

## Hoe krijg ik zicht op het gasverbruik voor verwarming in mijn kerk?

### Inleiding

In het vorige artikel is een overzicht gegeven van mogelijke maatregelen die een kerkbestuur kan nemen om het energiegebruik van uw kerkgebouw te verminderen c.q. te beperken. Om daar iets over te kunnen roepen is het belangrijk om vooral “gevoel” te krijgen wat zijn nu de belangrijke invloedsfactoren die dat energiegebruik bepalen.

Belangrijke invloedsfactoren welke het gasverbruik voor verwarming bepalen zijn (i) de warmteverliezen door de buitenschil (wanden en dak), (ii) de lek en kierverliezen (luchtinfiltratie), (iii) de bezettingsgraad van het kerkgebouw, (iv) het stookgedrag van de “koster”.

Het type verwarmingssysteem (opwekkingskant), ook belangrijk, wordt hier buiten beschouwing gelaten.

In de nieuwsbrief van 21 november 2014 is al geconstateerd dat de temperatuurinstelling van de kerkzaal vaak een bron van discussie is, wat specifiek, dan gaat het om de minimumtemperatuur van de kerkzaal buiten de gebruikstijden.

### De Bethelkerk te Vlaardingen

De Bethelkerk in Vlaardingen beschikt over een eigen z.g. klussenclub. Allemaal vrijwilligers die een groot deel van het onderhoud van het kerkgebouw op zich nemen. Deze klussenclub heeft op zich genomen om inzicht te krijgen in het stookgedrag en “gevoel” te krijgen wat de mogelijkheden zijn om, waar nodig, het stookgedrag aan te passen. Op verzoek van De LOK heeft Jaap Beekman van de klussenclub zijn bevindingen aan het papier toevertrouwd. Het is een verhaal voor de “technuten” onder ons die mogelijk bij het lezen van zijn bevindingen inspiratie kunnen opdoen voor hun eigen situatie.

### Zicht op Stookgedrag

Het kerkgebouw is in 1940 in gebruik genomen. In de loop van de jaren zijn er wat zalen bijgebouwd. In 2004 heeft de laatste verbouwing plaatsgevonden en is er een z.g. “glazen zaal” er aangebouwd bij de klokkentoren. Dit is op de linkerfoto waarneembaar.



Bethelkerk te Vlaardingen



### Metten is weten

De klussenclub van de Bethelkerk wilde begin 2015 i.v.m. energiebesparing de basis temperatuur (minimum temperatuur buiten de gebruikstijden) van 14°C verlagen naar 12° of zelfs naar 10 °C. Vraag hierbij was, heeft dit invloed op de vochtbalans binnen de kerk met het oog op het orgel en het houtwerk daarvan? Bij mijn vorige werkgever had ik ervaring met het meten van temperaturen over langere perioden, geld speelde in dat geval geen doorslaande rol. De komst van kleine standalone computers zoals bijvoorbeeld, Arduino, Raspberry Pi, Beagleboard etc maakt het nu mogelijk specifiek aangepaste meetstations voor temperatuur en luchtvochtigheid te maken voor een kostprijs van ca 80 euro per eenheid.

### Beschrijving kerkruimte en verwarming.

De Bethelkerk is onderverdeeld in een ontvangstruimte, een aantal kleine zalen en de kerkzaal. Aangezien de meeste energie in de kerkzaal verbruikt wordt heb ik me daarop geconcentreerd. De kerkzaal is ca 20 m

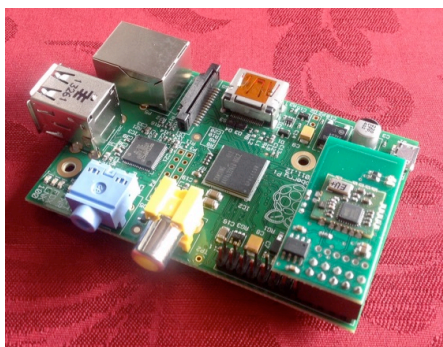
breed, 40 m lang en 12 m hoog. Het plafond is gewelfd en daarboven is er een zolder met puntdak. Het plafond is niet geïsoleerd en de kerkzaal heeft 8 glas in lood ramen van 3 x 6 m, daar is geen dubbele beglazing. In 2011 zijn, in een periode van 1 jaar, alle glas in lood ramen er uitgehaald en gerenoveerd door een glazenier. Dat hield in dat al het lood is vervangen door nieuw lood. Voor in de kerkzaal is het liturgisch centrum (podium) in een inham van ca 12 x 6 m waar boven in zich ook het orgel bevindt.

De kerkzaal wordt verwarmd met hete lucht van circa 52°C. Lucht wordt in de zaal door een rooster in de vloer voor het podium aangezogen en dmv kanalen langs een warmte wisselaar geleid. De verwarmde lucht wordt weer op ca 5 m hoogte door 2 roosters (60 x 200 cm) links en rechts van het podium terug in de kerkzaal gebracht. Er is geen suppletie met verse buitenlucht. D.m.v een thermostaat op het podium wordt de verwarming ruim van tevoren ingeschakeld in 2 twee trajecten, 1 voorverwarmingstraject naar 14°C en daarna een definitieve stookperiode naar 20°C. Voor de metingen was het onzeker wat de juiste lengte was van de beide trajecten, deze zijn ook afhankelijk van de buitenluchttemperatuur. De perioden werden toen ruim gekozen.

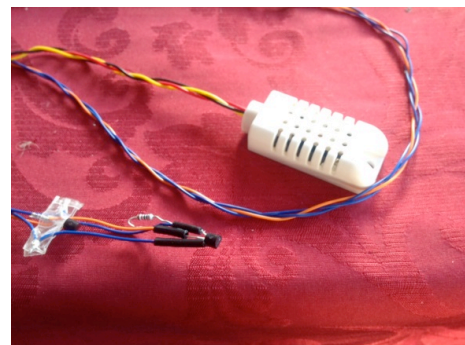


### Realisatie meetcomputers.

Zowel de luchttemperatuur op specifieke plekken, de luchtvochtigheid en het corresponderende gasverbruik wilde wij vastleggen. Als meetcomputer is de populaire Raspberry Pi (RPI) gekozen. Dit is een complete computer ter grootte van een creditcard die ca 35 euro kost. De harddisk is een SD kaartje zoals ook in een fototoestel zit. Het operating system is Debian Linux en kan zo van het internet gedownload worden. De software is compleet en bevat alle standaard functies van een volwaardige pc zoals webbrowsing, mailen, tekst opmaak, grafische interface enz. Wel gaat het om de Linux varianten daarvan, bovendien is er een C-compiler en is batchgewijze scriptbewerking mogelijk. De RPI is ook zonder beeldscherm op te starten en kan direct daarna automatisch een bepaald (zelfgemaakt) programma



uitvoeren. Simpelweg de netsteker inpluggen en de RPI is meteen bijv. een thermometer. De meetresultaten kunnen via een z.g. lan-aansluiting gecontroleerd en uitgelezen worden. De



temperatuursensoren (ds18b20, 18 stuks) en relatieve vochtigheidssensoren (DHT22 3 stuks) zijn met een enkele 4 draadskabel verbonden. In een C-programma zijn de sensoren te adresseren en die worden om de 10 seconden 24x7 uitgelezen en in afzonderlijke dagfiles met dito namen weggeschreven. Om praktische reden is gekozen voor 2 RPI's omdat de meetlocaties nogal uit elkaar liggen. Er is 1 meetstring die de luchttemperatuur meet op de zolder (een beloopbare ruimte in de nok tussen plafond en dak) de ruimte en op 6 posities, interval 1 m, vanaf het plafond naar beneden, hiermee kunnen we een beeld krijgen van de situatie hoog in de kerkzaal. Hierbij is ook een relatieve vochtsensor opgenomen. De tweede string meet de luchttemperatuur in het uitstroomkanaal van de verwarming, de luchttemperaturen bij het podium en de buitenluchttemperatuur. In het uitstroomkanaal en buiten wordt ook vocht meegenomen. Eens per week worden de files uitgelezen en worden deze semi-automatisch omgezet in grafieken. Dat kan intussen via internet vanuit huis en het is ook mogelijk gemaakt om iedere zondagmorgen om 8 uur een automatische mail naar de kerkrentmeesters te sturen zodat ze kunnen controleren of de installatie in werking is gekomen.

Het gasverbruik wordt met een derde RPI bekeken. Eens per uur wordt een foto gemaakt van de stand van de gasmeter. RPI kent een rijke schakering van sensoren en apparaatjes die automatisch herkend worden en via een eenvoudig script aan te sturen zijn. Linux is hier een uitstekend geoutilleerd operating system voor. De RPI zit samen met de camera, een paar leds voor de belichting en een wifi router op een plank geschroefd. De gasmeter staat ergens buiten bij een kelder en eens per week wordt er contact gemaakt via de wifi en worden de foto's uitgelezen. Per dag worden 2 foto's met standen opgenomen en in een spreadsheet bijgehouden. Is er aanleiding voor meer detail dan zijn er altijd nog de overige foto's. In de spreadsheet zijn met automatisen allerlei week en jaaroverzichten te maken.



**Uitlezing Gasmeter**

De moderne gas- en elektrameters hebben een elektronische uitleesmogelijkheid. Voor de Bethelkerk is voor deze praktische oplossing gekozen omdat we nog te maken hebben met een "klassieke gasmeter. Totale kosten voor deze set-up zijn ca. 300 Euro, hier en daar geholpen met materiaal uit de junkbox en wat er verder zoal creatief toe te passen is. Uiteraard zit er veel eigen arbeid in en de set-up is niet in een keer klaar maar langzamerhand convergeert het naar een stabiele werkzame oplossing.

## **Resultaten.**

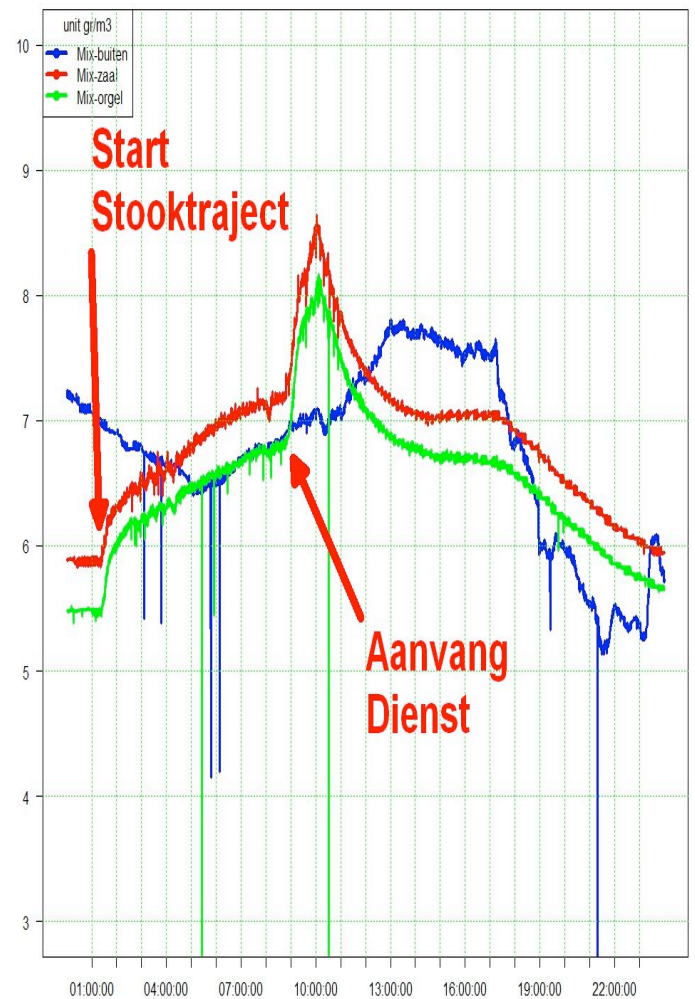
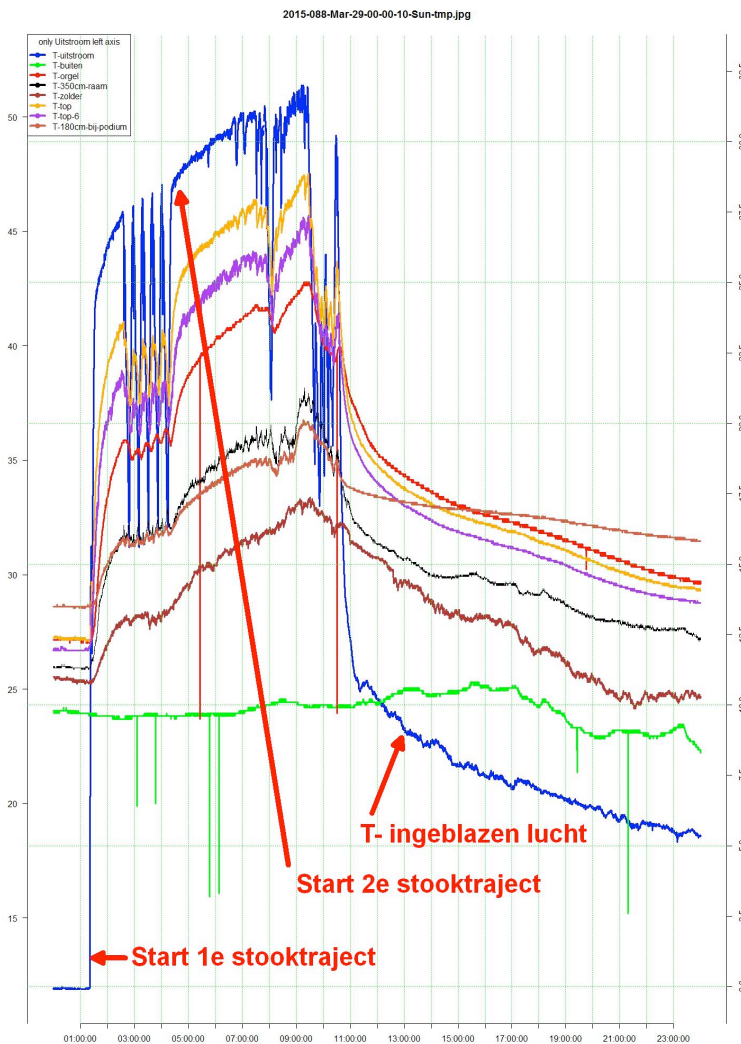
Door te werken met dit project gaan we bewuster om met de stookkosten in de kerk. We konden beter de lengte van het stooktraject bepalen om met de juiste hoeveelheid gas een comfortabele verwarming te krijgen. Een enkele keer hebben we "spook" stooktrajecten gezien. D.w.z. de regeling kwam in werking zonder dat dit geprogrammeerd was, ook werd toen geen onderlimiet van 10°C bereikt.

Herprogrammering van de thermostaat was de oplossing maar zonder deze monitoring was dit nooit opgemerkt. De thermostaat wordt iedere week vooruit ingesteld, een enkele keer is er "mis" programmering, dit wordt opgemerkt en het maakt ons alerter om de zaak goed bij te houden.

De vraag naar mogelijke optredende condensatie bij lage temperatuur is naar de achtergrond verdwenen. Dmv 2 ingestelde stooktrajecten op verschillend temperatuurniveau denken we het orgel te beschermen door de temperatuur geleidelijk toe te laten nemen. Er worden grafieken gemaakt van het absolute vochtgehalte "x", (het aantal grammen vocht (water) per kubieke meter droge lucht). In de winter is dat heel laag en er is een geleidelijke vereffening (dampspanningsvereffening) met de luchtvochtigheid buiten. Wel zien we dat de instroom van mensen op zondagochtend 10 uur de luchtvochtigheid significant laat toenemen, deels door ademhaling en transpiratie maar ook door natte kleding bij nat buitenweer. In de zomer is het effect noch sterker en worden er veel hogere piekwaarden in de kerkzaal gemeten dan de buiten RV- sensor aangeeft vooral bij "benauwd" weer.

Op de volgende bladzijde zijn ter illustratie 2 grafieken opgenomen. De grafieken zijn te gedetailleerd om hier te bespreken. In de linker grafiek zijn diverse gemeten luchttemperaturen te zien. De blauwe lijn is de temperatuur van de inblaaslucht. Om 01:20 start het 1<sup>e</sup> verwarmingstraject naar 14°C, dit stabiliseert uit in pendelgedrag tot 04:30. Daarna het 2<sup>e</sup> stooktraject naar 20°C. De andere lijnen in de grafiek geven de luchttemperaturen weer op diverse hoogten in de kerkzaal, zie hiervoor de legenda links boven. Uit de grafieken blijkt bijvoorbeeld ook dat de luchttemperatuur in de top van de kerkzaal direct wegvalt als de verwarming stopt, dit is het gevolg van het ontbreken van isolatie van het plafond naar de ruimte van de zolder. Er moet een inschatting gemaakt worden of het aanbrengen van isolatie wel rendabel is. De rechtergrafiek geeft het absolute vochtgehalte "x" weer. Tijdens het opwarmen (stoken) van de kerkzaal loopt dit al langzaam op. Tijdens de dienst van 10:00-11:10 is een sterke toename van de "x" te zien door de aanwezigheid van de gemeenteleden.





### Temperatuurdiagram in kerkzaal met 2 stook trajecten

### Vocht registratie met piek tijdens een dienst

Door een defect aan een grondwaterafvoerpomp kwam water in het lucht verwarmingskanaal, we konden dit direct terugzien in vochtgehalte in de uitstroom opening. Een beetje zijeffect, maar voor de fijnproever toch goed om te constateren dat het systeem werkt zoals je denkt. Met de camerabeelden van de gasmeter kunnen we ook het maximale debiet van de gasmeter in kaart brengen. Dit geeft informatie of de capaciteit van de gasmeter juist is gedimensioneerd.

### Verder werk.

Natuurlijk is de installatie niet 100% "failsafe" en moet hij regelmatig nagelopen worden. Er gebeurt n.l. veel in zo'n kerkgebouw. Er moet een goede balans zijn tussen verdere automatisering, uitwerkbaarheid en resultaat. Een webinterface voor een breder publiek is wel een goede investering, goed voor draagvlak en betrokkenheid.

### Conclusie.

Met meetcomputers gebaseerd op de RPI is goede meetdata te verzamelen. Dit geeft heldere inzichten en daarmee kunnen gerichte bezuinigingen gerealiseerd worden.

Jaap Beekman, Vlaardingen (jbeekman256@gmail.com).