

*Clima*Rad[®]

Decentrale ventilatie

Meting energieverbruik decentrale Ventilatie

12 juli 2018

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1. Aanleiding	3
2. Methode.....	4
2.1 Meting elektriciteitsverbruik	4
2.2 Meting luchtdebiet.....	4
3. Resultaten.....	5
3.1 Elektriciteitsverbruik	5
3.2 Verbruik warmte.....	6
4. Analyse meetdata.....	7
4.1 Meetdata badkamer ventilatoren	7
4.2 Meetdata woonkamer Climarad.....	8
5. Optimalisaties.....	9
6. Conclusies	11

1. Aanleiding

ClimaRad is de grootste producent van decentrale ventilatieconcepten met WTW in Nederland. De producten van ClimaRad zijn energiezuinig, betrouwbaar, comfortabel en onderhoudsvriendelijk. ClimaRad heeft aan Energy-Check gevraagd of het mogelijk is om aan te tonen welke besparing decentrale ventilatie van ClimaRad oplevert ten opzichte van een 'traditioneel' ventilatiesysteem. In dit rapport hebben we beschreven welke stappen we hebben genomen, welke metingen zijn uitgevoerd en welke conclusies we op basis hiervan kunnen trekken.

Decentrale ventilatie van ClimaRad bespaart vanwege het principe energie ten opzichte van een 'traditioneel' energiesysteem, doordat er minder elektriciteit nodig is voor ventilator energie. Dit komt doordat er veel minder luchtweerstand is van kanalen en anderzijds doordat er individueel wordt geregeld op de behoefte van ventilatie. Door deze individuele regeling wordt tevens energie bespaard voor het klimatiseren van de lucht: voor verwarming en koeling. Met deze case-study hebben wij onderzocht of de theoretische besparing ook in praktijk meetbaar is.

Energy-Check heeft in 2016 een energie audit uitgevoerd bij Carint Reggeland. Uit de resultaten van de energie audit is gebleken dat de nieuwbouw locaties van Carint Reggeland een lager energieverbruik hebben dan de oudbouw locaties. Er zijn in deze gebouwen meerdere energiebesparende systemen toegepast, waaronder decentrale ventilatie van ClimaRad. Tijdens de energie audit van Carint Reggeland hebben wij van de 14 onderzochte locaties een energiebalans opgesteld. Hiervoor hebben wij het energieverbruik van de locaties gespecificeerd naar gebruiker: zoals ventilatie, koeling, verwarming, verlichting, gebruiksapparatuur en dergelijke.

In de eerste stap van deze case study hebben wij een vergelijkings-model gemaakt van een gebouw waarin decentrale ventilatie van ClimaRad is toegepast en een gebouw waarin op een traditionele wijze wordt geventileerd. Dit hebben we gedaan door de gegevens van de installatie op te nemen en voor hetzelfde gebouw een fictieve situatie te modelleren, waarbij centrale luchtbehandeling wordt geplaatst, waarbij we alles hebben weggelaten dat niet beïnvloed wordt door het ventilatieconcept. Vervolgens hebben wij een vergelijking gemaakt van het energieverbruik van de posten die wel tot een verschil leiden: ventilatie, verwarming en koeling.

Met behulp van metingen aan de ClimaRad oplossing, hebben wij de variabelen van het model ingevuld. Hiervoor hebben we metingen gedaan aan het elektriciteitsverbruik van de ClimaRad toestellen (de wandunits en de ventilator in de badkamer). We hebben dit uitgevoerd voor zes verschillende woningen, gelijk verdeeld over twee locaties.

Met behulp van de resultaten uit bovenstaande metingen hebben we een gemiddeld jaarverbruik voor elektriciteit van ventilatie berekend per appartement. Op basis van het debiet-diagram van de ventilator hebben we met behulp van de meetresultaten het ventilatiedebiet berekend in de appartementen. Omdat dit bij de badkamer ventilator fors uit de pas is gelopen hebben we een meting uitgevoerd om het ventilatiedebiet te bepalen bij verschillende standen van de ventilator en daarbij tevens het opgenomen vermogen gemeten. De resultaten hiervan hebben we gebruikt om het warmteverlies en koudeverlies te berekenen.

Het berekende energieverbruik van de decentrale ventilatie van ClimaRad, hebben we vergeleken met het energieverbruik van een gebouw met een traditionele installatie. Het verschil hiertussen is de berekende energiebesparing.

2. Methode

Als eerste hebben we een model gemaakt van het gebouw, waarbij een vergelijking is gemaakt tussen een situatie met de huidige decentrale ventilatie oplossing en een situatie met een centrale luchtbehandeling.

Voor de situatie met de centrale luchtbehandeling is gebruik gemaakt van een calculatie door de installateur (Breeman Zwolle). In de vergelijking hebben we de uitgangspunten van deze calculatie in de berekening meegenomen. Dat betreft: het luchtdebiet, de vermogens van de ventilatoren, het vermogen van het warmtewiel en het theoretisch rendement van het warmtewiel. Omdat het een kleine locatie betreft is de regeling eenvoudig gehouden, dus zonder CO₂-regeling en frequentieregeling op de ventilatoren. We gaan er bij de berekening van uit dat de luchtbehandelingskast altijd aan staat om altijd verse lucht in het gebouw te voorzien.

2.1 Meting elektriciteitsverbruik

Voor de situatie met de decentrale dagbehandeling zijn metingen van het elektriciteitsverbruik gedaan in zes verschillende appartementen. Deze appartementen zijn verspreid over twee gebouwen gekozen: Eugeria B en Eugeria C, gelegen aan de Roskamstraat in Almelo. Bij de selectie van de appartementen is rekening gehouden met de zon oriëntatie ervan. In beide gebouwen zijn appartementen gekozen zowel aan de Noord oriëntatie als aan de Zuid oriëntatie. Ook is op verschillende verdiepingen gemeten. In gebouw B is op de eerste verdieping gemeten en in gebouw C is op de tweede verdieping gemeten. Voor deze metingen zijn Plugwise loggers geplaatst die continu het elektrisch vermogen van de Climarad toestellen meet en eens per uur registreert. Zowel de Climarad toestellen in de woonkamers als de ventilatoren in de badkamers zijn uitgerust met een meetinstrument.

De meet instrumenten zijn geplaatst in januari 2017. De data is verzameld door een centrale server die via een dongel de meetgegevens doorstuurt naar de server van Plugwise.

Het verbruik van de ventilatoren dat we hebben gebruikt in het model, hebben we uitgerekend door het gemiddelde te nemen van de zes ventilatoren. Dit hebben we gedaan voor de badkamers en voor de woonkamers.

2.2 Meting luchtdebiet

Aan de hand van het opgenomen vermogen van de ventilatoren kunnen we berekenen wat het luchtdebiet is van de ventilator. Hiervoor wilden we initieel gebruik maken van de omreken tabel die Climarad hiervoor had opgesteld. Voor de ventilator van de badkamer zat hierin een dergelijke afwijking dat we hebben besloten hiervoor een aparte meting uit te voeren. Deze afwijking is verklaarbaar omdat de waarde sterk afhankelijk is van de weerstand van het luchtkanaal. De weerstand van het luchtkanaal is per situatie verschillend.

Hiervoor hebben we een luchtdebietmeter gebruikt en met het Plugwise meetinstrument het vermogen van de ventilatoren geregistreerd. We hebben voor meerdere standen (in stappen van 10%) van de ventilator het verbruik en het gemeten luchtdebiet opgeschreven. Op basis van deze meting hebben we een constante factor bepaald tussen het luchtdebiet en het vermogen van de ventilator.

In de resultaten hiervan zien we in het lage bereik een grote onnauwkeurigheid in deze factor. Dit komt omdat het vermogen is afgelezen zonder decimalen. Op basis van de metingen hebben we de factor bepaald op 5,5 m³ per Watt. Dit is de gemiddelde waarde uit de metingen, waarbij deze waarde is gemeten bij een debiet van 75 m³ lucht. We zien dat deze waarde afneemt bij een hoger debiet. In zijn algemeenheid kunnen we zeggen dat het vermogen van de ventilator per verplaatste m³ lucht toeneemt als het debiet toeneemt. De gebruikte waarde zorgt dus niet voor een onderschatting op de berekening van het luchtdebiet.

3. Resultaten

Om een goede weergave te krijgen van het verschil in energieverbruik, stellen we voor om de metingen een jaar lang uit te voeren. Daarbij worden alle seizoenen eenmaal doorlopen, zowel de winter als het zomerseizoen. Vooral nog hebben we voorlopige resultaten, waarbij we de metingen van de maand april 2017 hebben gebruikt.

3.1 Elektriciteitsverbruik

In onderstaande tabel hebben weergegeven wat het berekende elektriciteitsverbruik per jaar is van de decentrale ventilatie. Dit is een optelling van meerdere ventilatoren.

Noot: het vermogen van de centrale ventilatie is geschat.

Eurgeria B gebouw (met decentrale ventilatie)

	Aantal	Vermogen	Draaiuren	E-Verbruik	
Ventilator WK	36	0,0027	8.760	857	kWh
Ventilator BK	36	0,0036	8.760	1.136	kWh
Woonkamer	6	0,01	8.760	526	kWh
Centrale ventilatie	2	0,1	8.760	1.752	kWh
Totaal				4.272	kWh

In onderstaande tabel hebben weergegeven wat het elektriciteitsverbruik is van hetzelfde gebouw met centrale ventilatie. Hiervoor is een centrale luchtbehandelingskast opgesteld en in het vermogen is het vermogen van de ventilatoren en van het warmtewiel meegenomen. Op advies van de installateur is deze niet uitgerust met CO₂ sturing.

Eurgeria B gebouw met centrale ventilatie

	Aantal	Vermogen	Draaiuren	Verbruik E	
Kastvermogen (ventilatoren + warmtewiel)	1	2,29	8.760	20.060	kWh

Het elektriciteitsverbruik van decentrale ventilatie is dus $4.272 / 20.060 = 21\%$ ten opzichte van centrale ventilatie.

3.2 Verbruik warmte

Op basis van het gemiddelde vermogen van de ventilator en de omreken tabel van Climarad welk debiet de ventilator verplaatst bij welk opgenomen vermogen, hebben we kunnen berekenen wat het warmteverlies is door ventilatie in de woonkamer. Dit hebben we in onderstaande tabel weergegeven.

Warmte Climarad woonkamers

Luchtdebiet	15,5	m ³ /h
Aantal	42	stuks
Massastroom	19,42	kg/h
Verschil Enthalpie	30	kJ/kg
bedrijfsuren	8760	uur / jaar
η WTW	80%	
Warmte	11.908	kWh warmte

Ook het warmteverlies van de badkamers kunnen we uitrekenen aan de hand van de debiet meting die we hebben gedaan in de badkamer en het opgenomen vermogen van de ventilatoren. Zie onderstaande tabel.

Warmte Climarad badkamers

Luchtdebiet	19,8	m ³ /h
Aantal	36	stuks
Massastroom	24,78	kg/h
Verschil Enthalpie	30	kJ/kg
bedrijfsuren	8760	uur/jaar
η WTW	0%	
Warmte:	65.112	kWh warmte

De benodigde warmte is gezamenlijk dus $11.908 + 65.112 \text{ kWh} = 77.020 \text{ kWh}$

Voor hetzelfde gebouw met centrale luchtbehandeling zie het warmteverlies er als volgt uit:

Warmte centrale luchtbehandeling

Luchtdebiet	4920	m ³ /h
Aantal	1	stuks
Massastroom	6150	kg/h
Verschil Enthalpie	30	kJ/kg
bedrijfsuren	8760	uur/jaar
η WTW	79,4%	
	92.484	kWh warmte

Voor het verbruik van decentrale ventilatie is dus circa $77.020 / 92.484 = 83\%$ van de energie voor centrale luchtbehandeling benodigd.

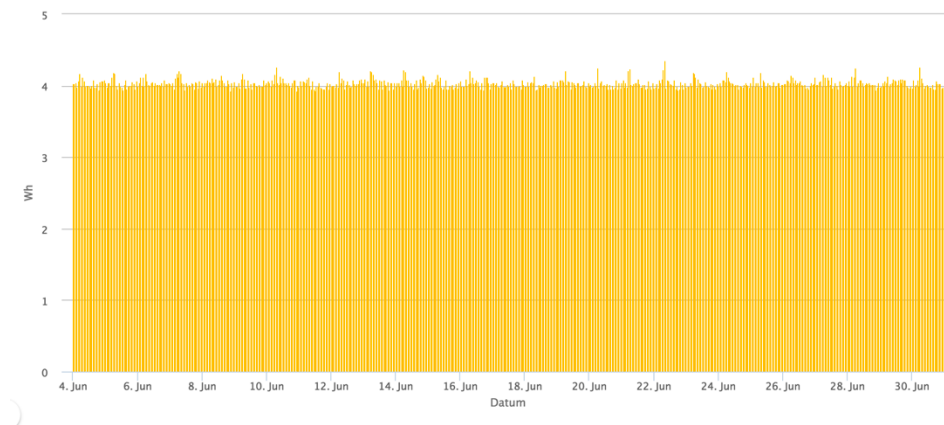
4. Analyse meetdata

Met de gemeten elektriciteits verbruiken kunnen aanvullend op het onderzoek analyses worden gedaan, om zaken aan te stippen die opvallen. In dit hoofdstuk hebben we enkele zaken opgenomen die opvallen in de meetdata.

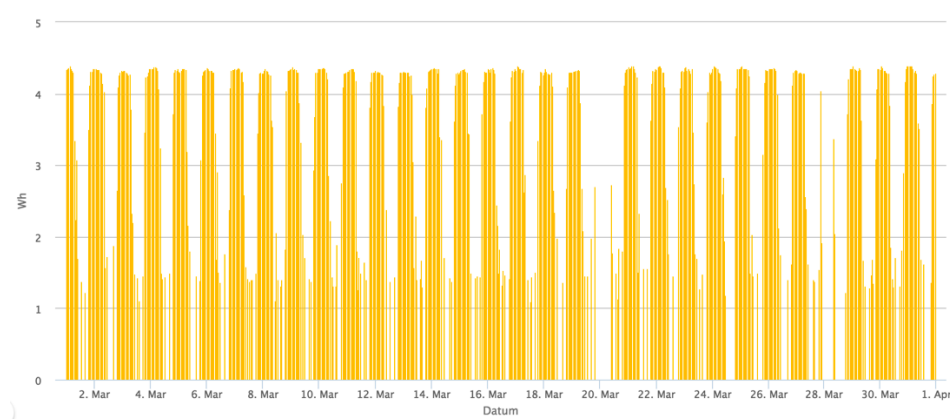
Er zijn twee type apparaten die worden bemeaten: de Climarad in de slaapkamer en de ventilator in de badkamer. De meting is geplaatst in zes verschillende appartementen, waarbij de instellingen van de apparatuur gelijk is en we voor het gemak hebben aangenomen dat het gebruik ook gelijk is. In de meetdata zien we dan toch enkele zaken die opvallen.

4.1 Meetdata badkamer ventilatoren

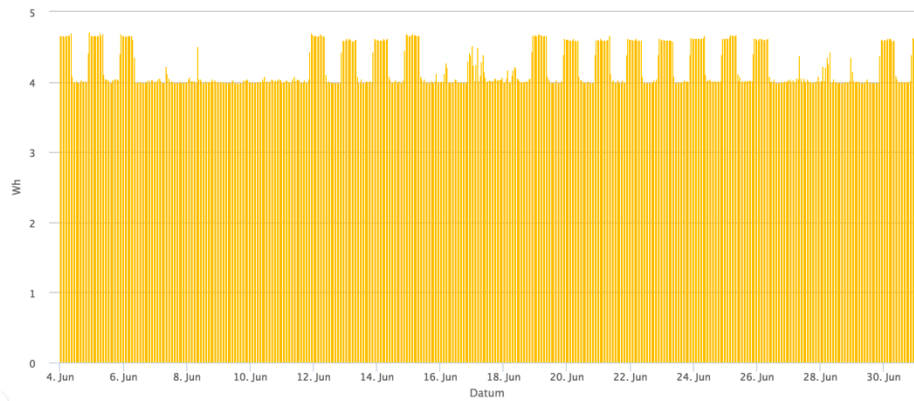
Het normaalverbruik van de badkamerventilator is zeer constant (zie figuur hieronder). Het opgenomen vermogen is zeer constant (4 Watt) en heeft in deze maand juni uitschieters naar 3,9 Watt en 4,2 Watt. Dit is het doornsnee beeld van de badkamer ventilatoren.



Voor één badkamer in Euforia B (kamer 14-5) zien we een zeer afwijkend profiel: hier gaat het energieverbruik naar nul overdag, zie figuur hieronder.

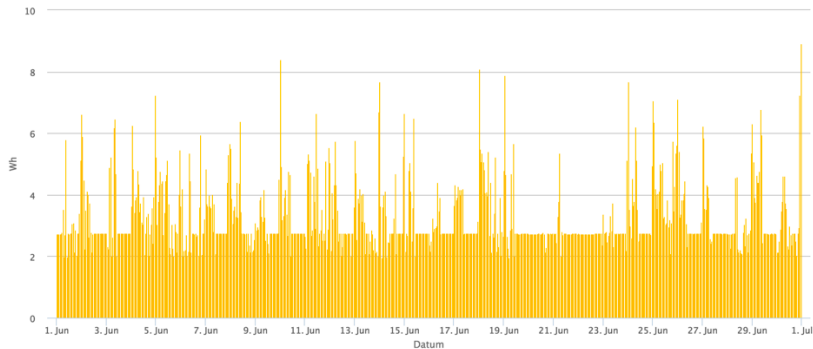
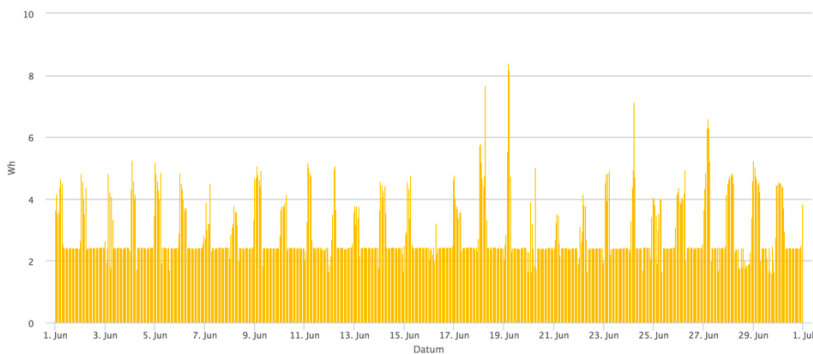
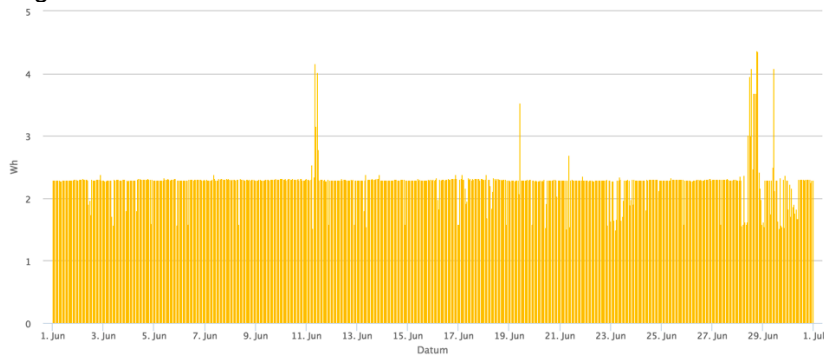


Op 24 mei is er voor de badkamer ventilatoren een op afstand uitleesbare printplaat geïnstalleerd. De instellingen zijn hierna hetzelfde gebleven. Toch is er bij een van de appartementen in Euforia C (kamer 30-3) een verschil zichtbaar: hier is een patroon te zien dat in de nacht (maar niet elke nacht) het verbruik omhoog gaat, wat er op duidt dat de ventilator optoert (maar niet naar nul gaat overdag zoals kamer 14-5).



4.2 Meetdata woonkamer Climarad

Ook bij de woonkamers is verschil waar te nemen in het energieprofiel van de Climarad toestellen. Zie hieronder de metingen van de drie appartementen in Euseria C. Het basisverbruik is bij alle drie de toestellen circa 2,5 Watt, waarbij er een groot verschil zit in het wel of niet optoeren van de ventilatoren (te zien aan een verhoging van het verbruik). Het komt zelden voor dat het vermogen van de Climarad lager is dan 2,5 Watt. Dezelfde bevindingen gelden voor de gemeten appartementen in Euseria B.



5. Optimalisaties

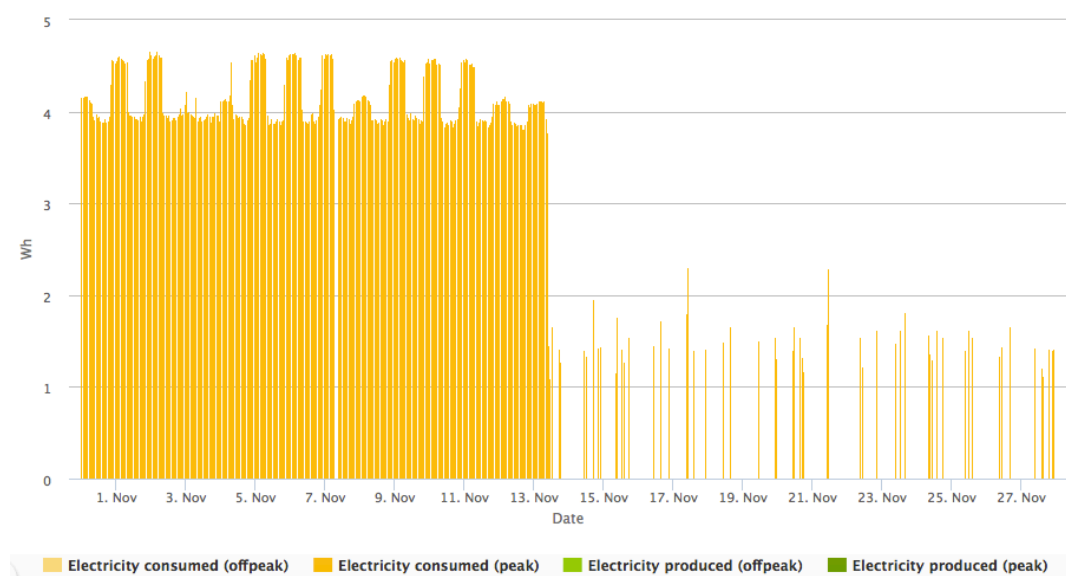
Op 13 november 2017 zijn aanpassingen gedaan in de regeltechniek van de ventilatoren in gebouw C van Eugeria. In de basis instellingen van de badkamerventilator was een basisstand geprogrammeerd, waardoor deze op een minimale stand blijft draaien. Op basis van eerdere metingen, is besloten de badkamerventilatoren standaard uit te schakelen, en alleen in te schakelen bij aanwezigheid of detectie van vocht.

Deze aanpassing is gedaan in alle 36 appartementen. De aanpassingen hebben impact op het elektriciteitsverbruik van deze ventilatoren en tevens op de hoeveelheid benodigde warmte in het gebouw. Bij drie appartementen is het elektriciteitsverbruik gemonitord. Dit zijn de appartementen met de huisnummers 30-2, 30-3 en 30-6. In onderstaande figuren is inzichtelijk gemaakt wat het verbruik was in de twee weken voor de aanpassingen en de twee weken erna.

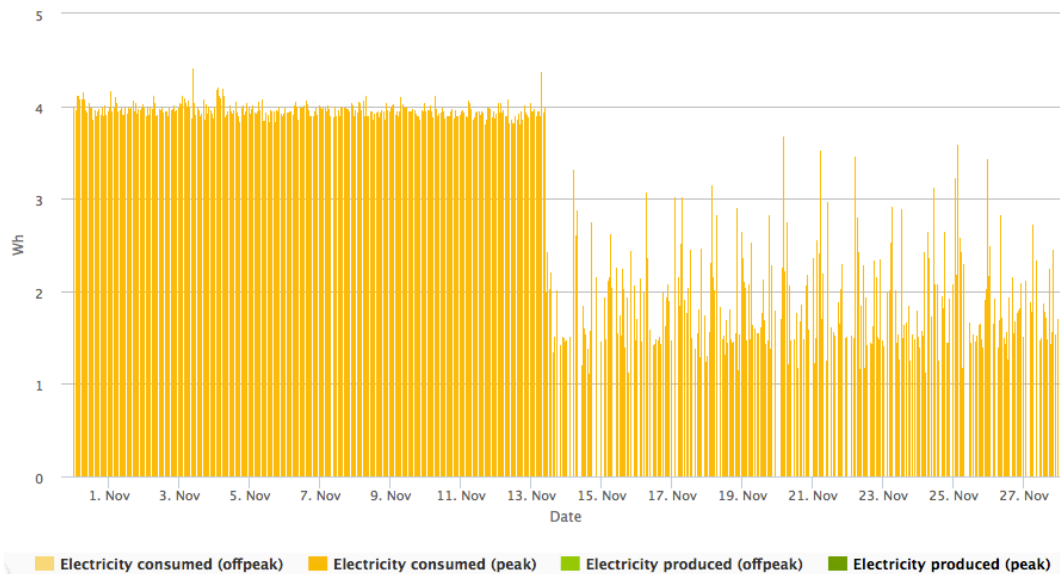
Badkamer 30-2



Badkamer 30-3



Badkamer 30-6



In de grafieken is duidelijk weergegeven dat het elektriciteitsverbruik van de badkamerventilatoren is afgenomen. Waar in de twee weken voor de aanpassing er vrijwel continu een verbruik van 4 Watt was, zijn er nu verspreid over de dagen pieken te zien. Bovendien is de hoogte van de pieken lager sinds de aanpassingen.

In onderstaande tabel is het elektriciteitsverbruik van de badkamerventilatoren per appartement en van de drie appartementen samen in de twee weken voor de aanpassingen en de twee weken erna weergegeven.

	30-2	30-3	30-6	Totaal
31-10-2017 t/m 13-11-2017	1,31 kWh	1,33 kWh	1,29 kWh	3,93 kWh
14-11-2017 t/m 27-11-2017	0,39 kWh	0,08 kWh	0,50 kWh	0,97 kWh

Te zien is dat voor de aanpassing het verbruik van de badkamerventilatoren van de drie appartementen samen 3,93 kWh in twee weken was. Na de aanpassing was dit in twee weken 0,97. Dat betekent dat er een besparing is gerealiseerd van 75%. Op jaarbasis is dit een besparing van 850 kWh voor de 36 appartementen (75% van de elektrische energie voor badkamerventilatoren ad 1.136 kWh, zie 3.1).

Bovendien bespaart het ongeveer 45.000 kWh warmte, wat gelijk staat aan circa 5.000 m³ aardgas indien dit door een CV-ketel is geproduceerd (of 11.000 kWh indien dit door een warmtepomp is geproduceerd). De berekende warmtebehoefte voor de badkamers is 65.112 kWh, zoals beschreven in hoofdstuk 4. De besparing die hierin gerealiseerd is bedraagt ongeveer 69%.

Als we de decentrale ventilatie met aangepaste instellingen vergelijken met de centrale luchtbehandeling, zien we dat er nog slechts 32.000 kWh energie nodig is per jaar voor de verwarming van de ventilatielucht, wat een besparing oplevert van 65% ten opzichte van de situatie met centrale luchtbehandeling.

6. Conclusies

Inleiding

Door de vergelijking met het model kunnen we concluderen dat het elektriciteitsverbruik dat benodigd is voor ventilatie, bij decentrale ventilatie fors lager is dan bij centrale ventilatie.

In de eerste metingen bij de appartementen draaide de fan continu en zien we dat het verbruik in de badkamer zeer stabiel is: tussen 3 en 4 Watt. De decentrale luchtbehandeling zorgde voor een besparing van het elektriciteitsverbruik van 79% en 17% besparing op het warmteverlies door ventilatie. Hierbij moet opgemerkt worden dat het warmteverlies in de badkamer de grootste post is. Een kleine afwijking in de uitgangspunten hierin, kan een groot verschil in het resultaat opleveren.

Optimalisatie regeling

In één appartement is de fan anders ingesteld en draait de fan discontinu (sturing op basis van aanwezigheid en luchtvochtigheid). Het verbruik gaat daarom regelmatig terug naar 0 Watt en 0 m³/h. Het gemiddelde verbruik van de ventilator van dit appartement is veel lager dan bij de andere appartementen.

Om de energiebesparing in het gebouw verder te optimaliseren zijn de ventilatoren in de badkamer in alle appartementen op discontinu ventilatie gezet. Het verminderen van het debiet, indien de badkamer niet wordt gebruikt, levert een aanzienlijke aanvullende energiebesparing op.

Door de regeling te optimaliseren is het elektriciteitsverbruik van decentrale ventilatie ten opzichte van centrale ventilatie van 79% opgelopen tot 83% bij discontinu badkamerventilatie. De besparing op warmteverlies is van 17% opgelopen tot 65%.

Besparing in cijfers

In de onderstaande tabel zijn de verbruiken en de besparingen voor elektra en warmte te zien:

Electraverbruik (in kWh)			
<i>Decentrale ventilatie (badkamer continu)</i>		<i>Decentrale ventilatie (badkamer discontinu)</i>	
ClimaRad kamer	857	ClimaRad kamer	857
B-Fan badkamer	1.136	B-Fan badkamer	284
ClimaRad woonkamers	526	ClimaRad woonkamers	526
Centrale ventilatie	1.752	Centrale ventilatie	1.752
Totaal	4.270		3.418
Centrale ventilatie			
Kastvermogen	20.060		20.060
Totaal	20.060		20.060
Besparing	79%		83%
Warmteverbruik (in kWh)			
<i>Decentrale ventilatie (badkamer continu)</i>		<i>Decentrale ventilatie (badkamer discontinu)</i>	
Warmte ClimaRad kamers + woonkamers (42x)	11.908	Warmte ClimaRad kamers + woonkamers (42x)	11.908
Warmte ClimaRad badkamers (36x)	65.112	Warmte ClimaRad badkamers (36x)	20.185
Totaal	77.020		32.093
Centrale ventilatie			
Kastvermogen	92.484		92.484
Totaal	92.484		92.484
Besparing	17%		65%