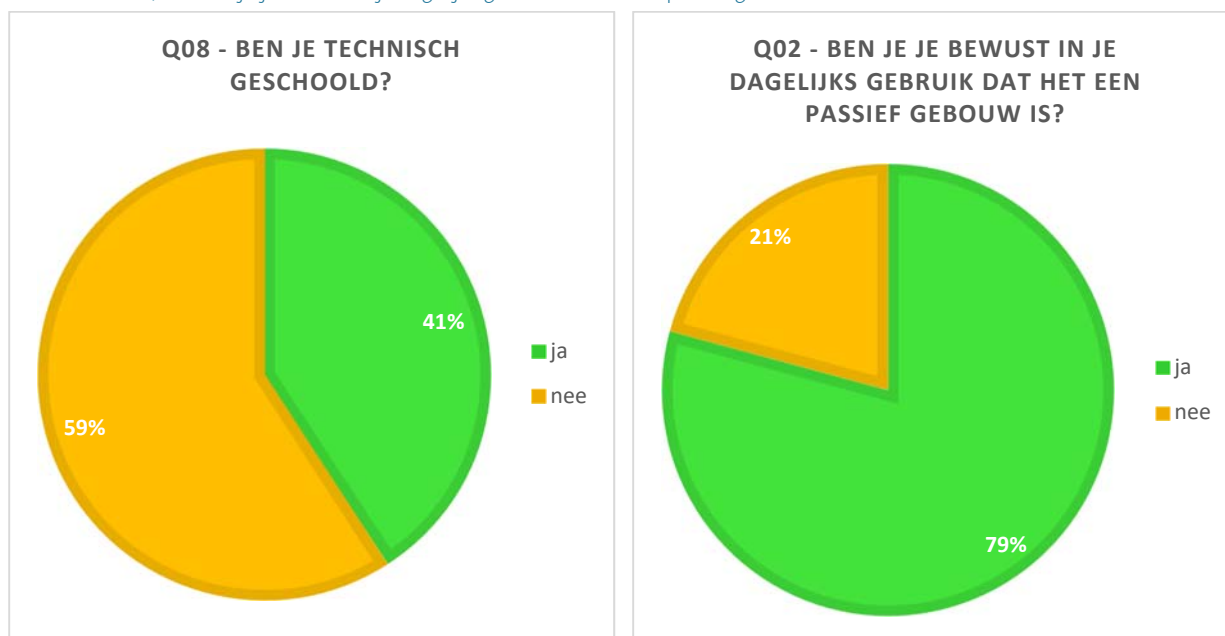
Grafiek H3-04. Q07 Ben jij?



De meerderheid van de respondenten heeft geen technische achtergrond (59%). 79% van alle bevroegde 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?

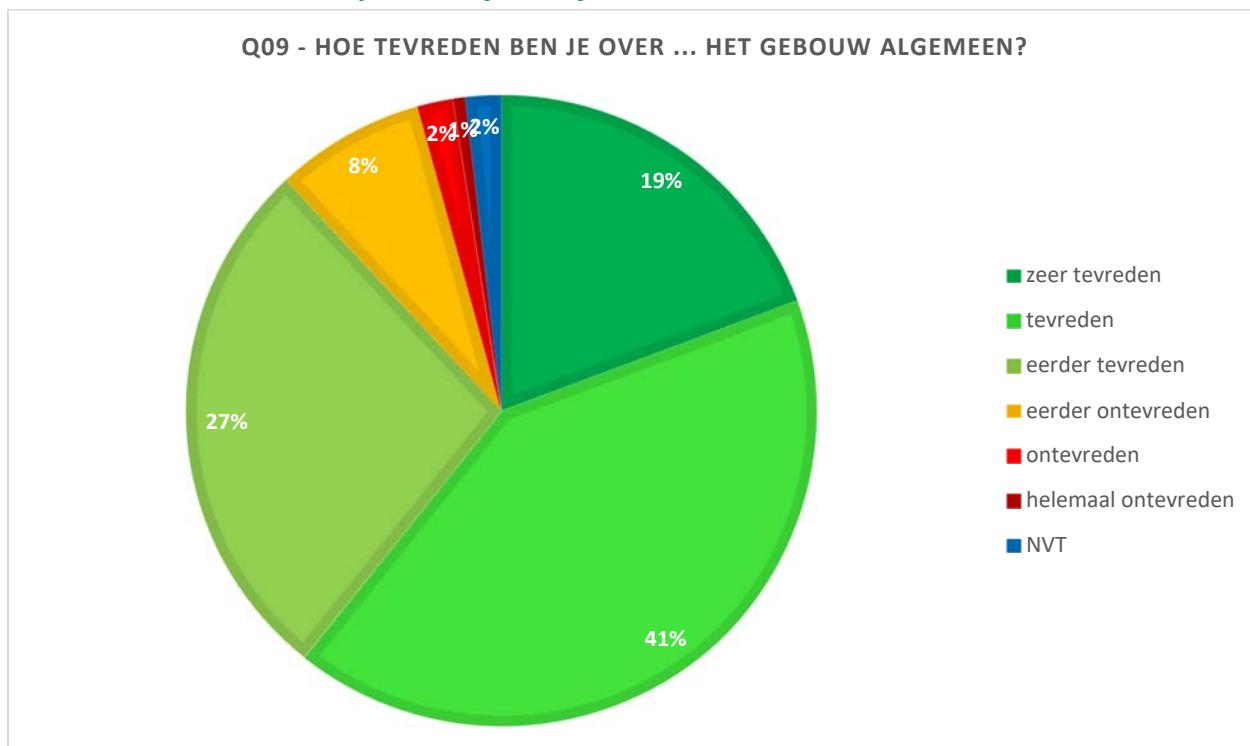


Een volledige rapportering van de enquête zal twee jaar na de oplevering van het laatste project voorzien worden, met een wetenschappelijke analyse uitgevoerd door de aangestelde kwaliteitsverklaarder die ook belast is met het monitoren van het pilootproject.

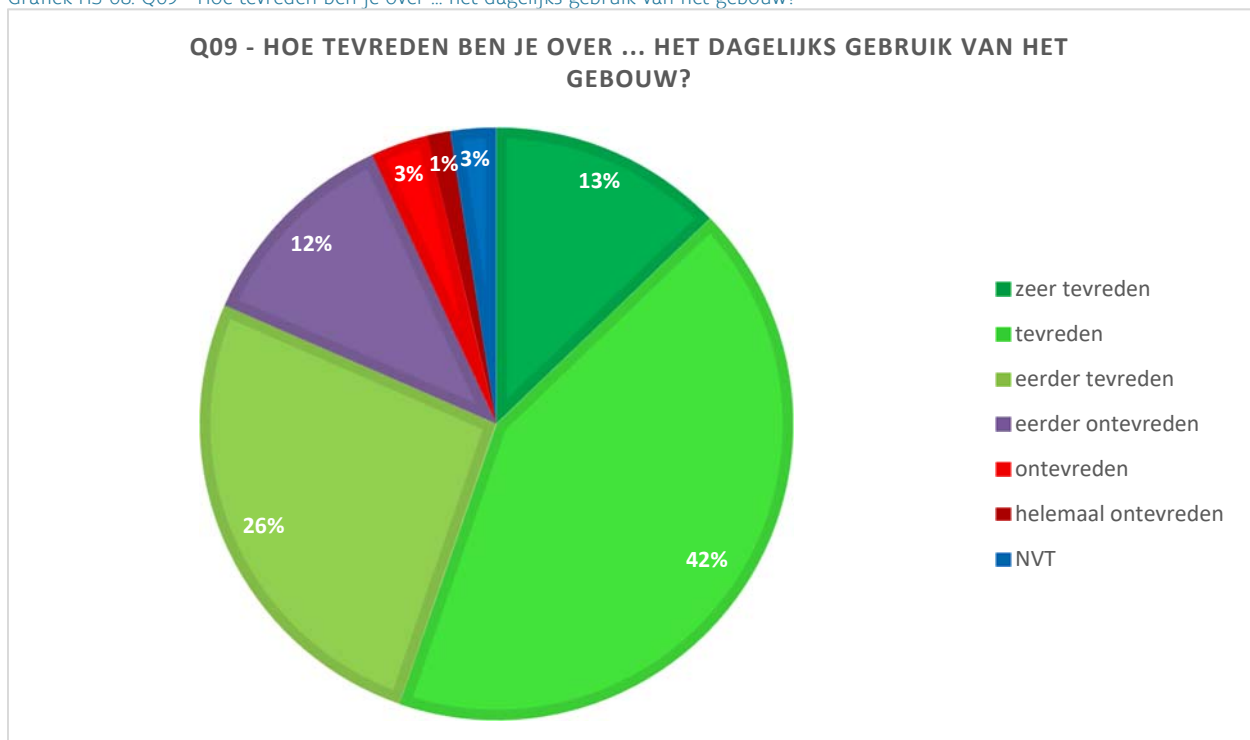
Vermits elke gebruiker comfort op een eigen, unieke, wijze ervaart, is het belangrijk op te merken dat het een tevredenheidsgraad van 100% zo goed als onmogelijk is. Persoon A vindt een temperatuur van 20°C bijvoorbeeld optimaal, terwijl persoon B 22°C als optimaal ervaart in een bepaalde situatie.

Uit de bevraging blijkt dat 87% van de respondenten algemeen tevreden is over het gebouw. Bij 81% van de respondenten heerst er tevredenheid op vlak van het dagelijks gebruik van het gebouw. We merken op dat 16% eerder tot helemaal ontevreden is.

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.

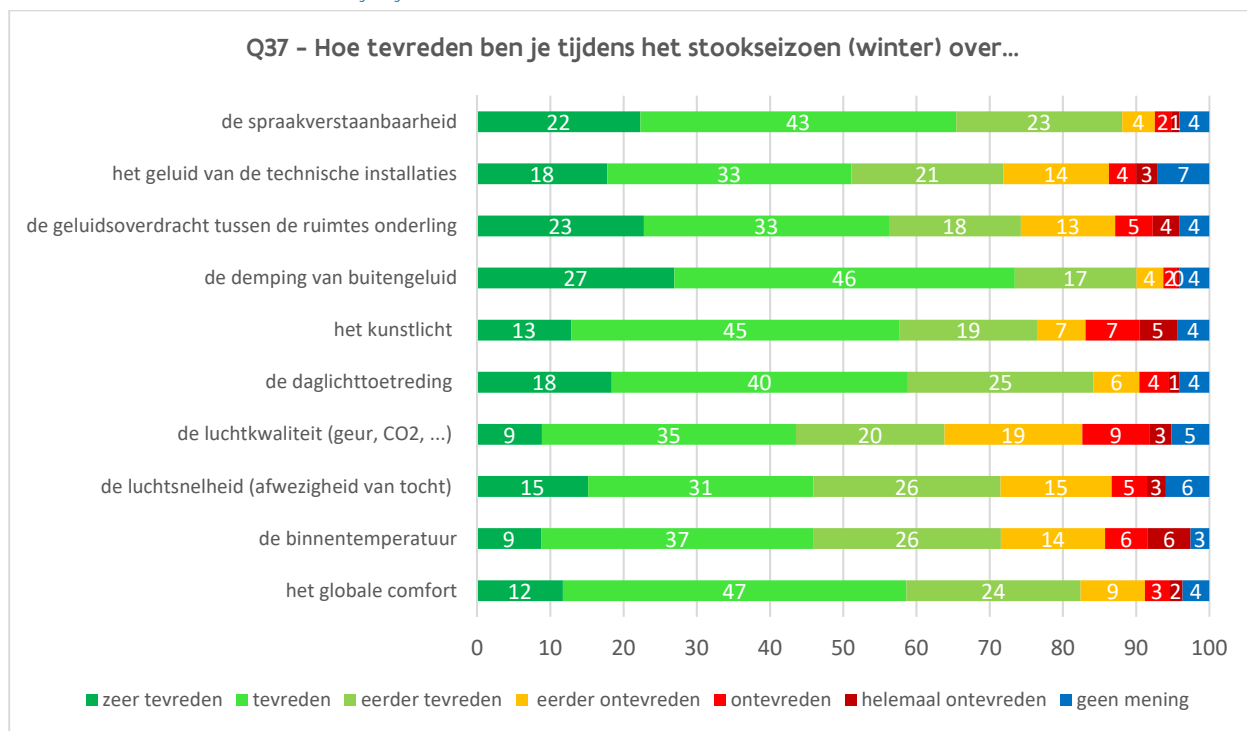
### 3.6.2.b Algemeen binnenklimaat

#### 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 (83%), de daglichttoetreding (84%), het kunstlicht (77%), de demping van buitengeluid (90%), en de spraakverstaanbaarheid (88%).

26% van de respondenten zijn eerder tot helemaal ontevreden over de binnentemperatuur tijdens het stookseizoen. Bij luchtsnelheid (tochtgevoel) en het geluid van de technische installaties zien we dat 23% en 21% van de respondenten ontevreden is over het resultaat. De gebruikersenquête geeft ook aan dat 31% niet tevreden is over de luchtkwaliteit (geur, CO<sub>2</sub>, ...). Ongeveer 22% 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 ...

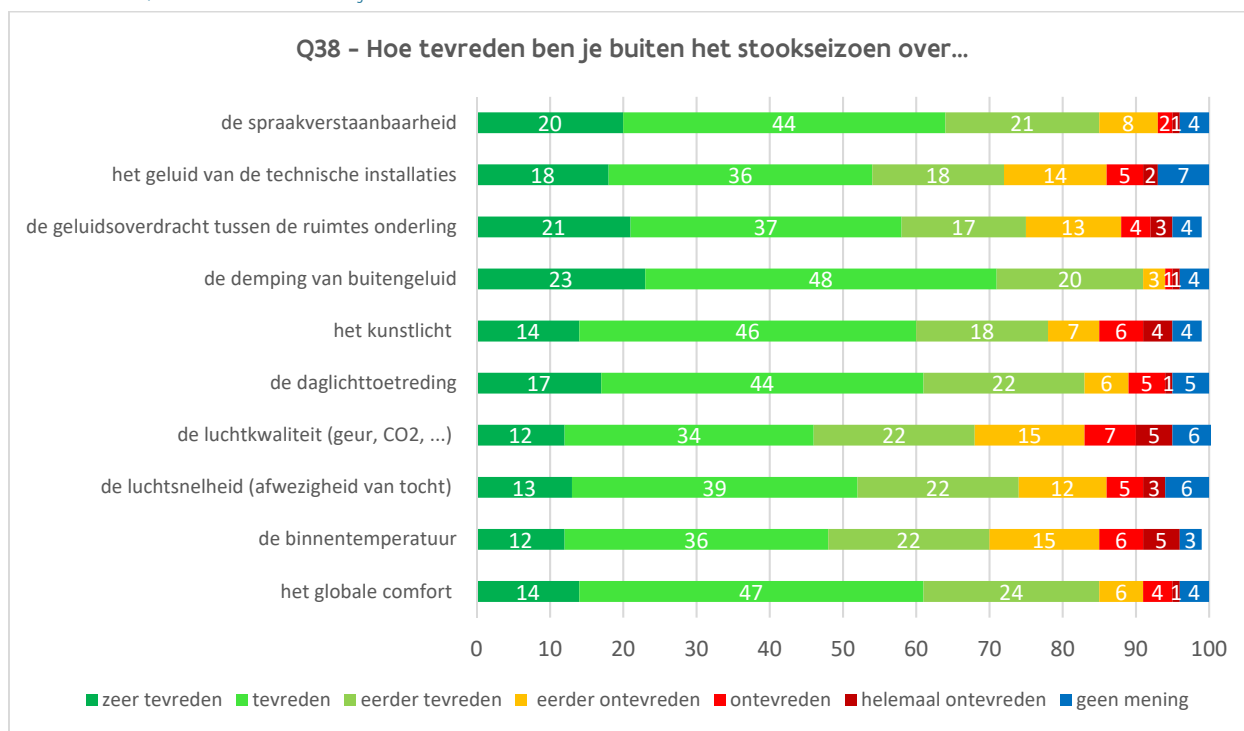


#### Buiten het stookseizoen

We zien een eerder gelijkaardig tevredenheidsgevoel binnen en buiten het stookseizoen. Buiten het stookseizoen is de grote meerderheid van de respondenten tevreden over het globale binnenklimaatcomfort (85%), de daglichttoetreding (83%), het kunstlicht (78%), de demping van buitengeluid (91%), en de spraakverstaanbaarheid (85%). 85 % van de respondenten zijn eerder tot zeer tevreden over het globale comfort. Een groep van 11% is eerder tot helemaal ontevreden. Net zoals binnen het stookseizoen, merken we op dat er toch een noemenswaardige ontevredenheid heerst op vlak van binnentemperatuur (26%), luchtsnelheid (tochtgevoel) (20%), luchtkwaliteit (26%), geluidsoverdracht tussen de ruimtes onderling (21%), en geluid van de technische installaties (21%).

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 28%<sup>78</sup> van de respondenten dat een passiefschool koud zou zijn in de winter. Nu – sinds de ingebruikname van de passiefschool - denkt 27% van de respondenten dat het in een passiefschool koud is in de winter. Vroeger dacht 20% van de bevroegden dat het in een passiefschool vaak te warm is in de zomer. Nu denkt 38% 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 40% 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>79</sup> In de resultaten van de gebruikersenquête juni 2017, werden er op deze vraag geen bijkomende opmerkingen gemeld.

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 vier 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 passiefscholen.

### 3.6.2.d Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit is van groot belang voor de leerprestaties en de gezondheid van kinderen en jongeren. Internationaal literatuuronderzoek geeft echter aan dat de kwaliteit van de binnenlucht op scholen (basis en secundair) meestal slecht is. Een Vlaams onderzoek bevestigt deze stelling.

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 extreme 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.

Uit de BiBa-studie (Onderzoek naar de luchtkwaliteit in traditioneel gebouwde klaslokalen, 2010), waar de luchtkwaliteit van 90 klaslokalen in basisscholen geanalyseerd werd, bleek dat de luchtverversing in de meeste BiBa-klaslokalen ondermaats was.

<sup>78</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q41

<sup>79</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q30

De resultaten uit de studie Clean Air Low Energy leren ons dat de binnenluchtkwaliteit in energie-efficiënte, mechanisch geventileerde klaslokalen beter of gelijk is aan de binnenluchtkwaliteit die typisch gemeten wordt in klaslokalen waar de verluchting plaatsvindt door het openen van ramen, of ventilatieroosters. Voornamelijk voor CO<sub>2</sub> en andere pollutanten werden aanzienlijk lagere concentraties waargenomen in de onderzochte klaslokalen, die alle ventilatiesysteem D<sup>80</sup> hadden.

Tabel H3-14. Resultaten vergelijking CO<sub>2</sub>-concentratie BiBa en Clean Air Low Energy studie. Bepassive.03, p.49-50 (2010)

	GEEN VENTILATIE	SYSTEEM A	SYSTEEM D
Δ CO <sub>2</sub> < 1000 ppm	59,80%	36,84%	82,19%
Δ CO <sub>2</sub> > 1000 ppm	40,20%	63,16%	17,81%

Een aandachtspunt bij mechanisch geventileerde klaslokalen blijkt de relatieve luchtvochtigheid (RV) in de wintersituatie. Tijdens de studie werden er waarden opgemeten van RV<30%, wat een te droge lucht betekent.<sup>81</sup> Een optimale relatieve vochtigheid ligt tussen 40 en 60%<sup>82</sup>. Vooral contactlensdragers en mensen met allergieën en huidklachten kunnen, bij droge lucht, last krijgen van bijvoorbeeld droge ogen en een droge huid. Bij een zeer lage relatieve luchtvochtigheid (vanaf 10 procent en lager) worden ook de slijmvliezen van de neus droger, wat de kans op een infectie aan de luchtwegen verhoogt.<sup>83</sup> Men kan deze klachten ook vergelijken met de kwaaltjes die sommige mensen hebben na een vliegtuigvlucht, zoals het ontvankelijker zijn voor een niesbui. Deze lagere relatieve luchtvochtigheid vindt haar oorzaak in de hoge ventilatievouden en de koude buitenlucht die minder vocht kan bevatten en dus (in absoluut vochtgehalte) droger is. Wanneer deze koude buitenlucht opgewarmd wordt, daalt de relatieve vochtigheid<sup>84</sup> van de lucht. Daarnaast wordt vochtproductie in tertiaire gebouwen snel afgevoerd door de hoge ventilatievouden. Hoewel het vochtgehalte in de lucht dus voor het grootste deel bepaald wordt door de buitenluchtcondities, die in de zomer een hoog vochtgehalte en in de winter een laag vochtgehalte heeft, wordt deze ook beïnvloed door de activiteiten en het aantal personen in de lokalen, de verwarming, de verluchting.... Zo is het perfect mogelijk dat door verschil in bezetting of gebruik van de klassen er aanzienlijke verschillen zijn in luchtvochtigheid in identieke lokalen.

De outputspecificaties voor de DBFM-projecten leggen voor de verblijfsruimten een relatieve vochtigheid op die tussen 40% en 70% ligt. Bij de opvolging van het pilootprojecten en de DBFM-projecten gaven verschillende studie bureaus aan dat het behalen van de relatieve luchtvochtigheid in de wintersituatie een technische uitdaging is (geen garantie op het halen van de ondergrens, dure ventilatiesystemen om vochtrecuperatie te voorzien of dure luchtbevochtigingsinstallaties).

Gezien deze technische uitdaging staat AGION voor de DBFM-projecten een afwijking toe op de outputspecificaties. Deze afwijking is gebaseerd op de richtwaarden van het binnenmilieubesluit, zijnde winter: 30% < RV < 55% en zomer 30% < RV < 80%. Naar analogie met de overschrijdingsdagen van zomercomfort, mogen deze richtwaarden van het binnenmilieubesluit voor 5% van de dagen op jaarbasis (365 dagen) niet gehaald worden.

De nodige maatregelen moeten genomen worden opdat men dit hygroscopische comfort op een optimale wijze kan realiseren.

Hiervoor worden voor de DBFM projecten onderstaande maatregelen aangeraden:

- waar mogelijk wordt vochtrecuperatie voorzien op de ventilatielucht door middel van een warmtewiel (+/- 60% van de DBFM-dossiers) of een kruisstroomwisselaar (+/- 40% van de DBFM-dossiers)
- waar mogelijk wordt het luchtdebiet gestuurd in functie van de bezetting om uitdroging door de buitenlucht te vermijden

Uit de dataset van het rapport 'Clean Air Low Energy' werd vastgesteld dat de luchtdichtheid van een gebouw de binnenluchtkwaliteit niet lijkt te beïnvloeden. Over het algemeen werd dus geen afname van de binnenluchtkwaliteit waargenomen in sterk luchtdichte klaslokalen. Het type mechanisch ventilatiesysteem (gecontroleerde lucht toe- en afvoer (systeem D) of gecontroleerde luchtafvoer met toevoer via ventilatieroosters (systeem C) en het totale ventilatievoud van het klaslokaal bleken echter wel een invloed te hebben op de binnenluchtkwaliteit. In het bijzonder wanneer de binnenluchtkwaliteit vergeleken werd met voorgaande studies met lagere ventilatievouden, werd een duidelijke verbetering van het binnenmilieu waargenomen.<sup>85</sup>

<sup>80</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>81</sup> VITO (2012), Clean Air Low Energy, 'verkennd onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit van duurzame gebouwen: invloed van buitenmilieu en ventilatie', VITO, 2012

<sup>82</sup> GGD (2008), Brochure 'De Frisse Basisschool: Samen aan de slag voor een gezonde en behaaglijke ventilatie op school', GGD, van Ginkel J., 2008

<sup>83</sup> VIGeZ (2015), Projectplan voor de ontwikkeling van preventiemethodieken om de binnenluchtkwaliteit op school te verbeteren in het kader van een beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking, VIGeZ, 2015

<sup>84</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>85</sup> Clean Air Low Energy, 'verkennd onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit van duurzame gebouwen: invloed van buitenmilieu en ventilatie', VITO, 2012

Tijdens de begeleiding van de passiefscholen bleek dat er hoge nood is aan duidelijke richtlijnen over de gewenste comfortklasse voor leslokalen. Verschillende richtlijnen liggen nu op tafel:

- het binnenmilieubesluit bepaalt als richtwaarde voor de CO<sub>2</sub>-concentratie 900 mg/m (dit komt overeen met een gemeten CO<sub>2</sub>-concentratie van ca 600 ppm). In de praktijk wordt dit vertaald in een luchtkwaliteitsklasse volgens de norm NBN EN 1377. De richtwaarde van het binnenmilieubesluit stemt overeen met klasse IDA 1 (gemeten waarde < 800 ppm)<sup>86</sup>, hoge luchtkwaliteit.
- De outputspecificaties voor DBFM-projecten schrijven voor dat minstens binnenluchtklasse IDA 2 (gemeten waarde tussen 800 en 1000 ppm) moet worden verzekerd.
- De EPB-regelgeving schrijft voor dat het ontwerpdebiet niet kleiner mag zijn dan het minimumdebiet overeenkomend met de m<sup>3</sup>/(h.pers)-waardes voor binnenluchtklasse IDA 3 (gemeten waarde tussen 1000 en 1400 ppm). Dit komt overeen met de ondergrens voor een 'aanvaardbare luchtkwaliteit' of 22 m<sup>3</sup>/(h.pers).
- Klasse IDA 4 (gemeten waarde > 1400 ppm), lage kwaliteit, is niet toegelaten.

De betrokken partners in de Clean Air Low Energy studie vonden het behalen van de richtwaarde opgenomen in het binnenmilieubesluit economisch gezien niet haalbaar. Over de bepaling opgenomen in de EPB-regelgeving waren de meningen verdeeld. De dienst volksgezondheid, LNE en de BIM vonden dat comfort en gezondheid bij het vastleggen van de rekenwaarde van de ventilatiedebieten steeds moeten primeren, en dat de maat voor binnenluchtkwaliteit IDA 3 opgenomen in de EPB-regelgeving niet de nodige binnenluchtkwaliteit garandeert. Een goede luchtkwaliteit is onontbeerlijk en moet dus voor de passiefscholen zeker voldoende zijn. Zij vroegen dus om de minimale comfortklasse IDA 2 als randvoorwaarde vast te leggen. Volgens de studiebureaus en de onderwijskoepels impliceert deze hogere maat voor binnenluchtkwaliteit echter een hoger energieverbruik en een hogere kostprijs. Daarnaast haalden de koepels aan dat het opleggen van een minimale IDA 2 klasse voor passiefscholen een onevenwicht zou creëren met de niet-passief nieuwbouwscholen aangezien deze verplichte IDA 2-klasse niet geldt voor de niet-passief nieuwbouwscholen.

Voor de passiefscholen werd daarom als compromis vastgelegd dat men voor de PHPP - berekeningen<sup>87</sup> uitgaat van een defaultwaarde van 29 m<sup>3</sup>/(h.pers) met een reële bezetting van 2,5 m<sup>2</sup>/persoon en dit in plaats van de minimum IDA 3 - waarde waarmee men in de EPB berekening rekening houdt. Hiermee wordt de maximale gezondheidskundige grens voor de CO<sub>2</sub>-concentratie bewaakt.

In navolging van de ervaringen van AGION m.b.t. de Pilotprojecten Passiefscholen en het DBFM-project en de verschillende studies uitgevoerd m.b.t. de luchtkwaliteit binnen de beleidsdomeinen Welzijn en Leefmilieu, is er een beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking opgestart met focus op de luchtkwaliteit in schoolgebouwen.

Hoewel in theorie blijkt dat de mechanische ventilatiesystemen de binnenluchtkwaliteit ten goede komen, moet dit in praktijk goed opgevolgd worden. Slecht onderhoud, verstopte filters, slecht afgeregelde debieten, of foutief gebruik... kunnen de binnenluchtkwaliteit immers grondig verstoren. Ook het effect van gecombineerd gebruik van nieuwe ventilatiesystemen en nieuwe materialen/producten op de luchtkwaliteit, specifiek in een klasomgeving, is momenteel nog ongekend.<sup>88</sup>

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 aandachtspunten voornamelijk; tochtgevoel door slechte positionering van de inblaasmond en te hoge luchtsnelheden, 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.

### 3.6.2.e Akoestiek en geluidshinder

Akoestiek is een thema waar tijdens het ontwerp van een school meestal niet lang 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

<sup>86</sup> Rekening houdend met de gemiddelde CO<sub>2</sub>-concentratie in de buitenlucht van 400 ppm is de maximale toelaatbare te meten CO<sub>2</sub>-concentratie bij IDA-klasse 1 <800 ppm. Voor meer toelichting Zie hoofdstuk 5. Terminologie CO<sub>2</sub>-concentratie en IDA-klasse.

<sup>87</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>88</sup> BiBa, Binnenlucht in Basisscholen, 'Onderzoek naar de luchtkwaliteit van de binnenlucht in scholen: invloed van het buitenmilieu, van ventilatie en van klasinrichting', VITO, M.Stranger, 2010

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>89</sup>

De passiefbouwmethode 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 bouwmethode. 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 ontwerp team.<sup>90</sup>

### 3.6.3 Gebruikerservaring en comfort: projectspecifieke analyses - binnenklimaat

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 reeds een ruime bevraging<sup>91</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. Aan de hand van een gedetailleerdere analyse van de verschillende projecten, bekijken we in deze sectie welke genomen maatregelen hierop een invloed hebben.

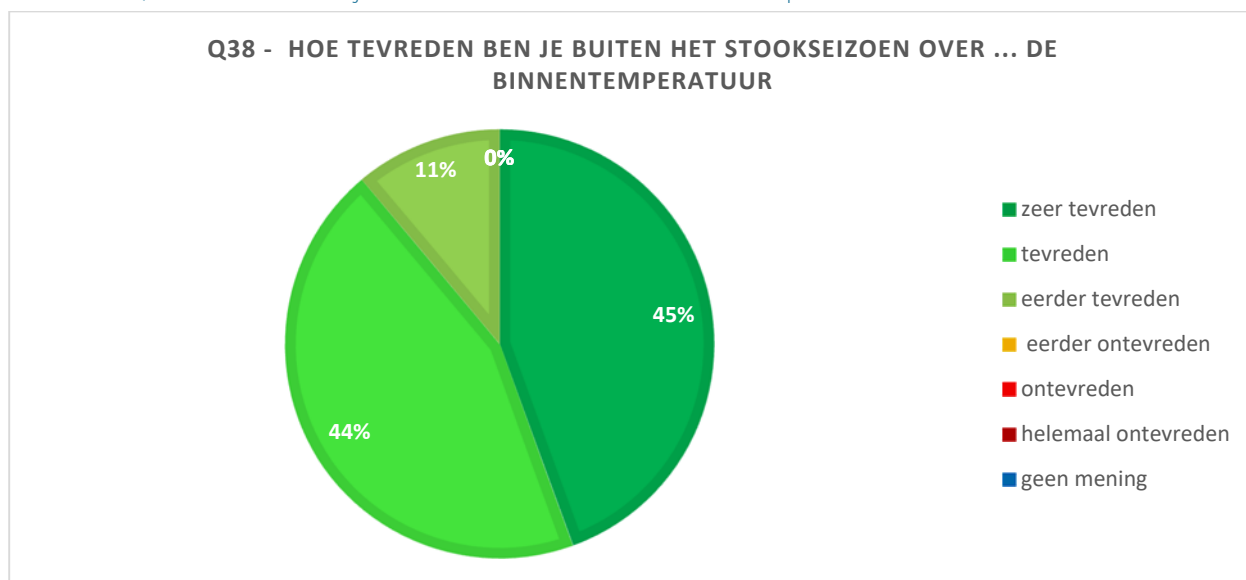
#### 3.6.3.a Analyses

Zowel het duurste als het goedkoopste project van de pilootprojecten worden het best geëvalueerd op binnentemperatuur buiten het stookseizoen.

##### Wuustwezel

Het project van Basisschool Sterbos in Wuustwezel wordt op vlak van binnentemperatuur buiten het stookseizoen met 100% tevredenheid en een responsgraad van 82% bijzonder positief geëvalueerd (steekproef van 22 personen) (Grafiek H3-11).

Grafiek H3-11. Q38 - Hoe tevreden ben je buiten het stookseizoen over ... de binnentemperatuur



Als duurzame maatregelen voor oververhitting heeft dit project geïnvesteerd in voldoende thermische massa door middel van massiefbouw (snelbouwsteen en beton), gecombineerd met nachtventilatie en voorspoeling. Het project wordt gekenmerkt door een standaardklaslokalen met gemiddelde interne warmtewinsten. In relatie tot zijn bouwprogramma heeft dit project het meest geïnvesteerd in verschillende specifieke technische maatregelen die een positief effect hebben op het binnenklimaatcomfort. Het project combineert een warmtepomp, grondbuis en screens als automatische zonnewering. Op vlak van ventilatieregeling is deze centraal en decentraal georganiseerd en voorziet het in een intermitterend functioneren met een CO<sub>2</sub>- en

<sup>89</sup> Publicatie Leraar 24, 04-06-2009

<sup>90</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q19

<sup>91</sup> Passiefscholen die minimum een tweede bevraging gehad hebben met een voldoende representatieve respons.

temperatuursturing. Voor dit project zijn er geen dynamische of statische simulaties uitgevoerd naar oververhitting.

### Zwevegem

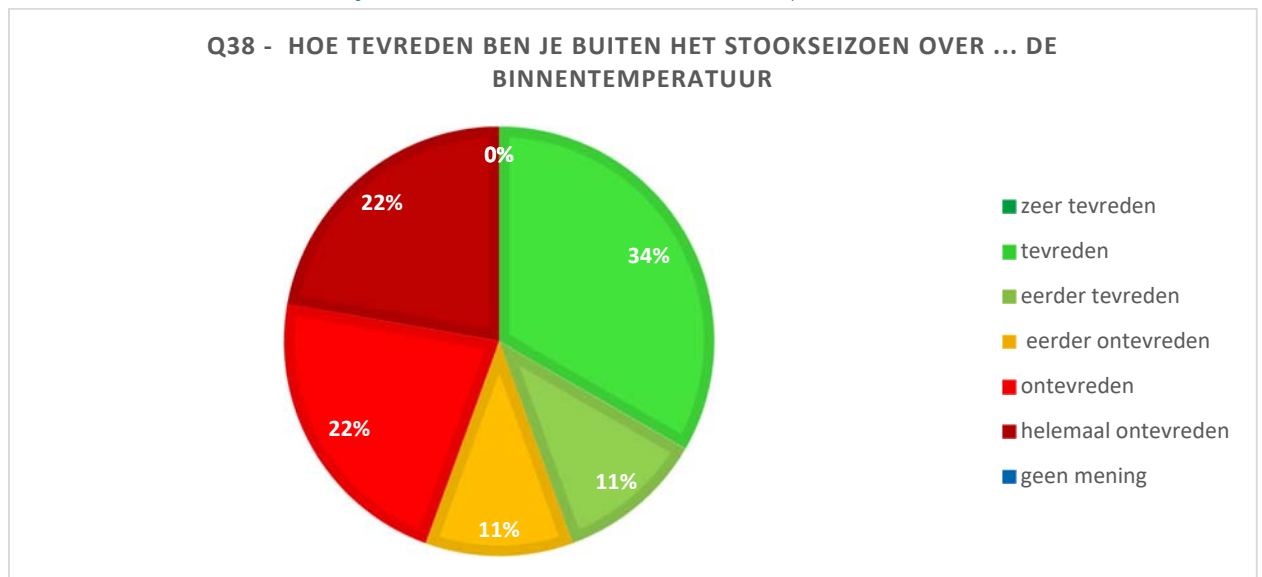
Ook het RHIZO College te Zwevegem (responsgraad 78% van een ruime steekproef van 40 personen) krijgt geen enkele ontevreden of zeer ontevreden evaluatie. Dit project heeft een aantal gelijke karakteristieken als het project in Wuustwezel. Zo voorziet het project in voldoende aanspreekbare thermische massa door middel van massiefbouw (beton) gecombineerd met nachtventilatie en voorspoeling. De school heeft met zijn labo- en klaslokalen en studiezaal geen uitzonderlijk hogere interne warmtewinsten. De passiefschool heeft screens als automatische zonnewering die per gevel aangestuurd worden. Naar ventilatieregeling voorziet het in een intermitterend functioneren met een CO<sub>2</sub>- en kloksturing die per zone aangestuurd wordt. Het verschil met het project in Wuustwezel is dat er een dynamische simulatie uitgevoerd werd en dat er meer geïnvesteerd werd in goedkopere passieve koeling zoals het voorzien van een bypassklep, i.p.v. duurdere technieken zoals een warmtepomp en een grondbuis. Deze school heeft ook een extensief groendak, waardoor het dak minder opwarmt.

Zowel het project in Zwevegem als Wuustwezel hebben daglichtsturing op hun energiezuinige lampen met aan/afwezigheidsdetectie. In Zwevegem worden de lampen manueel aangeschakeld en gaan ze uit bij afwezigheidsdetectie. Een bewuste sturing van de lichtarmaturen heeft een positief effect op interne warmtewinsten veroorzaakt door verlichting.

### Etterbeek

De Basisschool KA Etterbeek heeft de minst goede evaluatie naar de binnentemperatuur buiten het stookseizoen met een ontevredenheid van 56% (Grafiek H3-12) (responsgraad vraag 69% van de 13 respondenten). Een detailbevraging van de klachten (Grafiek H3-13, H3-14, H3-15 en H3-16) toont aan dat deze zich zowel situeren in te koude als te warme temperaturen tijdens koud en warm weer. Deze klachten situeren zich voornamelijk op elk moment van de dag, maar tijdens koud weer worden deze ook specifiek waargenomen in de ochtend.

Grafiek H3-12. Q38 - Hoe tevreden ben je buiten het stookseizoen over ... de binnentemperatuur

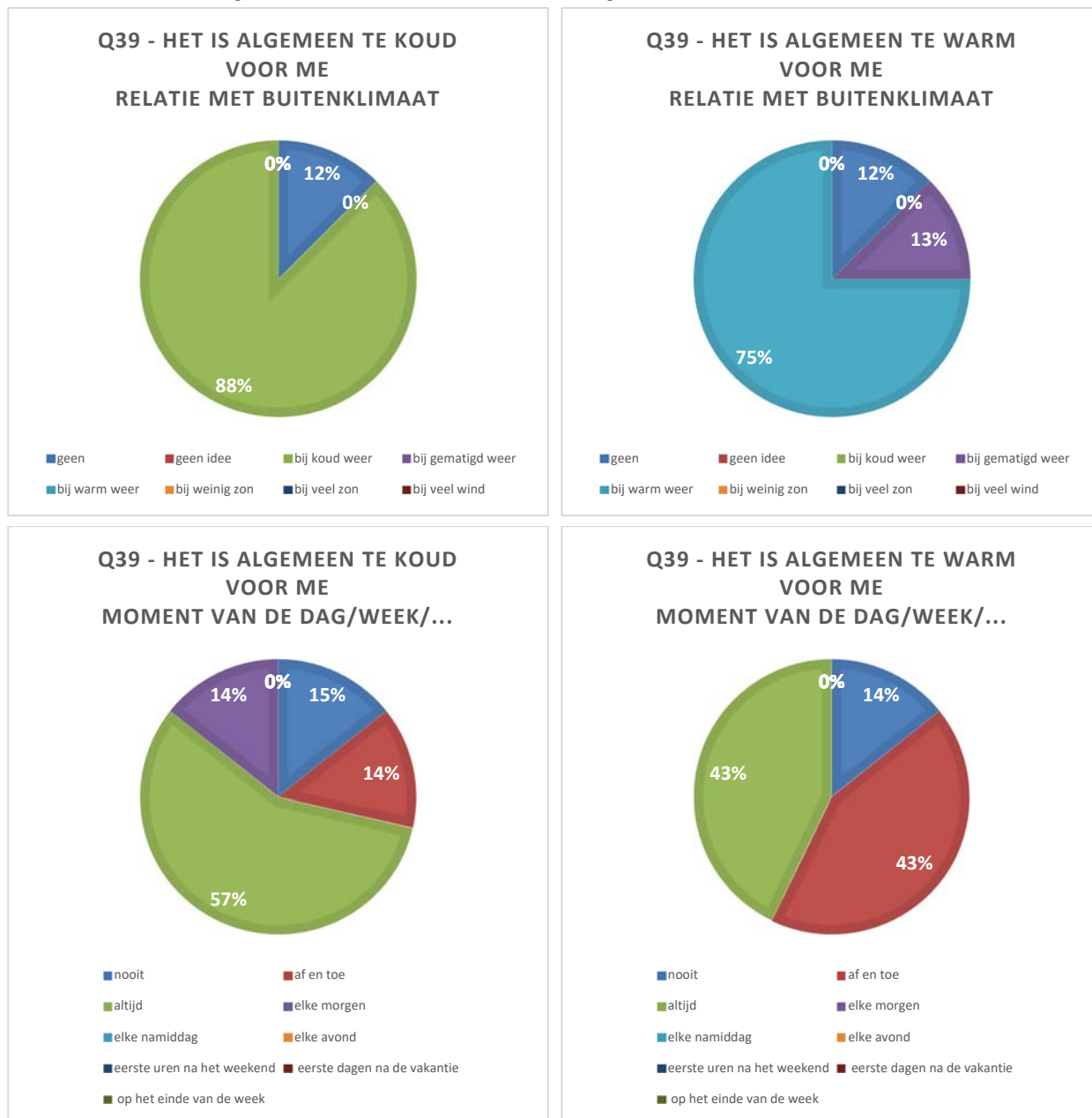


Grafiek H3-13. Q39 - Het is algemeen te koud voor me - relatie met het buitenklimaat

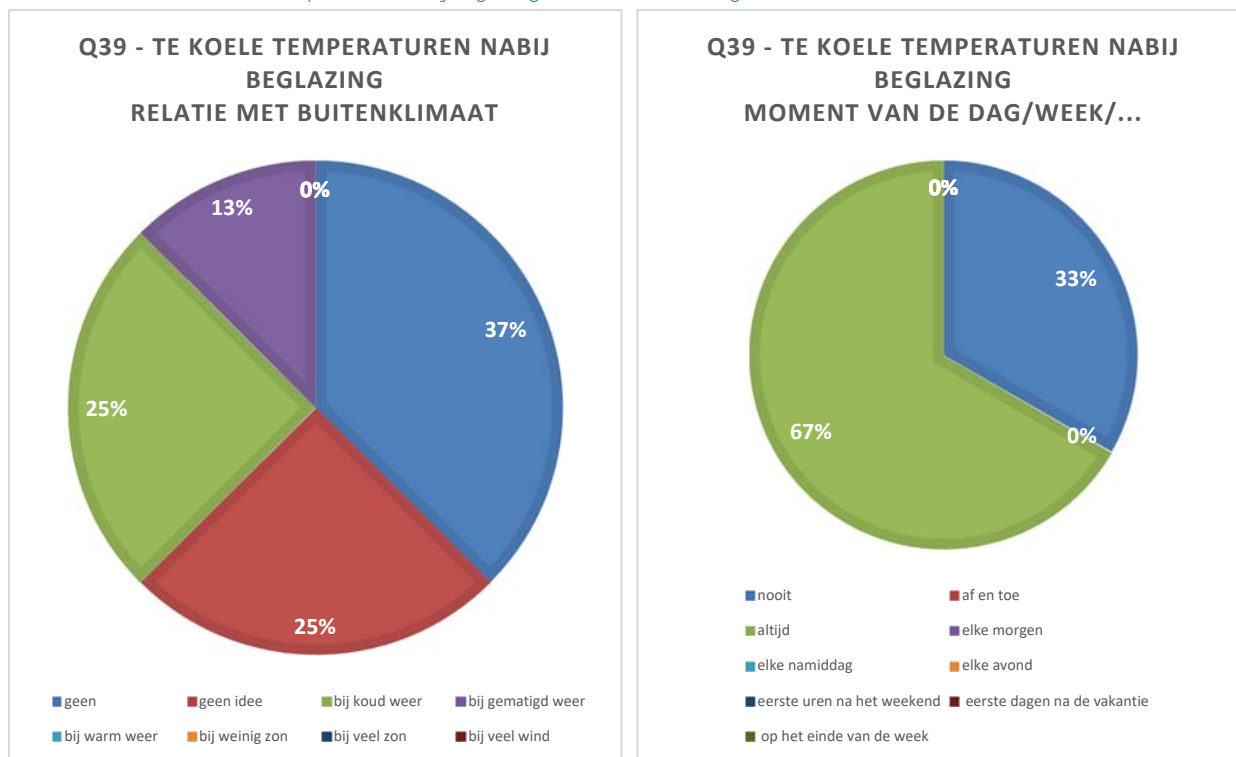
Grafiek H3-14. Q39 - Het is algemeen te warm voor me - relatie met het buitenklimaat

Grafiek H3-15. Q39 - Het is algemeen te koud voor me - moment van de dag/week/...

Grafiek H3-16. Q39 - Het is algemeen te warm voor me - moment van de dag/week/...



Er wordt specifiek een thermisch discomfort ervaren in de nabijheid van de beglazing (38%, responsgraad 69%, vraag Q39) te koud of te warm bij respectievelijk koud/gematigd weer en warm weer. Het thermisch discomfort wordt waargenomen in de klassen en de speelhal.



Wanneer we de duurzame maatregelen van dit project bekijken heeft dit project nochtans in verschillende maatregelen geïnvesteerd die een positief effect kunnen hebben op het zomercomfort. Via een dynamische simulatie is de oververhittingscoëfficiënt berekend. Tijdens het ontwerp is er rekening gehouden met een compartimentering in klimaatzones. Het project combineert nachtventilatie en voorspoeling met aanspreekbare thermische massa. Hier is er wel geen snelbouwsteen of beton gebruikt, maar is er een combinatie gemaakt van cellenbeton en een houten plafond. Het project heeft een groendak. De passiefschool heeft een centrale ventilatieregeling met een intermitterend bedrijf voorzien van CO<sub>2</sub>- en kloksturing. Met zijn kleuterklassen en polyvalente zaal heeft normale interne warmtewinsten. Door daglichtsturing op de energiezuinige lampen, die manueel aangeschakeld en met afwezigheidsdetectie uitgeschakeld worden, worden de interne warmtewinsten door verlichting beperkt gehouden. Dit project wordt wel gekenmerkt door zonnewering die enkel bestaat uit natuurlijke beschaduwing en een luifel. Samen met de daklichtkoepels zou dit er misschien voor kunnen zorgen dat er toch nog teveel zonnwinsten zijn. Dit is het enige project dat gedeeltelijk 2D glas toepast ipv 3D, dit zou een verklaring kunnen geven in de comfortklachten aan de beglazing en in de speelhal waar het 2D glas aanwezig is.

Aangezien de klachten buiten het stookseizoen zowel te koude als te warme temperaturen omvatten en men ook klachten over de luchtverversing noteert, is er een vermoeden dat er ook een oorzakelijk verband kan gevonden worden in de inregeling van de installaties. Eenzelfde analyse werd ook gemaakt tijdens een plaatsbezoek. Zo bleken de streefwaardes (setpoints) van de ruimtetemperaturen niet goed afgesteld te zijn (te koud), kunnen de ventilatiedebieten beter ingesteld worden, werd er in de zomersituatie nog geen gebruik gemaakt van de voorziene mechanische nachtventilatie en wordt naar grote waarschijnlijkheid de warmterecuperatie in de zomermaanden niet uitgeschakeld. Het beheer van het gebouw verloopt niet optimaal, een betere communicatie tussen school en gebouwbeheerder is van primordiaal belang om een goede gebruikerstevredenheid te realiseren.<sup>92</sup>

### Bilzen

Een gelijkaardige evaluatie zien we bij het project Bilzen, waarbij 50% van de respondenten een ontevreden evaluatie geven over de binnentemperatuur tijdens de zomer. Ook dit project heeft in verschillende maatregelen geïnvesteerd die een positief effect kunnen hebben op het zomercomfort. Het project heeft tijdens het ontwerpproces een beperkte dynamische simulatie uitgevoerd, waarbij de oververhitting in enkele ruimtes onderzocht werd. Deze simulatie gaf de nood aan zonnewering aan maar omwille van budgettaire redenen werd dit niet voorzien. Deze zonnewering is nog bijgeplaatst na de afname van de enquête. Tijdens het plaatsbezoek gaven de gebruikers aan dat dit een grote verbetering is.<sup>93</sup> We merken ook op tijdens het plaatsbezoek en uit de gebruikersenquête dat de klachten gerelateerd zijn aan de inregeling van de

<sup>92</sup> Eindverslag 'Etterbeek', Pixii, 29 juni 2016

<sup>93</sup> Eindverslag 'Bilzen', Pixii, 15 maart 2016

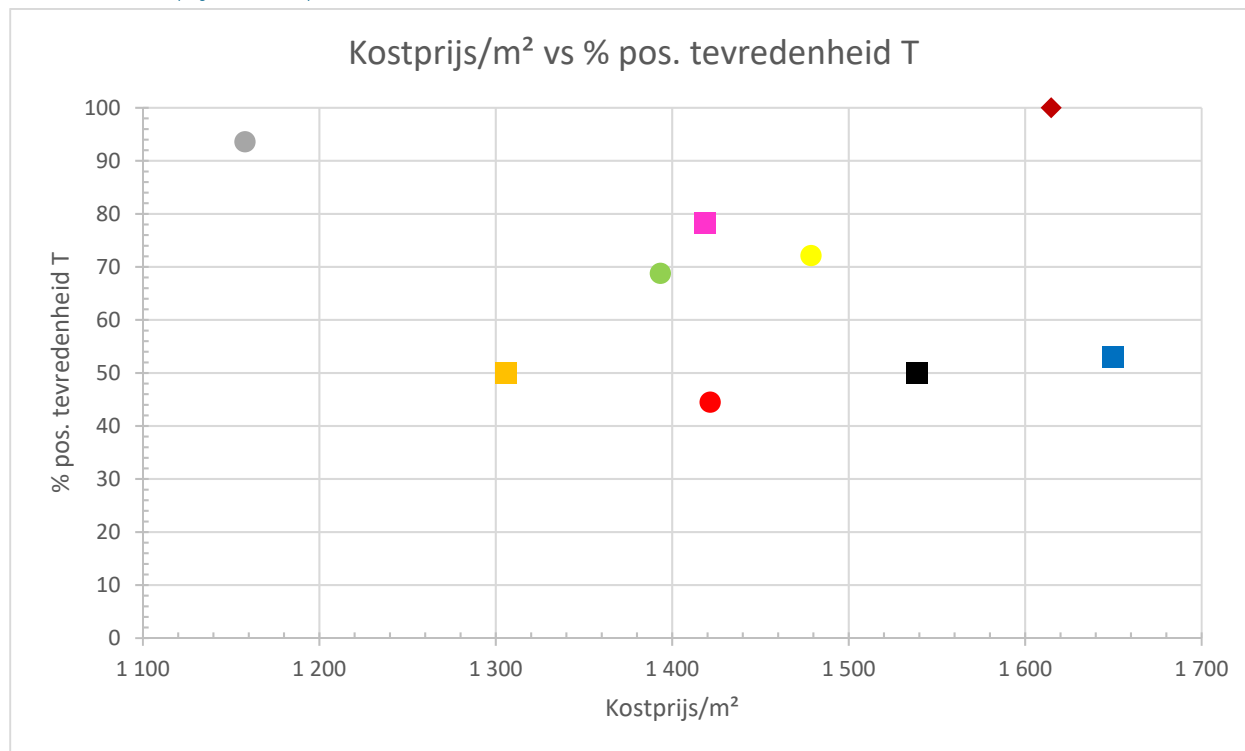
technieken, waarbij er tochtgevoel is door te hoge inblaassnelheden of te lage temperatuur streefwaardes (setpoints).

### Kalmthout & Bocholt

Bij de projecten Basisschool Zonnekind te Kalmthout en Basisschool De Boomhut te Bocholt is een grote groep (47% & 40%) van de respondenten van mening dat de temperatuur te hoog oploopt bij warm weer en/of te veel zon. Beide projecten hebben laattijdig in het projectproces de passiefberekeningen of dynamische simulatie toegepast. Bij nazicht zien we dat de adviezen van de dynamische simulatie niet opgenomen zijn in het project.

#### 3.6.3.b Besluit

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 tussen de vierkante meterprijs, de positieve evaluatie van de binnentemperatuur tijdens zomercomfort 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

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 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.

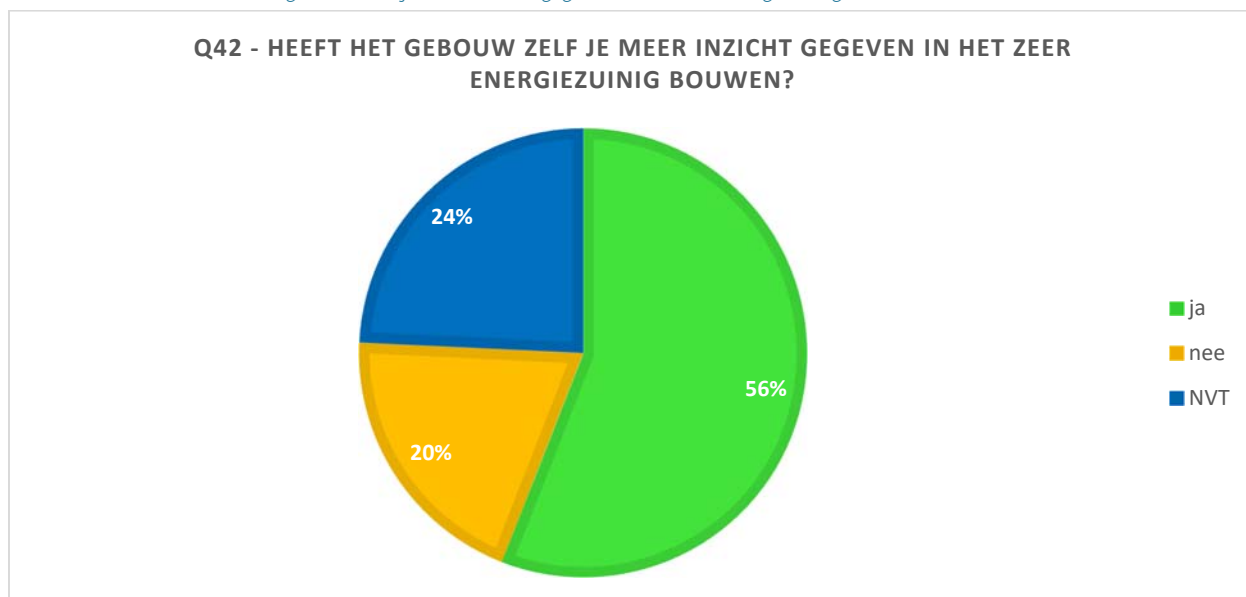
De belangrijkste beweegredenen, van de bevroegde gecertificeerde projecten, om mee te doen aan het pilotproject en passief te bouwen waren: de lagere energiefactuur 97%, dat ze zich als school in de buurt



kunnen profileren als toekomstgericht (92%) en dat ze als school een voorbeeldrol wensen op te nemen (84%).<sup>94</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. We zien hier een positieve respons over hoe de betrokken scholen het Pilotproject 'an sich' evalueren. Terwijl vóór de realisatie van het project 23% van de bevroegde actoren 'het pilotproject als zéér nuttig' beschouwden, is dit aantal gestegen naar 51% 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 inzake 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 61% er nu van overtuigd dat een passiefschool energiezuinig is, tegenover 30% vroeger. Ook 28% 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 pilotproject ingaat tegen hardnekkige geruchten zoals het niet kunnen openen van de ramen in een passieffhuis. Voor de realisatie dacht slechts 26% dat het openen van de ramen en deuren in bepaalde periodes kon, nu denkt 43% dit. 31% 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 kwaliteitsverklarder aan de pilotprojecten 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 pilotproject 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, architecten, studiebureaus 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. Daarnaast ontstonden in het kader van dit Pilotproject verschillende samenwerkingen en kennisuitwisselingen met andere beleidsdomeinen en kennisinstellingen.

<sup>94</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q15

### 3.6.4 De onderwijskundige meerwaarde

Een andere doelstelling van de Vlaamse Regering was: *De pilootprojecten 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 geeft in de strijd tegen de opwarming van de aarde.*<sup>95</sup>

In de tweede gebruikersenquête worden leerkrachten, leerlingen en ouders bevraagd naar de pedagogische meerwaarde. Uit deze bevraging zien we dat 42% van de respondenten hun nieuwbouw passiefproject als een meer kwalitatieve leeromgeving ervaren. Vóór de realisatie van de passiefschool was slechts 18% van de respondenten ervan overtuigd dat een passiefschool een meer kwalitatieve leeromgeving biedt<sup>96</sup>.

## 3.7 Conclusie

Er heerst een grote mate van tevredenheid bij de gebruikers over het gebruik en comfort van hun passiefschool. Op datum van 31 augustus 2017 behaalden 14 projecten hun kwaliteitsverklaring. De huidige opgeleverde 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. We observeren dat de bouwkost van de gecertificeerde projecten een gewogen gemiddelde prijs per vierkante meter van 1.486,32 euro/m<sup>2</sup> heeft, wat overeenkomt met een gewogen gemiddelde meerprijs van 14,29% op de standaard financiële norm<sup>97</sup> die gebruikt wordt voor schoolgebouwen. De studiekost bedraagt gemiddeld (gewogen gemiddelde) 10,55% 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, ...), 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. In deze tussentijdse rapportering observeren we voor elke school een beduidend lager energieverbruik per vierkante meter oppervlakte. Elke passiefschool ervaart een positief effect op de werkingsmiddelen 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>95</sup> Vlaams Parlement (2007), ontwerp van decreet betreffende energieprestaties in scholen, Brussel: Vlaams Parlement

<sup>96</sup> Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017, vraag Q41

<sup>97</sup> We maken hier de vergelijking met de standaard financiële norm, zonder rekening te houden met de supplementen voor REG-subsidie of passief)

## 4. Besluit en adviezen uit het tweede tussentijds rapport

Dit rapport omvat de tweede tussentijdse evaluatie van het Pilotproject Passiefscholen. De conclusies zijn gebaseerd op de data die AGION op 31 augustus 2017 ter beschikking heeft.

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. Ook hier moeten we vermelden dat dit voorlopige adviezen zijn op basis van de tussentijdse bevindingen.

### 4.1 Besluit

#### De behaalde resultaten van de deelnemende projecten

Op datum van 31 augustus 2017 behaalden 14 projecten hun kwaliteitsverklaring. Dit betekent dat ze voldoen aan de decretaal vastgelegde criteria.

Tabel H6-01. Resultaten gecertificeerde projecten

PROJECT	E-PEIL	NETTO-ENERGIEBEHOEFTE VOOR VERWARMING	NETTO-ENERGIEBEHOEFTE VOOR KOELING	LUCHT-DICHTHEID	BRUTO-OPPERVLAKTE	COMPACTHEIDS-GRAAD	K-PEIL
Antwerpen	53	15,23	3,53	0,60	3.863	2,60	21
Anzegem	45	10,85	6,07	0,50	1.773	2,03	14
Assenede	49	14,06	1,41	0,60	2.504	2,42	18,5
Bilzen	38	11,62	9,60	0,25	1.411	1,92	14,5
Bocholt	52 & 50	14,46	9,09	0,50	1.466	1,65	18,5
Etterbeek	38	13,92	7,94	0,50	1.071	2,20	18
Groot-Bijgaarden	27	14,09	0,21	0,50	2.176	3,16	14
Heusden-Zolder	45	12,71	3,40	0,60	5.147	3,39	16
Kalmthout	49	13,34	2,01	0,50	750	1,93	13
Londerzeel	47	9,99	0,43	0,30	4.395	2,67	12
Turnhout	49	13,08	0,64	0,60	3.560	2,46	20
Wuustwezel	35	12,96	1,93	0,40	1.225	2,30	13
Zandhoven	52	13,93	0,96	0,32	2.232	2,53	17
Zwevegem	53	13,22	0,97	0,50	1.441	1,71	17

De scholen behalen tot nu toe allemaal vlot het gewenste E-peil. Alle projecten voldoen ook aan de gevraagde netto-energiebehoefte voor verwarming, 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 overdacht 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.

Vijf projecten passen hernieuwbare energie toe onder de vorm van zonnepanelen, al dan niet gecombineerd met een warmtepomp.

#### 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 subsidiërings- 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 14% t.o.v. de geïndexeerde standaard financiële norm. We observeren uiteenlopende vierkante meter prijzen, gaande van een minprijs van 10% (Zwevegem) tot een meerprijs van 26% (Kalmthout) t.o.v. de standaard financiële norm. Één 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 én de meerkost van het gebouw. Indien 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 huidige resultaten van de opgeleverde 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 cijfers die op 31 augustus 2017 beschikbaar zijn 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 werkingmiddelen, moeten de passiefscholen al voldoende lang in gebruik zijn. Op datum van 31 augustus 2017 beschikten we over voldoende data van vijf pilootscholen. Onvoldoende datamomenten, registratieproblemen bij de energieboekhouding of fout afgestelde technieken zorgen ervoor dat er momenteel geen betrouwbare data kan worden opgenomen van de overige scholen. Pixii en AGION volgen dit verder op zodat deze scholen in de volgende rapportering kunnen worden geanalyseerd.

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 48% tot en met 82% minder energieverbruik in de passiefscholen. Elke passiefschool ervaart een positief effect op de werkingmiddelen omwille van een lagere totale energiekost in vergelijking met het oude schoolgebouw. Er worden verschillen van 1,5% tot wel 12% 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 is 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. Een gericht energiebeleid, met een focus op de verschillende gebouw- en gebruikstypologieën van een school is nodig. 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. In de toekomst, met de verstrengde energieprestatie-eisen, zal deze manier van ventilatie vaker in scholen aanwezig zijn. 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. De doelgroep schoolgebouwen is een nog relatief onontgonnen terrein voor de ventilatiesector.

Naast luchtkwaliteit merken we nog een aantal andere aandachtspunten op die de komende jaren alertheid vereisen.

Het gebrek aan kennis op vlak van technische installaties binnen een passiefschool, is er één van. Net als bij het ventilatiesysteem zien we dat de pilootprojecten moeilijkheden ervaren. Dit op het vlak van ontwerp van de verscheidene technische installaties, de correcte dimensionering, de nazorg en het gebruik.

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 ook 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 wordt de energieprestatie-eisen stapsgewijs verstrengd naar bijna-energie-neutraal tegen 2021 (=E55 + hernieuwbare energie). 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. Dit is even laag ("streng") als het E-peil dat reeds 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 enkel 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>98</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 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.

Passief bouwen vormt een goede basis voor bijna-energie-neutraal bouwen wat vanaf 2021 verplicht wordt door Europese en Vlaamse regelgeving. Tot deze conclusie komt het Passive House Institute in Duitsland, op basis van hun onderzoek dat werd uitgevoerd met steun van de Europese Commissie<sup>99</sup>. De passiefhuisstandaard kan een efficiënte en economisch waardevolle oplossing bieden die op een effectieve

<sup>98</sup> Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>99</sup> Passive House Institute. PassRegProject. Defining the Nearly Zero Energy Building. Passive House + renewable. Darmstadt: PHI.

manier kan gecombineerd worden met hernieuwbare energie. Dit laatste is een vereiste voor bijna-energie neutraal bouwen. De meerwaarde van het bouwen volgens de passiefhuisstandaard vertaalt zich dus ook in het kunnen realiseren van de Europese richtlijn om bijna-energie neutraal te bouwen vanaf 2021.

## Welke meerwaarde heeft het pilootproject

In deze tussentijdse rapportering zien we dat de meerderheid van de bouwteams het Pilotproject Passiefscholen als zéér nuttig ervaart. Het heeft een positief effect gehad op het bewustwordingsproces, en heeft hardnekkige taboes, zoals het niet mogen openen van de ramen, proberen ontcrachten.

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

Uit deze tweede rapportering kunnen we alvast concluderen dat het pilootproject tot op dit moment lijkt te slagen in zijn doelstellingen: het pilootproject speelt een rol in de transitie naar zeer energiezuinig bouwen. Het pilootproject geeft een impuls aan de ontwikkeling van een bredere markt van professionelen. Het heeft ervaring bij architecten, studie bureaus en aannemers op het vlak van passief bouwen in het algemeen en specifiek voor de typologie scholen verruimd. De pilootprojecten hebben ook een positief effect op het bewustwordingsproces van de bouwheren.

Het pad naar de transitie van het zeer-energiezuinig bouwen van schoolgebouwen is nog lang. Het pad moet dan ook verder bewandeld worden om zeer energiezuinige schoolgebouwen met een goed binnenklimaatcomfort mogelijk te maken. Met de extra aandacht voor de kostenefficiënte modernisering van het schoolgebouwenpark, is een verhoogde focus op het energiebeleid van scholen en de transitie naar zeer energiezuinige scholen aan te raden.

## 4.2 Adviezen

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

Het Pilotproject 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 Pilotproject 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, het voorzien van de EPN-berekeningmethodiek waarin de verschillende bestemmingen in één schoolgebouw kunnen meegenomen worden in één E-peil )

#### 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

In hoofdstuk 1 'Inleiding' hebben we toegelicht hoe dit Pilotproject Passiefscholen tot stand is gekomen, en op basis van welke criteria de deelnemende projecten geselecteerd werden. 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 diende af te toetsen moest echter nog uitgewerkt worden. Daarnaast beschreven we ook dat sommige van de geselecteerde kandidaten vroegtijdig uit het pilootproject stapten, omdat ze niet steeds vanuit de juiste motivatie gestart waren. Niet elke deelnemende school bleek ook voldoende op de hoogte te zijn van de doelstellingen van het Pilotproject 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. Ook de benodigde info van de school voor het realiseren van de communicatieacties was soms moeilijk te verkrijgen. 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 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 kostprijsarme 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>100</sup> opgemaakt, die als basis kunnen dienen bij de aanstelling van een ontwerpteam.
  - e. Indien reeds een architect of ontwerpteam is aangesteld, en een uitgewerkt ontwerp op tafel ligt, wordt nagegaan of deze verenigbaar zijn met de doelstellingen.

#### 4.2.3 Extra criteria voor Passiefstandaard en EPB

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°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>101</sup>. De ontwerpers worden gestimuleerd om hun energieperformantie te behalen door te investeren in ontwerpmatige maatregelen, in plaats van tastbare 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 kostenefficiënte van het project. Door naast het E-peil ook de netto-energiebehoefte voor verwarming op te nemen in de EPB-criteria voor scholen (naar analogie van de bestemming wonen), stimuleert de Vlaamse Regering een bewuste ontwerpmethodiek met een positief effect op de kostenefficiënte en gebruiksvriendelijkheid van de te realiseren projecten.

#### Mogelijke acties/maatregelen:

1. Een extra kenmerk voor passiefscholen voorzien met betrekking tot de garantie van het zomercomfort. Een eis voor het garanderen van het zomercomfort staat momenteel niet in de huidige EPB eisen voor scholen. In de internationaal gangbare definitie van een "passiefstandaard", wordt het "voorkomen van oververhitting in de zomer" of "een goed binnenklimaat gedurende winter en zomer" dan wel duidelijk vermeld als kenmerk. Het garanderen van het zomercomfort kan gebeuren aan de hand van het opnemen van het criterium overschrijdingsfrequentie bij 25°C < 5%, berekend via een dynamische simulatie.
2. Het opnemen van een criterium netto-energiebehoefte voor verwarming voor de bestemming 'scholen' in het verstrengingspad van de energieprestatieregelgeving voor scholen (naar analogie met bestemming wonen, of naar analogie met de Brusselse Regelgeving).

---

<sup>100</sup>Zie hoofdstuk 5. Terminologie

<sup>101</sup>Zie hoofdstuk 5. Terminologie

#### 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. Met betrekking tot energiezuinige scholenbouw is er nog een weg af te leggen. Met het oog op bijna energieneutrale gebouwen tegen 2021 is het raadzaam om te 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
  - b. verspreiden van ervaringen uit het Pilotproject Passiefscholen via infosessies en plaatsbezoeken van schoolvoorbeelden voor verschillende doelgroepen: bouwheren en gebruikers, en bouwprofessionelen.
  - c. professionalisering van inrichtende machten naar nazorg en beheer
2. Bouwprofessionelen adviseren om in te zetten op kennisopbouw en innovatie voor schoolgebouwen
  - d. kennis over ontwerpmethodiek en berekeningen verspreiden via infosessies
  - e. infosessies over nazorg, zorgvuldigheid van uitvoering, ...
  - f. kennisopbouw en innovatie stimuleren met bijzondere aandacht voor de technieken

#### 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 Binnen het zeer-energiezuinig bouwen is een extra focus op de typologie 'scholen' nodig

Binnen de energieprestatieregelgeving is reeds een grote focus gelegd op de kennisontwikkeling van zeer energiezuinig bouwen van woningen. De tertiaire gebouwen komen later aan bod. Alle typologieën binnen tertiaire gebouwen worden samen behandeld. 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 tussentijdse 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. Het actieplan 'Binnenluchtkwaliteit in scholen' implementeren
3. De aanbevelingen opgenomen in de studie Clean Air Low Energy ter harte nemen. Volgende specifieke aanbevelingen lijken ons zeker relevant:
  - a. meer onderzoek naar binnenluchtkwaliteit in passiefscholen en zeer energiezuinige scholen
  - b. onderzoek naar correlatie tussen IDA-klasse en de CO<sub>2</sub>-concentraties.

#### **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 Pilotproject Passiefscholen toont aan dat de nauwe samenwerking van AGION met het beleidsdomein Leefmilieu, Natuur en Energie en het beleidsdomein Welzijn zeer verdienstelijk is. 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 VEA in kader van het verstrengingspad zoals de Studie kostenoptimum tertiaire gebouwen, Studie berekeningsmethodiek EPN, etc.
2. Blijvende structurele opvolging van de studies en acties in het kader van de luchtkwaliteit in scholen binnen het beleidsdomein Leefmilieu, Natuur en Energie en het beleidsdomein Welzijn.

## 5. Terminologie

### A

#### AGION

Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs

#### As-Built dossier

is een dossier dat alle documentatie omvat van hoe de werken daadwerkelijk uitgevoerd zijn.

### 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>102</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

BIM of Leefmilieu Brussel, de overheidsdienst voor milieu en energie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

#### Bouwdetails

Een bouwdetail duidt op elke verbinding of aansluiting tussen de elementen of onderdelen van een gebouw (bv. aansluiting muur-dak, muur-schrijnwerk), maar ook op elke lineaire of puntvormige onderbreking in een wand (bv. de doorboring van een wand voor de doorvoering van leidingen, het inwerken van elementen zoals stopcontacten of spots in een wand, de doorboring van een dak door het schoorsteenkanaal...). Tijdens ontwerp- en uitvoeringsfase worden bouwdetails uitgetekend, om een goed beeld te hebben hoe het ontwerp moet uitgevoerd worden om aan alle bouwfysische randvoorwaarden te voldoen.

#### 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 zal de afgevaardigd bouwheer deze rol op zich nemen.

### 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.

<sup>102</sup> EPBD recast = Europese richtlijn 2010/31/EU voor energieprestaties in gebouwen (Energy Performance of Buildings Directive)

## 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. 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.

### EPN

is de ééngemaakte energieprestatieberekeningsmethode voor niet-residentiële gebouwen. De EPN-methode vervangt de EPU-methode voor vergunningsaanvragen en meldingen vanaf 1 januari 2017.

### EPU

is de bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoor- en schoolgebouwen die geldt voor vergunningsaanvragen en meldingen tot 2017.

### EPW

is de bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van woongebouwen.

## G

### Gebouwschil (of gebouwenvelophe)

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 af voeren en voldoende verse lucht aan voeren.

### Hygroscopisch comfort

is het comfortniveau waarbij het gebouw een goede vochtthuishouding heeft. Zo zal het algemene comfortgevoel in het gebouw niet te vochtig of te droog aanvoelen.

## I

### IDA-klasse

De IDA-klasse is een maat voor binnenluchtkwaliteit, zoals bepaald in de norm EN 13779:2007. IDA staat voor Indoor Air Quality. De binnenluchtkwaliteit wordt in deze norm geclassificeerd van IDA 4 (laag) tot IDA 1 (hoog) en dit aan de hand van metingen van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de binnen- en de buitenlucht. Het verschil in CO<sub>2</sub>-concentratie tussen de binnen- en buitenlucht (=de delta CO<sub>2</sub>) bepaalt de IDA-klasse.

KLASSE	LUCHTKWALITEIT	ΔCO <sub>2</sub> [PPM]
IDA 1	Hoog	<400 ppm
IDA 2	Middelmatig	Tussen 400 en 600 ppm
IDA 3	Aanvaardbaar	Tussen 600 en 1000 ppm
IDA 4	Laag	>1000 ppm

ppm = parts per million = delen per miljoen = een maat voor concentratie.

Om een beeld te hebben van de toegelaten CO<sub>2</sub>-concentratie in de binnenlucht binnen een IDA-klasse, moet men de CO<sub>2</sub>-concentratie van de buitenlucht bij de delta CO<sub>2</sub> rekenen.

We illustreren dit met volgend voorbeeld:

Om te voldoen aan de IDA 3 klasse, mag de gemeten CO<sub>2</sub>-concentratie binnen tussen 400 en 600 ppm boven het buitenniveau liggen. Het buitenniveau bedraagt ongeveer 400 ppm. Om te voldoen aan de IDA3 klasse mag de CO<sub>2</sub>-concentratie binnen dus tussen de 1000 ppm en 1400 ppm liggen.

### 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 bouwdeelen. 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

### LNE

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie

### 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

woningbouw

### nZEB

Nearly Zero Energy Building - is gelijk aan 'BEN-gebouw'

## 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.

### Outputspecificaties

zijn duidelijke en ondubbelzinnige beschrijvingen van wat als eindresultaat bereikt moet worden voor de scholen die gebouwd worden in het kader van het DBFM-project. Ze hebben betrekking op alle aspecten van het project, waaronder het ontwerp, de bouw en de gebruiksfase. De outputspecificaties bestaan uit twee grote onderdelen: de functionele eisen en de technische eisen. De functionele eisen hebben

betrekking op het functioneren van het schoolgebouw. Dat zijn de eisen op gebied van inplanting, toegankelijkheid, mobiliteit en flexibiliteit. Deze eisen hebben een belangrijke invloed tijdens de ontwerpfase. Ze bepalen het minimale gebruiks- en uitrustingsniveau. De technische eisen zoals veiligheid, energieprestaties, bouwkundige en technische voorzieningen hebben voornamelijk een invloed op de bouwfase en de gebruiksfase. Zij bepalen het minimale comfort- en veiligheidsniveau. De outputspecificaties hebben als doel een kwalitatieve school te creëren met een hoog comfortniveau, die op een duurzame en verantwoorde wijze kan gebruikt worden.

### **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**

### **Passief berekeningen**

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.

### **Post-interventiedossier**

bevat verscheidene documenten die men nodig heeft bij eventuele latere werken aan een gebouw. Al de gebruikers (eigenaars, huurders of, bij eventuele verbouwingen, architecten of aannemers) moeten op een eenvoudige manier kunnen achterhalen welke bv. de structuren van het gebouw zijn, hoe de structuur werd opgebouwd en welke materialen er in een gebouw zitten. Daarom worden alle technische gegevens met betrekking tot een gebouw verzameld in een dossier, genaamd "postinterventiedossier (PID)". Dit dossier moet gedurende de hele levensduur bij het gebouw blijven en zal worden aangevuld met de nieuwe gegevens indien er zich wijzigingen aan het gebouw voordoen.

### **Polluent**

verontreinigde stof

### **Pressurisatieproef**

is een test waarbij de luchtdichtheid van een gebouw wordt nagegaan. Alle ramen en deuren worden gesloten en door één opening blaast men met hoog debiet lucht in de binnenruimte totdat er een overdruk van 50 Pa ontstaat. Daarna wordt gemeten hoeveel lucht per uur naar buiten sijpelt ten opzichte van het gebouwvolume. Dat ventilatievoud noemt men de  $n_{50}$ -waarde. Dit getal mag niet meer zijn dan 0,6 per uur. Dezelfde procedure kan worden toegepast met een onderdruk van 50 Pa.

### **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.”

## ppm

parts per million = delen per miljoen. Het is een maat voor de concentratie waarin een bepaalde stof aanwezig is in de lucht.

## R

### R-waarde

De R-waarde is de warmteweerstand van een materiaal laag (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.

### Relatieve luchtvochtigheid

is een verhouding, uitgedrukt in procenten, die aangeeft hoeveel waterdamp zich in de lucht bevindt ten opzichte van de maximaal mogelijke hoeveelheid waterdamp die de lucht kan bevatten, bij een bepaalde luchtdruk en temperatuur.

Gasmengsels zoals lucht kunnen bij temperaturen onder het kookpunt van water slechts een beperkte hoeveelheid waterdamp bevatten; die hoeveelheid hangt af van de temperatuur en de luchtdruk. Als zo'n gasmengsel meer waterdamp zou bevatten zou condensatie optreden.

Bij een hogere temperatuur kan lucht een hogere maximale hoeveelheid waterdamp bevatten, dan bij een lagere temperatuur.

## 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 aan 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 muf 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

### VIPA

Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden

## 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 warmt 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



## 6. Bijlages

## Bijlage H2-01

### Welk bewijsmateriaal moet worden voorgelegd voor het aanvaarden van de rendementen van de ventilatiegroepen met WTW?

Voor de EPB-berekening geldt de normale wettelijke procedure.

Voor de specifieke PHPP-berekeningen geldt dat de bewijslast afhangt van welk thermisch rendement men in rekening heeft gebracht in PHPP.

- Wanneer men zich baseert op een PHI-certificaat én men gebruik maakt van de PHPP-scholensoftware, dan dient men dit rendement te herberekenen door de warmte van de ventilatoren eruit te halen.
- Wanneer men zich baseert op NBN EN 308 en/of bijlage G bij bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, dan dient men het rendement te staven met een testrapport van een onafhankelijke derde instantie dat het rendement bepaald heeft. Vermits grote ventilatiegroepen (600m<sup>3</sup>/h) meestal op maat zijn samengesteld kan men vaak moeilijk dit standaard vereiste bewijsmateriaal voorleggen. Als alternatief kan er dan een softwarematig berekend rendement aanvaard worden op voorwaarde dat de software erkend werd door een onafhankelijke derde instantie (bijv. PHP, pmp, eurovent-certification, ...) In dat geval dient de aanvrager van het gebouwcertificaat minimaal volgende informatie aan te leveren:

1. een certificaat en/of bewijs van erkenning van de gebruikte software opgesteld door een onafhankelijke derde partij.
2. een berekeningsrapport/verklaring met opgave van:
  - i. de naam en versie van de gebruikte rekensoftware
  - ii merk, fabrikant, exacte type en grootte van de warmtewisselaar (bij platenwarmtewisselaars: aantal platen, onderlinge plaatafstand, plaatoppervlakte, coatings,...; bij warmtewielen: diameter wiel, breedte wiel, gewicht van het wiel, andere relevante wieleigenschappen)
  - iii de luchtsnelheid in de warmtewisselaar bij een debiet waarbij het thermisch rendement bepaald werd
  - iv expliciete vermelding van conformiteit van de gehanteerde randvoorwaarden aan NBN EN 308
  - v gehanteerde temperaturen en vochtigheidsgraden conform EN308 (afvoerlucht: 25°C met een natteboltemperatuur <14°C; buitenlucht: 5°C met een natteboltemperatuur van 3°C) (Dus geen -10°C, zoals vaak gebruikt wordt!)
  - vi gehanteerde debiet: hetzij maximaal toesteldebiet, hetzij een debiet groter of gelijk aan de opgelegde eisen van de energieberekening
  - vii de elektrische efficiëntie (bij voorkeur in Wh/m<sup>3</sup>) dient bepaald te worden bij een drukval die bepaald wordt als volgt:
    - bij onstentenis geldt een minimale externe drukval conform onderstaande tabel:

eisen mbt de externe druk	
toe-/afvoerluchtdebiet (m <sup>3</sup> /h)	externe druk* (Pa)
≤ 600	300
≤ 1000	332
≤ 1500	357
≤ 2000	375
≤ 3000	400
≤ 4000	418
≤ 5000	432
≤ 10000	475
≤ 20000	518
* Inclusief 160Pa drukverlies over de filter	

- Van bovenstaande ontstentenis-waardes kan enkel afgeweken worden indien men een gedetailleerde drukverliesberekening kan voorleggen van de volledige installatie bij een debiet conform de opgelegde eisen van de energieberekeningen
- In de praktijk wordt de drukval over de filter zowel beïnvloed door het type en grootte van de filter als door de vervuilingsgraad ervan. Wanneer dergelijke fluctuerende situaties niet uit te sluiten zijn, dient men steeds uit te gaan van een drukval van 160Pa over een filterelement.

viii bypass-/lekpercentages (intern/extern) bij drukvallen conform NBN EN 308

ix naam en handtekening opsteller van het berekenings-rapport/verklaring

*Gepubliceerd op [vlaamsepassiefscholen.be](http://vlaamsepassiefscholen.be) 12/9/2013*

## **Bijlage H2-02**

**voorbeeld gebruikershandleiding**

is een pdf die ingevoegd wordt in de definitieve pdf-versie



Passiefhuis-Platform vzw - de reflex voor energiezuinig bouwen



**Gebruikersinstructies passiefschool Wuustwezel**

opgesteld in opdracht van  agion .

Deze beschrijvende nota geeft aan welke regelmogelijkheden er voorzien zijn voor de individuele gebruiker op het vlak van ventilatie, verwarming, verlichting en zomercomfort. Vermits elke gebruiker comfort op een eigen, unieke wijze ervaart, is het belangrijk op te merken dat het (wetenschappelijk) onmogelijk is om een tevredenheidsgraad van 100% te behalen. M.a.w. er zullen steeds enkele minder tevreden personen aanwezig zijn in een groep mensen. Volgend voorbeeld geven we mee ter verduidelijking: Persoon A vindt een temperatuur van 20°C optimaal, terwijl persoon B 22°C als optimaal ervaart in een bepaalde situatie. Het is dan ook aangewezen om instellingen niet te snel te wijzigen bij een tevredenheidsgraad van ca. 90 à 95%.

### VENTILATIE

#### ALGEMEEN

Per dag ademt een persoon gemiddeld 10000 liter lucht in en uit. Het is dan ook uitermate belangrijk dat deze lucht van goede kwaliteit is. Mogelijke oorzaken van een ontoereikend binnenluchtkwaliteit zijn slechte buitenluchtkwaliteit (owv verkeer, industrie, landbouw,...), het gebruik van materialen in het gebouw die vervuilende stoffen uitstoten (formaldehyde, brandvertragers,...), onvoldoende afvoeren van vocht en CO<sub>2</sub> dat door elke persoon continu geproduceerd wordt,... Hierdoor kunnen comfortklachten (oog- en/of luchtwegirritatie, ...) tot zelfs ernstige gezondheidsrisico's (kanker,...) ontstaan. Omwille van deze gezondheidsredenen is het sinds het jaar 2006 wettelijk verplicht om elk nieuw schoolgebouw te voorzien van een ventilatiesysteem.

Vroeger gebeurde het verluchten enerzijds onbewust door luchtinfiltratie via ongewenste spleten en kieren ter hoogte van het schrijnwerk en in het gebouwmhulsel. Dankzij de huidige passiefbouw-oplossingen werd het aantal kieren en spleten zeer sterk gereduceerd met comfortwinst en een bijkomende energiebesparing tot gevolg.

Anderzijds gingen vroeger de leerkrachten de klassen ook vaak bewust verluchten (tijdens de pauzes meestal) door het openen van ramen en deuren. Toch blijkt het (kortstondig) openen van ramen ontoereikend te zijn omdat:

- het individuele gedrag/bewustzijn van de gebruiker een te grote impact kan hebben op de effectieve luchtkwaliteit
- tochtproblemen onvermijdelijk zijn bij bepaalde buitencondities (koud, winderig,...)
- de ruimtes sterk zullen afkoelen met als gevolg een potentieel hoog energieverbruik
- buitenlawaai erg hinderlijk kan zijn
- open ramen een probleem kunnen vormen mbt inbraak, regen, insecten ...
- ...

Dergelijke strategie staat dus niet garant voor een goede binnenluchtkwaliteit en wordt hierdoor door de wetgever niet aanzien als een ventilatiesysteem. Controleerbare voorzieningen zijn nodig voor toevoer van verse lucht en afvoer van vervuilde binnenlucht.

#### SYSTEEMBESCHRIJVING

Deze school is uitgerust met een comfortventilatiesysteem dat geactiveerd wordt door een klok van het gebouwbeheersysteem. Het systeem zorgt ervoor dat koude buitenlucht in de wintersituatie wordt voorverwarmd vooraleer het de verblijfsruimtes wordt ingeblazen via roosters in het plafond. De vervuilde lucht wordt via een tweede kanalenstelsel afgezogen. De aanwezige warmte en vocht in deze afgezogen lucht wordt via een warmtewisselaar overgedragen op de verse toevoerlucht zodat men naast een comfortabele temperatuur van de verse toevoerlucht ook een algemeen lager energieverbruik voor verwarming bekommt. Voor de zomersituatie wordt de lucht aangezogen via een aardwarmtewisselaarsysteem. Dit systeem koelt de warme buitenlucht af zodat er een comfortabel binnenklimaat wordt bekomen.

#### BEDIENING

Wanneer het systeem via de kloksturing geactiveerd is, wordt de luchtkwaliteit per gebruiksruimte gemeten dmv een CO<sub>2</sub>-sensor. Op basis van de gemeten waarde zal er meer of minder lucht in de ruimte worden geblazen. Op deze manier wordt de luchtkwaliteit voortdurend bewaakt.

#### VEELGESTELDE VRAGEN

- Een activiteit buiten de schooluren: wat nu?

Vermits het ventilatiesysteem algemeen geactiveerd wordt door een klok van het gebouwbeheersysteem dient men de gebouwbeheerder/directeur vooraf te informeren van buitenschoolse activiteiten.

- Mag ik een raam of buitendeur openzetten?

Naast het comfortventilatiesysteem beschikt de school over een aantal manueel te openen vensters die dienst kunnen doen om een tijdelijke stootventilatie uit te voeren. Door de aanwezigheid van het comfortventilatiesysteem is er normaal bij een standaard gebruik van de lokalen echter geen behoefte aan extra ventilatie en kunnen deze vensters zowel tijdens en/of na de lesactiviteiten gewoon gesloten blijven. Wil men om één of andere reden deze toch openen, bijvoorbeeld bij sterk vervuilende activiteiten, een tijdelijke zeer hoge (niet voorziene) bezettingsgraad, enz. dan is het uiteraard toegelaten. Toch

dient hierbij opgemerkt te worden dat het openen van vensters en deuren best beperkt wordt tot een strikt minimum. En dit zeker in periodes dat de verwarming aanstaat evenals in periodes wanneer de buitentemperatuur hoger is dan de binnentemperatuur.

## VERWARMING

### ALGEMEEN

Uw thermisch comfortgevoel wordt niet alleen bepaald door de luchttemperatuur in de ruimte maar ook evenveel door de temperatuur van de objecten die zich in uw omgeving bevinden (muren, vloeren, beglazing,...) . Dit is één van de redenen waarom de aanwezigheid van superisolerende beglazing (bijv. drievoudige beglazing met  $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) bijdraagt aan een hoger comfortgevoel. De dikke isolatiepakketten in de daken, muren en vloeren dragen hier eveneens toe bij. De passiefbouw maatregelen zijn dus, zoals vaak gedacht, niet alleen gericht op energiebesparing maar vooral ook op het verhogen van het gebruikerscomfort.

### SYSTEEMBESCHRIJVING

De verschillende klassen zijn uitgerust met een verwarmingssysteem dat de hygiënische ventilatielucht naverwarmd. Het wordt gevoed met warmwater dat geproduceerd wordt dmv een warmtepompinstallatie. Deze haalt haar warmte uit de bodem.

### BEDIENING

De ruimtetemperatuur wordt algemeen ingesteld via een gebouwbeheersysteem waar enkel de gebouwbeheerder/directeur toegang toe heeft. Indien u deze algemene instelling te warm of te koud vindt dan kan u via de aanwezige regelknoppen in elk gebruiklokaal de temperatuur met  $3^\circ\text{C}$  verlagen of verhogen.

### VEELGESTELDE VRAGEN

- Een activiteit buiten de schooluren: wat nu?

Vermits het verwarmingssysteem algemeen geactiveerd wordt door een klok van het gebouwbeheersysteem dient men de gebouwbeheerder/directeur vooraf te informeren van buitenschoolse activiteiten.

- Te koud na een korte (weekend) of lange (vakantie) afwezigheid?

Wanneer zich dit voordoet dient men zich te richten tot de directie/gebouwbeheerder zodat men kan onderzoeken of een eventuele fout in de componenten of sturing hiervan de oorzaak zijn.

## KOELING

### ALGEMEEN

Een energieverblindende, actieve koelinstallatie is niet aanwezig in de school. Een goed zomercomfort zal bijgevolg vooral afhangen van de mate waarin men warmtewinsten kan vermijden. Deze warmtewinsten zijn afkomstig van:

- apparaten: computers, beamers, tablets, kopieermachines, verlichting, ... zetten hun volledige elektriciteitsverbruik uiteindelijk om in warmte.
- zonnewinsten die doorheen transparante oppervlaktes (glas, koepels,...) naar binnen komen
- warmtedoorgang via niet-transparante bouwdelen (dak, muur,...) omwille van buitentemperaturen hoger dan de binnentemperatuur
- personen: elke persoon is gemiddeld ongeveer goed voor 60 tot 80W voelbare warmte)

Verder zal het zomercomfort ook bepaald worden door de thermische opslagcapaciteit van het gebouw. Zo zal een gebouw geconstrueerd met zware materialen (beton, kalkzandsteen, baksteen, ...) minder snel opwarmen dan een opbouw met lichte materialen (bv. houtskeletwanden, gyprocwanden, valse plafonds,...). Hierbij dient nog meegegeven te worden dat lokalen met een hogere plafondhoogte (iets) meer buffercapaciteit hebben en dus minder snel zullen oververhitten .

### SYSTEEMBESCHRIJVING

Op de meeste raampartijen zijn er screens voorzien die ervoor zorgen dat de zonnewinsten sterk gereduceerd worden. Het gebouw werd grotendeels opgebouwd met zware materialen waarin overdag energie kan worden opgeslagen. Voor de zomersituatie wordt de lucht aangezogen via een aardwarmtewisselaarsysteem. Dit systeem koelt de warme buitenlucht af. 's Nachts rekent men erop dat het gewone ventilatiesysteem de overtollige energie zal afvoeren via de koelere nachtlucht. ?

### BEDIENING

Als gebruiker kan u een beter zomercomfort bewerkstelligen door ervoor te zorgen dat de zonwering, in dit geval screens, zoveel mogelijk de zonnestrallen blokkeren. Bij normaal gebruik gebeurt dit volautomatisch. De screens zullen wel automatisch terug naar boven gaan bij hoge windsnelheden die de screens kunnen beschadigen. Als gebruiker ziet u er bij voorkeur op toe dat niet benodigde apparatuur volledig uitgeschakeld wordt. Zo bekomt men niet alleen een beter zomercomfort, maar zal ook het elektriciteitsverbruik in de school beperkt blijven. Over beide voorgaande aspecten dient men extra te waken nog voor zich een effectieve oververhitting voltrekt.

### VEELGESTELDE VRAGEN

- Een buitenschoolse activiteit: wat nu?

Principieel blijft de zonwering ook buiten de schooluren identiek werken zoals hierboven beschreven.

- **Te warm na een korte (weekend) of lange (vakantie) afwezigheid?**

Wanneer zich dit voordoet dient men zich te richten tot de directie/gebouwbeheerder zodat men kan onderzoeken of een eventuele fout in de componenten of sturing hiervan de oorzaak zijn.

## LICHT

### ALGEMEEN

Zowel voor het welbevinden van de gebruikers als uit het oogpunt van energiebesparing heeft men er alle voordeel bij om zoveel mogelijk gebruik te maken van natuurlijk daglicht in de ruimte. Dit kan men enerzijds doen door voldoende transparante bouwdelen te voorzien met een hoge lichttransmissiefactor (LTA-waarde), maar ook de opstellingshoogte heeft hierbij belang. Zo hebben bijv. de onderste 80cm van ramen tot op vloerniveau weinig invloed hierop. Verder zal ook de kleur van de gebruikte materialen (muren, vloeren, plafonds, meubels,...) hierop een belangrijke impact hebben. Lichte kleuren verdienen vanuit deze optiek de voorkeur. Om dit te kaderen is het belangrijk te weten dat het verlichtingsverbruik mogelijks de belangrijkste energieverbruiker wordt van een passiefschool. Omwille van deze reden en de impact op het zomercomfort zal er meestal gebruik gemaakt worden van efficiënte verlichtingsbronnen eventueel met een automatische daglichtsturing. In dit laatste geval zal het kunstlicht minder sterk gaan branden op die plaatsen waar er voldoende daglicht binnen komt. Om verblinding te voorkomen is er idealiter een interne verduistering aanwezig die het licht blokkeert maar de warmte wel (gedeeltelijk) binnenlaat.

### SYSTEEMBESCHRIJVING

De meeste klassen hebben zeer veel daglicht dankzij de grote glaspartijen waardoor het gebruik van kunstlicht beperkt kan worden. De klassen zijn uitgerust met energiezuinige LED-armaturen.

Om verblinding te voorkomen is er geen afzonderlijke binnenblindering aanwezig maar dient men gebruik te maken van de aanwezige buitenzonwering (screens).

### BEDIENING

In de klassen wordt de verlichting automatisch ingeschakeld van zodra er beweging wordt gedetecteerd. Ifv de hoeveelheid daglicht zal het kunstlicht meer of minder licht geven.

Tegen de verblinding kan men de buitenscreens per gevel manueel naar beneden laten. Op (erg) winderige dagen/momenten zal men hiervan geen gebruik kunnen maken, omdat de screens dan automatisch naar boven worden gestuurd om potentiële beschadiging te voorkomen.

### VEELGESTELDE VRAGEN

- **Een buitenschoolse activiteit: wat nu?**

Principieel blijft de verlichting en de zonwering ook buiten de schooluren identiek werken zoals hierboven beschreven.

- **Een TL-lamp of spaarlamp is gebroken: wat nu?**

Spaar- en TL-lampen bevatten kleine hoeveelheden kwik die vrij komen bij breuk, en daar moet voorzichtig mee omgesprongen worden. Volgende **voorzorgsmaatregelen** dienen dan genomen te worden:

- Ontruim zeker kinderen en zwangere vrouwen uit de ruimte waar de lamp is gebroken
- Gebruik nooit een stofzuiger om de restanten van een gebroken lamp te verwijderen. Zo verspreidt u immers de kwikdampen en het stof doorheen de kamer, en de stofzuiger kan eventueel ook vervuild worden.
- Draag rubberen handschoenen om u te beschermen tegen glasscherven.
- De kleinste brokstukken en het stof kunnen verwijderd worden met behulp van zelfklevende tape.
- Verwijder het fijnste stof met een licht vochtig stuk keukenrol.
- Doe de brokstukken in een hermetisch gesloten recipiënt (bijvoorbeeld een glazen bokaal met een metalen deksel).
- Verlucht de ruimte extra gedurende enkele uren via de eventueel aanwezige buitenramen en -deuren.



**ALGEMEEN**

Het belang van een goed onderhoudsplan is groot zowel uit het oogpunt van comfort, gezondheid, duurzaamheid en energieverbruik. De hierna opgegeven aandachtspunten hebben niet tot doel volledig te zijn maar zijn vooral punten die minder vaak gekend zijn en/of vaak uit het oog verloren worden.

**LUCHTDICHTHEID**

Tijdens het bouwproces ging er wellicht veel aandacht uit naar dit aspect o.w.v. de vooropgestelde prestatiecriteria van het gebouw. Vooral het goed/perfect sluiten van ramen en deuren durft na verloop van tijd wel eens wat achteruit te gaan vooral van veelvuldig gebruikte opengaande ramen en deuren. Daarom is het aangewezen om deze (rubberen) dichtingen periodiek te inspecteren. Bij waarneembare lekken/tocht kan het schrijnwerk desgevallend bijgesteld worden, zoniet worden de dichtingen best vervangen.

**VENTILATIE**

Indien het gebouw bestaat uit meerdere brandcompartimenteringen en er ventilatiegroepen aanwezig zijn die meerdere compartimenten bedient dan zullen er brandkleppen aanwezig zijn die wettelijk gezien periodiek getest moeten worden. Daarnaast zullen in de eerste plaats de filters regelmatig vervangen moeten worden. Mogelijks is er een signalisatiesysteem aanwezig dat aangeeft wanneer deze vervangen dienen te worden, zoniet is het aanbevolen om deze minstens 1 keer per jaar te vervangen. Ook de kanalen, de ventilatoren en het toestel zelf dienen onderhouden te worden. In onderstaande tabel vindt u indicatieve tijdsintervallen van de verschillende onderhoudsaspecten. De effectieve tijdsintervallen zijn steeds afhankelijk van de projectspecifieke omstandigheden: effectieve debieten, bedrijfstijden, buitenluchtkwaliteit,...

<b>component ventilatiesysteem</b>	<b>indicatieve reinigings-frequentie</b>	<b>indicatieve vervangings-frequentie</b>
<i>luchttoevoeropening</i>	1 jaar	
<i>filters</i>		1 jaar
<i>warmtewisselaar</i>	3 jaren	
<i>ventilatoren</i>	3 jaren	
<i>Stijve kanalen</i>	9 jaren	
<i>Flexibele kanalen</i>		9 jaren
<i>Ventielen</i>	1 jaar	

Indien er een aardwarmtewisselaar-systeem (waarbij lucht doorheen grondbuizen wordt gestuurd) aanwezig is dan is het uitermate belangrijk dat condensaat vlot wordt afgevoerd. Een regelmatige inspectie van dit aspect samen met het zuiver houden van het systeem verdient alle aandacht.

**VERWARMING**

Afhankelijk van het type brandstof en grootte van de verwarmingsinstallatie kunnen er andere wettelijke voorschriften gelden qua onderhoudstermijn. De fabrikant/installateur zal u daarover ongetwijfeld informeren. Om een goed functioneren van de installatie op lange termijn te garanderen is het belangrijk dat er naast de courant uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden ook een jaarlijks onderhoud gebeurt van het expansievat. Dit bestaat uit een voordrukmeting en de controle van de waterreserve (vuldruk). Vraag de installateur in elk geval een etiket aan te brengen waarop de correcte voordruk en de laatste controledatum wordt vermeld. Voorbeeldetiket:

<b>datum</b>	<b>p<sub>g</sub> (bar)</b>

--	--

### VERLICHTING

Na verloop van tijd komt er op de lampen en armaturen een klein stoflaagje te liggen waardoor de lichtopbrengst zal dalen. Ook de wanden van het lokaal zullen op termijn (licht) vervuild worden. Wanneer men hier geen onderhoud op uitvoert zal de lichtopbrengst na 10 jaar dalen tot ca. 50%. Bovendien zorgt stof op de lampen ervoor dat deze slechter hun warmte kunnen afgeven aan de omgeving waardoor ook de levensduur van de lampen kan dalen. Het is daarom aanbevolen om de lampen en hun armaturen jaarlijks te reinigen. Vergeet zeker ook niet de eventueel aanwezige bewegings- en daglichtsensoren te reinigen.

## Bijlage H3-01

### Berekening kosten - WTCB

PROJECT	DE ZANDE BEERNEM	DE ZANDE BEERNEM	IPFC NIJVEL	HAVENBEDRIJF GENT	POLITIEKANTOOR	HOTEL	AEROPOLIS II	PAVILJOEN	GEMIDDELDE
<b>BESTEMMING</b>	School secundair onderwijs	School secundair onderwijs	School volwassenen onderwijs	Kantoorgebouw	Kantoorgebouw	Hotel	Kantoorgebouw	Internaat + leefruimten	
<b>BRON</b>	Effectieve bouwkost na verrekening	Geraamde bouwkost	Bouwkost bij aanbesteding	Bouwkost bij aanbesteding	Geraamde bouwkost	Geraamde bouwkost	Geraamde bouwkost	Geraamde bouwkost	
<b>OPPERVLAKTE (M<sup>2</sup>)</b>	1.316,00	1.316	2.575	1.931	2.275	1.040	7.371	1.000	
<b>BOUWKOST (EUR)</b>	1.866.000,00	1.760.044,03	2.863.385,79	2.124.100	3.071.250,00	1.319.825,00	8.108.100,00	1.333.000,00	
<b>BOUWKOST (EUR/M<sup>2</sup>)</b>	1.417,933131	1.337,42	1.111,99	1.100,00	1.350,00	1.269,06	1.100,00	1.333,00	
	Kostprijs inclusief basisuitrusting praktijklokalen (o.m. leskeuken); mobiele scheidingswanden; inbouwkasten en borden		Renovatie in laag-energie-concept (57%) + nieuwbouw in Passiefhuisconcept (43%)		Hogere kostprijs koeling owv 24u-bezetting		Hoge compactheid - 6 bouwlagen		
<b>BOUWKOST REFERENTIE (EUR/M<sup>2</sup>)</b>	1.178,00	1.178,00	1.100,00	1.100,00	1.120,00	1.200,00	1.100,00	1.200,00	<b>1.147,00</b>
<b>MEERKOST TOV REFERENTIE (%)</b>	20,4	13,5	1,1	0,0	20,5	5,8	0,0	11,1	<b>9,0</b>
<b>MEERKOST TOV REFERENTIE (EUR/M<sup>2</sup>)</b>	239,93	159,42	11,99	0	230	69,06	0	133	-1.147,00

#### Conclusies

- In bovenstaande tabel worden de specifieke meerkosten voor het Passiefhuis-concept weergegeven voor een aantal niet-residentiële Passiefhuis-projecten die in België werden gerealiseerd of in ontwerpfase zitten.
- Hieruit blijkt dat de meerkost schommelt van 0% tot ca 20%.
- De gemiddelde meerkost voor de opgelijste projecten bedraagt 9% of 105 euro/m<sup>2</sup>.

Bron: Passiefhuis-Platform vzw (2006)

## Bijlage H3-02

### Overzicht kostprijzen gerealiseerde projecten in Frankfurt

TYPOLOGIE	OPLEVERING	M <sup>2</sup>	EUR/M <sup>2</sup>	FIN. NORM BIJ START WERKEN EURO/M <sup>2</sup>			% MIN/MEERPRIJS	OPMERKING
				NIET E70	E70	PASSIEF		
Basisschool Atterberry met sporthal en kinderdagverblijf	2010	8.314	1.457,00	1.193,80	1.215,90	1.428,68	122,05	
Basisschool Preungesheim met kinderdagverblijf en jeugdhuis	2007	9.680	1.110,00	1.178,19	1.200,00	1.410,00	94,21	vgl met fin.norm 2007 want pas vanaf 2007 is de E70en passief fin.norm actief
Basisschool Riedberg met kinderdagverblijf	2004	8.766	1.148,00	1.178,19	1.200,00	1.410,00	97,44	
Kinderdagverblijf 'Lichtblik'	2006	1.054	1.280,00	1.178,19	1.200,00	1.410,00	108,64	
Kinderdagverblijf Goldstein	2009	1.117	1.323,00	1.246,32	1.269,40	1.491,54	106,15	
B50 en T50 lange strasse 30-36	2010		1.286,00	1.239,57	1.262,52	1.483,46	103,75	
Sporthal voor school	2009	899	1.942,00	1.262,27	1.285,63	1.510,62	153,85	
Gemiddelde typologie basisonderwijs			1.263,60				105,70	Een kinderdagverblijf heeft een gelijke bouwfysische als programmatische typologie van basisscholen
Gewogen gemiddelde typologie basisonderwijs			1.235,65	1.185,31			104,25	
Globale gemiddelde			1.363,71				112,30	
Globale gewogen gemiddelde			1.256,94	1.187,63			105,84	

Bronnen: - Website AGION.be, tabel AGION geïndexeerde financiële norm  
 - website Frankfurt.de, Passivhausbau in Frankfurt am Main, [http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=5343481&\\_ffmpar%5B\\_id\\_inhalt%5D=5343485](http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=5343481&_ffmpar%5B_id_inhalt%5D=5343485)

## Bijlage H3-03

### duurzame maatregelen/technieken

	ANTWERPEN	ANZEGEM	ASSENEDE	BILZEN	BOCHOLT	ETTERBEEK	GROOT-BIJGAARDEN	HEUSDEN-ZOLDER	KALMTHOUT	LONDERZEEL	TURNHOUT	WUUSTWEZEL	ZANDHOVEN	ZWEVEGEM
OPPERVLAKTE (M²) (BRUTO)	3863	1772,55	2504	964 - 447	412,26 - 1054,17	1071	2 176,16	5147,25	750	4395	3560	1225	2232	1441
BOUWVOLUME (M³) (GECONDITIONEERD)	13059,46	4766,66	4049,34/4844,21	2732,3 - 1463	1413,7 - 2747	4252	6736,25	18879,36	2040,8	19586,37	11031,87	3422,06	9074,86	3186,83
VERLIESOPPERVLAK	6926,8		2206,2/2674,03		1324,27 - 1988,55	1970	2661,15	5923,27					4855	2687,1
AANTAL GEBOUWEN	1	1	2	2	2	1	2	1	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	13,92	14,09	12,71	13,34	9,99	13,08	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	7,94	0,21	3,4	2,01	0,43	0,64	1,93	0,96	0,97
E-PEIL	53	45	49/-	38	52 - 50	38	27	45	49	47	49	35	52	53
<b>ONTWERPMAATGEELEN</b>														
compactheidsgraad	2,6	2,03	2,65 - 2,19	2,11 - 1,72	1,57 - 1,72	2,2	3,16	3,39	1,93	2,67	2,46	2,3	2,53	1,71
oriëntatie gebouwen	N-Z		N-Z	noord-zuid		doordachte oriëntatie		N	N-Z (klassen)				ZO (kleuterklassen) ZW (lagere schoolklassen) NW: polyvalente zaal & refter	
compartimentering in klimaatzones														
<b>UITGEVOERDE BEREKENINGEN</b>														
dynamische simulatie	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	x (beperkt?)	x
oververhittingscoëfficiënt														
statische berekening zomercomfort														
akoestische berekeningen								x		x				
<b>BOUWMETHODE</b>														
massiefbouw	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
betonskelet								1	1				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	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				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	0,5	0,5	0,56	0,5	0,3	0,6	0,4	0,32	0,5
K-peil	21	14	20/17	14 - 15	18 - 19	16	16	16	13	12	20	13	17	17
materiaal schrijnwerk	ALU		ALU	hout/alu	hout/alu	hout	ALO	ALU	HOUT	hout/alu	ALU	alu	hout	PVC
type glas	3D		3D	3D	3D	2D/3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3	3D
<b>VENTILATIE (SYSTEEMD)</b>														
<b>1. systeem</b>														
centraal	x		x	x (1 luchtgroep per gebouw)		x	x		x	x	x	x	x	x
decentraal		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
vochtrecuperatie (warmtewiel)	x	x	x	x	nee, platenwisselaars	x	x	x	x	x	x (niet bij keukens)	x	x	x
nabevochtiging														
grondbuis									x	x		x		
<b>2. warmterecuperatie</b>														
WTW- platenwisselaar	x (sanitair)		x	x (turnzaal)	x		x (keuken)				x (dampkappen)			
WTW- warmtewiel	x	x	x	x (klassen)		x	x	x	x	x	x	x	x	x
recirculatieklep						x						?		
bypassklep	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 (VAV)	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		klassen	x
overwerkschakelaar	x		x		x	x	x		x	x	x			
zoneregeling ventilatiesturing	x		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>														
Netto-energiebehoefte verwarming (kWh/m²a)	15,23	10,85	9,25/18,86	12,52 - 10,71	16,63 - 12,296	13,92	14,09	12,71	13,34	9,99	13,08	12,96	13,93	13,22
<b>1. warmteproductie</b>														
condensatiegasketel	x		x	x	x	x	x (bestaand)		x	x	x		x	x
warmtepomp aandrijving		elektrisch						elektrisch						
warmtepompbron		lucht						lucht				water		
warmtepomp afgifte		water						water				water		

biomassa																
WKK																
<b>2. warmtedistributie</b>																
hygiënische ventilatielucht (verwarmingsbatterij)-centraal	x		x	x		x	x			x					refter, sport	x (per lokaal)
hygiënische ventilatielucht (verwarmingsbatterij)-deentraal			x (inregeling gelijkvloers)			x (per luchtgroep, luchtgroep is decentraal)	x (inregeling klassen)		VAV				x			x
oppervlakteverwarming (vloer, muur, plafond)					vloer (turnzaal)		vloer (poly zaal)									
recirculatielucht							voorzien bij opstart winterperiode									
radiatoren	x		x	x	x								x (sporthal)	x		klassen, administratie
convectoren				x									x (werkhallen)			
ribbenbuizen													x			
betonkernelactivering																
WRF (water and refrigerant flow) systeem									x							
<b>3. regelingmogelijkheden voor de gebruiker</b>																
beperkte regelschakelaar (+/-1)				x	x											
thermostatische kranen	x		x	x	x								x			
regeling per ruimte	x			x			x	x	x				x		x	x
regeling per zone		x	x	x									x			
regeling per oriëntatie	x					in feite wel via TK per klas, maar niet vanuit centrale regeling			x				x			
overtimer	x		x	x		x (per gebouw)	x	x					x			

<b>KOELING – ACTIEF / PASSIEF</b>																
Netto-energiebehoefte koeling (kWh/(m².a))	3,53	6,07	2,51/0,3	9,08 - 10,12	13,12 - 5,06	7,94	0,21	3,4	2,01	0,43	0,64	1,93	0,96	0,97		
<b>1. koudeproductie</b>																
geen/passief (buitenlucht, bodemtemp., ...)	x		x	passief freecooling	bypass					grondbuis	grondbuis	x	grondbuis	passief natuurlijke nachtkoeling		
warmtepomp aandrijving										elektrisch						
warmtepompbron										lucht				water		
warmtepomp afgifte										water				water		
<b>2. koudedistributie</b>																
mechanische nachtventilatie		x		x	x	x		x	x	x	x		x			x
hybride nachtventilatie	x		x	via luchtgroep freecooling				x				x		x		
adiabatisch koeling op ventilatie via koelbatterij	x (enkel auditorium)							x								
oppervlaktekoeling (slabkoeling, koelplafonds, koudebalken)								x (koelplafonds)								
recirculatielucht																
convectoren																
ribbenbuizen																
betonkernelactivering																
WRF (water and refrigerant flow) systeem	x (enkel auditorium)							x								

<b>ZONWERING</b>																
<b>1. systeem</b>																
intern - manueel			x	gordijnen						x						kan worden overbrugd volgens gebruik beamer
intern - automatisch												x				
extern - manueel	x (manuele overrule)		x	x						screen						screen
extern - automatisch (lichtintensiteit/wind) + regelbaar	x screens	x	x	screen				x (lamellen)	x (lamellen)		screen		x (screens)	x (screens)	x	x
zonwerende beglazing			x		x			x							x	
natuurlijke beschaduwing				deels	x (bomen, naburige gebouwen)	x		x	x							
luifel	x		x	tussenluifel	luifelwerking van uitstekende bouwdelen	x				x			x			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	

<b>SANITAIR WARM WATER</b>																
elektrische (spaar)boiler			x	x	x (10 liter bij spoelafel of uitgietsbak)	x									?	
elektrische doorstroomboiler	x (labo, lavabo EHBO, douches personeel en keuken)			x	x (douche)								x (lavabo's praktijklokalen en uitgietsbakken)		?	x
gascondensatieketel	x (voor douches leerlingen)	x	x					x (bestaand)	x (voor leskeuken)	x					?	x
zonnectoren (zonneboiler)		x													?	
circulatieleiding		x	x										x (keukens en douches)			x

<b>HERNIEUWBARE ENERGIE</b>																
zonnepanelen (PV)		x		x						x				x		mogelijk in toekomst
groene stroom																
zonneboiler		x														
windmolens																
WKK																
koolzaadolie																
biomassa (vb pellets)																
warmtepompen										lucht-water en water-water						water-water
geothermie																

<b>VERLICHTING</b>																
<b>1. berekeningen</b>																
daglichtstudie			x				x					x		x		x
lichtstudie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>2. systeem</b>																

energiezuinige lampen (A-label)			x	x	x	x		x		x	x	x		x	
efficiënte lichtarmaturen (rendement>85%)	x (in leslokalen)		x	x	x	x		x		x	x	?	59 - 100	x	
<b>3. regeling</b>															
manueel	x (technische ruimtes)		x	x	x	x		x	x (aanschakelen)	klassen	x (finschakelen)	x (technische ruimtes)		x	inschakelen
aan/afwezigheidsdetectie	x (overige ruimtes)	x	x	x (gem. ruimten)	x	x		x	x (klaslokalen)	sanitair, gang, berging	x	x		x	afwezigheidsdetectie
daglichtsensoren / daglichtsturing		x (klaslokalen)	x	x	x	x		x			x	x (rij armaturen bij ramen)		x	klassen
tijdregeling				x		x									
<b>GROENDAKEN</b>															
intensief															
semi-intensief															
extensief	x (overdekte speelplaats)		x		x	x		x				x		x	x
<b>WATERBEHEER</b>															
regenwaterrecuperatie	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x	
infiltratie/buffering regenwater	x		x	x		x		x				x	?	x	x (groendak)
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		x				x (douches, wc's)	?	x	x
<b>REGELING EN MONITORING</b>															
gebouwbeheersysteem	x	x	x	x		x		x			x	x	?	x	x
PV monitor zichtbaar		x									x		?		
dataloggers	x (referentielokaal via GBS)		x	x				x (referentielokaal in GBS)			x	x	?		x
extra monitoring ventilatie		x	x	x				x (kwartierbasis)				x (referentielokaal in GBS)	?		
extra monitoring verlichting	x (verbruik per gebouwdeel)	x	x	x				x (kwartierbasis)							
extra monitoring verwarming	x (verbruik per kring)	x	x	x				x (kwartierbasis)							
extra monitoring verkoeling		x	x					x (kwartierbasis)							
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, lichtgroep, 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
<b>AANPASSINGEN NA OPLEVERING</b>															
				extra zonnepanelen op kleine ramen	- batterijen op ventilatietoelicht geplaatst wegens klachten over te lage ventilatietemperatuur - zonwering aangepast omdat de door aannemer voorgestelde sturing niet werkte										

## 7. Referenties

### Bronnen

- Algemene folder Pilotproject Passiefscholen, Brussel: AGION (2012), [www.agion.be/pilotproject-passiefscholen](http://www.agion.be/pilotproject-passiefscholen)
- Architecture passive: stratégies, expériences et regards croisés en Belgique, ULB Architecture en.be.passive (2014)
- 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 (B.S. 2009-03-10),
- BiBa, Binnenlucht in Basisscholen, 'Onderzoek naar de luchtkwaliteit van de binnenlucht in scholen: invloed van het buitenmilieu, van ventilatie en van klasinrichting', VITO, M.Stranger, 2010
- Brochure passiefscholen, Vlaamse Overheid, Departement voor O&V, 2007
- Clean Air Low Energy, 'verkennd onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit van duurzame gebouwen: invloed van buitenmilieu en ventilatie', VITO, 2012
- D'Herdt, P. et al. (2007). Energieprestaties in Schoolgebouwen. Brussel: WTCB. Marrecau, C. & Meyers, K. (2007). Passiefscholen. Brussel: Departement Onderwijs en Vorming -Vlaamse Overheid
- Definitie bijna-energie neutrale gebouwen: actieplan Vlaams Energieagentschap, 2012,
- Advies naar ontwikkeling van specifieke energieprestatie-indicatoren voor lage- en zeer-lage-energie schoolgebouwen, Filip Descamps, december 2008
- Eindverslag 'Bilzen', Pixii, 15 maart 2016
- Eindverslag 'Etterbeek', Pixii, 29 juni 2016
- EPBD recast = Europese richtlijn 2010/31/EU voor energieprestaties in gebouwen (Energy Performance of Buildings Directive)
- Gebruikersenquête Pixii/AGION, resultaten van juni 2015, 2016 en 2017
- GGD (2008), Brochure 'De Frisse Basisschool; Samen aan de slag voor een gezonde en behaaglijke ventilatie op school', GGD, van Ginkel J., 2008
- Infoches-energie, 'De EPB-eisen vanaf 2015', Leefmilieu Brussel, BIM
- Ministerieel besluit van 04/12/2015 houdende wijziging van het ministerieel besluit van 2 april 2007 betreffende de vastlegging van de vorm en de inhoud van de EPB-aangifte en het model van het energieprestatiecertificaat bij de bouw en van het ministerieel besluit van 15 september 2009 betreffende de vaststelling van de gelijkwaardigheid van innovatieve systemen, bouwconcepten of technologieën in het kader van de energieprestatie regelgeving
- Naar een Inspirerende Leeromgeving, instrument voor duurzame scholenbouw, EVR, GO! & AGION, 2010 + 2016
- Nota: Indeling van schoolgebouwen: verduidelijking bij de regelgeving, VEA 2012
- Passive House Institute. PassRegProject. Defining the Nearly Zero Energy Building. Passive House + renewable. Darmstadt: PHI.
- PHP (2011), PHPP en het stappenplan voor een passiefschool, [www.pixii.be](http://www.pixii.be), Van Loon, 2011,
- Pilotproject Passiefscholen - Bilan 2015: 2.1.3.a Deel1: Kwaliteitsverklaring
- Publicatie Leraar 24, 04-06-2009
- Schoolgebouwenmonitor 2013 'Indicatoren voor de kwaliteit van de schoolgebouwen in Vlaanderen', Brussel, AGION, (2014).
- FM-kostenkengetallen 2016, Van de Waeter Frank, BIM Media, Den Haag
- VEA (2014) Tevredenheidsenquête EPB-verslaggevers
- VIGeZ (2015), Projectplan voor de ontwikkeling van preventiemethodieken om de binnenluchtkwaliteit op school te verbeteren in het kader van een beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking, VIGeZ, 2015
- VITO (2012), Clean Air Low Energy, 'verkennd onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit van duurzame gebouwen: invloed van buitenmilieu en ventilatie', VITO, 2012
- Vlaams Parlement (2007), ontwerp van decreet betreffende energieprestaties in scholen, Brussel: Vlaams Parlement
- 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)."
- [www.bestuurszaken.be/overheidsopdrachten](http://www.bestuurszaken.be/overheidsopdrachten)
- [www.bouw-energie.be/theorie](http://www.bouw-energie.be/theorie)
- [www.ecopolisvlaanderen.be](http://www.ecopolisvlaanderen.be)
- [www.energiesparen.be/epb/prof/luchtdichtheid](http://www.energiesparen.be/epb/prof/luchtdichtheid) , 2015
- [www.leefmilieu.brussels](http://www.leefmilieu.brussels)
- [www.nibe.info](http://www.nibe.info)
- [www.pixii.be](http://www.pixii.be)
- zie bijlage 8 bij het MB van 2 april 2007
- zie Bijlage B.2 bij Bijlage VI bij het Energiebesluit, Bijlage VI: Bijlage B.2 + paragraaf 5.5.3.1



## Schoolbezoeken

Tabel H8-01. Overzicht schoolbezoeken

PROJECT	STARTOVERLEG / ADVIESGESPREK VOORONTWERP	WERFBEZOEK BIJ PLAATSING ISOLATIE/SCHRIJNWERK	WERFBEZOEK INSTALLATIES + BLOWERDOORTEST	CONTROLE NA 1 JAAR - EVALUATIE GEBRUIKSCOMFORT	CONTROLE NA 2 JAAR - EVALUATIE GEBRUIKSCOMFORT
Antwerpen	2012	2015	2015		
Anzegem	2011	2013	2016	2016	2016
Assenede	2012	2015	2016	2017	
Bilzen	2011	2012	2013	2014	2016
Bocholt	2011	2012	2012	2014	2016
Dilsen-Stokkem	2011	2014	2016	2016	
Etterbeek	2011	2012	2012	2014	2016
Groot-Bijgaarden	2011	2014	2016	2016	2017
Heusden-Zolder	2011	2013	2015		2017
Kalmthout	2011	2013	2014		2016
Kruishoutem	2011	2012		2014	
Londerzeel	2012	2013	2014		2016
Mortsel	2012	2016			
Oudenaarde	2012	2016			
Turnhout	2012	2015	2016	2017	
Waregem	2012	2015	2016	2017	
Wuustwezel	2011	2012	2013	2014	2016
Zandhoven	2012	2015	2015		
Zwevegem	2011	2012	2013	2014	2016

