



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland



# 07 De Brede School te Jirnsom

*Monitoring energie, binnenklimaat en gebruikerstevredenheid*

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief  
en Internationaal Ondernemen*

## Voor u ligt de monitoringsrapportage van de Brede School te Jirnsum

In deze rapportage leest u de bevindingen van één jaar monitoren van het energiegebruik, de ervaringen van de gebruikers, de wijze waarop de installaties zijn ingeregeld en hoe het beheer van het gebouw is geregeld. Naast de monitoringsgegevens vindt u ook aanbevelingen ter verbetering.

Deze rapportage is onderdeel van een reeks van negen rapporten die zijn opgesteld na een jaar lang monitoren van acht (zeer) energiezuinige scholen en één energieleverend schoolgebouw. Van elk rapport wordt een samenvatting gepubliceerd:

**01 MFC De Tredder te Westergeest levert per saldo zonnestroom op**

November 2015

**02 BS Het Klaverblad te Amsterdam is fris en potentieel zeer zuinig**

December 2015

**03 Het Focus-Huygens College te Heerhugowaard compact en zuinig gebouwd**

December 2015

**04 OBS De Wilgenstam te Schiebroek uit jaren '50 ingrijpend verduurzaamd**

December 2015

**05 Plein Oost te Haarlem is licht, fris en energieneutraal**

Februari 2016

**06 BS Houthaven te Amsterdam**

Verwacht september 2016

**07 De Brede School te Jirnsum**

Juli 2016

**08 MKC Zeeburgereiland te Amsterdam is ontworpen op de groei**

April 2016

**09 MFA Hart van Oijen te Oss**

Verwacht zomer 2016

# Managementsamenvatting

---

## Achtergrond

Het gebouw en de installaties van de Brede school te Jirnsrum zijn gedurende 4 seizoenen gemonitord om inzicht te krijgen in het werkelijk energiegebruik en binnenklimaat. Deze rapportage beschrijft de resultaten.

## Omschrijving gebouw en installaties

De Brede School te Jirnsrum met een vloeroppervlak van 1.650 m<sup>2</sup> betreft een zeer goed geïsoleerd en kierdicht gebouw, dat voldoet aan de eisen van passiefbouw. Het gebouw heeft geen actieve koeling maar maakt gebruik van een passief grondbuissysteem met twee sets van elk 4 buizen van negentig meter lengte. De verse lucht wordt door het systeem 's zomers licht gekoeld en 's winters voorverwarmd. Warmte wordt geleverd door twee HR107-ketels die hun warmte afgeven aan de luchtbehandelingskast. Elektrische boilers leveren het warm tapwater voor de school terwijl het warm tapwater voor de gymzaal wordt opgewekt door een derde HR107-ketel met een voorraadvat.

De gebalanceerde ventilatie van het gebouw heeft naast genoemd grondbuizensysteem warmteterugwinning door middel van warmtwielen. De Brede School betreft één van de eerste projecten in Nederland waar de BaOpt techniek is toegepast. Het systeem presteert door een overdruk te creëren via een 2-kanaals luchttoevoersysteem. De klimaatinstallaties kunnen beheerd worden door een gebouwbeheersysteem. Het gebouw heeft energiezuinige T5 verlichting, voorzien van daglichtregeling.

## Functioneren en beheer

Het gebouw en de meeste installatieonderdelen functioneren naar verwachting. De volgende zaken vielen op:

- Er is geen energieregistratie aanwezig.
- Er is in verhouding veel gas verbruikt.
- Er is bij de uitwerking van het ontwerp van de Brede school een aantal keuzes gemaakt die een negatief effect hebben op het goed functioneren van het geïnstalleerde ventilatiesysteem.
- Het binnenklimaat blijkt lastig in te regelen. Het was vaak of te warm of te koud. Dit lijkt te worden veroorzaakt door onder meer de vele na-regelunits in het gebouw die elkaar tegenwerken en door een probleem met de grondbuizen. Deze hebben een periode onder water gestaan, waardoor er minder lucht werd aangevoerd, waarbij deze lucht bovendien extreem vochtig moet zijn geweest.
- Er zijn in de lokalen klachten met betrekking tot te koude inblaaslucht. Dit lijkt voornamelijk verband te houden met de positionering van het inblaasrooster.

## Binnenklimaat

Tabel 0.1 geeft inzicht in het verschil tussen de ontwerpuitgangspunten en het werkelijke binnenklimaat. Hierbij is de klassenindeling van het Programma van Eisen Frisse Scholen gehanteerd, zie bijlage 5.

Tabel 0.1: Ontwerpuitgangspunten Frisse Scholen

Onderwerp	Frisse Scholen		Opmerkingen
	Ontwerp	Werkelijk	
Luchtkwaliteit	B	B	Beoordeeld op basis van huidige ventilatiecapaciteit + CO <sub>2</sub> metingen.
Thermisch Comfort	NVT*	C Geen klassering behaald	De temperatuur is over de seizoenen dermate hoog of laag dat de laagste klasse (klasse C Frisse Scholen) in een deel van de lokalen niet altijd wordt behaald.
Akoestisch Comfort	NVT*	B	Beoordeeld voor installatiegeluid
Visueel Comfort	NVT*	B	Beoordeeld voor lichtniveau

\* Er zijn geen ontwerpuitgangspunten Frisse Scholen gehanteerd en aanzien van thermisch-, akoestisch- en visueel comfort. Voor vergelijking met andere projecten is de werkelijk aanwezige situatie wel beoordeeld.

## Gebruikerservaring

Tabel 0.2 beschrijft, per seizoen, hoe gebruikers het binnenklimaat ervaren.

Tabel 0.2: Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	5	7.13	6.78	6.1
Hoofdindex	5.2	7.5	6.4	6.9
Binnenluchtkwaliteit	(B) 6.6	(A) 8.4	(C) 6.2	(B) 6.9
Thermisch binnenklimaat	(D) 4.6	(A) 8.7	(C) 5.1	(C) 5.4
Geluid & Akoestiek	(C) 5.0	(C) 5.7	(C) 5.7	(C) 6.3
Licht & Uitzicht	(D) 3.3	(B) 7.3	(A) 10	(A) 10

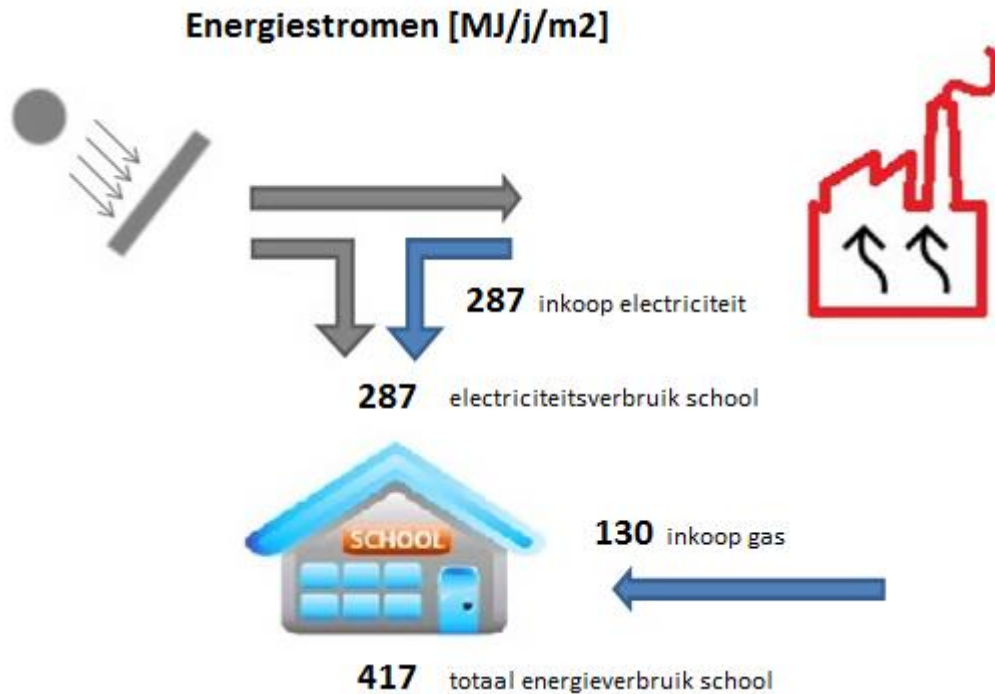
De volgende analyses zijn gemaakt met betrekking tot het binnenklimaat.

Tabel 0.3: Analyse en conclusie binnenklimaat

Analyse en conclusie binnenklimaat	
Luchtkwaliteit	Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse B Frisse School. Er is sprake van een geïnstalleerd ventilatiesysteem klasse B. Op basis van CO <sub>2</sub> -metingen wordt ook klasse B behaald.
Thermisch Comfort winter	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er klachten met betrekking tot het thermisch comfort. De laagste klasse (klasse C Frisse Scholen) wordt niet altijd behaald. Wenselijk is minimaal een klasse C.
Thermisch Comfort zomer	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er klachten met betrekking tot het thermisch comfort. Op basis van de metingen wordt de laagste klasse (klasse C Frisse Scholen) niet behaald. Wenselijk is minimaal een klasse C.
Akoestisch Comfort	Geluid afkomstig van installaties voldoet aan klasse B. Het akoestisch comfort tussen de lokalen wordt in de praktijk als slecht ervaren. Het is erg gehorig.
Visueel Comfort	Er is een Frisse Scholen klasse B verlichtingsinstallatie aanwezig 500 LUX. Het visueel comfort is volgens de gebruikers voldoende wat betreft de geïnstalleerde verlichting.
Relatieve vochtigheid	De luchtvochtigheid is normaal.

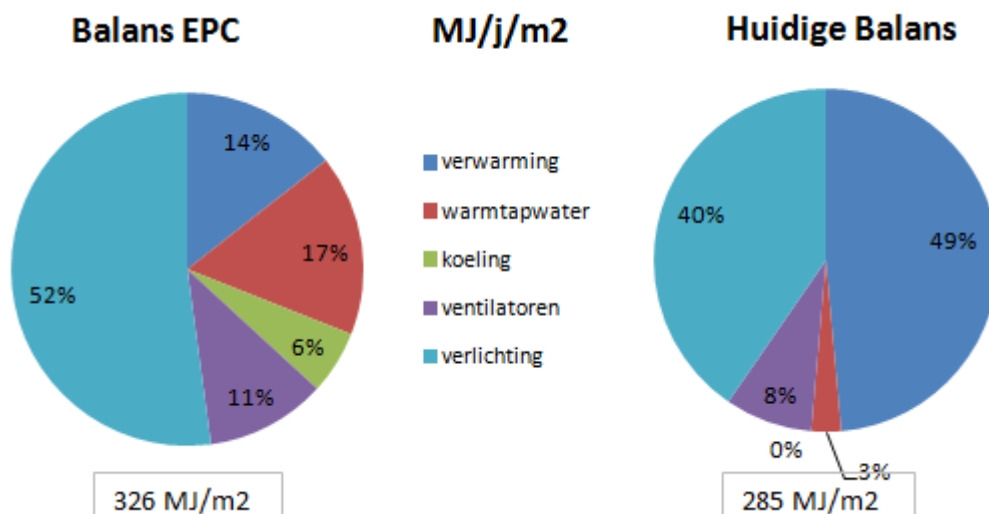
## Energiehuishouding

Deze paragraaf geeft inzicht in de energiestromen in het pand over 2015. Visueel wordt dit weergegeven in de onderstaande afbeelding. De energiestromen worden weergegeven per m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak om scholen onderling te kunnen vergelijken.



Voor de Brede school is een EPC berekening opgesteld. Hieruit volgt tevens een gebouwgebonden energiebalans (exclusief apparatuur). Deze balans wordt in figuur 0.2 vergeleken met de werkelijke huidige (2015) energiebalans.

Figuur 0.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Het werkelijke energieverbruik is lager dan conform de EPC berekening verwacht wordt. Dit komt onder meer door het ontbreken van actieve koeling waar in de EPC wel rekening mee is gehouden. Daarnaast is het aandeel verlichting lager dan aangenomen. Het werkelijk warm tapwaterverbruik is veel lager dan vooraf aangenomen. Op scholen wordt veelal minder gedoucht dan bij een EPC berekening wordt aangehouden. Het aandeel verwarming is daarentegen veel hoger. Bekend is dat het gemiddeld erg warm in de school is geweest. Bij een constanter en lager temperatuurniveau zal het aandeel verwarming significant lager zijn. Er wordt daarnaast gebruik gemaakt van veel naregelunits die zich door veel openstaande deuren en aanwezige kieren indirect tegen blijken te werken. Er wordt zodoende gelijktijdig verwarmd en gekoeld. Dit heeft een hoger gasverbruik tot gevolg.

## Aanbevelingen beheer en redesign

### Instellingen / Software

De kloktijden van de gymzaal zijn erg ruim. Aanbevolen wordt om deze tijden kritisch te bekijken.

### Gebouw beheerssysteem

Er is geen sprake van een actieve storingsmelding.

Geadviseerd wordt om actief te monitoren en actieve storingsmeldingen te gaan toepassen. Dit kan zowel binnen het gebouw door de gebruiker die als eerste signaleert. Of door een melding naar "buiten" naar de installateur.

### Beheer

Gezien de (on)beheersbaarheid van de temperatuur in de school wordt een actieve rol van de installateur samen met de gebouwbeheerder en de gebruiker geadviseerd.

### Het BaOpt regelsysteem, ventilatie en verwarming

Om de beheersbaarheid van de temperatuur in het gebouw te verbeteren en ook het energieverbruik te verlagen worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Verminder de invloed van de na-regelunits van 1.5 naar maximaal 0.5 graden. Er zal zodoende minder sprake zijn van tegenwerking tussen verschillende ruimtes ten aanzien van koelen en verwarmen. Dit heeft een positief effect op het gasverbruik. Dit heeft ook een positief effect op de beheersbaarheid van het binnenklimaat.
- Regel het setpoint van de binnentemperatuur per stookseizoen om zowel koude klachten als warmte klachten tegen te gaan.
- Stel een ECO stand in waarbij de ketels geen warmte meer leveren bij een buitentemperatuur hoger dan 19 of 20 graden. Gezien de hoge interne warmtelast in het gebouw is aanwarming bij 20 graden buitentemperatuur niet nodig. In de praktijk is er al snel sprake van een koelvraag. Per ongeluk aanwarmen terwijl er eigenlijk een koelvraag is, wordt daardoor sterk verminderd. Dit heeft een positief effect op het gasverbruik.
- Bekijk de mogelijkheid om de inblaasroosters te verplaatsen zodat de gebruiker geen hinder meer ondervindt van tocht en koude klachten.
- Geopperd is om niet meer door middel van het 2-kanaals toevoersysteem te ventileren. Het alternatief is dan om met beide kanalen met hetzelfde temperatuurtraject te ventileren. Dit lijkt een positief effect te hebben op de beheersbaarheid van de temperatuur in het gehele pand. Dit heeft in beginsel geen grote invloed op het BaOpt effect. De ruimtes kunnen dan niet meer goed op een gewenst niveau worden nageregeld. De verwachting is echter dat met behulp van een ECO functie, vermindering van de invloed van de na-regelunits en een wijziging in het setpoint in het stookseizoen, de beheersbaarheid wordt verbeterd en energieverspilling wordt tegengegaan.

# Inhoudsopgave

<b>MANAGEMENTSAMENVATTING.....</b>	<b>2</b>
ACHTERGROND.....	2
OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES .....	2
FUNCTIONEREN EN BEHEER .....	2
BINNENKLIMAAT .....	3
GEBRUIKERSERVARING .....	3
AANBEVELINGEN BEHEER EN REDESIGN .....	5
INHOUDSOPGAVE.....	6
<b>INLEIDING .....</b>	<b>8</b>
<b>1 OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES .....</b>	<b>9</b>
1.1 ALGEMEEN .....	9
1.2 BOUWKUNDIG.....	10
1.3 VERWARMING.....	10
1.4 TAPWATER.....	10
1.5 GBS EN BEMETERING.....	11
1.6 KOELING.....	12
1.7 VENTILATIE .....	12
1.8 VERLICHTING.....	13
1.9 ZON EN LICHTWERING .....	13
1.10 ZONNEPANELEN .....	13
<b>2 FUNCTIONEREN EN BEHEER.....</b>	<b>14</b>
2.1 BOUWKUNDIG.....	14
2.2 ENERGIEBEMETERING.....	14
2.3 GEBOUWBEHEERSYSTEEM (GBS) .....	14
2.4 VERWARMING .....	14
2.5 VENTILATIE .....	15
2.6 KOELING.....	15
2.7 VERLICHTING.....	15
2.8 ZON EN LICHTWERING .....	15
2.9 ZONNEPANELEN .....	15
2.10 INSTALLATEUR/TOEZICHT INSTALLATIE .....	15
2.11 HET BAOPT REGELSYSTEEM VOOR VENTILATIE EN VERWARMING.....	16
2.11.1 <i>Energieverbruik</i> .....	16
2.11.2 <i>Rookproef</i> .....	17
2.11.3 <i>Regeling</i> .....	18
2.11.4 <i>Conclusies</i> .....	18
<b>3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN.....</b>	<b>19</b>
3.1 BOUWBESLUIT.....	19
3.1.1 <i>Ventilatie</i> .....	19
3.1.2 <i>Verlichting</i> .....	19
3.2 FRISSE SCHOLEN .....	19
<b>4 BINNENKLIMAATMETINGEN EN TOETSING ONTWERP.....</b>	<b>20</b>
4.1 LUCHTKWALITEIT (VENTILATIE).....	20
4.1.1 <i>Omschrijving van de meting</i> .....	20
4.1.2 <i>Aanwezige voorzieningen / Meetresultaten</i> .....	20
4.1.3 <i>Toetsing aan ontwerpuitgangspunten</i> .....	21
4.2 THERMISCH COMFORT.....	22
4.2.1 <i>Omschrijving van de meting</i> .....	22

4.2.2	<i>Meetresultaten</i> .....	22
4.2.3	<i>Toetsing aan ontwerpuitgangspunten</i> .....	22
4.3	AKOESTISCH COMFORT (GELUID) .....	22
4.3.1	<i>Omschrijving van de meting</i> .....	22
4.3.2	<i>Meetresultaten</i> .....	22
4.3.3	<i>Toetsing aan ontwerpuitgangspunten</i> .....	22
4.4	VISUEEL COMFORT (VERLICHTING).....	23
4.4.1	<i>Omschrijving van de meting</i> .....	23
4.4.2	<i>Meetresultaten</i> .....	23
4.4.3	<i>Toetsing aan ontwerpuitgangspunten</i> .....	23
4.5	RELATIEVE VOCHTIGHEID (PER SEIZOEN).....	23
4.5.1	<i>Omschrijving van de meting</i> .....	23
4.5.2	<i>Meetresultaten</i> .....	23
4.5.3	<i>Toetsing aan ontwerpuitgangspunten</i> .....	23
4.6	CONCLUSIE ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN HUIDIGE SITUATIE .....	24
<b>5</b>	<b>GEBRUIKERSERVARING</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>ENERGIEHUISHOUDING</b> .....	<b>26</b>
6.1	INGEKOCHE ENERGIE .....	26
6.1.1	<i>Ingekochte elektra</i> .....	26
6.1.2	<i>Ingekochte Gas</i> .....	26
6.2	OVERZICHT ALLE ENERGIESTROMEN .....	27
<b>7</b>	<b>BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK / PRESTATIES</b> .....	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>ENERGIEBALANS</b> .....	<b>29</b>
8.1	ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK.....	29
8.2	ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN VERBRUIK EN APPARATUUR .....	30
<b>9</b>	<b>ANALYSE EN CONCLUSIES BINNENKLIMAAT EN ENERGIE</b> .....	<b>31</b>
9.1	BINNENKLIMAAT .....	31
9.2	ENERGIE .....	32
9.2.1	<i>Energiegebruik in relatie tot verwachting</i> .....	32
9.2.2	<i>Verbruiksposten</i> .....	32
<b>10</b>	<b>AANBEVELINGEN BEHEER</b> .....	<b>33</b>
10.1	GEBOUWBEHEERSYSTEEM .....	33
	<i>Instellingen / Software</i> .....	33
10.2	BEHEER EN ONDERHOUD.....	33
10.2.1	<i>Gebouw beheerssysteem</i> .....	33
10.2.2	<i>Beheer</i> .....	33
<b>11</b>	<b>AANBEVELINGEN REDESIGN</b> .....	<b>34</b>
11.1	BAOPT VENTILATIESYSTEEM .....	34
	<b>BIJLAGE 1: ABCD TOOL</b> .....	<b>35</b>
	<b>BIJLAGE 2: REPRESENTATIEVE CO2 METING</b> .....	<b>37</b>
	<b>BIJLAGE 3: REPRESENTATIEVE TEMPERATUURMETING</b> .....	<b>38</b>
	<b>BIJLAGE 4: REPRESENTATIEVE METING RELATIEVE VOCHTIGHEID</b> .....	<b>39</b>
	<b>BIJLAGE 5: PVE FRISSE SCHOLEN</b> .....	<b>40</b>
	<b>BIJLAGE 6: BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK</b> .....	<b>41</b>



## Inleiding

---

In 2020 moet alle nieuwbouw in Nederland bijna energieneutraal zijn. Dit is vastgelegd in de Europese Richtlijn voor energiebesparing in gebouwen (EPBD) uit 2010. Om de sector te stimuleren in de benodigde opgave schreef het toenmalige Ministerie van VROM-WWI (nu BZK) reeds in 2009 een tenderregeling uit voor zeer energiezuinige scholen en kantoren: het Unieke Kansen Programma “Naar Energieneutrale Scholen en Kantoren”, kortweg NESK. Doel van dit programma is te leren van ervaringen – technisch, procesmatig en financieel – met verdergaand energiezuinig bouwen. Om inzicht te krijgen in de prestaties van het gebouw, de installaties, comfort beleving en energieverbruik na oplevering, heeft Enerdecop opdracht gekregen om de scholen een jaar te monitoren.

De Brede School te Jirnsum is niet gebouwd met subsidie uit het NESK traject. Gezien het bijzondere karakter en beoogde ambitie is de school toegevoegd aan de monitoring.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de monitoring die heeft plaatsgevonden bij De Brede School te Jirnsum.

# 1 Omschrijving gebouw en installaties

## 1.1 Algemeen

De Brede School in Jirnsum is sinds augustus 2013 officieel in gebruik. Het bruto oppervlak beslaat 1.650m<sup>2</sup>. In het gebouw bevinden zich twee basisscholen, It Tredde Ste en rkbs Sint Radboud. Daarnaast is er een gymzaal aanwezig en een kinderopvang.



## 1.2 Bouwkundig

Het gebouw is uitstekend geïsoleerd waarbij een  $R_c$  waarde van 6.5 tot 7.7  $m^2K/W$  is aangehouden. In de kozijnen is triple glas geplaatst. Het dak is daarnaast voorzien van sedum-dakbedekking.

De luchtdichtheid van het gebouw voldoet aan Passiefbouw.

## 1.3 Verwarming

Er zijn twee HR107 ketels van het merk Intergas opgesteld. Deze geven hun warmte af aan de drie luchtbehandelingsecties, twee voor de twee scholen en één voor de gymzaal. De all-air verwarming wordt geregeld met het BaOpt systeem, zie paragraaf 2.11.



HR107 ketels van Intergas

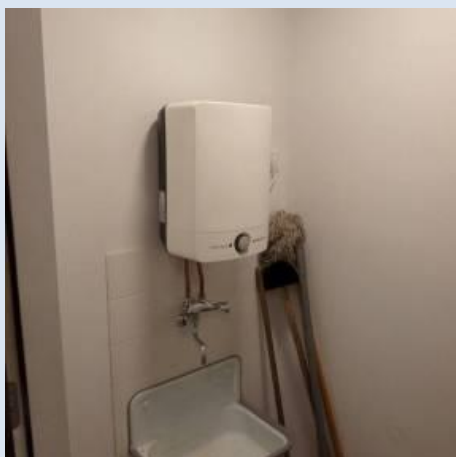


Na regelunit

Elke ruimte kan worden nageregeld met maximaal +1.5 of -1.5 graden.

## 1.4 Tapwater

Tapwater ten behoeve van de school geschiedt door elektrische boilers. Tapwater voor de douches van de gymzaal wordt opgewekt door de HR107 ketel die warmte afgeeft aan een buffervat. Hierop is een circulatieleiding aangesloten.



Elektrische boilers

## 1.5 GBS en bemetering

Het gebouwbeheersysteem (GBS) is van het merk Kieback en Peter. Hoewel het in principe alleen een meet- en regelsysteem betreft wordt in dit rapport de term GBS gebruikt. Via dit GBS is de gehele installatie in te zien en te regelen. Het GBS is daarnaast op afstand via de webbrowser eenvoudig te bedienen. Gelogde meetwaarden kunnen worden geëxporteerd.

Voor het bemeten van het elektraverbruik is er een kleinverbruik elektrameter aanwezig. Er is vanwege de kleinverbruik meter geen mogelijkheid tot realtime online uitlezing via de netwerkbeheerder. Er zijn enkele tussenmeters aanwezig die de gymzaal, de twee scholen en de gemeenschappelijk ruimte bemeten.

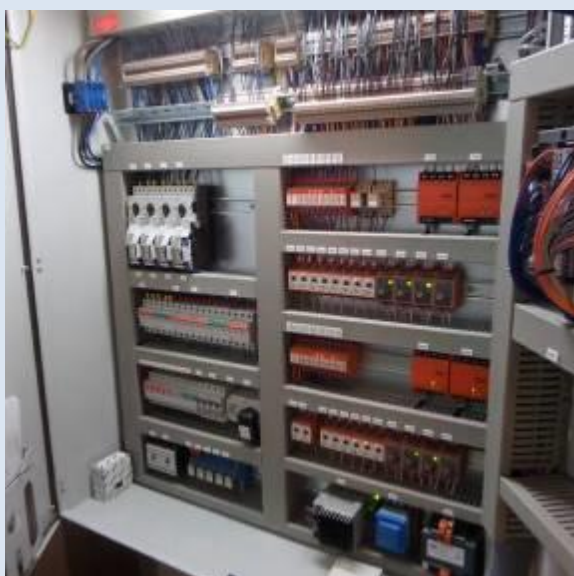
Voor het meten van gas is er een G6 meter aanwezig.



Kleinverbruik aansluiting



Gasmeter



Regelkast



Kieback and Peter GBS

## 1.6 Koeling

Er is een passief koelsysteem aanwezig in de vorm van een grondbuissysteem. Dit bestaat uit twee sets van elk vier grondbuizen van 90 meter lengte. In de grond heerst een stabiele temperatuur van zo'n twaalf graden. Zomers koelt het grondbuissysteem de aangezogen lucht ondergronds af; in de winter warmt de grond de lucht juist op. De ingeblazen lucht is zomers tot 4 graden koeler dan de buitenlucht.



Eén van de twee aanzuigroosters van het grondbuissysteem

## 1.7 Ventilatie

De school heeft gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning door middel van een warmtewiel. De Brede school is één van de eerste projecten in Nederland waarbij het BaOpt ventilatiesysteem is toegepast. BaOpt onderscheidt zich van conventionele klimaatregeltechnieken doordat de ventilatie niet door een gerichte luchtstroom plaats vindt, maar door een steeds wisselende inbreng die continue vermenging van de toegevoerde lucht met de binnenlucht veroorzaakt. Het systeem presteert door een overdruk te creëren via een 2-kanaals toevoersysteem. Het BaOpt regelsysteem kopieert daarbij een natuurlijk proces waarbij door luchtdrukverschillen de lucht op een “chaotische” wijze gelijkmatig wordt verdeeld in de ruimte. Door deze bijzondere inblaastechniek ontstaat er een soort van klimaatdeken in het gebouw.

Hiervoor staan een tweetal luchtbehandelingsecties opgesteld met elk twee luchtbehandelingkasten die elk een van de twee scholen ventileren. Bijzonder aan het systeem is dat er voor de aanvoer van lucht een tweekanaal systeem aanwezig is waarbij het ene kanaal 1/3<sup>de</sup> van de luchthoeveelheid kan aanvoeren en de andere 2/3<sup>de</sup> van de luchthoeveelheid. Het regelsysteem bepaalt zelf welk van de kanalen wordt gebruikt. De kanalen kunnen onafhankelijk van elkaar koelen of verwarmen.

Het maximaal aanwezige ventilatie debiet voor de lokalen van de basisscholen is 7.160 m<sup>3</sup>/h. Het ontwerp debiet is 3.580 m<sup>3</sup>/h. Per ruimte is er sprake van één aanvoerrooster waarop de 1/3<sup>de</sup> en 2/3<sup>de</sup> inblaaskanalen zijn aangesloten en één afzuigrooster.

De luchtbehandelingsinstallatie heeft een overcapaciteit waarvan geen gebruik wordt gemaakt vanwege het hogere installatiegeluid.

De gymzaal wordt niet volgens het BaOpt regelsysteem geventileerd maar conventioneel. Hiervoor zijn twee luchtbehandelingskasten opgesteld met een totaal ventilatiedebiet van 2.910 m<sup>3</sup>/h.



Luchtbehandelingskast 2/3<sup>de</sup> Sint Radboudschool



Luchtbehandelingskast 2/3<sup>de</sup> Sint Radboudschool

## 1.8 Verlichting

In de school zijn voornamelijk T5 verlichtingsarmaturen geïnstalleerd. Deze zijn voor een groot deel voorzien van daglichtregeling. In de gangen hangen LED armaturen. Het gemiddeld opgesteld vermogen is 8.6 Watt/m<sup>2</sup>.



Verlichting lokalen



Verlichting lokalen

## 1.9 Zon en lichtwering

Er is zonwering door screens die automatisch worden aangestuurd en handmatig kunnen worden overruled. Er is geen lichtwering aan de binnenzijde.

## 1.10 Zonnepanelen

Er zijn geen zonnepanelen aanwezig.

## 2 Functioneren en Beheer

---

Het functioneren van de gebouwinstallaties en een bouwkundig correct uitgevoerde bouw heeft grote invloed op het energieverbruik en binnenklimaat. Alleen bij goed functioneren van de installaties zullen verwachte “energie en binnenklimaat” resultaten worden behaald. De volgende paragrafen geeft inzicht in deze onderwerpen voor de Brede School te Jirnsum.

### 2.1 Bouwkundig

De kwaliteit van de bouwkundige constructies is niet getoetst. Er is geen aanleiding (o.a. op basis nulmeting en enquête) om eventuele bouwkundige problemen nader te onderzoeken.

### 2.2 Energiebemetering

Gas wordt gemeten met een G6 meter. Deze wordt handmatig afgelezen. De bemetering is niet gekoppeld aan het gebouw beheersysteem.

### 2.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

#### Algemeen

Het GBS is lokaal en extern uit te lezen. Extern kan worden ingelogd via een VPN verbinding. De log bestanden zijn eenvoudig te exporteren. Interpretatie van de gegevens is echter uiterst omslachtig. Er worden geen storingsmeldingen naar buiten afgegeven. Zo heeft de nachtventilatie ten tijde van de monitoring in de zomermaanden niet gefunctioneerd.

#### Instellingen

De LBK voor de gymzaal heeft ruime kloktijden van 8:00 tot 22:00 uur.  
De LBK's voor de scholen heeft kortere kloktijden van 7:30 tot 16:00 uur.

#### BaOpt Regelsysteem

Er wordt binnen de school gebruik gemaakt van het BaOpt ventilatiesysteem. Niet alle instellingen kunnen eenvoudig worden aangepast omdat deze worden afgeschermd. Er kan ook geen stooklijn worden ingesteld. Het regelsysteem bepaalt deze zelf. Er is geen sprake van een ECO functie waarbij een bepaalde buitentemperatuur de ketels uit worden geschakeld.

Zie ook paragraaf 2.11 waarbij wordt ingegaan op BaOpt ventilatiesysteem zoals deze is geïnstalleerd bij de Brede School.

### 2.4 Verwarming

De HR107 ketels werken correct. Het lijkt echter lastig om de juiste instellingen in het GBS te vinden. Het was vaak (veel) te koud of (veel) te warm.

Zie ook paragraaf 2.11 waarbij wordt ingegaan op het BaOpt ventilatiesysteem zoals deze is geïnstalleerd bij de Brede School.

## 2.5 Ventilatie

De ventilatie functioneert in beginsel correct. Ondanks dat gebruikers soms aangeven dat er te weinig verversing van lucht aanwezig zou zijn, geven de meetresultaten wat betreft CO<sub>2</sub> niveau dit beeld niet weer. Op basis van de geïnstalleerde ventilatiecapaciteit is er ook voldoende capaciteit aanwezig. Ten aanzien van het PvE Frisse Scholen zijn de lokalen voorzien van een klasse B of C ventilatie.

Zie ook paragraaf 2.11 waarbij wordt ingegaan op BaOpt ventilatiesysteem zoals deze is geïnstalleerd bij de Brede School.

## 2.6 Koeling

Het grondbuissysteem is voor een lange periode bemeten. Op basis van deze meting is te zien dat de aanzuig temperatuur lager ligt dan de actuele buitenlucht temperatuur. In de warme maanden ligt de aanzuig temperatuur tot 4 graden lager. Op basis van deze metingen kan geconcludeerd worden dat een grondbuissysteem een positief effect heeft op de temperatuur van de aangezogen lucht. Tot een bepaalde hoogte kan er gebruik gemaakt worden van een koelere aanvoerlucht dan de actuele buitentemperatuur. Vooral op warme dagen kan dit van nut zijn.

De grondbuis bleek niet waterdicht te zijn en is door een kapotte dompelpomp tijdelijk volgelopen met water. Hierdoor was de toevoer van verse lucht waarschijnlijk onvoldoende. Bovendien was deze lucht erg vochtig. Dit is inmiddels opgelost.

## 2.7 Verlichting

De verlichting werkt correct.

## 2.8 Zon en lichtwering

De automatische zonwering is door de gebruiker te overrulen. De zonwering wil soms pendelen waarbij deze te snel opvolgend zakt en omhoog gaat. Dit wordt als storend ervaren.

## 2.9 Zonnepanelen

Er zijn geen zonnepanelen aanwezig.

## 2.10 Installateur/toezicht installatie

Vanaf oplevering is er sprake van onderhoud op basis van een onderhoudscontract met de installateur die de installaties ook heeft aangelegd. Vanwege strubbelingen is er voor gekozen om medio 2016 naar een andere installateur over te stappen.



## 2.11 Het BaOpt regelsysteem voor ventilatie en verwarming

De regel- installatie van de school was één van de eerste projecten in Nederland die volgens het BaOpt systeem is ontworpen. Men zou dus kunnen spreken van een BaOpt versie NL 1.0. Ten tijde van de monitoring vielen er een aantal zaken op en bleken er klachten te bestaan met betrekking tot de aanwezige installatie. De volgende punten geven een opsomming.

- De gebruikers gaven aan dat er regelmatig (te) koude lucht ingeblazen werd. Deze werd als hinderlijk ervaren.
- De temperatuur fluctueerde binnen de school. Het was vaak of te warm of te koud.
- Er werd met een hoge stooklijn verwarmd bij een buiten temperatuur van boven 21 graden.
- Het gasverbruik voor verwarming is veel hoger dan verwacht.

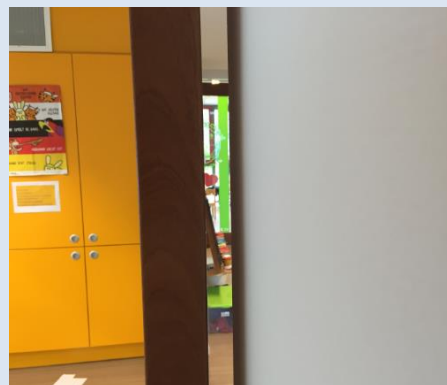
### 2.11.1 Energieverbruik

De ventilatoren van de installatie voor verwarming en ventilatie verbruiken weinig elektriciteit. Dit is door de vraaggestuurde regeling conform verwachting. Ten opzichte van de EPC berekening ligt het daadwerkelijk elektraverbruik nog iets lager.

Het gasverbruik in het gebouw is ongeveer 2.5 keer hoger dan op basis van de EPC berekening verwacht werd, namelijk een daadwerkelijk verbruik van 138 MJ/m<sup>2</sup>/Jaar in vergelijking tot een verwachte 47 MJ/m<sup>2</sup>/jaar. Het gebouw is zeer goed geïsoleerd, daarnaast voldoet de luchtdichtheid aan de eisen van Passiefbouw. Het uiteindelijk gasverbruik heeft in de praktijk onder meer met (temperatuur) instellingen en gebruikstijden van het gebouw te maken. De berekende 47 MJ/m<sup>2</sup>/jaar zou in de praktijk mogelijk moeten zijn. Een energieverbruik ten behoeve van verwarming van 2.5 maal zo hoog lijkt niet nodig. Er lijkt energie verspild te worden.

Het is in de school te warm geweest tijdens maanden waarin dit niet wordt verwacht. Bijvoorbeeld begin herfst en begin lente. Ook is gemeten dat er soms een ruimte gekoeld werd terwijl de ruimte ernaast verwarmd werd. Er zijn binnen het gebouw veel na-regelunits aanwezig die de temperatuur 1.5 graden hoger of lager dan de basisinstelling kunnen regelen. Er is sprake van een 2-kanaals luchttoevoersysteem (1/3<sup>de</sup> 2/3<sup>de</sup>) die onafhankelijk van elkaar kunnen verwarmen of koelen. Ondanks dat er nooit gelijktijdig koude en warme lucht wordt ingeblazen in één ruimte kan dit wel voorkomen bij twee naast elkaar liggende ruimtes. Als er sprake is van gelijktijdig koelen en verwarmen in het gebouw en de binnendeuren openstaan wordt er energie vernietigd.

BaOpt werkt niet met een vaste stooklijn en kan zodoende bij aanwarmen *altijd* voor een hoge stooklijn kiezen. Vooral bij minder lage buiten temperaturen wordt er dan zeer “effectief” of snel aangewarmd. Met een conventionele stooklijn kan dit niet. Voor koeling geldt in de basis hetzelfde. Bij de Brede school wordt geen actieve koeling gebruikt maar is sprake van het grondbuissysteem, waardoor ‘s zomers met een lagere temperatuur kan worden inblazen dan de dan heersende buiten temperatuur.



Vaste kieren tussen lokaal en gang

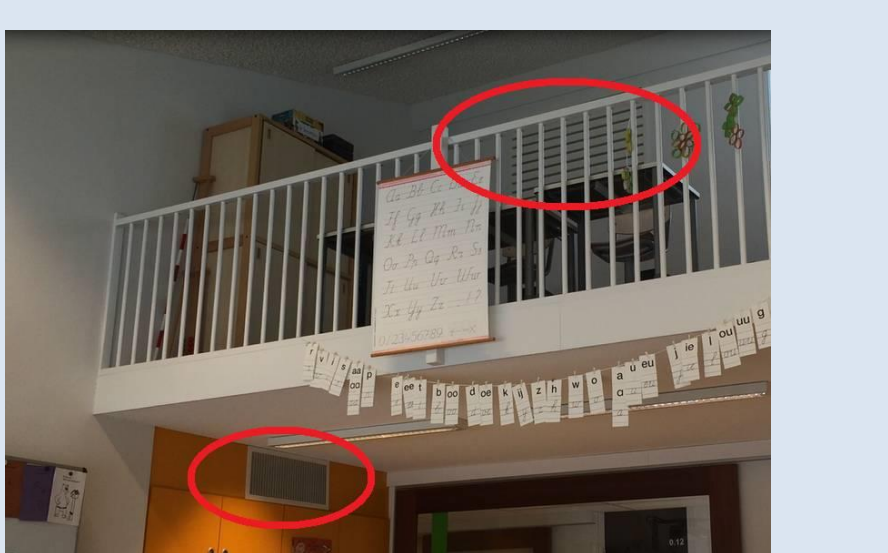


Openstaande schuifdeuren lokaal.

De vele na-regelunits kunnen elkaar tegenwerken waarbij al snel een koelvraag en warmtevraag optreedt in aangrenzende ruimtes. In een enkele ruimte bleken zelfs twee na-regelunits aanwezig te zijn die elkaar tegenwerkten.

### 2.11.2 Rookproef

Om de luchtstromen in de lokalen te beoordelen is in twee lokalen een uitgebreide rookproef gedaan.

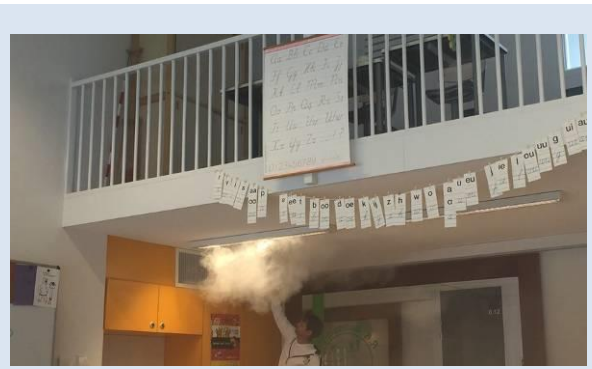


Situatie: Onderste rooster inblaas. Bovenste rooster afzuig. Roosters aan één zijde van het lokaal aanwezig.

Elk lokaal is voorzien van een toevoer- en een afvoerrooster. Deze bevinden zich in de meeste gevallen aan één zijde van het lokaal. Er zijn lokalen waarbij het toevoerrooster beneden is gesitueerd en lokalen waar deze boven is gesitueerd.



Rook blijft buiten luchtstroom (passief) stabiel. Het beoogde BaOpt effect.



Rookproef inblaasrooster. Zeer sterke luchtstroom op persoonshoogte.

Het hele lokaal wordt volledig geventileerd met frisse lucht. Er is een duidelijk verschil tussen de zijde met het inblaas- en afzuigrooster en de zijde waar geen roosters aanwezig zijn. De CO<sub>2</sub> meter voor het ventilatiesysteem bevindt zich aan de binnenzijde van het lokaal onder de entresol. Een dubbelmeting in het lokaal laat zien dat het CO<sub>2</sub> niveau aan de raamkant (waar geen roosters aanwezig zijn) tot 150ppm hoger is dan aan de binnenzijde van het lokaal. Dit is overigens volgens verwachting.

Wat opvalt is de sterke toevoerluchtstroom onder de entresol op persoonshoogte. Bij koude inblaas geeft dit conform verwachting gelijk klachten. Het inblaasrooster onder de entresol heeft daarnaast een negatief effect op de verspreiding van de lucht in de ruimte. Ondanks dat BaOpt bij de eerste projecten aangaf dat het niet uit maakt waar de inblaas zich bevindt, blijkt in de praktijk dat de plek van de aanvoer wel degelijk invloed heeft op bijv. tochtklachten. Tegenwoordig wordt afgeraden om de aanvoer op persoonshoogte te situeren.

### 2.11.3 Regeling

Het BaOpt ventilatiesysteem kenmerkt zich bij de brede school door een 2-kanaals luchttoevoersysteem (1/3<sup>de</sup> 2/3<sup>de</sup>) die onafhankelijk van elkaar kunnen verwarmen of koelen (het BaOpt systeem kan overigens ook met een enkel kanaals systeem worden uitgevoerd). Elk van deze kanalen heeft zodoende een eigen temperatuurtraject, de regeling bepaalt daarbij zelf welke stooklijn daarvoor wordt gehanteerd. Per ruimte wordt bepaald of er koeling of verwarming nodig is en zal daarnaast op basis van onder meer luchtdruk, luchtvochtigheid en CO<sub>2</sub> niveau bepalen hoeveel lucht uit het 1/3<sup>de</sup> of 2/3<sup>de</sup> kanaal zal worden aangevoerd.

Met de naregelunits kan het setpoint 1.5 graden hoger of lager worden gesteld. Er wordt niet met een ECO functie gewerkt. Het viel tijdens de monitoring op dat bij een buitentemperatuur van 21.7 graden er (tijdelijk) een stooklijn werd gehanteerd van 70 graden van de ketel met een inblaastemperatuur van 30 graden. Dit kwam door een warmtevraag in één van de ruimtes door de te hoge instelling van de naregelunit. Bij de naastgelegen ruimte was echter sprake van een koelvraag met een inblaas temperatuur van 18.2 graden. Dit lijkt veelvuldig voor te kunnen komen.

Het setpoint van de installatie is tijdens het stookseizoen gewijzigd. Dit heeft een positief effect op de binnentemperatuur.

### 2.11.4 Conclusies

Over het BaOpt systeem voor de regeling van ventilatie en verwarming, zoals deze bij de Brede School is geïnstalleerd, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Het CO<sub>2</sub> niveau in de lokalen ligt gemiddeld onder 1000 ppm (zie ook paragraaf 4.1.2). Dit is gezien de aanwezige ventilatiecapaciteit volgens verwachting. Er kan wel een verschil liggen in het CO<sub>2</sub> niveau tussen de binnenzijde van het lokaal en de buitenzijde van het lokaal. Dit is echter volgens verwachting.
2. Het te laag geplaatste toevoerrooster kan leiden tot tochtklachten. Ondanks dat BaOpt bij de eerste projecten aangaf dat het niet uit maakt waar de inblaas zich bevindt, blijkt in de praktijk dat de plek van de aanvoer wel degelijk invloed heeft op bijv. tochtklachten. Tegenwoordig wordt de aanvoer ook bij BaOpt ventilatiesystemen niet meer op persoonshoogte geïnstalleerd.
3. Er kan geen stooklijn worden ingesteld, de regeling bepaald deze zelf.
4. Het regelsysteem is complex, een installateur heeft extra kennis nodig om hier goed mee om te kunnen gaan. Hierin wordt voorzien door een opleiding.
5. Door het setpoint van de binnentemperatuur aan te passen aan het jaargetijde lijkt de temperatuur beter beheersbaar.
6. Er wordt geen ECO functie gehanteerd in het ventilatiesysteem van de Brede School. In combinatie met een te hoge instelling van de naregeling door de gebruiker en daarnaast een automatisch gehanteerde "hoge" stooklijn komt het voor dat een ruimte "ongewenst" sterk wordt verwarmd. Door openstaande deuren in het gebouw en daarbij bijvoorbeeld een koelvraag in een aangrenzende ruimte blijkt er indirect zowel te worden verwarmd als gekoeld. Deze tegenwerking werkt energieverspilling in de hand en lijkt één van de oorzaken van een hoger gas verbruik.
7. Het BaOpt ventilatiesysteem lijkt in beginsel te functioneren zoals beoogd. Echter blijken er bij de Brede school een aantal keuzes te zijn gemaakt die een negatief effect hebben op het goed functioneren van het geïnstalleerde systeem. De temperatuur is daardoor moeilijk te regelen met energieverspilling als gevolg.

## 3 Ontwerputgangspunten

De school is ontwikkeld in 2010/2012. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste ontwerpeisen met betrekking tot het bouwbesluit en Programma van Eisen (PvE) Frisse Scholen.

### 3.1 Bouwbesluit

Het Bouwbesluit van 2012 was van toepassing bij het ontwerp en de bouw van de Brede School te Jirnsum. In tegenstelling tot het ambitieniveau Frisse Scholen is het bouwbesluit een wettelijke eis waaraan voldaan moet worden. Deze eisen hebben betrekking op ventilatie en verlichting.

#### 3.1.1 Ventilatie

Het huidige bouwbesluit gaat niet meer uit van een bezettingsgraad, maar hanteert een norm m.b.t. de vereiste ventilatie van 30 m<sup>3</sup>/h per persoon.

#### 3.1.2 Verlichting

De verlichtingssterkte moet in groepsruimten minimaal 300 LUX zijn.

### 3.2 Frisse Scholen

Bij het ontwerp is aan de hand van het PvE Frisse Scholen het ambitieniveau uitgesproken. In bijlage 5 wordt hiervan een samenvatting gegeven. Voor de Brede School te Jirnsum is alleen de eis voor de luchtkwaliteit gehanteerd.

Frisse Scholen	Omschrijving
A	Zeer goed
B	Goed
C	Acceptabel

Tabel 3.2: Ambitieniveau Frisse Scholen

	Frisse Scholen
Luchtkwaliteit	B
Thermisch Comfort	Geen ontwerputgangspunt
Akoestisch Comfort	Geen ontwerputgangspunt
Visueel Comfort	Geen ontwerputgangspunt

## 4 Binnenklimaatmetingen en toetsing ontwerp

Het binnenmilieu is afhankelijk van de aanwezige installaties, gebouweigenschappen en het gebruik/gebruikinstellingen. In dit hoofdstuk wordt omschreven welke metingen m.b.t. onderstaande aspecten zijn uitgevoerd, wat de resultaten van de metingen zijn en hoe deze zich verhouden tot de ontwerpuitgangspunten.

De volgende aspecten zijn van belang voor de comfortbeleving in een school:

- Luchtkwaliteit
- Thermisch comfort
- Akoestisch comfort
- Visueel comfort
- Relatieve vochtigheid (geen onderdeel PvE Frisse scholen)
- Stofconcentratie (geen onderdeel PvE Frisse scholen)

### 4.1 Luchtkwaliteit (ventilatie)

#### 4.1.1 Omschrijving van de meting

Er is onderzoek gedaan naar de beschreven ontwerpuitgangspunten in relatie tot geldende eisen. Deze zijn overzichtelijk in een tabel gezet zodat een duidelijke conclusie getrokken kan worden. Daarnaast is de luchtkwaliteit bemeaten door middel van meerdere CO<sub>2</sub> metingen in verschillende ruimtes gedurende het jaar.

#### 4.1.2 Aanwezige voorzieningen / Meetresultaten

##### Toevoerlucht

De lokalen zijn voorzien van gebalanceerde mechanische ventilatie. De volgende tabel geeft inzicht in de ventilatie-eisen en aanwezige ventilatie ten zien van het bouwbesluit.

Tabel 4.1: Ventilatie-eisen en aanwezige ventilatie Bouwbesluit

	Vloeropp. [m <sup>2</sup> ]*	Bezettings- klasse	Aantal leerling en	Noodzakelijke Ventilatie bouwbesluit [m <sup>3</sup> /h]	Ontwerp / aanwezig [m <sup>3</sup> /h]	Klasse Frisse Scholen Incl. natuurlijke voorzieningen
Lokaal 0.17 (lokalen begane grond)	52 / 55	B2	25	655	903	Klasse B
Lokaal 1.16 (lokalen eerste verdieping)	48	B2	28	604	630	Klasse C

\*Exclusief entresol

## CO<sub>2</sub> meting

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer van de steekproef van CO<sub>2</sub> metingen in verschillende ruimtes.

Tabel 4.5 : CO<sub>2</sub> niveau tijdens gebruikstijd in ppm.

Ruimte	Aantal leerlingen	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
		Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
lokaal 1.15 groep, 7/8,	20	980	1.220					900	1.210
lokaal 1,17, groep 7/8	18	850	1.060					750	925
lokaal 1,16, groep 5/6	25			850	1.000				
groep 1/2 Lokaal 0.28	Onbekend			950	1.150				
Lokaal 0.14	Onbekend					600	740		
Lokaal 0.17	Onbekend					750	900	900	1.075
Lokaal 1.14	Onbekend					600	750		
Spreekkamer	Onbekend					750	500		
Directiekantoor	Onbekend					750	500		
Leerplein	Onbekend					650	700		

### 4.1.3 Toetsing aan ontwerppunt

Het gehanteerde debiet in het ontwerp komt overeen of is hoger dan de minimum eis uit het bouwbesluit.

Ten aanzien van het PvE Frisse Scholen voldoen de lokalen aan een geïnstalleerde ventilatiecapaciteit klasse C voor de lokalen op de eerste verdieping en een klasse B voor wat betreft de begane grond. Het ontwerppunt was het behalen van klasse B.

Het gemiddeld CO<sub>2</sub> niveau komt niet boven 1000 ppm. Op basis hiervan wordt klasse B behaald. Metingen kunnen beïnvloed worden door meerdere factoren (klas grootte, plaats van meter, extra natuurlijk ventileren) waardoor de resultaten hoger of lager uit kunnen vallen.

## 4.2 Thermisch comfort

### 4.2.1 Omschrijving van de meting

Per jaargetijde is de binnentemperatuur bemeaten in verschillende ruimtes. De meetperiode betrof minimaal 2 weken. De gemiddelde waarden zijn verzameld en in tabelvorm gezet.

### 4.2.2 Meetresultaten

Tabel 4.6: Resultaten temperatuurmeting Atal meters

Gemiddelde Temperatuur	Winter [Celcius]		Lente [Celcius]		Zomer [Celcius]		Herfst [Celcius]	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Ruimte								
Verkeersruimte					26.5	22.5		
Directiekantoor					25.3	21.5		
Spreekkamer					25.4	21		
Directiekantoor								
lokaal 0.17			21.8	19.5	23	21.1	23.5	22
lokaal 0.14					23.2	21	22	21
lokaal 1.15 groep, 7/8,	24	20.4	24.5	21	23.3	21	23.2	19.7
lokaal 1,17, groep 7/8	24	21					24.5	21.8
lokaal 1,16, groep 5/6			24.6	22.7				
groep 1/2 Lokaal 0.28			24.7	22.9				
Leerplein			19.5	18	26	25.2		
lokaal 1.14					23	22.1		

\*In de winter zijn er problemen geweest met de instellingen in het GBS. Het was derhalve te koud in de hele school. Deze zijn medio maart aangepast. De instellingen lijken nu echter te hoog.

### 4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De gemeten temperaturen zijn vrij hoog. Er worden geregeld temperaturen gemeten van boven 23 graden (soms boven 24) tijdens gebruikstijd waarbij de buitentemperatuur minder dan 20 is. Een niet bemeaten periode in een aantal wintermaanden heeft zich overigens juist gekenmerkt als koud.

Het binnenklimaat schommelt in het algemeen veel, het blijkt erg moeilijk om een stabiel binnenklimaat te verkrijgen.

Op basis van de metingen wordt er geen klasse B Frisse School behaald. Ook klasse C, de laagste klassering, wordt niet in alle ruimtes behaald vanwege de te hoge temperaturen. Wenselijk is minimaal een klasse C.

Er is overigens niet volgens een ontwerpuitgangspunt Frisse Scholen voor thermisch comfort ontworpen.

## 4.3 Akoestisch comfort (geluid)

### 4.3.1 Omschrijving van de meting

Het akoestisch comfort is alleen beoordeeld op het installatiegeluid.

### 4.3.2 Meetresultaten

Er is een geluidsmeting gedaan op locatie. Er was enig omgevingsgeluid aanwezig waardoor de meting slechts als indicatie geldt. Hierbij werd een geluidsdruk gemeten van maximaal 34.0 dB (A). Het is aannemelijk dat de geluidsdruk bij alleen installatiegeluid lager is, waardoor 33 dB (A) haalbaar lijkt.

### 4.3.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De gemeten 34.0 dB(A) komt overeen met klasse C Frisse Scholen. Met alleen installatiegeluid lijkt klasse B haalbaar. Er is overigens niet volgens een ontwerpuitgangspunt Frisse Scholen voor Akoestisch comfort gebouwd.

## 4.4 Visueel comfort (Verlichting)

### 4.4.1 Omschrijving van de meting

Het visueel comfort is slechts voor wat betreft lichtniveau bepaald door controle metingen met een klasse A luxmeter. De metingen zijn uitgevoerd bij bewolking en de (blinderende) zonnenschermen gesloten. In een lokaal is op werkvlak niveau op meerdere locaties in een lokaal gemeten.

### 4.4.2 Meetresultaten

De volgende lichtniveaus zijn gemeten:

Tabel 4.8: LUX meting

Ruimte	Min. [LUX]	Max. [LUX]
Lokalen	498	585

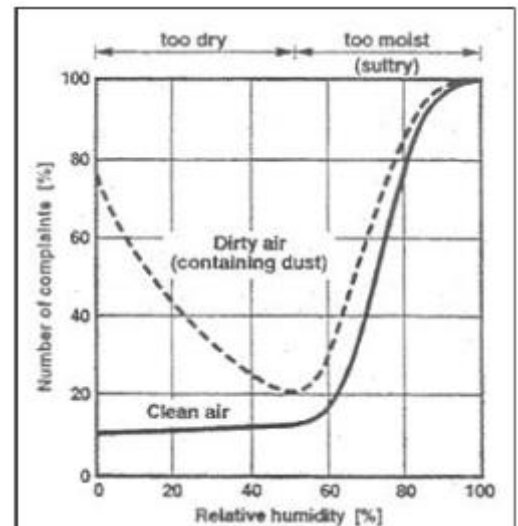
### 4.4.3 Toetsing aan ontwerppuntpunten

Er moet minimaal 300LUX aanwezig zijn volgens het bouwbesluit. Hieraan wordt ruimschoots voldaan. Het ontwerp is minimaal 450 LUX wat nog net overeenkomt met een klasse C Frisse Scholen. In de praktijk wordt een klasse B frisse scholen behaald. Er is overigens niet volgens een ontwerppuntpunt Frisse Scholen voor Visueel comfort gebouwd.

## 4.5 Relatieve vochtigheid (per seizoen)

### 4.5.1 Omschrijving van de meting

Vele klachten m.b.t. de luchtkwaliteit worden toegeschreven aan een droge lucht. Vaak blijkt echter stof de oorzaak van de klachten te zijn en niet een te lage relatieve vochtigheid. Deze is acceptabel bij een relatieve vochtigheid tussen 30% tot 70%. Ideaal is een relatieve vochtigheid van 50%. Komt de vochtigheid onder de 30% dan drogen de slijmvliezen uit. Het gevolg is geïrriteerde ogen en soms zelfs een droge mond. Ligt de vochtigheid boven de 70% dan krijgen schimmels en huisstofmijten goede levensomstandigheden. In de wintermaanden doen zich de grootste problemen voor m.b.t. relatieve vochtigheid. Dit komt doordat koude buitenlucht absoluut weinig vocht bevat. Wordt deze buitenlucht vervolgens opgewarmd dan daalt de relatieve vochtigheid aanzienlijk.



Relatie tussen het aantal klachten en de relatieve luchtvochtigheid in gebouwen. Schone lucht in combinatie met een lage relatieve luchtvochtigheid veroorzaakt weinig klachten over droge lucht. Is de binnenlucht echter vervuild, bijvoorbeeld door stof, dan neemt het aantal klachten sterk toe bij het lager worden van de relatieve luchtvochtigheid

### 4.5.2 Meetresultaten

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.9 :Relatieve vochtigheid

Winter		Lente		Zomer		Herfst	
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
32	40	26	42	40	56	38	62

### 4.5.3 Toetsing aan ontwerppuntpunten

Er zijn geen uitgangspunten geformuleerd. De relatieve luchtvochtigheid fluctueert veel over de dagen. De waardes lijken in beginsel geen reden te geven tot grote klachten.



## 4.6 Conclusie ontwerpuitgangspunten en huidige situatie

### Bouwbesluit

Onderwerp	Score	Opmerkingen
Ventilatie	Eis wordt behaald	Huidige ventilatiecapaciteit inclusief ventilatievoorzieningen hoger dan 1,8 meter

### Frisse scholen

Onderwerp	Frisse Scholen		Opmerkingen
	Ontwerp	Werkelijk	
Luchtkwaliteit	B	B	Beoordeeld op basis van huidige ventilatiecapaciteit + CO <sub>2</sub> metingen.
Thermisch Comfort	NVT*	C Geen klassering behaald	De temperatuur is over de seizoenen dermate hoog of laag dat de laagste klasse (klasse C frisse scholen) in een deel van de lokalen niet altijd wordt behaald.
Akoestisch Comfort	NVT*	B	Beoordeeld voor installatiegeluid
Visueel Comfort	NVT*	B	Beoordeeld voor lichtniveau

\* Er zijn geen ontwerpuitgangspunten Frisse Scholen gehanteerd en aanzien van thermisch-, akoestisch- en visueel comfort. Voor vergelijking met andere projecten is de werkelijk aanwezige situatie wel beoordeeld.

## 5 Gebruikerservaring

De gebruikerservaring is een belangrijk meetinstrument en geeft goed inzicht in het welbevinden van de school door de gebruikers. Om de gebruikerservaring op een slimme manier te meten is gebruik gemaakt van de zogenoemde ABCD tool. Bij deze tool wordt een index toegekend aan een viertal onderwerpen m.b.t. binnenmilieu op basis van een vragenlijst per seizoen. Deze vragenlijst bestaat uit 14 gesloten vragen waar met ja of nee op kan worden beantwoord. De vragenlijst is anoniem ingevuld. Ook is er een mogelijkheid toegevoegd om een algemene opmerking of een opmerking per gestelde vraag te noteren. Zie bijlage 2 voor de gebruikte enquête.

Legenda scores ABCD tool

Score	Range	Onderzochte onderwerpen
Uitstekend	8.0 – 10	Binnenluchtkwaliteit
Goed	6.5 – 7.9	Thermisch binnenklimaat
Acceptabel	5.0 – 6.4	Geluid & Akoestiek
Onacceptabel	0 – 4.9	Licht & Uitzicht

Daarnaast krijgt de school een verzamel hoofdindex toegekend en een rapportcijfer. Deze index ligt tussen de 1 en 10.

De volgende tabel geeft het verloop van de resultaten van de vragenlijsten weer.

Tabel 5.1 Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	5	7.13	6.78	6.1
Hoofdindex	5.2	7.5	6.4	6.9
Binnenluchtkwaliteit	(B) 6.6	(A) 8.4	(C) 6.2	(B) 6.9
Thermisch binnenklimaat	(D) 4.6	(A) 8.7	(C) 5.1	(C) 5.4
Geluid & Akoestiek	(C) 5.0	(C) 5.7	(C) 5.7	(C) 6.3
Licht & Uitzicht	(D) 3.3	(B) 7.3	(A) 10	(A) 10

De volgende tabel geeft een opsomming van belangrijkste opmerkingen.

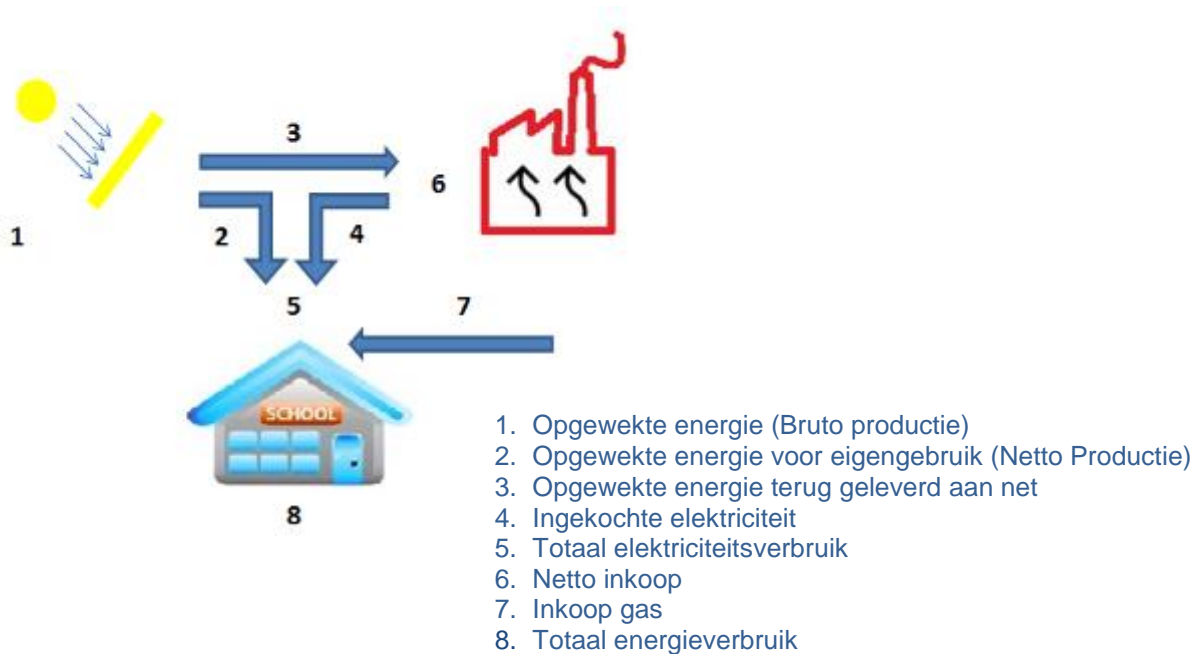
Tabel 5.2 Opmerkingen uit enquête

Onderwerp	Opmerkingen
Binnenluchtkwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>'s Ochtends wat muf</li> </ul>
Thermisch binnenklimaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veel te koud in de winter (<i>tijdelijk het geval geweest</i>)</li> <li>Te warm</li> <li>Te koude ingeblazen lucht.</li> </ul>
Geluid & Akoestiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>Veel last van geluid andere lokalen of gang, deur sluit niet af. (zeer vaak genoemd)</li> </ul>
Licht & Uitzicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonwering raam in dak houdt licht te weinig tegen.</li> <li>De zonwering pendelt regelmatig op en neer.</li> </ul>

Het thermisch binnenklimaat in de winter scoort zeer slecht omdat het tijdelijke te koud was. Dit is door de installateur opgelost. Het is nu echter te warm. Licht en uitzicht blijken in de winter slecht te scoren door de zonwering die soms hinderlijk pendelt.

## 6 Energiehuishouding

Deze paragraaf geeft inzicht in de energiestromen in het pand. Visueel wordt dit weergegeven in de onderstaande afbeelding.



De Brede School koopt alleen energie in de vorm van gas en elektra in. Er wordt geen energie opgewekt.

### 6.1 Ingekochte energie

#### 6.1.1 Ingekochte elektra

De volgende tabel geeft het jaarverbruik weer over 2015.

Tabel 6.10 : Ingekocht elektra.

	2015 [kWh]
Totaal elektraverbruik (ingekocht)	55.100

De volgende grafiek geeft inzicht in de maandelijks ingekochte elektriciteit in 2015.

#### 6.1.2 Ingekochte Gas

Ten behoeve van verwarming koopt De Brede School warmte in.

Tabel 6.12: Verbruikstabel gas 2015

	m <sup>3</sup>
Jaarverbruik gas (2015)	6.100

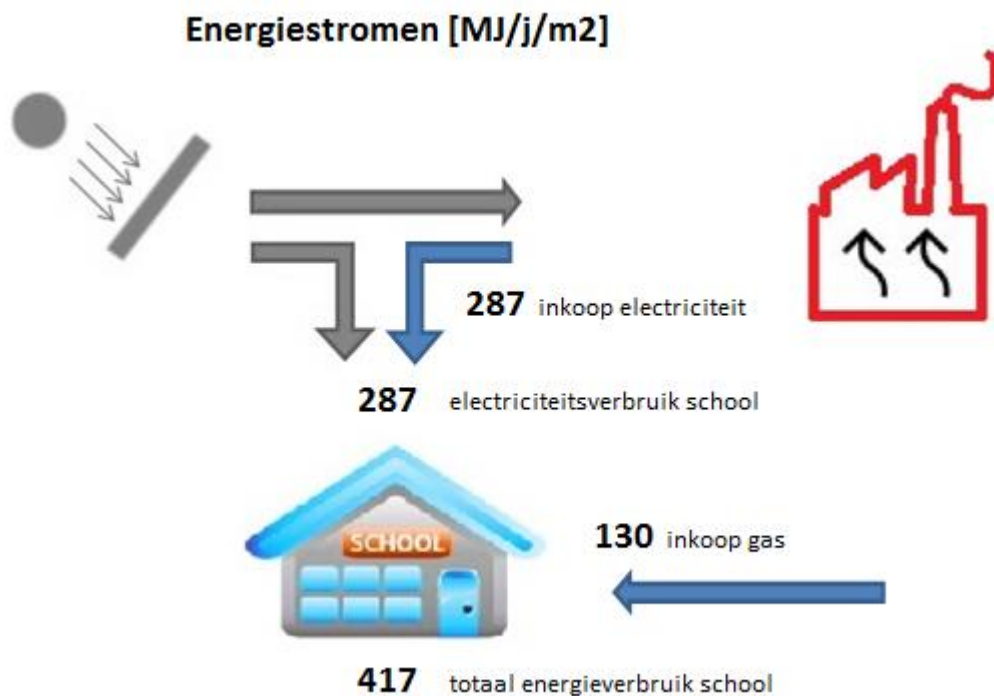
## 6.2 Overzicht alle energiestromen

De volgende tabel geeft de resultaten weer van deze energiestromen over 2015. Deze worden weergegeven in MJ primair verbruik.

Tabel 7.16: Alle energiestromen

Energiestroom		2015 /2015		MJ	MJ/m <sup>2</sup>
4	Netto inkoop elektra (4 - 3)	55.100	(kWh)	473.860	141
7	Ingekochte gas	6.100	(m <sup>3</sup> )	214.476	287
8	Energiegebruik school, Elektra + Gas			<b>688.336</b>	<b>417</b>

Om een vergelijking tussen andere scholen mogelijk te maken en om visueel inzicht te geven in de energiestromen worden in onderstaande afbeelding de energiestromen weergegeven in MJ per m<sup>2</sup> per jaar gebruiksoppervlak van de school.



## 7 Benchmark energieverbruik / prestaties

Dit hoofdstuk geeft een indruk van de prestaties van De Brede School in vergelijking met bestaande scholen en in vergelijking met het energieverbruik van een nieuwbouwschool die is ontworpen volgens de minimale eisen van het huidige bouwbesluit (2012). Het energieverbruik is weergegeven in MJ primaire energie.

In bijlage 6 worden de financiële kengetallen verder gespecificeerd en vergeleken met de branche.

Voor alle berekeningen zijn de verbruiksgegevens over 2015 gebruikt. In de verschillende tabellen worden ook de kosten weergegeven. In de praktijk rekenen gebouweigenaren met verschillende tarieven. Om een vergelijking mogelijk te maken, wordt er met de volgende standaard energiekosten gerekend:

Tabel 7.1: Gehanteerde energiekosten

Energiedrager	Kosten (excl. BTW)
Gas (inclusief energiebelasting)	€ 0,50 per m <sup>3</sup>
Warmte (inclusief overige kosten)	€ 23,50 per GJ
Pellets (inclusief leveringskosten)	€ 0,28 per kg
Elektriciteit hoog	€ 0,16 per kWh
Elektriciteit Laag daltarief (teruglevering)	€ 0,08 per kWh

In de onderstaande tabel worden het energieverbruik, de verbruikskosten en de inkoop per m<sup>2</sup> weergegeven.

Tabel 7.2: Energie kentallen ingekochte en terug geleverde energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik Primair (inkoop) per m <sup>2</sup> [MJ]
Elektriciteit (inkoop)	55.100	(kWh)	€ 7.708	287
Gas (inkoop)	6.100	(m <sup>3</sup> )	€ 3.050	130
<b>Totaal</b>			<b>€ 10.758</b>	<b>417</b>

In de volgende tabel wordt het elektriciteitsverbruik van De Brede School afgezet tegen het energieverbruik bij nieuwbouw en bestaande bouw. Het verbruik is weergegeven in MJ per m<sup>2</sup>.

Tabel 7.3: Benchmark totaal primair verbruik per m<sup>2</sup>, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m <sup>2</sup>	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
<b>Verbruik Primair (inkoop)</b>	<b>417</b>	469	891	655	349

In de volgende tabel worden de energiekosten van De Brede School (in euro/m<sup>2</sup>) afgezet tegen nieuwbouw en bestaande bouw.

Tabel 7.4: Benchmark verbruik in euro's per m<sup>2</sup>, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m <sup>2</sup>	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
<b>Energiekosten</b>	<b>€ 6,52</b>	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

## 8 Energiebalans

De energiebalans maakt inzichtelijk welk aandeel de verschillende onderdelen hebben in het totale energieverbruik. Er is onderscheid gemaakt in een energiebalans met alleen gebouwgebonden verbruik en een energiebalans inclusief het niet-gebouwgebonden verbruik. De gerealiseerde energiebalans is vergeleken met de energiebalans zoals berekend in de ontwerpfase met de EPC-berekening.

### 8.1 Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik

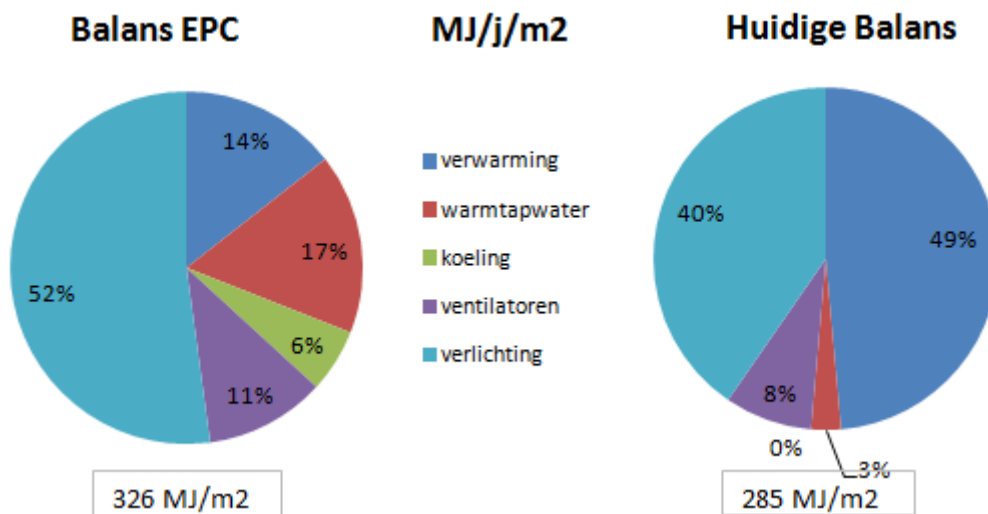
De volgende tabellen geven het gebouwgebonden energieverbruik weer. Gebouwgebonden energie is alle energie die noodzakelijk is voor het conditioneren en verlichten van een gebouw, bij een gestandaardiseerd gebruiksgedrag.

Tabel 8.1: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden (situatie 2015)

Deelpost	Huidig				Volgens EPC MJ/m <sup>2</sup>
	MJ	%	CO <sub>2</sub> uitstoot kg	MJ/m <sup>2</sup>	
Verwarming (inclusief pompen)	228.336	49%	12.787	138	47
Warm tapwater	13.230	3%	741	8	54
Koeling*	0	0%	0	0	19
Ventilatoren	38.822	8%	2.694	24	36
Verlichting	189.716	40%	13.166	115	170
<b>Verbruik totaal</b>	<b>470.104</b>	<b>100%</b>	<b>29.388</b>	<b>285</b>	<b>326</b>

\*geen actieve koeling aanwezig.

Figuur 8.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Het werkelijke energieverbruik is lager dan conform de EPC berekening verwacht wordt. Dit komt onder meer door het ontbreken van actieve koeling waar in de EPC wel rekening mee is gehouden. Daarnaast is het aandeel verlichting lager dan aangenomen. Het werkelijk warm tapwaterverbruik is veel lager dan vooraf aangenomen. Op scholen wordt veelal minder gedoucht dan bij een EPC berekening wordt aangehouden. Het aandeel verwarming is daarentegen veel hoger. Gemeten is dat het gemiddeld erg warm in de school is geweest. Bij een constanter en lager temperatuurniveau zal het aandeel verwarming significant lager zijn. Er wordt daarnaast gebruik gemaakt van veel na-regelunits die zich door veel openstaande deuren en aanwezige kieren indirect tegen blijken te werken. Er wordt zodoende gelijktijdig verwarmd en gekoeld. Dit heeft een onnodig hoog gasverbruik tot gevolg.

## 8.2 Energiebalans gebouwgebonden verbruik en apparatuur

De volgende tabel en grafiek geven het energieverbruik van gebouwgebonden voorzieningen en apparatuur weer.

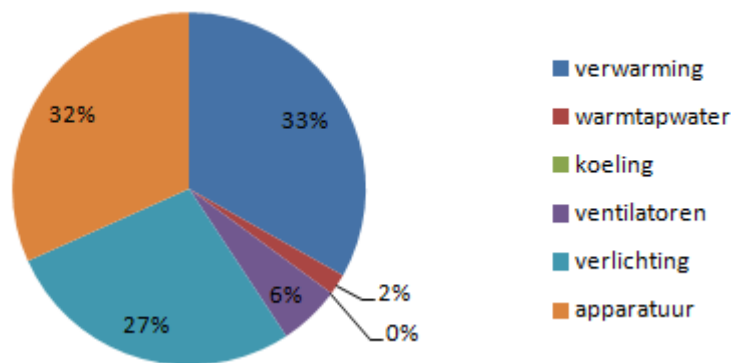
Tabel 8.3: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden + niet gebouwgebonden

Deelpost	MJ	MJ/m <sup>2</sup>	%	CO <sub>2</sub> uitstoot kg
Verwarming (inclusief pompen)	228.336	138	33%	12.787
Warm tapwater	13.230	8	2%	741
Koeling*	0	0	0%	0
Ventilatoren	38.822	24	6%	2.694
Verlichting	189.716	115	28%	13.166
Apparatuur	218.232	132	32%	15.145
<b>Verbruik totaal</b>	<b>688.336</b>	<b>417</b>	<b>100%</b>	<b>44.534</b>

\*geen actieve koeling aanwezig.

Figuur 8.4: Energiebalans gebouwgebonden + niet gebouwgebonden

### Huidige balans inclusief gebruiksapparatuur



## 9 Analyse en conclusies Binnenklimaat en Energie

In de analyse van het functioneren van het gebouw worden dwarsverbanden gelegd per onderwerp. Er wordt gekeken naar de aanwezige voorzieningen, de metingen binnenmilieu, het onderhoud en beheer, de analyse van het energieverbruik (en -kosten) en de ervaringen van de gebruikers.

### 9.1 Binnenklimaat

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
<b>Luchtkwaliteit</b>	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse B. Er is sprake van een geïnstalleerd ventilatiesysteem klasse B.	Alle lokalen voldoen aan klasse B. Voor 95% van de tijd blijven de CO <sub>2</sub> waarden onder 1000 ppm.	Er zijn geen directe opmerkingen gemaakt ten aanzien van de luchtkwaliteit.	Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse B Frisse School. Dit is ook geïnstalleerd. Op basis van CO <sub>2</sub> -metingen wordt klasse B behaald.
<b>Thermisch comfort winter</b>	Er is sprake van zeer goede isolatie. Per ruimte kan de temperatuur worden geregeld. Er is sprake van warmterugwinning op de ventilatielucht.	Uit de temperatuurmetingen blijkt dat de temperatuur tot boven 24 graden stijgt. Het temperatuurniveau is erg wisselend.	Zowel een te warm binnenklimaat als koud binnenklimaat wordt genoemd. Het inblazen van koude lucht wordt vaak benoemd als storende factor.	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er klachten over het thermisch comfort. De laagste klasse C Frisse Scholen wordt niet altijd behaald. Wenselijk is minimaal een klasse C.
<b>Thermisch comfort zomer</b>	Er is passieve koeling aanwezig door middel van het grondbuissysteem.  Er is automatische buitenzonwering aanwezig.	Uit de temperatuurmeting blijkt dat de temperatuur tot meer dan 26 graden stijgt.	Het is veelal te warm	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er klachten met betrekking tot het thermisch comfort. Op basis van de metingen wordt de laagste klasse (klasse C Frisse Scholen) niet behaald. Wenselijk is minimaal een klasse C.
<b>Akoestisch comfort</b>	Er is gebruik gemaakt van HR++ glas dat een positief effect heeft op geluid van buiten.  Er is extra geluiddemping aangebracht in de lokalen.	Het installatiegeluid komt naar verwachting niet boven 33dB(A) uit, bij enkel installatiegeluid zonder omgevingsgeluid.	Er zijn geen klachten gemeld over installatiegeluid. Wel wordt er veel geklaagd over de akoestiek in het gebouw. Het is erg gehorig.	Geluid afkomstig van installaties voldoet aan klasse B. Het akoestisch comfort tussen de lokalen wordt in de praktijk als slecht ervaren. Het is erg gehorig.
<b>Visueel comfort</b>	Kunstlicht komt van energiezuinige T5 armaturen die zijn voorzien van aanwezigheidsdetectie en daglichtregeling.  Er is automatische zonwering aanwezig.	Uit het ontwerp en een controlemeting blijkt dat het aanwezige lichtniveau op werkvlak niveau in de lokalen gemiddeld minimaal 500 LUX bedraagt. Hiermee wordt klasse B behaald.	De geïnstalleerde verlichting functioneert volgens verwachting. Wel blijken de schermen soms teveel te "pendelen" wat als storend is ervaren.	Er is een klasse B verlichting aanwezig 500 LUX, dit is iets beter dan ontworpen. Het visueel comfort is volgens de gebruikers voldoende wat betreft de geïnstalleerde verlichting.
<b>Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie</b>	Er is geen bevochtiger aanwezig.	Uit de metingen blijkt dat de relatieve vochtigheid normaal is	Er zijn geen aanwijsbare klachten gelieerd aan de relatieve luchtvochtigheid.	De luchtvochtigheid is normaal.



## 9.2 Energie

### 9.2.1 Energiegebruik in relatie tot verwachting

De volgende tabel geeft het werkelijke verbruik weer en het verwachte verbruik voorafgaande aan de monitoring.

Tabel 9.2: Energiegebruik in relatie tot verwachting

Verbruik m <sup>2</sup>	Verbruik 2015	Energiedrager	MJ/jr/m <sup>2</sup> 2015	MJ/m <sup>2</sup> Verwacht EPC
Verwarmen en tapwater	6.124	m <sup>3</sup> Gas	138	47
Gebouwbonden	27.362	kWh Elektra	147	279
	376	m <sup>3</sup> Gas		
Niet gebouw gebouwbonden	25.376	kWh Elektra	132	132*
<b>Totaal</b>			<b>417</b>	<b>426</b>

\*Verbruik 2015 aangehouden

### 9.2.2 Verbruiksposten

	Toelichting
Verwarming	Er wordt in verhouding veel gas verbruikt. Dit is onder meer te wijten aan de hoge temperatuur in het gebouw. Er zijn daarnaast veel na-regelunits aanwezig die door open deuren elkaar tegen kunnen werken. Een warmtevraag en/of koelvraag kan zich tegenwerken en gelijktijdig afspelen. Dit heeft een hoger gasverbruik tot gevolg.
Tapwater	Er wordt veel minder warm tapwater gebruikt dan is aangenomen in de EPC. Voor basisscholen is dit een bekend verschijnsel. In de praktijk wordt er maar weinig gedoucht.
Verlichting	Het energieverbruik voor de verlichting is lager dan de EPC. Dit komt voornamelijk doordat er minder branduren en/of verlichting is opgesteld dan vooraf aangenomen.
Ventilatoren	Er wordt iets minder geventileerd dan aangenomen. Het is een vraaggestuurd systeem waardoor dit goed te verklaren is.
Pompen	Het verbruik van de pompen is normaal.
Apparatuur	Er zijn in verhouding veel computers aanwezig. Verder is er een normaal te verwachten hoeveelheid apparatuur aanwezig.

# 10 Aanbevelingen beheer

---

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan met betrekking tot beheer. Per onderwerp wordt ingegaan op verbeterpunten.

## 10.1 Gebouwbeheersysteem

### Instellingen / Software

De kloktijden van de gymzaal zijn ruim. Aanbevolen wordt om deze tijden kritisch te bekijken.

## 10.2 Beheer en onderhoud

### 10.2.1 Gebouw beheerssysteem

Er is geen sprake van een actieve storingsmelding.

Geadviseerd wordt om actief te monitoren en actieve storingsmeldingen te gaan toepassen. Dit kan zowel binnen het gebouw door de gebruiker die als eerste signaleert. Of door een melding naar “buiten” naar de installateur.

### 10.2.2 Beheer

Gezien de (on)beheersbaarheid van de temperatuur in de school wordt een actieve rol van de installateur samen met de gebouwbeheerder en de gebruiker geadviseerd.

# 11 Aanbevelingen redesign

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor redesign. Onder redesign wordt verstaan het aanpassen van de voorzieningen ter verbetering van het comfort en/of verlaging van het energieverbruik.

## 11.1 BaOpt ventilatiesysteem

In paragraaf 2.11 is al een aantal conclusies getrokken. Het BaOpt-regelsysteem voor verwarmen en ventileren lijkt in beginsel te functioneren zoals beoogd. Echter er blijken bij de Brede School een aantal keuzes te zijn gemaakt die een negatief effect hebben op het goed functioneren van het geïnstalleerde systeem. De temperatuur is daardoor moeilijk te regelen en er is sprake van energieverpilling.

Om de beheersbaarheid van de temperatuur in het gebouw te verbeteren en ook het energieverbruik te verlagen worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Verminder de invloed van de na-regelunits van 1.5 naar maximaal 0.5 graden. Er zal zodoende minder sprake zijn van tegenwerking tussen verschillende ruimtes ten aanzien van koelen en verwarmen. Dit heeft een positief effect op het gasverbruik. Dit heeft ook een positief effect op de beheersbaarheid van het binnenklimaat.
- Regel het setpoint van de binnentemperatuur per stookseizoen om zowel koude klachten als warmte klachten tegen te gaan.
- Stel een ECO stand in waarbij de ketels geen warmte meer leveren bij een buitentemperatuur hoger dan 19 of 20 graden. Gezien de hoge interne warmtelast in het gebouw is aanwarming bij 20 graden buitentemperatuur niet nodig. In de praktijk is er al snel sprake van een koelvraag. Per ongeluk aanwarmen terwijl er eigenlijk een koelvraag is, wordt daardoor sterk verminderd. Dit heeft een positief effect op het gasverbruik.
- Bekijk de mogelijkheid om de inblaasroosters te verplaatsen zodat de gebruiker geen hinder meer ondervindt van tocht en koude klachten.
- Geopperd is om niet meer door middel van het 2-kanaals toevoersysteem ventileren. Het alternatief is dan om met beide kanalen met hetzelfde temperatuurtraject te ventileren. Dit lijkt een positieve effect te hebben op de beheersbaarheid van de temperatuur in het gehele pand. Dit heeft in beginsel geen grote invloed op het BaOpt effect. De ruimtes kunnen dan niet meer goed op een gewenst niveau worden nageregeld. De verwachting is echter dat met behulp van een ECO functie, vermindering van de invloed van de na-regelunits en een wijziging in het setpoint in het stookseizoen de beheersbaarheid wordt verbeterd en energieverpilling wordt tegengegaan.

## Bijlage 1: ABCD Tool

<b>Naam school</b>	
<b>Maand, jaar</b>	

### Vragenlijst Binnenmilieu.

Kunt u deze vragenlijst specifiek invullen voor het lokaal of werkplek waar u zich het meest bevindt in uw school? U wordt vriendelijk verzocht deze vragenlijst snel in te vullen (zonder lang nadenken). En bij voorkeur alleen, zonder dat tussentijds overleg plaats vindt met collega's.

**LET OP: Wilt u op de achterzijde van dit blad een korte toelichting geven per vraag wanneer u een vraag met JA heeft beantwoord? Bedankt!**

1	Wat is uw algemene oordeel over het binnenklimaat in het schoolgebouw? Geef een rapportcijfer (van 1 tot 10)	<input type="text"/>	
2	Heeft u vaak last van geïrriteerde, prikkende of tranende ogen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
3	Heeft u vaak last van een verstopte neus of loopneus?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
4	Vindt u de lucht vaak te droog?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
5	Vindt u het vaak te stoffig (door slechte schoonmaak)?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
6	Vindt u de lucht vaak bedompt, onfris of muf?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
7	Heeft u het 's zomers vaak te warm?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
8	Heeft u het 's winters vaak te koud?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
9	Heeft u vaak last van tocht?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
10	Heeft u vaak last van buiten, zoals verkeerslawaai?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
11	Heeft u vaak last van lawaai van het schoolplein?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
12	Heeft u vaak last van geluid uit aangrenzende klaslokalen of de gang?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
13	Heeft u vaak last van galm of een onaangename akoestiek?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
14	Heeft u vaak last van verblindend zonlicht?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee
15	Heeft u vaak last van te weinig licht (slechte leesbaarheid)?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nee

Eventuele verdere opmerkingen:

.....

.....

.....

.....

.....

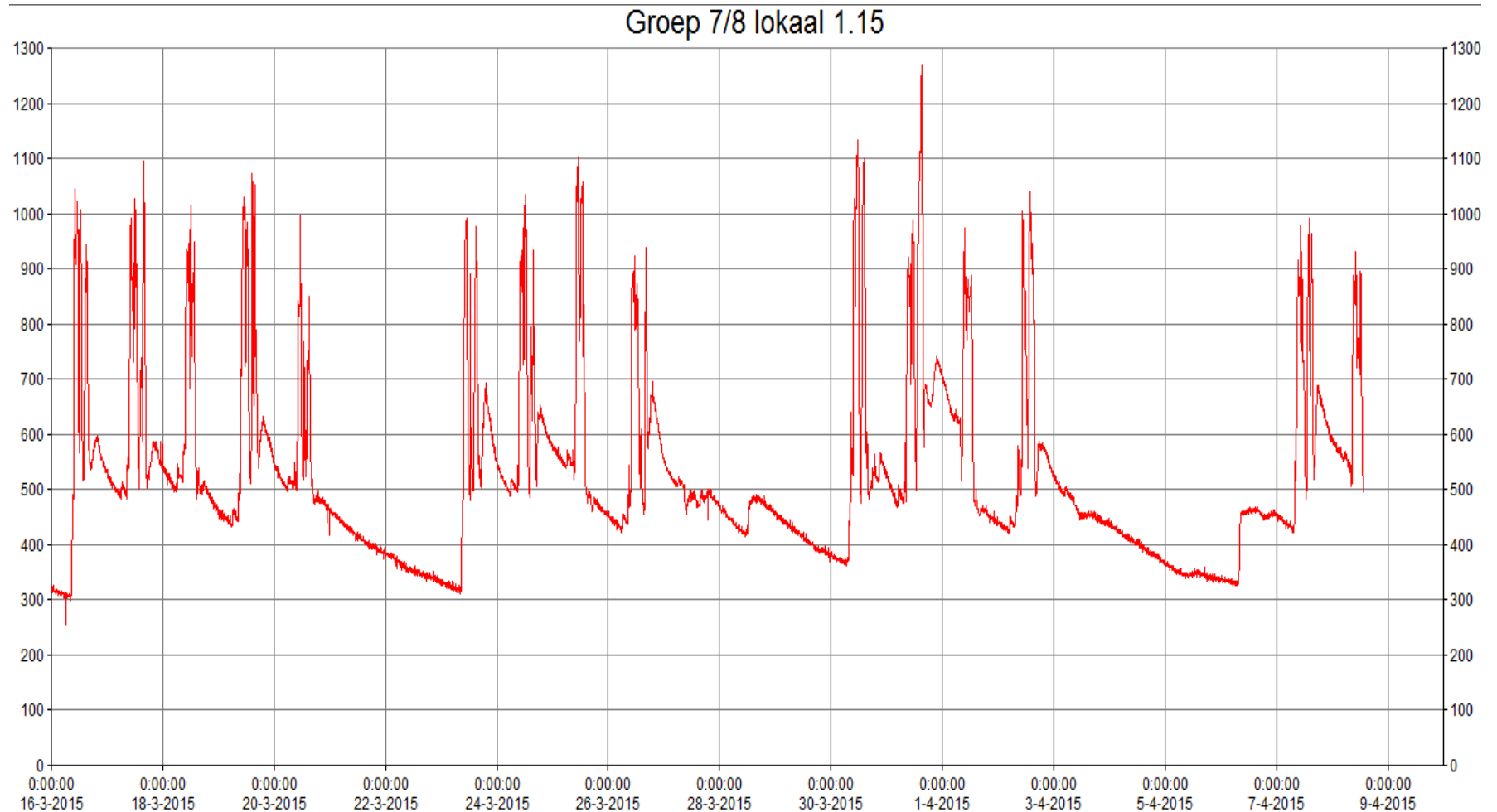
.....

.....

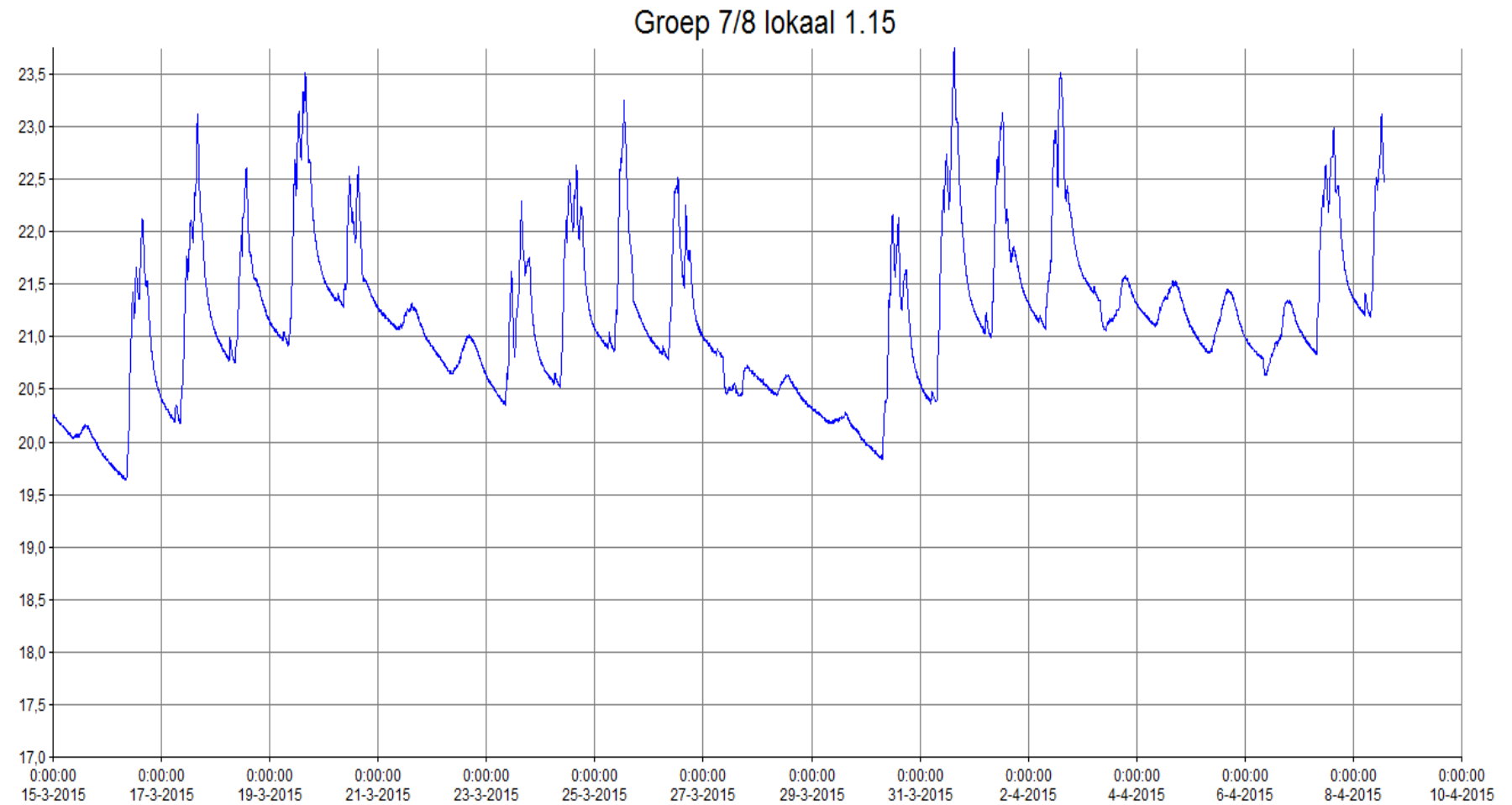
**Toelichting vragen**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

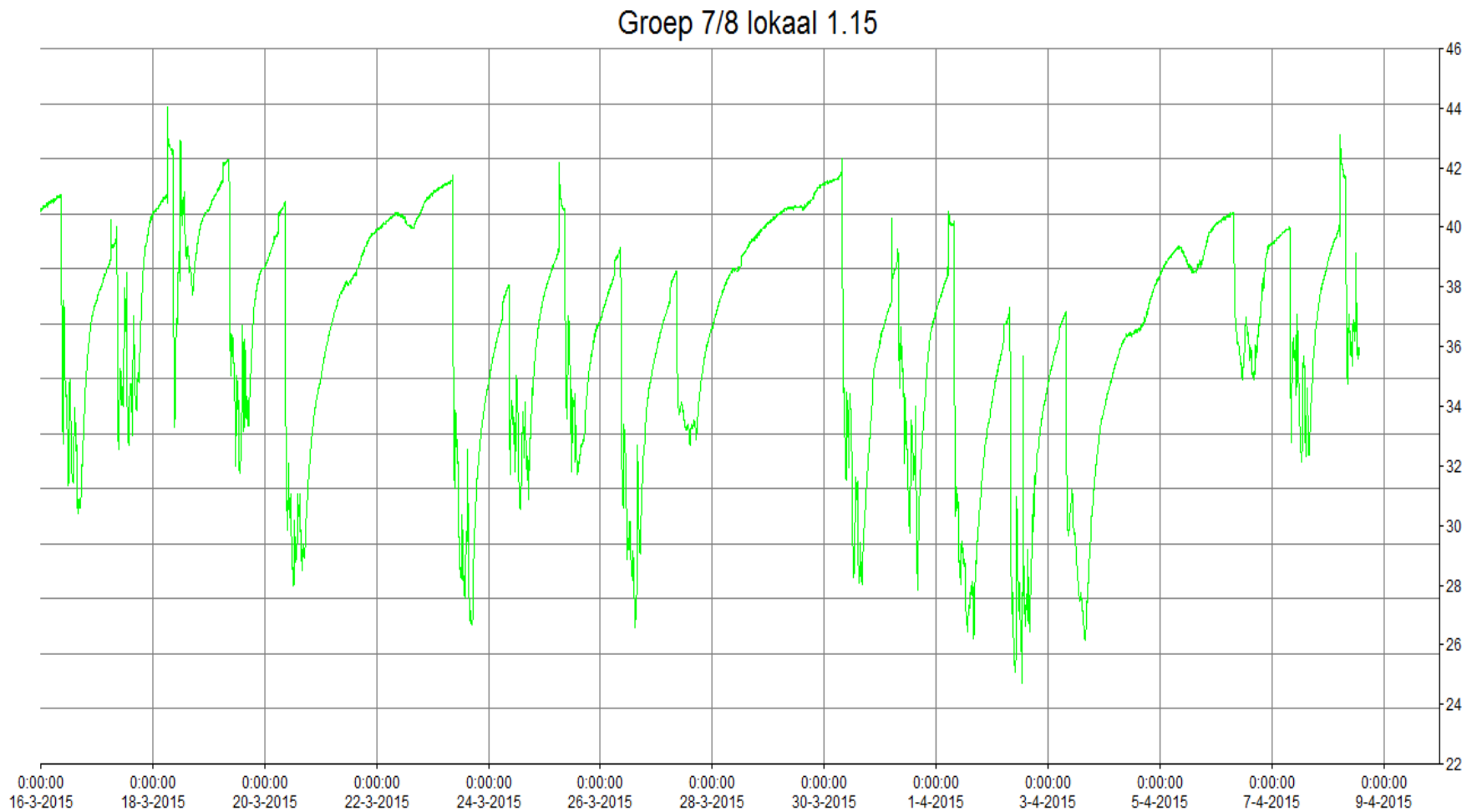
## Bijlage 2: Representatieve CO2 meting



## Bijlage 3: Representatieve temperatuurmeting



## Bijlage 4: Representatieve meting Relatieve vochtigheid





## Bijlage 5: PvE Frisse Scholen

Het Programma van Eisen Frisse Scholen bestaat uit vele eisen behorende bij een specifieke klasse. In het kader van monitoring USK NESK Scholen zijn de volgende van belang:

- Eisen m.b.t. ventilatiecapaciteit (Luchtkwaliteit)
- Eisen m.b.t. operationele temperatuur (Thermisch comfort)
- Installatiegeluid (Akoestisch comfort)
- Kunstlicht (Visueel comfort)

Tabel: Eisen m.b.t. ventilatiecapaciteit in het kader Frisse Scholen 2010

	PPM CO <sub>2</sub>	m <sup>3</sup> /uur/m <sup>2</sup>	lokaal 50 m <sup>2</sup>	lokaal 55 m <sup>2</sup>	lokaal 60 m <sup>2</sup>
Klasse C	max. 1200	min. 12.5	625	687 m3/h	750
Klasse B	max. 1000	min. 17.5	875	962 m3/h	1.050
Klasse A	max. 800	min. 22.5	1.125	1.237 m3/h	1.350

Tabel: Eisen m.b.t. operationele binnentemperatuur (thermisch comfort) in het kader Frisse Scholen 2010

	<b>minimaal 90% van de gebruikerstijd wordt voldaan aan:</b>
Klasse C	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De temperatuur is op alle werk- en leerplekken minimaal 19 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 24 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 4 graden hoger dan de buitentemperatuur.</li> </ul>
Klasse B	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De temperatuur is op alle werk- en leerplekken minimaal 20 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 23 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 3 graden hoger dan de buitentemperatuur.</li> </ul>
Klasse A	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De temperatuur is op alle werk- en leerplekken minimaal 20 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 22 graden.</li> <li>▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de operationele binnentemperatuur maximaal 2 graden hoger dan de buitentemperatuur met een maximum van 27 graden.</li> </ul>

Tabel: Eisen m.b.t. installatiegeluid (akoestisch comfort) in het kader Frisse Scholen 2010

	<b>Het geluidsniveau van installaties is in groepsruimten maximaal:</b>
Klasse C	maximaal 35dB(A)
Klasse B	maximaal 33dB(A)
Klasse A	maximaal 30dB(A)

Tabel: Eisen m.b.t. niveau kunstlicht (visueel comfort) in het kader Frisse Scholen 2010

	<b>De verlichtingssterkte in groepsruimten is minimaal:</b>
Klasse C	300 LUX
Klasse B	500 LUX
Klasse A	500 LUX + werkplekverlichting volwassenen 750 LUX

## Bijlage 6: Benchmark energieverbruik

In deze bijlage staan de tabellen die nader inzicht geven in het energieverbruik van De Brede School in relatie tot bestaande scholen en nieuwbouw conform het Bouwbesluit.

Deze benchmark is gewenst, omdat een vergelijking soms moeilijk te maken is vanwege verschillende uitgangspunten. Denk hierbij bijvoorbeeld aan panden met en zonder elektrische warmteopwekkers of zonnepanelen. Het kan zinvol zijn om de volgende vergelijkingen te maken voor nadere analyse:

- Elektriciteitsverbruik gebouwgebonden installaties (excl. warmteopwekkers).
- Energieverbruik voor verwarming. Bij elektrische opwekkers (o.a. warmtepompen) dient een deel van het elektriciteitsverbruik toegekend te worden aan verwarming.

Voor alle berekeningen zijn de verbruiksgegevens over 2015 aangehouden. In de verschillende tabellen worden ook de kosten weergegeven. In de praktijk rekent elke gebouw eigenaar met andere tarieven, subsidies en variabele en vaste kosten. Hier is omwille van vergelijking geen rekening mee gehouden. Er wordt derhalve met de volgende standaard energiekosten gerekend.

### Benchmark energie op basis van inkoop/verkoop

Tabel : Gehanteerde energiekosten

Energiedrager	Kosten (excl. BTW)
Gas (inclusief energiebelasting)	€ 0,50 per m <sup>3</sup>
Warmte (inclusief overige kosten)	€ 23.50 per GJ
Pellets (inclusief leveringskosten)	€ 0,28 per kg
Elektriciteit hoog	€ 0.16 per kWh
Elektriciteit Laag (teruglevering)	€ 0.08 per kWh

Tabel: Energiekentalen ingekochte energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik (inkoop) per m <sup>2</sup>	Kosten / m <sup>2</sup>	Verbruik Primair (inkoop) [MJ]	CO <sub>2</sub> uitstoot [Kg CO <sub>2</sub> ]	Verbruik Primair (inkoop) per m <sup>2</sup> [MJ]
<b>Gas</b>	6.500	m <sup>3</sup>	€ 3.050	3,70	€ 1,85	214.476	12.011	130
<b>Elektriciteit</b>	41.250	kWh	€ 7.708	33,39	€ 4,67	473.860	32.886	287
<b>Totaal</b>			<b>€ 10.758</b>		<b>€ 6,52</b>	<b>688.336</b>	<b>158.201</b>	<b>426</b>

Tabel: Benchmark totaal primair verbruik per m<sup>2</sup>, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m <sup>2</sup>	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
<b>Verbruik Primair (inkoop)</b>	417	469	891	655	349

Tabel: Benchmark verbruik in euro's per m<sup>2</sup>, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m <sup>2</sup>	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
<b>Energiekosten (inclusief teruggeleverde elektriciteit)</b>	€ 6.52	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

Deze rapportage is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties in samenwerking met Niels Sijpheer namens Platform 31 en het programma BENG. Platform 31 en BENG hebben de monitoring gefinancierd. Raymond Moelard en Arnaud van Beek van adviesbureau Enerdeco hebben de monitoring op de negen locaties uitgevoerd en Hans Korbee van RVO.nl heeft het proces begeleid.

—PLATFORM31—



Postbus 30833  
2500 GV Den Haag

Molenstraat 124  
7622NG Borne

Dit is een publicatie van:  
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Croeselaan 15  
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht  
T +31 (0) 88 042 42 42  
E klantcontact@rvo.nl  
www.rvo.nl/frissescholen

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | augustus 2016  
Publicatienummer: RVO-116-1601/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.