

Technical University of Denmark



Fyrtårnsprojekt IV 2010

Afsluttende rapport

Jakobsen, Kasper Rønnow; Villumsen, Arne; Hudecz, Adriána; Andersen, Philip Hvidthøft Delff; Grønvold, Hans

Publication date:
2011

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Jakobsen, K. R., Villumsen, A., Hudecz, A., Andersen, P. H. D., & Grønvold, H. (2011). Fyrtårnsprojekt IV 2010: Afsluttende rapport. DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet.

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

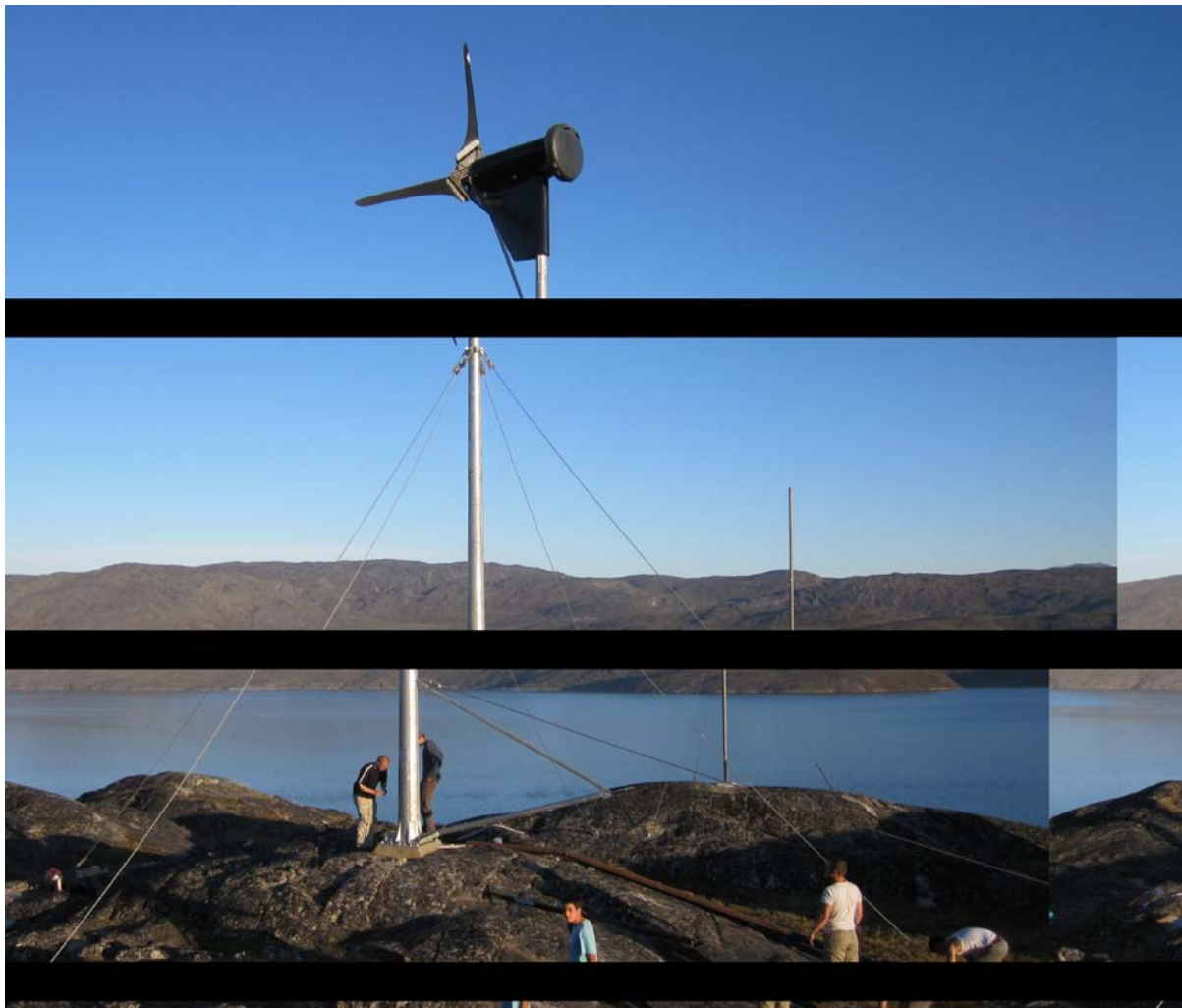
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Fyrtårnsprojekt IV 2010

Afsluttende rapport, januar 2011



Forfattere:

Kasper Jakobsen, MEK-DTU

Arne Villumsen, Artek

Adriána Hudecz, MEK-DTU

Philip Delff, BYG-DTU

Hans Grønvold, Uummannaq EI ApS



Fyrtårnsprojekt 4 2010

2010-aktiviteterne i Fyrtårnsprojektet har omfattet følgende 4 punkter:

A: Fortsættelse af vindmoniteringsprogram i Uummannaq og Sisimiut-områderne

B: Forbedring af dataopsamling og målesystemer i Assaqtuaq og ved Uummannaq

C: Energianalyse af Sarfannguaq og Itilleq

D: Kombinationsløsninger for energiforsyning baseret på sol, varmepumper og kraft-varme.

En kort beskrivelse af de enkelte aktiviteter kan læses i indledningen.

Udover 4 phd.- projekter er Fyrtårnsprojektet blevet meget brugt som case i adskillige studenterrapporter i 2010. Der henvises til bilag 2 for en uddybning

Indledning

Vindmoniteringsprogrammet (A)

Målemasterne er tilset og repareret. Nogle er flyttet til nye områder, efter "veludført tjeneste" (områdets vindpotentiale er nu kendt) og andre er flyttet til en bedre position (mindre læ) inden for samme bygdeområde. Samtlige vinddate er indlagt i vinddata-basen på DTU MEK, hvorfra de kan rekvireres (ksh@mek.dtu.dk)

Testvindmøllen i Sarfannguaq er sat i drift august 2010. Der blev afholdt kaffemik i bygden i den anledning, hvilket gav en god presseomtale, bilag 1. Møllen har desværre været ramt af driftssvigt, som vi pt. forsøger at finde en forklaring på. Der er anskaffet udstyr til måling af luftfugtighed mv. som basis for vurdering af overisningsrisici.

Forbedring af dataopsamling og målesystemer i Assaqutaq og ved Uummannaq (B)

Dataopsamlingsystemerne ved Assaqutaq og Uummannaq er tilset og fejl er rettet. En automatisk dataoverførselsrutine er under afprøvning i Assaqutaq.

Solcelleanlægget er installeret på Hans Grønvolds hus i Uummannaq.

Energianalyse af Sarfannguaq og Itilleq (C)

Energianalyse af Sarfannguaq og Itilleq er gennemført. Det er påfaldende så stort et energiforbrug hos bl.a. KNI i Sarfannguaq. Vi undersøger sagen nærmere.

Kombinationsløsninger for energiforsyning baseret på sol, varmepumper og kraft-varme (D)

Vi har flere solvarmesystemer kørende i Sisimiut nu (Knud Rasmussens Højskole, Lavenergihuset og fra nytåret 2011, Apisseq). Vi har rettet fejl og justeret på KRH-anlægget og omlagt styringen af Lavenergihuset. Der er med udgangspunkt i data fra KRH modelleret på effekten af kombination af solvarme med varmepumper. Umiddelbart ser det ud til at der kun er små energigevinster at opnå herved. Emnet er behandlet indgående i en af studenterrapporterne.

Kraftvarmeanlægget i Innovationshuset har pt. en meget lille olietank. Kommunen har finansieret en ny og større tank, som bliver sat op nu, og vi kan i løbet af 2011 forvente driftsdata for en længere periode.

Erfaringerne fra Assaqutaq tyder på en succes med at kombinere vindmøller og solceller. Princippet vil formentlig kunne anvendes mange steder (turisthytter mv.), hvor energibehovet ikke er alt for stort. De to energiformer er ofte til stede til forskellig tid (vind, når der er mørkt og vindstille i solskinsvejr). Derfor er de to energiformer gode at kombinere. Energilagringen (el) er fortsat en udfordring. Assaqutaqs store batterier har givet gode resultater, om end styringen af systemet har givet nogle vanskeligheder. Også her kan der henvises til studenterrapporter

Indhold

Indledning.....	2
Indhold.....	3
Rapport for feltarbejde i Uummannaq-området E2010.....	4
Isproblemer med vindmøller.....	7
Status ultimo august, Uummannaq.....	9
Energianalyse af bygderne Sarfannguaq og Itilleq	10
Analyse af lavenergi huse	28
Bilag 1: Artikel om mølleindvielse	30
Bilag 2: Projektbeskrivelse lavenergi huse	31
Bilag 3: Rapporter for energiprojekter 2010	32

Rapport for feltarbejde i Uummannaq-området E2010

Af Kasper Rønnow Jakobsen

Uummannaq

Målestationen er placeret nord for byens fodboldbane (70°40.214', 52°07.224') Stationen er relativt godt placeret, men der forventes en blokering af de nord og nordvestlige sektorer.

Ved udbygning af målingerne i området vil teles mast (25-30m), syd for det nuværende sit kunne anvendes.

Fejl konstateret 28/10-2010

Ved ankomsten kunne det konstateres at vindfanen var ude af drift og den østlige bardun var gnavet over. Da masten blev nedlagt kunne det konstateres at vindfanen ikke var tilsluttet længere. Orienteringen af fanen var fysisk nord. De eksisterende sensor kabler er imod standardproceduren blevet afkortet og var derfor ikke længere udstyret med de originale kabelsko. Det resulterede i at det eksisterende kabel til kopanemometeret ikke kunne nå ud på de nye bomme og derfor måtte instrumentet placeres på den gamle topbom.

Udført arbejde

Masten blev monteret med to ekstra bomme så der nu er to vindfaner på 1,5m bomme i nord-sydretning orienteret mod geografisk nord (10m). Pga. det korte kabel måtte den ene kop (vest) monteres på den eksisterende bom (9m) mod vest. Den anden kop blev monteret på mastens top i 10,5m. Ved montage af topanemometeret konstaterede vi at toppindens diameter var for stor, hvilket besværliggjorde monteringen.

Kort og batterier udskiftet solceller og kabler kontrolleret, 576 dage tilbage på kortet (

Næste service besøg foretages inden 25/5-2012

Ved næste udskiftes:

- Bardunerne og monteres med 5mm kovs, sjækel H-type galv. 5/16" 8mm og evt. 12mm bardunstrammer øje/øje
- Kopanemometerkabel udskiftes
- Toppind udskiftes til en med rette slutdiameter(12,5mm) på de yderste 150mm totallængde 1250mm, hvoraf 750 skal være over mastetoppen.
- Batterier, MMC-kort og hængelås

Ikerasak

(N70°30,088 W51°18,636)

Stationen er placeret i bygdens nordvestlige ende ved bygdens skole(Grøn markering). Placeringen er ikke optimal da masten står tæt på et højt fjeld, som blokerer sektorerne fra vest til nord. Vind med højest potentiale vurderes at komme fra indlandsisen og blæse ind over øen fra sydøst. Strømningen kan ved mastens placering allerede være begyndt at separere udenom det 800m høje fjeld der ligger vest for masten. Efter besigtigelse af terrænet vurderes den bedste placering at en mast og en evt. vindmølle at være toppene øst for dumpen (Rød markering) .



Der vil kunne opnås en rimelig indstrømning fra de fleste retninger og afstande til det store fjeld vurderes at være så stort at det vil have en væsentlig mindre indflydelse på vinden. Der indstilles derfor til at masten flyttes i forbindelse med det næste store eftersyn.

Fejl konstateret 26/10-2010

- Manglende hængelås

Udført arbejde

Masten blev monteret to ekstra bomme, så den nu er udstyret med to kopanemometre på 1,5m bomme og to vindfaner (nord og top).

Kort udskiftet og batterier udskiftes af Hans, hurtigst mulig, solceller og kabler kontrolleret, 595 dage tilbage på kortet

Næste service besøg foretages inden 25/5-2012

Ved næste besøg:

- monteres bardunerne med 5mm kavs, sjækel H-type galv. 5/16" 8mm og evt. 12mm bardunstrammer øje/øje
- Toppind udskiftes til en med rette slutdiameter(12,5mm) på de yderste 150mm totallængde 1250mm, hvoraf 750 skal være over mastetoppen.
- Batterier, MMC-kort og hængelås

Ukkusisat

(N71°03,212 W51°52,961)

Stationen er placeret tæt på en meget stejl fjeldside som formodes at blokere for vinde fra nordøst til sydvest og dermed også den formodede hovedvindretning (øst). Placeringen er decideret uegnet til vindmåling. Ved en inspektion af terrænet er toppene ovenfor dumpen fundet bedst egnede. Den mest udsatte placering er nordspidsen af, men det vurderes at være for langt fra bygden.



Markering "A" viser den nuværende placering af masten og den gule ring viser placeringen af bygdens helistop. Den grønne pil viser området hvor masten kan flyttes til for at få nogle brugbare målinger.

Fejl konstateret 26/10-2010

- Manglende hængelås
- Manglende MMC-kort
- Ipacken melder "wrong simcode"

Udført arbejde

Masten blev monteret to ekstra bomme, så den nu er udstyret med to kopanemometre på 1,5m bomme og to vindfaner (nord og top).

Kort og batterier udskiftet, solceller og kabler kontrolleret, 595 dage tilbage på kortet.

Simkort testet og Ipack kontrolleret, monteres igen af Hans.

Næste service besøg foretages inden 25/5-2012

Ved næste besøg:

- Masten flyttes
- Ipack monteres
- monteres bardunerne med 5mm kavs, sjækel H-type galv. 5/16" 8mm og evt. 12mm bardunstrammer øje/øje
- Toppind udskiftes til en med rette slutdiameter(12,5mm) på de yderste 150mm total længde 1250mm, hvoraf 750 skal være over mastetoppen.
- Batterier, MMC-kort og hængelås

Isproblemer med vindmøller

Af Adriana Hudecz

Baggrund

Det er velkendt, at vind energi er en af de vigtigste vedvarende energikilder. Flere vind møller bliver installeret i bjergene fx i Alperne og i det nord Spanien. Der installeres i stigende grad også i områder med koldt klima, fx i de nordiske lande. Koldt klima spiller en stor rolle i elproduktionen og sikkerheden for vind møllerne skal bestemmes. Et af de største problemer er isen. Isdannelsen er en vigtig parameter for møller i koldt klima både i projektudvikling, anlægs og driftenfasen. Den kan forekomme i form af våd sne, isslag, støvregn, eller "in-cloud icing" [Tammelin and Sântt (1998), Tallhaug et.al (2009) and Laakso et.al (2009)].

Isdannelsen påvirker designen, sikkerheden og omkostningseffektivitet. Islaget på vingerne kan medføre en nedsat produktion og fordi islaget kan være ulige, kan der også give problemer med vibrationen. Isen kan være en stor ekstra vægt på vingerne og derved påvirke møllens levetid. Erfaringerne viser, produktionen kan falde med mere end 20 % [Tallhaug et.al (2009), Laakso et.al (2009) and Battisti et.al (2006)].

Der er to forskellige typer af is, der giver stor påvirkning af vind møllerne. Det er islag og rimfrost, eller en blanding af de to.

Islag:

Temperaturen er lige under 0°C (ned til -4°C)

Hård, kompakt, næsten transparent

Densiteten er ca. 900 kg/m³

Rimfrost:

Temperaturen er lav, -4 – -12°C

To typer:

Hård rimfrost: granulær, hvid eller gennemsigtig, densiteten: 600 - 900 kg/m³

Blød rimfrost: hvid eller uigennemsigtig, densiteten: 100 - 600 kg/m³

Det er muligt at beskytte vind møllerne mod isdannelsen og udvide intervallet for driftstemperaturen. Der er to forskellige metoder, nemlig "anti-icing system" og "de-icing system". Begge to er stadigvæk under udviklingen [Tallhaug et.al (2009) and Laakso et.al (2009)]. En meget anvendt metode er opvarmningen af vingerne, der er meget udbredt i Finland, Sverige og Schweiz [Laakso et.al (2009) and Battisti et.al (2006)]. Nogle gange er det ikke omkostningseffektivt at bruge denne metode, fordi isdannelsen kun sker et par dag om året. For eksempel i Østrig er der gode erfaringer med sorte vinger, der giver en god løsning om vinteren, men de kan foranledige store termiske belastninger på en varm sommerdag [Parent and Ilinca (2010)]. For nylig er nanoteknologien også blevet involveret. En speciel overfladebehandling kan blive brugt på vingerne for at reducere isdannelse, men der er endnu ikke mange erfaringer med denne løsning.

Udstyret

Det er meget vigtigt, at vide hvordan isen opbygges på vingerne og hvilken slag is det er, så kan man vælge det bedste system. Vi har besluttet at anskaffe to instrumenter, der kan vise internsitet og typen af isen. Instrumenterne er "T44 icing rate sensor" fra HoloOptics [HoloOptics (2007)].



Vi vil bruge et af dem til at vurdere overisningsrisikoen på Grønlandske sites. Det step vil blive testet i en vind tunnel her i Danmark. Så vi kan tilpasse systemet efter vores behov.

Vi vil undersøge, hvordan isen opbygger på vingerne afhængighed af de miljømæssige forhold såsom temperaturen, vindhastigheden og fugtigheden.

Referencelisten:

1. Tammelin B. and Sântt K. (1998). "Icing in Europe". BOREAS IV. Hetta, Finland 31. March – 2 April 1998. p 125.
2. Tallhaug, L., Ronsten, G., Horbaty, R., Cattin, R., Laakso, T., Durstewitz, M., Lacroix, A., Peltola, E. and Wallnius, T. (2009). "Wind Energy Projects in Cold Climate". Executive Committee of the International Energy Agency Programme for Research and Development on Wind Energy Conversion Systems
3. Laakso, T., Baring-Gould, I., Durstewitz, M., Horbaty, R., Lacroix, A., Peltola, E., Ronsten, G., Tallhaug, L. and Wallnius, T. (2009). "State-of-the-art of Wind Energy in Cold Climates"
4. Battisti, L., Fedrizzi, R., Brighenti, A. and Laakso, T. (2006). "Sea ice and icing risk for offshore wind turbines". Owemes 2006, 20-22 April, Citavecchia, Italy
5. Parent, O., Ilinca, A., Anti-icing and de-icing techniques for wind turbines: Critical review, Cold Reg. Sci. Technol. (2010), doi:10.1016/j.coldregions.2010.01.005
6. HoloOptics (2007). "User Guide T 40 Series of Icing Rate Sensors™".
<http://holooptics.utrymmet.com/Dokument/651.Userguide%20T40.004.En.pdf> [Online: 1/12/2010]

Status ultimo august, Uumannaq

Af Hans Grønvold

"Solceller er monteret og virker tilfredsstillende, vi har fin sol hver dag, så batterierne er fuldt opladet hele tiden. Allerede efter 2 dage var batterierne ladet op af solcellerne, jeg tror det er rigtig godt. Det er nok den meget skarpe lys fra solen, der gør det så godt.

Generatoren er monteret på en tremme mast, så den er solidt monteret og virkede fint i de to dage der var vind.

Jeg havde nogle bemærkninger til selve generatorens opbygning og de fejl vi observerede, som vil være til skade for møllen senere i forløbet.

Dertil havde jeg en bemærkning til udformning af udtaget. Jeg mener, hvis vi skal få fuldt udbytte af anlægget skal den kunne levere større strøm i kortere tid, ved de gode dage, så vi kan bruge den fine strøm, til noget fornuftigt. f.eks. kaffemaskine og måske mit store ønske cirkulationspumpen på olie fyret.

Ikerasak masten har vi renoveret helt og sd kortet er skiftet (første gang siden 2007)

Uumannaq masten har vi også tjekket og alt virkede på den. Så nu vil vi gerne høre om de sender begge to.

Ukkusissat masten har jeg fået tjekket men jeg ved ikke om den sender Alle SD kortene har de studerende taget med hjem. Jeg mangler kun at sætte ny kort i Ukkusissat masten.

Næste træk bliver at nedtage masten i Saattut og sætte den op i Nuungaatsiaq. Jeg håber at det er i orden at det bliver den. Den er lidt i stykker i toppen.

Der er stor interesse i byen angående anlægget. Så jeg skal have oplysninger om priser anskaffelse og muligheder. Så jeg kan komme med rigtige oplysninger.

Venlig hilsen,

Hans Grønvold "

Energianalyse af bygderne Sarfannguaq og Itilleq

Af Kasper Rønnow Jakobsen

Oplæg

Med dette projekt vil vi undersøge hvordan energien i bygden bruges og hvor effektivt den udnyttes. Med udgangspunkt i den importerede oliemængde vil vi forsøge at kortlægge energistrømmene. De anvendte konverteringsteknologier vil blive undersøgt. Formålet med analysen er at klarlægge hvad energien bruges til og hvordan og hvornår den bruges. Disse oplysninger er meget vigtige når der skal designs nye energisystemer og når der skal spares på energien

Sarfannguaq

Bygden Sarfannguaq eller Sarfannguit ligger 40km øst for Sisimiut. Bygden har 126 indbyggere, der primært lever af service, jagt og fiskeri. Bygden har egen børnehave, skole, kommunekontor, vand, kraftværk, butik og fiskefabrik. Produktionen af fiskefileter er flyttet og derfor er fabrikkens aktivitetsniveau meget lavt. Bygdens energiforsyning består af importeret Gasolie, Petroleum og benzin, som sælges fra Polaroil's tankanlæg i bygden og el, der produceres på Gasolie på det lokale elværk.

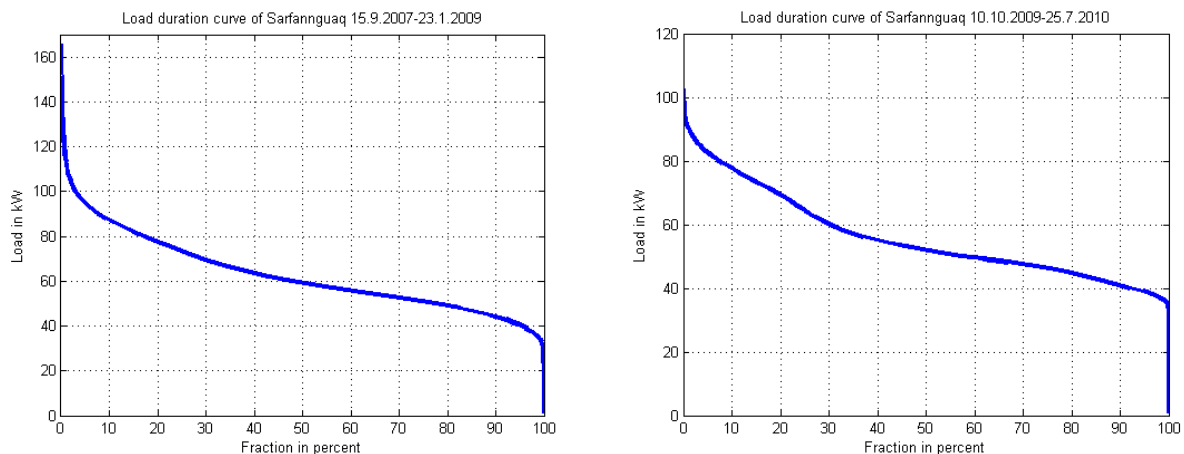
Elværk

Elværket i sarfannguaq består af tre generatorer på hhv. 128,200 og 200kW. Generatorerne drives af tre Scania D9 95M motorer på hhv. 135, 197 og 197kW. De tre generatorer har fælles kølevandskredsløb, der også anvendes til opvarmning af kraftværket. Kølevandstabet og den varme der afgives til omgivelserne er derfor ikke direkte tab, da bygningen ellers skulle opvarmes på anden vis.

Karakteristiske data for de tre generator sæt ved fuld belastning					
Generator	P _{net}	Tab kølevand	Tab udstødning	Tab omgivelser	Elvirkningsgrad
G1	125 kW	29 %	27 %	6 %	38 %
G2	186 kW	29 %	27,5 %	5,5 %	38 %
G3	186 kW	29 %	27,5 %	5,5 %	38 %

Tabel 1 Data for de tre installerede generatorer (2006-)

Kraftværkets generatorer har en maksimal elvirkningsgrad på 38%, men ved belastninger under ca. 50% af maks. lasten begynder virkningsgraden at falde. Ser man på de data der findes for elforbruget i Sarfannguaq, Figur 1 kan man konstatere at der er perioder hvor belastningen ligger under de 50%. Varighedskurverne Figur 1 repræsenterer kun den elektricitet der er afsat til forbrugerne, hertil komme værket eget forbrug, vejbelysningen og tabet i elnettet. Værket eget forbrug og forbruget til vejbelysning findes kun med månedsopløsning og variere imellem 1 og 5kW. Perioderne med lav generator belastning medfører at den gennemsnitlige elvirkningsgrad ligger omkring 10% under den maksimale, Tabel 2.

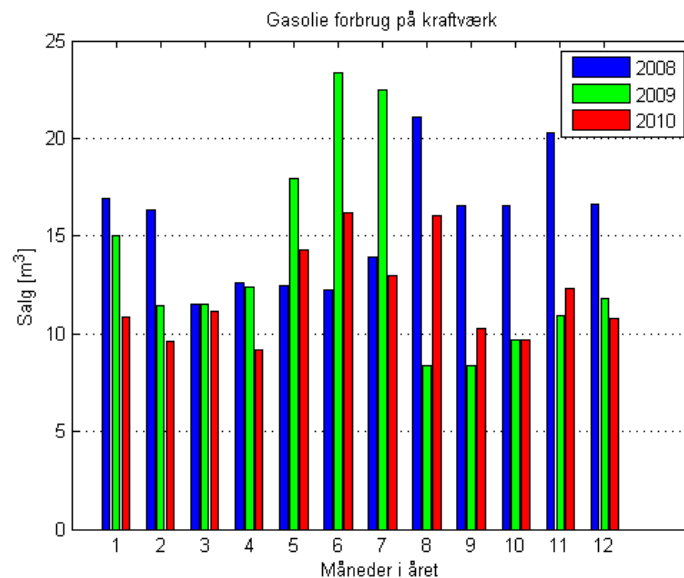


Figur 1 Varighedskurver for elforbruget i Sarfannguaq

År	Produktion [kWh]	Elvirkningsgrad
2007	415.240	0,285
2008	593.280	0,318
2009	402.930	0,268
2010	370.170	0,267

Tabel 2 Produktion og opnået generator virkningsgrader

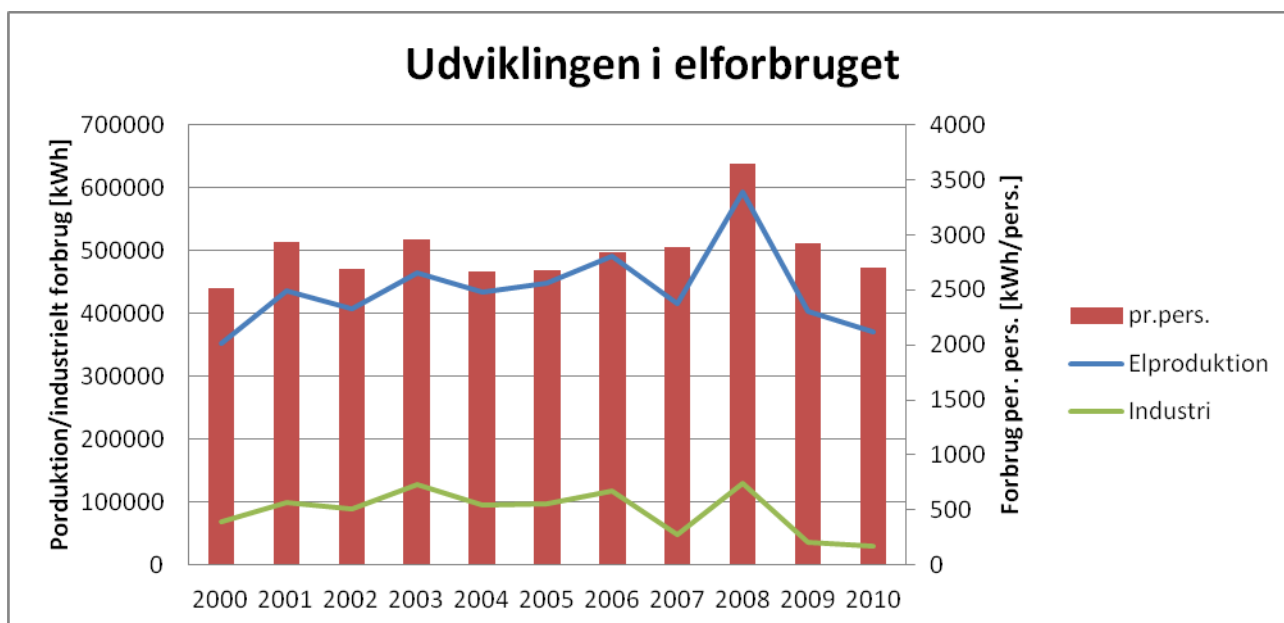
Elproduktionen i Sarfannguaq har i de seneste 10 år været svagt stigende med undtagelse af 2008 hvor produktionen var usædvanlig høj og 2009 hvor det faldt pga. lukning af fiskeforarbejdningsanlægget, se Figur 3.



Figur 2

Der har været en svag befolkningstilvækst i bygden i perioden og det betyder at forbruget per person kun er steget lidt i perioden til et niveau lige under 3000kWh/person/år. Det skal her siges at alle bygdens

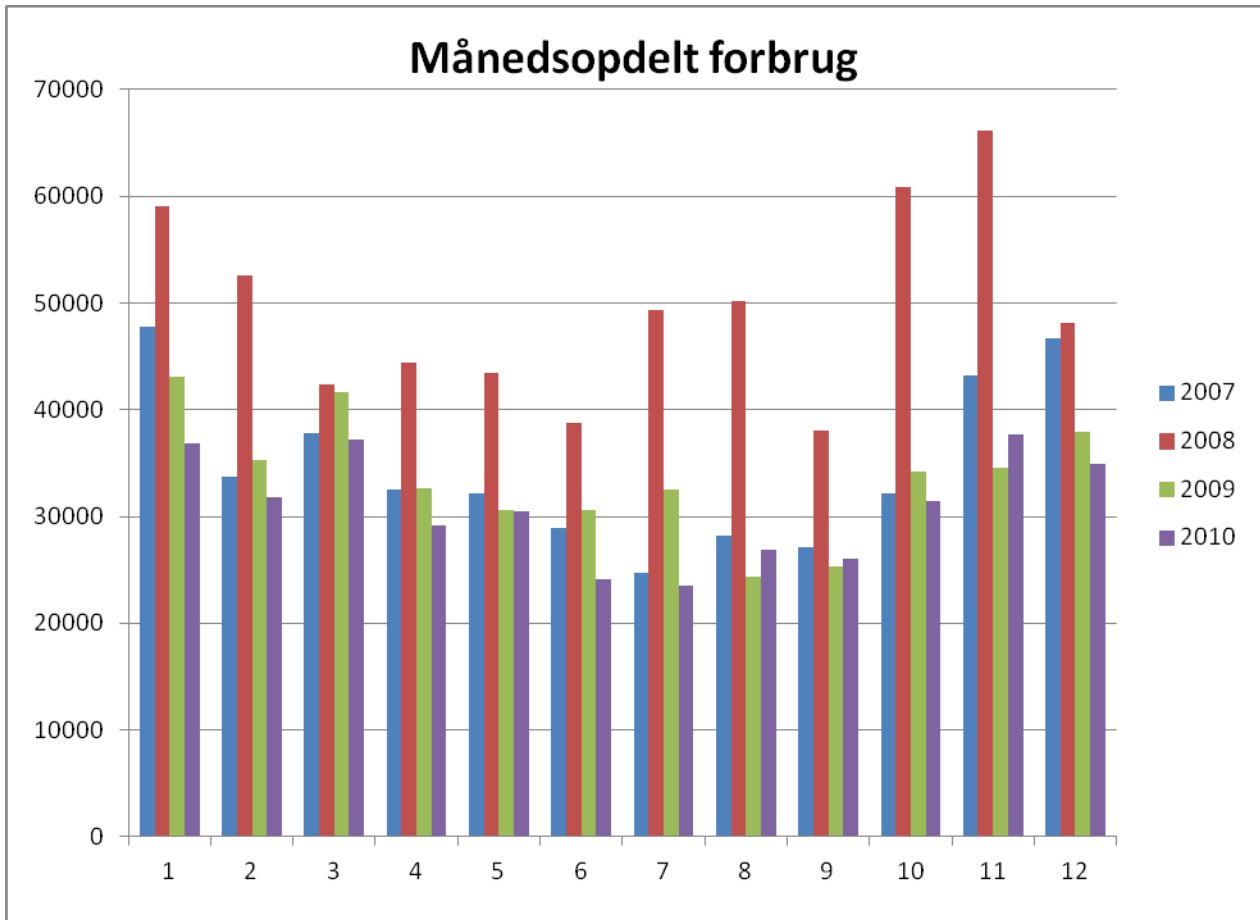
service installationer, som vandværk, butik, skole, kraftværk mm. Er inkluderet i dette forbrug. Det kan derfor ikke direkte sammenlignes med f.eks. de danske husholdningers gennemsnitsforbrug på 1500kWh/person/år.



Figur 3 Elproduktionen i Sarfannguaq, det industrielle forbrug og forbruget per person exkl. industriel de sidste ti år

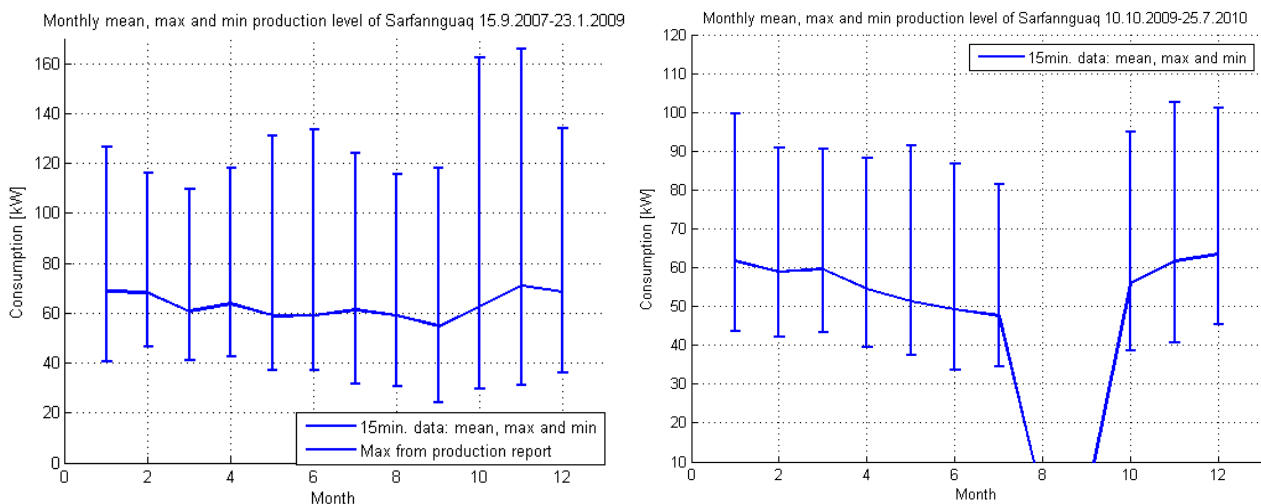
Elforbrug

Elforbruget i bygden varierer relativt meget over året, hvilket skyldes både det ekstra behov for belysning i den mørke vinter til men ikke mindst en lang række frostsikringssystemer. Det drejer sig primært om frostsikring af vandforsyningen og enkelte kloakledninger. Man kan også her konstatere at 2008 ligger markant over de andre år. Stigningen i det industrielle forbrug kan, som det fremgår af Figur 3, kun begrunde halvdelen af denne stigning. Det ikke udelukkes at andre relaterede aktiviteter kan begrunde den pludselige stigning, men det vil kræve yderlige undersøgelser at fastslå. Med de nye tal for 2010 kan vi se at den positive udvikling for 2009 fortsatte i 2010 og der er ikke nogle indikationer på at udviklingen stopper her. De stigende priser og et øget fokus på energiforbruget har sammen med den faldende industrielle aktivitet fået forbruget til at falde.



Figur 4 Månedsopdelt elforbrug for de seneste fire år (Opdateres når data foreligger)

Undersøger elforbruget i de to perioder, hvor der findes fjernaflæste forbrugsdata, kan man se at der er store variationer imellem minimums- og maksimumsforbruget i hver måned, Figur 5. I datagrundlaget for den første periode indgår hovedsagelig data for 2008, hvor forbruget var unormalt højt. Det er derfor ikke et godt grundlag at undersøge variationerne ud fra. Sammenlignes de to perioder kan man se at minimumsforbruget er steget lidt mens maksimumsforbruget er væsentlig lavere. Den relativt korte 2. dataserie betyder at ikke hele året er repræsenteret og derfor kan der ikke siges noget generelt om sommermånederne inden yderligere data foreligger.

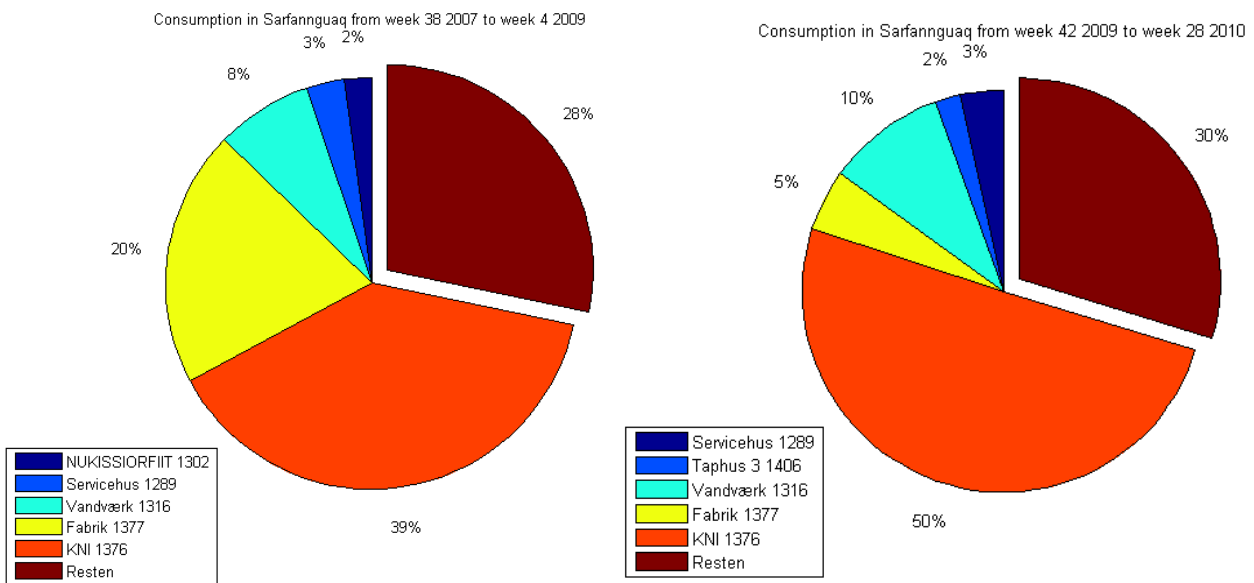


Figur 5 Elforbruget fordelt på måneder over de to perioder med fjernaflæste forbrug

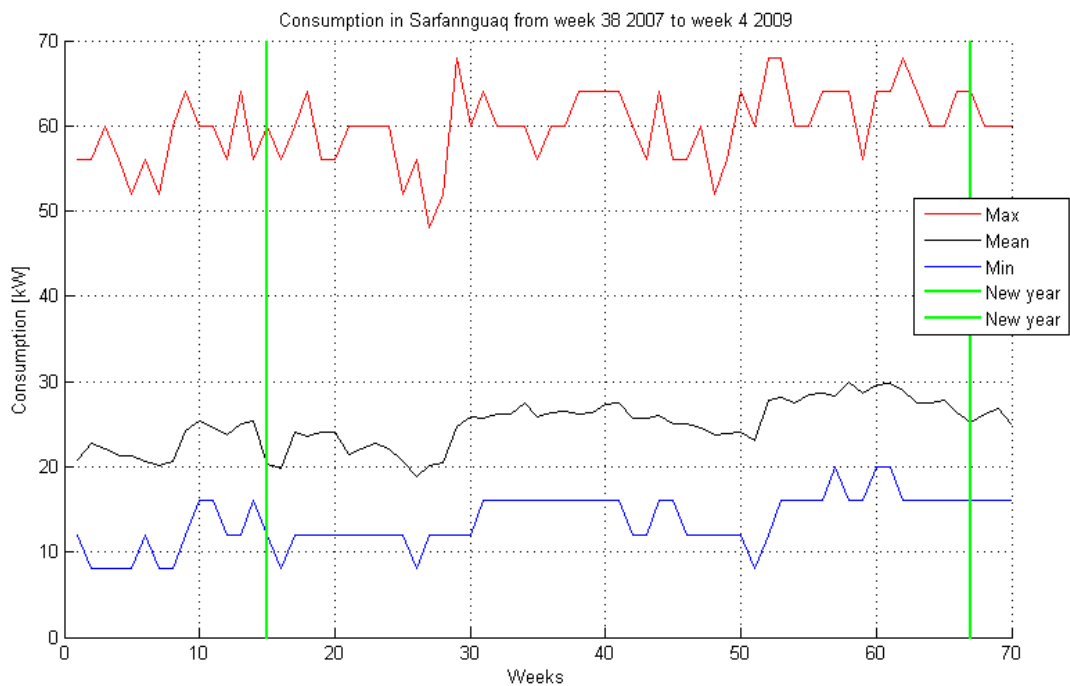
Undersøges forbrugerfordelingen for de to dataserier, der hhv. repræsenterer et totalt forbrug på 1: 760MWh(1,4år) 2: 392MWh(0,8år), kan de største forbrugeres andel af forbruget bestemmes, Figur 6. I begge perioder udgør de fem storforbrugere omkring 70% af forbruget, med KNI's butik/lager som langt den største forbruger. Efter at Sisimiut Fish har neddroset deres aktiviteter i bygden står KNI for 50 % af bygdens forbrug.

Undersøges KNI's forbrugsmønster lidt nærmere, Figur 7 og Figur 8, ligger deres middelforbrug på imellem 20 og 30kW. Det svare til et årligt forbrug på 175-265 MWh. Ser man på variationerne af forbruget i første periode ligger det mellem 8 og 68kW for disse 15 minutters middel værdier. Undersøger den 2. periode er variationerne noget lavere, da de er baseret på 1times middelværdier. Det betyder også at de egentlige variationer er noget større en de 60kW disse målinger antyder. I bilag 3 og 4 kan de KNI's forbrugsvariationer studeres. De høje forbrug ligger i butikkens åbningstid og de højeste forbrug forekommer om formiddagen. Der er i uge 17 2008 blevet tilføjet en belastning der ikke bare hæver spidsbelastningen, men også minimumsforbruget.

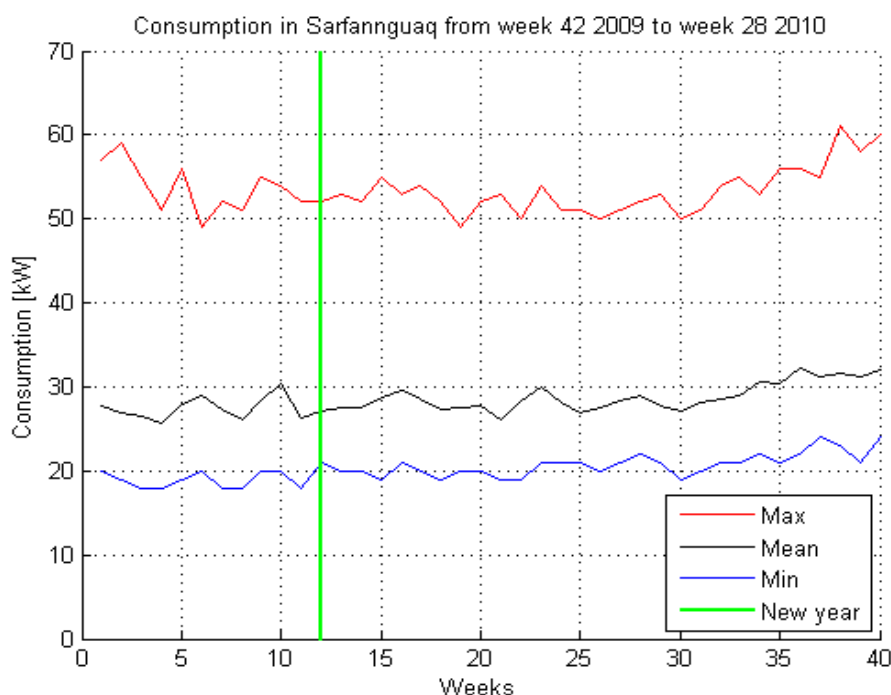
Det virker voldsomt at en butik af denne størrelse har et elforbrug på dette niveau og KNI bør overveje en kortlægning af deres forbrug, med henblik på at nedbringe dette.



Figur 6 Fordeling af forbruget på bygdens fem største forbrugere



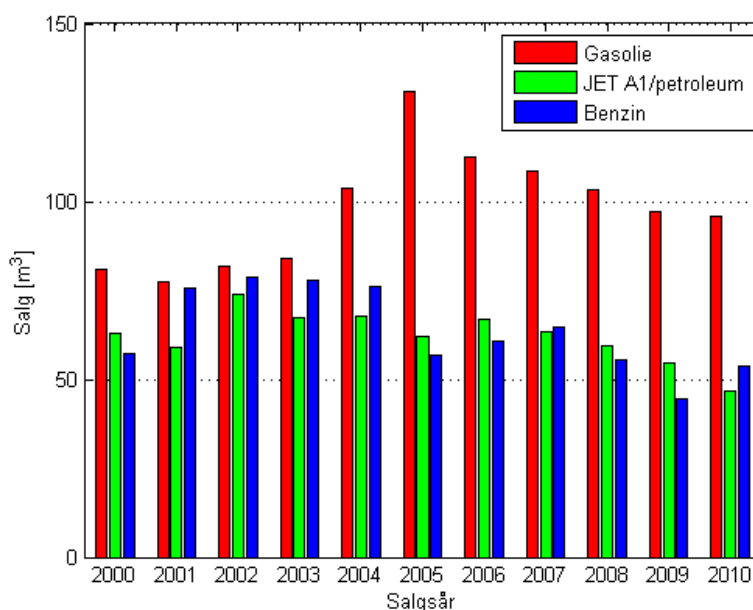
Figur 7 Ugentlig maks., middel og minimumsforbrug for KNI Sarfannguaq periode 1



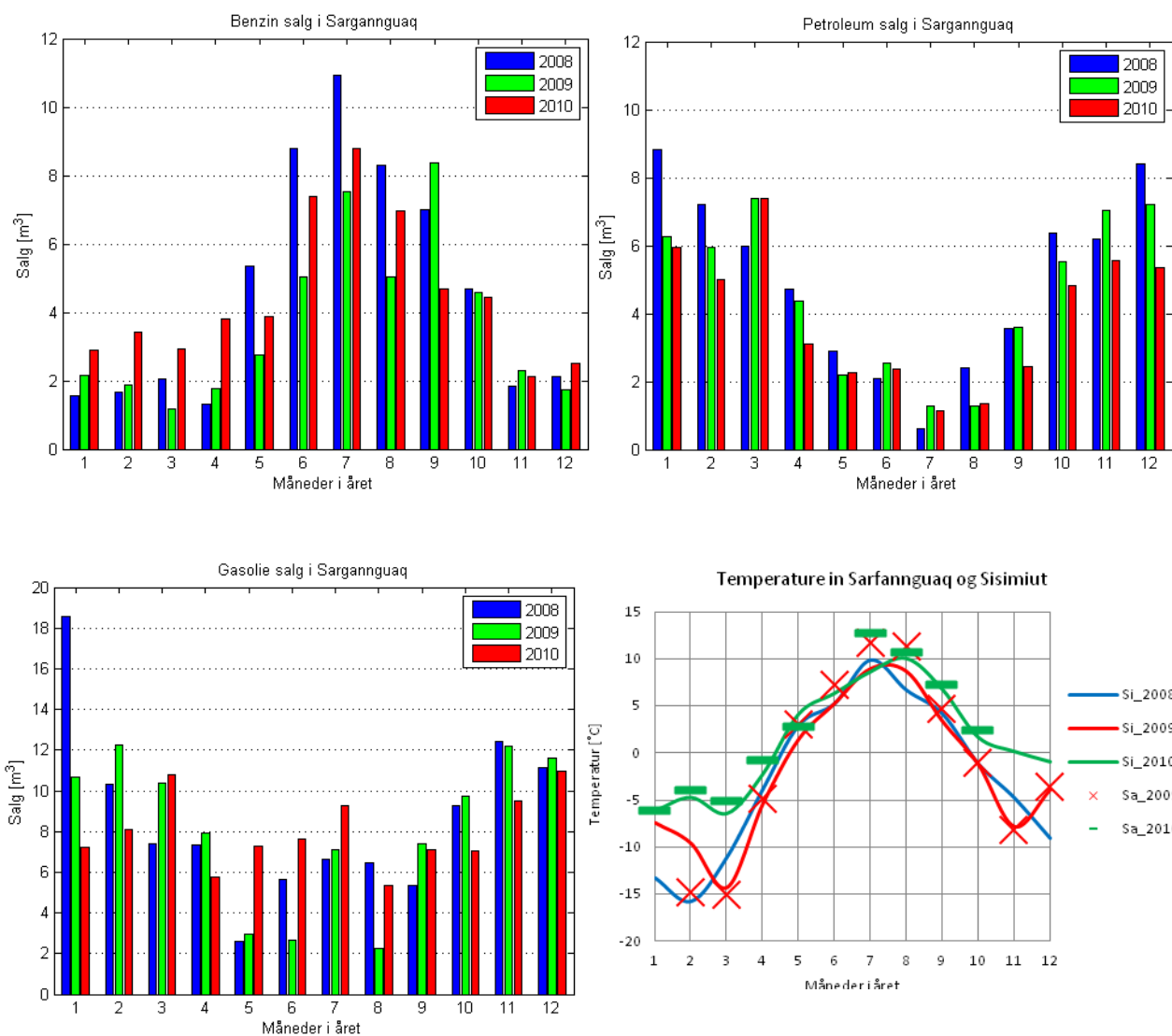
Figur 8 Ugentlig maks., middel og minimumsforbrug for KNI Sarfannguaq periode 2

Olieprodukter

Bygdens brændstofforsyning varetages af Polaroil, der driver bygdens eneste tankanlæg. Fra tankanlægget sælges Benzin, Gasolie og Petroleum. Benzin anvendes primært til både og snescootere. Gasolie og Petroleum anvendes primært til opvarmning via oliefyr, mindre petroleumsovne og affaldsforbrænding. Brændstofsalg har været faldende siden 2005 og særligt gasoliesalg er faldet markant, Figur 9. Noget af faldet kan hænge sammen med faldende industrielaktivitet i bygden, men også nye huse og udskiftning af oliekedler kan være noget af forklaringen.



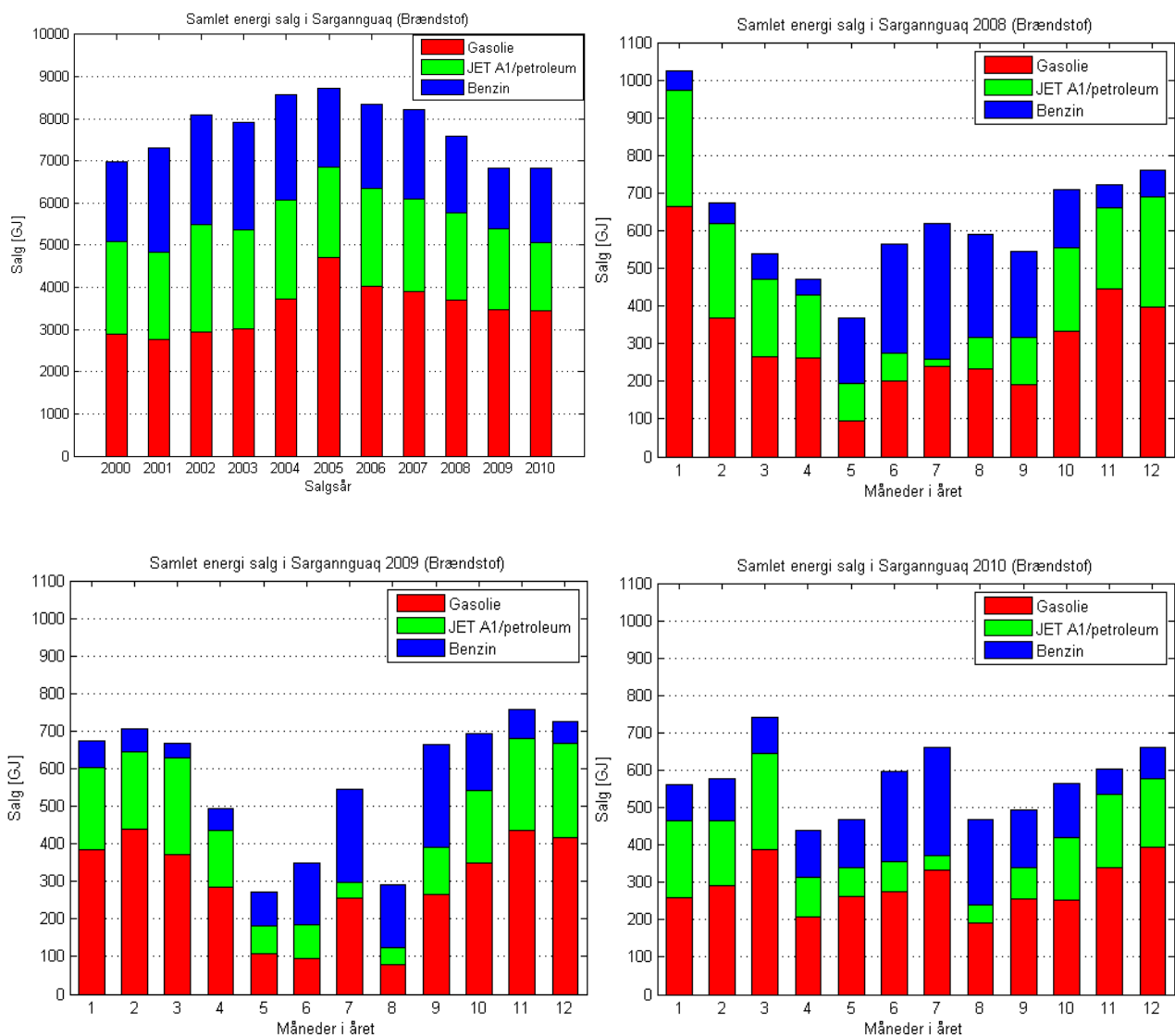
Figur 9 Brændstofsalg i Sarfannguaq



Figur 10 Månedssalg og temperaturer for 2008-2010

Salgsmønstret for de tre brændstoftyper bekræfter den observerede brug. Petroleum bruges primært til opvarmning og derfor kan temperaturvariationer aflæses i salget af brændstof. De færreste forbrugere har store tanke og derfor kan salget på månedsbasis give et godt billede af opvarmningsbehovet. For gasolie er billedet lidt mere blandet. Det kan skyldes at gasolie også bruges til opvarmning af brugsvand og til affaldsforbrænding. Benzin forbruget følger, ud over det normale minimumsforbrug til transport, fiske og jagtsæsonen (april-oktober).

Omregnes salget til energi, Figur 11, er det tydeligt at energiforbruget, i form af brændstof er faldet med omkring 20 % fra 2005 til 2010. Prisen på brændstof er i samme periode steget omkring 20 %, hvilket kan være en del af forklaring på det faldende forbrug.



Figur 11 Energisalg i form af brændstoffer

Oliekedler og petroleumsovne

Petroleumsovne er traditionelt placeret inde i selve huset og levere varme direkte fra ovns overflade. Derfor regnes kun skorstenstabet for et decideret tab. De mest almindelige petroleumsovne er tilsluttet en normal skorsten, der sikre tilstrækkelig aftræk fra forbrændingskammeret. Denne type ovne har typisk en virkningsgrad på 0,80 da røggas og gennemtrækstabet er relativt stort.

Oliekedlerne er for det meste af ældre dato med en standard termostat on/off regulering. De fleste kedler er dårligt isolerede og afgiver derfor relativt meget varme til omgivelserne. Så længe kedlerne er placeret inde i huset, og der er et varmebehov, er dette ikke noget problem, men om sommeren hvor opvarmningsbehovet er lavt kan det overophede rummet.

Ser men på tabene i de oliekedel baserede systemer kan tabene inddeles i:

- Røggastab

- Gennemtrækstab
- Varmetab fra kedlen
- Varmetab fra rørsystem, inkl. pumper og ventiler samt evt. varmtvandsbeholder

Røggastabet for denne type kedler ligger efter indregulering på 6-12 %. Gennemtrækstab er alt efter kedlens stand og alder 0-8 %. Varmetabet fra kedlernes ikke vandkølede dele udgør typisk 2 % og tabet fra de vandkølede dele er typisk 3-4 %. Det betyder at tabet i selve kedlen kan udgøre op til 25 % af den indfyrede effekt. Der til kommer så tabet i rørsystemet, der for flere af bygningerne vurderes at være meget høje.

Enkelte bygninger har installeret moderne kondenserende kedler, hvor den forventede virkningsgrad er >95 %. Er det øvrige system ikke tilpasset den valgte kedel og er klimastyringen sparret væk vil man end ikke med de nye kedler opnå en god energiudnyttelse.

Varmen fordeles typisk til radiatorerne via uisoleret kreds af stålrør. Kredsen er forsynet med en cirkulationspumpe uden regulering eller med manuel regulering. Disse kedler kører typisk med fast fremløbstemperatur og fast cirkulationshastighed året rundt. Et sådan system vil året rundt uafhængig af radiatortermostater og varmebehov afgive en væsentlig mængde varme, der i værst fald må ventileres ud.

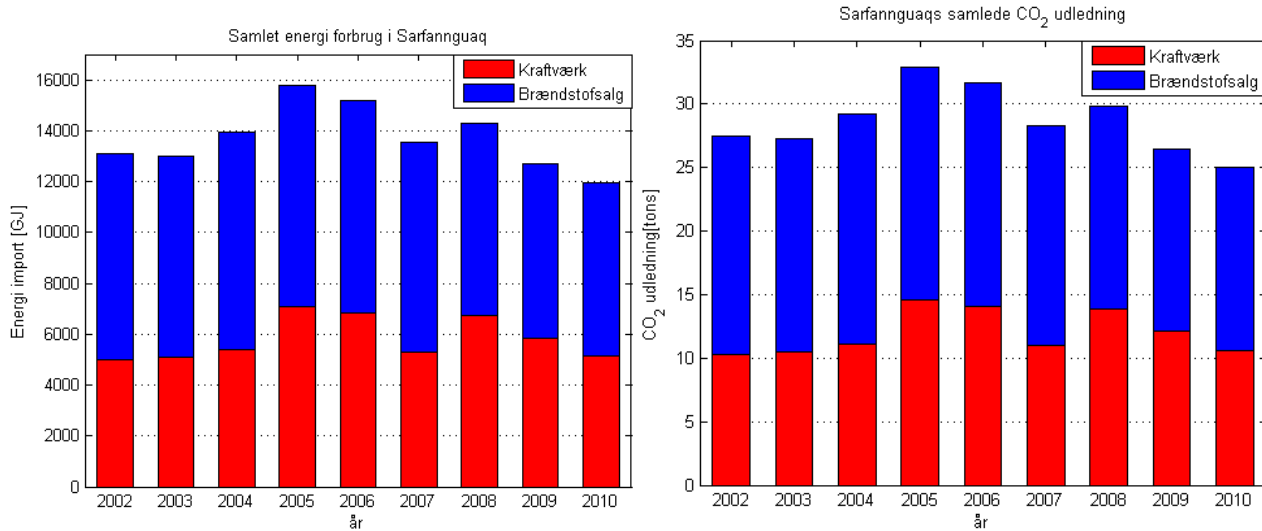
I flere bygninger er dele af varmekredsen ført i uopvarmede skunke og sågar under huset. Enkelte huse har også konstant eller tidsreguleret cirkulation på brugsvandet. Det kan være nødvendigt af hensyn til frostsprængning, ved rørføring i kolde rum. Med korrekt føring og isolering af rørene i de relativt små bygninger bør denne type tab kunne undgås.

Tabene som følge af den konstante cirkulation, i periode uden eller med meget lille varmebehov, kan minimeres ved at anvende elektronisk regulerede cirkulationspumper. Denne type pumper vil også forbruge langt mindre el. Ved gennemgang af bygdens varmesystemer blev der i varmekredsene fundet pumper med effekter fra 40-60W, flere med tretrins hastighedsregulering. Ved gennemgang af pumperne i hhv. februar og august kunne det konstateres, at kun de færreste anvender den manuelle regulering af pumperne. Det betyder at der typisk vil være en elbesparelse på 150-300kWh/år plus en ukendt varmebesparelse at hente pr. pumpe ved at udskifte dem til moderne pumper. Til cirkulering af varmt brugsvand anvendes pumper fra 30-150W, enkelte er tidsstyret. Hvis der af den ene eller den anden grund er behov for brugsvandscirkulation kan der også her spares meget, både varme og el, ved at vælge de elektroniskregulerede pumper. Beboerne vil allerede med deres nuværende pumper, typisk med tretrins regulering, kunne spare ca. 20 % på el forbruget og tilsvarende på varmetabet ved aktivt at anvende de tre hastigheder. Men erfaringerne fra bygden viser at kun de færrest kender til denne mulighed og ingen bruger det. En elektronisk reguleret pumpe som fx Grundfos Alpha2 eller Smedegaard SimFlex 2 koster omkring 40 % mere end tilsvarende almindelige pumper, men med bygdens elpris vil en sådan elektroniskreguleret pumpe altid være det bedste valg.

Samlet energiforbrug og CO₂ udledning

Sarfanguaq's energiforbrug og dermed også bygdens CO₂udledning er inde i en positiv udvikling, men der er mange muligheder for at spare yderligere på både el og brændstof. Siden forbruget toppede i 2005 er det samlede energiforbrug faldet med 24 %, men en del af dette fald skyldes den faldende erhvervsaktivitet i bygden. Ser man på bygdens forbrug i forhold til resten af Grønland, der forbruger 9700TJ/år for 50.000

personer eller 180GJ/pers., bruger bygden 12000GJ for 126 personer eller 95GJ/pers. Dette er ikke direkte sammenligneligt da bygden modtager en lang række serviceydelser fra resten af samfundet, der koster energi. Ved en målrettet indsats, ikke bare fra bygdens beboere, men også fra myndighederne og de tekniske bidragsydere vil der være mange energibesparelser at hente i bygden.

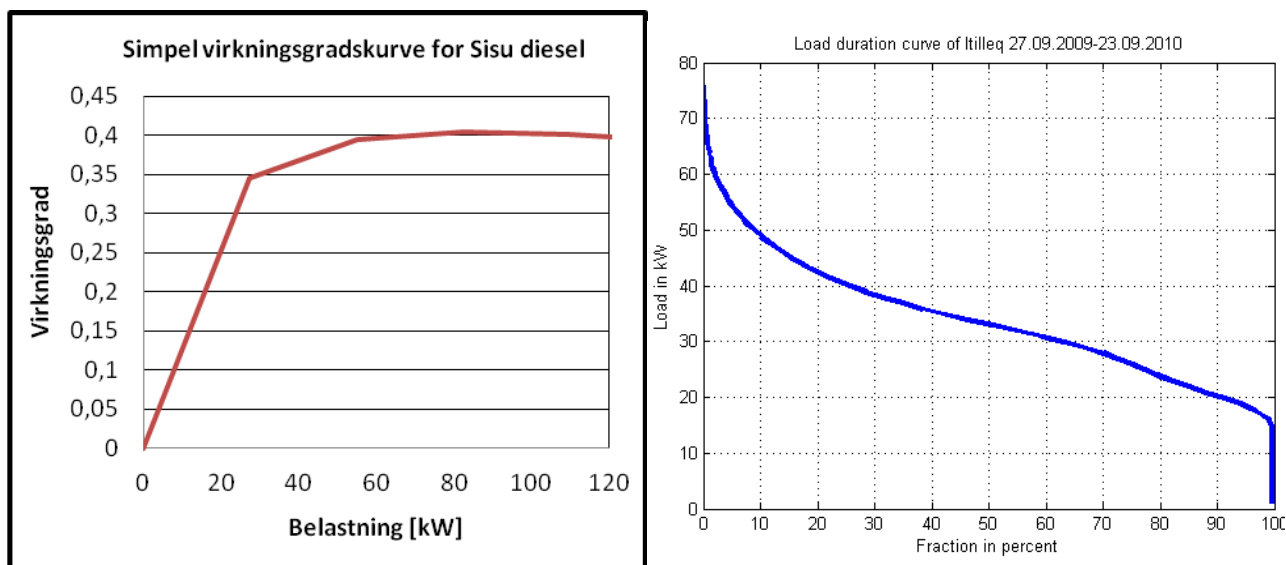


Itilleq

Bygden Itilleq ligger 40km syd for Sisimiut. Bygden har 112 indbyggere, der primært lever af service, jagt og fiskeri. Bygden har egen børnehave, skole, kommunekontor, vand, kraftværk, butik og fiskefabrik. Produktionen af fiskefileter er flyttet og derfor er fabrikkens aktivitetsniveau meget lavt. Bygdens energiforsyning består af importeret Gasolie, Petroleum og benzin, som sælges fra Polaroil's tankanlæg i bygden og el, der produceres på Gasolie på det lokale elværk.

Elværk

Kraftværket i Itilleq består fra oktober 2010 af tre generatorer, af typen Stamford UCI274F, alle på 160kVA eller 128kW. Generatorene drives af tre Sisu 620 DSRG diesel motorer med en effekt på 110kW. De tre generatorsæt har en fælles kølekreds, der også anvendes til opvarmning af kraftværksbygningen. Kraftværket vil have den samme tabsfordeling som blev skitseret for generatorerne i Sarfannguaq. Virkningsgradkurven for Sisu motorerne er skitseret Figur 12 og viser at belastningen gerne skal holdes over 30kW for at opnå en god virkningsgrad. Der til komme generatortabet der for belastninger over 30 kW ligger omkring 94 %. For belastninger <30kW vil virkningsgraden for både motor og generator falde pga. interne friktionstab.



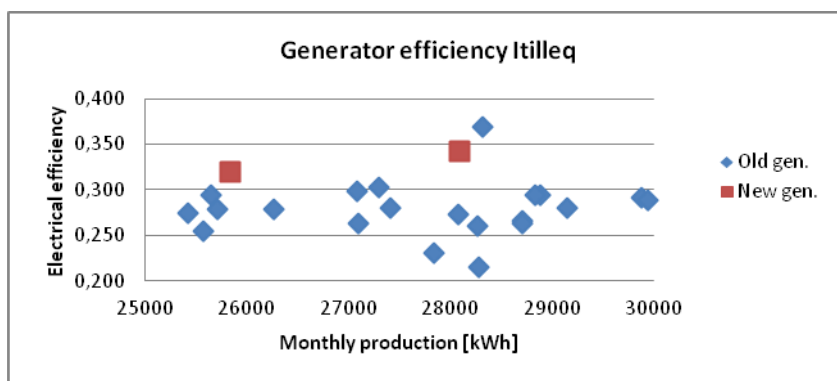
Figur 12 Virkningsgradskurve for Sisu dieselmotorer

Sammenholdes dette med belastningskurven for kraftværket fremgår det at belastningen vil ligge under 30kW 40 % af tiden. Det fremgår endvidere at den maksimale middelbelastning over en time ligger på 75kW. Et enkelt generatorsæt forventes således altid kunne klare belastningen. Indtil oktober 2010 havde bygden tre mindre generatorer på 64kW og med det har man opnået årsvirkningsgraderne, Tabel 3.

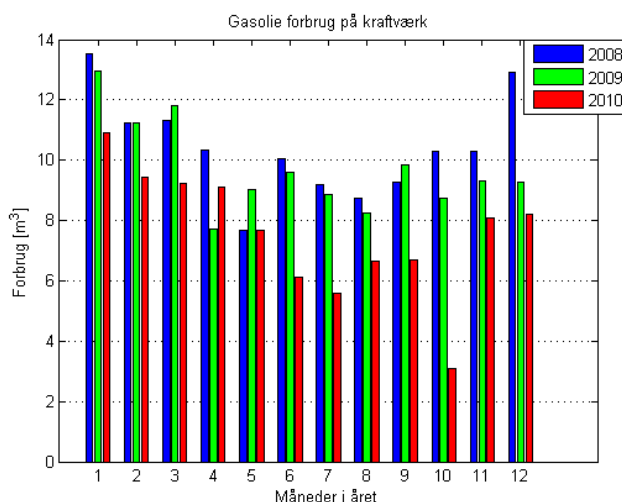
År	Produktion [kWh]	Elvirkningsgrad
2007	369.269	0,286
2008	360.022	0,289
2009	338.717	0,292
2010	276.426*	0,308*

I november og december 2010, hvor de nye generatorer har været i drift ligger virkningsgraden en smule højere end der er opnået med det gamle generatorer ved den samme månedlige produktion Figur 13. Da virkningsgraden afhænger af belastningsfordelingen og ikke direkte af den månedlige produktion er det ikke en helt korrekt sammenligning. Med de to måneder der pt. Er til rådighed for de nye generatorer er det ikke muligt at sige noget sikkert om den opnåelige virkningsgrad. Meget afhænger af hvor godt generatorerne klare sig ved belastninger under 30-35kW. De nye generatorer er noget større end de gamle og det at det ikke længere er nødvendigt at køre parallelt ved høje belastninger sparre nogle opstarter. De nye generatorer forventes at klare sig beder ved de lave belastninger, men det at deres nominelle effekt er større gør at de nok ikke vil opnå en væsentlig højere virkningsgrad ved lave belastninger. Det forventes at minimeringen af de lastbetingede start-/stopperioder sammen med den forberede styring af de nye generatorer vil give en lille stigning i den månedlige virkningsgrad, ved det nuværende lastniveau. Ændre forbruget sig væsentligt kan det have stor indflydelse på kraftværkets virkningsgrad.

Tabel 3 Produktion og opnået årvirkningsgrad



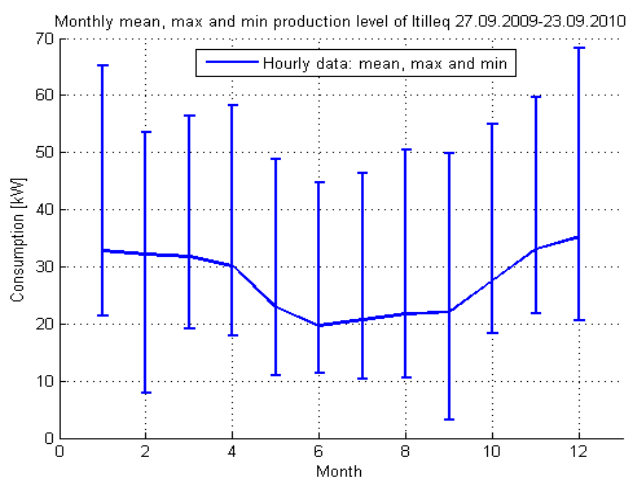
Figur 13 Sammenligning af månedlige virkningsgrader for generatorsæt



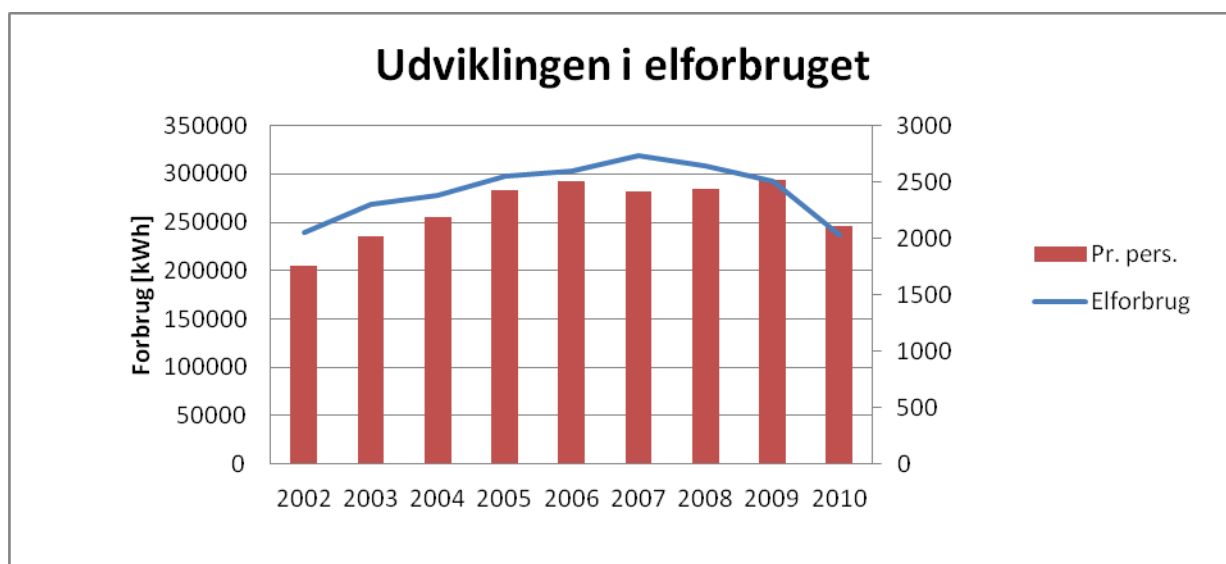
Figur 14 Gasolieforbrug på kraftværk, kraftværk udskiftet 10.2010

Elforbrug

Bygdens elforbrug varierer en del hen over året, hvilket skyldes ekstra behov for belysning og frostsikring i vinterperioden. Minimumsforbrugene i denne statistik kan være behæftet med nogen usikkerhed, da monitoreringen ikke tager højde for udfald i forsyningen indenfor måleperioden. Der er i måleperioden registreret forbrug ned til 4kW, hvilket vurderes at være urealistisk for en hel bygd. Som i Sarfannguaq er forbruget, i Itilleq, faldende og også her må noget af dette fald tilskrives faldende erhvervsaktivitet. Forbruget per person var i 2010 2100kWh, hvilket er 500kWh lavere end nabobygden, Sarfannguaq.

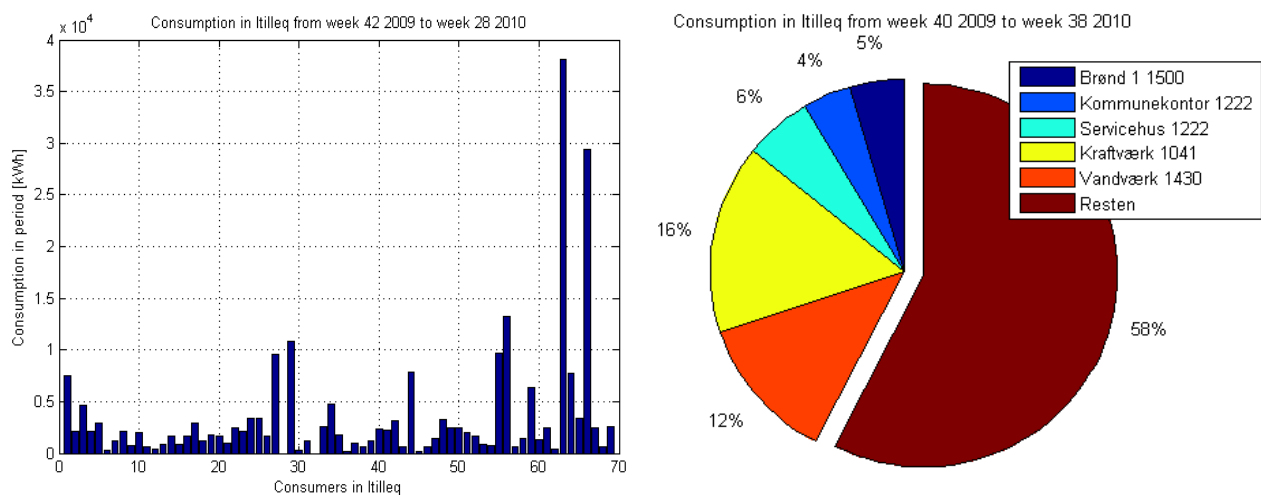


Figur 15 Variation i det timebaserede elforbruget



Figur 16 Udviklingen i Itilleq's elforbrug over de seneste år og forbruget per Person inkl. Industrielt forbrug.

Undersøges de enkelte forbrugeres samlede forbrug i perioden viser det sig at der findes to meget store forbrugere på hhv. 29 og 38MWh, og nogle lidt mindre på omkring de 10MWh, Figur 17.



Figur 17 Elforbruget i Itilleq fordelt på forbrugere

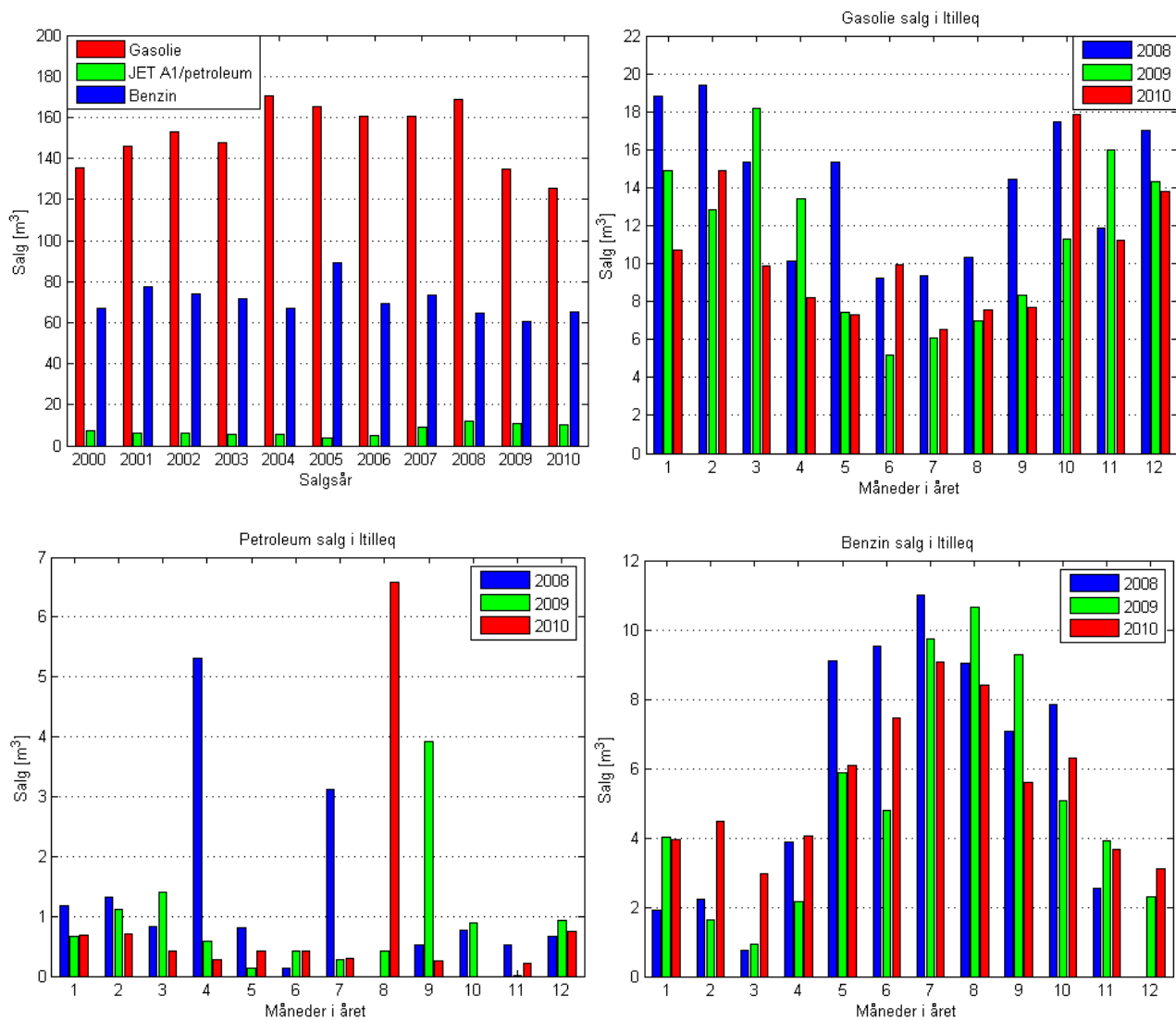
Undersøges forbrugsfordelingen for perioden, Figur 17 er det tydeligt at bygdens storforbrugere er Nukissiorfiit selv og kommunen. De resterende forbrugere for de flestes vedkommende på 2-3MWh i perioden. KNI som er langt den største aftager i Sarfannguaq med >200MWh/år bruger kun sølle 7,5MWh i Itilleq.

Olieprodukter

Bygdens brændstofforsyning varetages af Polaroil, der driver bygdens tankanlæg. Herfra sælges Benzin, Petroleum og Gasolie. Benzinen bruges til både, motorcykler og snescootere. Petroleum anvendes til opvarmning via gamle petroleumsovne. Gasolie anvendes primært til opvarmning via oliefyr, men også til de større fiskefartøjer, bygdens traktor og til affaldsforbrænding.

Det årlige salg af de tre produkter, Figur 18_1 er for de senere år konstant for benzin og petroleum vedkommende mens der har været pæne fald i gasoliesalget de seneste to år. Faldet skyldes delvis et fald i sommerforbruget maj-okt., men også vinterforbruget er faldet bl.a. på grund af nogle milde vintre 2009 og 2010, Figur 18_2. Petroleumssalget ligger generelt lavt med under 1000L/mdr., men enkelte måneder skiller sig ud med meget høje salg. Da der ikke findes forbrugere med meget stor tankkapacitet skyldes disse afvigelser sandsynligvis opførelsen af salget eller at der har været svind, som også indgår i det statistiske grundlag. Benzinforbruget topper henover sommeren, hvor aktiviteterne på vandet er størst.

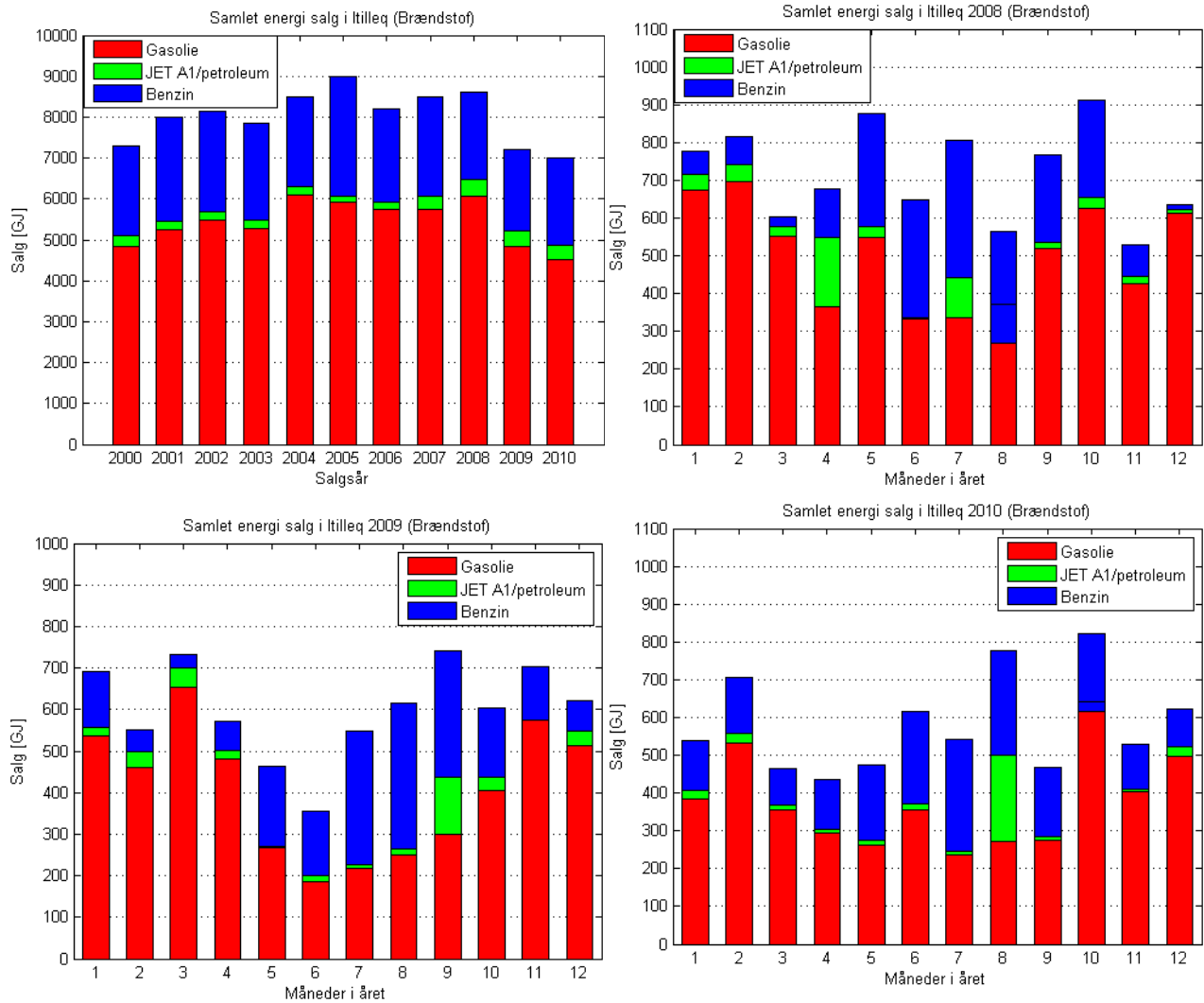
Sammenlignes Itilleq's forbrug med nabobygden Sarfannguaq er brændstoffordelingen anderledes. I Sarfannguaq anvendes der væsentligt mere Petroleum og knap så meget Gasolie, mens benzinforbruget er en smule højere i Itilleq.



Figur 18 Brændstofsalg i Itilleq

Opgøres energiindholdet i det solgte brændstof, Figur 19 viser det et samlet energisalg 2010 på ca. 7000GJ. Reduktionen i energisalg ligger primært på Gasolie, der som tidligere beskrevet skyldes den milde vinter og et faldt i bygdens erhvervsaktiviteter. Sammenlignes de tre seneste år er det særligt forårssalg der er faldet.

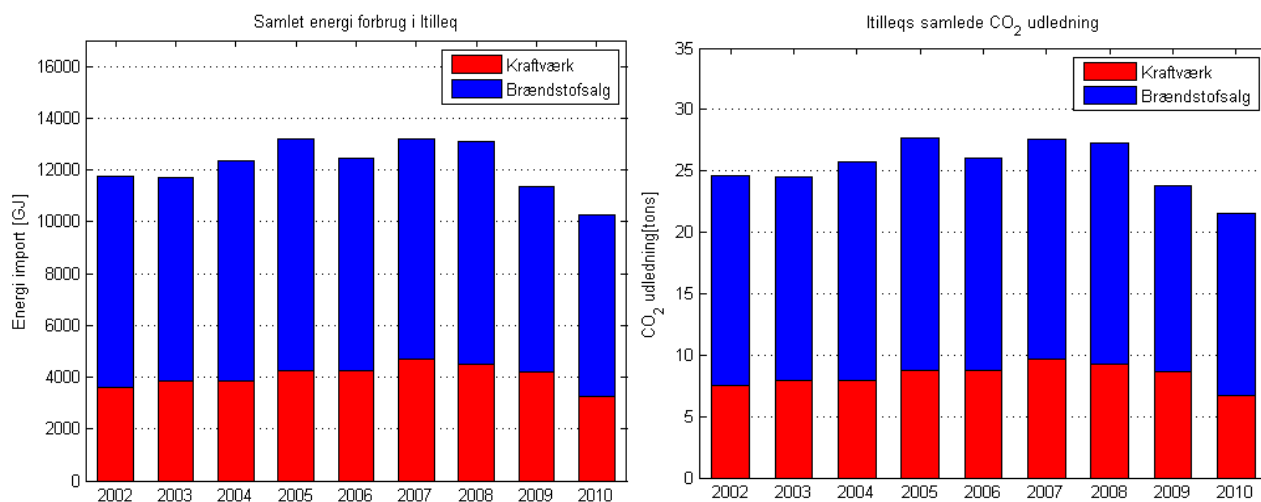
Sammenlignes salget med salget i Sarfannguaq vil man se at samlede energisalg er på samme niveau, ca. 7000GJ/år. Den milde vinter jan-april 2010 gav et markant lavere energiforbrug i de to bygder, mens benzinförbruget kun var marginalt højere.



Figur 19 Brændstofsalg omregnet til energisalg

Samlet energiforbrug og CO₂ udledning

I de seneste to år har der været et markant fald i bygdens energiforbrug. Der skyldes til dels at bygdens befolkning skrumper, men forbruget af både Gasolie og el per person er faldet det seneste år. Hvor stor en del af dette fald, der skyldes lavere aktivitetsniveau i form af mindre fiskeri og fangstaktiviteter er ikke muligt at opgøre, da disse tal ikke længere opgøres på bygdeniveau.



Figur 20 Samlet energiimport og CO₂ udledning for Itilleq

Mulige tiltag for at reducere energiforbruget

Ud fra den filosofi, at der er størst sparre potentiale der hvor forbruget er størst vil det være oplagt at se på gasolieforbruget først. Gasolie bruges, i de to bygder primært til opvarmning af bygninger og brugsvand. En opdatering af bygningsmassen til et tidssvarende niveau vil sparre en væsentlig del af den anvendte gasolie. De hidtidige brændstofpriser har ikke givet beboerne et incitament til at opgradere deres bolig. Samtidig bor en forholdsvis stor andel af beboerne bor i lejebolig, hvor ejeren/udlejereren ikke har interesse i forbruget, da dette betales af lejeren. Det har medført det relativt høje energiforbrug til opvarmning.

Elforbruget er væsentlig højere i Sarfannguit i forhold til Itilleq også når indbyggertallet tages i betragtning. En af de forbrugere der er meget iøjnefaldende er KNI's butikkerne. I Sarfannguaq står KNI for 50 % (185.000 kWh) af det samlede elforbrug mens den tilsvarende butik i Itilleq kun bruger 16 % (44.000 kWh) af bygdens forbrug. Et godt sted at starte vil dermed være at undersøge årsagen til denne forskel og finde en måde at reducere dette på.

Et andet sted, hvor der er et stort sparrepotentiale er på vand og kraftværkerne, der benytter en del el til opvarmning og frostsikring. Ved gennemgang af disse systemer blev der observeret en del fejlindstillede og defekte termostater. Det drejer sig bl.a. om kraftværksbygninger, taphuse og vandværker, hvor der anvendes el til frostsikring og sekundær opvarmning. På dette punkt var der også stor forskel på de to bygder. I Itilleq var stort set alle termostater indstillet fornuftigt og systemer med defekte termostater var manuelt afbrudt (sommer) og startes, ifølge bestyreren, når frosten sætter ind. I Sarfannguaq var flere af frostsikringstermostater indstillet til >20°C i Taphusene og på vandværket. På kraftværket, der ellers opvarmes af værkets kølevand, var elpanelerne stillet så højt at de leverer hovedparten af opvarmning. Ved 1-2 årlige gennemgange af disse systemer vurderes der at kunne sparres en væsentlig del af forbruget.

Lys- og bevægelsessensorer vil med fordel kunne installeres på projektører og anden energikrævende belysning. Der er generelt mange uudnyttede sparre muligheder, der ikke behøver forringe beboernes komfort eller økonomi.

Analyse af lavenergihuse

Af Philip Delff

Use of measurements for modeling heat dynamics of buildings

Characterizing energy performance of buildings, detection of poorly performing parts, and suggestions for improvements are highly relevant. Today these tasks call for expensive analysis including manual labor and calculations. The subject of the project is to develop a suite of mathematical and statistical methods to automatically perform such tasks.

The classical approach to assessment of energy performance of buildings is deterministic modeling and simulation of the building envelope and ultimately comparison with measurements on and/or energy consumption of the building.

Such an approach requires in-depth knowledge about the specific building. This project will consider statistical methods for developing data-driven approaches. Modeling the heat dynamics with data-driven models provides general formulations of heat dynamics which can be estimated on few and simple measurements of e.g. temperatures. Parameter estimates can be compared with expectations

to search for unexpected performance of different construction parts and installations, and changes in parameter estimates reflect changes in performance, i.e. needs for maintenance work, or measures the effect of improvements.

The data-driven models considered will focus on the grey-box modeling approach where the dynamics are described by stochastic differential equations.

Opposite to deterministic differential equations they include a noise term and are therefore able to accommodate for deficiencies in the deterministic part of the model, unrecognized inputs, and measurement noise. Grey-box modeling has proven to facilitate a strong framework for modeling physical systems.

As building regulations are getting more and more demanding related to energy savings, conduction losses are lowered, and as a consequence non-linear terms as e.g. radiation play a more important role, and so does automated control of ventilation and heating systems. Integration of solar-thermal energy for heating and hot water further adds to the need for modeling, prediction, and control of heating and ventilation. It is expected that for the experiments, a DTU owned low-energy house in Sisimiut, Greenland, will be used as the primary source for time series data.

The house is a duplex house where a family lives in the one half, while the other half is only occasionally used for living. The house is equipped with solar-thermal panels used for heating and hot water supply. Furthermore, since it is located in a cold climate north of the polar circle, the house provide unique testing conditions for identifying impacts of different use, solar radiation, and outside temperatures.

The purpose is to establish new methods and models for characterizing the energy performance of buildings using dynamical models. This characterization should ease detection of construction parts with unexpected behavior in order to improve the energy performance of the building.

Bilag 1: Artikel om mølleindvielse

Nyhedsklip fra Sermitsiaq, 13. August 2010

Mølle indvies med kaffemik

redaktion | 13-08 - 09:50

Nu er den første nettilsluttede vindmølle i Grønland sat i drift i Sarfannguaq. Her vil den producere grøn energi til bygden som supplement til diesel-elværket.

Efter fem års forberedelse i regi af Center for Arktisk Teknologi har vi i dag nået en milepæl ved at vindmøllen nu er blevet tilsluttet elnettet. Da vinden sidst på eftermiddagen fik møllen til at snurre gik den straks i gang med at levere grøn energi til bygdens beboere.

Sådan fortæller lektor Lektor Esben Larsen, DTU Elektro.

Møllen er 10 m høj og har en vingediameter på 6 m. Den installerede generator er på 6kW. Center for Arktisk Teknologi har i flere år målt på vinden i bygden og fandt at toppen ved siden af Tele Greenlands mast var velegnet til en vindmølle. Møllen blev monteret ved siden af Teles anlæg sidste år, men først i år blev det muligt at få sluttet møllen til elnettet. På denne plads forventes møllen at producere op til ca 17.000kWh pr år svarende til oliebesparelse på elværket på op imod 6000l.

- Al begyndelse er svær – også i Grønland. Da dette er den første vindmølle tilsluttet det grønlandske elnet er tilladelsen hertil givet direkte fra politikernes bord i Naalakkersuisut. I den gode sags tjeneste for opnåelse af en grønnere elproduktion i bygderne blev tilladelsen for tilslutning givet i foråret.

Forudsætningerne for en succesfuld elproduktion fra vindmøller er bl.a. et detaljeret kendskab til de lokale vindforhold. Center for Arktisk teknologi har nu syv vindmålemaster i Grønland for undersøgelse af potentialer for videre udnyttelse af vindkraften. I den nærliggende bygd Itilleq undersøges pt mulighed for om vindkraften kan udnyttes specielt til drift af anlæg for afsaltning af havvand.

- Vindmøllen indvies med kaffe-mik i Sarfannguaq lørdag den 14. august kl. 14. Alle er velkomne, fortæller Esben Larsen.

Bilag 2: Projektbeskrivelse lavenergi huse

Supervisor: Carsten Rode

Funding: DTU

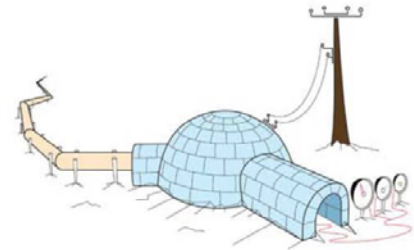
Martin Kotel

Section:

Building Physics and Services

Title:

Energy use and indoor environment in new and existing dwellings in arctic climates



Background

Absence of the controlled mechanical ventilation in combination with sealing of the ventilation openings by the inhabitants of arctic buildings in order to avoid draught leads to indoor moisture and mould problems in otherwise dry region. Also the tradition of long lasting cooking, a habit of drying the laundry indoors and bringing in wet clothes means large moisture production. And although the indoor air quality has not been satisfactory, the energy consumption for heating has been rather high.

Project

The aim of the project is to investigate the energy consumption and indoor air quality in arctic dwellings and to investigate the ways in which the conditions can be improved by renovation.

The project will focus on monitoring of the energy performance and IAQ in newly built dormitory Apisseq in Sisimiut – Greenland and its comparison with the other old and new residential buildings. Furthermore the user behaviour in the arctic dwellings will be studied.

Perspective

It is assumed to develop packets of solutions substantially reducing the energy consumption and improving the thermal indoor environment of existing buildings in Greenland to such extent that the indoor air quality can be brought in accordance with requirements in European countries. The energy consumption will be low considering the harsh outdoor climate, i.e. considerably lower than the permissible consumption according to the Greenlandic building code.

Bilag 3: Rapporter for energiprojekter 2010

Rapporterne kan findes på <ftp://artekftp.byg.dtu.dk/Rapporter/2010/>

ARTEK ID	TITEL	FORFATTER
10-04	Projektering af vandkraft i Grønland	Panêrak` Olsen Ane Birgithe Pedersen
10-08	Hydropower plant Paakitsoq west Greenland	Lars Peter Lennert
10-12	Small Sustainable Energy Systems for Tourist Cabins in Greenland	Rasmus Bækkegaard Hansen Robin Alexander Bogø
10-16	Feasibility study for the implementation of a biogas production process to treat the wastewater from a fishery industry in Greenland	Sanchez Caballero Irene Pacheco Lopez Francisco
10-19	Fast data acquisition from wind turbine in Greenland	Kenneth Lagoni Olsen
10-20	Wind power supply for lightweight huts	Wael Charabati
10-21	Wind energy in Greenland: current and future applications	Pedro Cavaco Martin Kamensky Benjamin Martinez
10-22	Screening for Greenlandic bacteria capable of inhibiting pathogenic bacteria	Carlotta Rondo Roberto Ferro
10-23	Solar collectors in the Arctic	Anton Ørbæk Fionn Halpin Johannes Dahl
10-24	Renovation of type houses in Greenland for	Bård Leif Bertheussen

	future demand	Heini Ellingsgaard Nicola Rigoni
10-25	Solar heating systems in Greenland	Lorenzo Bellemo Leonardo G. Melo
10-26	Projektering og udførelse af mobil turisthytte i arktiske egne	Andreas S. Jørgensen Anders L. Sønderriis
10-30	Renovation of Greenlandic House for Future Demands - Ventilation	Abishek Selvaraj Robert Vaclavik
10-31	Efterisolering af Grønlandsk fangsthytte med papir	Rikke F. Lindquist Lise Juel-Hansen
10-32	Energy Efficient Renovation of Standard Houses in Greenland	Martina Marencokova Lise N. Jensen
10-33	Wind Energy for Itilleq Greenland	Gabriele Bedon
10-34	Wind power in arctic conditions	Emmanuel Branlard
10-42	Efterisolering af Grønlandsk turisthytte	Anders H. Thomsen Anja S. Wissum
10-45	Apisseq, ingeniørkollegiet	Christian Gottlieb Jesper F. Henningsen