Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

04 OBS De Wilgenstam te Schiebroek

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 Wilgenstam’.

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

Verwacht februari 2016

06 BS Houthaven te Amsterdam

Verwacht maart 2016

07 De EnergieSchool te Jirnsum

Verwacht maart 2016

08 MKC Zeeburgereiland te Amsterdam

Verwacht maart 2016

09 MFA Hart van Oijen te Oss

Verwacht zomer 2016

Managementsamenvatting

Achtergrond

Het gebouw en de installaties van basisschool de Wilgenstam zijn gedurende een jaar gemonitord om inzicht te krijgen in energiegebruik en binnenklimaat. Deze rapportage beschrijft de resultaten.

Omschrijving gebouw en installaties

De Wilgenstam heeft een vloeroppervlak van 2.250 m^2 is in 2011 uitgebreid gerenoveerd. Hierbij zijn de bouwkundige eigenschappen sterk verbeterd en de installaties vervangen. Dit heeft geresulteerd in een zeer goed geïsoleerde school, voorzien van energiezuinige warmteopwekking en gebalanceerde mechanische ventilatie. De school heeft de UKP NESK-subsidie ontvangen vanwege de goede scores op de onderdelen kwaliteit binnenklimaat, CO_2 reductie, innovativiteit, duurzaamheidskwaliteit en kwaliteitsborging, kwaliteit van samenwerking en herhalings- en opschalingspotentieel.

Warmte wordt geleverd door middel van twee warmtepompen met een gesloten bron. Warmteafgifte vindt plaats via vloerverwarming. Er is koeling aanwezig dankzij de omkeerbare warmtepomp in combinatie met vloerkoeling en nachtventilatie. Voor warm tapwater wordt gebruik gemaakt van elektrische boilers. Er is sprake van decentrale vraag gestuurde gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning doormiddel van Itho units. De klimaatinstallaties kunnen niet centraal en op afstand beheerd worden. De energiezuinige T5 verlichting is voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Er staan 186 zonnepanelen opgesteld met een opgesteld vermogen van 40.920 Wp.

Functioneren en beheer

Het gebouw en de meeste installatieonderdelen functioneren naar verwachting. Op de volgende onderdelen is nog verbetering mogelijk:

- Er is geen gebouwbeheersysteem aanwezig. De warmtepompen kunnen daardoor enkel op locatie worden gemonitord.
- De batterijen van de temperatuurregelaars in de ruimtes waren geregeld leeg. Hierdoor kon er niet worden na-geregeld.
- De zonwering dekt slecht af, de gebruikers ervaren dit als storend.
- De bruto productiemeter die de opbrengst van de zonnepanelen registreert is enkele maanden defect geweest of heeft niks geregistreerd.
- Er heeft te weinig onderhoud plaatsgevonden ondanks het aanwezig zijn van een onderhoudscontract. Verscheidene Itho units stonden bijvoorbeeld gedurende de meetperiode in storing.

Binnenklimaat

Tabel 0.1 geeft inzicht in het verschil tussen de ontwerpuitgangspunten en het werkelijke binnenklimaat op basis van de klassenindeling PvE Frisse Scholen.

Tabel 0.1: Ontwerpuitgangspunten Frisse Scholen

Onderwerp	Frisse Scholen			Opmerkingen
	Ontwerp	Werkelijk o.b.v. aanwezige voorzieningen		
Luchtkwaliteit	A	C	Niet behaald o.b.v. metingen	Theoretisch is er voldoende ventilatie aanwezig door mechanische en natuurlijke voorzieningen. In de praktijk is het CO_2 niveau geregeld hoger dan 1.200 ppm.
Thermisch Comfort		C		Beoordeeld voor ruimtetemperatuur
Akoestisch Comfort		C		Beoordeeld voor installatiegeluid
Visueel Comfort		C		Beoordeeld voor lichtniveau

Tabel 02 beschrijft, per seizoen, hoe gebruikers het binnenklimaat ervaren.

Tabel 0.2: Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	**7.3**	**7.0**	**Te weinig respons**	**7.4**
Hoofdindex	**B (6.3)**	**B (7.1)**	**-**	***C (5.7)***
Binnenluchtkwaliteit	*C (5.7)*	*B (6.7)*	**-**	*D (4.9)*
Thermisch binnenklimaat	*B (6.8)*	*B (6.7)*	**-**	*C (5.4)*
Geluid & Akoestiek	*B (7.9)*	*B (7.9)*	**-**	*A (8.8)*
Licht & Uitzicht	*D (3.6)*	*B (7.3)*	**-**	*D (1.6)*

De slechte beoordeling van het licht & uitzicht wordt vooral veroorzaakt door de slechte zonneschermen (deze sluiten niet goed aan). Hierdoor is bijvoorbeeld het smartboard niet goed zichtbaar.

De volgende analyses zijn gemaakt met betrekking tot het binnenklimaat:

Tabel 0.3: Analyse en conclusie binnenklimaat

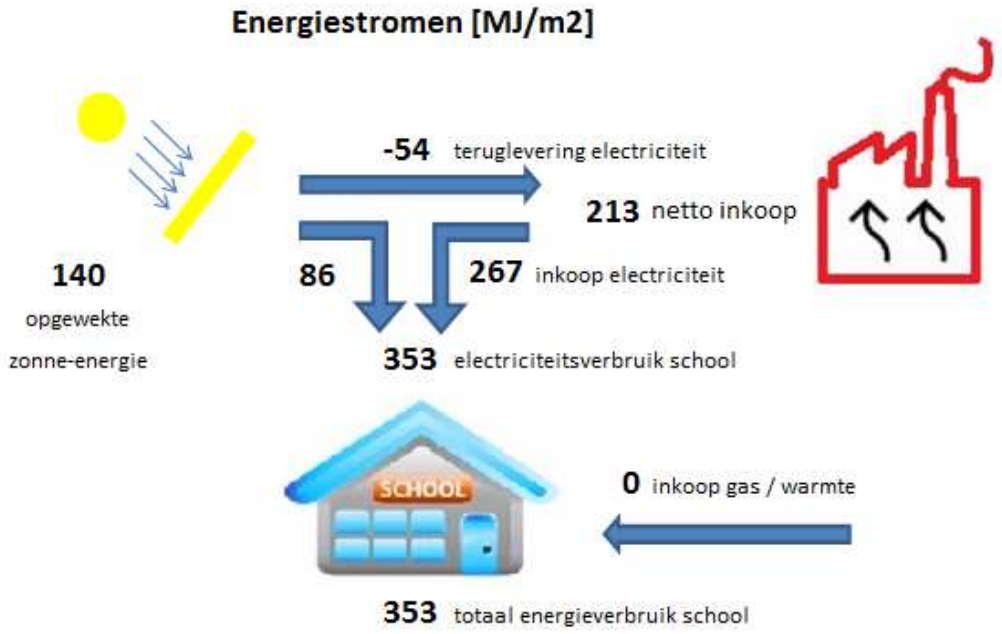
	Analyse en conclusie binnenklimaat
Luchtkwaliteit	Op basis van de aanwezige mechanische ventilatievoorzieningen is er een klasse C Frisse Scholen gerealiseerd. Inclusief de natuurlijke voorzieningen is dit klasse B. Echter, op basis van CO_2 metingen wordt klasse C niet gehaald. De CO_2 waardes liggen gemiddeld regelmatig boven 1.200 ppm. De gebruikers zijn redelijk tevreden over het ventilatiesysteem. Klachten betrekken zich vooral tot de technische storingen en stof. De resultaten komen overeen met de verwachting bij gebruik van de beschikbare ventilatievoorzieningen. De Itho units hebben verschillende keren in storing gestaan en de filters waren vervuild. Aannemelijk is dat bij schone filters en goed functioneren van de regeltechniek de resultaten gemiddeld beter zijn.
Thermisch Comfort	Het gebouw is goed geïsoleerd. De temperatuur kan individueel per verblijfsruimte worden geregeld. Echter de batterijen van de thermostaten waren voor langere periode leeg. De installatie werkt goed. Er zijn geen serieuze klachten met betrekking tot het thermisch comfort in de winter. Er is geen sprake van koude, wel is gemiddeld de temperatuur te hoog. Op warme dagen worden hoge temperaturen gemeten. De koeling is dan niet afdoende om de binnentemperatuur onder de 24 graden te laten dalen. De slechte zonwering heeft een negatief effect op de binnentemperatuur op zonnige dagen.
Akoestisch Comfort	Er worden Itho ventilatie units gebruikt. Geconcludeerd kan worden dat in normale omstandigheden het geluidsniveau op 35dB(A) presteert in vollast. Ondanks een aantal storingen in de ventilatie-units, waarbij deze op vollast bleven draaien, wordt het akoestisch comfort als goed ervaren, zowel binnen als buiten de school.

Visueel Comfort	Het visueel comfort vindt men onvoldoende. Dit komt voornamelijk door de slecht werkende zonwering. De verlichting functioneert goed. Het lichtniveau is voldoende. Er wordt voldaan aan klasse C Frisse Scholen.
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	De luchtvochtigheid is laag, vooral in de wintermaanden. Er is veel zand aanwezig. De gebruiker noemt dit vaak. Er wordt daarbij (onterecht?) een verband gelegd met de ventilatie.

Energiehuishouding

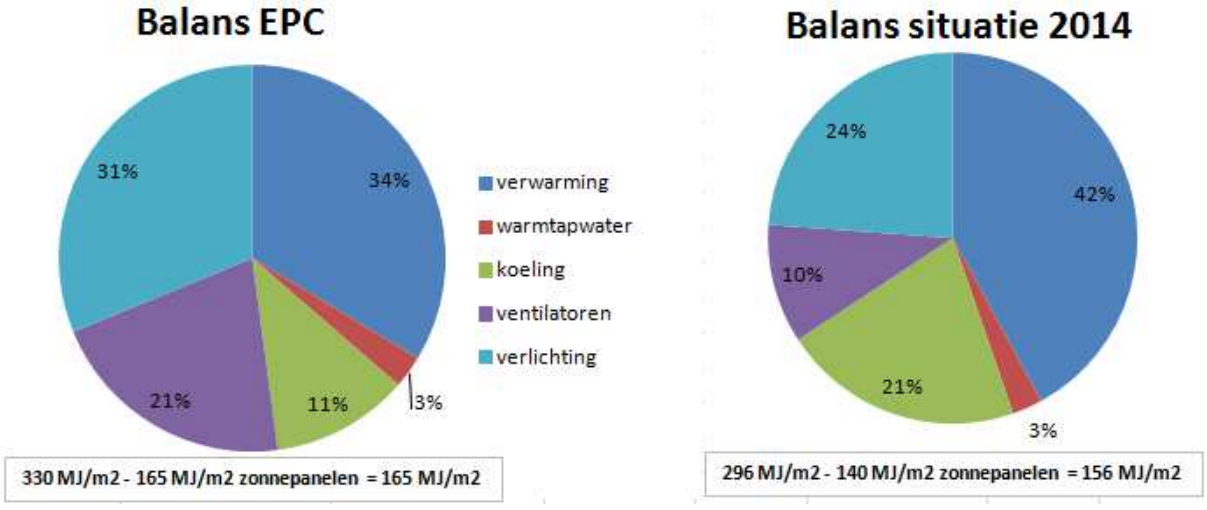
Deze paragraaf geeft inzicht in de energiestromen in het pand over 2014. Visueel wordt dit weergeven in de onderstaande afbeelding. De energiestromen worden weergegeven per m^2 gebruiksoppervlak om scholen onderling te kunnen vergelijken.

Figuur 0.1: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik [MJ /m^2 per jaar]



Voor De Wilgenstam is een EPC berekening opgesteld. Hieruit volgt een gebouwgebonden energiebalans (exclusief apparatuur). Deze balans wordt in figuur 0.2 vergeleken met de werkelijke huidige (2014) energiebalans.

Figuur 0.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Het werkelijke energieverbruik ligt iets lager dan conform de EPC berekening verwacht wordt. Het energieverbruik voor ventilatie is lager dan berekend. Dit kan verklaard worden door de decentrale ventilatie-units van Itho, die in verhouding minder energie verbruiken. Het aandeel verwarming en koeling is hoger dan waar de EPC vanuit is gegaan.

De opbrengst van de zonnepanelen in 2014 is lager dan in de EPC berekend. Dit komt doordat bij de EPC een kleiner bruto oppervlak is aangehouden. Logischerwijs is de opbrengst per m^2 daardoor hoger dan in de EPC.

Aanbevelingen beheer en redesign

Gebouwbeheersysteem

Omdat er geen gebouwbeheersysteem aanwezig is kan er moeilijk worden gemonitord. Geadviseerd wordt deze te installeren in combinatie met afstandsbeheer.
Medio januari 2015 is bijvoorbeeld per toeval ontdekt dat één van de warmtepompen in storing stond. Het is onbekend hoe lang deze in storing heeft gestaan. Een restart heeft dit euvel verholpen. Met afstandsbeheer zijn deze storingen veel sneller op te merken.
Voor het energieverbruik is verdere reductie mogelijk, vooral voor de verwarming, door goed beheer en monitoring van o.a. de warmtepompen. Nu wordt er nauwelijks nachtverlaging van de binnentemperatuur toegepast, terwijl een schoolgebouw heel wat uren niet gebruikt wordt. Met goede monitoring kan de klimaatregeling goed ingesteld worden.

Energiemonitoring

Aanbevolen wordt om het energieverbruik actief te monitoren via Stedin. Hierbij kunnen verbruiken over perioden van 5 minuten tot maanden worden uitgelezen. Energieverspilling kan hierdoor tijdig worden gesignaleerd. Aanbevolen wordt om hiervoor intern of extern een contractmanager aan te stellen met kennis van klimaatsystemen en het energieverbruik ervan.

Onderhoudspartij

Vanaf april 2013 is er een onderhoudscontract voor de installaties. Zowel bij de school als bij de stichting was dit onvoldoende bekend. Hierdoor was er tijdelijk minder tot geen onderhoud.

Verlichting

Geadviseerd wordt om de zonwering aan te passen. Om het probleem op te lossen zal de zonwering aan de buitenzijde zal waarschijnlijk volledig vervangen moeten worden, bijvoorbeeld door screens,. Het is een optie is om extra lichtwering aan de binnenzijde aan te brengen, waardoor de huidige zonwering kan blijven bestaan.

Verwarming

De lokale thermostaten zijn voorzien van batterijen. In de praktijk wordt het vervangen van de batterijen vergeten met klachten als gevolg. Aanbevolen wordt om de thermostaten individueel te voeden of bij structureel onderhoud de batterijen op vaste tijden te laten vervangen door de installateur.

Inhoudsopgave

MANAGEMENTSAMENVATTING **2**

ACHTERGROND 2
OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES 2
FUNCTIONEREN EN BEHEER 2
BINNENKLIMAAT 3
ENERGIEHUISHOUDING 4
AANBEVELINGEN BEHEER EN REDESIGN 5

INHOUDSOPGAVE **6**

INLEIDING **8**

1 OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES **9**

1.1 ALGEMEEN 9
1.2 BOUWKUNDIG 9
1.3 VERWARMING 9
1.4 TAPWATER 10
1.5 GBS EN BEMETERING 10
1.6 KOELING 10
1.7 VENTILATIE 10
1.8 VERLICHTING 11
1.9 ZON EN LICHTWERING 11
1.10 ZONNEPANELEN 11
1.11 WINDENERGIE 12

2 FUNCTIONEREN EN BEHEER **13**

2.1 BOUWKUNDIG 13
2.2 ENERGIEVERBRUIKSMETING 13
2.3 GEBOUWBEHEERSYSTEEM (GBS) 13
2.4 VERWARMING 13
2.5 KOELING 13
2.6 VENTILATIE 13
2.7 VERLICHTING 14
2.8 ZON EN LICHTWERING 14
2.9 DUURZAME ENERGIE 14
2.10 INSTALLATEUR/TOEZICHT INSTALLATIE 14

3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN **15**

3.1 BOUWBESLUIT 15
3.1.1 Ventilatie 15
3.1.2 Verlichting 15
3.2 FRISSE SCHOLEN 15

4 BINNENKLIMAATMETINGEN EN TOETSING ONTWERP **16**

4.1 LUCHTKWALITEIT (VENTILATIE) 16
4.1.1 Omschrijving van de meting 16
4.1.2 Aanwezige voorzieningen / Meetresultaten 16
4.1.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten 17
4.2 THERMISCH COMFORT 17
4.2.1 Omschrijving van de meting 17
4.2.2 Meetresultaten 17
4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten 18
4.3 AKOESTISCH COMFORT (GELUID) 18
4.3.1 Omschrijving van de meting 18

4.3.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten ... 18
4.4 VISUEEL COMFORT (VERLICHTING) ... 18
4.4.1 Omschrijving van de meting ... 18
4.4.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten ... 18
4.5 RELATIEVE VOCHTIGHEID (PER SEIZOEN) ... 19
4.5.1 Omschrijving van de meting ... 19
4.5.2 Meetresultaten ... 19
4.5.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten ... 19
4.6 CONCLUSIE ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN HUIDIGE SITUATIE ... 20

5 GEBRUIKERSERVARING ... 21

6 ENERGIEHUISHOUDING ... 22

6.1 OPGEWEKTE ENERGIE ... 23
6.1.1 Opgewekte energie ... 23
6.1.2 Opgewekte energie voor eigen gebruik ... 23
... 24
6.1.3 Opgewekte energie teruggeleverd ... 24
6.1.4 Overzicht energie opwekking ... 25
6.2 INGEKOCHTE ENERGIE (INKOOP) ... 26
6.2.1 Ingekochte elektriciteit ... 26
6.3 ENERGIEGEBRUIK SCHOOL (TOTAAL) ... 27
6.4 OVERZICHT ALLE ENERGIESTROMEN ... 29

7 BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK / PRESTATIES ... 30

8 ENERGIEBALANS ... 31

8.1 ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK ... 31
8.2 ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN VERBRUIK EN APPARATUUR ... 32

9 ANALYSE EN CONCLUSIES BINNENKLIMAAT EN ENERGIE ... 33

9.1 BINNENKLIMAAT ... 33
9.2 ENERGIE ... 36
9.2.1 Energiegebruik in relatie tot verwachting ... 36
9.2.2 Verbruiksposten ... 36

10 AANBEVELINGEN BEHEER ... 37

10.1 GEBOUWBEHEERSYSTEEM ... 37
10.2 REGISTRATIE ENERGIEGEBRUIK ... 37
10.3 BEHEER EN ONDERHOUD ... 37

11 AANBEVELINGEN REDESIGN ... 39

11.1 VENTILATIESYSTEEM ... 39
11.2 ZONWERING ... 39

BIJLAGE 1: ABCD TOOL ... 40

BIJLAGE 2: REPRESENTATIEVE CO_2 METING ... 42

BIJLAGE 3: REPRESENTATIEVE TEMPERATUURMETING ... 42

BIJLAGE 4: REPRESENTATIEVE METING RELATIEVE VOCHTIGHEID ... 43

BIJLAGE 5: PVE FRISSE SCHOLEN ... 45

BIJLAGE 6: BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK ... 46

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.

In totaal hebben vijftien projecten subsidie via NESK ontvangen; acht scholen en zeven kantoren.

De projecten hebben subsidie ontvangen omdat ze als beste scoorden op de punten: CO_2-emissiereductie, kwaliteit binnenklimaat, innovatie, kwaliteitsborging, samenwerking, slaagkans en herhalingspotentieel.

Om inzicht te krijgen in de prestaties van het gebouw, de installaties, comfort beleving en energieverbruik na oplevering, heeft Enerdeco opdracht gekregen om de scholen een jaar te monitoren.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de monitoring van De Wilgenstam te Schiebroek.

1 Omschrijving gebouw en installaties

1.1 Algemeen

Het schoolgebouw van OBS De Wilgenstam is na renovatie opgeleverd in augustus 2011. Het gebouw bestaat uit twee verdiepingen. Het bruto oppervlak beslaat circa. 2.250 m^2.

1.2 Bouwkundig

Het gebouw is uitstekend geïsoleerd door middel van prefab gevelelementen met een R_c waarde van 5. Daarnaast wordt er HR++ glas gebruikt.
Over de luchtdichtheid van het gebouw zijn geen gegevens bekend.

1.3 Verwarming

Voor de opwekking van CV water zijn er twee warmtepompen aanwezig met een gesloten bron.

Afgifte geschiedt doormiddel van vloerverwarming. De lokalen zijn voorzien van een ruimteregeling waarmee de temperatuur een aantal graden hoger of lager kan worden gezet. Deze ruimteregelaars zijn voorzien van een batterij.

Warmtepompen technische ruimte

Ruimteregeling lokaal

1.4 Tapwater

Voor het warm tapwater zijn er enkele elektrische boilers aanwezig.

1.5 GBS en energieregistratie

Er is geen gebouwbeheersysteem (GBS) aanwezig. De warmtepompen kunnen alleen door een niet-grafische warmtepompmanager worden bediend. In de hal is een eenvoudige “afstandsbediening” aanwezig. Er is geen afstandsbeheer van buiten de school mogelijk.

Er is een energie monitoringssysteem aanwezig van Webeasy. De gegevens uit dit systeem lijken niet geheel betrouwbaar. Ook is het inloggen op het systeem omslachtig.

Voor het meten van het elektraverbruik is er een grootverbruik elektrameter aanwezig. Deze worden door de netwerkbeheerder per 15 minuten uitgelezen. Er wordt via Stedin gebruik van een online meetdienst, waarbij het energieverbruik realtime kan worden gemonitord.

Warmtepompmanager

Afstandsbediening warmtepompen

1.6 Koeling

De school wordt gekoeld door de warmtepomp in zomerbedrijf. Daarnaast is er sprake van zomernachtventilatie door de Itho units. Hiervoor moeten de Itho units altijd zijn ingeschakeld op laag toeren.

1.7 Ventilatie

Voor de ventilatie van het gebouw zijn alle lokalen en kantoren voorzien van een decentraal ventilatiesysteem van Itho. Bijna alle lokalen zijn voorzien van type DCW 800 met een ventilatiedebiet van 750m^3/h. Eén lokaal is voorzien van een DCW 500, de docentenkamer is voorzien van een DCW 30 en de directiekamer, het administratiekantoor en de ICT-ruimte zijn voorzien van een DCW 180.

De ruimtes worden op basis van CO_2 geventileerd. De ventilatie-units opereren minimaal op 30%. Dit is noodzakelijk om nachtventilatie toe te kunnen passen. Nachtventilatie kan alleen worden ingeschakeld als de temperatuur van de toevoerlucht wordt gemeten. Dit is alleen mogelijk bij een ingeschakelde unit.

CO_2 regeling lokalen

Itho Unit

1.8 Verlichting

In de school zijn T5 verlichtingsarmaturen geïnstalleerd. Deze zijn voor een groot deel voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Daarnaast zijn er PL spaarlampen aanwezig en enkele LED armaturen. Er zijn enkele conventionele verlichtingsarmaturen aanwezig met 4 lampen van 18 Watt die bij de grootschalige renovatie niet zijn vervangen.

Het gemiddeld opgesteld vermogen is circa 8.0 Watt/m^2.

1.9 Zon en lichtwering

De aanwezige zonwering sluit niet geheel af. Dit heeft een negatief effect op de binnentemperatuur op zonnige dagen.

Buitenzonwering

1.10 Zonnepanelen

De PV-installatie bestaat uit 186 panelen van 220 Wp met een totaal vermogen van 40.920 Wp en een jaarlijks verwachte opbrengst van circa. 34.782 kWh (inschatting Enerdeco). Bij de subsidieaanvraag is uitgegaan van 23.729 Wp, er zijn echter meer zonnepanelen geïnstalleerd.

Er zijn bruto productiemeters aanwezig voor het meten van de energieopwekking.

Bruto productiemeters

Zonnepanelen

1.11 Windenergie

Er is een donQi windmolen geïnstalleerd op het dak van de school. Deze is vanwege technische storingen niet meer in gebruik.

2 Functioneren en Beheer

Het goed functioneren van de gebouwinstallaties en een bouwkundig correct uitgevoerd bouwproces heeft grote invloed op het energieverbruik en binnenklimaat. De volgende paragrafen geeft inzicht in deze onderwerpen voor De Wilgenstam.

2.1 Bouwkundig

De kwaliteit van de bouwkundige constructies is niet getoetst. De nulmeting en enquête geven geen aanleiding om eventuele bouwkundige problemen nader te onderzoeken.

Na oplevering zijn er geen noemenswaardige problemen of gebreken gevonden.

2.2 Energieverbruiksmeting

De gegevens van de grootverbruikmeter voor elektra, zoals afname, teruglevering en kwartierwaardes, worden automatisch bewaard door de energieleverancier. Er wordt gebruik gemaakt van een abonnement bij Stedin voor het realtime monitoren van de energiestromen.

2.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

Er is geen gebouwbeheerssysteem aanwezig. De warmtepomp is voorzien van een eigen warmtepomp managing systeem. Uitlezing op afstand (via internet of inbellen) is niet mogelijk. Het warmtepomp managing systeem werkt correct. De temperatuur wordt in de school echter als erg hoog ervaren.
De afstandsbediening in de hal is vrij toegankelijk voor iedereen. Hierdoor kan er aan knoppen “gedraaid” worden waardoor de instellingen veranderen. Storingen worden niet actief naar buiten gemeld.

2.4 Verwarming

De warmtepompen (ook de koeling) hebben niet geheel correct gewerkt. In januari 2015 bleek dat één van de warmtepompen in storing stond. Het is onbekend sinds wanneer dit was. Omdat er geen storingen actief naar buiten worden gemeld is dit niet eerder opgemerkt. Er zijn echter geen koude klachten genoteerd.
De ruimte temperatuurregelaars functioneerden sinds de herfst 2014 bijna allemaal niet meer vanwege lege batterijen.

2.5 Koeling

Zie hierboven onder ‘Verwarming’

2.6 Ventilatie

Vanaf het eerste bezoek op locatie bleken enkele Itho units in storing te staan, ze stonden stil of ventileerden 24/7 op hoge toeren. Naast een installateur is ook de leverancier op locatie op onderzoek geweest. Verschillende regelingen bleken in storing te staan, daarnaast waren de filters niet vervangen. Gevolg is dat de ventilatie in een onbekend aantal gevallen slecht of niet heeft gefunctioneerd.

2.7 Verlichting

De verlichting werkt correct.

2.8 Zon en lichtwering

De uitvalschermen functioneren goed, maar schermen de zon en daglicht onvoldoende af.

2.9 Duurzame energie

De zonnepanelen functioneren correct. Er zijn bruto productiemeters aanwezig, deze functioneren correct. De bruto opwekking van de zonnepanelen is niet vanaf het begin via de productiemeters bemeten door het meetbedrijf.

De donQi windmolen wordt niet meer gebruikt vanwege technische storingen.

2.10 Installateur/toezicht installatie

Er is al geruime tijd geen huisinstallateur aanwezig. Daardoor is er geen controle op de instellingen, het onderhoud en filtervervanging van de luchtbehandelingunits. Het vervangen van de batterijen van de ruimteregelingen is uiteindelijk door de school zelf opgepakt.

Bodemenergiesystemen

Sinds 1 oktober 2014 moet een installateur die ontwerp, installatie, beheer en/of onderhoud uitvoert aan bodemenergiesystemen, voldoen aan Bodem+. De onderhoudspartij dient te beschikken over een certificaat volgens BRL11000 en BRL6000-21.

3 Ontwerpuitgangspunten

De school is ontwikkeld in 2009. De bouw is gestart in juni 2011. De school is in augustus 2011 opgeleverd. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste eisen.

3.1 Bouwbesluit

Het bouwbesluit van 2003 was van toepassing bij het ontwerp en de bouw van de Wilgenstam. 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

Op basis van de bezettingsgraadklasse, het maximum aantal leerlingen in een verblijfsruimte, eventuele activiteiten die de binnenlucht verontreinigen en de specifieke functie van de ruimte, kan het, volgens het bouwbesluit (geldend bij de bouwaanvraag), noodzakelijke ventilatiedebiet bepaald worden.

Tabel 3.1: Bezettingsgraadklasse bouwbesluit 2003 - 2010

Klasse	Zonder activiteiten die de binnenlucht verontreinigen	
B1	8,8 $dm^3/sec/m^2$	
B2	3,5 $dm^3/sec/m^2$	Van toepassing voor een schoollokaal
B3	1,4 $dm^3/sec/m^2$	

Tabel 3.2: Ventilatie eis bouwbesluit 2003 - 2010

	Eis bouwbesluit Klasse B2	Lokaal 50m^2 m3/h	Lokaal 55m^2 m3/h	Lokaal 60m^2 m3/h
Klasse C	3,5 $dm^3/sec/m^2$	630	693	756

3.1.2 Verlichting

De verlichtingssterkte is minimaal 300 LUX in groepsruimten.

3.2 Frisse Scholen

Bij het ontwerp is aan de hand van het Programma van Eisen (PvE) Frisse Scholen het ambitieniveau uitgesproken. In bijlage 5 wordt een samenvatting gegeven van het PvE. De volgende klasse verdeling wordt aangehouden:

Frisse Scholen	Omschrijving
A	Zeer goed
B	Goed
C	Acceptabel

Het ambitieniveau was voor De Wilgenstam:

Tabel 3.2: Ambitieniveau Frisse Scholen

	Frisse Scholen
Luchtkwaliteit	Klasse A
Thermisch Comfort	Geen specifieke eis
Akoestisch Comfort	Geen specifieke eis
Visueel Comfort	Geen specifieke eis

Ten aanzien van het programma van eisen Frisse Scholen is het PvE Frisse Scholen van 2010 aangehouden.

4 Binnenklimaatmetingen en toetsing ontwerp

Het binnenmilieu is afhankelijk van de aanwezige installaties, gebouw eigenschappen, het gebruik en de gebruiksinstellingen. In dit hoofdstuk wordt omschreven welke metingen 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)

4.1 Luchtkwaliteit (ventilatie)

4.1.1 Omschrijving van de meting

Er is onderzoek gedaan naar de ontwerpuitgangspunten in relatie tot de geldende eisen. Deze zijn in een tabel gezet zodat een duidelijke conclusie getrokken kan worden.
De luchtkwaliteit is gemeten door het uitvoeren van meerdere CO_2-metingen in verschillende ruimtes.

4.1.2 Aanwezige voorzieningen / Meetresultaten

Toevoerlucht
De lokalen zijn voorzien van gebalanceerde mechanische ventilatie. De volgende tabel geeft aan welke eis er vanuit het Bouwbesluit gesteld wordt aan de ventilatie en of het aanwezige systeem hieraan voldoet.

Tabel 4.1: Ventilatie-eisen en aanwezige ventilatie Bouwbesluit

	Vloeropp. [m^2]	Bezettings-klasse	Noodzakelijke Ventilatie bouwbesluit [m^3/u]	Ontwerp / aanwezig [m^3/u]
Lokaal LO.08	58	B2	730	750
Lokaal LO.09	66	B2	831	750
Lokaal LO.02	61	B2	768	750

In de winterperiode worden natuurlijke ventilatievoorzieningen niet of nauwelijks gebruikt vanwege koud klachten. Er is voor de Wilgenstam onderscheid gemaakt in de klassering voor Frisse Scholen inclusief en exclusief natuurlijke ventilatie voorzieningen.

Tabel 4.2: Ventilatie-eisen en aanwezige ventilatie Frisse Scholen

	Ontwerp / aanwezig Mechanisch [m^3/u]	Ontwerp / aanwezig Natuurlijk [m^3/u]	Klasse Frisse Scholen Excl. natuurlijke voorzieningen	Klasse Frisse Scholen Incl. natuurlijke voorzieningen
Lokaal LO.08	750	120	Klasse C	Klasse B
Lokaal LO.09	750	120	Klasse C	Klasse B
Lokaal LO.02	750	120	Klasse C	Klasse B

CO_2 meting
De volgende tabel geeft de resultaten weer van de steekproef van CO_2-metingen in verschillende ruimtes.

Tabel 4.3: CO_2 niveau tijdens gebruikstijd in ppm.

Ruimte	Aantal leerlingen	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
		Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
Groep 1/2 D	19	1.400	2.200*	-	-	1.250	1.650	1.050	1.203
Groep 4c	18	950	1.130	-	-	-	-		
Groep 5a	22	1.250	1.500	1.050	1.300	1.150	1.325	950	1.020
Groep 5c	21	1.250	1.360	900	1.350	-	-	1.100	1.630
Groep 3b	27	-	-	-	-	1.000	1.220	1.400	1.680

** De Itho ventilatie-unit stond zeer waarschijnlijk de gehele meetperiode in storing.*

4.1.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten
Het gehanteerde ontwerp met alleen mechanische voorzieningen ligt soms onder de vereisten die voor het Bouwbesluit noodzakelijk zijn. Inclusief natuurlijke voorzieningen worden deze wel gehaald.

Voor Frisse Scholen betekent dit dat met alleen mechanische ventilatie klasse C wordt gehaald en inclusief natuurlijke voorzieningen een klasse B.

In de winterperiode worden natuurlijke ventilatievoorzieningen nauwelijks gebruikt vanwege klachten over kou.

Het gemiddeld CO_2 niveau ligt vaak boven 1.200 ppm. Hiermee wordt klasse C Frisse Scholen niet gehaald. Dit is volgens verwachting bij gebruik van de aanwezige ventilatievoorzieningen. Na een significant aantal metingen in verschillende schoolgebouwen kan geconcludeerd worden dat een CO_2 niveau tussen 1.200 en 1.300 ppm maximaal haalbaar is bij normale klassengroottes, bij gebruikmaking van de aanwezige Itho units.

De Itho units hebben in verschillende keren in storing gestaan en filters waren vervuild. Het is onbekend welk effect dit heeft gehad op de resultaten. Aannemelijk is dat bij schone filters en goed functioneren van de regeltechniek de resultaten gemiddeld beter zouden zijn.

4.2 Thermisch comfort

4.2.1 Omschrijving van de meting
Per jaargetijde is in verschillende ruimtes de binnentemperatuur bemeten. De meetperiode betrof steeds minimaal 2 weken. De gemiddelde waardes zijn in tabelvorm weergegeven.

4.2.2 Meetresultaten
De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.4: Resultaten temperatuurmeting

Gemiddelde Temperatuur	Winter [Celsius]		Lente [Celsius]		Zomer [Celsius]		Herfst [Celsius]	
Ruimte	*Dag*	*Nacht*	*Dag*	*Nacht*	*Dag*	*Nacht*	*Dag*	*Nacht*
Groep 3a	-	-	-	-	25.5	20.5	-	-
Groep 1/2C	-	-	-	-	24	20.5	-	-
Groep 1/2 D	22.4	18	23.4	21	24.8	20.8	22	16
Groep 4c	24	20.4	23.2	21.5	-	-	-	-
Groep 5a	23.8	20.8	23.2	21.5	-	-	22	22
Groep 5c	23.4	19	24	21.8	24.6	20.4	23.2	21
HAL	-	-	23.2	21.4	-	-	-	-
Groep 3b	-	-	-	-	24.6	20.4	22	18.5

4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De temperatuur ligt in bijna alle seizoenen overdag boven de 23 graden. Alleen in de herfst is deze overdag lager. De lege batterijen van de regelunits zijn medio herfst vervangen. Het is onbekend of de lagere dagtemperatuur in de herfst het gevolg hiervan is.

De temperatuur in de lokalen daalt in de zomer ‘s nachts met 3 tot 4 graden. Dit komt door nachtventilatie en koeling door de warmtepomp. Overdag ligt de temperatuur gemiddeld boven de 24 graden. De aanwezige koeling lijkt niet afdoende om de binnentemperatuur onder de 24 graden te laten dalen. Dit komt ook door de zeer slecht afdekkende buitenzonwerking.

4.3 Akoestisch comfort (geluid)

4.3.1 Omschrijving van de meting

Het akoestisch comfort is niet op locatie gemeten. Er wordt gebruik gemaakt van Itho units. Na verschillende geluidsmetingen van deze units op meerdere scholen kan geconcludeerd worden dat in normale omstandigheden, zoals deze ook bij de Wilgenstam van toepassing zijn, het geluidsniveau op 35dB(A) presteert in vollast. Vanwege storingen heeft een aantal units continu op vollast gedraaid. De continue geluidsproductie werd als storend ervaren.

4.3.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

35dB(A) komt overeen met klasse C. Klasse A wordt behaald met maximaal 33 dB(A).

4.4 Visueel comfort (Verlichting)

4.4.1 Omschrijving van de meting

Het visueel comfort is slechts voor wat betreft lichtniveau bepaald door controlemetingen met een klasse A luxmeter. De metingen zijn uitgevoerd bij bewolking en met de (blinderende) zonneschermen gesloten.

Tabel 4.5: LUX meting

Ruimte	Min. [LUX]	Max. [LUX]
Groep 5a	320	390
Groep 5c	310	380

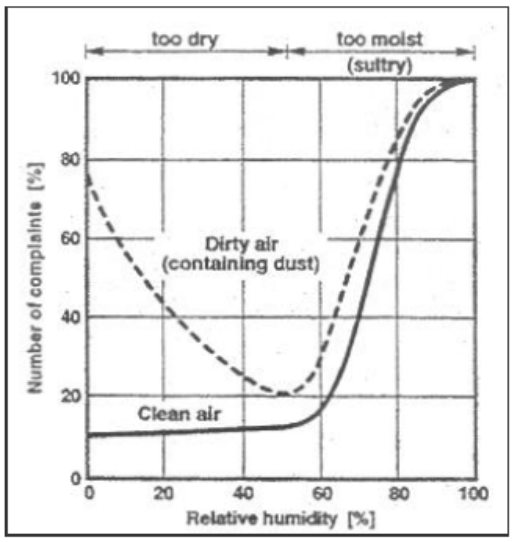
4.4.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Er moet minimaal 300LUX aanwezig zijn volgens het Bouwbesluit. Aan deze wettelijke eis wordt ruimschoots voldaan. De resultaten van de meting voldoen aan klasse C. Er is geen ontwerpuitgangspunt gedefinieerd.

4.5 Relatieve vochtigheid (per seizoen)

4.5.1 Omschrijving van de meting

Veel klachten over de luchtkwaliteit worden toegeschreven aan droge lucht. Vaak blijkt echter stof de oorzaak van deze klachten te zijn en niet een te lage relatieve vochtigheid. De luchtkwaliteit is acceptabel bij een relatieve vochtigheid tussen de 30 en 70procent. Ideaal is een relatieve vochtigheid van 50 procent. Komt de vochtigheid onder de 30 procent dan drogen de slijmvliezen uit. Het gevolg is geïrriteerde ogen en soms zelfs een droge mond. Ligt de vochtigheid boven de 70 procent 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 weinig vocht bevat. Als deze buitenlucht verwarmd wordt dan daalt de relatieve vochtigheid aanzienlijk.



Toelichting op de grafiek: 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

Tabel 4.6: Relatieve vochtigheid

	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
Ruimte	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Groep 1/2 D	36 - 42	42 -44	-	-	39-70	39-70	36-54	38-40
Groep 4c	-	-	39-60	41-58	-	-	-	-
Groep 5a	34 - 43	38 - 41	-	-	-	-	30-56	40-56
Groep 5c	31 - 45	38 - 40	41-60	41-60	-	-	33-49	33-49
Groep 3b	34 - 43	38 - 41	-	-	42-66	42-66	40-52	40-52

**De weergegeven resultaten presenteren de bandbreedtes die zijn gemeten, bijv. een relatieve vochtigheid tussen 30 en 40.*

4.5.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Er zijn geen uitgangspunten geformuleerd.

Vooral in de winter is de relatieve vochtigheid laag. Deze ligt gemiddeld tussen de 30 en 40%. Een luchtvochtigheid van 30% is de ondergrens waaronder klachten significant toenemen. Uit de vragenlijsten worden er veel klachten gemeld over zand en stof. In combinatie met een lagere luchtvochtigheid kan dit sneller tot klachten lijden.

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 o.b.v. aanwezige voorzieningen		
Luchtkwaliteit	A	C	Niet behaald o.b.v. metingen	Theoretisch is er voldoende ventilatie aanwezig door mechanisch en natuurlijke voorzieningen. In de praktijk is het CO_2 niveau geregeld hoger dan 1.200 ppm.
Thermisch Comfort		C		Beoordeeld voor ruimtetemperatuur
Akoestisch Comfort		C		Beoordeeld voor installatiegeluid
Visueel Comfort		C		Beoordeeld voor lichtniveau

5 Gebruikerservaring

Het meten van de gebruikerservaring geeft inzicht in de waardering van gebruikers. Om de gebruikerservaring op een slimme manier te meten is gebruik gemaakt van de ABCD-tool. Bij deze tool wordt een index toegekend aan een viertal onderwerpen gericht op het binnenmilieu aan de hand van een vragenlijst die ieder seizoen wordt ingevuld. De vragenlijst is anoniem ingevuld en bestaat uit 14 gesloten vragen. Zie bijlage 1 voor de ABCD-tool.

Legenda scores ABCD tool

Score	Range
Uitstekend	8.0 – 10
Goed	6.5 – 7.9
Acceptabel	5.0 – 6.4
Onacceptabel	0 – 4.9

Onderzochte onderwerpen
Binnenluchtkwaliteit
Thermisch binnenklimaat
Geluid & Akoestiek
Licht & Uitzicht

De school krijgt een rapportcijfer van de gebruikers. Met de scores op de diverse onderwerpen wordt een hoofdindex berekend. Deze index ligt tussen de 1 en 10.

Tabel 5.1 Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	**7.3**	**7.0**	**Te weinig response**	**7.4**
Hoofdindex	**B (6.3)**	**B (7.1)**	**-**	***C (5.7)***
Binnenluchtkwaliteit	*C (5.7)*	*B (6.7)*	**-**	*D (4.9)*
Thermisch binnenklimaat	*B (6.8)*	*B (6.7)*	**-**	*C (5.4)*
Geluid & Akoestiek	*B (7.9)*	*B (7.9)*	**-**	*A (8.8)*
Licht & Uitzicht	*D (3.6)*	*B (7.3)*	**-**	*D (1.6)*

De volgende tabel geeft de belangrijkste opmerkingen die zijn geuit in de enquête.

Tabel 5.2 Opmerkingen uit enquête

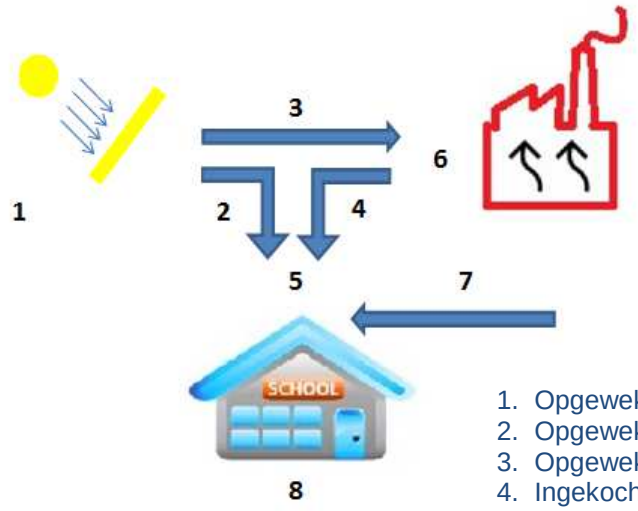
Onderwerp	**Opmerkingen**
Binnenluchtkwaliteit	▪ Luchtsysteem werkt niet naar behoren. Stof aanwezig
Thermisch binnenklimaat	▪ Het is (veel) te warm in de school
Geluid & Akoestiek	▪ Geen opmerkingen
Licht & Uitzicht	▪ Zonnescherm bedekt niet volledig. (wordt zeer vaak genoemd) de smartboards zijn dan niet te lezen.
Overig	▪ Er is veel zand aanwezig in de school. ▪ Slechte schoonmaak.

De lage score op licht en uitzicht heeft te maken met de zonneschermen die niet genoeg afdekken. De binnenluchtkwaliteit scoort in de winter en de herfst laag. Voornamelijk het in sommige gevallen niet functioneren van het ventilatiesysteem is hier de oorzaak van. Ook worden ramen minder gebruikt in koude periodes.

Er is daarnaast zeer veel zand (stof) aanwezig buiten de school. Dit wordt eenvoudig naar binnen gelopen. Ondanks dat het aanwezige zand binnen de school geen invloed heeft op het functioneren van het ventilatiesysteem, wordt er door de gebruiker vaak een (onterecht) verband gelegd tussen zand, ventilatie en de luchtkwaliteit.

6 Energiehuishouding

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de energiestromen in het pand. De energiestromen zijn schematisch weergeven in de onderstaande afbeelding.



1. Opgewekte energie (Bruto productie)
2. Opgewekte energie voor eigengebruik (Netto Productie)
3. Opgewekte energie teruggeleverd aan net
4. Ingekochte elektriciteit
5. Totaal elektriciteitsverbruik
6. Netto inkoop
7. Inkoop gas/warmte/pellets *
8. Totaal energieverbruik

*Niet van toepassing voor De Wilgenstam

6.1 Opgewekte energie

OBS de Wilgenstam wekt elektriciteit op door de inzet van zonnepanelen.

6.1.1 Opgewekte energie

De volgende tabel geeft de totale opwekking weer van de zonnepanelen.

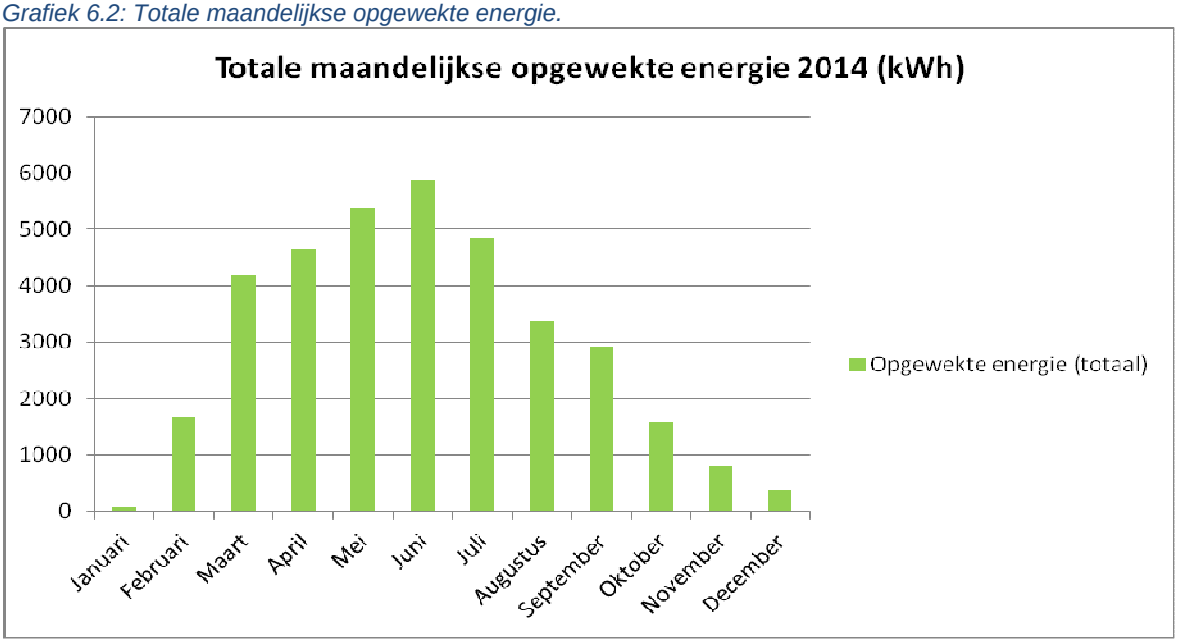
Tabel 6.1: Opgewekte energie (totaal)

	Verwachte opbrengst [kWh]	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (totaal)	23.729	35.888*	35.717**

**De opwekproductie 2013 is deels gebaseerd op gegevens uit 2014.*
***Er blijkt één Bruto Productie Meter vier maanden niet te hebben gefunctioneerd of de gegevens zijn niet doorgegeven aan Stedin in 2014. Voor deze maanden zijn gegevens over 2013 gebruikt.*

De volgende grafiek geeft de maandelijkse opwekking weer over 2014.

Grafiek 6.2: Totale maandelijkse opgewekte energie.



Het is duidelijk te zien dat er in de zonnige maanden significant meer energie wordt opgewekt dan in de andere maanden.

6.1.2 Opgewekte energie voor eigen gebruik

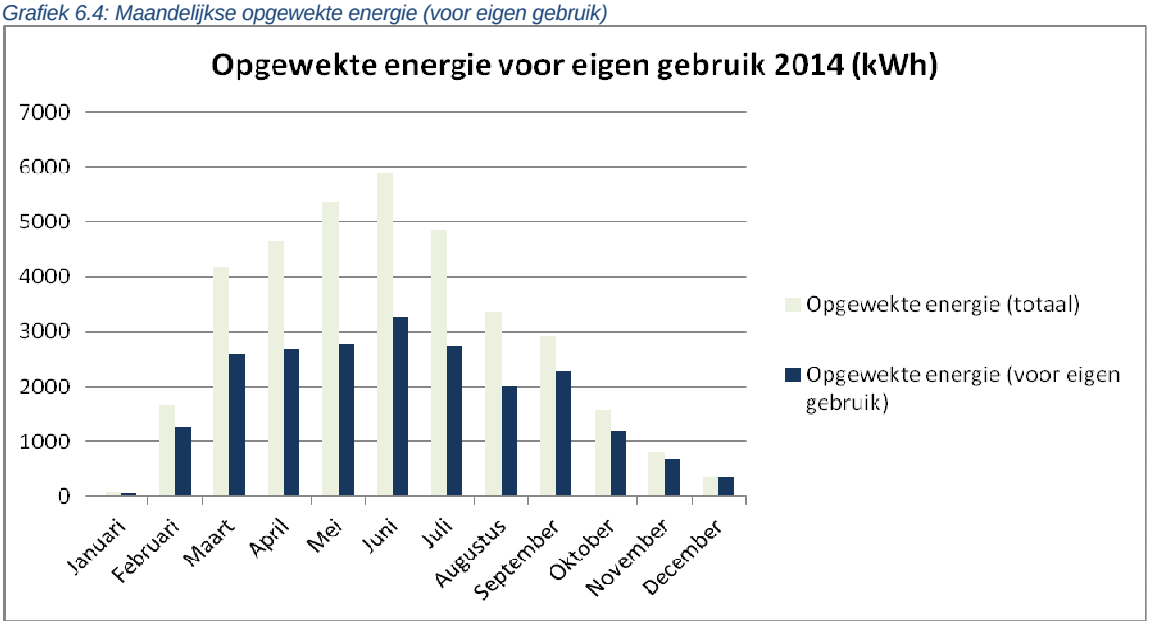
Niet alle opgewekte energie komt ten goede aan de school. Als er meer elektriciteit wordt opgewekt dan de vraag, dan wordt deze teruggeleverd aan het energiebedrijf.

De volgende tabel geeft de opgewekte energie voor eigen gebruik weer.

Tabel 6.3: Opgewekte energie (voor eigen gebruik)

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (voor eigen gebruik)	19.838	21.895

Grafiek 6.4: Maandelijkse opgewekte energie (voor eigen gebruik)



6.1.3 Opgewekte energie teruggeleverd

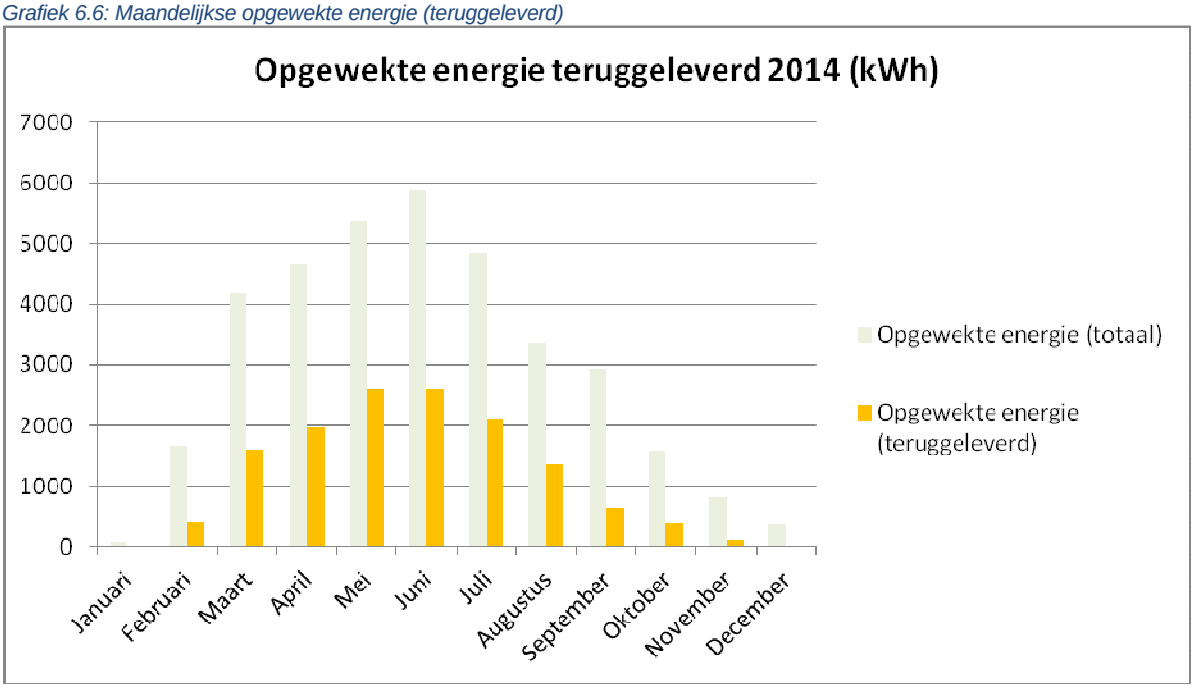
Voor teruggeleverde energie wordt een vergoeding betaald. De volgende tabel geeft weer hoeveel energie er is teruggeleverd aan de energieleverancier.

Tabel 6.5: Opgewekte energie (teruggeleverd)

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (teruggeleverd)	16.051	13.822

De volgende grafiek geeft aan hoeveel energie er per maand is teruggeleverd in 2014.

Grafiek 6.6: Maandelijkse opgewekte energie (teruggeleverd)



6.1.4 Overzicht energie opwekking

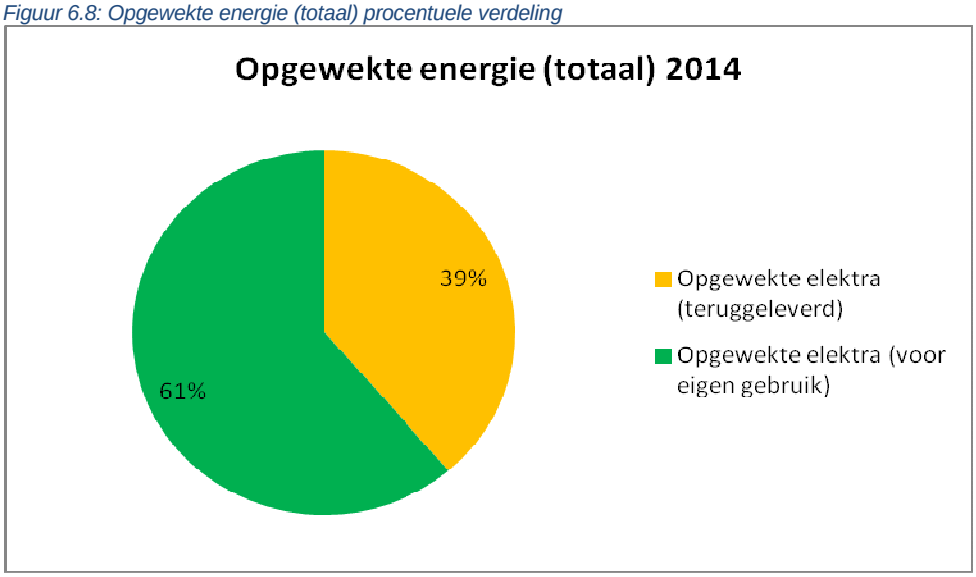
In de volgende tabel staat voor 2014 de hoeveelheid opgewekte energie, de hoeveelheid energie voor eigen gebruik en de energie die is teruggeleverd.

Tabel 6.7: Opgewekte energie (totaal)

	2013 [kWh]	2014 [kWh]	Procentueel (2014)
Opgewekte energie (totaal)	35.888 kWh	35.717 kWh	**100 %**
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	*19.838 kWh*	*21.895 kWh*	*61 %*
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	16.051 *kWh*	*13.822 kWh*	*39 %*

De volgende figuur geeft de verhouding weer tussen het aandeel energie dat is teruggeleverd en het aandeel opgewekte energie voor eigen gebruik in 2014.

Figuur 6.8: Opgewekte energie (totaal) procentuele verdeling



6.2 Ingekochte energie (inkoop)

Warmte wordt opgewekt door een elektrische warmtepomp, waardoor er geen sprake is van inkoop van gas of warmte. Er is alleen sprake van inkoop van elektriciteit.

6.2.1 Ingekochte elektriciteit

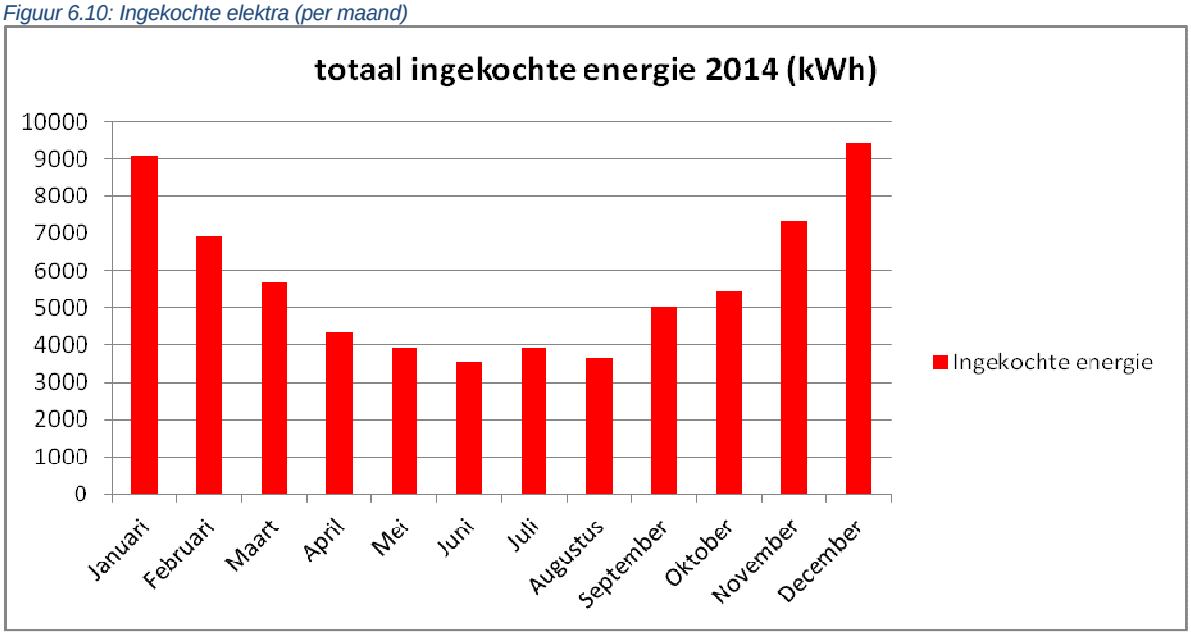
De volgende tabel geeft de ingekochte elektriciteit weer over 2013 en 2014.

Tabel 6.9: Ingekocht elektra.

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Totaal elektraverbruik (ingekocht)	61.719	68.358

De volgende grafiek geeft de ingekochte elektriciteit per maand weer in 2014.

Figuur 6.10: Ingekochte elektra (per maand)



In de zomermaanden wordt er minder ingekocht vanwege de zomervakantie en de opwekking door de zonnepanelen.

6.3 Energiegebruik school (totaal)

De volgende tabel geeft het totale energiegebruik van de school weer, aan de hand van:

- Opgewekte energie
- Ingekochte energie
- Totaal elektra verbruik

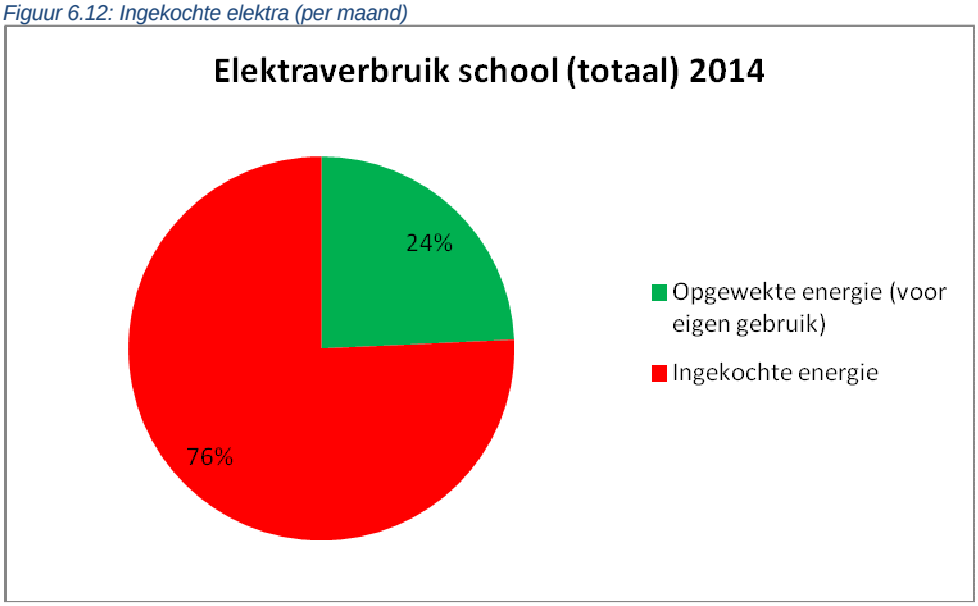
Tabel 6.11: Energiegebruik school totaal overzicht

	2013* [kWh]	2014 [kWh]	Procentueel 2014
Opgewekte energie (totaal)	**35.888 kWh**	**35.717 kWh**	**100 %**
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	*19.838 kWh*	*21.895 kWh*	*61 %*
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	*16.051 kWh*	*13.822 kWh*	*39 %*
Ingekochte elektra	**61.719 kWh**	**68.358 kWh**	
Totaal elektra verbruik school	**81.557 kWh**	**90.253 kWh**	**100%**
-Ingekochte elektra	61.719 *kWh*	68.358 *kWh*	*76%*
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	*19.838 kWh*	*21.895 kWh*	*24%*

**De verbruiken van 2013 zijn deels gebaseerd op 2014*

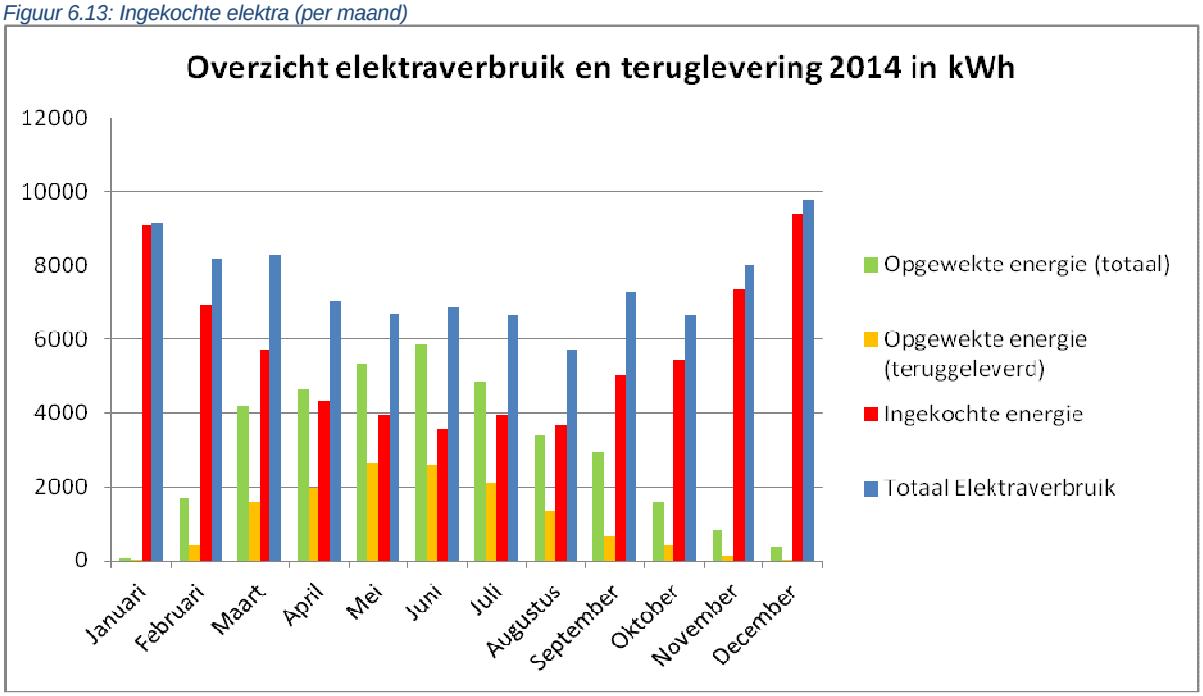
Het volgende diagram geeft het aandeel opgewekte elektriciteit en het aandeel ingekochte elektriciteit weer.

Figuur 6.12: Ingekochte elektra (per maand)



De volgende grafiek geeft per maand het totale elektriciteitsverbruik, de opgewekte elektriciteit, het deel dat is terug geleverd en de hoeveelheid ingekocht elektriciteit weer.

Figuur 6.13: Ingekochte elektra (per maand)

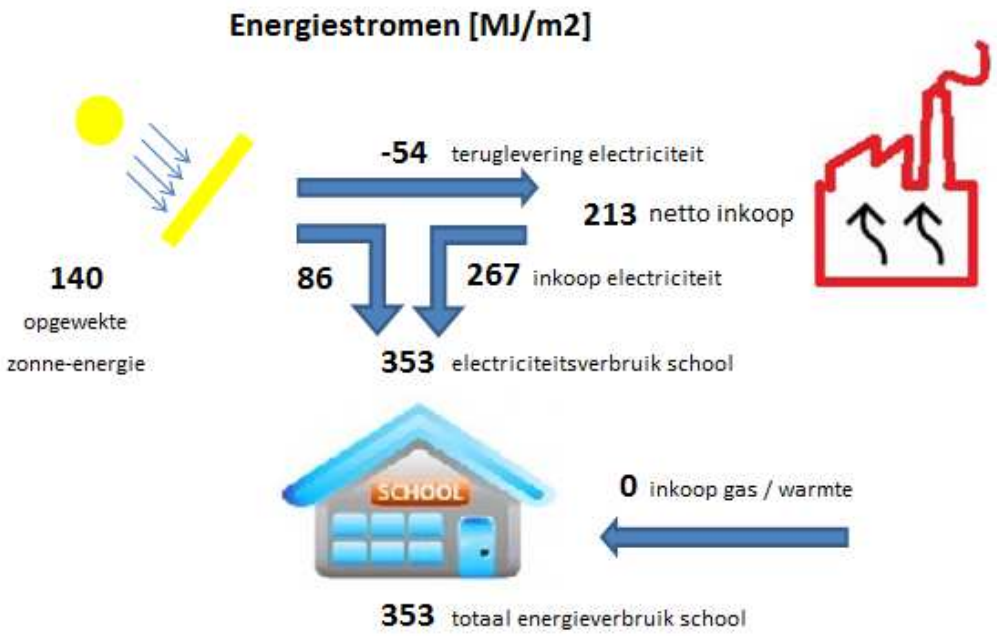


6.4 Overzicht alle energiestromen

De volgende tabel geeft een overzicht van alle energiestromen van de school in 2014.

Tabel 6.14: Alle energiestromen

Energiestroom		2014		MJ	MJ/m^2
1	Opgewekte energie (totaal)	35.717	(kWh)	307.166	140
2	Opgewekte energie (voor eigen gebruik)	21.895	(kWh)	188.297	86
3	Opgewekte energie (teruggeleverd)	-13.822	(kWh)	-118.869	-54
4	Ingekochte energie (inkoop)	68.358	(kWh)	587.879	267
5	**Energiegebruik school, Elektra**	**-**		**776.176**	**353**



7 Benchmark energieverbruik / prestaties

Dit hoofdstuk geeft een indruk van de prestaties van OBS de Wilgenstam in vergelijking met bestaande scholen en in vergelijking met het energieverbruik van een nieuwbouwschool die is ontworpen conform de minimale eisen van het 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 2014 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^3
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

In de onderstaande tabel worden het energieverbruik, de verbruikskosten en inkoop per m^2 weergegeven. Voor de vergelijking met de andere gebouwen is de teruggeleverde elektriciteit van het ingekochte elektriciteitsverbruik afgetrokken.

Tabel:7.2: Energie kentallen ingekochte en teruggeleverde energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik Primair (inkoop) per m^2 [MJ]
Elektriciteit (inkoop)	*68.358*	*kWh*	€ 8.242*	*267*
Elektriciteit (teruggeleverd)	*-13.822*	*kWh*	-€ 1.106	*-54*
		Totaal	**€ 7.136**	**213**

**Op basis van het werkelijk verbruik hoog en laag.*

In de volgende tabel wordt het elektriciteitsverbruik van OBS de Wilgenstam afgezet tegen het energieverbruik bij nieuwbouw en bestaande bouw. Het verbruik is weergegeven in MJ per m².

Tabel 7.3: Benchmark totaal primair verbruik per m^2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verbruik Primair (inkoop) (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	213	469	891	655	349

In de volgende tabel worden de energiekosten van OBS de Wilgenstam (in euro/m²) afgezet tegen nieuwbouw en bestaande bouw.

Tabel 7.4: Benchmark verbruik in euro's per m^2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Energiekosten (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	**€ 3,23**	€ 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

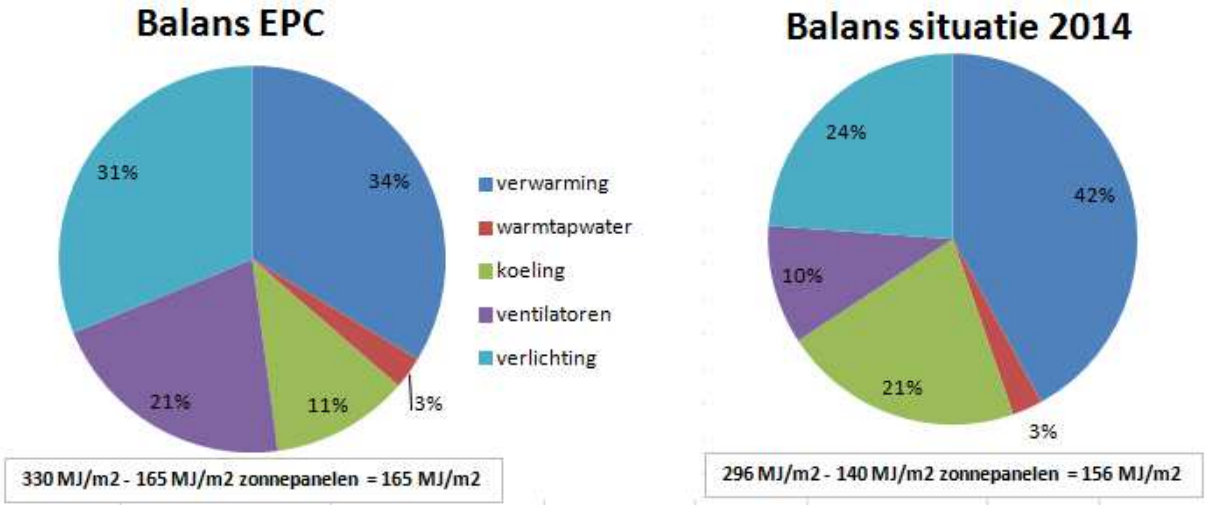
De volgende tabel en grafiek geven het gebouwgebonden energieverbruik weer. Gebouwgebonden energie is alle energie die noodzakelijk is voor het conditioneren en verlichten van een gebouw, bij een gestandaardiseerd gebruiksgedrag.

Tabel 8.1: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden (situatie 2014)

Deelpost	Huidig				Volgens EPC MJ/m^2
	MJ	%	CO_2 uitstoot kg	MJ/m^2	
Verwarming (inclusief pompen)	273.590*	40%	1.251	124,4	111
Warm tapwater	17.200	3%	547	7,8	9
Koeling	136.795*	13%	1.104	62,2	38
Ventilatoren	67.812	12%	139	30,8	69
Verlichting	155.079	31%	2.208	70,5	103
Verbruik totaal	**650.475**	**100%**	**5.249**	**296**	**330**
Opwekking zonnepanelen	307.166	47%		140	215
Netto	**343.309**	**100%**		**156**	**115**

**Inschatting 75% energie warmtepomp voor verwarming, 25% koeling.*

Figuur 8.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



8.2 Energiebalans gebouwgebonden verbruik en apparatuur

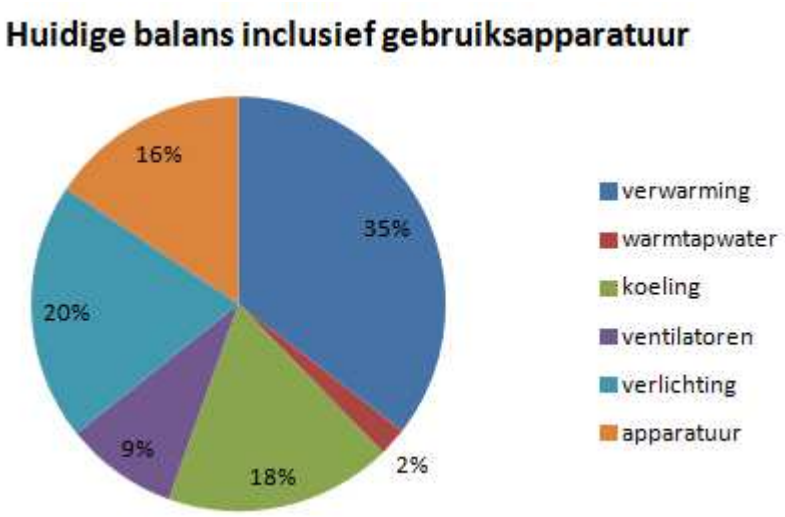
De volgende tabel en grafiek geven het energieverbruik van gebouwgebonden voorzieningen en apparatuur weer.

Tabel 8.3: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden + niet gebouwgebonden

Deelpost	MJ	MJ/m^2	%	CO_2 uitstoot kg
Verwarming (inclusief pompen)	273.590*	125	35%	2.208
Warm tapwater	17.200	8	2%	138
Koeling	136.795*	62	18%	1.104
Ventilatoren	67.812	31	9%	547
Verlichting	155.079	71	20%	1.251
Apparatuur	120.400	55	16%	972
Verbruik totaal	**774.516**	**353**	**100%**	**6.221**
Opwekking zonnepanelen	307.166	140	39%	2.479
Netto	**463.709**	**213**	**61%**	**3.742**

**Inschatting 75% energie warmtepomp voor verwarming, 25% koeling.*

Figuur 8.4: Energiebalans gebouwgebonden + niet gebouwgebonden



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, meting binnenmilieu, onderhoud en beheer, analyse van energieverbruik (en kosten) en ervaringen van de gebruikers.

9.1 Binnenklimaat

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Luchtkwaliteit	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse A. Hier wordt niet aan voldaan. Er is sprake van een klasse C ventilatie systeem exclusief natuurlijke voorzieningen en Klasse B inclusief natuurlijke voorzieningen.	Uit de metingen blijkt dat er CO_2 waardes van meer dan 1.200 ppm worden behaald met uitschieters tot 1.800 ppm. Verschillende Itho units hebben in storing gestaan of waren regeltechnisch niet in orde, waardoor deze te weinig ventileerden.	Gebruikers klagen in sommige gevallen over het slecht functioneren van het luchtsysteem. Dit is overeenkomstig de storingen die zijn opgemerkt. Algemeen wordt het binnenklimaat als redelijk ervaren.	Op basis van de aanwezige mechanische ventilatievoorzieningen is er een klasse C Frisse Scholen gerealiseerd. Er wordt een klasse B behaald inclusief natuurlijke voorzieningen. Echter op basis van CO_2 metingen wordt er geen klassering behaald. De CO_2 waardes liggen veelal boven 1.200 ppm. De gebruikers zijn redelijk tevreden over het ventilatiesysteem. Klachten hebben vooral betrekking op de technische storingen. De resultaten komen overeen met de verwachting vanwege het gebruik van Itho units. Na een significant aantal metingen in verschillende schoolgebouwen in Nederland kan geconcludeerd worden dat een CO_2 niveau tussen 1.200 en 1.300 ppm maximaal haalbaar is bij normale klassengroottes. De Itho units hebben daarnaast in diverse gevallen in storing gestaan en filters waren vervuild. Het is onbekend welk effect dit heeft gehad. Aannemelijk is dat bij schone filters en goed functioneren van de regeltechniek de resultaten gemiddeld beter zijn.

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Thermisch comfort winter	Er zijn geen specifieke uitgangspunten geformuleerd ten aanzien van de bouw. Enkel het bouwbesluit is van toepassing. Per ruimte kan de temperatuur worden geregeld via een thermostaat. Er wordt verwarmd door middel van een warmtepomp met afgifte aan de vloerverwarming. Er is sprake van warmteterugwinning op de ventilatielucht.	Uit de temperatuurmeting blijkt dat de temperatuur gemiddeld altijd boven 23 graden ligt. Dit is erg hoog. Ervaring leert dat verlagen van de thermostaat geen (meetbaar) effect heeft.	De school wordt als warm ervaren. De thermostaat reageert niet goed. De batterijen waren geruime tijd leeg.	Het gebouw is goed geïsoleerd. De temperatuur kan worden geregeld. Echter waren de batterijen van de thermostaten voor langere periode leeg. De installatie werkt goed. Er zijn geen serieuze klachten met betrekking tot het thermisch comfort in de winter. Er is geen sprake van koud, wel ligt de temperatuur te hoog.
Thermisch comfort zomer	Er zijn geen specifieke uitgangspunten geformuleerd ten aanzien van de bouw. Enkel het bouwbesluit is van toepassing. Er wordt gekoeld door middel van een warmtepomp in zomerbedrijf met afgifte aan de vloerverwarming. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van zomernacht ventilatie. Er is sprake van buitenzonwering. Deze dekt echter slecht af.	Uit de temperatuurmeting blijkt dat de dagtemperatuur veelal boven de 24 graden ligt. ‘s Nachts koelt de temperatuur af tot gemiddeld 20 graden.	De school wordt als warm ervaren.	Het thermisch comfort is acceptabel. Op warme dagen worden hoge temperaturen gemeten. De koeling is dan niet afdoende om de binnentemperatuur onder de 24 graden te laten dalen. De slecht afdekkende zonwering heeft een negatief effect op de binnentemperatuur bij zonnige dagen.
Akoestisch comfort	Er zijn geen specifieke uitgangspunten geformuleerd ten aanzien van de bouw. Enkel het bouwbesluit is van toepassing. Er is gebruik gemaakt van HR++ glas wat een positief effect heeft op geluid van buiten. Er wordt gebruik gemaakt van decentrale ventilatie-units van Itho.	Het akoestisch comfort is niet op locatie bemeten. Er wordt gebruik gemaakt van Itho units. Na verschillende geluidsmetingen van deze units op diverse scholen kan geconcludeerd worden dat in normale omstandigheden, zoals deze ook bij de Wilgenstam van toepassing zijn, het geluidsniveau op 35dB(A) presteert in vollast. Dit is in overeenstemming met klasse C Frisse Scholen. Door storingen hebben een aantal units echter continu op vollast gedraaid.	Door een aantal storingen van de ventilatie-units wordt het geluid soms als storend ervaren. Er rijdt meerdere malen per dag een tram langs de school. Dit heeft een negatieve invloed op het akoestisch comfort. Bij geopende ramen is hier niet aan te ontkomen. Met gesloten ramen houdt het HR++ glas dit geluid beperkt tegen. Het akoestisch comfort wordt over het algemeen als zeer goed ervaren. Zowel binnen als buiten de school.	Er worden Itho ventilatie units gebruikt. Geconcludeerd kan worden dat in normale omstandigheden het geluidsniveau op 35dB(A) presteert in vollast. Ondanks een aantal storingen in de ventilatie-units, waarbij deze op vollast bleven draaien, wordt het akoestisch comfort over het algemeen als goed ervaren.

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Visueel comfort	Er zijn geen specifieke uitgangspunten geformuleerd ten aanzien van de bouw. Enkel het Bouwbesluit is van toepassing. Overige aspecten zijn niet gemeten. Kunstlicht wordt verzorgd door energiezuinige T5 armaturen die zijn voorzien van daglichtregeling. Er is buiten zonwering aanwezig die handmatig kan worden bediend.	Uit de LUX metingen blijkt dat er een lichtniveau van 300 tot 400 LUX aanwezig is. Er is zonwering aanwezig die handmatig kan worden bediend.	De zonwering is niet voldoende dekkend. Een groot deel van de dag schijnt de zon langs de zonwering naar binnen. Hierdoor zijn de digiborden slecht tot niet te lezen. Dit wordt als hinderlijk ervaren.	Het visueel comfort vinden gebruikers onvoldoende. Dit wordt voornamelijk verklaard door de slecht werkende zonwering. Dit heeft een zeer grote invloed op het visueel comfort. De verlichting functioneert goed. Het lichtniveau is voldoende. Er wordt voldaan aan klasse C Frisse Scholen.
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	Er zijn geen specifieke uitgangspunten geformuleerd ten aanzien van de bouw.	Uit de metingen blijkt dat de relatieve vochtigheid in de wintermaanden zeer laag is. Er worden geregeld waarden gemeten rond 30% tijdens lestijd. Er is erg veel zand rond en daardoor ook in de school aanwezig. Het zand wordt makkelijk naar binnen gelopen.	Gebruikers leggen een verband tussen het aanwezige zand in de school en de ventilatie. Klaarblijkelijk heeft het aanwezige zand (stof) een grote invloed op de perceptie van ook luchtkwaliteit/ventilatie. De schoonmaak lijkt niet voldoende om al het zand te verwijderen. Dit wordt geregeld door leerkrachten gedaan.	De luchtvochtigheid is laag te noemen. Voornamelijk in de wintermaanden is dit het geval. Er is veel zand aanwezig. De gebruiker benoemt dit in grote mate. Er wordt daarbij (onterecht?) een verband gelegd met de ventilatie.

9.2 Energie

In deze paragraaf wordt ingegaan op het werkelijke energiegebruik en het verwachte energiegebruik.

9.2.1 Energiegebruik in relatie tot verwachting

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

Het verwachte verbruik is overgenomen uit de UPK NESK rapportage.

Tabel 9.2: Energiegebruik in relatie tot verwachting

Verbruik m^2	Verbruik 2014	MJ/m^2 2014*	MJ/m^2 Verwacht EPC*
Elektriciteit (gebouwgebonden)	76.253 kWh	298	330
Elektriciteit (gebruiksgebonden)	14.000 kWh	55	55**
Totaal *exclusief* zonnepanelen		**243**	**275**
Zonnepanelen	35.717 kWh	140	165
Totaal *inclusief* zonnepanelen		**213**	**220**

**De EPC is uitgegaan van een kleiner bruto oppervlak dan daadwerkelijk gerealiseerd, 1688 m² t.o.v. 2200 m²*
***Niet gespecificeerd, verbruik 2014 aangehouden.*

Het verwachte energieverbruik wordt gerealiseerd. De zonnepanelen brengen iets minder op dan verwacht. Dit wordt gecompenseerd door een lager gebouwgebonden verbruik. Voornamelijk de decentrale ventilatie heeft een positieve invloed op het lagere energieverbruik.

9.2.2 Verbruiksposten

	Toelichting
Verlichting	Er is een normaal te verwachten opgesteld vermogen aan verlichting aanwezig in de school, namelijk circa 8.0 Watt/m^2.
Apparatuur	Er is weinig apparatuur aanwezig in de school.
Ventilatoren	De Itho units verbruiken in vergelijking tot een centrale luchtbehandelingskast weinig elektriciteit.
Pompen	Er zijn een normaal te verwachten aantal pompen aanwezig in de school. Het verbruik is ook normaal.
Zonnepanelen	De zonnepanelen leveren minder energie op dan vooraf geschat.

Het gebouwgebonden elektraverbruik is lager dan ingeschat. Het verbruik ligt (veel) lager dan een gemiddelde school.

10 Aanbevelingen beheer

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan m.b.t. beheer. Per onderwerp wordt ingegaan op verbeterpunten.

10.1 Gebouwbeheersysteem

Software
Er is geen gebouwbeheersysteem aanwezig. De warmtepompen kunnen alleen door een niet-grafische warmtepompmanager op locatie worden bediend. In de hal is een eenvoudige “afstandsbediening” aanwezig. Alleen een installateur met genoeg kennis van zaken kan hier mee werken.

Afstandsbeheer
Er is geen afstandsbeheer aanwezig voor het gebouwbeheersysteem.

Instellingen
Er wordt gebruik gemaakt van twee warmtepompen met vloerverwarming. De nachtverlaging is daardoor minimaal. Vakanties worden niet actief ingesteld.
De dagtemperatuur is gemiddeld gezien te hoog. Er is geen mogelijkheid tot het aanmaken van een trend, zodat bijvoorbeeld op eenvoudige wijze de temperatuur gemonitord kan worden, waarbij de instellingen worden geoptimaliseerd.

Aanbeveling
Geadviseerd wordt om een gebouwbeheersysteem toe te passen in combinatie met afstandsbeheer.

Medio januari 2015 is per toeval ontdekt dat één van de warmtepompen in storing stond. Een simpele reset heeft dit verholpen. Met afstandbeheer zijn deze storingen veel sneller op te merken.

10.2 Registratie energiegebruik

De ingekochte energie en teruggeleverde energie, evenals de opgewekte energie wordt via Stedin geregistreerd. Dit energieverbruik wordt niet actief gemonitord door de gebruiker, schoolbestuur of installateur. In de school zijn er twee systemen waarmee het energieverbruik te monitoren is:

1. Op locatie is een energiemonitoring systeem aanwezig van Webeasy. De gegevens uit dit systeem zijn niet betrouwbaar. De verbruiken van de warmtepomp zijn onlogisch. Er moet daarnaast via teamviewer worden ingelogd wat enigszins omslachtig en storingsgevoelig is.
2. Er zijn enkele tussenmeters geïnstalleerd, de waarden zijn niet echter niet interpreteerbaar waardoor ze niet te gebruiken zijn.

Aanbevolen wordt om het energieverbruik te monitoren via Stedin. Hierbij kunnen verbruiken over perioden van vijf minuten tot maanden worden uitgelezen. Energieverspilling kan hierdoor tijdig worden gesignaleerd. Aanbevolen wordt om hiervoor intern of extern een contractmanager aan te stellen met kennis van klimaatsystemen en het energieverbruik ervan.

10.3 Beheer en onderhoud

Onderhoudspartij
Vanaf april 2013 is er een onderhoudscontract aanwezig voor de installaties. Gebleken is dat de aanwezigheid van dit contract niet algemeen bekend was bij zowel de school als de stichting. Dit heeft onder meer geresulteerd in tijdelijk minder tot geen onderhoud.

Onderhoud

Geadviseerd wordt om onderhoud te laten plaatsvinden op basis van een actief onderhoudscontract of prestatiecontract. Aanbevolen wordt om een contractmanager verantwoordelijk te laten zijn voor het beheer van het prestatiecontract. Samen met de installateur kan hij het energieverbruik minimaliseren. Het verbruik dient dan als basis voor het prestatiecontract.

De ruimtes zijn voorzien van thermostaten. Deze worden van stroom voorzien met batterijen. Het vervangen van batterijen valt doorgaans onder standaard onderhoud. Dit onderhoud is niet uitgevoerd, waardoor de thermostaten tijdelijk niet werkten. Geadviseerd wordt om bij een nieuwe onderhoudspartij het vervangen van batterijen deel uit te laten maken van standaard onderhoud.

Sinds 1 oktober 2014 moet een installateur die ontwerp, installatie, beheer en/of onderhoud uitvoert aan bodemenergiesystemen, voldoen aan Bodem+. De onderhoudspartij dient te beschikken over een certificaat volgens BRL11000 en BRL6000-21.

Monitoring

Er vindt geen monitoring van de technische installatie plaats. Geadviseerd wordt om dit uit te laten maken van het onderhoudscontract. Eventueel in combinatie met een contractbeheerder om goede monitoring en beheer te waarborgen. Ook wordt geadviseerd om een goed functionerend monitoring systeem door middel van een gebouwbeheersysteem te installeren.

Oplevering

De volgende verbeterpunten zijn te benoemen na oplevering:

1. Er is niemand die centraal de gang van zaken beheert of monitort en hier actief over communiceert. Het dient sterk de aanbeveling om een dergelijk persoon aan te stellen na oplevering.
2. Door externe omstandigheden is helaas de situatie ontstaan dat er geen onderhoudsinstallateur aanwezig was.

11 Aanbevelingen redesign

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

11.1 Ventilatiesysteem

De huidige ventilatie voldoet niet geheel. Met het gekozen ventilatiesysteem is maximaal een frisse school klasse C haalbaar. Vooral door het niet tijdig vervangen van filters en het gebrekkig algemeen onderhoud heeft de ventilatie niet goed gefunctioneerd. Daardoor is niet altijd klasse C gehaald. Met structureel onderhoud en tijdige filtervervanging zal de mechanische ventilatie beter presteren.

Ten aanzien van zomernachtventilatie draaien de Itho units altijd op laag vermogen om de temperaturen te kunnen meten. Gewenst is om enkel in de warme maanden dit te doen. Omdat er geen centraal regelsysteem voor de Itho units is kan de aansturing nu niet worden aangepast.

11.2 Zonwering

De zonwering wordt als (zeer) slecht ervaren. De zonwering sluit niet aan waardoor het smartboard vaak niet leesbaar/slecht te gebruiken is.

Geadviseerd wordt om de zonwering aan te passen. De zonwering aan de buitenzijde zal waarschijnlijk geheel moeten worden vervangen, bijvoorbeeld door screens. Ook is het een optie is om extra zonwering aan de binnenzijde aan te brengen, waarbij de huidige zonwering kan blijven bestaan.

Bijlage 1: ABCD Tool

Naam school	
Maand, jaar	

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)		
2	Heeft u vaak last van geïrriteerde, prikkende of tranende ogen?	☐ ja	☐ nee
3	Heeft u vaak last van een verstopte neus of loopneus?	☐ ja	☐ nee
4	Vindt u de lucht vaak te droog?	☐ ja	☐ nee
5	Vindt u het vaak te stoffig (door slechte schoonmaak)?	☐ ja	☐ nee
6	Vindt u de lucht vaak bedompt, onfris of muf?	☐ ja	☐ nee
7	Heeft u het 's zomers vaak te warm?	☐ ja	☐ nee
8	Heeft u het 's winters vaak te koud?	☐ ja	☐ nee
9	Heeft u vaak last van tocht?	☐ ja	☐ nee
10	Heeft u vaak last van buiten, zoals verkeerslawaai?	☐ ja	☐ nee
11	Heeft u vaak last van lawaai van het schoolplein?	☐ ja	☐ nee
12	Heeft u vaak last van geluid uit aangrenzende klaslokalen of de gang?	☐ ja	☐ nee
13	Heeft u vaak last van galm of een onaangename akoestiek?	☐ ja	☐ nee
14	Heeft u vaak last van verblindend zonlicht?	☐ ja	☐ nee
15	Heeft u vaak last van te weinig licht (slechte leesbaarheid)?	☐ ja	☐ nee

Eventuele verdere opmerkingen:

……

……

……

……

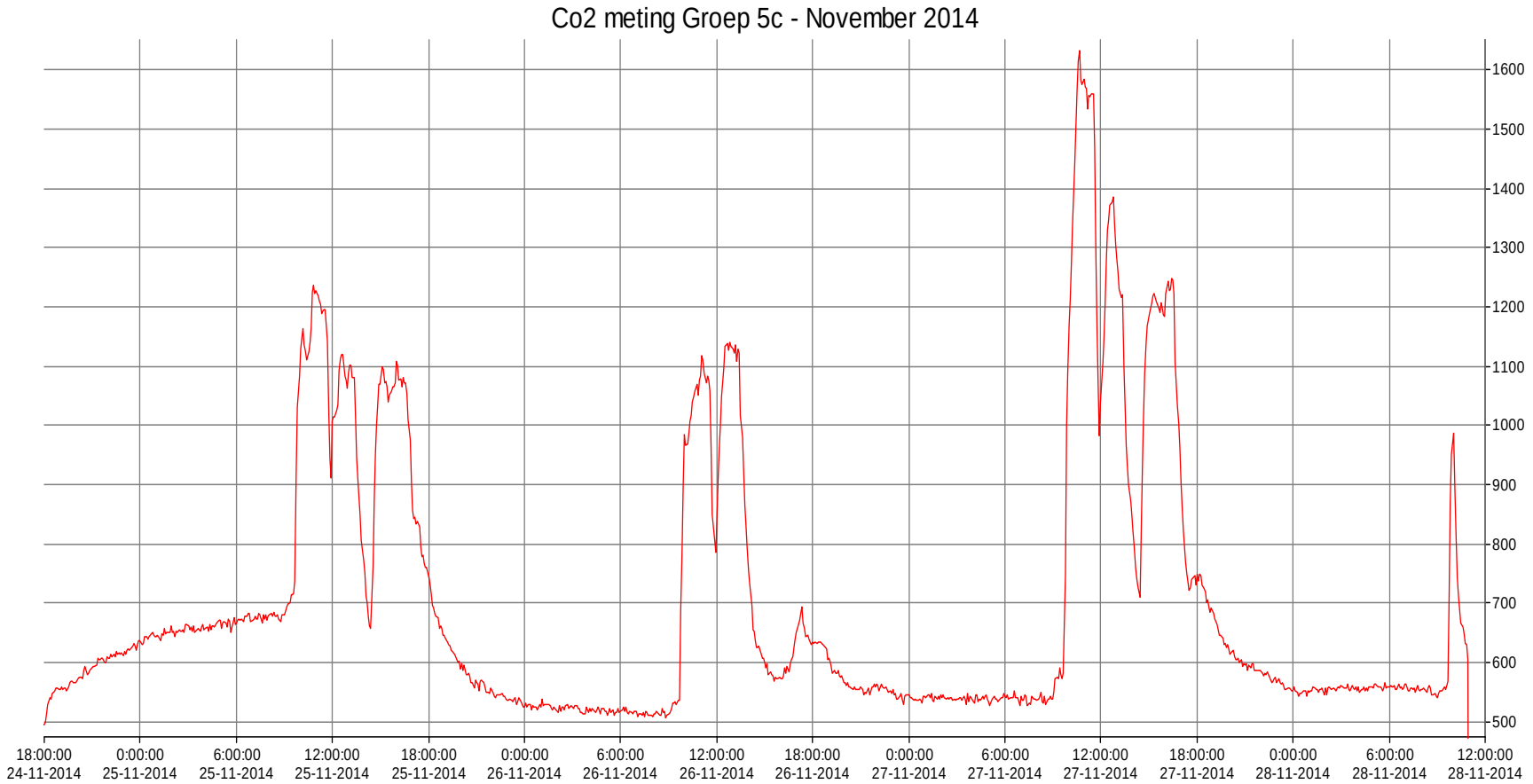
……

……

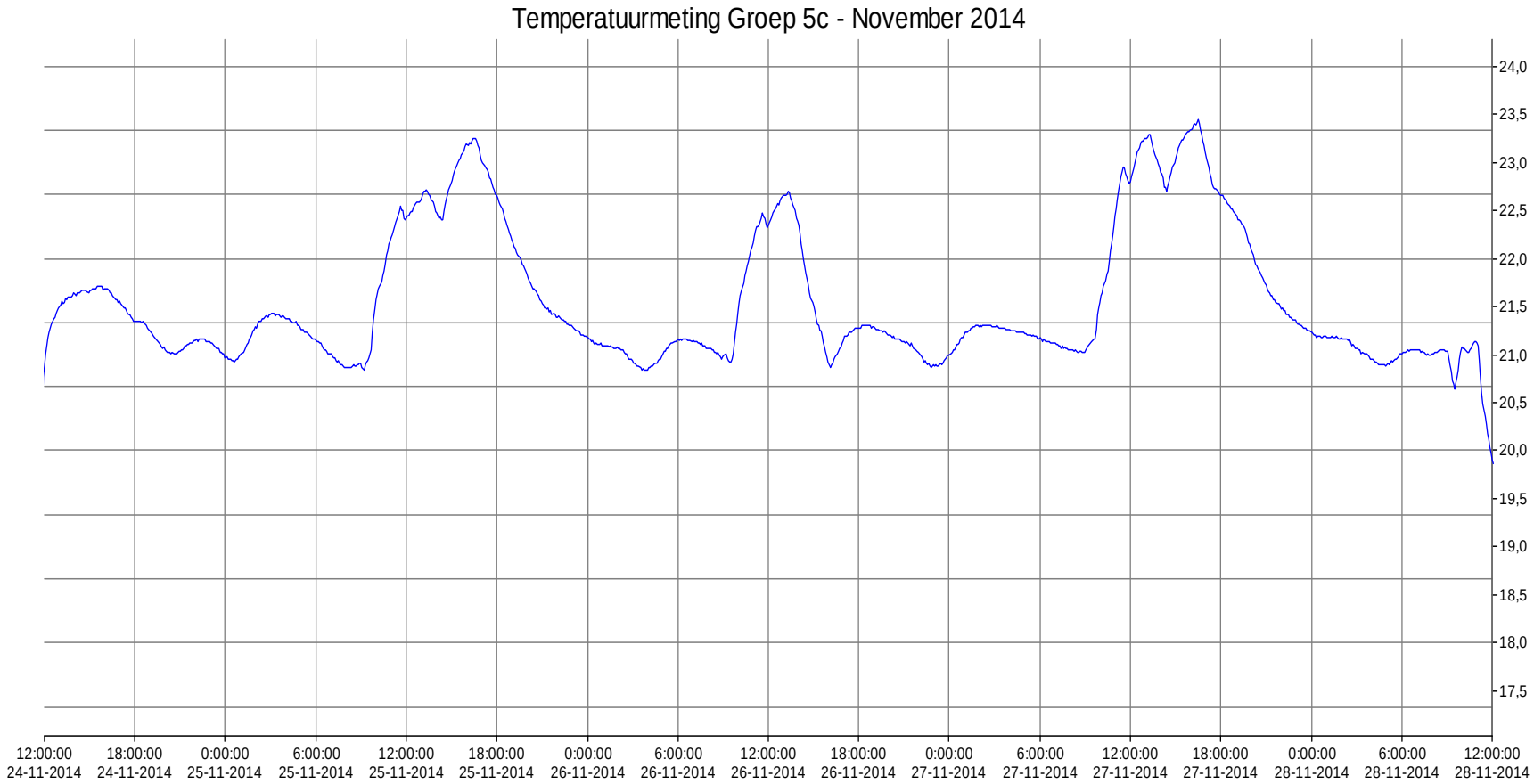
Toelichting vragen

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

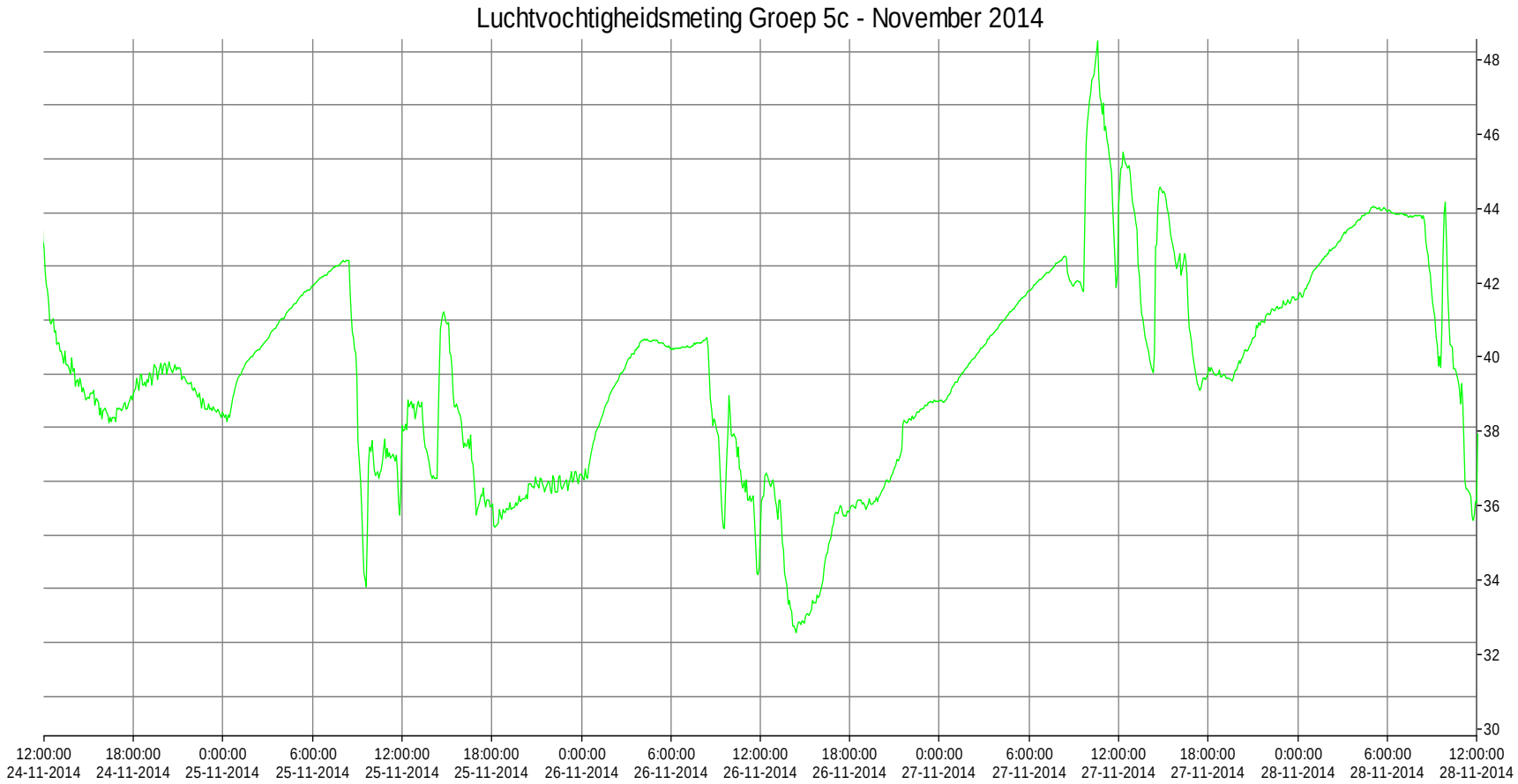
Bijlage 2: Representatieve CO_2 meting



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. operatieve temperatuur (Thermisch comfort)
- Installatiegeluid (Akoestisch comfort)
- Kunstlicht (Visueel comfort)

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

	PPM CO_2	**m^3/uur/m^2**	**lokaal *50* m^2**	**lokaal *55* m^2**	**lokaal *60* m^2**
Klasse C	max. 1.200	min.12.5	625	687 m^3/h	750
Klasse B	max.1.000	min. 17.5	875	962 m^3/h	1.050
Klasse A	max. 800	min. 22.5	1.125	1.237 m^3/h	1.350

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

	minimaal 95% van de gebruikerstijd wordt voldaan aan:
Klasse C	▪ De temperatuur is op alle werk en leerplekken minimaal 19 graden. ▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 24 graden. ▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 4 graden hoger dan de buitentemperatuur.
Klasse B	▪ De temperatuur is op alle werk en leerplekken minimaal 20 graden. ▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 23 graden. ▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 3 graden hoger dan de buitentemperatuur.
Klasse A	▪ De temperatuur is op alle werk en leerplekken minimaal 20 graden. ▪ Bij buitentemperaturen onder de 20 graden is de binnentemperatuur maximaal 22 graden. ▪ Bij buitentemperaturen boven de 20 graden is de operatieve binnentemperatuur maximaal 2 graden hoger dan de buitentemperatuur met een maximum van 27 graden.

Tabel: Eisen m.b.t. installatiegeluid (akoestisch comfort) in het kader Frisse Scholen 2003 - 2010

	Het geluidsniveau van installaties is in groepsruimten maximaal:
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 2003 - 2010

	De verlichtingssterkte in groepsruimten is minimaal:
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 OBS de Wilgenstam 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.
- Totaal elektriciteitsverbruik inclusief verrekening van opbrengst van de zonnepanelen.
- Totaal elektriciteitsverbruik exclusief verrekening van opbrengst van de zonnepanelen.

Voor alle berekeningen zijn de verbruiksgegevens over 2014 aangehouden. In de verschillende tabellen worden ook de kosten weergegeven. In de praktijk rekent elke gebouweigenaar met andere tarieven. Om een vergelijking mogelijk te maken wordt er 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^3
Warmte (inclusief overige kosten)	€ 23.50 per GJ
Pellets (inclusief leveringskosten)	€ 0,28 per kg
Elektriciteit hoogtarief	€ 0.16 per kWh
Elektriciteit Laagtarief (teruglevering)	€ 0.08 per kWh

Tabel: Energiekentallen ingekochte en teruggeleverde energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik (inkoop) per m^2	Kosten / m^2	Verbruik Primair (inkoop) [MJ]	CO_2 uitstoot [Kg CO_2]	Verbruik Primair (inkoop) per m^2 [MJ]
Elektriciteit	68.358	kWh	€ 8.203	31,07	€ 3,75	587.879	4.744	267
Elektriciteit (teruggeleverd)	-13.822	kWh	-€ 1.106	-6,28	-€ 0,50	-118.869	-8.250	-54
		Totaal	**€ 7.136**		**€ 3,24**	**469.010**	**-3.505**	**213**

**Op basis van het werkelijk verbruik hoog en laag.*

Tabel: Benchmark totaal primair verbruik per m^2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verbruik Primair (inkoop)	267	469	891	655	349
Verbruik Primair (inkoop) (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	213	469	891	655	349

Tabel: Benchmark verbruik in euro's per m^2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Energiekosten (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	€ 3,24	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

Benchmark energie (totaal verbruik), exclusief opgewekte energie

Reductie van het primaire energieverbruik en CO_2 uitstoot wordt voor een groot deel gerealiseerd door de zonnepanelen. Deze reductie is dusdanig significant dat door de benchmark geen goed beeld ontstaat van de energiezuinigheid van het gebouw op zich zelf inclusief de installaties en het gebruik ervan. Een energieverspillend gebouw met veel zonnepanelen kan goed uit de benchmark komen.

Volgens de trias energetica dient de basis energievraag geminimaliseerd te worden, waarna vervolgens duurzame technieken kunnen worden toegepast. Het is dan ook zinvol om de basisenergiebehoefte zonder duurzame opwekking te vergelijken binnen de branche. Deze vergelijking wordt gemaakt in de onderstaande tabel.

*Tabel: Benchmark energie, **exclusief** zonnepanelen.*

Energieverbruik	Energiedragers		Euro	Verbruik Primair	CO_2 uitstoot	Euro/m^2	Verbruik Primair (inkoop) per m^2
Verwarming	38.000	kWh	€ 4.560	326.800	22.680	€ 2,07	149
Elektriciteit gebouwgebonden installaties	38.253	kWh	€ 4.590	328.976	22.831	€ 2,09	150
Gebruiksapparatuur	14.000	kWh	€ 1.680	120.400	8.356	€ 0,76	55
		Totaal	**€ 10.830**	**776.176**	**53.867**	**€ 4,92**	**353**

*Tabel: Benchmark totaal primair verbruik per m^2 **exclusief** zonnepanelen, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw.*

	MJ Primair /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verwarming	149	211	633	457	211
Elektriciteit totaal	204	258	258	198	138
-Elektriciteit gebouwgebonden installaties	150				
-Gebruiksapparatuur	55				
Totaal verbruik primair (excl. zonnepanelen)	**353**	**469**	**891**	**655**	**349**

*Tabel: Benchmark verbruik in euro's per m^2 **exclusief** zonnepanelen, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw.*

Energiekosten	euro /m^2	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verwarming	€ 2,07	€ 3,00	€ 9,00	€ 6,50	€ 3,00
Elektriciteit totaal	€ 2,85	€ 3,60	€ 3,60	€ 2,76	€ 1,92
-Elektriciteit gebouwgebonden installaties	€ 2,09				
-Gebruiksapparatuur	€ 0,76				
Totale kosten (excl. zonnepanelen)	**€ 4,92**	**€ 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

ENERDECO

Molenstraat 124
7622NG Borne

w

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ | Utrecht
Postbus 8242| 3503 RE | Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
E klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

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

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | december 2015

Publicatienummer: RVO-188-1501/PR-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.