



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



02 BS Het Klaverblad te Amsterdam

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 ‘Het Klaverblad’.

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 n.a.v. 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 Praktijkschool Focus te Heerhugowaard

Verwacht december 2015

04 OBS De Wilgenstam te Schiebroek

Verwacht 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

Voor u ligt de monitoringsrapportage van ‘Het Klaverblad’.

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 n.a.v. 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 Praktijkschool Focus te Heerhugowaard

Verwacht december 2015

04 OBS De Wilgenstam te Schiebroek

Verwacht 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 het Klaverblad zijn gedurende 4 seizoenen gemonitord om inzicht te krijgen in het werkelijk energiegebruik en binnenklimaat. Deze rapportage beschrijft de resultaten.

Omschrijving gebouw en installaties

Het Klaverblad met een vloeroppervlak van 2.883 m² is een goed geïsoleerde en kierdichte school. Warmte wordt geleverd door stadsverwarming en warmteafgifte vindt plaats door luchtbehandeling, vloerverwarming en radiatoren. Er is geen koeling aanwezig. Voor warm tapwater wordt gebruik gemaakt van een zonneboiler en een indirect gestookte boiler aangesloten op stadsverwarming. Er is sprake van gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning. De klimaatinstallaties worden beheerd met behulp van een gebouwbeheersysteem. De energiezuinige T5 verlichting is voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Er staan 287 zonnepanelen opgesteld met een vermogen van 67.455 Wp.

Functioneren en beheer

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

- Niet alle installaties zijn op het gebouwbeheersysteem aangesloten (o.a. de gymzaal niet).
- Beheer van de installaties op afstand is niet altijd mogelijk.
- Het gebouwbeheersysteem kan slechts tekstueel worden uitgelezen en niet grafisch.
- De luchtbehandeling stond 24/7 ingeschakeld met een hoog elektriciteitsverbruik als gevolg.
- Er is geen energieregistratiesysteem aanwezig
- Er is een verschil in geregistreerde opbrengst van de zonnepanelen tussen de bruto productiemeter en de omvormers.

De verschillende aandachtspunten zijn inmiddels bekend bij de gebouweigenaar en worden opgepakt door de betrokken partijen. Door de monitoring is aan het licht gekomen dat het warmtewiel in storing heeft gestaan. Onbekend is hoelang. Dit heeft mogelijk een negatief effect op het energieresultaat over 2014. Het probleem met het warmtewiel is inmiddels opgelost.

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	
Luchtkwaliteit	A	B	Beoordeeld op basis van huidige ventilatiecapaciteit + CO ₂ metingen.
Thermisch Comfort	A	B	Beoordeeld voor ruimtetemperatuur
Akoestisch Comfort	B	B	Beoordeeld voor installatiegeluid
Visueel Comfort	C	C	Beoordeeld voor lichtniveau

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

Tabel 0.2: Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	7.75	7.7	Te weinig response	7.3
Hoofdindex	B (6.8)	B (7.6)	-	B (7.3)
Binnenluchtkwaliteit	B (7.0)	B (6.8)	-	B (7.1)
Thermisch binnenklimaat	B (6.5)	A (9.3)	-	B (7.7)
Geluid & Akoestiek	A (8.3)	A (8.7)	-	B (7.1)
Licht & Uitzicht	D (4.2)	C (5.1)	-	B (7.3)

De slechte beoordeling van het licht & uitzicht in de winter wordt met name veroorzaakt door de niet functionerende binnen lichtwering.

De volgende analyses zijn gemaakt met betrekking tot het binnenklimaat:

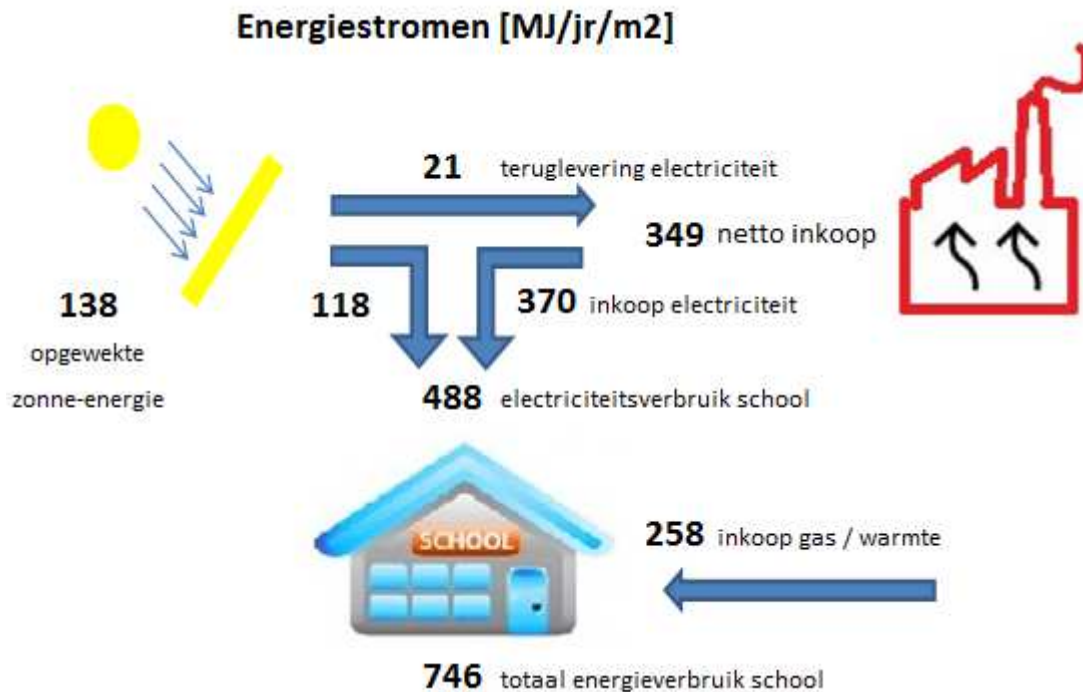
Tabel 0.3: Analyse en conclusies binnenklimaat

	Analyse en conclusies binnenklimaat
Luchtkwaliteit	De luchtkwaliteit is het overgrote deel van het jaar goed te noemen. Er zijn geen klachten. Er is echter geen klasse A systeem gerealiseerd. In de herfst van 2014 zijn CO ₂ waarden gemeten die hoger zijn dan men zou verwachten. Met uitzondering van de metingen in de herfst van 2014 voldoet men aan luchtkwaliteit klasse B. Nader onderzoek m.b.t. de metingen in de herfst worden geadviseerd. Wellicht dat de installatie niet goed is ingeregeld.
Thermisch Comfort winter	Het thermisch comfort is goed. Dit blijkt uit metingen en ervaring van de gebruikers.
Thermisch Comfort zomer	Het thermisch comfort is acceptabel. Op warme dagen worden ook hoge temperaturen gemeten. Dat kan verklaard worden door het ontbreken van koeling; bij luchttoevoer is de binnentemperatuur snel gelijk aan de buitentemperatuur.
Akoestisch Comfort	Het akoestisch comfort wordt als goed ervaren. Geluid komend van installaties voldoet aan ontwerpuitgangspunten (klasse B)
Visueel Comfort	Het visueel comfort wordt door gebruikers wisselend ervaren. Deels kan dit verklaard worden door de soms niet goed werkende lichtwering. De verlichting functioneert goed.
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	De luchtvochtigheid is laag, vooral in de wintermaanden. De ondergrens van 30% wordt in meerdere gevallen overschreden. Er worden klachten genoemd die hieraan zijn gelieerd.

Energiehuishouding

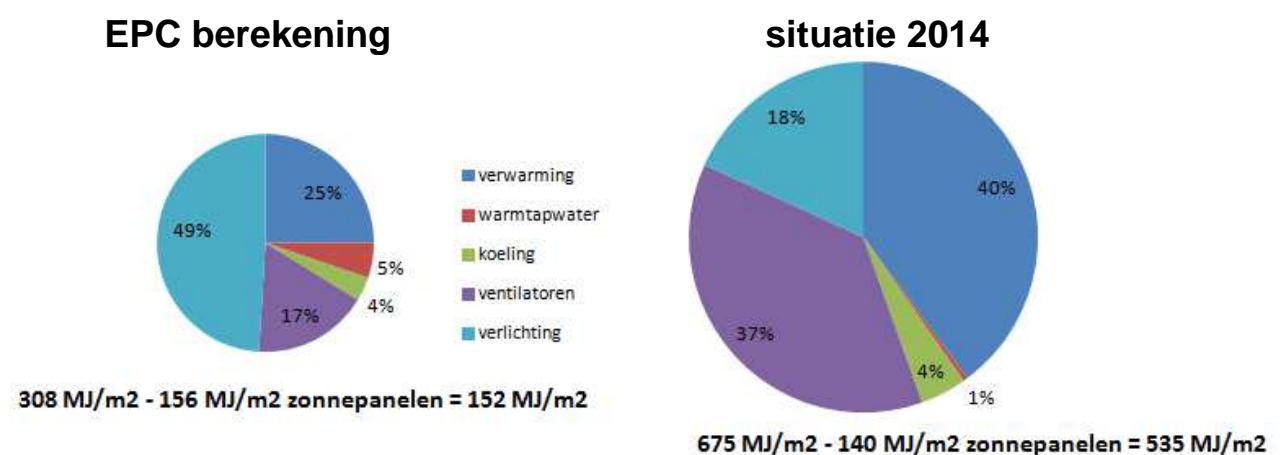
Deze paragraaf geeft inzicht in de energiestromen in het pand over 2014. Visueel wordt dit weergegeven in de onderstaande afbeelding. De energiestromen worden weergegeven per m² gebruiksoppervlak om scholen onderling te kunnen vergelijken.

Figuur 0.1: Energiebalans [MJ/jr/m²]



Voor het Klaverblad is een EPC berekening opgesteld. Hieruit volgt tevens een gebouwgebonden energiebalans, dus exclusief apparatuur. Deze balans wordt in figuur 0.2 vergeleken met de werkelijke huidige (2014) energiebalans.

Figuur 0.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Duidelijk is dat het verwachte energieverbruik in het jaar 2014 niet wordt behaald. Het werkelijke aandeel ventilatie en verwarming is aanzienlijk hoger dan berekend met de EPC. Het verschil wordt veroorzaakt door de luchtbehandelingskast die continu is ingeschakeld. Ook leveren de zonnepanelen iets minder energie op dan geprognostiseerd, ondanks het hoge aantal zonne-uren in 2014. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk een defect in de grote string zonnepanelen. Het is nog niet bekend of het de zonnepanelen betreft of de omvormer.

Medio november zijn de kloktijden in overleg met de installateur verkort. Dit was echter niet terug te zien in een verlaging van de basislast. Ventilatoren blijven dan ook draaien. Het gebouw beheersysteem wordt nu hersteld waarbij de werking van de schakeltijden van de ventilator worden gecontroleerd.

Aanbevelingen beheer en redesign

De gerealiseerde school voldoet niet geheel aan het oorspronkelijke ambitieniveau, maar kan nog steeds als goed worden gekwalificeerd.

Voor wat betreft het energieverbruik wordt over het kalenderjaar 2014 niet aan de verwachtingen voldaan. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat er volcontinu wordt geventileerd. Gevolg is een hoog elektriciteitsverbruik van de ventilatoren. Daarnaast wordt er buiten de gebruikstijden onnodig lucht opgewarmd, waardoor ook de warmteafname van de stadsverwarming onnodig hoog is. Door onvoldoende beheer en monitoring is dit niet opgemerkt.

Aanbevelingen hebben dan ook vooral betrekking om verbetering van beheer en onderhoud door inzet van:

- Toepassen van een CO₂-gestuurde ventilatie met als resultaat een lager geluidsniveau, lager energieverbruik en hogere relatieve vochtigheid
- Gebouwbeheersysteem met voldoende functionaliteit (o.a. beheer op afstand)
- Invoering energieregistratiesysteem (bijvoorbeeld online)
- Onderhoud, waarbij tevens onderhoudspartij verantwoordelijk is voor optimalisatie van het energieverbruik. O.a. door invoer vakanties, nachtverlaging, enz.
- Inzetten van een interne of externe contractmanager met kennis van klimaatinstallaties voor controle. Eventueel gebruik maken van een prestatiecontract.

Bij goed beheer van het gebouw zal het energieverbruik aanzienlijk lager uitvallen en het bij ontwerp verwachte energieverbruik van het pand benaderen. Indien de luchtbehandelingskasten niet continu draaien, maar alleen tijdens schooltijden, is de verwachting dat het verbruik van de ventilatoren met 195 MJ/jr/m² daalt en het verbruik ten behoeve verwarming (o.a. via luchtbehandeling) met 140 MJ/m². Samen met een herstel van de goede werking van de zonnepanelen waardoor 16 MJ/m² meer opbrengst, geeft dit dat het energieverbruik met 351 MJ/jr/m² zal dalen. Dit betekent dat door optimaal beheer en onderhoud 58% bespaard kan worden op het energieverbruik.

Er is geen redesign nodig, de aanwezige installaties voldoen.

Inhoudsopgave

MANAGEMENTSAMENVATTING	1
ACHTERGROND	2
OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES	2
FUNCTIONEREN EN BEHEER	2
BINNENKLIMAAT	3
ENERGIEHUISHOUDING.....	4
AANBEVELINGEN BEHEER EN REDESIGN	5
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 ENERGIEREGISTRATIE	10
1.6 KOELING.....	10
1.7 VENTILATIE	11
1.8 VERLICHTING.....	11
1.9 ZON EN LICHTWERING	12
1.10 ZONNEPANELEN	12
2 FUNCTIONEREN EN BEHEER.....	13
2.1 BOUWKUNDIG.....	13
2.2 ENERGIEVERBRUIKMETING	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 ZONNEPANELEN.....	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.....	18
4.2.1 Omschrijving van de meting.....	18
4.2.2 Meetresultaten	18
4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	18
4.3 AKOESTISCH COMFORT (GELUID)	18
4.3.1 Omschrijving van de meting.....	18
4.3.2 Meetresultaten	18
4.3.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	18
4.4 VISUEEL COMFORT (VERLICHTING).....	19
4.4.1 Omschrijving van de meting.....	19

4.4.2	Meetresultaten	19
4.4.3	Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	19
4.5	RELATIEVE VOCHTIGHEID (PER SEIZOEN).....	19
4.5.1	Meetresultaten	20
4.5.2	Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	20
4.6	CONCLUSIES ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN HUIDIGE SITUATIE.....	20
5	GEbruikerservaring	21
6	ENERGIEHUISHOUDING	22
6.1	OPGEWekte ENERGIE.....	23
6.1.1	Opgewekte energie (totaal)	23
6.1.2	Opgewekte energie voor eigen gebruik.....	23
6.1.3	Opgewekte energie teruggeleverd.....	24
6.1.4	Overzicht energie opwekking.....	25
6.2	INGEKochte ENERGIE	26
6.2.1	Ingekochte elektriciteit	26
6.2.2	Ingekochte warmte	26
6.3	ENERGIEGEBRUIK SCHOOL	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.....	35
9.2.1	Energiegebruik in relatie tot verwachting.....	35
9.2.2	Verbruiksposten	35
10	AANBEVELINGEN BEHEER	36
10.1	GEBOUWBEHEERSYSTEEM.....	36
10.2	REGISTRATIE ENERGIEVERBRUIK.....	36
10.3	BEHEER EN ONDERHOUD.....	37
10.3.1	Onderhoudspartij.....	37
10.3.2	Onderhoud	37
10.3.3	Monitoring	37
10.3.4	Oplevering.....	37
10.4	VERWACHT EFFECT AANBEVOLEN MAATREGELLEN OP ENERGIEVERBRUIK.....	37
11	AANBEVELINGEN REDESIGN.....	38
11.1	VENTILATIESYSTEEM	38
	BIJLAGE 1: ABCD TOOL.....	39
	BIJLAGE 2: REPRESENTATIEVE CO ₂ METING.....	41
	BIJLAGE 3: REPRESENTATIEVE TEMPERATUURMETING.....	41
	BIJLAGE 4: REPRESENTATIEVE METING RELATIEVE VOCHTIGHEID.....	42
	BIJLAGE 5: PVE FRISSE SCHOLEN	44
	BIJLAGE 6: BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK	45
	BIJLAGE 7: ANALYSE PIEKVERMOGEN ZONNEPANELEN	47

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: CO₂-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 het Klaverblad te Amsterdam.

1 Omschrijving gebouw en installaties

1.1 Algemeen

Het schoolgebouw van het Klaverblad is opgeleverd in januari 2013. Het Klaverblad is een brede school met daarin een basisschool, peuterspeelzaal, buitenschoolse opvang, een gymzaal en een multifunctionele ruimte. Het bruto oppervlak beslaat ongeveer 3.300 m². Naast en boven de school liggen woningen.

1.2 Bouwkundig

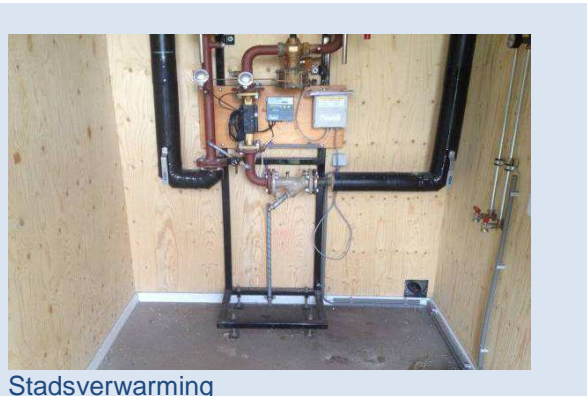
Het gebouw is uitstekend geïsoleerd waarbij een R_c waarde van gemiddeld meer dan 5.5 m²K/W is aangehouden. Daarnaast is er HR++ glas gebruikt.

De luchtdichtheid van het gebouw is goed. Het streven was een $q_{v;10}$ van 0,15 dm³/m²/s. Een luchtdichtheidsmeting met een blowerdoortest na oplevering heeft een $q_{v;10}$ van 0,23 dm³/m²/s aangetoond.



1.3 Verwarming

Voor het verwarmen van CV-water is er stadsverwarming aanwezig. De begane grond is voorzien van vloerverwarming en in de gangen zijn radiatoren aanwezig. De lokalen zijn enkel voorzien van luchtverwarming. De lokalen zijn naregelbaar door naverwarmers per lokaal.



Stadsverwarming

1.4 Tapwater

Voor de douches van de gymzaal is er een zonneboiler aanwezig. Het water wordt indien nodig naverwarmd door de stadsverwarming. Het overige warmtapwater wordt verzorgd door elektrische boilers.

1.5 GBS en energieregistratie

Het gebouw beheersysteem (GBS) is van het merk DEOS. Via dit GBS zijn alle systemen te bekijken en te regelen. Het zou mogelijk moeten zijn om de systemen ook van afstand in te zien en te beheren, echter het afstandbeheer functioneerde niet meer bij aanvang van deze monitoring. Medio 2014 is deze functionaliteit weer in bedrijf gesteld.

Voor het meten van het elektraverbruik is er een grootverbruik elektrameter aanwezig. Deze wordt door de netwerkbeheerder uitgelezen. Er wordt geen gebruik gemaakt van een online meetdienst waarbij het energieverbruik realtime kan worden gemonitord.

Voor het meten van het warmtegebruik is er een standaard warmtemeter aanwezig. Deze wordt periodiek handmatig opgenomen.



DEOS Gebouwbeheerssysteem



Warmtemeter



Elektra grootverbruikmeter

1.6 Koeling

De school wordt gekoeld door passieve koeling in de vorm van nachtventilatie. In de praktijk staat de luchtbehandeling echter 24/7 ingeschakeld. De serverruimte is voorzien van actieve koeling door een splitunit.

1.7 Ventilatie

Voor de ventilatie van de lokalen en kantoren is een luchtbehandelingskast geplaatst op het dak van het gebouw. Deze luchtbehandelingskast heeft een debiet van circa 26.000 m³/h, staat 24/7 ingeschakeld en is voorzien van een warmtebatterij waarvoor het warme water wordt geleverd door de stadsverwarming. De ventilator in de luchtbehandelingskast is voorzien van een traploze geregelde toerenregeling.

Daarnaast is er sprake van warmteterugwinning door een warmtewiel.

Voor de ventilatie van de gymzaal en de algemene hal is er een luchtbehandelingskast opgesteld in de technische ruimte naast het gymlokaal. Deze luchtbehandelingskast heeft een debiet van 2.480 m³/h. Ook deze luchtbehandelingskast is voorzien van een warmtebatterij op stadsverwarming. Daarnaast zorgt een kruisstroomwisselaar voor warmteterugwinning. Deze luchtbehandelingskast is niet aangesloten op het GBS.



LBK Gymzaal



LBK Lokalen en kantoren

1.8 Verlichting

In de school zijn voornamelijk T5 verlichtingsarmaturen met twee buizen van 28 Watt geïnstalleerd. Deze zijn grotendeels voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Het gemiddeld opgesteld vermogen is 7,2 Watt/m².



1.9 Zon en lichtwering

Er is geen binnen-of buitenzonwering aanwezig. Wel is er zonwerend glas aangebracht. Dit glas onderscheidt zich visueel niet van normaal HR++ glas maar heeft dezelfde zonwerende eigenschappen als buitenzonwering zonder dat het zicht naar buiten wordt belemmerd. Voor lichtwering zijn er aan de binnenzijde rolgordijnen aangebracht,

1.10 Zonnepanelen

De PV-installatie bestaat uit 287 Multisol P6-60i poly panelen van 235 Wp. De panelen hebben een totale oppervlakte van 486 m² en een vermogen van 67.445 Wp. De aanvraag voor de NESK subsidie ging uit van een opbrengst van 57.328 kWh per jaar.

Voor het PV systeem is SDE subsidie verstrekt. Ten behoeve van deze regeling is een bruto productiemeter aanwezig.



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 geven inzicht in deze onderwerpen voor het Klaverblad.

2.1 Bouwkundig

De kwaliteit van de bouwkundige constructies is niet getoetst. De nulmeting en enquête geven geen aanleiding om eventuele bouwkundige aspecten nader te onderzoeken. Na oplevering zijn er geen noemenswaardige gebreken gevonden. Wel heeft een luchtdichtheidsmeting aangetoond dat de vooraf gestelde luchtdichtheid $Q_{v;10}$ van $0,15 \text{ dm}^3/\text{m}^2/\text{s}$ niet werd gehaald. De na oplevering gemeten $Q_{v;10}$ van $0,23 \text{ dm}^3/\text{m}^2/\text{s}$ is nog steeds erg goed.

2.2 Energieverbruikmeting

Warmteafname van de stadsverwarming wordt gemeten via een standaard warmtemeter waarbij de meterstand handmatig moet worden opgenomen. Navraag wijst uit dat de meterstanden niet standaard periodiek worden opgenomen.

De gegevens van de grootverbruikmeter voor elektra, zoals afname, teruglevering en kwartierwaardes, worden automatisch bewaard door de energieleverancier. Er is (nog) geen abonnement afgesloten bij meetdata.nl voor het monitoren van deze gegevens.

2.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

Er is een gebouwbeheersysteem aanwezig waarop geruime tijd niet meer op afstand kon worden ingelogd. Medio 2014 is deze functie weer ingeschakeld. De installateur bleek niet op de hoogte van het defect. Er bleek er geen licentie te zijn genomen op de software die nodig is voor het monitoren van alle parameters.

2.4 Verwarming

De stadsverwarming functioneert correct. De afgifte naar de vloerverwarming en de luchtbehandeling werkt goed.

2.5 Koeling

De serverruimte wordt actief gekoeld door splitunits. Deze functioneren goed.

2.6 Ventilatie

De luchtbehandeling is 24/7 ingeschakeld. Hiervoor is bij het ontwerp gekozen, er is geen tijdschakeling en zomer nachtventilatie actief gemaakt. De luchtbehandeling voor de gymzaal is niet op het gebouwbeheersysteem aangesloten. Instellingen dienen handmatig op de regeling worden aangepast.

2.7 Verlichting

De verlichting werkt naar behoren.

2.8 Zon en lichtwering

Er is geen buitenzonwering aanwezig. De aan de binnenzijde aangebrachte lichtwering in de vorm van rolgordijnen functioneren niet altijd verwachting. Dit betreft techniek die normaliter eenvoudig gerepareerd kan worden.

2.9 Zonnepanelen

De zonnepanelen leveren minder energie op dan geprognoseerd, ondanks het grote aantal zonnepanelen in 2014. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk een defect in de grote string zonnepanelen. Het is niet bekend of het de zonnepanelen betreft of de omvormer. Zie hiervoor ook bijlage 7.

2.10 Installateur/toezicht installatie

Medio 2014 is overgegaan naar een servicecontract met een andere installateur. Het valt op dat zowel de nieuwe als de vorige installateur geen inzage hebben in het gebouwbeheersysteem.

3 Ontwerputgangspunten

De school is ontwikkeld in 2009. De bouw is gestart in oktober 2010. De school is in januari 2012 opgeleverd. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste eisen met betrekking tot het bouwbesluit en PVE Frisse Scholen.

3.1 Bouwbesluit

Het Bouwbesluit van 2003 was van toepassing bij het ontwerp en de bouw van Het Klaverblad. In tegenstelling tot het ambitieniveau Frisse Scholen is het bouwbesluit een wettelijke minimum 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: *Ventilatie eis bouwbesluit 2003 - 2010*

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

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 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 is bepaald door de Stichting Bijzonderwijs en de gemeente Amsterdam Stadsdeel Zuidoost.

Tabel 3.2: *Ambitieniveau Frisse Scholen*

	Frisse Scholen
Luchtkwaliteit	A
Thermisch Comfort	A
Akoestisch Comfort	B
Visueel Comfort	C

4 Binnenklimaatmetingen en toetsing ontwerp

Het binnenmilieu van een gebouw is afhankelijk van de aanwezige installaties, gebouw eigenschappen, het gebruik en de gebruiksinstellingen. In dit hoofdstuk wordt omschreven welke metingen zijn uitgevoerd op onderstaande aspecten, 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 ontwerpuitgangspunten van het project 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 CO₂ 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 /h]	Ontwerp / aanwezig [m ³ /h]
Groep 1/2 C Lokaal	52	B2	655	833
Groep 3 A Lokaal	56	B2	705	891
Groep 6 Lokaal	56	B2	705	891
Groep 8 A Lokaal	52	B2	655	833

In de winterperiode worden natuurlijke ventilatievoorzieningen niet of nauwelijks gebruikt vanwege klachten over kou. Er daarom onderscheid gemaakt in de klassering PVE Frisse Scholen inclusief en exclusief natuurlijke ventilatie voorzieningen.

Tabel 4.2: Ventilatie-eisen en aanwezige ventilatie Frisse scholen

	Ontwerp / aanwezig Mechanisch [m ³ /h]	Ontwerp / aanwezig Natuurlijk [m ³ /h]	Klasse Frisse Scholen Excl. natuurlijke voorzieningen	Klasse Frisse Scholen Incl. natuurlijke voorzieningen
Groep 1/2 C Lokaal	833	140	Klasse C	Klasse B
Groep 3 A Lokaal	891	140	Klasse C	Klasse B
Groep 6 Lokaal	891	140	Klasse C	Klasse B
Groep 8 A Lokaal	833	140	Klasse C	Klasse B

Spuiventilatie

De lokalen zijn voorzien van ramen die kunnen worden geopend. Bijna alle lokalen hebben dezelfde spuiventilatie mogelijkheden.

Tabel 4.3: Spuiventilatie mogelijkheden per lokaal

Afmeting in cm	Aantal ramen
80x130	1
90x135	2

Tabel 4.4: Hoeveelheid spuiventilatie per lokaal

Type lokaal	Hoeveelheid	Klasse Frisse scholen
Alle lokalen	12.6 l/s/m ²	Klasse A

CO₂ meting

Tabel 4.5 geeft de meetresultaten weer van de steekproef van CO₂ metingen in verschillende ruimtes.

Tabel 4.5: niveau tijdens gebruikstijd in ppm.

Ruimte	Aantal leerlingen	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
		Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
Groep 1/2 C	23	750	950	860	1.040				
Groep 1/2 A	24							1.200	1.600
Groep 3 A	17	850	890	800	940				
Groep 3 B	22			750*	800*			1.500*	1.700*
Groep 6	26	900	1.050			875	1.000		
Groep 8 A	17	n.b.	n.b.	840	960	800	920		
Groep 8 B	17							1.000	1.210
Groep 7	25							900	1.000

*Tijdens de herfst meting in 2014 werden significant hoger ppm waardes gemeten in lokaal 3b. In de lente van 2015 heeft er een extra meting plaatsgevonden ter controle. Deze meting was lager en komt overeen met de verwachting. De oorzaak van de hoge meting in de herfst is niet bekend.

4.1.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Het gehanteerde luchtdebiet in het ontwerp is (ruim) hoger dan de minimumeisen in het Bouwbesluit. Per ruimte wordt gemiddeld 150 m³/h meer geventileerd dan wettelijk noodzakelijk is.

Volgens het PVE Frisse Scholen voldoen de lokalen aan een ventilatiecapaciteit klasse C op basis van de geïnstalleerde mechanische ventilatie. Inclusief natuurlijke voorzieningen wordt een klasse B gehaald. In de koude maanden zullen deze ventilatievoorzieningen echter niet tot nauwelijks worden gebruikt.

Het ontwerpuitgangspunt was klasse A.

Het gemiddeld CO₂ niveau, komt met uitzondering van 2 metingen in de herfst, niet boven 1000 ppm. (zie toelichting bij tabel) Er is geen reden bekend waarom bij twee metingen een hoger CO₂ niveau is gemeten. Mogelijk is het ventilatiesysteem niet goed ingeregeld. Nader onderzoek wordt aanbevolen.

Volgens de metingen wordt in de meeste gevallen klasse B behaald.

4.2 Thermisch comfort

4.2.1 Omschrijving van de meting

Per jaargetijde is in verschillende ruimtes de binnentemperatuur gemeten. De meetperiode betrof steeds minimaal 2 weken. De gemiddelde waarden zijn in tabelvorm weergegeven.

4.2.2 Meetresultaten

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.6: Resultaten temperatuurmeting

Gemiddelde Temperatuur	Winter [Celsius]		Lente [Celsius]		Zomer [Celsius]		Herfst [Celsius]	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Ruimte								
Groep 1/2 C	22.7	19.9	24.8	21				
Groep 1/2 A							23.2	21.2
Groep 3 A	22.5	21.7	24	22.2	23	19.5		
Groep 3 B							22	19
Groep 6	22.4	19.4	25.2	20.6	23.1	20.6		
Groep 8 A	22.1	21.2	25.8	21.2	23.2	20.4		
Groep 8 B							21.8	21.8
Groep 7							21.5	21.5
Groep 5	21.7	21.1						
Hal	20.2	19.8	22.9	21.4	22.5	19.5	20	19.3
Kantoor Directeur	22.4	21.1						
Groep 1/2 D	20.7	19.4						
Gymzaal			20	19	19.5	18.5		

4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De gemeten temperatuur is overdag overal minimaal 20 graden. De temperatuur in de lokalen daalt in de zomer 's nachts met 3 graden. Dit is voornamelijk het gevolg van nachtventilatie. De temperatuur komt in de winter boven 22 graden uit wat de bovengrens is voor klasse A. De hoge temperaturen in de lente zijn een gevolg van de bijzonder hoge buitentemperaturen (>27 graden) in deze meetperiode. Met deze waarden voldoet het gebouw aan klasse B. Het ontwerpuitgangspunt was klasse A. Het gebruikersgedrag is echter van grote invloed op de temperatuur in de lokalen, zoals het gebruik van zonwering en de mogelijkheid tot het handmatig instellen van de temperatuur in de ruimtes.

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 gering omgevingsgeluid aanwezig waardoor de meting slechts als indicatie geldt. Hierbij werd een geluidsdruk gemeten van maximaal 35 dB (A). Het is aannemelijk dat de geluidsdruk van alleen het installatiegeluid lager is, waardoor 33 dB (A) normaal gezien wordt gehaald.

De volgende tabel geeft de meetresultaten.

Tabel 4.7: Geluidsmeting

Ruimte	dB (A)
Leslokaal O-34	35*
Leslokaal O-16	35*

*Inclusief gering omgevingsgeluid

4.3.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De gemeten 35dB(A) komt overeen met klasse C. Het ontwerpuitgangspunt was klasse B 33dB(A). Dit lijkt haalbaar met enkel installatie geluid.

4.4 Visueel comfort (Verlichting)

4.4.1 Omschrijving van de meting

Het visueel comfort is bepaald op basis van het gemeten lichtniveau. Voor het uitvoeren van de metingen is een klasse A luxmeter gebruikt. De metingen zijn uitgevoerd bij bewolking en met gesloten(blinderende) lichtwering. In een lokaal is op werkvlak niveau, op meerdere posities in een lokaal gemeten.

De aanwezige verlichtingssterkte bij uitgeschakelde verlichting was daarbij minder dan 20 LUX.

4.4.2 Meetresultaten

De volgende lichtniveaus zijn gemeten:

Tabel 4.8: LUX meting

Ruimte	Min. [LUX]	Max. [LUX]
Leslokaal 0.27	328	398
Leslokaal 1.23	400	408

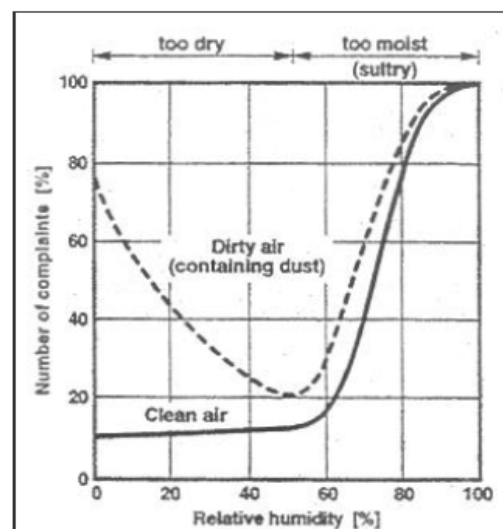
4.4.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

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. Deze klasse was ook het ontwerpuitgangspunt.

4.5 Relatieve vochtigheid (per seizoen)

4.5.1 Invloed relatieve vochtigheid en stof op klachten

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 70 procent. 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 absoluut 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

4.5.1 Meetresultaten

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.9 : Relatieve vochtigheid

Ruimte	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Groep 1/2 C	25 - 33	23 - 36	35-68	35-68				
Groep 3 A	24 - 32	28 - 32	23-61	35-61				
Groep 1/2 A							32-82	32-58
Groep 3 B							32-82	32-58
Groep 6	31 - 39	24 - 38	24-68	35-66	37-57	37-57		
Groep 8 A	n.b.	n.b.	35-68	35-68	38-56	38-56		
Groep 8 B							32-82	32-58
Groep 7							32-82	32-58

*De weergegeven resultaten zijn de bandbreedtes die zijn gemeten.

4.5.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Er zijn geen uitgangspunten geformuleerd.

Vooraf in de winter is de relatieve vochtigheid laag. Deze ligt gemiddeld rond de 30%. Dit is tevens de grens waaronder klachten significant toenemen. In een significant deel van de metingen ligt deze echter onder de 30%. Dit komt overeen met de respons van de gebruikers. Uit de vragenlijsten blijkt dat er klachten zijn over droge lucht.

4.6 Conclusies ontwerpuitgangspunten en huidige situatie

Bouwbesluit

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

PVE Frisse scholen

Onderwerp	Frisse Scholen		Opmerkingen
	Ontwerp	Werkelijk	
Luchtkwaliteit	A	B	Beoordeeld op basis van huidige ventilatiecapaciteit inclusief ventilatievoorzieningen hoger dan 1,8 meter + CO ₂ metingen.
Thermisch Comfort	A	B	Alleen beoordeeld op ruimtetemperatuur
Akoestisch Comfort	B	B	Alleen beoordeeld op installatiegeluid
Visueel Comfort	C	C	Alleen beoordeeld op niveau kunstlicht

Onderwerp	Opmerkingen
Relatieve vochtigheid	De relatieve vochtigheid komt in de winter tijdens gebruikstijd onder 30%. Bij een relatieve vochtigheid onder de 30% wijst de praktijk uit dat het aantal klachten toeneemt.

5 Gebruikerservaring

Het meten van de gebruikerservaring is geeft inzicht in de waardering van de 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	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 rapportcijfer van de gebruikers en wordt uit de scores op de vier onderwerpen een hoofdindex berekend. Deze index ligt tussen de 1 en 10.

Tabel 5.1 Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	7.75	7.7	Te weinig response	7.3
Hoofdindex	B (6.8)	B (7.6)	-	B (7.3)
Binnenluchtkwaliteit	B (7.0)	B (6.8)	-	B (7.1)
Thermisch binnenklimaat	B (6.5)	A (9.3)	-	B (7.7)
Geluid & Akoestiek	A (8.3)	A (8.7)	-	B (7.1)
Licht & Uitzicht	D (4.2)	C (5.1)	-	B (7.3)

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

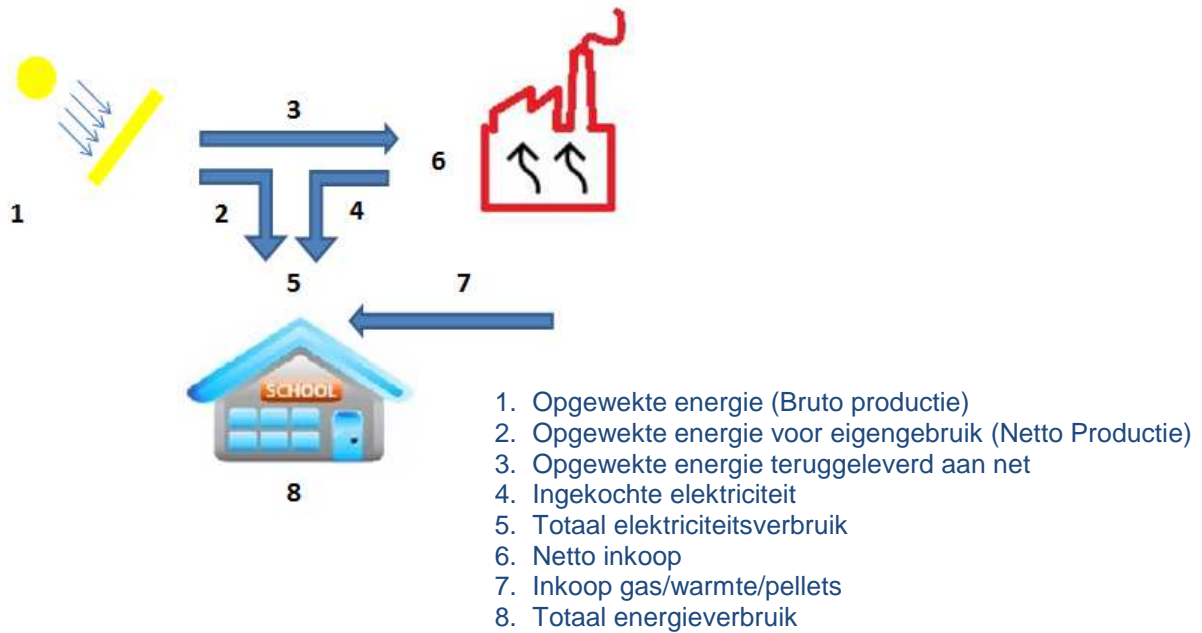
Tabel 5.2 Opmerkingen uit enquête

Onderwerp	Opmerkingen
Binnenluchtkwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> Geen opmerkingen
Thermisch binnenklimaat	<ul style="list-style-type: none"> Warm in de zomer In de hal heerst veelal een lekkere temperatuur
Geluid & Akoestiek	<ul style="list-style-type: none"> Geen opmerkingen
Licht & Uitzicht	<ul style="list-style-type: none"> Het rolluik / rolgordijn kan niet meer naar beneden

Licht en uitzicht krijgen(gemiddeld) een lage score. Dit komt vooral door soms slecht functionerende rolgordijnen voor de lichtwering.

6 Energiehuishouding

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



6.1 Opgewekte energie

Het Klaverblad wekt elektriciteit op door de inzet van zonnepanelen.

6.1.1 Opgewekte energie (totaal)

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

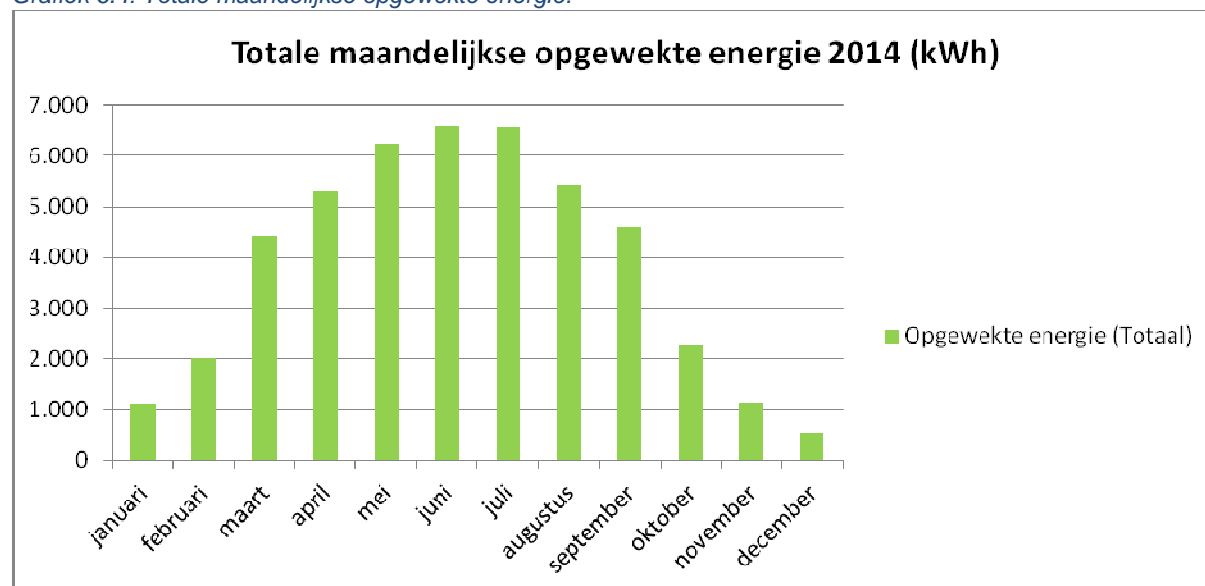
Tabel 6.3: Opgewekte energie (totaal)

	Verwachte opbrengst [kWh]	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (totaal)	57.328	59.531	46.174

Er is in 2013 meer elektriciteit opgewekt dan verwacht. Het aantal zonuren was in 2013 1.780 uur en in 2014 1.838 uur. Een 'standaard jaar' gaat uit van 1639 zonuren. Het valt op dat er ondanks meer zonuren in 2014, minder energie is opgewekt. Uit nadere analyse (zie bijlage 7) blijkt dat het piekvermogen in 2014 ook aanzienlijk lager was dan in 2013. Dit is vreemd en wordt nader onderzocht.

De volgende grafiek geeft de maandelijkse opwekking over 2014 weer.

Grafiek 6.4: 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

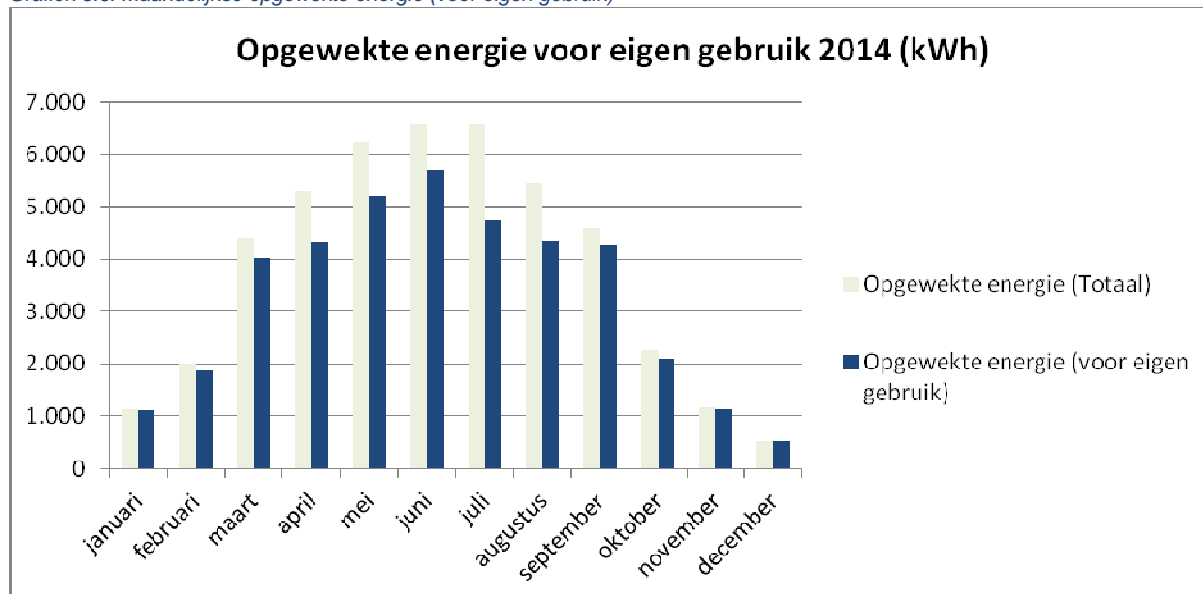
Niet alle opgewekte energie komt ten goede aan de school. Als er meer elektriciteit wordt opgewekt dan de vraag, wordt deze terug geleverd aan het energiebedrijf

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

Tabel 6.5: Opgewekte energie voor eigen gebruik

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (voor eigen gebruik)	42.566	39.323

Grafiek 6.6: Maandelijkse opgewekte energie (voor eigen gebruik)



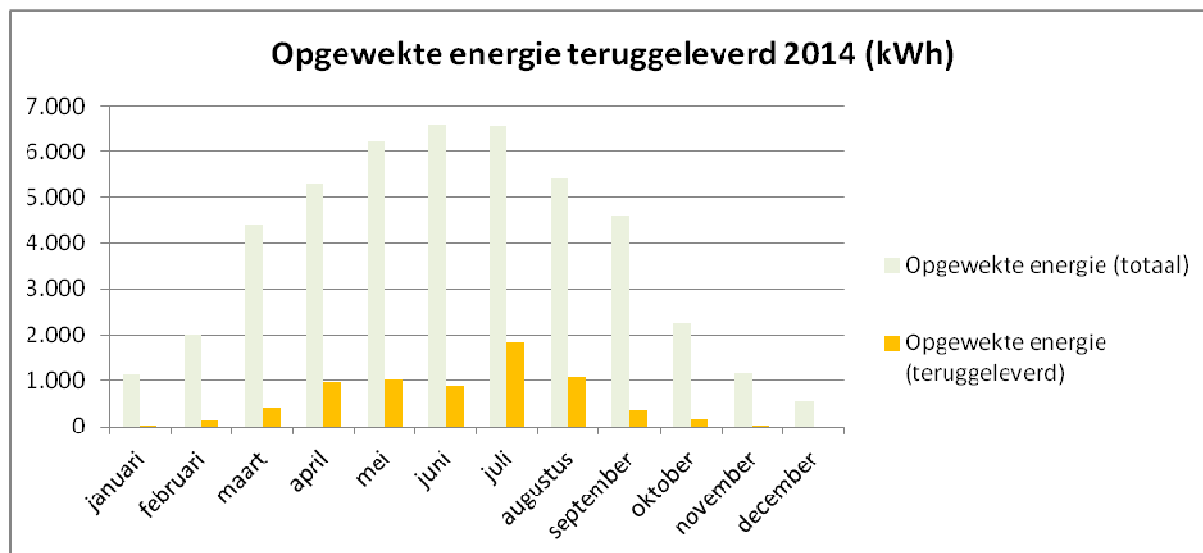
6.1.3 Opgewekte energie teruggeleverd

Voor terug geleverde energie wordt een vergoeding betaald. De volgende tabel geeft weer hoeveel energie er is terug geleverd aan de energieleverancier.

Tabel 6.7: Opgewekte energie teruggeleverd

	2013	2014
Opgewekte energie (teruggeleverd)	16.965 kWh	6.851 kWh

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



6.1.4 Overzicht energie opwekking

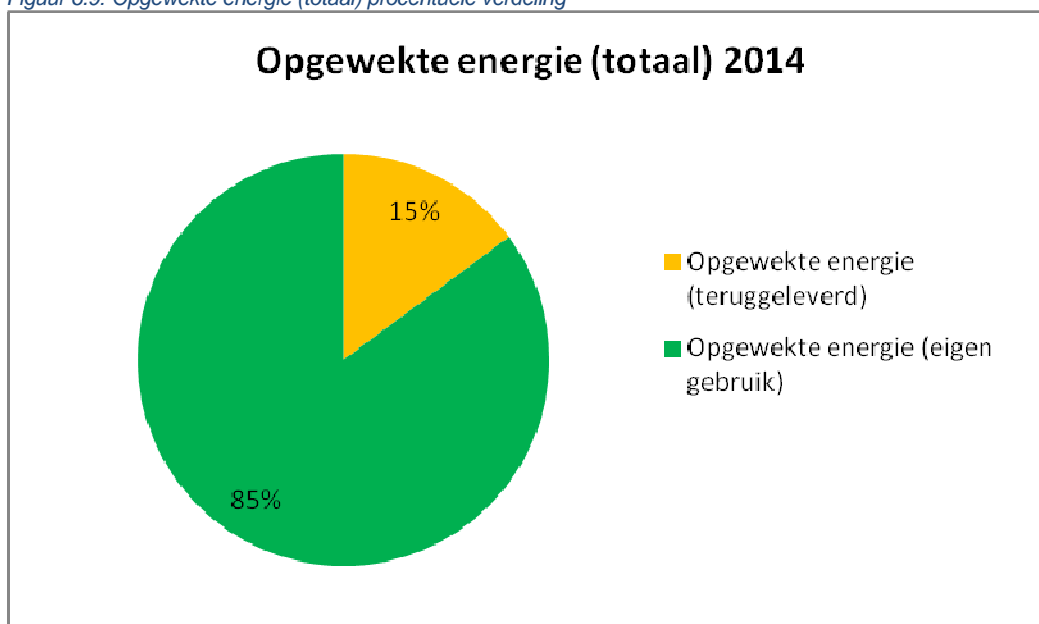
In de volgende tabel staat voor zowel 2013 als 2014, de hoeveelheid opgewekte energie, de hoeveelheid energie voor eigen gebruik en de energie die is terug geleverd.

Tabel 6.8: Opgewekte energie (teruggeleverd)

	2013 [kWh]	Procentueel (2013)	2014 [kWh]	Procentueel (2014)
Opgewekte energie (totaal)	59.531 kWh	100 %	46.174 kWh	100 %
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	42.566 kWh	72 %	39.323 kWh	85 %
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	16.965 kWh	28 %	6.851 kWh	15 %

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

Figuur 6.9: Opgewekte energie (totaal) procentuele verdeling



In 2014 is 15% van de totale opbrengst terug geleverd aan het net. De luchtbehandeling draaide in deze periode continue (24/7). Indien de luchtbehandelingkasten slechts draaien tijdens de schooltijden zal het aandeel teruggeleverde elektriciteit hoger zijn.

6.2 Ingekochte energie

Het Klaverblad koopt energie in, zowel elektriciteit als warmte.

6.2.1 Ingekochte elektriciteit

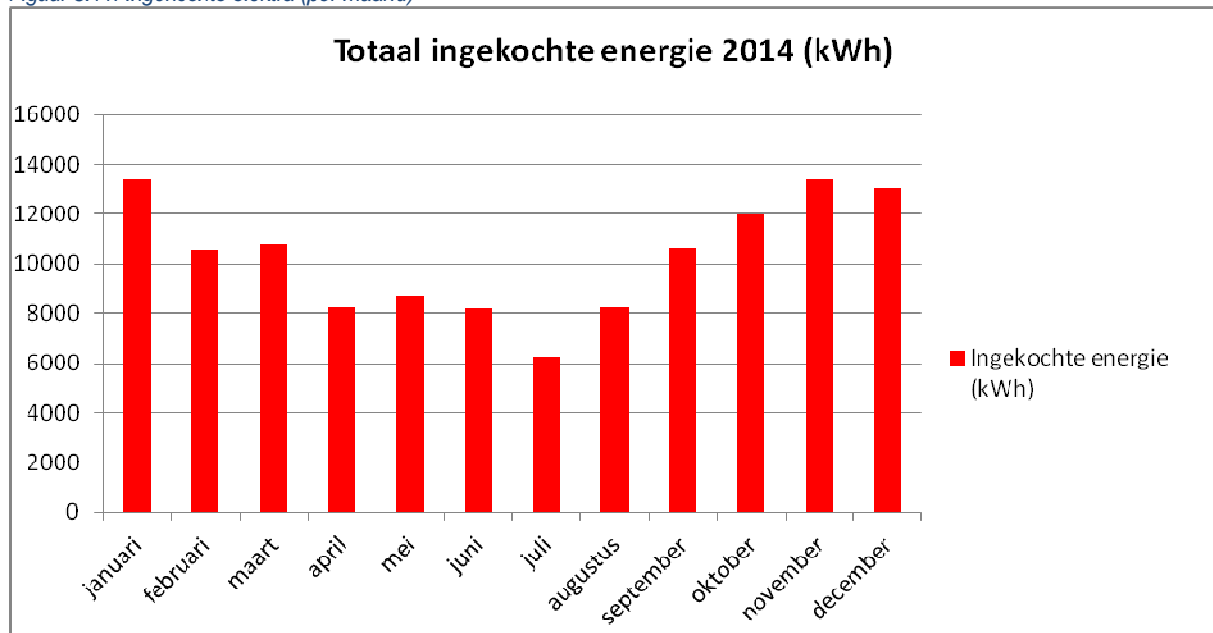
De volgende tabel geeft de ingekochte elektriciteit weer over 2013 en 2014.

Tabel 6.10: Ingekocht elektra.

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Totaal elektraverbruik (ingekocht)	117.303	123.355

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

Figuur 6.11: Ingekochte elektra (per maand)



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

6.2.2 Ingekochte warmte

Ook warmte wordt door het Klaverblad ingekocht. De volgende tabel geeft het absoluut verbruik en aangepast verbruik (standaard jaar de Bilt) over 2013 en 2014 weer.

Tabel 6.12: Verbruikstabel warmte

	2013	2014
Verbruik warmte [GJ] (absoluut)	856	614
Verbruik warmte [GJ] (standaard de Bilt)*	808	741
Verbruik warmte [GJ/m ²]	0.28	0.26

*Op basis van standaardjaar de Bilt, 2904 graaddagen

6.3 Energiegebruik school

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

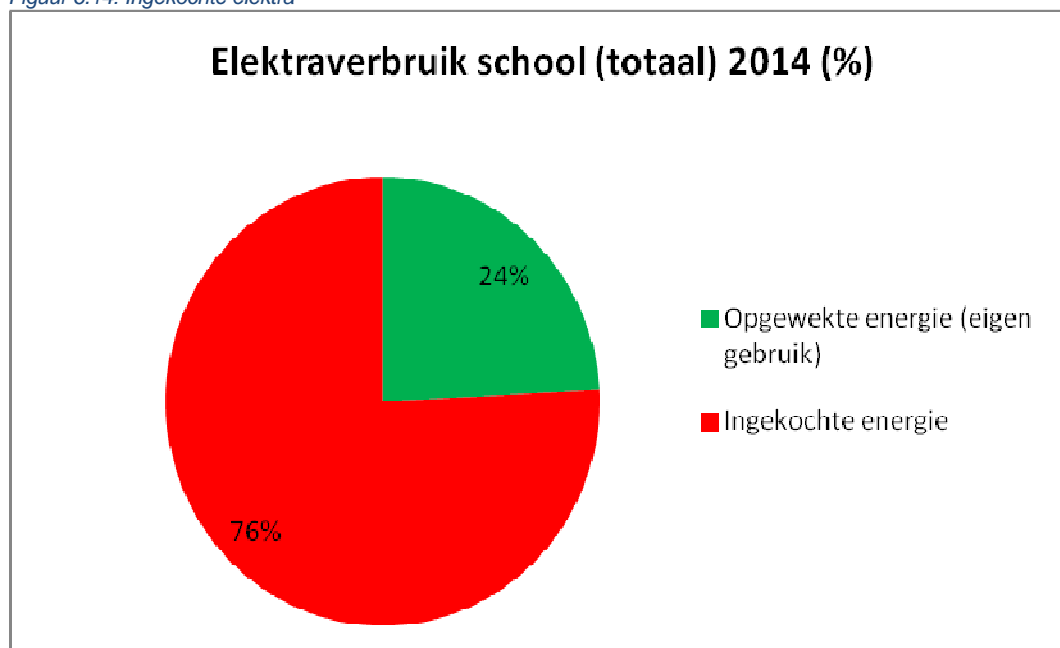
- Opgewekte energie
- Ingekochte energie
- Totaal elektra verbruik

Tabel 6.13: Energiegebruik school totaal overzicht

	2013 [kWh]	2014 [kWh]	Procentueel 2014
Opgewekte energie (totaal)	59.531 kWh	46.174 kWh	100 %
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	42.566 kWh	39.323 kWh	85 %
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	16.965 kWh	6.851 kWh	15 %
Ingekochte elektra	117.303 kWh	123.355 kWh	
Totaal elektra verbruik school	159.869 kWh	162.678 kWh	100%
-Ingekochte elektra	117.303 kWh	123.355 kWh	76%
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	42.566 kWh	39.323 kWh	24%
Verbruik warmte [GJ] (de Bilt)	808 GJ	741 GJ	100%

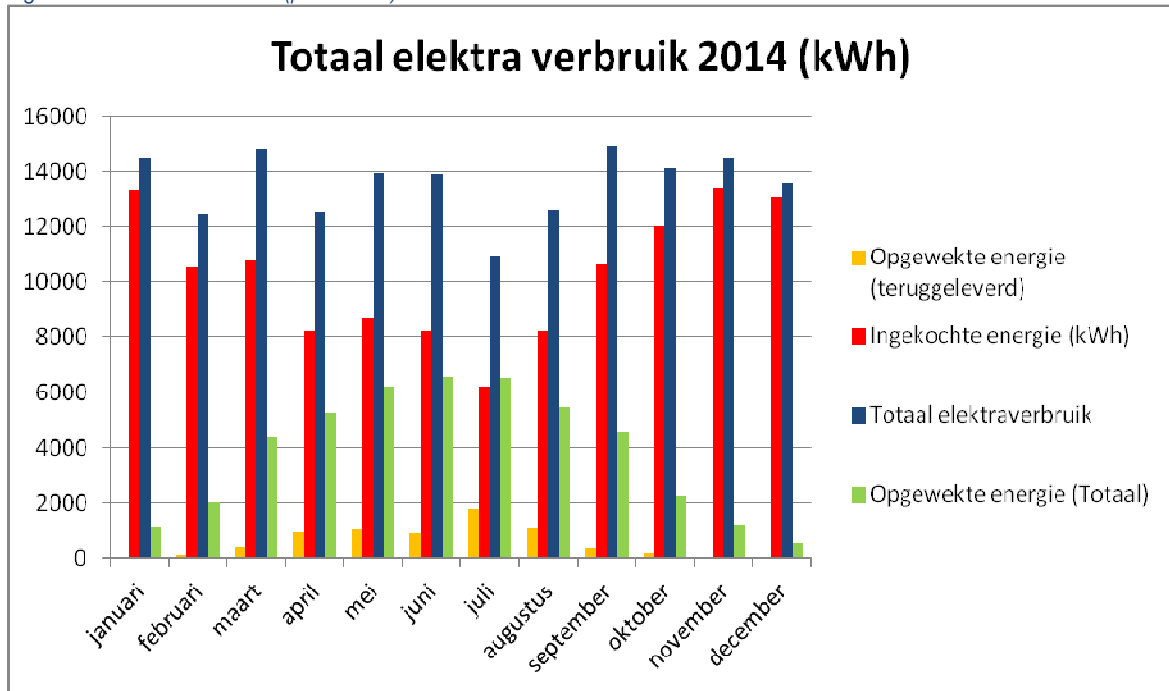
Het volgende diagram geeft het aandeel opgewekte elektriciteit en het aandeel ingekochte elektriciteit weer.

Figuur 6.14: Ingekochte elektra



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

Figuur 6.15: Overzicht elektra (per maand)



6.4 Overzicht alle energiestromen

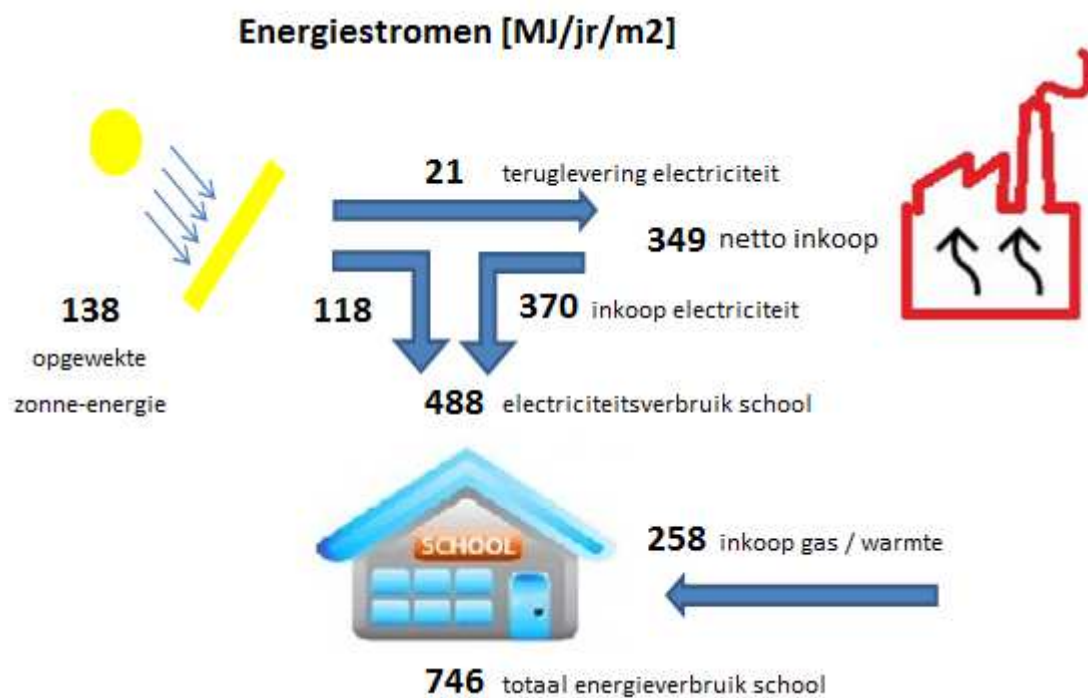
De volgende tabel geeft een overzicht alle energiestromen.

Tabel 7.16: Alle energiestromen

Energieroom		2014		MJ	MJ/m ²
1	Opgewekte energie (totaal)	46.174	(kWh)	397.100	138
2	Opgewekte energie (voor eigen gebruik)	39.323	(kWh)	338.181	118
3	Opgewekte energie (teruggeleverd)	6.851	(kWh)	58.919	21
4	Ingekochte energie (inkoop)	-			628
	▪ Ingekochte elektra	123.355	(kWh)	1.060.853	370
	▪ Ingekochte warmte (de Bilt)*	741	(GJ)	741.000	258
5	Energiegebruik school, Elektra + warmte	-		2.204.672	746

*Op basis van standaard jaar de Bilt, 2904 graaddagen

Om een vergelijking met andere scholen mogelijk te maken worden in onderstaande afbeelding de energiestromen schematisch weergegeven, in MJ per jaar per m² gebruiksooppervlak.



7 Benchmark energieverbruik / prestaties

Dit hoofdstuk geeft een indruk van de prestaties van het Klaverblad 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.

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 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 de inkoop per m² weergegeven. Voor de vergelijking met de andere gebouwen is de teruggeleverde elektriciteit van het ingekochte elektriciteitsverbruik afgetrokken.

Tabel :7.2: Energiekentallen ingekochte en teruggeleverde energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik Primair (inkoop) per m ² [MJ]
Warmteverbruik (inkoop)	741	GJ	€ 17.446	258
Elektriciteitsverbruik	116.504	kWh	€ 14.255	349
Elektriciteit (inkoop)	123.355	kWh	€ 14.803	370
Elektriciteit (teruggeleverd)	-6.851	kWh	-€ 548	-21
Totaal			€ 31.701	608

In de volgende tabel wordt het elektriciteitsverbruik van het Klaverblad 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 m2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verbruik Primair (inkoop) (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	608	469	891	655	349

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

Tabel 7.4: Benchmark verbruik in euro's per m2, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Energiekosten (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	€ 11,05	€ 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

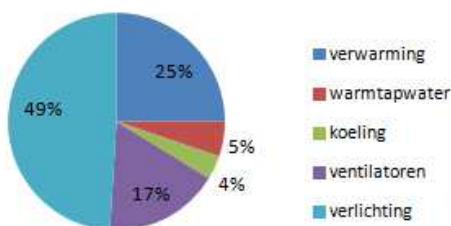
De volgende tabellen grafiek geven het gebouwgebonden energieverbruik weer. Gebouwgebonden energie is alle energie die noodzakelijk is voor het conditioneren en verlichten van een gebouw, bij een gestandaardiseerd gebruiksgedrag.

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

Deelpost	Huidig				Volgens EPC MJ/m ²
	MJ	%	CO ₂ uitstoot kg	MJ/m ²	
Verlichting	352.600	18%	2.845	123	151
Luchtbehandeling	721.248	37%	5.820	252	53
Koeling	82.646	4%	667	28,8	11
Tapwater	8.600	0%	69	3,0	16
Verwarming (incl. pompen)	771.100	40%	14.285	269	77
Verbruik totaal	1.936.194	100%	25.672	675	308
Opwekking zonnepanelen	401.878	-	-27.890	138	156
Netto				537	152

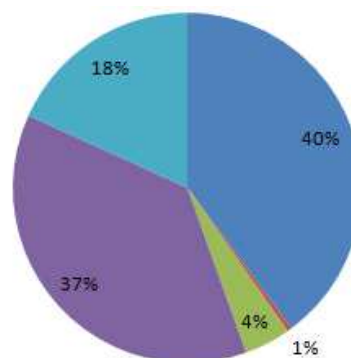
Figuur 8.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik

Balans EPC MJ/m²



308 MJ/m² - 156 MJ/m² zonnepanelen = 152 MJ/m²

Huidige Balans



675 MJ/m² - 140 MJ/m² zonnepanelen = 535 MJ/m²

8.2 Energiebalans gebouwgebonden verbruik en apparatuur

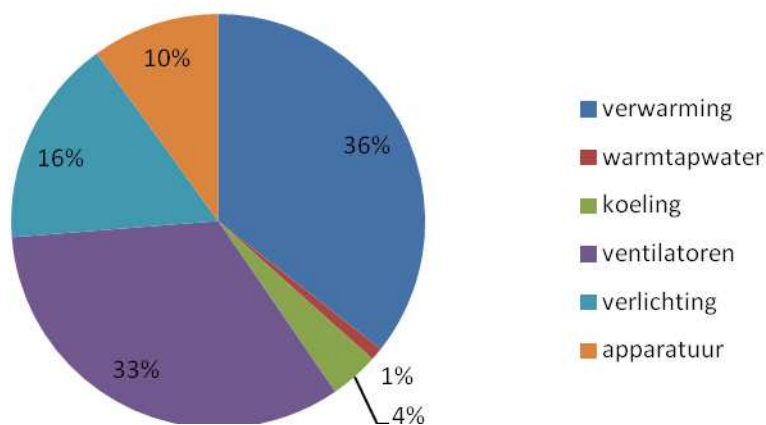
De volgende tabel en grafiek geven het energieverbruik van gebouwgebonden voorzieningen en apparatuur weer.

Tabel 8.3: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden + niet gebouwgebonden

Deelpost	MJ	MJ/m ²	%	CO ₂ uitstoot kg
Pompen	30.100	11	1%	243
Verlichting	352.600	123	16%	2.845
Luchtbehandeling	721.248	252	34%	5.820
Koeling	82.646	29	4%	667
Tapwater	8.600	3	0,40%	69
Verwarming	741.000	258	34%	5.980
Apparatuur	215.860	75	10%	1.742
Verbruik totaal	2.152.054	746	100%	17.367
Opwekking zonnepanelen	401.878	-138	-	-3.243

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

9.1 Binnenklimaat

Tabel 9.1: Analyse binnenklimaat

	Ontwerp	Meting	Gebruikerservaring	Conclusie
Luchtkwaliteit	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse A. Dit wordt niet gehaald Er is sprake van een Klasse C ventilatie systeem exclusief natuurlijke voorzieningen en Klasse B inclusief natuurlijke voorzieningen.	Uit de metingen blijkt dat bijna alle gevallen een CO ₂ waarde van maximaal 1000 ppm. Alleen in de herfst werd er in enkele gevallen een hogere CO ₂ waarde gemeten. Het doel was een maximum van 800 ppm. Om dat te bereiken zal er meer moeten worden geventileerd.	Er zijn geen klachten met betrekking tot een hoog CO ₂ niveau. De gebruikerservaring is positief.	De luchtkwaliteit is het overgrote deel van het jaar goed te noemen. Er zijn geen klachten. In de herfst van 2014 worden CO ₂ waarden gemeten die hoger zijn dan verwacht. Met gebruik van de natuurlijke voldoet men aan luchtkwaliteit klasse B.
Thermisch comfort winter	Er is ontworpen met als doel energielabel A++. Het gebouw is zeer goed geïsoleerd. Per ruimte kan de temperatuur worden geregeld via een thermostaat. Er is sprake van warmterugwinning op de ventilatielucht.	Uit de temperatuurmetingen blijkt dat de temperatuur boven 20 graden ligt met uitschieters naar 24 graden..	Er geen klachten over thermisch comfort	Het thermisch comfort is goed. Dit blijkt uit metingen en ervaring van de gebruikers.
Thermisch comfort zomer	Er is geen actieve koeling aanwezig zoals een airconditioningsysteem of topkoeling via de luchtbehandeling. Wel wordt er gebruik gemaakt van zomernacht ventilatie. Er is verduisterende lichtwering aanwezig.	Uit de temperatuurmetingen blijkt de dagtemperatuur altijd boven 20 graden te liggen.	De lokalen worden in de zomer en op warme lentedagen als warm ervaren.	Het thermisch comfort is goed. Op zeer warme lentedagen zijn hoge temperaturen gemeten. Dit komt door het ontbreken van koeling. Bij luchttoevoer is de binnentemperatuur dan al snel gelijk aan de buitentemperatuur.
Akoestisch comfort	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse B. Hieraan wordt voldaan. Er is gebruik gemaakt van HR++ glas wat een positief effect heeft op wering van het geluid van buiten. De luchtleidingen zijn over gedimensioneerd. Er is daardoor minder kans op stromingsgeluid. De luchtbehandelingskast is gesitueerd op het dak, het dak is goed geïsoleerd. Dit heeft een positief effect op het mechanisch/installatie geluid.	Er is een meting uitgevoerd waarbij gering omgevingsgeluid aanwezig was, hierbij werd een geluidsdruk gemeten van 35dB(A). Het installatiegeluid komt naar verwachting niet boven 33dB(A) uit bij enkel installatiegeluid.	Er worden geen klachten gemeld die betrekking hebben op geluid van buiten of installatiegeluid. Wel wordt soms het geluid van de gang als hinderlijk ervaren.	Het akoestisch comfort is goed. Geluid afkomstig van installaties voldoet naar verwachting aan ontwerpuitgangspunten (klasse B) zonder omgevingsgeluid.

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Visueel comfort	<p>Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse C. Hieraan wordt voor het kunstlichtniveau aan voldaan. Overige aspecten zijn niet gemeten.</p> <p>De ramen in de gevel van de klaslokalen zijn voorzien van zonwerend glas. De energiezuinige T5 armaturen zijn voorzien van daglichtregeling.</p>	<p>Uit de LUX metingen blijkt dat er zonder daglicht toetreding een lichtniveau van gemiddeld 400 LUX aanwezig is in de lokalen.</p>	<p>De lichtwering functioneert soms niet goed. Dit wordt als hinderlijk ervaren.</p>	<p>Het visueel comfort wordt door gebruikers als voldoende tot onvoldoende ervaren. Deels kan dit verklaard worden door slecht werkende lichtwering.</p>
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	<p>Er is geen bevochtiger aanwezig</p>	<p>Uit de metingen blijkt dat de relatieve vochtigheid in de wintermaanden zeer laag is. Er worden geregeld waarden van minder dan 30 procent gemeten tijdens lestijd.</p>	<p>Er zijn meerdere personen in de school die kenbaar hebben gemaakt last hebben van een droge lucht.</p>	<p>De luchtvochtigheid is laag te noemen. Voornamelijk in de wintermaanden is dit het geval. De ondergrens van 30 procent wordt in meerdere gevallen overschreden. Er worden klachten genoemd die hiermee samenhangen.</p>

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 monitoringproject. Het verwachte verbruik is overgenomen uit het rapport "UPK NESK eindrapport" van 22 maart 2012.

Tabel 9.2: Energiegebruik in relatie tot verwachting

	2014	2014 [MJ/m ² *]	Verwacht UPK NESK eindrapport [MJ/m ²]	Verwacht EPC [MJ/m ²]
Warmte	741 GJ	225	110	93
Elektriciteit (gebouwgebonden)	137.578 kWh	359	160	215
Elektriciteit (gebruikgebonden)	25.100 kWh	65	90	75***
Totaal exclusief zonnepanelen		649	360	383
Zonnepanelen	-46.174 kWh	-120	-101	-156
Totaal inclusief zonnepanelen		528	259	227

*Er is gerekend met 3.298m² bruto vloeroppervlak zoals vermeld in het UPK NESK eindrapport

***Geschat

Geconcludeerd kan worden dat het energieverbruik veel hoger ligt dan verwacht.

9.2.2 Verbruiksposten

	Toelichting
Verlichting	Er is relatief weinig verlichting aanwezig in de school, 7,2 Watt/m ² .
Apparatuur	Er is een normale hoeveelheid apparatuur aanwezig in de school.
Ventilatoren	Er zijn geen kloktijden voor de luchtbehandeling ingesteld. Er is sprake van een grote luchtbehandelingskast. De basislast ligt daarbij hoger dan gemiddeld.
Pompen	Er is een gebruikelijk aantal pompen aanwezig in de school. Het verbruik is derhalve normaal.
Zonnepanelen	De zonnepanelen leveren meer energie op dan vooraf geschat.

Het elektraverbruik is veel hoger dan verwacht. Het verbruik is ook hoger dan een gemiddelde school. De basislast ligt 's nachts op ongeveer 12 kW. Dit lijkt voor deze school (erg) hoog. Afgezien van de server zijn er geen grote nachtelijke verbruikers aanwezig. De draaiende luchtbehandelingskasten lijken 's nachts een grote invloed te hebben. Op basis van draaiuren lijken de ventilatoren vanaf oplevering altijd aan te hebben gestaan.

Medio november zijn de kloktijden verkort in overleg met de installateur. Dit is echter niet terug te zien in een verlaging van de basislast. Nader onderzoek is hier gewenst.

10 Aanbevelingen beheer

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

10.1 Gebouwbeheersysteem

Software

De aanwezige software in de DEOS regeling is zonder licentie minimaal waardoor het beheer en monitoren van de installatie lastig is om uit te voeren. Er bestaat de mogelijkheid tot uitbreiding waarbij bijvoorbeeld via een webbased server zeer duidelijke grafische overzichten oproepbaar zijn.

Afstandsbeheer

De kracht van de gekozen regeling is tevens de mogelijkheid tot beheer op afstand. Dit was ten tijde van de monitoring echter niet meer mogelijk, terwijl dit wel werkte bij oplevering). Tijdens de monitoring is enige moeite gedaan om dit weer werkend te krijgen.

Instellingen

Er zijn geen kloktijden voor de luchtbehandeling ingesteld. Deze draait 24/7. De projectontwikkelaar geeft aan dat de luchtbehandelingskast bewust uit comfortoverwegingen continu is ingeschakeld. In de winterperiode is dit niet noodzakelijk maar in de zomerperiode kan inschakeling zinvol zijn vanwege passieve koeling. Aanbevolen wordt echter om nachtventilatie toe te passen, die op basis van binnentemperatuur in verhouding tot buitentemperatuur in- en uitgeschakeld wordt. In de winter kan een optimaliseringsregeling worden toegepast, die zelf het aanwarmtijdstip bepaald, zodat de gewenste binnentemperatuur bij aanvang bedrijfstijd wordt gehaald.

In de ontwerpfase had men de luchtbehandelingskast kunnen voorzien van een recirculatiebatterij, zodat bij aanwarmen sprake is van 100% recirculatie. Een kosten-/baten-analyse moet uitwijzen of dit zinvol is. Bij 24/7 bedrijf is dit zeker interessant.

Andere instellingen zijn nog onbekend, ook voor de installateur. Zodra er een softwarelicentie aanwezig is kan hier naar gekeken worden.

Aanbeveling

De aanwezige software voldoet niet aan de eisen voor goed gebouwbeheer en monitoring. Geadviseerd wordt om nieuwe uitgebreide software aan te schaffen. Ook het afstandbeheer moet altijd werkend zijn.

Verder wordt aanbevolen alle luchtbehandelingskasten, dus ook de luchtbehandelingskast voor de gymzaal, toe te voegen aan het gebouwbeheersysteem.

10.2 Registratie energieverbruik

Het energieverbruik wordt niet gemonitord door gebruiker, schoolbestuur of installateur. Alleen op basis van energiefacturen vindt er een controle plaats. Aanbevolen wordt om het energieverbruik te monitoren, bijvoorbeeld door of via de netbeheerder of het meetbedrijf een abonnement af te sluiten voor online energieregistratie. Hierbij kunnen verbruiken over perioden van 5 minuten tot maanden worden uitgelezen. Energieverspilling kan hierdoor tijdig worden gesignaleerd. Aanbevolen wordt om hiervoor een contractmanager aan te stellen met kennis van klimaatsystemen en het energieverbruik van deze systemen.

10.3 Beheer en onderhoud

10.3.1 Onderhoudspartij

Er is een onderhoudspartij aanwezig, echter deze voert geen actief beheer ten aanzien van de regelstrategie van de school. Er zijn bijvoorbeeld geen vakanties ingesteld.

10.3.2 Onderhoud

Geadviseerd wordt om onderhoud te plegen op basis van een actief onderhoudscontract of prestatiecontract. Aanbevolen wordt om een contractmanager verantwoordelijk te maken voor het beheer op basis van een prestatiecontract. Samen met de installateur kan hij het energieverbruik in het 1^e jaar minimaliseren, waarna dit verbruik als basis dient voor het prestatiecontract. Dus geen prestatiecontract afsluiten op basis van een nog onbekend verbruik in relatie tot omstandigheden.

10.3.3 Monitoring

Er vindt geen monitoring plaats. Geadviseerd wordt om dit deel uit te laten maken van het onderhoudscontract. Eventueel in combinatie met een contractbeheerder om goede monitoring en beheer te waarborgen.

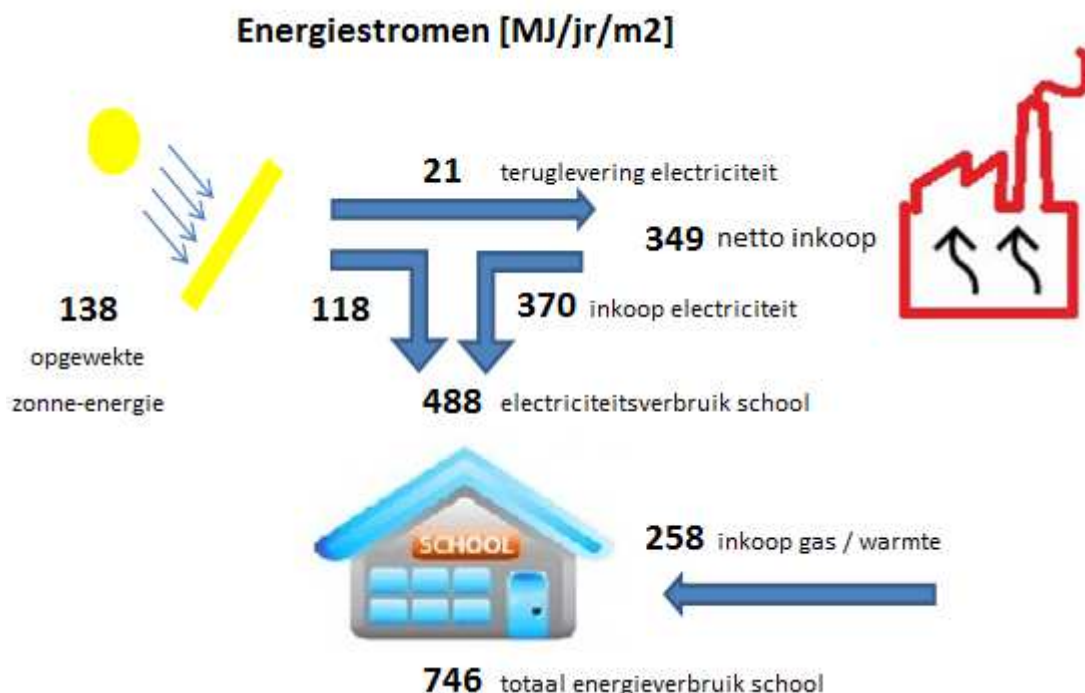
10.3.4 Oplevering

De volgende verbeterpunten zijn te benoemen volgend op de oplevering:

- Er was geen totaal tekeningpakket aanwezig bij één partij. Het verdient aanbeveling om de complete documentatie te beheren op één plek of locatie
- Er is niemand die centraal het project beheert of monitor. Het verdient sterk de aanbeveling om een dergelijk persoon aan te stellen.

10.4 Verwacht effect aanbevolen maatregelen op energieverbruik

Bij goed beheer van het gebouw zal het energieverbruik aanzienlijk lager uitvallen en het bij ontwerp verwachte energieverbruik benaderen. Indien de luchtbehandelingskasten niet continu draaien, maar slechts tijdens schooltijden, is de verwachting dat het verbruik van de ventilatoren met 195 MJ/jr/m² daalt en het verbruik voor verwarming (o.a. via luchtbehandeling) met 140 MJ/jr/m². Samen met een eventueel defect aan de zonnepanelen van MJ/jr/m², betekent dit dat het energieverbruik met 351 MJ/jr/m² zal dalen.



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.

11.1 Ventilatiesysteem

Bij herontwerp van het ventilatiesysteem kan overwogen worden om te kiezen voor sturing op de CO₂-waarden in de gebruiksruidtes, met daarnaast de mogelijkheid van zomernachtkoeling.

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?	<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 muff?	<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:

.....

.....

.....

.....

.....

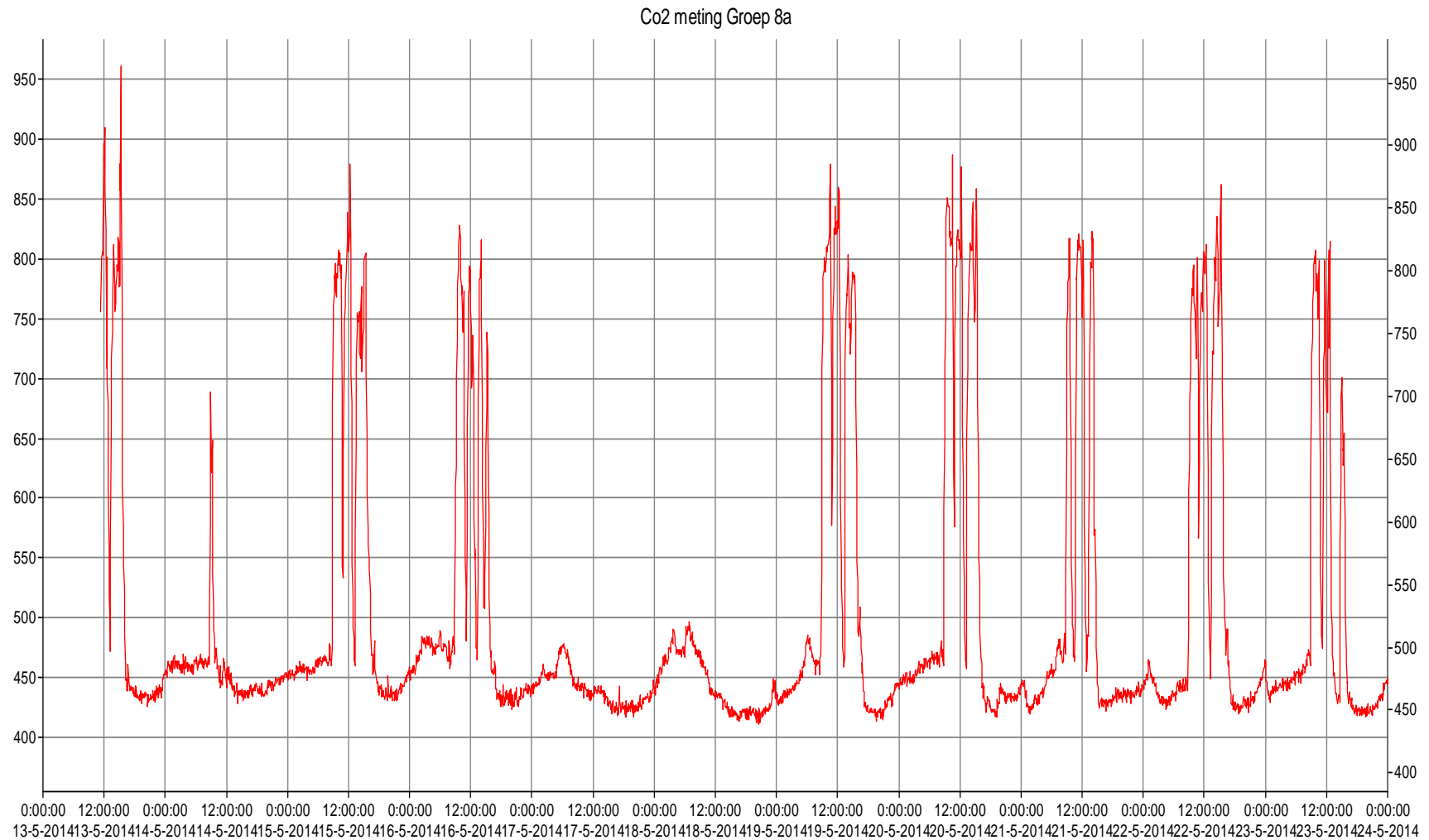
.....

.....

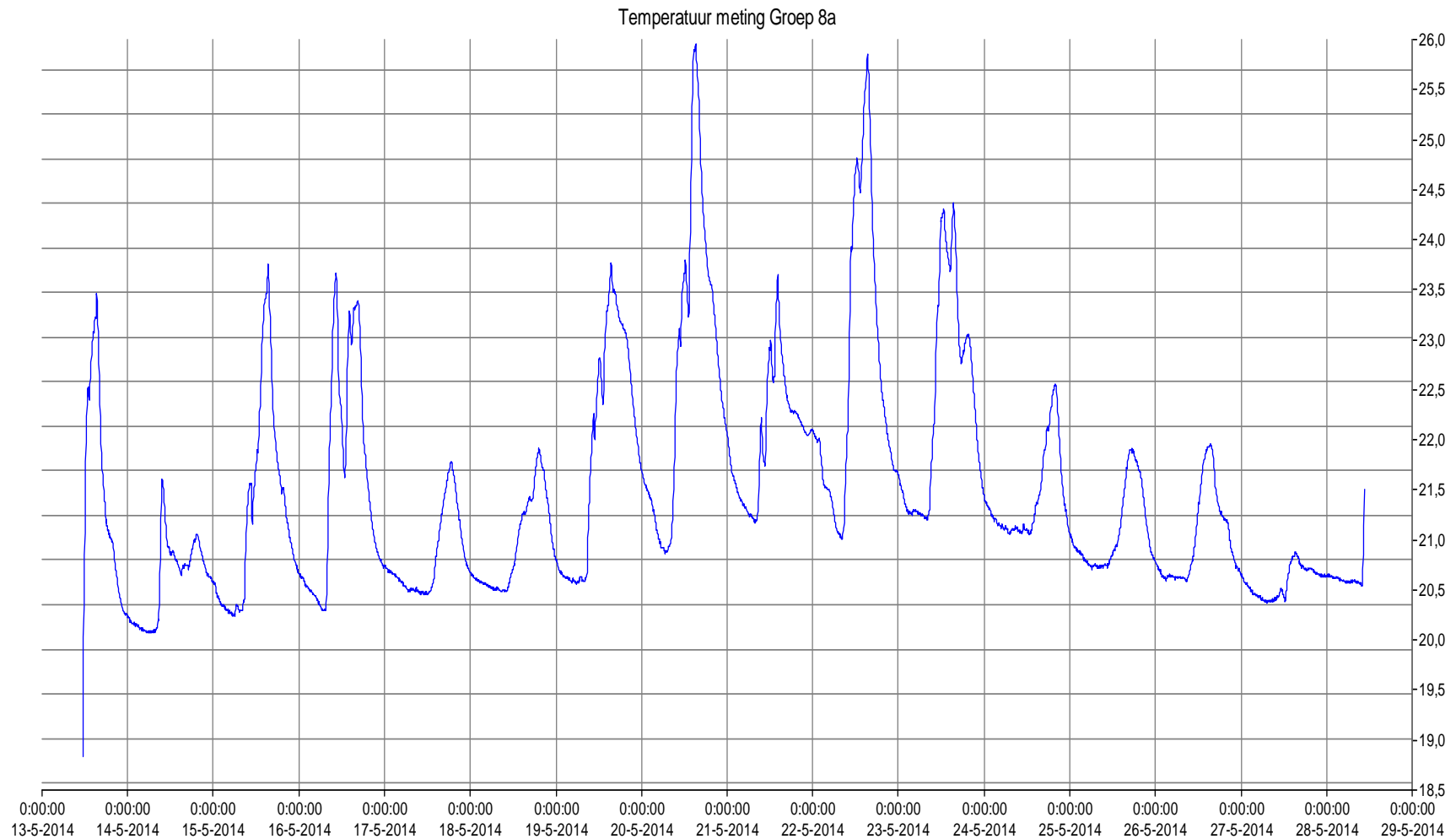
Toelichting vragen

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

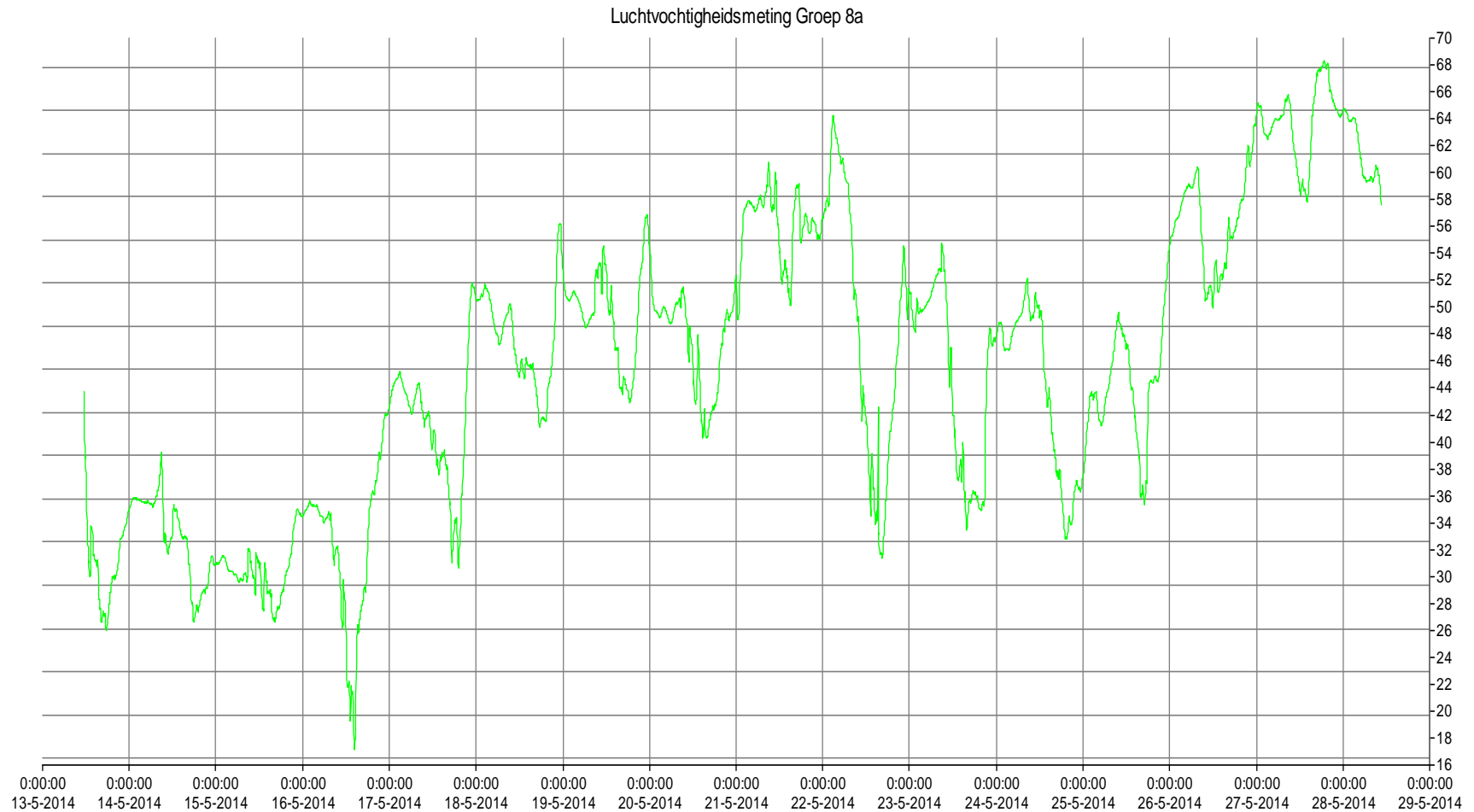
Bijlage 2: Representatieve CO₂ meting



Bijlage 3: Representatieve temperatuurmeting



Bijlage 4: Representatieve meting Relatieve vochtigheid



Bijlage 5: PVE Frisse Scholen

Het Programma van Eisen Frisse Scholen (2012*) 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 ₂	m ³ /uur/m ²	lokaal 50 m ²	lokaal 55 m ²	lokaal 60 m ²
Klasse C	max. 1200	min. 12.5	625	687 m ³ /h	750
Klasse B	max. 1000	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. operationele binnentemperatuur (thermisch comfort) in het kader Frisse Scholen 2010

	minimaal 90% van de gebruikerstijd wordt voldaan aan:
Klasse C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 operationele 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 - 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 - 2010

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

* In 2015 zijn enkele eisen in het PVE Frisse Scholen gewijzigd, mede vanwege wijzigingen in het bouwbesluit 2015.

Bijlage 6: Benchmark energieverbruik

In deze bijlage staan de tabellen die nader inzicht geven in het energieverbruik van Klaverblad 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 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 hoog	€ 0.16 per kWh
Elektriciteit Laag (teruglevering)	€ 0.08 per kWh

Tabel 7.1: Energiekennallen 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]
Warmte	741	GJ	€ 17.446	0,26	€ 6,08	741.000*	14.286	258
Elektriciteit	123.355	kWh	€ 14.803	43,01	€ 5,16	1.060.853	8.561	370
Elektriciteit (teruggeleverd)	-6.851	kWh	-€ 548	-2,39	-€ 0,19	-58.919	-4.089	-21
Totaal			€ 31.701		€ 11,05	1.742.934	18.758	608

*Er is met een factor 1000 gerekend

Tabel: Benchmark totaal primair verbruik per m², vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	MJ Primair /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verbruik Primair (inkoop)	628	469	891	655	349
Verbruik Primair (inkoop) (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	608	469	891	655	349

Tabel: Benchmark verbruik in euro's per m², vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw

	euro /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Energiekosten (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	€ 11,05	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

Benchmark energie (totaal verbruik), exclusief opgewekte energie

Reductie van het primaire energieverbruik en CO₂ uitstoot wordt voor een groot deel gerealiseerd door de zonnepanelen. Deze reductie is dusdanig significant dat er geen goed beeld ontstaat van de energiezuinigheid van het gebouw an sich, inclusief de installaties. Een energieverpillend gebouw met veel zonnepanelen kan op die manier goed uit de benchmark komen.

Volgens de Trias Energetica dient de basis energievraag geminimaliseerd te worden, om vervolgens duurzame technieken toe te passen. Het is dan ook zinvol om de basisenergiebehoefte zonder duurzame opwekking te vergelijken met andere schoolgebouwen. De gegevens voor deze vergelijking staan 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	741	GJ	€ 17.446	741.000	14.286	€ 6,08	258
Elektriciteit gebouwgebonden installaties	137.578	kWh	€ 16.509	1.183.174	82.112	€ 5,76	413
Gebruiksapparatuur	25.100	kWh	€ 3.012	215.860	14.981	€ 1,05	75
Totaal			€ 36.967	2.140.034	111.379	€ 12,89	746

Tabel: Benchmark totaal primair verbruik per m² **exclusief** zonnepanelen, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw.

	MJ Primair /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verwarming	258	211	633	457	211
Elektriciteit totaal	488	258	258	198	138
-Elektriciteit gebouwgebonden installaties	413				
-Gebruiksapparatuur	75				
Totaal verbruik primair (excl. zonnepanelen)	746	469	891	655	349

Tabel: Benchmark verbruik in euro's per m² **exclusief** zonnepanelen, vergelijk nieuwbouw en bestaande bouw.

Energiekosten	euro /m ²	Nieuwbouw (bouwbesluit-niveau)	Bestaande bouw		
			Hoog	Middel	Laag
Verwarming	€ 6,08	€ 3,00	€ 9,00	€ 6,50	€ 3,00
Elektriciteit totaal	€ 6,81	€ 3,60	€ 3,60	€ 2,76	€ 1,92
-Elektriciteit gebouwgebonden installaties	€ 5,76				
-Gebruiksapparatuur	€ 1,05				
Totale kosten (excl. zonnepanelen)	€ 12,89	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

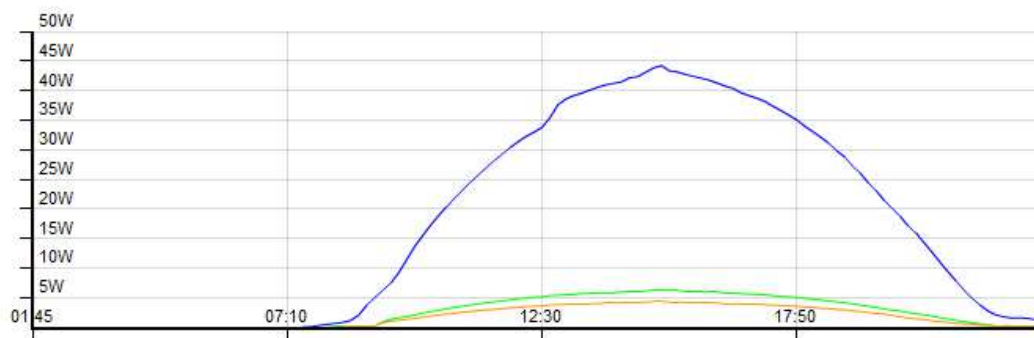
Bijlage 7: Analyse piekvermogen zonnepanelen

Aanleiding voor een nadere analyse van het piekvermogen van de zonnepanelen is de aanzienlijk lagere opbrengst van de zonnepanelen in 2014 ten opzichte van 2013, terwijl er in 2014 meer zonne-uren waren. Indien er een aanzienlijk verschil blijkt in piekvermogen, kan de oorzaak gezocht worden in een defect van specifieke panelen of verslechtering (in opbrengst) door veroudering van de panelen.

De zonnepanelen zijn onderverdeeld in twee kleine strings en een grote string. Van alle drie wordt het energieverbruik apart gemeten door de omvormers. Uit de onderstaande figuren is af te leiden dat het opgenomen vermogen van de kleine strings in 2013 ongeveer gelijk was aan 2014. Bij de grote string is duidelijk een reductie waarneembaar van 34%. Het vermoeden bestaat dat er in de grote string sprake is van een defect.



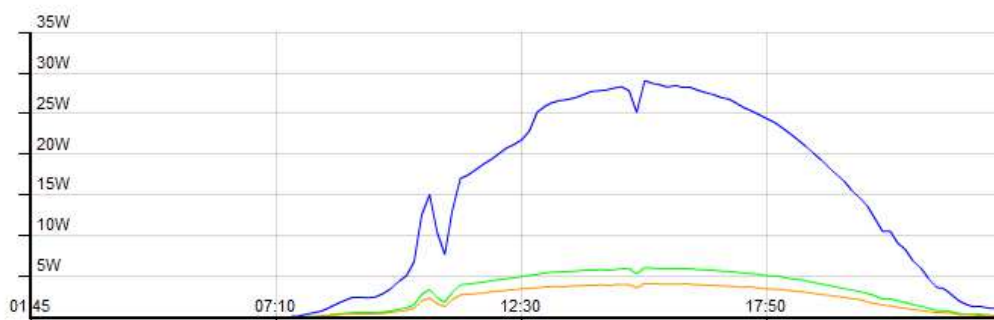
chart by amCharts.com



T 01 T 02 T 03 T 04



chart by amCharts.com



T 01 T 02 T 03 T 04

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 | 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-186-1501/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.