



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



01 MFC De Tredder te Westergeest

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 Tredder’.

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.

01 MFC De Tredder te Westergeest levert per saldo zonnestroom op

November 2015

02 BS Het Klaverblad te Amsterdam Zuidoost

Verwacht 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 Multifunctioneel Centrum (MFC) De Tredder zijn een jaar gemonitord om inzicht te krijgen in het energiegebruik en binnenklimaat. Deze rapportage beschrijft de resultaten.

Omschrijving gebouw en installaties

MFC De Tredder met een vloeroppervlak van 1.490 m² is een zeer goed geïsoleerde multifunctionele accommodatie. Het gebouw voldoet aan het BREEAM-NL Nieuwbouw en Renovatie keurmerk met de rating 'Good'. Warmte wordt primair geleverd door middel van een warmtepomp met een open bron. Er is een HR107-ketel die warmte levert bij piekvraag. Warmteafgifte vindt plaats door middel van vloerverwarming en de luchtbehandeling. Er is vloerkoeling aanwezig, waarbij koude lucht geleverd wordt door de warmte-koudeopslag (WKO), in combinatie met een omkeerbare warmtepomp. Daarnaast wordt er gekoeld door middel van nachtventilatie. Voor warm tapwater wordt gebruik gemaakt van de zonneboiler in combinatie met een HR107-ketel.

De mechanische ventilatie is centraal gebalanceerd. Dit gebeurt door vier luchtbehandelingskasten met warmteterugwinning. De ventilatoren zijn voorzien van een traploze toerenregeling. De klimaatinstallaties kunnen beheerd worden door een centraal gebouwbeheersysteem (GBS) van Priva en is voorzien van afstandsbeheer. De energiezuinige T5 verlichting is voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Met 660 zonnepanelen staan er in verhouding veel zonnepanelen opgesteld. Deze hebben een opgesteld vermogen van 165.000 Wp.

Functioneren en beheer

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

- Het gebouwbeheersysteem was sinds de start van de monitoring niet op afstand uitleesbaar. Dit is eind 2014 opgelost.
- De trending (opslag historische gegevens, zoals binnentemperaturen) in het GBS functioneerde sinds 2015 niet meer. De gegevens zijn momenteel niet oproepbaar. Hier wordt tijdens het schrijven en publicatie van dit rapport nog aan gewerkt.
- De zonwering functioneert niet naar behoren. Bij harde wind is de zonwering niet goed te gebruiken. De gebruiker kan de zonwering niet handmatig naar wens zelf bedienen. Dit kan alleen worden opgelost door aan de binnenzijde een vorm van zonwering of lichtwering aan te brengen.
- De bronpomp stond bijna het hele stookseizoen 2015 in storing vanwege een te hoge waterstand. De (hoog) watersensor bleek op de verkeerde plek te zijn geïnstalleerd. Het probleem is inmiddels opgelost.
- Er wordt relatief veel gas verbruikt voor verwarming, waarbij niet de warmtepomp maar de HR107 ketel het water verwarmt. Dit is waarschijnlijk te verbeteren door de instellingen van het GBS aan te passen, zodat er minder snel wordt overgeschakeld naar de HR107 ketel.
- De luchtbehandeling voor lokalen en kantoren had medio april 2015 een storing. De kantoren en het kleuterlokaal werden daardoor niet goed geventileerd, met als gevolg dat het CO₂-niveau boven de hygiënische grenswaarde lag. Dit is inmiddels opgelost.

Binnenklimaat

De volgende tabel geeft inzicht in het verschil tussen de ontwerpuitgangspunten en het werkelijke binnenklimaat op basis van de klassenindeling PVE (Programma van Eisen) Frisse Scholen.

Tabel 0.1: Ontwerputgangspunten Frisse Scholen

Onderwerp	Frisse Scholen		Opmerkingen
	Ontwerp	Werkelijk o.b.v. aanwezige voorzieningen	
Luchtkwaliteit	A	A	B
Thermisch Comfort	A	A	
Akoestisch Comfort	B	B	
Visueel Comfort	C	C	

De volgende tabel beschrijft, per seizoen, hoe gebruikers het binnenklimaat ervaren.

Tabel 0.2: Resultaten ABCD Tool

Index	Winter	Lente	Zomer	Herfst
Rapportcijfer	7.7	7.8	7.6	6.7
Hoofdindex	B (7.9)	A (9.0)	A (8.2)	B (7.6)
Binnenluchtkwaliteit	A (8.9)	A (10)	A (10)	A (8.9)
Thermisch binnenklimaat	A (8.2)	A (8.7)	B (7.3)	B (6.5)
Geluid & Akoestiek	B (7.5)	B (7.5)	B (7.5)	A (9.4)
Licht & Uitzicht	C (5.8)	A (10)	B (6.7)	D (2.6)

De lagere score op licht en uitzicht heeft voornamelijk te maken met de slecht functionerende zonneschermen. De zonneschermen werken in automatisch, maar door wind kan het voorkomen dat ze omhoog gaan. De locatie ligt op een open veld waar het relatief hard waait. Gemiddeld wordt het thermisch binnenklimaat goed tot uitstekend beoordeeld. Er wordt wel door enkele medewerkers opgemerkt dat het soms te warm of te koud is.

De volgende analyses zijn gemaakt met betrekking tot het binnenklimaat.

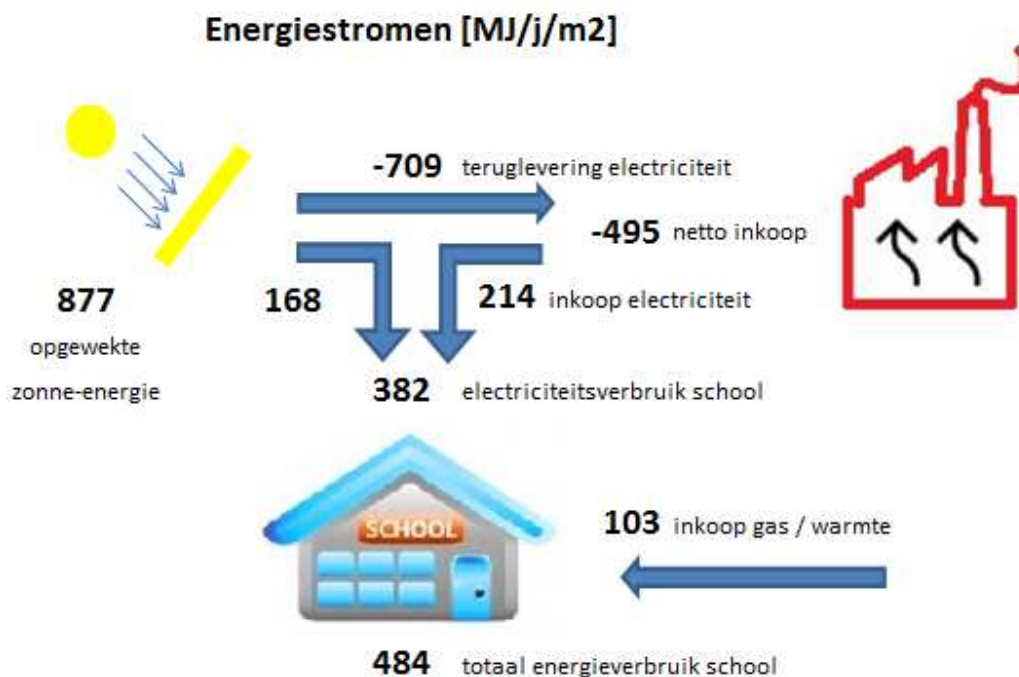
Tabel 0.3: Analyse en conclusie binnenklimaat

Analyse en conclusie binnenklimaat	
Luchtqualiteit	Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School. Er is sprake van een geïnstalleerd ventilatiesysteem klasse A. Op basis van CO ₂ metingen wordt een klasse A behaald voor bijna alle lokalen. Enkel voor het lokaal van groep 6,7 en 8 wordt nipt geen klasse A behaald maar een klasse B.
Thermisch Comfort winter	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er geen klachten over het thermisch comfort. Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School. Deze wordt voor wat betreft de wintermaanden behaald.
Thermisch Comfort zomer	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er geen klachten over het thermisch comfort. Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School. Deze wordt voor wat betreft de zomermaanden behaald.
Visueel Comfort	Er is een klasse C Frisse Scholen verlichting aanwezig zoals ontworpen. Het visueel comfort wordt door gebruikers als voldoende ervaren wat betreft de geïnstalleerde verlichting. De automatische zonwering wordt als onvoldoende ervaren. Deze reageert soms te traag of functioneert niet goed.
Akoestisch Comfort	Het akoestisch comfort wordt als goed ervaren. Geluid komend van installaties voldoet aan ontwerpspecificaties (klasse B). Enkel de soms harde wind door het open veld wordt door de gebruiker als storend ervaren.
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	De luchtvochtigheid is laag. Voornamelijk in de wintermaanden is dit het geval. De ondergrens van 30% wordt soms overschreden. Er worden klachten genoemd die hieraan gelieerd lijken te zijn.

Energiehuishouding

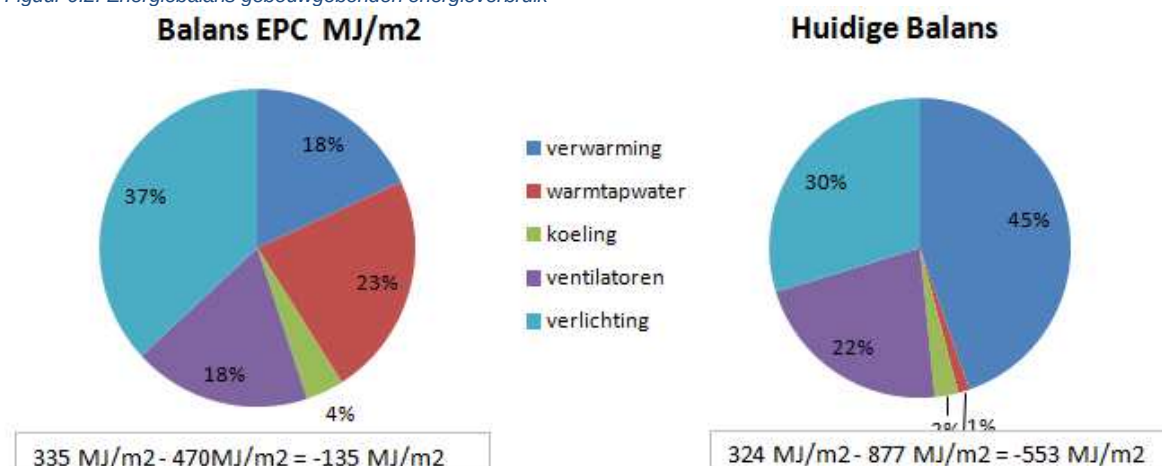
Deze paragraaf geeft inzicht in de energiestromen in het pand over 2014. Visueel wordt dit weergegeven in de onderstaande afbeelding. De energiestromen worden weergegeven per m² gebruiksoppervlak om scholen onderling te kunnen vergelijken.

Figuur 0.1: Aanwezige energiestromen [MJ/m² per jaar]



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

Figuur 0.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Duidelijk is dat het werkelijke energieverbruik lager is dan conform de EPC berekening verwacht wordt. Vooral het verbruik voor het tapwater is significant lager dan in de EPC berekend. Waar de EPC uitgaat van 77 MJ/jr/m² voor tapwater is dit in werkelijkheid 4 MJ/m². Het aandeel verwarming is hoger dan waar de EPC vanuit is gegaan. Er lijkt in de wintermaanden significant veel gas te worden gebruikt voor warmteopwekking.

De opbrengst van de zonnepanelen zijn in werkelijkheid per MJ/jr/m² veel hoger dan in de EPC-berekening.

Aanbevelingen beheer en Redesign

Gebouwbeheersysteem

Geadviseerd wordt om de software zo in te stellen dat de trending gegevens uitgelezen kunnen worden. Daarnaast wordt aangeraden om de kloktijden van de luchtbehandelingskasten kritisch te bekijken, deze kunnen waarschijnlijk verkort worden.

Geadviseerd wordt om te onderzoeken waarom de luchtbehandeling van de horeca op 80% ventileert, terwijl de ruimte niet actief wordt gebruikt en de klep van de VAV-box op 0% staat.

Energiemonitoring

De verbruiken per de inkoop van energie worden actief gemonitord door de gebouweigenaar. De verbruiken uit het gebouwbeheerssysteem worden niet actief gemonitord. Geadviseerd wordt om dit wel te doen en om dan de verbruiken met elkaar te vergelijken.

Inhoudsopgave

MANAGEMENTSAMENVATTING.....	1
INLEIDING	7
1 OMSCHRIJVING GEBOUW EN INSTALLATIES	8
1.1 ALGEMEEN	8
1.2 BOUWKUNDIG	8
1.3 VERWARMING	8
1.4 TAPWATER.....	8
1.5 GBS EN BEMETERING.....	8
1.6 KOELING.....	9
1.7 VENTILATIE	9
1.8 VERLICHTING	10
1.9 ZON EN LICHTWERING	10
1.10 ZONNEPANELEN	11
2 FUNCTIONEREN EN BEHEER.....	12
2.1 BOUWKUNDIG	12
2.2 ENERGIEVERBRUIKSMETING.....	12
2.3 GEBOUWBEHEERSYSTEEM (GBS)	12
2.4 VERWARMING	12
2.5 KOELING.....	12
2.6 VENTILATIE	12
2.7 VERLICHTING	12
2.8 ZON EN LICHTWERING	12
2.9 ZONNEPANELEN	12
2.10 INSTALLATEUR/TOEZICHT INSTALLATIE	12
3 ONTWERPUITGANGSPUNTEN	13
3.1 BOUWBESLUIT	13
3.1.1 Ventilatie	13
3.1.2 Verlichting	13
3.2 FRISSE SCHOLEN	13
4 BINNENKLIMAATMETINGEN EN TOETSING ONTWERP	14
4.1 LUCHTKWALITEIT (VENTILATIE).....	14
4.1.1 Omschrijving van de meting.....	14
4.1.2 Aanwezige voorzieningen / Meetresultaten	14
4.1.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	15
4.2 THERMISCH COMFORT.....	15
4.2.1 Omschrijving van de meting.....	15
4.2.2 Meetresultaten.....	15
4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	15
4.3 AKOESTISCH COMFORT (GELUID).....	15
4.3.1 Omschrijving van de meting.....	15
4.3.2 Meetresultaten.....	15
4.3.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	15
4.4 VISUEEL COMFORT (VERLICHTING).....	15
4.4.1 Omschrijving van de meting.....	15
4.4.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten	16
4.5 RELATIEVE VOCHTIGHEID (PER SEIZOEN).....	16
4.5.1 Invloed relatieve vochtigheid en stof op klachten	16
4.5.2 Meetresultaten.....	16
4.6 CONCLUSIE ONTWERPUITGANGSPUNTEN EN HUIDIGE SITUATIE	17

5	GEBRUIKERSERVARING	18
6	ENERGIEHUISHOUDING	19
6.1	OPGEWEKTE ENERGIE	19
6.1.1	<i>Opgewekte energie</i>	19
6.1.2	<i>Opgewekte energie voor eigen gebruik</i>	20
6.1.3	<i>Opgewekte energie teruggeleverd</i>	21
6.1.4	<i>Overzicht energie opwekking</i>	21
6.2	INGEKOCHE ENERGIE	22
6.2.1	<i>Ingekochte elektriciteit</i>	22
6.2.2	<i>Ingekocht gas</i>	23
6.3	ENERGIEGEBRUIK SCHOOL (TOTAAL)	24
6.4	OVERZICHT ALLE ENERGIESTROMEN	25
7	BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK / PRESTATIES	27
8	ENERGIEBALANS	28
8.1	ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN ENERGIEVERBRUIK	28
8.2	ENERGIEBALANS GEBOUWGEBONDEN VERBRUIK EN APPARATUUR	29
9	ANALYSE EN CONCLUSIES BINNENKLIMAAT EN ENERGIE	30
9.1	BINNENKLIMAAT	30
9.2	ENERGIE	32
9.2.1	<i>Energiegebruik in relatie tot verwachting</i>	32
9.2.2	<i>Verbruiksposten</i>	32
10	AANBEVELINGEN BEHEER	33
10.1	GEBOUWBEHEERSYSTEEM	33
10.2	REGISTRATIE ENERGIEVERBRUIK	33
10.3	BEHEER EN ONDERHOUD	33
10.3.1	<i>Onderhoudspartij</i>	33
10.3.2	<i>Onderhoud</i>	33
10.3.3	<i>Monitoring</i>	33
10.3.4	<i>Oplevering</i>	34
11	AANBEVELINGEN REDESIGN	35
11.1	VENTILATIESYSTEEM	35
11.2	VERWARMING	35
11.3	KOELING	35
11.4	TAPWATER	35
11.5	VERLICHTING	35
11.6	GEBOUW	35
11.7	ZONWERING	35
BIJLAGE 1: ABCD TOOL		36
BIJLAGE 2: REPRESENTATIEVE CO2 METING		38
BIJLAGE 3: REPRESENTATIEVE TEMPERATUURMETING		38
BIJLAGE 4: REPRESENTATIEVE METING RELATIEVE VOCHTIGHEID		39
BIJLAGE 5: PVE FRISSE SCHOLEN		41
BIJLAGE 6: BENCHMARK ENERGIEVERBRUIK		42

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 met verdergaand – technisch, procesmatig en financieel – 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 voor een jaar te monitoren.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van de monitoring van het MFC De Tredder te Westergeest.

1 Omschrijving gebouw en installaties

1.1 Algemeen

Het schoolgebouw van het MCF Westergeest is opgeleverd in juni 2012. Het is een multifunctioneel centrum met daarin een basisschool, peuterspeelzaal, buitenschoolse opvang, een dorps huis en ruimte voor een tennisvereniging.

Het bruto oppervlak beslaat ongeveer 1.490m².

1.2 Bouwkundig

Het gebouw is uitstekend geïsoleerd. Zo wordt er Triple glas gebruikt.

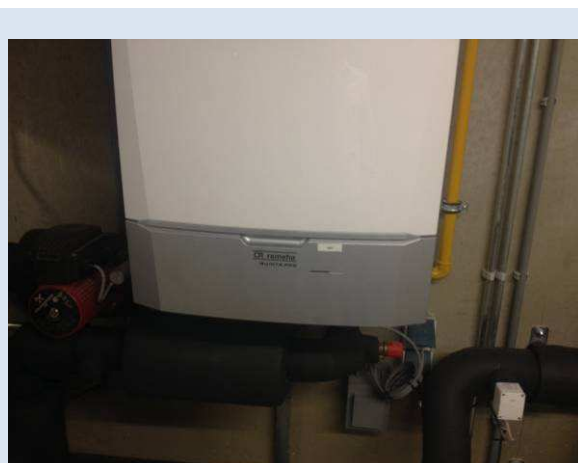
1.3 Verwarming

Voor de warmteopwekking is er primair een warmtepomp aanwezig. Dit betreft een Vulcan 17ACH warmtepomp met een thermisch vermogen van 22 kW. Secundair is er een HR107 ketel aanwezig voor piekwarmtevraag.

Afgifte geschiedt doormiddel van vloerverwarming en luchtbehandeling. De binnentemperatuur van de lokalen is individueel per lokaal te regelen.



Warmtepomp



Gasketel

1.4 Tapwater

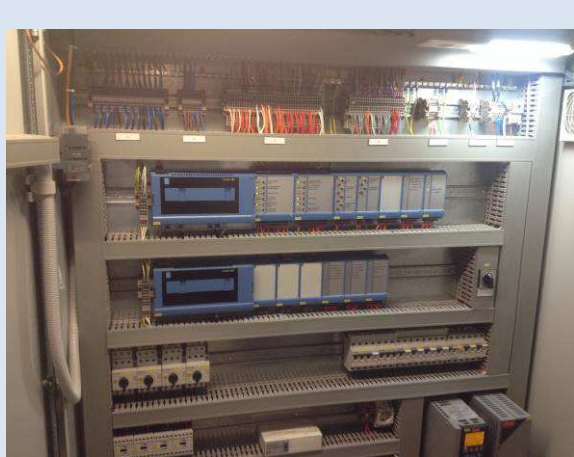
Voor het tapwater is er een zonneboiler en een HR107-ketel aanwezig.

1.5 GBS en bemetering

Het gebouw beheersysteem (GBS) is van het merk Priva. 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.

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

Voor het meten van het gasverbruik is er een gasmeter aanwezig die automatisch is uit te lezen.



Priva Gebouwbeheersysteem



Gasmeter



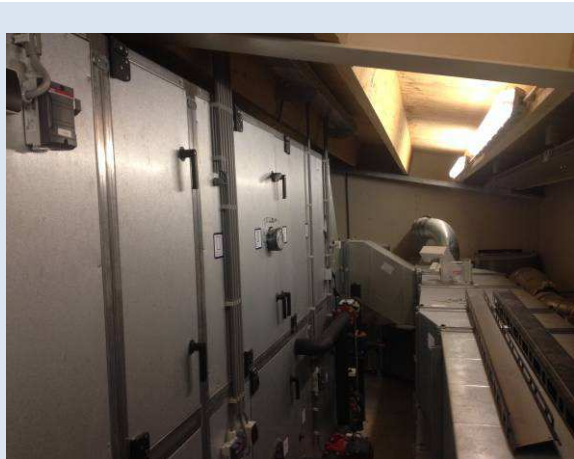
Elektra grootverbruikmeter

1.6 Koeling

De school wordt gekoeld door de warmtepomp in zomerbedrijf. Ook is er sprake van nachtventilatie door middel van de luchtbehandeling.

1.7 Ventilatie

Voor de ventilatie van het gebouw zijn vier luchtbehandelingskasten geplaatst. Deze zijn voorzien van warmteterugwinning met een warmtewiel of kruisstroomwisselaar. Het totaal opgesteld ventilatiedebiet is 15.200 m³/h. Per ruimte is een VAV-box aanwezig die op basis van de CO₂ de luchttoevoer regelt. De ventilatoren in de luchtbehandelingskasten zijn voorzien van een traploos geregelde toerenregeling.



1.8 Verlichting

In de school zijn T5-verlichtingsarmaturen geïnstalleerd. Deze zijn grotendeels voorzien van daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie. Daarnaast zijn er PL-spaarlampen aanwezig en enkele LED armaturen. Het gemiddeld opgesteld verlichtingsvermogen is 8 Watt/m².



1.9 Zon en lichtwering

Er is sprake van zonwering door middel van screens die automatisch worden aangestuurd. Er is geen sprake van lichtwering aan bijvoorbeeld de binnenzijde.

1.10 Zonnepanelen

De PV-installatie bestaat uit 660 panelen van 250 Wp met een totaal vermogen van 165.000 Wp. De jaarlijkse opbrengst van de panelen is door de projectontwikkelaar geschat op 128.299 kWh. Ondanks de SDE subsidie voor de zonnepanelen is er geen bruto productiemeter aanwezig. Onder andere vanwege de zeer grote teruglevering is dit met de netwerkbeheerder afgesproken.



Pergola met zonnepanelen



Omvormers

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 MFC De Tredder.

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 gebreken gevonden.

2.2 Energieverbruiksmeting

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

In het gebouwbeheersysteem worden alle energiestromen gelogd.

2.3 Gebouwbeheersysteem (GBS)

Het gebouwbeheersysteem functioneert correct, deze is sinds november 2014 op afstand benaderbaar.

2.4 Verwarming

De warmtepomp (gasketel en zonneboiler) werkten tot december 2014 correct. Sindsdien heeft de bronpomp ten behoeve van de warmtepompinstallatie in storing gestaan tot na het stookseizoen.

2.5 Koeling

De koeling functioneerde correct. Er is rekening mee gehouden dat er in de winter geen koelbehoefte was.

2.6 Ventilatie

De luchtbehandeling werkt correct. In april 2015 stond er een luchtbehandelingskast stil vanwege een snaarbreuk.

2.7 Verlichting

De verlichting werkt correct.

2.8 Zon en lichtwering

De screens functioneren goed. Echter, door de open weide om het gebouw is er sprake van relatief harde wind. De screens gaan daardoor te snel omhoog.

2.9 Zonnepanelen

De zonnepanelen functioneren goed.

Ondanks de SDE subsidie is er geen brutoproductiemeter aanwezig. Dit had als voordeel dat er geen investering nodig was om de meter te installeren. De bruto productie kan alleen door de omvormers via het gebouwbeheersysteem worden gemonitord. Dit hoeft geen nadeel te zijn, de teruglevering staat hier los van.

De pergola die is gebouwd voor de extra zonnepanelen lijkt financieel niet interessant. De investeringskosten wegen niet op tegen de opbrengst.

2.10 Installateur/toezicht installatie

Er is een servicecontract aanwezig met de installateur. Het onderhoud verloopt goed.

3 Ontwerputgangspunten

Het ontwerp van de school was in 2010 gereed. In juni 2012 is de school opgeleverd. Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste ontwerpeisen met betrekking tot het bouwbesluit en Programma van Eisen (PvE) Frisse Scholen.

3.1 Bouwbesluit

Het Bouwbesluit van 2003 was van toepassing bij het ontwerp en de bouw van MFC De Tredder. 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 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 PVE Frisse Scholen het ambitieniveau uitgesproken. In bijlage 5 wordt hiervan een samenvatting gegeven. De volgende klassenverdeling wordt aangehouden:

Frisse Scholen	Omschrijving
A	Zeer goed
B	Goed
C	Acceptabel

Tabel 3.3: Ambitieniveau Frisse Scholen MFC Westergeest

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

Ten tijde van de ontwikkeling van het gebouw was het PVE Frisse Scholen van 2010 van toepassing. In de volgende hoofdstukken wordt ingegaan op de verschillende aspecten uit het PVE.

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 de 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)

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

Lokaal	Vloeropp. [m ²]	Personen [aantal]	Bezettings-klasse	Noodzakelijke Ventilatie bouwbesluit [m ³ /h]	Ontwerp / aanwezig [m ³ /h]	Klasse Frisse Scholen
Groep 1/2	119	23	B2	1.499	1800	Klasse A
Groep 3/4/5	165*	35	B2	2.079	1900	Klasse A
Groep 6/7/8	133	29	B2	1.675	1800	Klasse A
Entresol Groep 6/7/8	38	10	B2	478	675	Klasse A

*Het lokaal is erg groot. Als men enkel kijkt naar de leerlingen aanwezig zijn is het oppervlak significant lager, ongeveer 110m². Er wordt dan voldaan aan het bouwbesluit.

CO₂ meting

De volgende tabel geeft de resultaten weer van de steekproef van CO₂-metingen in verschillende ruimtes.

Tabel 4.2 : CO₂ niveau tijdens gebruikstijd in ppm.

Ruimte	Aantal leerlingen	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
		Gem.	Piek	Gem.	Piek	Gem.	Piek	Gem.	Piek
Groep 3/4/5	35	800	980	800	980	800	900	800	910
Groep 6/7/8	29	880	980	870	950	850	1.000	870	950
Groep 1/2	23	800	930	800	960	-	-	750	830
Peuterspeelzaal	Tot 10	660	800	660	820	-	-	670	820

4.1.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Het gehanteerde luchtdebiet in het ontwerp is (ruim) hoger dan de minimumeisen in het Bouwbesluit. Volgens het PVE Frisse Scholen voldoen de aanwezige voorzieningen aan klasse A.

Enkel groep 6/7/8 behaalt (niet) geen klasse A. De piekwaarden liggen voor een significant deel boven de norm van 800 ppm in 95% van de gebruikstijd. De andere lokalen voldoen wel aan klasse A.

4.2 Thermisch comfort

4.2.1 Omschrijving van de meting

Per jaargetijde is in verschillende ruimtes de binnentemperatuur bemeaten. De meetperiode betrof steeds minimaal twee weken. De gemiddelde waardes zijn in tabelvorm weergegeven.

4.2.2 Meetresultaten

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.3: Resultaten temperatuurmeting

Gemiddelde Temperatuur	Winter [Celsius]		Lente [Celsius]		Zomer [Celsius]		Herfst [Celsius]	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Ruimte								
Groep 3/4/5	21	19.6	21.5	19.5	23.2	20.8	21	19.6
Groep 6/7/8	22.2	19.8	22.1	19.9	23	20.2	22.1	19.9
Groep 1/2	22	19.6	-	-	22.5	20.2	21.5	20
Peuterspeelzaal	20.4	19.4	20.1	19.1	-	-	-	-
Dorpshuis	21.3	19.4	23.5	19.5	21	19	-	-
Gymzaal	21.1	20.2	21.5	20.2	21.2	19.7	-	-
Directeur	22	19	22	19	-	-	-	-
Tenniskantine	22.5	20	24.4	19.4	-	-	-	-

4.2.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Het ontwerp is conform klasse A Frisse Scholen. De temperatuur ligt voor het grootste deel tijdens gebruikerstijd, buiten zomermaanden, tussen de 20 en 22 graden in de lokalen. Dit is conform klasse A. In de zomermaanden komt de temperatuur soms boven 22 graden. Dit valt binnen de bandbreedte van klasse A.

4.3 Akoestisch comfort (Geluid)

4.3.1 Omschrijving van de meting

Het akoestisch comfort is alleen beoordeeld op het installatiegeluid.

4.3.2 Meetresultaten

Er is een geluidsmeting gedaan op locatie. Er was enig omgevingsgeluid aanwezig waardoor de meting slechts als indicatie geldt. Hierbij werd een geluidsdruk gemeten van maximaal 34 dB (A). Het is aannemelijk dat de geluidsdruk bij alleen installatiegeluid lager is, waardoor 33 dB (A) haalbaar lijkt.

4.3.3 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

De gemeten 35dB(A) komt overeen met klasse C. Het ontwerpuitgangspunt was klasse B. 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. Op basis van het ontwerp berekend met Dialux en een controle meting op locatie, wordt een opgesteld verlichtingsvermogen van tussen de 400 en 500 LUX behaald.

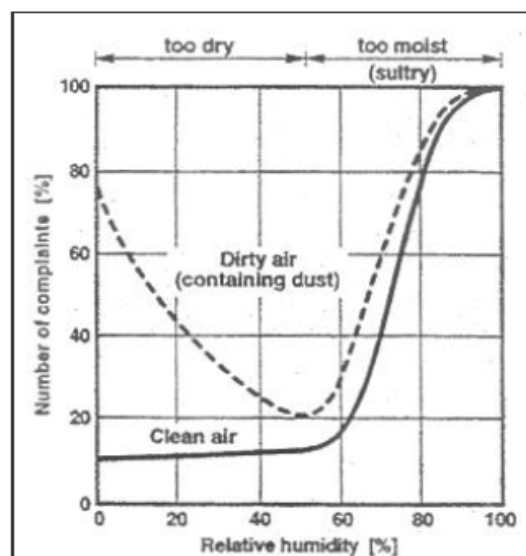
4.4.2 Toetsing aan ontwerpuitgangspunten

Er moet minimaal 300 LUX 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 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

De volgende tabel geeft de meetresultaten weer.

Tabel 4.4 : Relatieve vochtigheid

Ruimte	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht
Groep 3/4/5	32 - 40	28 - 40	32 - 40	28 - 40	58-70	58-70	34 - 40	28 - 43
Groep 6/7/8	32 - 40	28 - 40	29 -57	29 -57	52-76	52-76	30 - 40	28 - 45
Groep 1/2	40 - 48	32 - 58	30 - 58	30 - 58	-	-	38 - 48	32 - 52
Peuterspeelzaal	40 - 45	40 - 58	40 - 45	40 - 60	-	-	-	-

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

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	A	B
Thermisch Comfort	A	A	
Akoestisch Comfort	B	B	
Visueel Comfort	C	C	

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	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

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	7.7	7.8	7.6	6.7
Hoofdindex	B (7.9)	A (9.0)	A (8.2)	B (7.6)
Binnenluchtkwaliteit	A (8.9)	A (10)	A (10)	A (8.9)
Thermisch binnenklimaat	A (8.2)	A (8.7)	B (7.3)	B (6.5)
Geluid & Akoestiek	B (7.5)	B (7.5)	B (7.5)	A (9.4)
Licht & Uitzicht	C (5.8)	A (10)	B (6.7)	D (2.6)

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

Tabel 5.2 Opmerkingen uit enquête

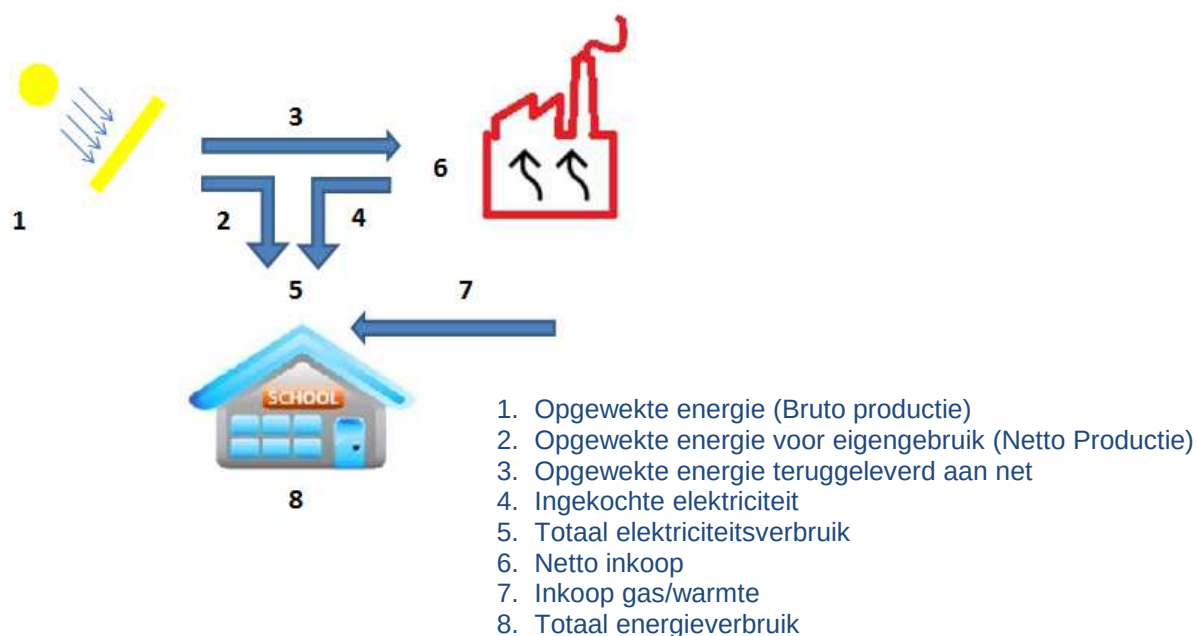
Onderwerp	Opmerkingen
Binnenluchtkwaliteit	▪ Geen opmerkingen
Thermisch binnenklimaat	▪ Soms komt er koude lucht uit de ventilatie
Geluid & Akoestiek	▪ Soms last van de harde wind
Licht & Uitzicht	▪ De automatische zonwering werkt slecht

De lagere score op licht en uitzicht heeft voornamelijk te maken met de slecht functionerende zonnenschermen. De zonnenschermen werken automatisch, maar door wind kan het voorkomen dat ze te snel omhoog gaan. De locatie ligt op een relatief open veld waardoor het hard kan waaien.

Het thermisch binnenklimaat wordt als goed tot uitstekend beoordeeld. Enkele medewerkers merken op dat het soms te warm of te koud is.

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

MFC De Tredder wekt elektriciteit op door de inzet van zonnepanelen.

6.1.1 Opgewekte energie

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

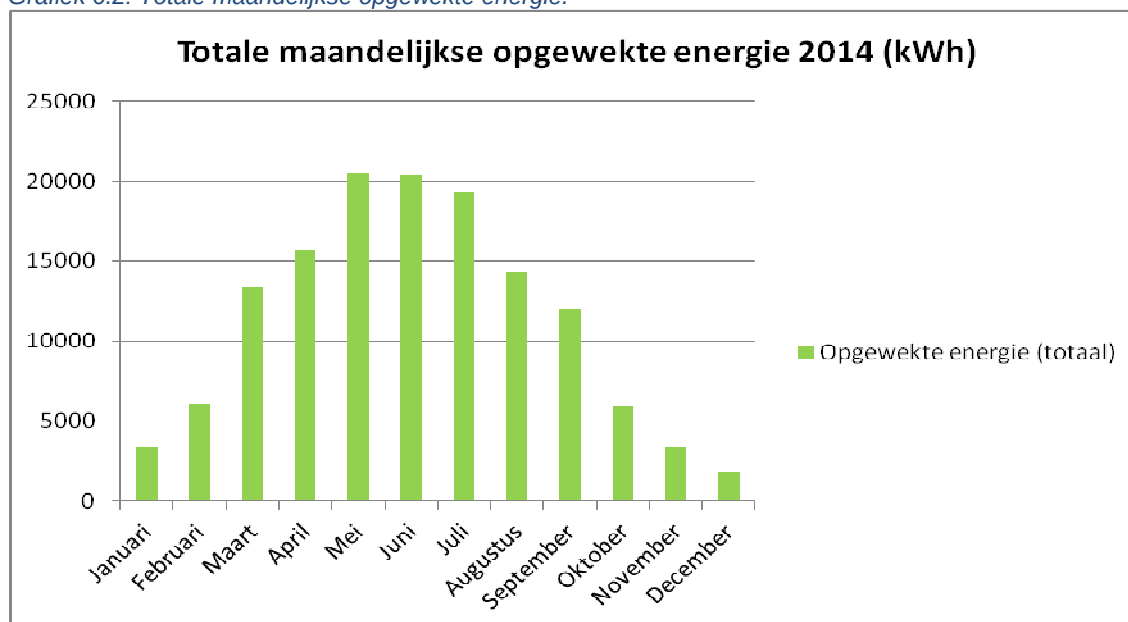
Tabel 6.1: Opgewekte energie

	Verwachte opbrengst [kWh]	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (totaal)	142.800	154.500	151.966*

*Over de maanden februari en maart is gerekend met de opwekking uit 2013 omdat de opwekking uit omvormers onmogelijk bleek. Er was minder opgewekt dan teruggeleverd.

De volgende grafiek geeft de maandelijkse opwekking over 2014 weer.

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

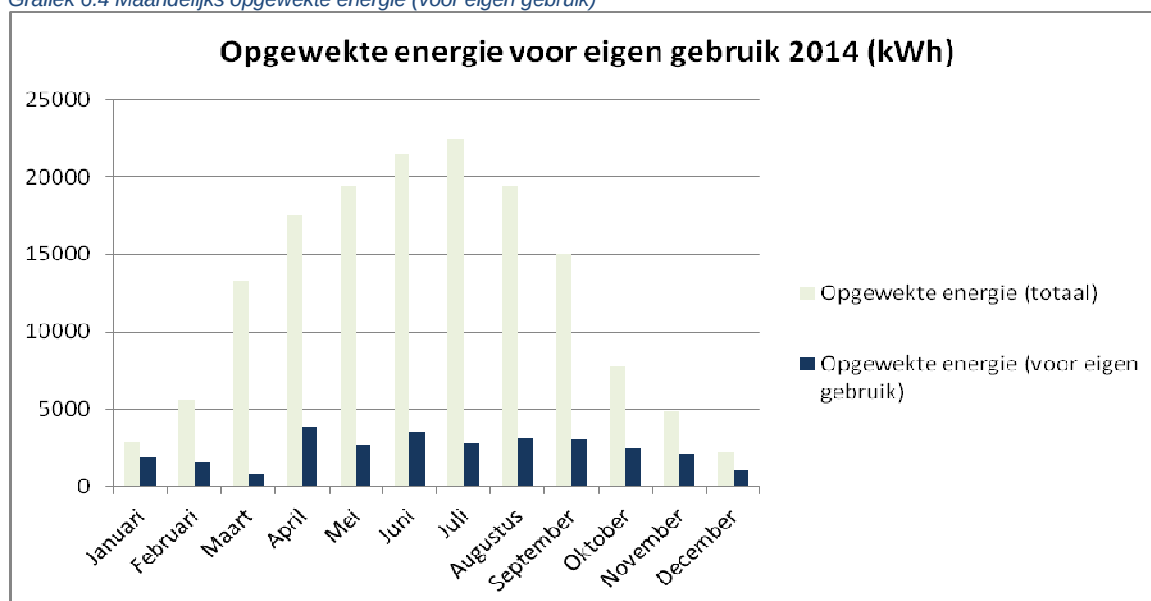
Niet alle opgewekte energie komt ten goede aan de school. Als er meer elektriciteit wordt opgewekt dan de vraag, dan wordt deze teruggeleverd aan het energiebedrijf.

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)	36.759	29.103

Grafiek 6.4 Maandelijks opgewekte energie (voor eigen gebruik)



6.1.3 Opgewekte energie teruggeleverd

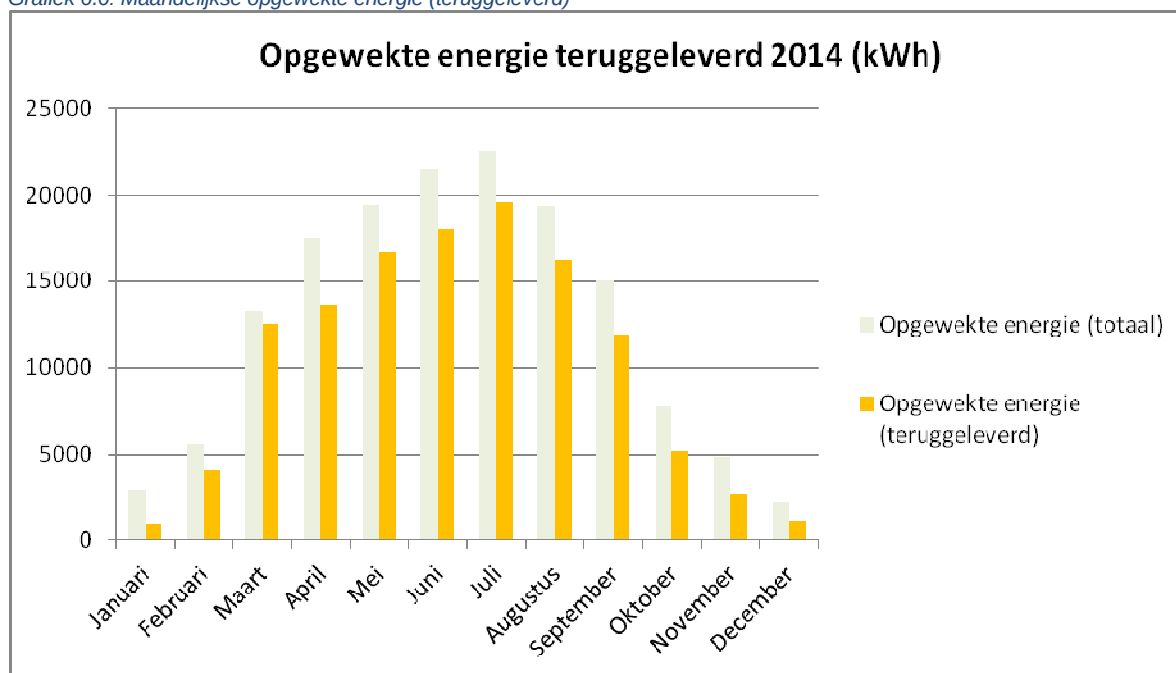
Voor teruggeleverde energie wordt een vergoeding betaald. De volgende tabel geeft weer hoeveel energie er is teruggeleverd aan de energieleverancier.

Tabel 6.5: Opgewekte energie (teruggeleverd)

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Opgewekte energie (teruggeleverd)	117.741	122.863

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

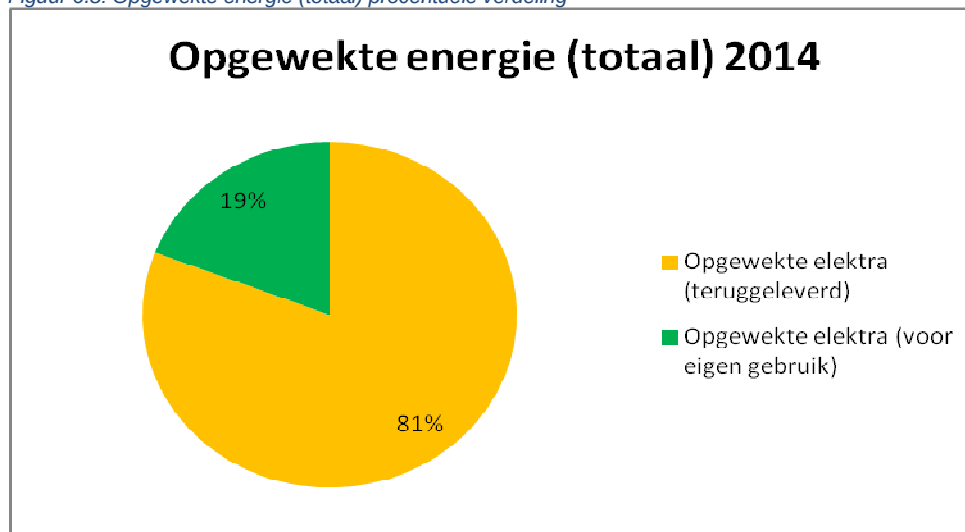
In de volgende tabel staat voor 2014 de hoeveelheid opgewekte energie, de hoeveelheid energie voor eigen gebruik en de energie die is teruggeleverd.

Tabel 6.7: Opgewekte energie (totaal)

	2014 [kWh]	Procentueel (2014)
Opgewekte energie (totaal)	151.966 kWh	100 %
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	29.103 kWh	19%
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	122.863 kWh	81 %

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

MFC De Tredder koopt energie in, zowel elektriciteit als gas.

6.2.1 Ingekochte elektriciteit

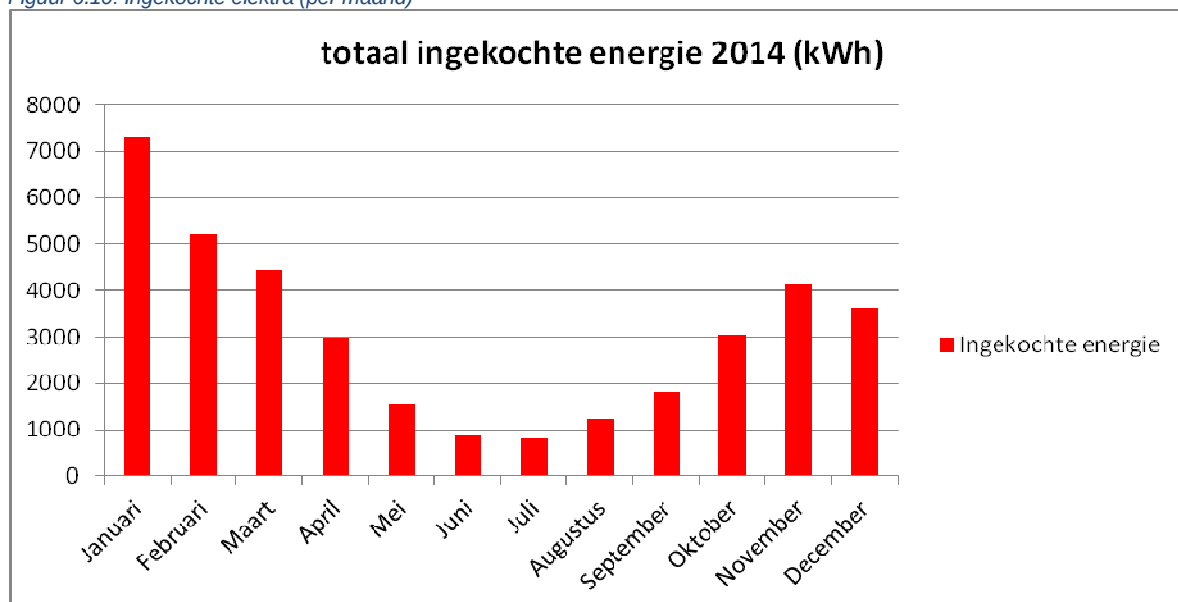
De volgende tabel geeft de ingekochte elektriciteit weer over 2013 en 2014.

Tabel 6.9: Ingekocht elektra

	2013 [kWh]	2014 [kWh]
Totaal elektraverbruik (ingekocht)	46.463	36.998

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.

6.2.2 Ingekocht gas

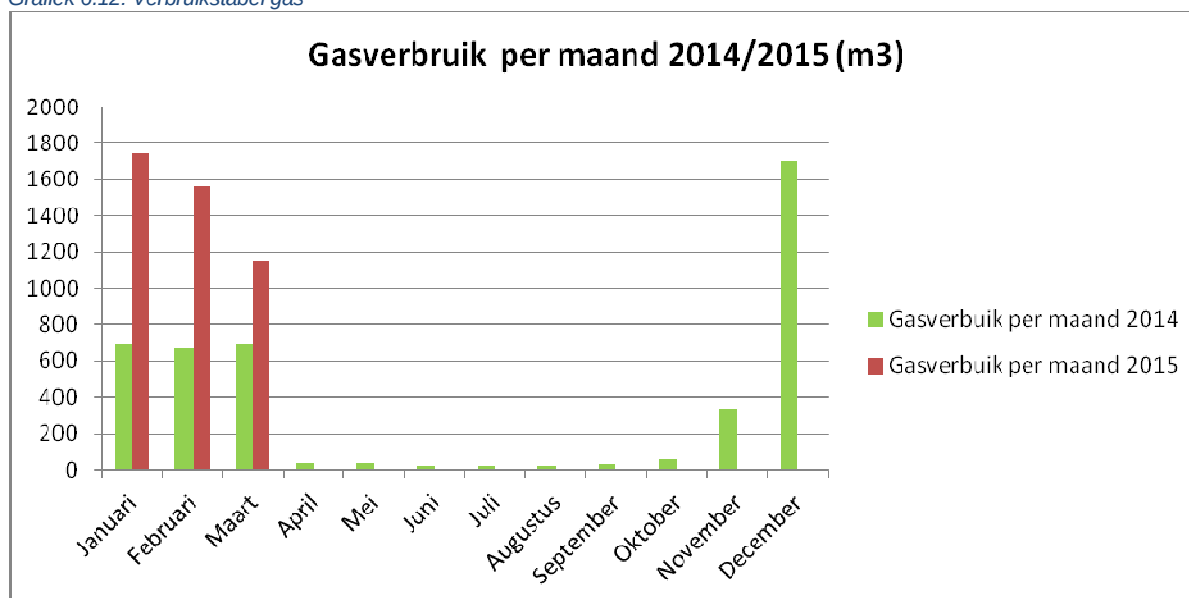
Voor de piekwarmte en de keuken in de kantine wordt er gas ingekocht. De volgende tabel geeft het absoluut verbruik en aangepast verbruik weer (standaard jaar de Bilt) over 2013 en 2014.

Tabel 6.11: Verbruikstabel gas

	2013	2014
Verbruik [Gas m ³] (absoluut)	2.172	4.350
Verbruik [Gas m³] (standaard de Bilt)*	2.039	5.224
Verbruik [m ³ /m ²]	1.36	3.5

*Op basis van standaardjaar de Bilt, 2904 graaddagen

Grafiek 6.12: Verbruikstabel gas



Sinds december 2014 functioneert de warmtepomp niet vanwege een ondergelopen bronpomp. Voor opwarming wordt de gasketel gebruikt. Het aandeel gas 2015 stijgt daardoor significant ten opzichte van 2014. Over 2015 zijn de gegevens bekend tot en met maart.

6.3 Energiegebruik school (totaal)

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

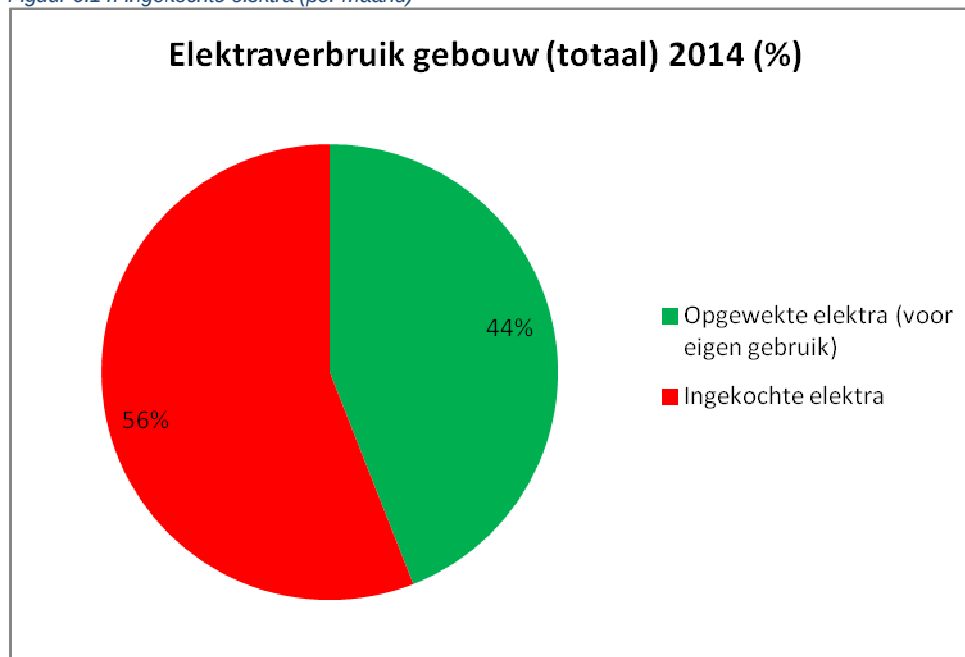
- Opgewekte energie
- Ingekochte energie
- Totaal elektra verbruik

Tabel 6.13: Energiegebruik school totaal overzicht

	2013 [kWh]	2014 [kWh]	Procentueel 2014
Opgewekte energie (totaal)	154.500 kWh	151.966 kWh	100 %
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	36.759 kWh	29.103 kWh	19%
-Opgewekte elektra (teruggeleverd)	117.741 kWh	122.863 kWh	81 %
Ingekochte elektra	46.463 kWh	36.998 kWh	
Totaal elektra verbruik school	83.222 kWh	66.101 kWh	100%
-Ingekochte elektra	46.463 kWh	36.998 kWh	56%
-Opgewekte elektra (voor eigen gebruik)	36.759 kWh	29.103 kWh	44%
Verbruik Gas [m³]	2.172	4.350	100%

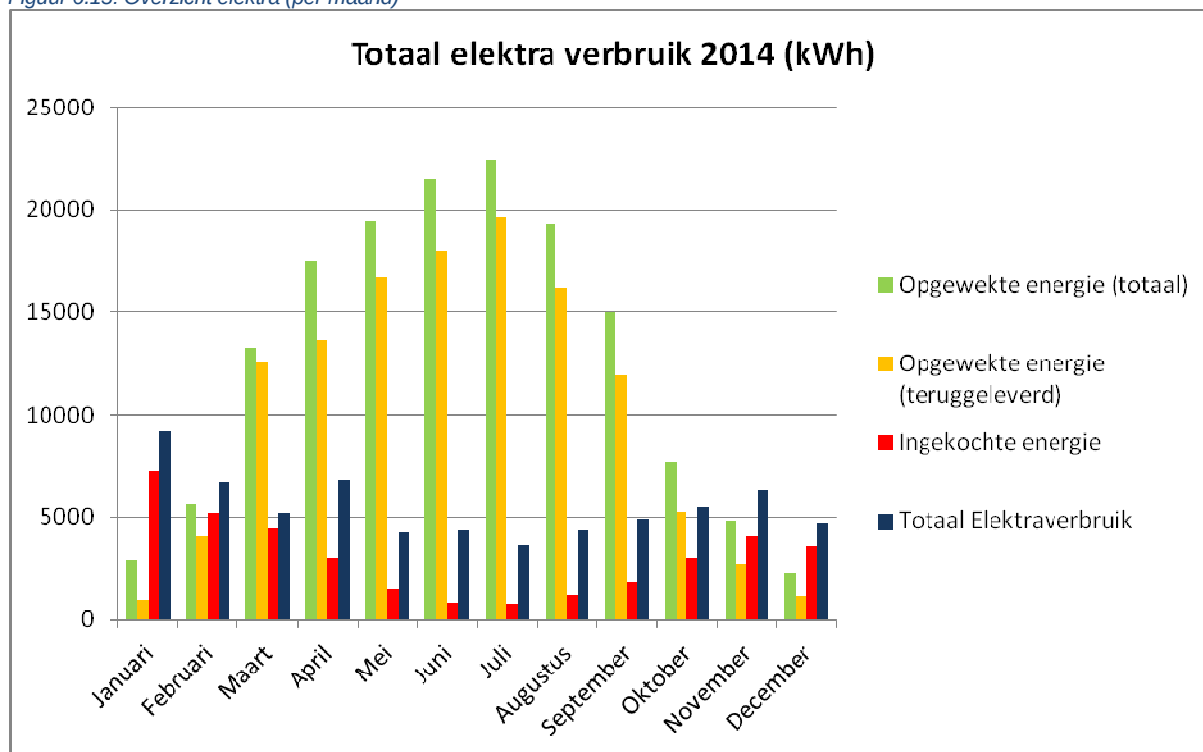
Het volgende diagram geeft het aandeel opgewekte elektriciteit en het aandeel ingekochte elektriciteit weer.

Figuur 6.14: Ingekochte elektra (per maand)



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

Figuur 6.15: Overzicht elektra (per maand)



6.4 Overzicht alle energiestromen

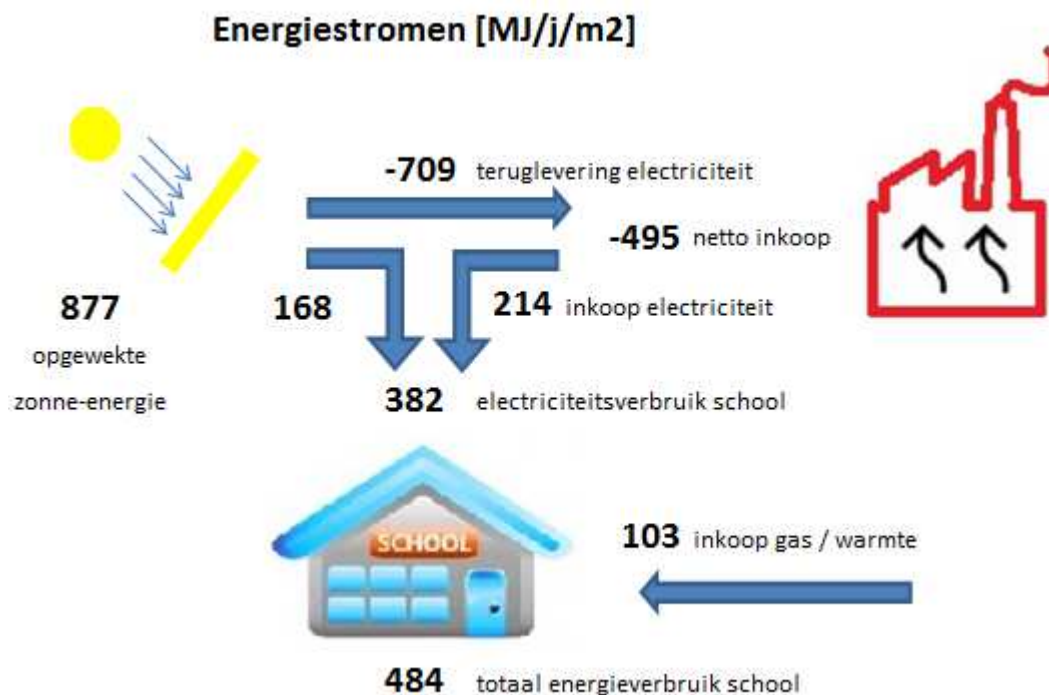
De volgende tabel geeft een overzicht van alle energiestromen van de school in 2014. Deze worden weergegeven in MJ primair verbruik.

Tabel 6.14: Alle energiestromen

Energieroom		2014		MJ	MJ/m ²
1	Opgewekte energie (totaal)	151.966	(kWh)	1.306.908	877
2	Opgewekte energie (voor eigen gebruik)	29.103	(kWh)	250.286	168
3	Opgewekte energie (teruggeleverd)	-122.863	(kWh)	-1.056.622	-709
4	Ingekochte elektra (inkoop)	36.998	(kWh)	318.183	214
5	Elektragebruik school (2 + 4)	66.101	(kWh)	568.469	382
6	<i>Netto inkoop elektra (4 - 3)</i>	-85.865	(kWh)	-738.439	-495
7	Ingekocht gas	4.350	(m3)	152.946	103
8	Energiegebruik school, Elektra + Gas (5 + 7)	-		721.415	484

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

Figuur 6.16: Aanwezige energiestromen [MJ/m² per jaar]



Het aandeel ingekochte gas is hoger omdat de warmtepomp in december niet heeft gefunctioneerd.

7 Benchmark energieverbruik / prestaties

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

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

Voor alle berekeningen zijn de verbruiksgegevens over 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 dalstarief (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: Energie kentallen ingekochte en teruggeleverde energie

	Verbruik (inkoop)		Kosten (excl. BTW)	Verbruik Primair (inkoop) per m ² [MJ]
Elektriciteit (inkoop)	36.998	(kWh)	€ 4.474	214
Elektriciteit (teruggeleverd)	-122.863	(kWh)	€ -9.829	-709
Gas (inkoop)	4.350	(m ³)	€ 2.175	103
Totaal			-€ 3.180	-393

In de volgende tabel wordt het elektriciteitsverbruik van MFC De Tredder 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)	-393	469	891	655	349

In de volgende tabel worden de energiekosten van MFC De Tredder (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)	€ -1.86	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

8 Energiebalans

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

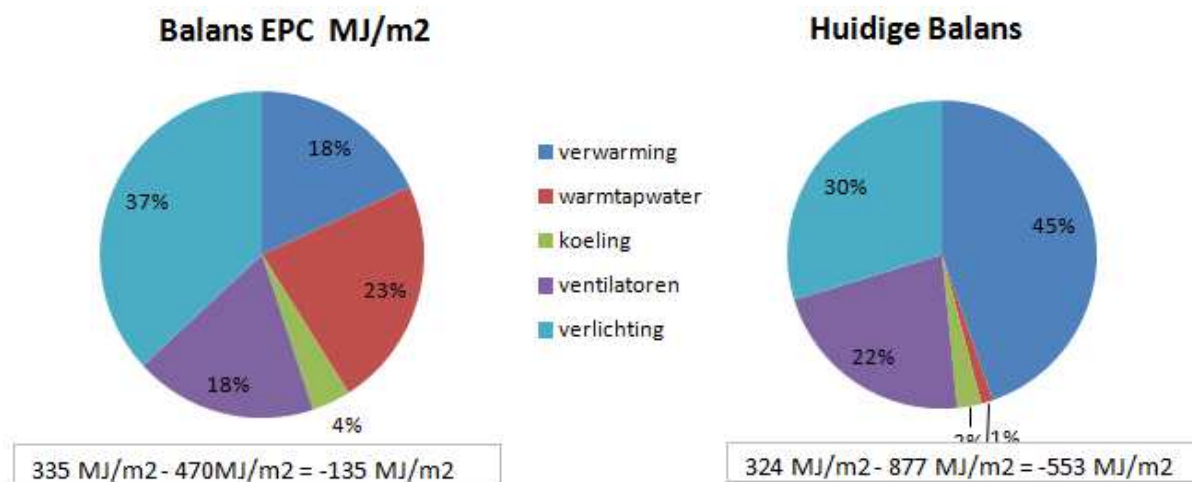
8.1 Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik

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

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

Deelpost	Huidig				Volgens EPC MJ/m ²
	MJ	%	CO ₂ uitstoot kg	MJ/m ²	
Verwarming (inclusief pompen)	215.632	45%	1.740	145	61
Warm tapwater	6.000	1%	48	4	77
Koeling	12.400	3%	100	8	13
Ventilatoren	105.539	22%	852	71	61
Verlichting	143.577	30%	1.159	96	124
Verbruik totaal	483.149	100%	3.899	324	336
Opwekking zonnepanelen	1.306.908		10.546	877	-470
Netto	-823.759		- 6.648	-553	-134

Figuur 8.2: Energiebalans gebouwgebonden energieverbruik



Geconcludeerd kan worden dat het werkelijke energieverbruik lager is dan conform de EPC berekening verwacht kon worden. Vooral het energieverbruik voor tapwater is significant lager dan in de EPC berekend. Waar de EPC uitgaat van 77 MJ/jr/m² voor tapwater is dit in werkelijkheid 4 MJ/m². Het aandeel verwarming is hoger dan waar de EPC vanuit is gegaan. Er wordt in de wintermaanden significant veel gas gebruikt voor warmteopwekking.

De opbrengst van de zonnepanelen is in werkelijkheid per MJ/jr/m² veel hoger dan in vergelijking met de EPC-berekening.

8.2 Energiebalans gebouwgebonden verbruik en apparatuur

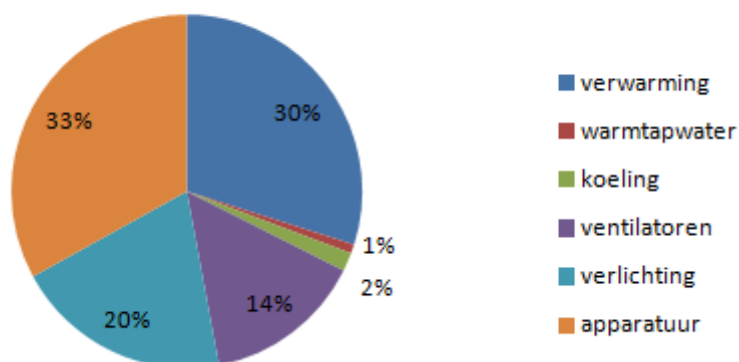
De volgende tabel en grafiek geven het energieverbruik van gebouwgebonden voorzieningen en apparatuur weer.

Tabel 8.3: Energiegebruik per deelpost, gebouwgebonden + niet gebouwgebonden

Deelpost	MJ	MJ/m ²	%	CO ₂ uitstoot kg
Verwarming (inclusief pompen)	215.632	145	30%	1.740
Warm tapwater	6.000	4	1%	48
Koeling	12.400	8	2%	100
Ventilatoren	105.539	71	15%	852
Verlichting	143.577	96	20%	1.159
Apparatuur	238.263	160	33%	1.923
Verbruik totaal	721.412	484	100%	5.822
Opwekking zonnepanelen	-1.306.908	-877	-	10.546
Netto	-585.496	-393	-	-4.725

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

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Luchtkwaliteit	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse A. Er is sprake van een geïnstalleerd ventilatiesysteem klasse A.	Enkel groep 6/7/8 behaalt (nipt) geen klasse A. De piekwaarden liggen voor een significant deel boven 800 ppm in 95% van de gebruikstijd. Alle andere lokalen voldoen aan klasse A. Voor 95% van de tijd blijven de CO ₂ waardes onder de 800 ppm.	Er worden geen klachten genoemd met betrekking tot de luchtkwaliteit.	Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School. Er is sprake van een geïnstalleerd ventilatiesysteem klasse A. Op basis van CO ₂ -metingen wordt ook klasse A behaald. Het lokaal van groep 6 7 8 behaalt klasse B.
Thermisch comfort winter	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse A. Er is sprake van zeer goede isolatie. 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 altijd boven de 20 graden is en niet boven de 22 graden stijgt.	Gebruikers geven in enkele gevallen aan dat er koudere lucht naar binnen wordt geblazen. Ook is het qua gevoel soms te warm. Gemiddeld gezien wordt het thermisch comfort goed tot zeer goed gewaardeerd.	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er geen klachten met betrekking tot het thermisch comfort en temperaturen in het algemeen. Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School, deze wordt voor wat betreft de wintermaanden behaald.
Thermisch comfort zomer	Er is koeling aanwezig door middel van vloerkoeling en nachtventilatie. Er is automatische buitenzonwering aanwezig.	Uit de temperatuurmeting blijkt dat de temperatuur soms boven de 22 graden komt. Dit valt echter binnen de bandbreedte van een klasse A school bij zomerse buitencondities.	Gebruikers geven in enkele gevallen aan dat er soms koudere lucht naar binnen wordt geblazen. Ook is het qua gevoel soms te warm. Gemiddeld gezien wordt het thermisch comfort als goed tot zeer goed ervaren.	In overeenstemming met de meetresultaten zijn er geen klachten met betrekking tot het thermisch comfort en de temperatuur in het algemeen. Het Programma van Eisen gaat uit van een klasse A Frisse School, dit wordt voor de wintermaanden gehaald.
Akoestisch comfort	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse B. Hieraan wordt voldaan. Er is gebruik gemaakt van HR++ glas dat een positief effect heeft op geluid van buiten.	Het installatiegeluid komt naar verwachting niet boven 33dB(A) uit, bij enkel installatiegeluid zonder omgevingsgeluid.	Er zijn geen klachten gemeld over installatiegeluid. Wel wordt soms het geluid van de (harde) wind genoemd. Omdat de school in een open veld staat is er snel sprake van wind.	Het akoestisch comfort is goed. Geluid afkomstig van installaties voldoet aan ontwerpuitsgangspunten (klasse B). Alleen harde wind wordt door de gebruiker soms als storend ervaren.

	Ontwerp	Meting	Gebruikservaring	Conclusie
Visueel comfort	Er is ontworpen conform Frisse Scholen klasse C. Hieraan wordt voor het kunstlichtniveau voldaan. Andere aspecten zijn niet gemeten. Kunstlicht komt van energiezuinige T5 armaturen die zijn voorzien van daglichtregeling.	Uit het ontwerp en een controle LUX-meting blijkt dat het aanwezige lichtniveau in de lokalen minimaal 400 LUX bedraagt. Hiermee wordt klasse C ruimschoots behaald.	De geïnstalleerde verlichting functioneert goed. De automatische zonwering wordt als onvoldoende ervaren. Deze reageert soms te traag.	Er is een klasse C verlichting aanwezig, zoals ontworpen. Het visueel comfort is volgens de gebruikers voldoende wat betreft de geïnstalleerde verlichting. De automatische zonwering wordt als onvoldoende ervaren. Deze reageert soms te traag.
Relatieve vochtigheid / Stofconcentratie	Er is geen bevochtiger aanwezig.	Uit de metingen blijkt dat de relatieve vochtigheid in de wintermaanden laag is. Er worden geregeld waarden van minder dan 30 procent gemeten tijdens lestijd.	Er zijn geen opmerkingen of klachten over droge lucht.	De luchtvochtigheid is laag. Voornamelijk in de wintermaanden is dit het geval. De ondergrens van 30 procent wordt soms overschreden. Er zijn klachten die hieraan gelieerd lijken te zijn.

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	Energiedrager	MJ/jr/m ² 2014	MJ/m ² Verwacht EPC
Verwarmen	4.180	m ³ Gas	145	61
	7.987	kWh Elektra		
Gebouwsgebonden	30.409	kWh Elektra	176	275
Niet gebouwgebonden	170	m ³ Gas	164	164*
	27.705	kWh Elektra		
Totaal exclusief zonnepanelen			484	496
Zonnepanelen	136.275	kWh Elektra	877	470
Totaal inclusief zonnepanelen			-393	26

*Verbruik 2014 aangehouden

Er wordt minder energie verbruikt dan verwacht. Er is veel meer energie opgewekt dan verwacht.

9.2.2 Verbruiksposten

	Toelichting
Verwarming	Er wordt in verhouding veel gas verbruikt voor de verwarming.
Verlichting	Er is een normaal opgesteld vermogen aan verlichting aanwezig. Het gebruik is minder dan verwacht. Dit komt vooral door de lage bezetting van het dorps huis en de gymzaal.
Apparatuur	Er is in verhouding weinig elektrische apparatuur aanwezig in de school. Wel is het dorps huis voorzien van een complete keuken, die onder andere meer gas verbruikt.
Ventilatoren	Er zijn vier luchtbehandelingskasten aanwezig. De kloktijden zijn niet geheel in overeenstemming met het gebruik. Deze zijn soms ruimer ingesteld. Het energieverbruik is iets boven verwachting.
Pompen	Het verbruik van de pompen is normaal.
Zonnepanelen	De opbrengst van de zonnepanelen is veel hoger dan verwacht.

10 Aanbevelingen beheer

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

10.1 Gebouwbeheersysteem

Software

De aanwezige software is van Priva. De software functioneert wat betreft de klimaattechnische instellingen goed. Trending gegevens zijn (momenteel) niet oproepbaar. De energiegegevens uit de energiespiegel met onder meer tussenmeters zijn niet altijd betrouwbaar.

Afstandsbeheer

Afstandsbeheer is mogelijk sinds 2014 en werkt correct.

Instellingen

De instellingen voor luchtbehandeling zijn niet in overeenstemming met het gebruik. De luchtbehandelingskast voor de horeca ventileert vanaf starttijd (7:00 uur) continu op 80 procent, terwijl dit qua luchtcondities of temperatuur niet nodig is. De VAV-box staat tegenstrijdig genoeg dan ook op 0 procent.

De kloktijden van de lokalen en zalen zijn erg ruim, van 7:00 tot 21:00 uur. De vraag is of dit echt nodig is.

Aanbeveling

Geadviseerd wordt:

1. om de software zo in te stellen dat de trending gegevens uitgelezen kunnen worden.
2. om de kloktijden van de luchtbehandelingskasten kritisch te bekijken. De kloktijden kunnen waarschijnlijk worden verkort.
3. om te onderzoeken waarom de luchtbehandeling van de horeca op 80 procent ventileert. Terwijl de ruimte niet actief wordt gebruikt staat de klep van de VAV-box wel op 0 procent.

10.2 Registratie energieverbruik

De ingekochte- en teruggeleverde energie wordt geregistreerd via de netwerkbeheerder. De opgewekte energie wordt geregistreerd via het gebouwbeheerssysteem. Hier wordt ook het verbruik van de warmtepomp en pompen van de technische ruimte geregistreerd.

Het verbruik van de ingekochte energie wordt actief gemonitord door de gebouweigenaar. Dit gebeurt niet via een online meetdienst waarbij het energieverbruik realtime in gaten gehouden kan worden. Het verbruik van het gebouwbeheerssysteem wordt niet actief gemonitord. Geadviseerd wordt om dit wel te doen.

10.3 Beheer en onderhoud

10.3.1 Onderhoudspartij

Er is een onderhoudspartij aanwezig.

10.3.2 Onderhoud

Onder meer filtervervanging vindt plaats via de onderhoudspartij.

10.3.3 Monitoring

Monitoring van de technische installatie gebeurt door de installateur. Dit kan sinds november 2014 ook op afstand, maar er worden geen actieve storingen naar buiten gemeld. Naar aanleiding van de monitoring en het gebouwbeheerssysteem, is onder andere de storing in de bronpomp tijdig opgemerkt.

10.3.4 Oplevering

Het gebouwbeheersysteem was niet volledig functioneel na oplevering. Het heeft tijdens de monitoring te lang geduurd voordat dit is opgepakt. De aanbeveling is om te zorgen dat dit bij de oplevering al in orde is.

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

Er zijn geen opmerkingen over het ventilatiesysteem. Deze functioneert naar behoren. Ten aanzien van Frisse Scholen wordt bijna in het gehele gebouw een klasse A behaald.

11.2 Verwarming

Primair verzorgt de warmtepomp warmwater voor de CV installatie. De HR107 ketel fungeert alleen voor piekvraag. In de praktijk heeft de ketel een onevenredig groot aandeel in de verwarming. Geadviseerd wordt om dit samen met de installateur te onderzoeken. Waarschijnlijk kan dit relatief eenvoudig verbeterd worden door de schakeltemperaturen voor piekwarmte te verruimen, zodat de HR107 ketel minder verwarmt.

11.3 Koeling

Er zijn geen opmerkingen ten aanzien van de koeling. Deze werkt correct.

11.4 Tapwater

Tapwater wordt in eerste instantie verwarmd door de zonneboiler. De HR107 verzorgt de rest van de verwarming. Dit functioneert correct.

11.5 Verlichting

Het huidige lichtniveau is goed.

11.6 Gebouw

Het gebouw is goed geïsoleerd en kierdicht uitgevoerd.

11.7 Zonwering

Er zijn geregeld klachten over de zonwering. Deze heeft vaak storing door de harde wind op de locatie. Een oplossing is om aan de binnenzijde extra lichtwering toe te passen, bijvoorbeeld met rolgordijnen.

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 muff?	☐ 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 verkeerslawaaï?	☐ 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:

.....

.....

.....

.....

.....

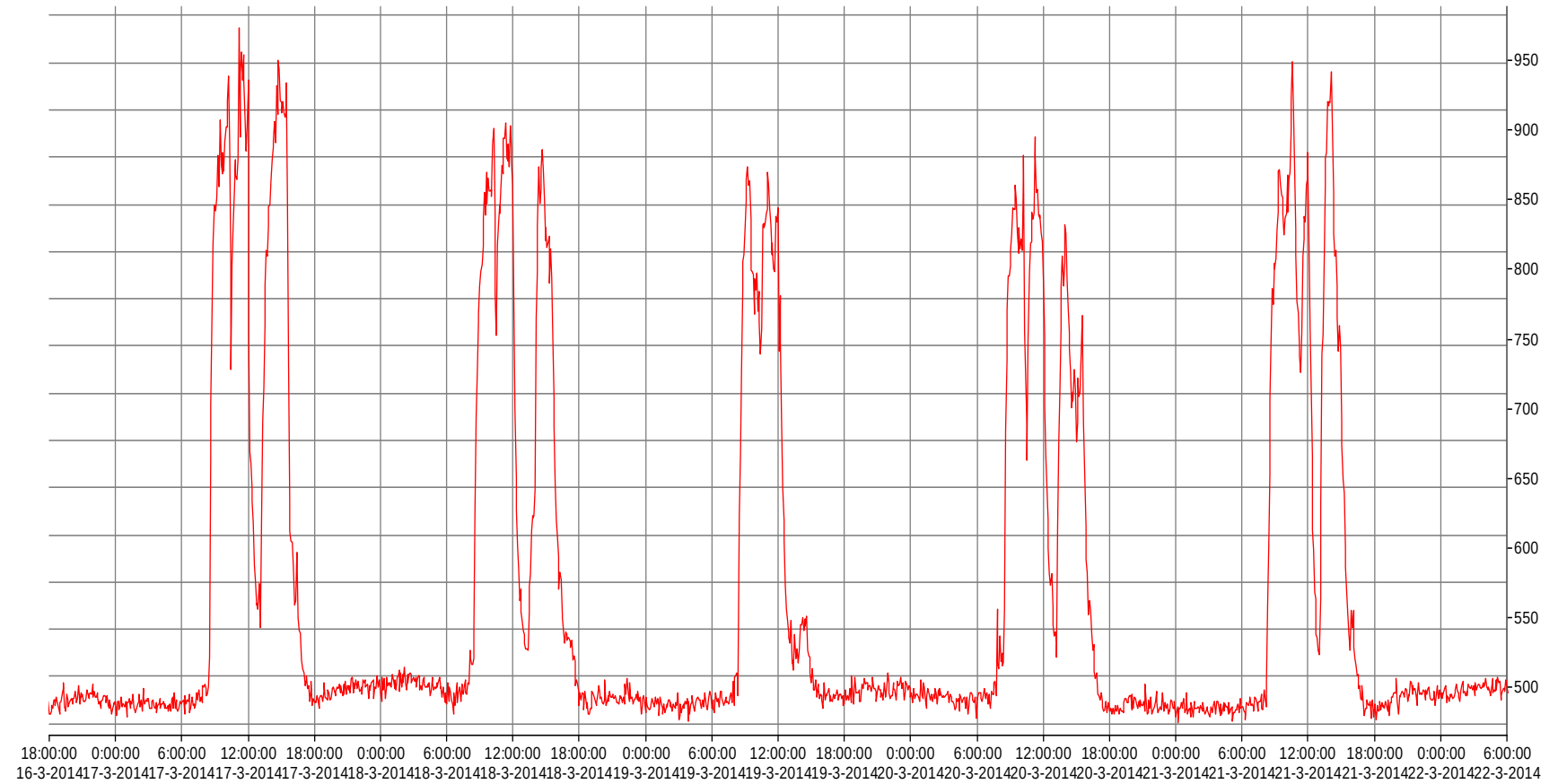
.....

Toelichting vragen

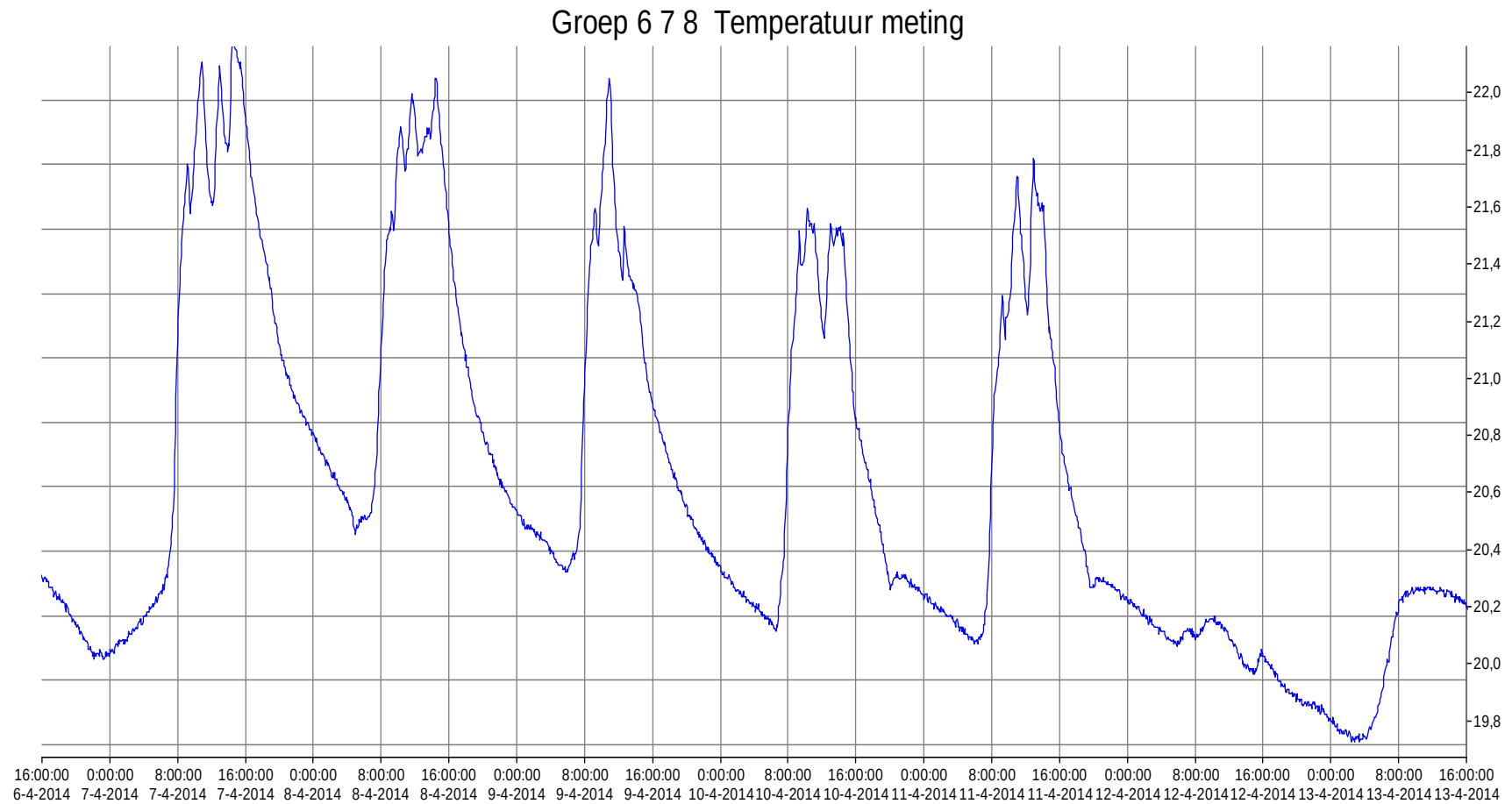
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Bijlage 2: Representatieve CO2 meting

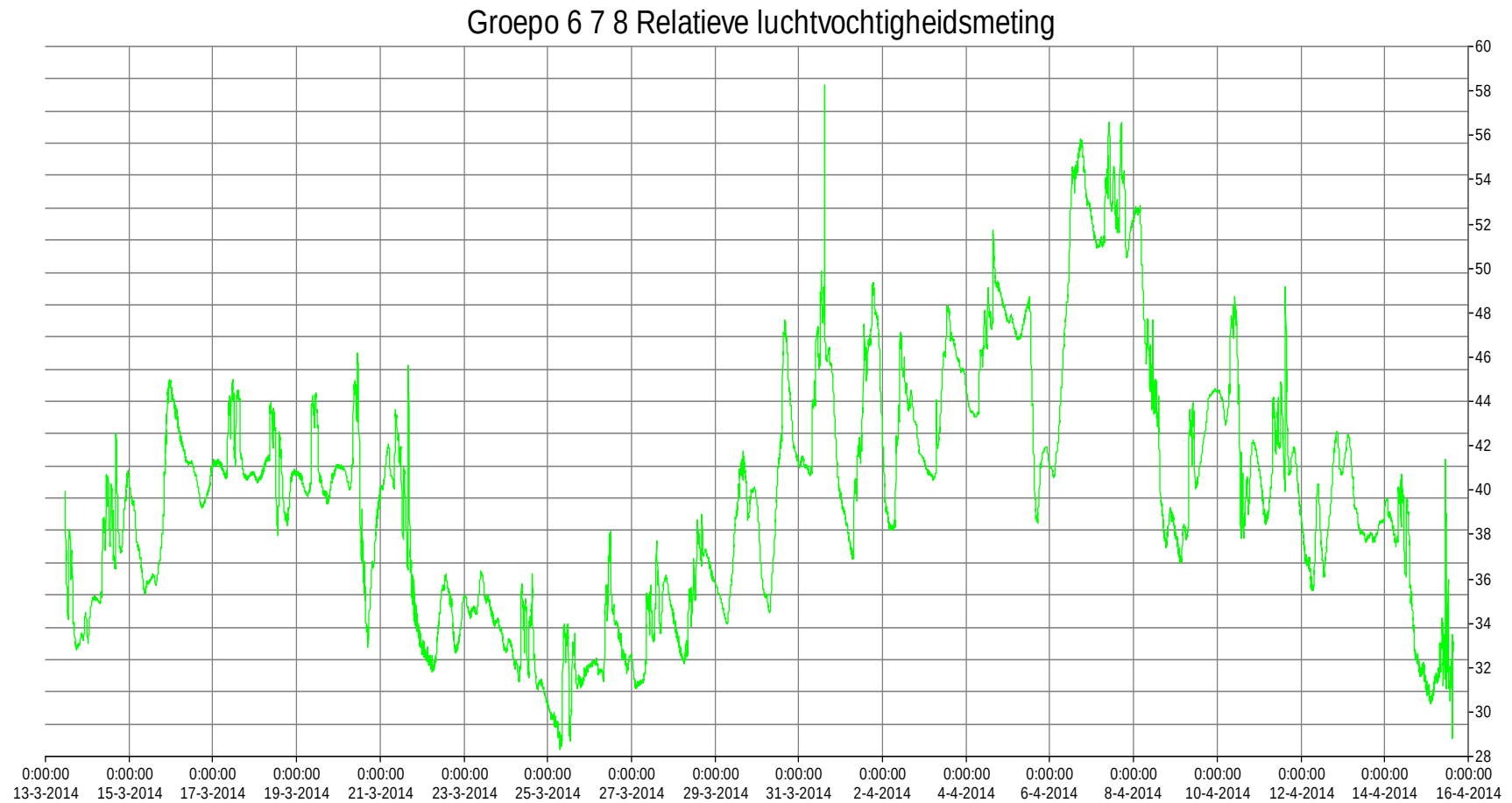
Groep 6 7 8 CO2 meting



Bijlage 3: Representatieve temperatuurmeting



Bijlage 4: Representatieve meting Relatieve vochtigheid



Bijlage 5: PvE Frisse Scholen

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

- Eisen m.b.t. ventilatiecapaciteit (Luchtkwaliteit)
- Eisen m.b.t. 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. 1200	min.12.5	625	687 m3/h	750
Klasse B	max.1000	min. 17.5	875	962 m3/h	1.050
Klasse A	max. 800	min. 22.5	1.125	1.237 m3/h	1.350

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

	minimaal 90% 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 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

Bijlage 6: Benchmark energieverbruik

In deze bijlage staan de tabellen die nader inzicht geven in het energieverbruik van MFC De Tredder 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, subsidies en variabele en vaste kosten. Hier is omwille van vergelijking geen rekening mee gehouden. Er wordt derhalve met de volgende standaard energiekosten gerekend.

Benchmark energie op basis van inkoop/verkoop

Tabel : Gehanteerde energiekosten

Energiedrager	Kosten (excl. BTW)
Gas (inclusief energiebelasting)	€ 0,50 per m 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: Energiekentalen 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]
Gas	4.350	m ³	€ 2.175	2,92	€ 1,46	152.946	8.565	103
Elektriciteit	36.998	kWh	€ 4.440	24,83	€ 2,98	318.183	2.568	214
Elektriciteit (teruggeleverd aan net)	-122.863	kWh	-€ 9.829	-82,46	-€ 6,60	-1.056.622	-73.330	-709
Totaal			-€ 3.214		-€ 2,16	-585.493	-62.197	-393

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)	316	469	891	655	349
Verbruik Primair (inkoop) (inclusief teruggeleverde elektriciteit)	-393	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)	- € 2.16*	€ 6,60	€ 12,60	€ 9,26	€ 4,92

*Er wordt meer energie terug geleverd dan ingekocht. Netto, gekeken naar enkel de belangrijkste variabele kosten heeft dit een positief resultaat tot gevolg. Dit wordt uitgedrukt in een negatief verbruikt in euro's/m².

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	Gas	4.180	m3	€ 2.090	146.969	80.588	€ 2,05	145
	Elektra	7.987	kWh	€ 958	68.688	4.767		
Elektriciteit gebouwgebonden installaties (excl. installaties t.b.v. warmte opwekking)	30.409		kWh	€ 3.649	261.517	14.645	€ 2,45	176
Gas (gebruiksapparatuur)	170		m3	€ 85	5.977	3.277	€ 0,06	164
Gebruiksapparatuur (algemeen)	27.705		kWh	€ 3.325	238.263	13.343	€ 2,23	
Totaal				€ 10.107	721.415	116.620	€ 7,00	484

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	145	211	633	457	211
Gebouwgebonden + niet gebouwgebonden excl. verwarming	339	258	258	198	138
Totaal verbruik primair (excl. zonnepanelen)	484	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	€ 2.05	€ 0,49	€ 2,42	€ 1,37	€ 0,49
Gebouwgebonden	€ 4,74	€ 15,14	€ 15,14	€ 8,89	€ 4,29
Totale kosten (excl. zonnepanelen)	€ 7,00	€ 15,63	€ 17,57	€ 10,26	€ 4,78

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 | november 2015
Publicatienummer: RVO-185-1501/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.