



Aalborg Universitet København
Statens Byggeforskningsinstitut
A. C. Meyers Vænge 15
2450 København SV
Danmark

Studiesekretær: Silpa Stella Rondón Pinto
Direkte: (+45) 9940 2285
E-mail: ssp@sbi.aau.dk

Studenterrapport

Uddannelse: Master i Byggefysik
Semester: 4. Semester 2015

Titel på masterprojekt: Energistyring i enfamilie boliger
Home energy management systems

Projektperiode: 1.2.2015 til 1.6.2015

Vejleder: Kim B. Wittchen

Studerende: Paul A. Jensen AAU studie no. 20131370

Paul Andreas Jensen

Antal normalsider: 55 normal sider

Afleveringsdato: 1.6.2015

1. Resume

Rapporten beskriver energistyring i et enfamiliehus, hvor der er valgt et hus der svarer næsten til gennemsnittet af en familie huse i Danmark.

Emnet er valgt idet jeg mener at enfamiliehuset er det sværeste sted at indføre energistyring, grundet begrænset økonomi til udstyr, og begrænset kendskab til mulighederne for besparelse og miljøhensyn i den private husholdning.

Først beskrives potentialet i energistyring, derefter faktorerne der har indflydelse på energistyringen.

Energiforbruget i et almindeligt hus er blevet målt og kortlagt, for at finde KIP – Key Points of Interest, som er de punkter der giver gevinst at styre efter, og hvad der ikke er muligt at ændre.

Der ses på brug af energistyringen til at reducere fluktuationerne i energiforsyningen, hvor der er muligheder for at udnytte oplagring af termisk energi i bygningen til at udligne udsvingene i forbrug fra både fjernvarmen og elforsyningen.

Der er en grov beskrivelse af nogle af hovedtyperne af energistyringsystemer der er på markedet.

Herefter kommer en af en kravs specifikation og opbygning af et tænkt energistyrings system, inden for de rammer som jeg har valgt, med de redskaber der umiddelbart er til rådighed pt.

Rapporten afsluttes med en refleksion over fremtiden for energistyrings systemer, og hvilke muligheder, krav og udfordringer der kommer i fremtiden, bl.a. for at udnytte den fluktuerende energiproduktion bedre, og udnytte de kommende varierende energipriser, som vil variere efter produktion og behov, for at udligne disse.

Det konkluderes at energistyring er meget brugbart i private boliger, og der er et stort potentiale for både besparelser i hjemmet og for udligning af en fluktuerende energiproduktion, og dermed besparelser i produktionsleddet for energi.

2. Abstract:

This report describes the energy management in a single-family home equivalent to an average house in Denmark.

I believe that a single-family household is one of the most difficult places to introduce sustainable energy management. This is due to a limited awareness of the impact sustainable energy management has on the global environment and due to lack of access to affordable measuring equipment.

The first part of this report are focused on the potential of energy management for private households, followed by a systematic description of several factors affecting energy management and the individual's perception of this.

I believe there is an opportunity to use energy management to reduce the fluctuations in energy consumption by taking advantage of thermal energy storage in buildings and offset fluctuations in consumption from both district heating and electricity supply.

In order to identify current factors and find the KPI's (Key Points of Interest) for a single-family household the energy consumption in an average house has been measured and mapped. This is followed by a brief description of some of the main types of energy management systems currently available on the market.

This report results in a systematic list of requirements and specification followed by a hypothetical energy management system based on currently accessible equipment for a household.

Included is a reflection on the future of energy management systems and the opportunities and challenges these will come with, including the ability to use fluctuating energy consumption to our advantage as well as utilizing the upcoming change in energy prices (which will vary based on production and the need to offset these prices).

This reports states that energy management is very useful in private homes and there is potential for saving energy consumption by reducing the fluctuating energy production and thereby reduce the global energy consumption.

Indholdsfortegnelse

1. Resume	1
2. Abstract:	2
3. Forord.	4
4. Indledning	5
5. Problemformulering.....	6
6. Baggrund og teori.....	7
6.1. Brugeradfærd.....	14
6.2. Time-varierede priser på el	18
6.3. Time-varierede priser på varme.....	19
7. Nøgletal for miljøbelastning og energiforbrug for en gennemsnitsbolig i Danmark.....	29
7.1. Energiforbruget fordelingsmæssigt i et standard enfamiliehus.....	32
7.2. Vandforbruget i husholdningen:	34
7.3. Energistyringen	41
7.4. Hvad skal der måles	42
7.5. Nøgletal	43
7.6. Energistyringssystemet EDB teknisk	44
7.7. Brugerfladen	46
7.8. Dataopsamling teknisk.....	49
7.9. Budgetter/økonomi	51
7.10. Alarmer.....	52
7.11. Graddage.....	53
7.12. Brugerdreven innovation i energistyringen	55
7.13. Energistyrings systemer markeds forhold	58
8. Case studie	61
8.1. Hvor simpelt kan der dannes nøgletal for dagens varmekonsum?	66
8.2. Pilot case kravspecifikation	74
8.3. Pilot case	78
9. Udbydere af energistyringssystemer HEMS	92
10. Konklusion	95
11. Perspektivering	96
12. Referencer	98

3. Forord.

Denne speciale rapport tager udgangspunkt i undersøgelsen af energistyring til enfamilie huse.

Dette speciale er resultat af projektarbejde på det afsluttende semester på master i byggefysik og er udført i perioden d. 1 februar 2015 til 1 juni 2015.

Master i byggerfysik er en masteruddannelse iflg. BEK nr. 1187 af d. 7 december 2009 om deltidsuddannelse ved univesterne, tilegnet professionsbatchelorer inderfor byggeri og anlæg. Uddannelsen er en videregående uddannelsen indenfor faget bygningsfysik.

Masteruddannelsen hører under Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet København.

Projektet er udarbejdet i perioden 1. februar 2015 til 1. juni 2015.

Rapporten er skrevet af Paul A. Jensen, der fungerer som adjunkt ved Erhvervsakademiet Lillebælt i afdelingen byggeri og energi, og har her blandt andet været med til at udvikle uddannelsen til Energiteknolog.

Projektet er udarbejdet under vejledning af seniorforsker Kim B. Wittchen, Aalborg Universitet København.

I forbindelse med udarbejdelse af dette speciale, er en række samarbejdspartnere blevet inddraget i projektarbejdet.

Der skal lyde tak til:

- Harald Karlsen – energikonsulent for inspiration.
- SE Big blue for lån af SA datalogger, til logning af varmemforbrug via m-bussen fra varmemåleren.
- Aabenraa fjernvarme for skift af fjernvarmemåler med m-bus til kontinuerlig dataopsamling.
- Erhvervsakademiet Lillebælt, som har stillet materiale og ressourcer til rådighed for projektet.

Endvidere skal der siges stor tak til Seniorforsker Kim B. Wittchen for rådgivning, inspiration og vejledning i forbindelse med projektarbejdet.

Derudover skal der lyde en oprigtig tak til alle bidragsydere, der ikke er nævnt her.

4. Indledning

Med et øget fokus på grøn energi, er der ligeledes kommet et øget fokus på at energioptimere brugerne af energi. Et af de store steder der kan optimeres er ved energistyring i husene.

En anden følge af den grønne energi bevægelse, er en flukturerende energiforsyning som sammen med et varierende forbrug, er et af de steder, hvor det kan være nødvendigt at bruge energistyringen til at udjævne forbruget, og få bedre økonomi i produktionen af energi.

Energistyringen kan senere være essentiel for at sikre en forsynings stabilitet, ved at kunne udligne over og underproduktion, i især elnettet.

Denne rapport vil beskrive energistyring af enfamilies huse, potentialet i energistyring, med fokus på behovet efterfulgt af praktiske undersøgelser foretaget for at udvælge hvor der er størst potentiale for optimering af energiforbruget.

Rapporten vil beskrive krav, nøgletal bag energistyring samt udarbejde en kravspecifikation og opbygning af et tænkt energistyringssystem med de redskaber der er til rådighed pt.

Energistyring er i denne rapport defineret som både en aktiv regulering af forbrug, og en passiv automatikstyret regulering af forbruget, hvor Jeg har defineret styring som en aktiv indsats, enten af brugere eller automatik, som er baseret på en visning af hvor forbruget er på vej i forhold til det vi ønsker.

Den automatiske energistyring kan både være initieret af signaler udefra, for eksempel fra elforsyningen og fjernvarmen, eller den kan være initieret af signaler fra huset i form af temperaturføler med mere.

5. Problemformulering

Energistyring.

Problemstillinger:

- Hvad forstås ved energistyring ?
- Kan det anvendes i enfamilies boliger?
- Hvilke krav kan der stilles til energistyringsværktøjerne?
- Hvilke bygningsfysiske beregninger skal der bruges til at danne nøgletal til energistyringen?
- Hvilke faktorer påvirker energiforbruget?
- Hvad skal vi have med for at kunne få en brugbar energistyring?
- Hvor simpelt kan vi udføre en energistyring?
- Hvilke typer udstyr er der på markedet der kan bruges til energistyring.
- Hvorledes kan man vise energistyringen, så den er effektiv?
- Hvorledes findes den bedste og det mest økonomiske koncept for energistyring i enfamilies boliger?
- Udarbejdelse af et pilot projekt, omhandlende bygningsfysiske forhold og beregninger, forbrugsanalyser og økonomiske betragtninger, hvor der vil blive set på hvorledes en husstand kan styre sit forbrug ved visning af pris på forbruget, og hvorledes dette kan visualiseres på en brugbar måde.



Figure 1 Delelementer i rapporten

Afgrænsninger:

Der er valgt et standard hus, som viser nogenlunde medianen af huse på markedet.

Der vil kun blive set på et lille udsnit af de løsninger der findes for energistyring, da der er ca. 4000 udbydere af energistyrings systemer iflg. det amerikanske analysefirma Navigant.

Der vil nogle steder blive brugt generelle betragtninger, for at begrænse omfanget af rapporten.

Der sker en enorm og meget hurtig udvikling på markedet, hvorfor der kan være kommet smartere løsninger medens rapporten skrives.

6. Baggrund og teori

31 % af energiforbruget i Danmark bruges i husholdningerne og en del af energiforbruget er fastlagt i rutinemæssige ting, som justering af termostater og tænde og slukke for lyset. Derfor er den private sektor et af stederne hvor der skal arbejdes for reduktion af energiforbruget, hvis Energifahtalen af 2012 skal kunne opfylde kravene om en reduktion af bruttoenergiforbruget med 12 % fra år 2006 til år 2020 (*Energifahtalen af 22 marts 2012*)

Ved adfærdsændringer som blandt andet kan initieres via energistyring, vil der groft skønnet være mulighed for at reducere energiforbruget med op til 20 % i gennemsnit i de private husholdninger. Energistyring ofte den billigste energibesparelse, der kan realiseres, da det især drejer sig om ændringer i adfærd, som kan initieres ved at besparelsen er synlig.

Dertil kommer en energibesparelse på energiproduktionsleddet, som vil komme forbrugerne til gode. Der vil højst sandsynligt i fremtiden komme tarifafregning på el og varme, for at styre forbruget, således at de store fluktuationer i energiproduktion reduceres, hvilket vil give en besparelse via en højere virkningsgrad på fjernvarmeværkerne, og en udnyttelse af kapaciteten og virkningsgraden af el-kraftværker sammen med sol og vind bedre, således at der ikke midt på dagen købes strøm og om natten sælges strøm fra vindmøllestrømmen.

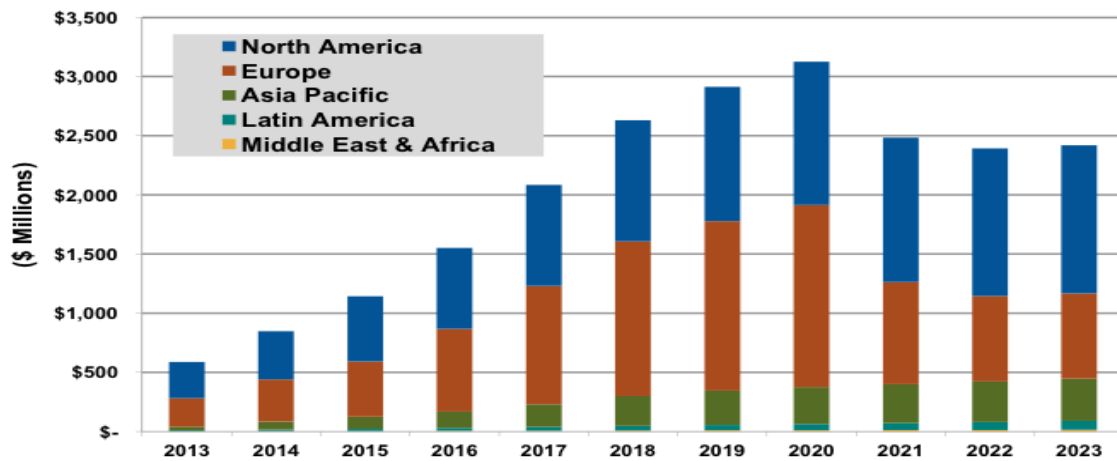
Besparelsen vil for Danmark være i størrelsesordenen 20 % af husstandenes årlige energiforbrug på 180 PJ i 2013, som er 36 PJ, svarende til 10.000 GWh der ved en skønnet gennemsnitlig energipris på 1 krone vil være 10 mia. kroner (hvilket er lavt sat ud fra elprisen er ca. 2.20 kr. kWh og fjernvarme koster 67 øre/kWh, samt olie koster ca. 1 kr. pr. kWh.) En god del af denne besparelse vil dog være afgifter, som staten vil skulle have ind på anden måde.

Selve markedet for Energistyring og styring af hjemmets installationer – eng. HEMS for Home Energy Management Systems er hastigt voksende, hvilket ses af at Google har købt NEST for 3 mia. dollars, og senest har Google købt Revolv et nystartet firma der fremstiller en hub, der kan forbinde enheder i hjemmet på tværs af de forskellige trådløse protokoller. Og i juli dannede Google The Thread Group, som er en industriel sammenslutning som på et system til trådløse forbindelsesprotokoller for forbrugerprodukter (de mest benyttede protokoller er Zigbee og Zwave, hvor nogle produkter kan håndtere begge protokoller)

Ligesom Honeywell, har HEM projekter i gang og udvikler meget på deres, og Samsung har øje på markedet, Danfoss har deres Danfoss One, der dog kun er til varmestyring, og endelig er der ligeledes Apple med Smappie fra Belgien, som omtales senere.

Ifølge Navigant Research vil markedet for HEM udgøre op til 8 mia. kroner i omsætning hele verden i 2015 (Navigant Research report HEM af 18. februar 2015)

Chart 1.1 HEM Revenue by Region, World Markets: 2013-2023



(Source: Navigant Research)

Figur 2 kilde Navigant Research februar 2015

Drivkræfter i markedet

- Brugerens ønske om så lave omkostninger som muligt.
- Lovgivningskrav, da lovgiverne må til at stille krav til forbrugerne for at nå de stillede mål for energibesparelser.
- Udviklingen af smarte termostater – Nest- Danfoss Living ECO – Honeywell - Salus osv.
- Varierende priser, for at styre nettets forbrug af varme og el mere økonomisk og udnytte vind og sol bedst, kan der komme tidsvariable priser på el, og måske også på varme.
- Forbrugerens ønske om at være grønne, en voksende bevægelse, da vi allerede nu begynder at kunne se miljø ændringernes skade på vores velfærd.
- Smart metre, det bliver nemmere at visualisere forbrug og overforbrug, da alle forbrugere har smartphones og edb til rådighed, samt teknologien gør at et elektronisk skilt kan fås til få hundrede kroner, som kan vise energiforbruget for hele familien, og derved påvirke ændring i forbruget.
- Komfortforøgelse, en god energistyring vil øge komforten i huser, og det smarte hus vil give en del ekstra fordele, ved at brugerne vil kunne indstille temperatur, ventilation og lys med mere, ofte via smartphone eller lignende og derved få ejerskab over en del af indeklimaet. Varme og lys vil skrue ned, når der ikke er brugere hjemme og det vil være muligt at får varmesystemet til at starte får brugerne kommer hjem, således at det er den ønskede temperatur er opnået, når brugerne kommer hjem til huset, som den intelligente styring vil kunne se/være programmeret til at justere.

Der findes dog også forhindringer i implementeringen af energistyringen, der kan for eksempel nævnes:

- Forskelligheden i forbrugernes ønsker, opførelse og tekniske interesse.
- Prisen på udstyret - De fleste forbrugere ønsker at udstyret skal være tjent ind på få år, hvilket begrænser investeringen
- Udstyret er for svært at installere og for svært at bruge og der er vanskeligt at overskue informationerne fra udstyret.
- Der er mangel på standarder, som er faste.

Man er ofte låst fast på en leverandør, som bruger Zigbee, Zwave, Wi-Fi, power line.

Dog er der undervejs den nye The Emerging Thread protokol fra Thread gruppen der blandt andet har Google, Samsung, Velux, Belimo med flere, der i april 2015 har indgået aftale med Zigbee om at køre samme standard i fremtiden, som dog ikke kan køre ældre Zigbee protokoller.



Applications for Thread (Graphic: Business Wire)

Figur 3 Logo for Thread gruppen - viser sammenhængen.

- Der er ofte dårlig support fra leverandørerne, i form af en almindelig ikke specielt teknik kyndig forbruger ofte kan ikke gennemskue manualerne og indstillingerne, som er skrevet af teknikere til teknikere.
- Der har ofte ikke været interaktions designere/interaktions kyndige inde over design af brugerfladen på udstyret. Da et korrekt designet interaktions brugerflade jo som bekendt ikke skulle kræve læsning af en brugermanual overhovedet.

Visualiseringen

Energistyringen kan vises på en webportal der henter forbruget fra den enkelte forbrugssteder ud fra IOT - Internet Of Things på dansk: Alting er på nettet, hvor hvert enkelt målepunkt har sin egen ip adresse, som vi kender fra solcellernes invertere, ip kameraer osv.

Energistyringen kan vises på en webportal, der henter data fra en hub (datalogger med lager) i hjemmet, som samler data før afsendelse til nettet f.eks. via ZigBee protokollen, hvor det kun er huben der har en ip adresse på nettet.

Eller det kan vises via enkeltstående anlæg der viser forbrug for varme og el, med priser og grænser for normalt forbrug.

Energiforbruget, med visning af normalt forbrug og udgift til energien kan visualiseres på et lokalt display i hjemmet, hvor data bliver hentet ind til en lille computer, f.eks. en android tablet, som forarbejder det videre til en visualisering

Alle måderne kan kombineres med alarmer for overskredne grænser for normalt forbrug, der kan vises som SMS og webalarmer for brugerne,

Delphi der laver Breece digitale prisskilte, prisskiltene som vi ser i Supermarkederne – der hæver prisen medens vi ser på det, har opsat skilte der viser vand og varmeforbrug i lejlighederne i Østerbo boligforening i Vejle, interface og sender er dog temmelig dyre i anskaffelse og installation, og derfor kun egnet til boligforeninger, hvor udgiften kan deles op på flere brugere.

Skiltene er trådløse på deres eget net på 2.4 GHz båndet og kører på batterier, der holder i op til 2 år, og er derfor nemme at placere og opdatere, det er dog ikke muligt at give feedback på skiltene.

Prisen på skiltene er få hundrede kroner.



Figur 4 Breece skilte fra ØsterBo boligforening i Vejle



Baggrundstal for energiforbruget til husholdninger:

Det ses ud af energistyrelsens statistik at ca. 30% af energiforbruget i Danmark går til husholdningerne:

"I 2013 var husholdningernes klimakorrigerede energiforbrug 183,1 PJ og udgjorde dermed 30% af det samlede endelige energiforbrug i Danmark.

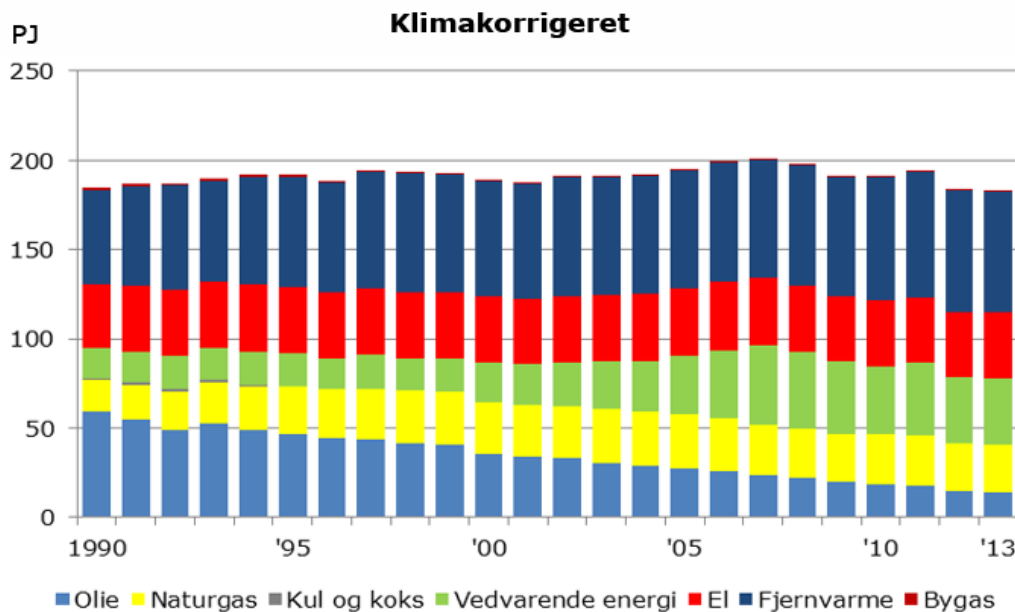
Af de 183,1 PJ gik 150,4 PJ til opvarmning og 32,7 PJ til elapparater m.m.

Husholdningernes klimakorrigerede energiforbrug var 0,4% lavere i 2013 end året før.

Sammenlignet med 1990 er energiforbruget faldet 0,7%"

Kilde: Energistatistik s. 35 2013 Energistyrelsen

Husholdningers forbrug fordelt på energiarter



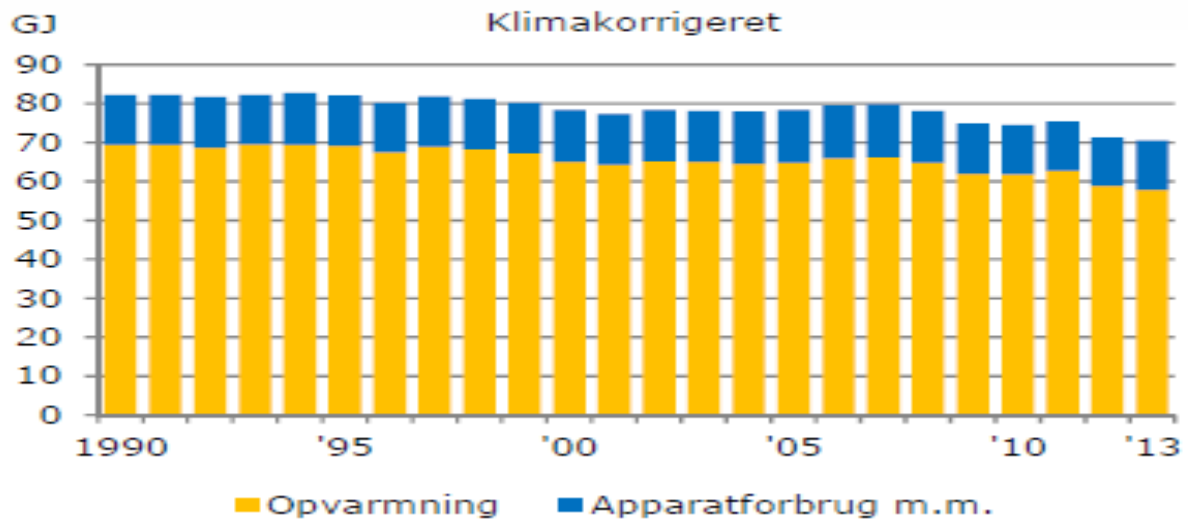
Figur 5 Energiforbrug pr. husholdning Energistatistik 2013 af Energistyrelsen

I 2013 var det gennemsnitlige energiforbrug pr. husholdning 70,5 GJ, hvilket er 0,9% lavere end året før. Heraf blev 57,9 GJ - svarende til energiindholdet i ca. 1600 liter fyringsolie - anvendt til rumopvarmning og opvarmning af brugsvand. I forhold til 1990 er energiforbruget pr. husholdning faldet 14,2%.

Det gennemsnitlige elforbrug pr. husholdning til apparater og lys var i 2013 12,4 GJ svarende til ca. 3494 kWh. Det er 2,6% mere end året før og 6,0% mere end i 1990.

Kilde: Energistatistik s 25. 2013 Energistyrelsen.

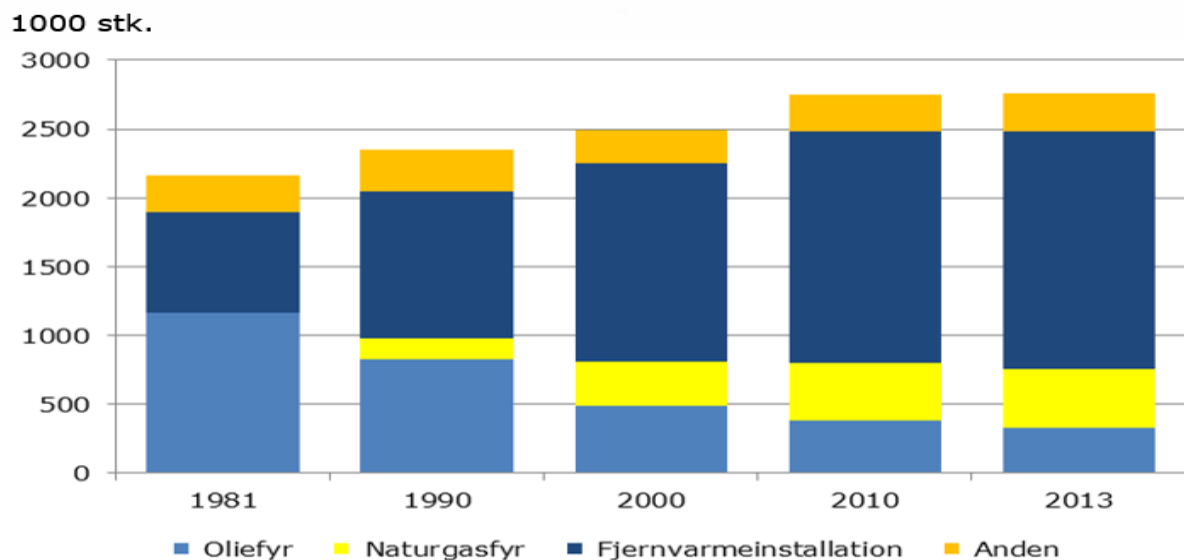
Energiforbrug pr. husholdning



Figur 6 Energiforbrug pr. husholdning fra energistyrelsen energistatistik 2013

Der er dog sket en ændring i varmeinstallationerne over tiden fra 80' var det januar 2013 var der 2,76 millioner varmeinstallationer hvor 62 % var fjernvarme, 15 % naturgas og stadig 12% var oliefyr, samt 10 % var varmepumper, biobrændsel, elvarme mm.

Varmeinstallationer i boliger

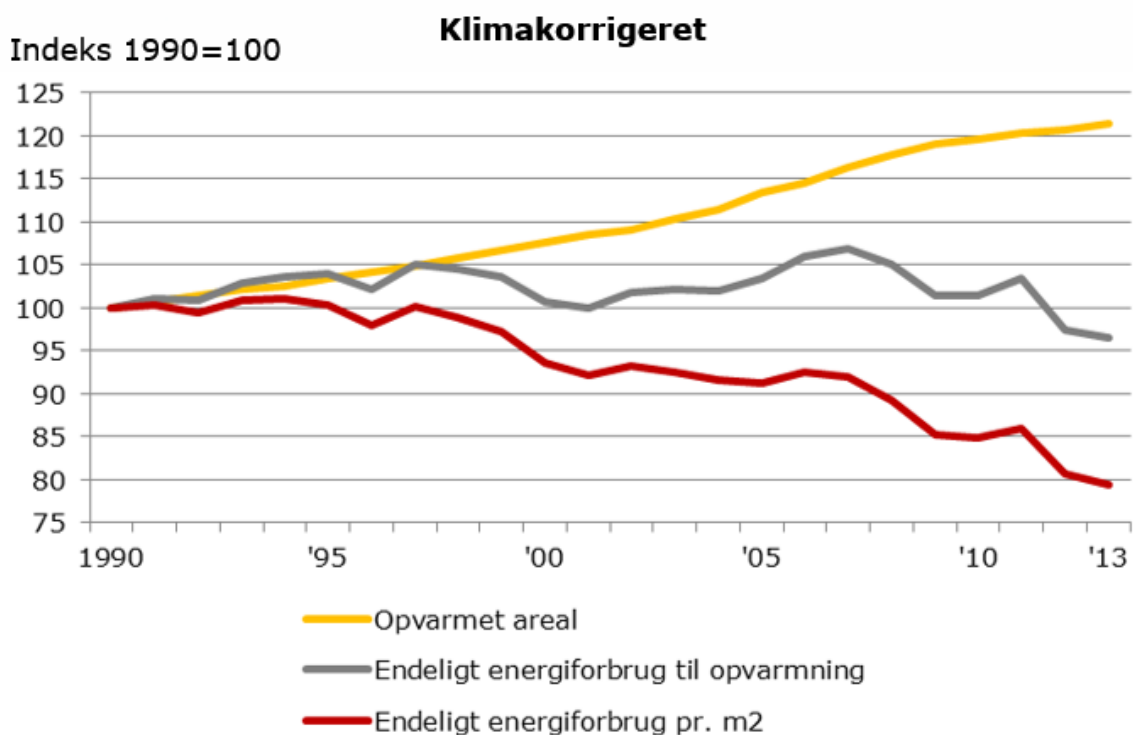


Figur 7 Varmeforbrug i boliger fra Energistyrelsens statistik 2013

Varmeforbruget til den enkelte bolig er ikke steget i gennemsnit, hvorimod energiforbruget til opvarmning pr. m² er faldet med 20 % i perioden fra 1990 til 2013. Hvilket skyldes at vores boliger er blevet større i gennemsnit.

Faldet i energiforbrug pr. m² skyldes især efterisolering, nye boliger efter skrappe krav og udskiftning af gamle oliefyr med mere effektive opvarmningsformer og mere fokus på energiforbruget grundet prisstigninger på opvarmning, og en begyndende miljøbevidsthed.

Energiforbrug til opvarmning i boliger



Figur 8 Energiforbrug til opvarmning af boliger fra Energistatistik 2013 af Energistyrelsen

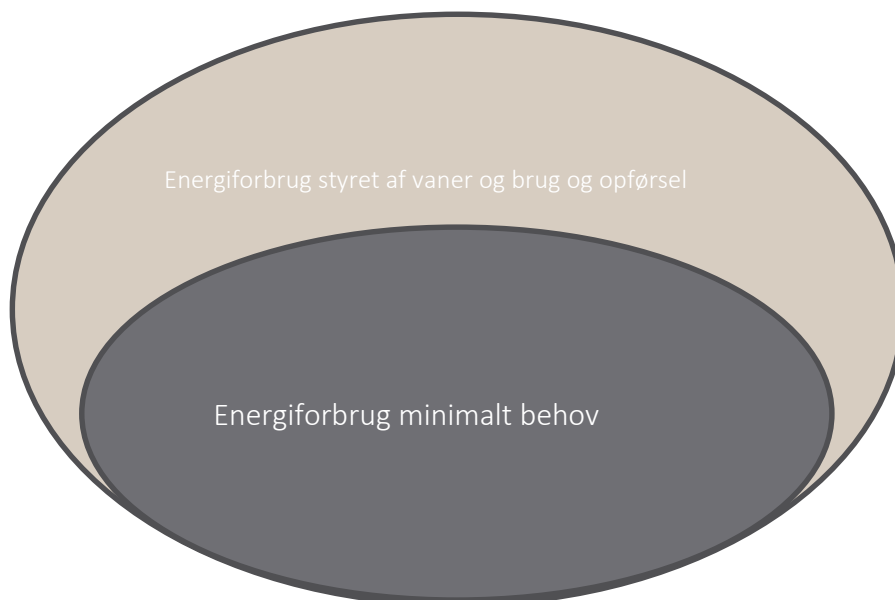
6.1. Brugeradfærd

Citat :

Much energy consumption is embedded in routinized practices such as adjusting thermostats and turning the light on and off. It can therefore be argued that energy consumption is a product of social practices or inextricably linked with social practices. In other words, energy consumption is something you do, when you are carrying out other practices. Consequently, the focus of the consumer should be more on the routinized bodily actions than the actual consumption. For these reasons, practice theory is suitable for interpreting energy consumption because practice theory enhances the value and meaning of social practices in consumption. For example practice theory has been used to argue that policies should not only be based on the idea of a rational consumer, but also on the idea that consumption is interlinked with certain social practices (Gram-Hanssen, 2010). A range of studies have focused on specific social practices to understand energy behaviour. This is social practices such as energy renovation practices (Bartiaux et al., 2011), cooling practices (Strengers, 2010), green practices (Bartiaux and Salmón, 2012), and heating practices (Peeters et al., 2008), to mention a few. More generally, these practices can be referred to as every-day practices (Shove and Walker, 2010), and according to:

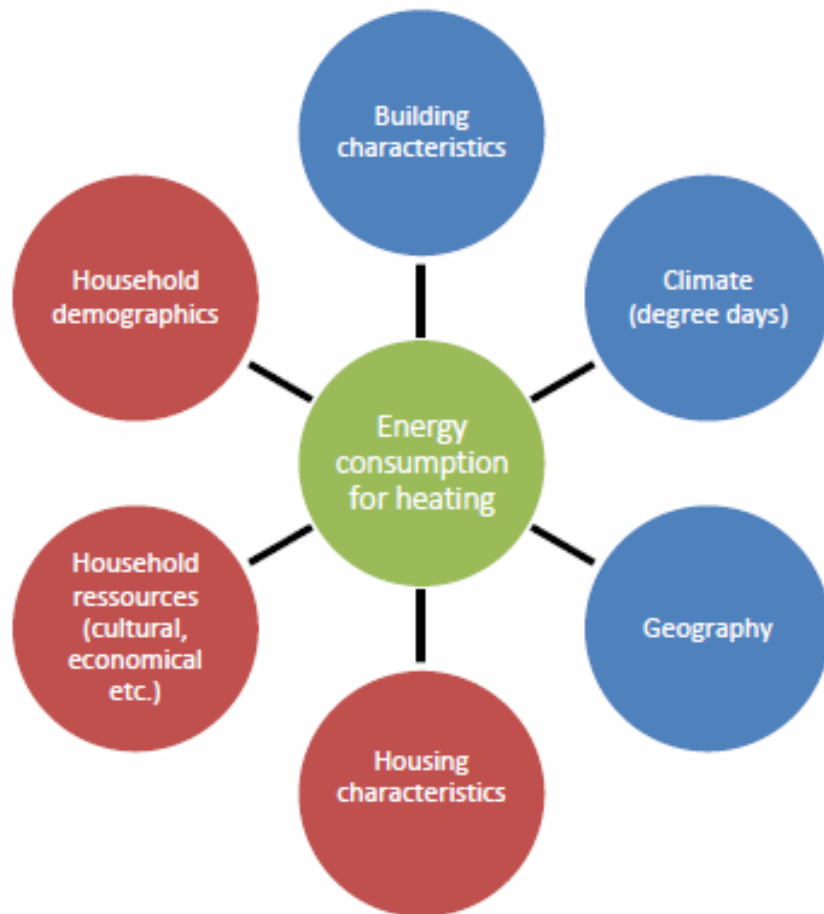
Seligman et al lavede i 1977 en undersøgelse af 205 byhuse i midt England, hvor de viste at forskellen mellem det laveste forbrug og det højeste forbrug var en faktor nær 300 % , hvor 54 % af afvigelsen var husenes byggefysik, medens resten af variationen lå i brugen af bygningerne.

Fra : *The potential of quantitative sociological research on residential energy consumption in Denmark* af **Anders Rhiger Hansen** SBI 2013



Figur 9 Forhold mellem minimalt energibehov og vaner og opførsel

Variabler der mulige at ændre i energiforbruget:



Figur 10 Energiforbruget i husholdninger af Hans Riger som er visuelt illustreret ved disse cirkler, hvor de blå cirkler er konstanter der ikke kan ændres ved forbruger adfærden.

Fra Hans Riegers model :

De blå cirkler er konstanter, som vi ikke kan ændre:

Building karakteristik - byggefysikken er ting som bygningstype, ejerskab, størrelse osv.,

Climate er ligeledes en konstant, da vi ikke kan ændre klimaet umiddelbart.

Geografien, som dog kan have lidt indflydelse grundet forskel i livsstil, energipriser/forsyning, og klimaforskelle f. Eks. kystnære områder.

De røde felter er variabler, som vi kan ændre ved bl.a. adfærden:

Demografien af husholdningen, hvor alder, etnisk tilknytning, køn og indtjening har indflydelse, som ændrer sig ved f.eks. at børnene bliver større.

Husholdningens ressourcer varierer efter f.eks. indkomst mm.

Husholdningens karakteristik er den måde de bruger huset på. Alle ting som ændrer sig i løbet af tiden boligen bebos, og som er meget bruger afhængigt.

Holdninger og energiadfærd

Konstanterne som bygningstype, geografi, størrelse og ejerskab kan højst forklare op til 40% af variationen i bygningens energiforbrug, et energiforbrug som kan variere op til 300 % fra en bygning til en anden, ved det samme antal personer mm.

Variationen kommer bl.a. fra holdninger og energiadfærd, hvor alle mener at vi skal spare på energien, men af forskellige årsager, hvor den mest gældende er økonomien. Der er dog forskel på hvor effektive familierne er til at spare på energien og hvordan det bliver udmøntet i besparelser.

Man kan skelne mellem fire typer af husstande i forhold til sammenhængen mellem holdningen til at spare og den aktuelle energiadfærd.

Ifølge Husholdninger elforbrug – hvem brug hvor meget til hvad og hvorfor af Kirsten Gram SBI 2005 :12 :

- De bevidste energisparere:
- Dem der mener det, og i et vist omfang gør det.
- De der ikke får gjort noget ved det, selv om de i princippet syntes at de burde.
- De der ikke mener, at de kan - eller skal - gøre noget.

Der sker skift imellem grupperne, afhængig af samfundets og omverdenens påvirkninger af familierne.

Nudging som er adfærdspåvirkning

Adfærden kan påvirkes, og den sidste trend inden for adfærds ændring er nudging, som betyder et lille blidt skub, hvor man med små virkemidler og omtanke skaber mere af den ønskede adfærd.

Det kan jo være nudging i form af visning af hvad energiforbruget koster via en monitor, hvorefter der er øget opmærksomhed på energiforbrug, som vil give en ændring.

Det kan være at vi ubevidst påvirkes af hvad naboen gør (kampagnen Must of US do for at køre med sikkerhedsseler i USA).

Det kan være konkurrence, mange elsker konkurrence, det kan være med sig selv om det laveste elforbrug.

Det kan være kravet om at forpligte sig offentligt, hvorefter de fleste ændrer adfærd.

Der er mange muligheder i nudging, som vore politikere allerede er i fuld gang med at bruge i anden sammenhænge.

Waterguide kan nævnes som er et af de innovative tiltag, der kan betegnes som nudging, hvor man kan se forbruget af vand i løbet af brusebadet, og der kommer en lille glad lyd og et glad ansigt, der viser forbruget til varmt vand til brusebadet.



Figur 11 Waterguide til brusebadet

6.2. Time-varierede priser på el

Der er stigende behov for bruger-regulering af forbruget af el i fremtiden, hvor der vil være mere fluktuerende produktion af el fra sol og vind, som man i industriens energiforbrug allerede nu regulerer ved varierende timepriser, det er på vej til os forbrugerne i nærmeste fremtiden, hvor vi som forbruger er nødt til at have en styring (helst en fuldautomatisk) der er simpel og som starter vaskemaskine og andre el forbrugende apparater på signalbestemte tidspunkter, hvilket også vil være en del af energistyringen.

Det er dog nemmere at udføre en prisregulering i industrien, hvor der er afgiftsfritagelse for el til proces, grundet de store energifgifter i Danmark.

Syd energi er som et af de første elselskaber begyndt at sælge el til forbrugerne efter spotprisen, som en forsøgsordning, da deres målere de fleste steder kan håndtere elafregning time for time.

Dong har d. 27 marts 2015 afgivet ordre på ca. 1mill. elmålere til Kamstrup, til en værdi på 1,8 mia., således at der kan måles elforbrug hver time, og Dong er klar til timeafregning af el, og vil derved være klar til det fleksible el marked.

Der er dog en ting, som mindsker incitamentet til at bruge strømmen når den er billigst, det er at elprisen kun udgør ca. 20% af den pris vi betaler for strømmen, 36 % er afgifter til staten, 25% er transport, net afgifter og PSO afgift og 20 % er moms, derfor vil en halvering af elprisen kun give ca. 10% besparelse i udgiften til el.

Derfor vil en linearitet mellem elpris og afgifter være ønskelig for at kunne få forbrugerne til at gøre noget aktivt for at brug strømmen på de bedste tidspunkter.

Spot el



Brug strømmen, når den er billigst

- ✓ Vask tøj sent om aftenen, og spar penge imens.
- ✓ Prisen fastsættes time for time, døgnet rundt.

*Prisen er ekskl. distributionstariffer og energifgifter, som opkræves af dit distributionselskab.

Figur 12 spot el reklame fra Syd Energi elsalg.

Solcelle leverandørerne er dog begyndt at tilbyde energistyring. Der er nogle få leverandører der selv bygger og tilbyder et relæ til ca. 1500 kr., relæet tænder vaskemaskinen, via en udgang i inverteren, når der er over 2 kW solstrømsproduktion.

Interessen skyldes at solcelle ejeren kun får mellem 110 og 60 øre pr. kWh. strøm, og skal købe den til 220 øre om aftenen, når der ikke er solstrøm.

6.3. Time-varierede priser på varme

Varmeplan Aarhus har lanceret timeafregning på varmkøb, som forsøg for første gang i Danmark, for at få områdets 11 værker til at købe varmen når den er billigst, og perspektivet kan være at belønne kunder som er villige til at tilpasse varmekonsumet efter hvornår varmen er billigst at producere, ved f.eks. at tage bad på andre tidspunkter i døgnet, eller at der ikke er opvarmning af vand i varmtvandsbeholderen på dyre tidspunkter til en vis temperatur (den skal op på 55°C af hensyn til legionella i en periode i løbet af ugen).

Tabel 1: Variable omkostninger for produktionsstederne (ca. priser 2012)

Produktion	Kr./MWh	Typisk %-andel af årsproduktion
AVA, AffaldsCenter	195	18
Renosyd	220	4
Skanderborg Flis	240	5
Studstrupværket	335	71
Oliekedel	940	2

Figur 13 Varmepriser for Aarhus fjernvarmes produktionssteder 2014, der viser den store prisforskel fra olie til affald, hvor det vil være muligt at flytte noget af produktionen - fra indstillingen om timeafregning fjernvarme fra Aarhus kommune.

Det er lovpligtigt at installere udetemperatur kompensering i nyt byggeri iflg. DS 469 varmenormen Udetemperatur kompenseringen sænker fremløbstemperaturen i varmeanlægget til det laveste mulige, for en tilstrækkelig opvarmning, og dermed mindskes varmetabet i boligen med op til 6 % iflg. Danfoss, som producerer bl.a. Danfoss ECL udetemperaturstyringer.

Ved at reducere fremløbstemperaturen i fjernvarmenettet vil en lignende besparelse være tilstede i fjernvarmenettet.

Fremløbstemperaturen kan sænkes hvis der ikke er behov for overskud i energi til at tage de voldsomme oversving i forbrug, der er i fjernvarmenettet i løbet af dagen. – se figuren næste side.

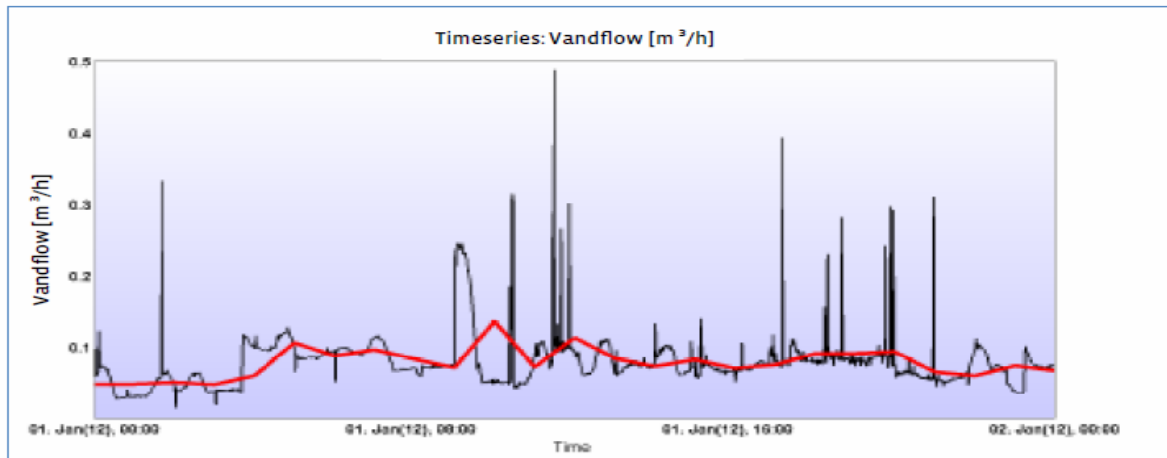
Ved at bruge den termiske masse der er i bygningerne og deres installationer, som buffer til varmen, vil det være muligt at udligne forbruget, og dermed sænke fremløbstemperaturen i fjernvarmenettet.

Energistyring kan foregå med et trådløst signal fra fjernvarmen, hvor man bruger den termiske masse i byggeriet til termisk buffer og derved temperaturudligning.

Signalet kan enten genereres via nogle sendere i nettet, eller via hjemmets trådløse netværk, som de fleste hjem efterhånden har.

Varmetabet i gode fjernvarmenet er ofte på omkring 20%, hvor i gamle fjernvarmenet er varmetabet over til 30 %.

Styringen vil ligeledes gøre reguleringen af flow og temperatur i fjernvarmenettet bedre idet det ligeledes vil være nemmere at styre fremløbstemperaturen og flow, efter vejrforudsigelser sammenholdt med forbruget.



Figur 14 De to grafviser forbruget hos en fjernvarmeforbruger en dag i januar 2012 – den sorte er med logningsfrekvens på 1 min. og den røde er med en logningsfrekvens på en time Fra tidsskriftet "Fjernvarmen" 3-2014 artiklen s. 27 "Fjernvarme smart Grid i praksis".



Figur 15 Varmeforbrug fyrreparken 10 d. 21 Juni - Brusebad kl. 4.30 og kl. 7 ses tydeligt af forbruget.

Det ses på figuren ovenfor med varmeforbrug over et døgn, at der er nogle voldsomme udsving i varmeforbruget, hvilket kan skyldes forbrug af varmt vand og varmestyringen, toppene vil udligne sig noget for hele bydelen, men udsvingene vil være signifikante ud fra tidspunkterne for morgenbad og aftensmad.

Det vil være muligt at udligne nogle af disse toppe ved en simpel forskydning af aftaget, som kan ske via energistyringen fra fjernvarmeværket.

Udledning af fjernvarme forbrug ved at bruge den termiske masse i gulvvarmen som buffer.

Traditionel gulvvarme har en stor termisk træghed og reagerer langsomt på ændringer i varmetilførslen, hvilket kan udnyttes ved oplagring af varme.

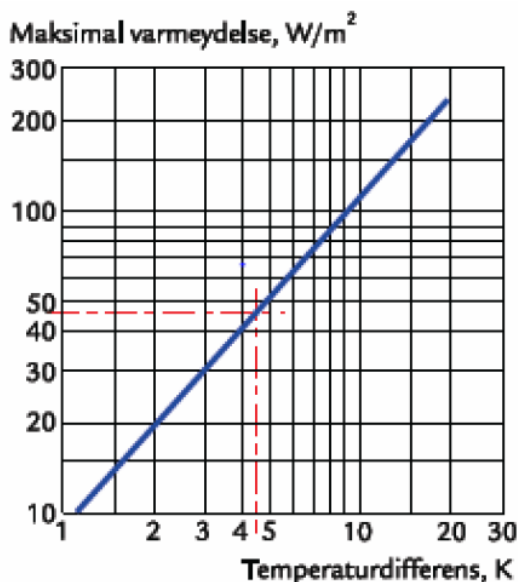
En overtemperatur på 3,5 grader i et gulvvarmeanlæg er acceptabelt/umærkelig i et BR2010 hus, med et dimensioneret varmeforbrug på over 100 Watt pr. m², og vil ikke kunne bemærkes væsentligt i en periode.

Men der er forskel på om det er et ældre hus, der har brug for at afgive 150 Watt/m² gulvareal, eller det er et nyt lavenergihus, der kun har brug for at afgive 20 watt pr. m² gulvareal, hvor en temperaturstigning på gulvvarmen vil være ubehageligt energimæssigt, da 3,5 grader vil give en forøgelse fra 20 watt pr. m² til ca. 55 watt pr. m² og dermed en uacceptabel temperaturstigning.

Hvorimod i et ældre hus der kræver 150 Watt pr. m². vil en temperaturstigning på 3,5 grader kun give en ændring fra 150 watt pr. m² til ca. 165 watt pr. m² – en ændring på 10 %

Dette skal selvfølgelig modsvare det lidt større varmetab der vil være i bygningen, grundet den højere temperaturforskel mellem ude og inde.

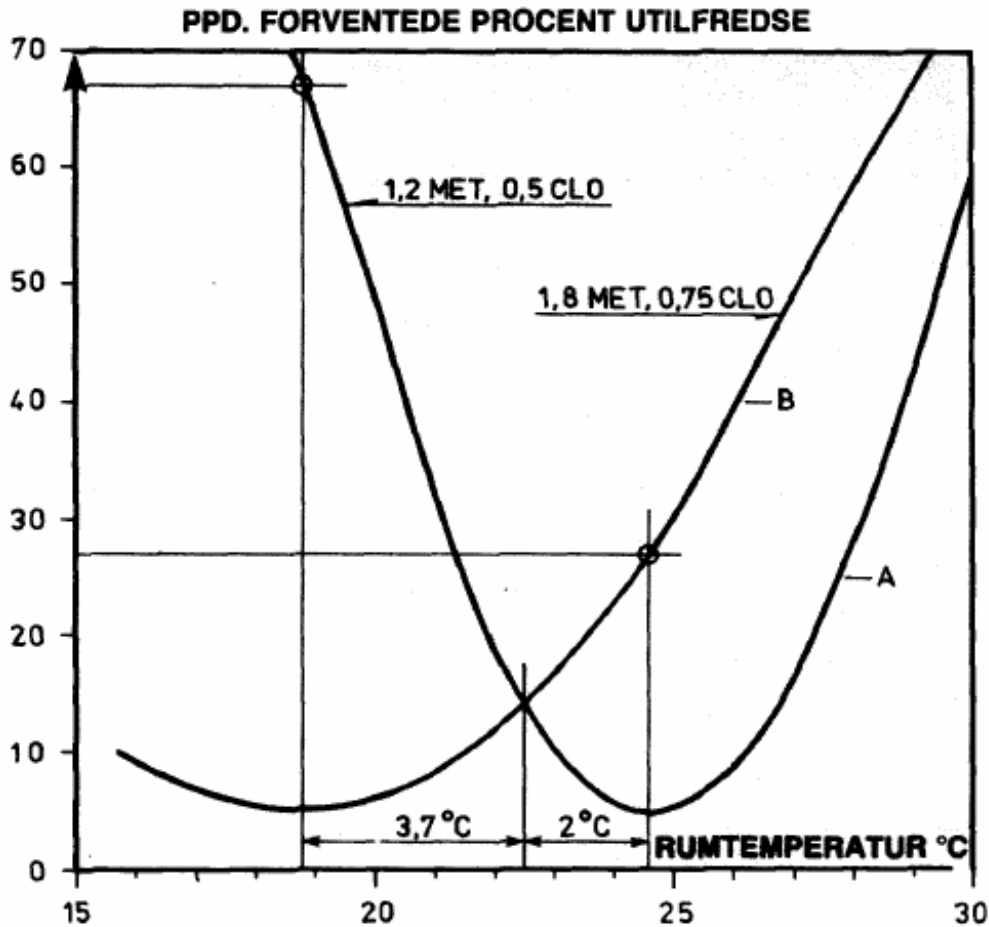
Vi vil desværre komme over de 29 grader, der er højeste dimensionerede overfladetemperatur i DS 469 kap 6.4 , da 20 grader tillagt 13 grader giver 32 grader, som dog vil være acceptabel i praksis.



Figur 16 varme afgivelse i forhold til temperaturdifferens for gulvvarme - gulv/rum af Leon Buhl TI 2002

Med ved en ændring 3,5 grad på overfladetemperaturen for et ældre hus vil kun give en ændring på ca. 10 %, som vil give ved 8 grader udenfor – er 10% af differenstemperaturen mellem ude og inde på 12 grader 1,2 grad, som vil være umærkelig.

Komfort/tilfredshed ved kortvarig hævnning af gulvtemperaturen :



Figur 17 Sammenhæng mellem PPD værdi for to typiske kontorsituationer ved en lufthastighed mindre end 0,1 m/sek. , hvor 1,2 Met 0,5 clo er lav aktivitet og lidt tøj, hvor 1,6 met og 0,75 clo er lidt større aktivitet og normalt hjemmebeklædning. fra Indeklimabogen .

Det ses af ovenstående kurver at der er plads til et vist udsving i PPD værdien på op til 5 grader, hvis man kan acceptere at der er i gennemsnit ca. 20 % utilfredse brugere.

PPD værdien angiver det forventede antal utilfredse fra engelsk Predicted Percentage of Dissatisfied, hvor nulpunktet er 5 % utilfredse. En skal der er opfundet af den danske professor P.O.Fanger.

Det bemærkes at PPD værdien er på rumtemperaturen, og at der vil være en vis forsinkelse på opvarmingen af rummet fra stigningen i gulvtemperaturen.

Lagringskapaciteten i et betongulv beregnet:

Hvis der er 50 m² standard betongulv i 10 cm tykkelse vil der ved 3,5 grader overtemperatur kunne lagre:

$$50 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} \times 211 \times 10^4 \text{ J/m}^3/\text{K} / 3,6 \times 10^6 \text{ J/kWh} = 5 \text{ kWh}$$

(De 3,5 grader er valgt for et eksempel – kan være en anden temperatur)

Et standard hus som dansk fjernvarme bruger i sine beregninger bruger 18.000 kWh. Varme pr. år, hvoraf 3.500 kWh er forbrug til varmt vand og 14.500 kWh. er forbrug til opvarmning.

Varmeforbrug pr. time ved årsmiddeltemperaturen:

Ved en gennemsnitsdag på 8 grader udetemperatur vil varmeforbruget i huset svare til ca. 2.3 kWh:

$$\frac{14500 \text{ kWh} \times (20 - 8^\circ\text{C})}{24\text{h} \times 3112 \text{ GD}} = 2,32 \text{ kWh.}$$

2.32 kWh. er forbruget pr. time for opretholde temperaturen i huset ved 8 grader, ud fra forbruget i et normaltår.

Varmeforbrugstid ved opmagasinering af 5 kWh. i gulvets termiske masse:

Ca. 2 timers varmeforbrug vil der derved være opmagasineret i husets gulv ved de 5 kWh. der er opmagasineret i gulvets termiske masse.

(Bemærk det er en meget grov overslagsberegning, uden varmetab og termisk træghed)

% del af dagens varmeforbrug der kan akkumuleres:

2 timer ud af 24 timers forbrug vil groft skønnet i et fjernvarmeområde svare til ca. 8 % energi akkumulering, hvor der derefter slukkes for gulvvarmen i spidsbelastningsperioden, som det ses af foregående varmekurve for fjernvarmeforbruget ofte er temmelig kort.

Ved at fjernvarmen ikke kun trækker på sine varmeakkumuleringstanke til at tage spidserne vil fremløbet ville kunne sænkes, som beskrevet ovenfor, ligesom man måske vil kunne sænke temperaturen i varmeakkumuleringstankene, hvilket vil give en højere virkningsgrad på de fjernvarmeværker der har forbrændingsopvarmning.

Grundet gulvets termiske træghed vil det vare længere tid om udligne temperaturen igen, i forhold til opvarmningen.

Samt jeg skønner at i praksis vil det være mindre tid og mængder der er brug for, for at virke som buffer for varmeudsvingene i fjernvarmenettet.

Et brusebad, som er med til at give toppene på energiforbruget tager jo f.eks. 50 ltr. vand, der opvarmes til 35 grader: $50 \text{ ltr vand} \times 4,182 \text{ kJ/K} \times (35 - 8) \text{ K} / 0,036 \text{ kJ pr. kWh} = 0.375 \text{ kWh}$

Der vil være et selvfølgeligt krav til varmestyringen, at der ikke tilføres mere varme til gulvet end der kan afgives uden at gulvtemperaturen bliver ubehagelig, og det skal medtages at stigetiden vil variere fra bygning til bygning, da varmetab og termisk masse varierer meget, i både bygningen og gulvopbygningen.

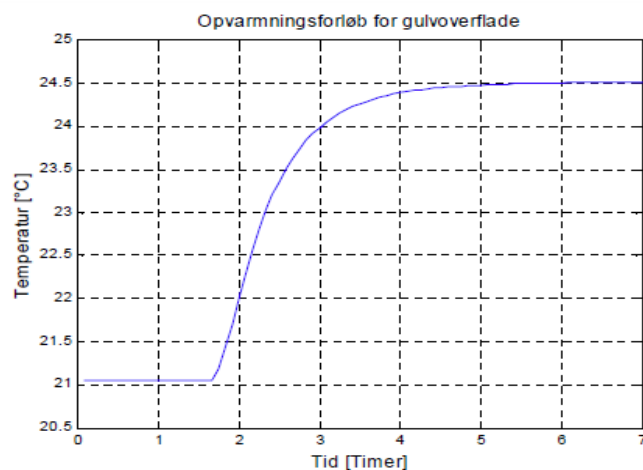
I et lav energihus skal varmeslangerne måske indstøbes modsat nyeste praksis, hvor de skal være lige under gulvfladen med varmfordelingsplader for en så hurtig regulering som muligt, for en hurtig reaktion.

Derimod ved brug af gulvet som varmebuffer, skal varmeslangerne støbes ned i bunden af beton dækket, for at få så træg en regulering som muligt, og for at få så stor udligning af varmeudsvingene, hvilket med den rigtige styring vil kunne give endnu mindre oversving i temperaturen i rummet, og dermed mindre varmetab.

Der bemærkes dog at være et lidt større varmetab mod jorden.

Denne energilagring vil dog kræve en styring der tilpasser sig husets termiske egenskaber, og som stopper varmelagringen ud fra en algoritme der har tiden med til afgivelsen af varmen igen. Hvor der i varmeakkumulerings algoritmens skal tages hensyn til at der ikke opnås over temperaturer uden for komfortzonen.

De fleste gulvarmesystemer styres via on/off ventiler, hvor en modulerende styring vil ligeledes være med til at udligne toppene i fjernvarmeforsyningen, og der vil være en besparelse ved at oversving i temperaturen undgås, og dermed mindske varmetab, ligesom tryktab mindskes, hvorved udgiften til pumpling mindskes.



Figur 18 Opvarmningsforløb for gulvvarmeoverflade for tungt gulv med gulvarme (Weitzmann og Jensen 2000)

Det ses af Witzmann-jensens måling af opvarmningsforløbet for at opvarme et gulv fra 21 til 24,5 grader med et fremløb på 35 grader er næsten 2 timers stigetid.

De uskrevne reguleringsregler for energibesparelser:

Vi bruger reguleringsreglerne for energibesparelser ved hjælp af energistyringen, som er vist nedenfor.

Ved hjælp af energistyringen får vi både taget toppene af ved at udligne forbruget, og vi bruger ligeledes styringen til at fylde nogle af huller i forbruget, ved at udligne forbruget, det er der benævnt peak shifting på tegningen nedenfor.

Samt vi bruger energistyringen til at reducere forbruget i systemet:

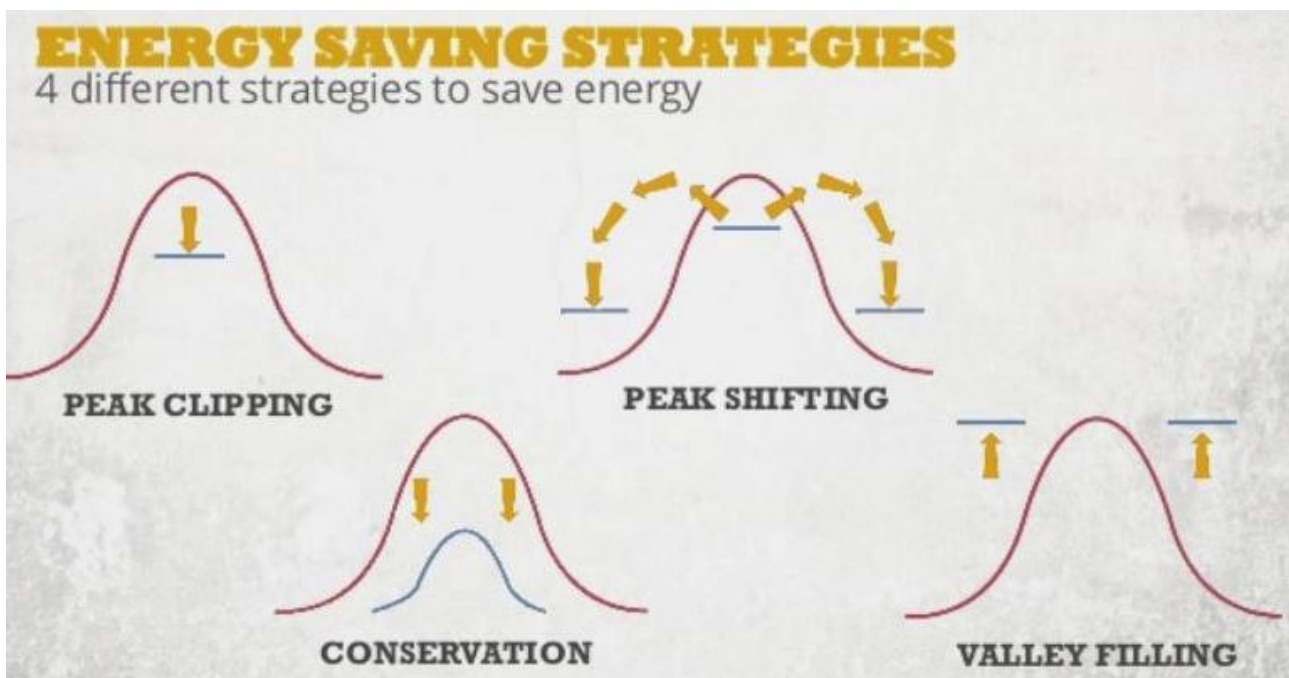


Figure 19 Regulerings 4 gyldne energispare strategier ukendt forfatter.

Energilagring i varmtvandsbeholderen:

Der er endelig også muligheden for at køre overtemperatur/undertemperatur i varmtvandsbeholderen. Undertemperaturen tænkes opnået ved forsinket opvarmning, overtemperaturen kræver dog en skoldningssikring iflg. varmenormen DS 469, ifølge hvilken varmtvand ikke må være over 65 grader i hanen.

En varmtvandsbeholder vil kunne give følgende varmelagring ved over/undertemperatur på i alt 20 grader:

110 ltr vand med en overtemperatur/undertemperatur på 10 grader giver $110 \text{ kg} \times 4,182 \text{ kJ/kg/K} \times 20 \text{ grader} / 3600 \text{ sek.} = 2.56 \text{ kWh}$.

Der vil derved kunne være ca. 1 times varme, der som foregående er beregnet til ca. 2,5 kWh. ved en udetemperatur på 8 grader, opmagasineret i varmtvandsbeholderen for hvilket vil være nok til at udligne toppene for en del af forbruget.

Det vil dog kræve et fremløb på fjernvarmen på ca. 68 grader for at kunne opnå en overtemperatur på 65 grader i varmtvandsbeholderen, hvad der også bruges i en del fjernvarmeområder.

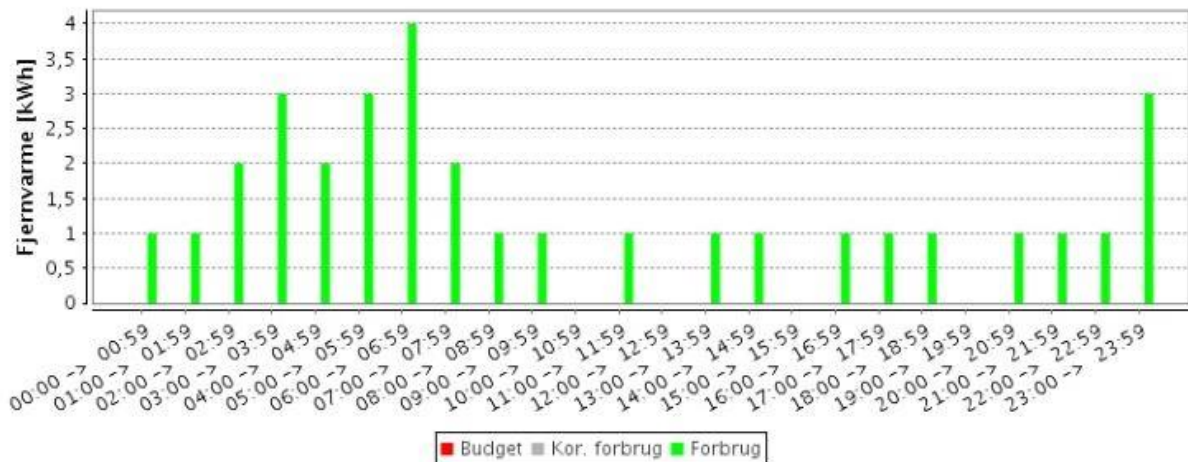
En undertemperatur på 45 grader vil ikke kunne mærkes i brusebadet, da brusevandet ofte er omkring 35 grader.

Ved brug af varmtvandsbeholderen vil der ikke være nogle komforthensyn at tage, undtagen at ved en forsinket opvarmning vil der måske i en stor familie være nogle der vil få et lunket bad, dette kan dog løses ved krav korrekt størrelse på varmtvandsbeholderen.

Der vil dog være problemer med kalkudfældning, og større varmetab fra beholderen, samt at der er flere husstande der ikke har en varmtvandsbeholder, men bruger en varmeveksler.

Varmeveksleren til brugsvand i fjernvarmeanlægget er med til at give store toppe i forbruget, idet der trækkes op til 35 kW øjeblikkelig ved vandforbrug, ved nogle varmevekslere.

Hvorimod varmtvandsbeholderen ofte kun kan tage 3-5 kW ved brug, hvor der bruges længere tid til opvarmningen.



Figur 20 varmekonsumtion fyrreparcken 10 d. 26 maj 2015

Det ses af ovenstående måling af aftaget ved brusebads tidspunktet er på skønnet 2 – 3 kWh den første time og ca. 1 kWh. den næste time.

Et aftag på 3 kWh. svarer efter foregående beregninger til ca. 20 grader fald i temperaturen, hvilket vil være fra 55 til 35 grader, som temperaturen ville falde til hvis der slet ikke blev tilført varme til varmtvandsbeholderen.

Hvis der derimod blev tilført 1 kW hvilket ville tage toppen af temperaturen, ville varmtvandsbeholderen stadig være på 47 grader, hvilket ville være nok til at ikke ødelægge komforten ved brusebadet.

Der er dog en miskorrelation med at et brusebad med 50 ltr vand på 35 grader kun bruger ca. 1,5 kWh., hvilket blandt andet afkøling via fordampning og usikkerhed på målingen.

$$\text{Beregnet} : 50 \text{ kg} \times 4,18 \text{ kJ/Kg/K} \times (35-8)\text{K} / 3,6 \text{ kJ/kWh} = 1.45 \text{ kWh}$$

Bem. Dette er kun ud fra en stikprøve i et hus, og beregningen kan kun tages som en grov forkalkulation, da forbrug, tidspunkter og antal brusebade vil variere meget.

Energistyringen af varmebufferen i fjernvarmen:

Styringen vil kunne ske via en simpel radiotransmitter og udskiftning af termostatventilen med en motorventil.

Hvis der kun ønskes overtemperatur vil en motorstyret by-pass kunne installeres.

Eller styringen vil kunne ske via en motorstyret lukkeventil til der bare lukke for opvarmningen af vandvarmeren.

Det vil kræve en undertemperaturbegrænser indbygget i styringen, således at det sidste brusebad ikke bliver den kolde tur, og derved ødelægger komforten.

Lavtemperaturfjernvarme:

Man eventuelt kunne udnytte fordelene ved lavtemperatur fjernvarme, med fremløb på ca. 50 grader, suppleret med en el patron i varmtvandsbeholderen, idet varmtvandsbeholderen kun behøver at være 50 grader for normalt brug.

Toppene i forbruget og legionella bekæmpelsen kunne foregå ved en el-patron der mindst en gang hver 14 dag hæver temperaturen til 65 grader.

Det vil kræve en undersøgelse i praksis, om besparelsen på varmetabet i nettet, vil opveje udgiften til el.

Varmetabet som er lavt sat 20 % af de 18.100 kWh. – 10.000 kr., som er 2.000 kr, der vil kunne reduceres til skønnet 1000 kr. – hvilket vil være ca. 500 kWh. eller 1/7 af et forbrug på 3500 kWh. til varmt vand.

Varmetabet i fjernvarmerørene afhænger af både temperatur, isolering, vandhastighed og jordbund, og dette varierer meget i de forskellige fjernvarmeanlæg

Der vil være en betragtelig mindskning af varmetabet ved denne løsning, forsøget i Løsning ved Aarhus viste en besparelse på ca. 75 %.

Energistyring af buffervikningen til varmepumper:

Nøjagtig de samme forhold ved varmebufferingen vil man kunne anvende ved energistyring fra leverandøren til varmepumper, hvor man via et signal fra leverandøren vil kunne udnytte buffervikningen i gulvvarmen og varmtvandsbeholderen.

Der er en del varmepumpe styringer der er forberedet for signal udefra pt., især udstyr fra Tyskland, som for eksempel Bosch og Viessmann.

Incitamentet vil kunne gøres via lovgivningen, hvor der var pligt til at have denne styring på, eller det kan gøres ved at gøre afgifterne lineære med elprisen, da afgifterne jo som bekendt udgør over 75 % af elprisen.

7. Nøgletal for miljøbelastning og energiforbrug for en gennemsnitsbolig i Danmark.

Der er i de videre beregninger valgt et standardhus, som fjernvarmen ligeledes anvender i deres beregninger, dette er defineret som et hus på 130 m² og som forbruger 18.1 MWh fjernvarme, huset er energiklasse D på kanten til energiklasse C, som den største middelgruppe af huse i Danmark.

Gennemsnitsfamilien har en udgift til el-vand og varme på ca. 26.000 kr./år, ud fra nedenstående beregning i en gennemsnitskommune, prisen vil svinge op til 100 % ud fra geografisk placering, da afregningspriserne på især vand og varme varierer meget.

Vandforbrug:

En gennemsnitsfamilie på 2,15 person bruger iflg. DANVA i 2014 ca. 82,3 m³ vand med en gennemsnitspris på 62,66 kr./m³ inklusiv vandafledningsafgift svarende til ca. 6000 kr. pr. år for vand og afledning af vandet.

Vandpriser svinger dog en hel del fra forsyning til forsyning, hvor Esbjerg har en vandpris på 35 kr./m³ og Halsnæs har en vandpris på 73 kr./m³, som nogle af yderpunkterne

Elforbrug:

Et gennemsnitlige energiforbrug til el forbrugende apparater og belysning er på ca. 4.400 kWh. a ca. 2.10 kr. svarende til 9.240 kr. til el og gennemsnitshuset. Elforbruget er ud fra Syd energi og Dongs opgivelse af gennemsnitligt elforbrug for en familie.

I husholdningers elforbrug SBI 2005:12 af Kirsten Gram bruges formlen 1780 kWh + 17 kWh x m², som ved fjernvarmens standardhus på 118 m² svarer til 3780 kWh pr. år.

Elforbruget kan dog svinge op til 300 % fra laveste forbrug til højeste forbrug.

Varmeforbrug:

Fjernvarmeprisen er ved en varmepris på fjernvarme på 0,67 kr. pr. kWh i gennemsnitspris det svarer til en udgift på 11.200 kr. iflg. dansk fjernvarmes statistik for 15 marts 2015

Fjernvarmeprisen svinger mellem 31.792 kr. i Annebergparken og 8.234 kr. ved Rødding fjernvarme, for fjernvarmens standardhus med et forbrug på 18.100 kWh. pr. år.

Oliefyr, som stadig udgør 7,6 % af forbruget i 2014 vil have en pris for opvarmning med 1800 liter olie i standardhuset til 18.135 kr.

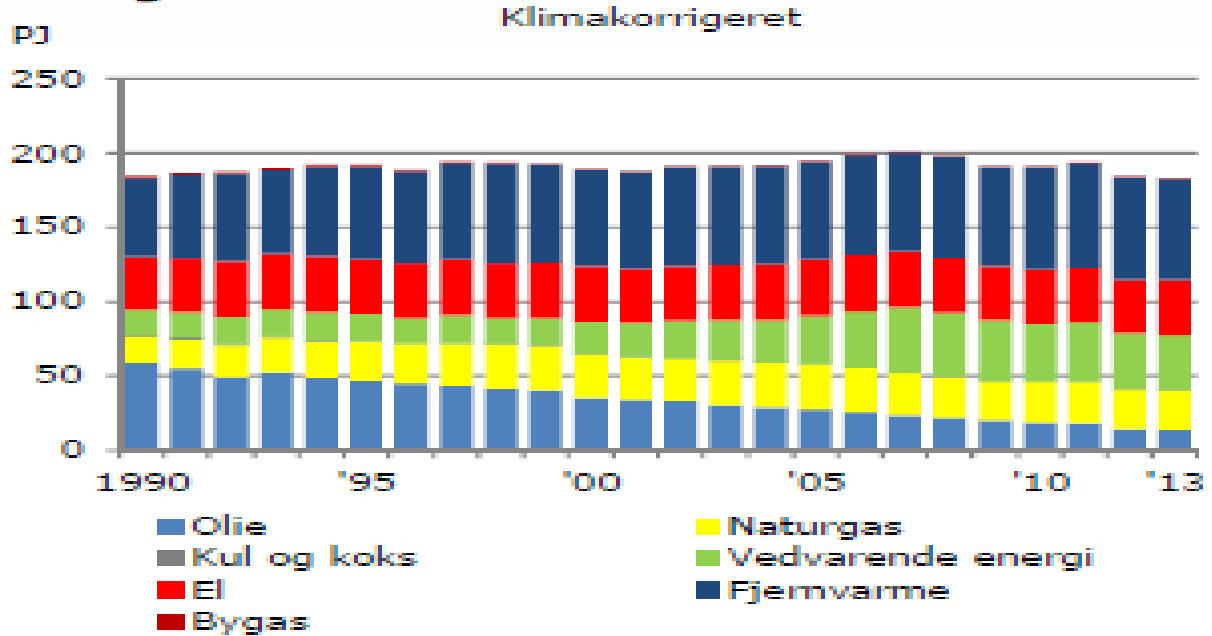
Forbruget er Beregnet ud fra en brændværdi 10 kWh/ltr. olie, hvor prisen på olie i gennemsnit i 2014 var 10.075 kr. pr. 1000 ltr olie.

Der er regnet med en virkningsgrad på 100, på brændværdien af olien til oliefyret, hvor ældre oliefyr ofte har en virkningsgrad på ca. 75 % og nye oliefyr vil være kondenserende og have en virkningsgrad på op til 104 %.

Gasfyr, der kører på naturgas vil have en udgift ca. 12.200 kr. pr. år iflg. gasprisindeksen som administreres af energinet.dk til standardhusets 18.100 kWh.

Træpillefyr vil have en kostpris til varme på 8.400 kr. pr. år ud fra 18,1 MWh a 5,4 kWh/kg i brændværdi for træpiller som koster ca. 2.50 kr.pr. kg , som er en gennemsnitspris fra Pricerunner d. 15 maj 2015.

Husholdningers forbrug fordelt på energivarer



Figur 21 Husholdninger energitypefordeling fra Energistatistik 2013 af Energistyrelsen

Der ses på kurven oven for en ændring af varmforsyningen fra oliefyr i 1990 på ca. 52 Pj svarende til cirka 1/3 af forbruget, hvor oliefyrene inden 2020 vil udfaset næsten helt.

Hvorimod fjernvarmen har en stigning på ca. 15%, som nok vil stige lidt i fremtiden.

Endelig ses stigningen i vedvarende energi som er næsten tredoblet fra 1990 til 2013, en stigning som fortsætter støt.

Besparelses potentialet ud fra nøgletallene.

Besparelsespotentialet varierer selvfølgelig meget afhængig af forbrugerne og deres vaner.

I kontorbyggeri, og industrien, hvor der er kørt flere forsøg med energistyring er besparelse ofte på over 20 %, realiseret rimeligt nemt.

I Taylor og Smiths undersøgelse i Southampton England i 2010 for Harvard University, blev der i en bebyggelse på 38 ens typehuse realiseret energibesparelse mellem – 10% og 42 %, ved en simpel energistyring på der viste gasforbruget til opvarmning.

Undersøgelsen kan dog ikke overføres til danske forhold, grundet den engelske byggestil med lavere isoleringsgrad og en lokal opvarmningsform med el og gaskaminer, som adskiller sig en hel del fra Danmark.

Husholdningernes besparelsespotentiale er i gennemsnit ca. 4000 kr. pr. år. som jeg mener er et forsigtigt skøn med en besparelse på minimum 15 % af 26.000 kr.pr. år, som er 3.900 kr. pr. år,

4000 kr. om året er et betragteligt incitament til at foretage sig noget aktivt for en familie.

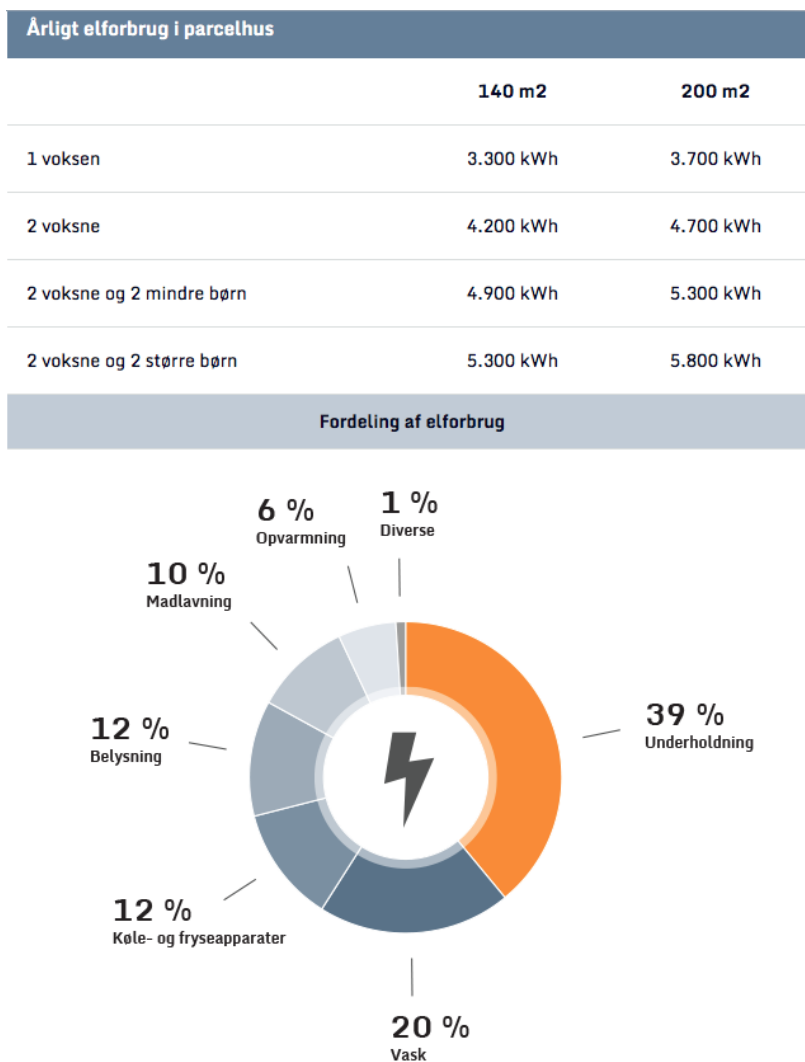
Men besparelsen er ikke sikker, og vil afhænge meget af familien, forbrugsmønster, indstilling til energiforbrug og som tidligere nævnt vilje og fokus på besparelser, derfor er det svært at stille en garanti for besparelsen.

7.1. Energiforbruget fordelingsmæssigt i et standard enfamiliehus.

Elforbrug i husholdningerne

En tredjedel af elforbruget i Danmark går til hjemmes elforbrug – kilde ”Husholdningers Elforbrug” af Kirsten Gram Hanssen SBI 2015.

Ifølge Energistyrelsens seneste energistatistik for 2013 havde husholdningerne et energiforbrug på 183,1 PJ som udgjorde 30% af Danmarks samlede energiforbrug på 759 PJ, af de 183,1 PJ gik 150,4 PJ til opvarmning og 32,7 PJ til el-apparater med mere.



Figur 22 Kilde: Energistyrelsen - <http://spareenergi.dk/forbruger/el/dit-elforbrug/hvor-meget-el-bruger-du>.

Bemærk: De 6% til opvarmning er div. varmepumper og el gulvarme i badeværelser, hvor elvarme ikke er hovedvarmekilden mm. som er en del af gennemsnittet.

Eksempler på apparaters årlige el forbrug.

Som udgangspunkt har jeg taget standardværdier, som er sammenlignet med målinger i mit standard hus, der er være store variationer i forbrug, som er ikke er taget med i beregningen – et køleskab kan bruge mellem 900 kWh og 120 kWh pr. år, alt efter forbrugsmåde og konstruktion.

Hvidevarer

Fryser 250 kWh/år
Køleskab u. fryseboks 138 kWh/år

Køkkenapparater

Elkomfur 250 kWh/år
El ovn 95 kWh/år
El kogeplader 169 kWh/år
Mikrobølgeovn 22 kWh/år
Kaffemaskine/espressomaskine 25-37 kWh/år
Elkedel 25 kWh/år
Emhætte 51 kWh/år

Fjernsyn og digitale modtagere

LCD-tv 305 kWh/år

Afspillere og spillekonsoller

køkkenradioen 60 kWh/år
Musikanlæg 88 kWh/år

Vask

Vaskemaskine 280 kWh/år
Tørretumbler 220 kWh/år – kondens med Varmepumpe

Belysning

Glødepærer 24 kWh/år
Halogenpærer 24 kWh/år
Spare pærer 8 kWh/år
LED-pærer 60 kWh/år

Varmeanlæg

Cirkulationspumpe 131 kWh/år

It

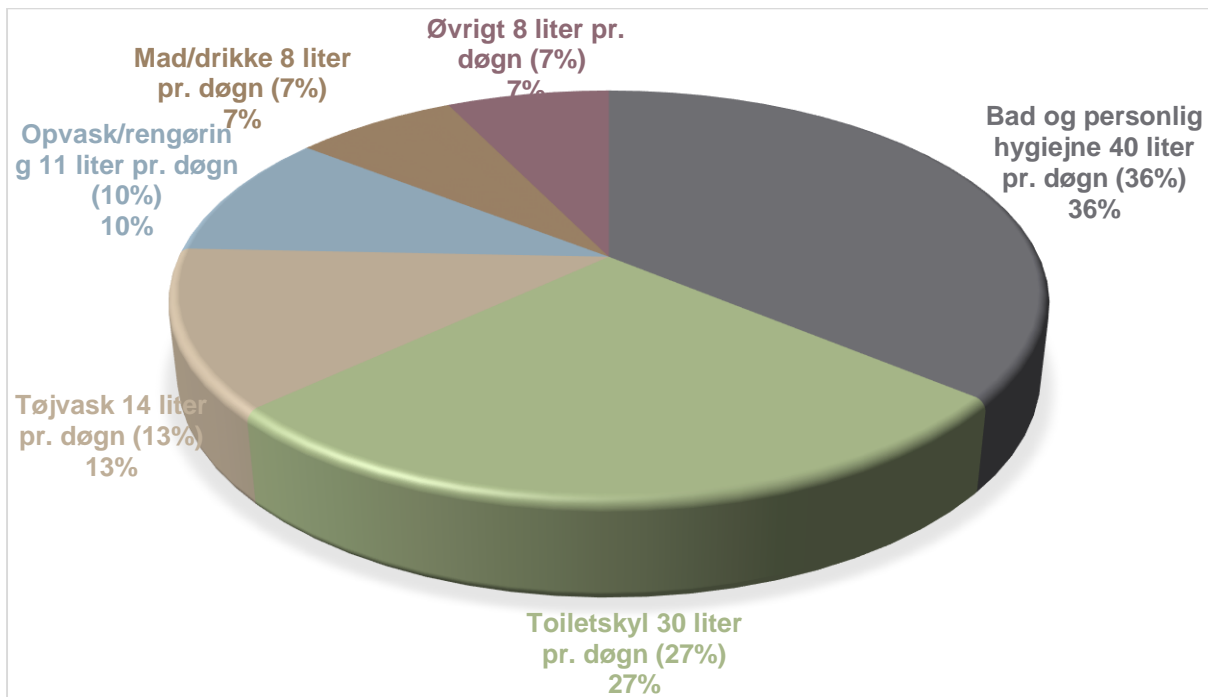
Bærbar pc 54 kWh/år
Stationær pc 227 kWh/år
Tablet 15 kWh/år
Mobiloplader 12 kWh/år
Internetforbindelse 83 kWh/år
Printer/kopimaskine 73-100 kWh/år

7.2. Vandforbruget i husholdningen:

Typisk vandforbrug I en bolig

Ca. 30 % af boligens samlede energiforbrug går til at varme vand med, afhængig af forbruget til opvarmning, som vil være mindre i et lavenergihus, hvor varmtvandsforbruget kan overstige varmeforbruget.

Det generelle vandforbrug er faldet med 12 % fra 2000-2010. Til gengæld er forbruget af varmt vand steget, bl.a. fordi vi går mere i bad.



Figur 23 Forbrug af vand grafisk ud fra Danva

Så meget vand bruger en typisk dansk husstand pr. person:

Bad og personlig hygiejne 40 liter pr. døgn (36%)

Toiletskyl 30 liter pr. døgn (27%)

Tøjvask 14 liter pr. døgn (13%)

Opvask/rengøring 11 liter pr. døgn (10%)

Mad/drikke 8 liter pr. døgn (7%)

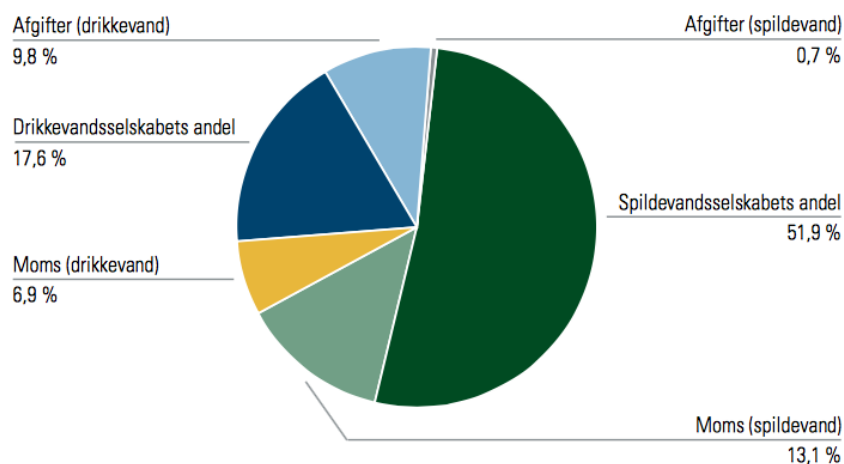
Øvrigt 8 liter pr. døgn (7%)

Én person brugte i 2010 gennemsnitligt 110 og i 2011 108 liter i døgnen – det bliver til cirka 40 m³ vand om året pr. person.

Kilde dong energy

Vandprisen sammensætning

Vandprisen sammensætning, 2013



Figur 24 Vandprisen sammensætning 2013 Kilde DANVA

Vandprisen sammensætning er ligesom de øvrige udgifter til huset for en del afgifter og moms, hvor kun 18 % går til vandværkets drift, og 52 % bliver brugt til afledning af vandet, og kun 10,5 % er afgifter, hvorved moms og afgifter udgør 35 % af vandprisen.

Derfor går det også ud over statens afgiftsgrundlag, ved besparelser på vandet.

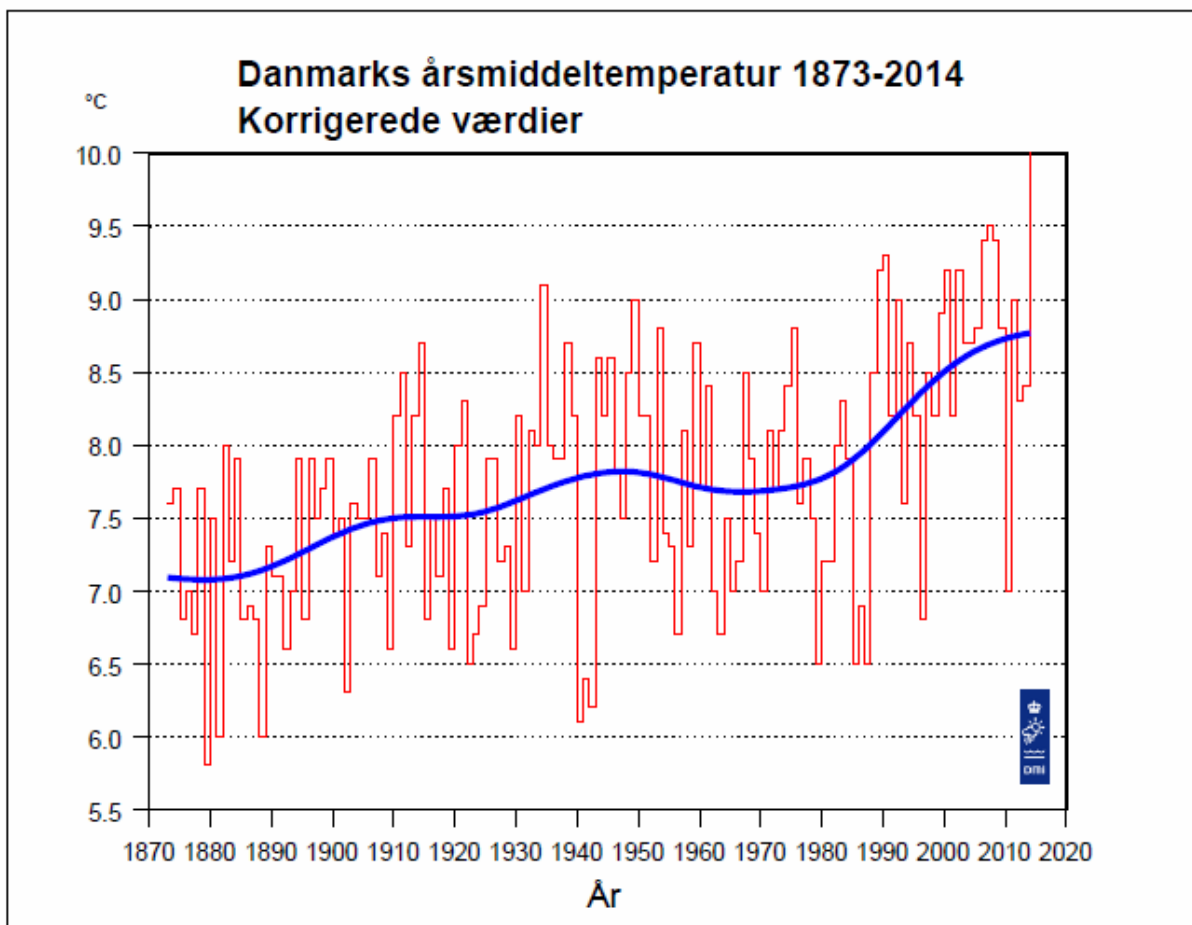
Varme

Husholdningernes energiforbrug påvirkes meget af vejret, og der er derfor klimakorrigeret i tallene fra energistyrelsen, for at kunne sammenlignes årevis.

Årsmiddeltemperaturen og graddage varierer en del, som det ses kurven nedenfor, hvor det ses at 2010 var et meget koldt år med 7,0 grader i årsmiddeltemperatur – hvor der var 3490 graddage, medens 2014 havde 10 grader i årsmiddeltemperatur og 2478 graddage – en forskel på 29 %. En normalt reference år har 2906 graddage og 8 grader i årsmiddeltemperatur.

Varmeforbruget i husholdningerne er næsten lineært proportionalt med sol og vindkorrigerede graddage,

Graddagene er en vigtig faktor ved visning af normalgrænser for energiforbruget, ved energistyringsværktøjet.



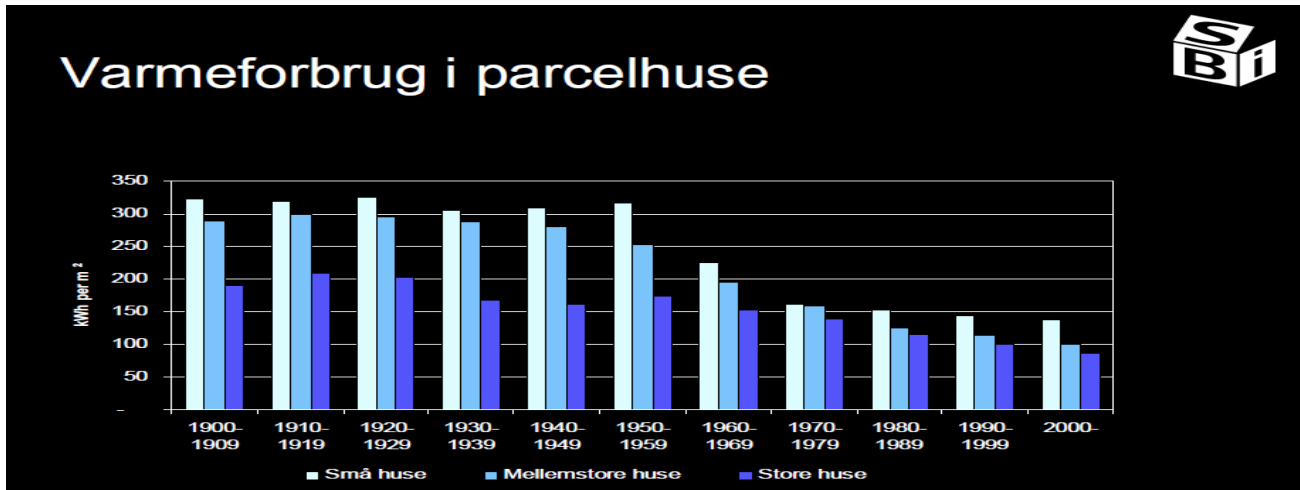
Figur 25 Årsmiddeltemperatur fra Danmarks klima 2014 fra DMI Danmarks klima 2014 teknisk rapport 15-01

Varmeforbruget afhænger helt af husets tilstand/isolering, Vinduers størrelse, udformning og placering, opvarmningsform, vaner, antal beboere, alder på husets beboere og endeligt vejret, som omtalt tidligere.

Varmeforbruget i forhold til husets tilstand/isolering

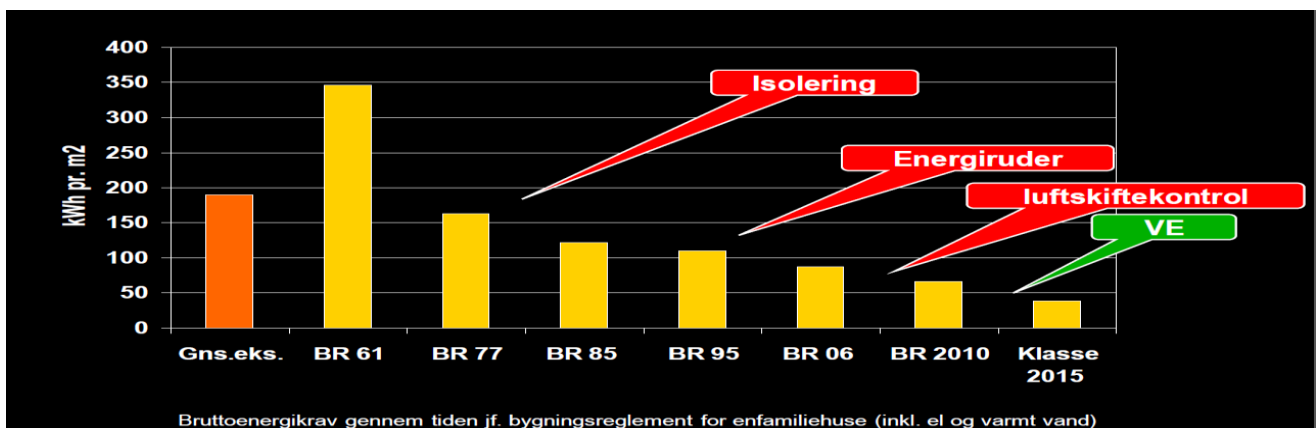
Der er stor forskel på om det er et passivhus med 15 w/m²/år, svarende til et energiforbrug på 130 m² a 15 kW/år/m²= 2000 kWh/år til varmekonsum, og et hus fra år 1900 der har et forbrug på 420 kWh:/m²/år svarende til 54.000 kWh/år i varmekonsum.

Standardhuset der er regnet med i opgaven er midt mellem de 2 yderpunkter med et energiforbrug på 139 kWh/m²/år – som er tilsvarende BR77, et af de tidspunkter hvor der er bygget flest boliger.



Figur 26 varmekonsum i parcelhuse fra foredraget Energiforbrug og energibesparelser af kirsten Egelund Thomsen SBI Okt. 2007

Der vil ske en ændring i løbetiden, hvor de ældre huse bliver løbende renoverede, hvor kravene til det nuværende bygningsreglement skal opfyldes, hvis der renoveres mere end 1/3 af klimaskærmen.



Figur 27 udvikling i krav fra bygningsreglementet - fra SBI

Vinduers størrelse/udformning og placering:

Iflg. vinduesindustrien og DTU taber vi 7% af vores opvarmning ud gennem vinduerne, med den standard der er i gennemsnit på vinduerne pt.

Når hele bygningsmassen har skiftet til de bedste A mærkede energiruder vil der være et lille varmetilskud fra vinduernes positive Eref værdi, dvs. at de bidrager til opvarmningen af huset.

Der er i det nye bygningsreglement krav om en U-værdi på under 1.4 Watt/m²/K, og en positiv Eref værdi, hvor de gamle termoruder, der stadig findes en del af har en U-værdi på op til 3 W/m²/K og Eref for f.eks. en sydvendt rude på -42 kWh/m², hvor et nyt A mærket vindue har en u-værdi op ned til 0.8 W/m²/K og en Eref på op til 132 W/m²/K.

Dette vil også mindske kuldnefald og dermed træk, og derfor kan temperaturen justeres ned, med mindre varmetab til følge, da der ofte køres med en overtemperatur for at mindske trækgener.

Opvarmningsform/termisk masse

Der er krav om udetemperatur-kompensering af fremløb til varmen i alle nye huse iflg. DS 469, for at mindske varmetabet fra varmeinstallationerne, men det store varmetab fra installationerne ofte er i de ældre ikke så isolerede huse, hvor der ikke er krav om udetemperatur kompensering, samt i nye huse er installationer isoleret efter DS 452:13, hvor kravet er ca. 50% skærpet i forhold til den foregående varmenorm, og huse fra før 70'erne har der ikke været noget krav til isoleringsevnen, idet man mente at varmen blev inde i huset.

Jo mindre udsving i opvarmningstemperaturen over det ønskede set punkt, jo mindre tab vil det være, da varmetabet er lineært med temperaturforskellen mellem ude og inde.

Jo lettere konstruktionerne er rent termiske, des hurtigere vil vi kunne udnytte natsænkning, hvorimod hvis det er tunge termiske konstruktioner vil en natsænkning ikke være muligt/økonomisk, grundet den lange tid, som det tager at varme op igen, og der vil være et oversving i temperaturen, med tab til følge.

Der er storforskel på de termiske kapaciteter hvor et træhus i let konstruktion kan lagre 40 kWh/m²/K og et tungt termisk hus i beton el.lign. kan lagre 160 kWh/m²/K.

Især ved gulvarme der er udført traditionel, med varmeslangerne 8 til 10 cm ned i betongulvet er der er rimelig stor forsinkelse på varmeændringer, omtalt andetsteds i rapporten.

Ventilation

I et hus med naturlig ventilation hvor der er et luftskift der opfylder BR2015 krav med 0.5 ltr./sek. pr.m² svarende til ½ gang i timen vil der være et varmetab på 130m² x 2,5 m² højde x 0,5 gange x 0.00034 x (20°C-8°C)*227 dg x 24 timer fyringssæson = 3,612 kWh./år i ventilationstab. – hvor der i et nyt hus med ventilationsanlæg kun er ca. 20 % af dette tab – svarende til 700 kWh/år. Ud fra at et ventilationsanlæg nu skal have en virkningsgrad på varmegenvinding på 90 %, der vil være et tilskud fra kondensering af fugt fra rummene og der vil være et fradrag fra den ufrivillige infiltration der vil være fra utætheder og åbning af døre mm.

Vaner

Udluftningsvanerne, hvor der ikke er ventilation, har indflydelse på energiforbruget og indeklimaet, der er meget forskellige vaner for at lukke vinduer og hvor varmt der skal være, som tommelfingerregel vil varmekonsumet øges med cirka 5% ved at hæve temperaturen en grad (hvis vi bruger ds 418 groft, vil en grad øge tabet med 1/32 hvis der ikke er gulvvarme svarende til 3 %)

Antal beboere og Graddage Uafhængigt forbrug:

Da GUF – graddage uafhængigt forbrug ikke afhænger af huset, men hovedsageligt af brugerne, og i et lavenergihus vil GUF være højere end GAF, vil brug af varmt vand være meget afhængig af antal beboere, og deres brug af huset.

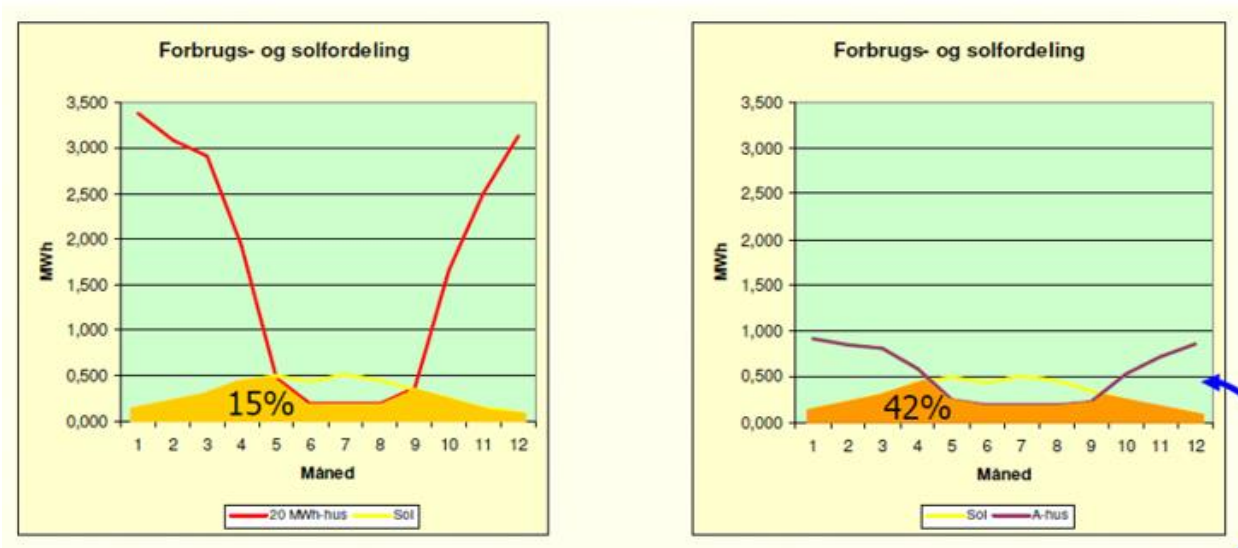


Figure 28 Forbrugssammenligning mellem et 20 MWh. hus og et 3,5 MWh. hus fra TI solvarme.

Som det ses af kurverne for varmekonsum ovenfor, hvor GUF er forbruget i 6-7-8 måned, hvor der ikke er forbrug til varme, udgår GAF halvdelen af det samlede varmekonsum på 7.000 kWh.

Alder på husets beboere

Der vil logisk være et ændret forbrug iflg. alderen på beboerne, nogle ældre foretrækker varmere huse, ligesom hvis der er småbørn, der kravler på gulvet vil der være krav om højere temperaturer og højere energiforbrug.

Men jeg mener ikke at det er muligt skarpt længere at kategorisere energiforbruget efter alder på beboerne, da jeg ikke mener der er så stor forskel på levevisen, på yngre og ældre beboere mere.

Vejret

Er tidligere omtalt – der kan være op til 30 % variation i varmekonsumet ud fra hvor meget temperaturen, sol og vind varierer.

Årsmiddeltemperaturen kan som tidligere omtalt variere op til 30 %.

Solen vil variere fra 1300 timer til 2100 timer pr. år, hvilket især har indflydelse på huse med A-mærkede vinduer, hvor tilskuddet fra solen er med i energiregnskabet, og giver et godt tilskud til varmen.

Samt vinden giver en øget varmetransport, både temperatur, sol og vind varierer meget fra placeringerne af bygningerne i landsdele og i forhold til landskabet.

			Normalår 1941/80	2014/15 ændring i forhold til:	
	2014/15	2013/14		2013/14	Normalår
September	0	40	36	-	-
Oktober	82	107	219	-23,4 %	-62,6 %
November	246	314	349	-21,7 %	-29,5 %
December	422	360	455	17,2 %	-7,3 %
Januar	430	467	525	-7,9 %	-18,1 %
Februar	414	357	480	16,0 %	-13,8 %
Marts	367	322	460	14,0 %	-20,2 %
April	228	164	302	39,0 %	-24,4 %
Maj		40	79		
Juni		0	1		
I alt	2.189	2.131	2.826	2,7 %	-22,5%

Figur 29 graddage for 2014 afviger 22,5 % fra normalåret som er et justeret gennemsnit fra 41-80 Kilde Teknologisk institut

7.3. Energistyringen

Energistyring er et værktøj, der har til formål at reducere omkostningerne til energiforbrug og reducere en belastning af miljøet, ved at skabe overblik, og synliggøre husets energiforbrug for husets brugere. Derved motiveres til en reduktion af forbrug og dermed omkostninger, samt at styre forbruget på en hensigtsmæssig måde i forhold til produktion og aftag af energien.

Det er nødvendigt at kende baggrunden for forbruget, og hvor der er størst effekt ved at ændre forbrug og vaner, da det er begrænsede ressourcer der er til rådighed, for udformningen af energistyringssystemet.

Ved hjælp af en synlig energiforbrugsvisning, som er grundlaget for energistyringen, er husets brugere med til både bevidst og ubevidst at sænke energiforbruget og dermed omkostninger både økonomisk og klimamæssigt ved brugen af huset.

Der er valgt at dele energistyringen op i 2 metoder: Den aktive, hvor brugerne ud fra oplysninger om forbrug og beregnet forbrug selv justerer varme, vand og el forbrug. Den passive, hvor det er energistyrings systemet der adaptivt justerer forbruget, ved. f.eks. som Smart Home at slukke for standby efter et bestemt tidspunkt, hvis der ikke er forbrug på en stikkontakt, og ved automatisk at justere varmen ned efter tilstedeværelse.

Ofte er det dog en kombination af begge metoder, der er optimal, brugerne skal have ejerskab til energisystemet i hjemmet.

Styringsmåden for begge former består i at registrere energiforbruget evt. et energistyrings-værktøj og efterfølgende analysere resultatet ud fra nøgletal og tidligere forbrug, for derefter at handle ud fra de overvejelser der kommer frem under analysen af resultatet, der skal vises så overskueligt som muligt.

Et energistyringsværktøj er et redskab, der opsamler energidata og præsenterer dem på en overskuelig måde for brugerne. Det kan være alt fra hjemmelavede regneark, til et komplet system med kontinuerlig dataopsamling, som giver mulighed for at udarbejde budgetter, opsætte alarmgrænser, opsamle automatiske data osv.

Energistyringen omfatter alle former for energiforbrug med undtagelse af forbruget til transportformål. Energistyringen bør også omfatte vandforbruget, dels fordi vand er ved at være en knap ressource, dels fordi det mange steder ofte er en overset og meget betydelig omkostning, da vand f.eks. i Rødovre pr. 1.jan koster 41,65 kr. pr. m³. og afledning deraf koster 11.50 kr. pr. m³

7.4. Hvad skal der måles

Hvor meget der skal måles i detaljeringsgrad, tidsintervaller og hvor mange parametre der skal med, skal vurderes nøje.

Skal det være både vand, varme, temperatur, fugtighed, CO₂ og luftskifte udeklima mm. afhænger helt af investeringsmulighederne, jo flere ting der er med, des mere koster investeringen, som der jo er grænser for.

Samt for mange målinger kan gøre systemet uoverskueligt, det er de væsentligste faktorer, der skal visualiseres tydeligst.

Der er mest at hente økonomisk på at måle energi samlet til opvarmning og varmt vand, som er den største udgift, hvor der som regel er måler på til afregningen af varme, selv om måling af det varme vand er den post der har størst potentiale for besparelser.

Derfor er krav i målerbekendtgørelsen bek. 563 at der skal være målere på varmtvandsforbruget inden december 2016, hvis det er teknisk muligt og omkostningseffektivt.

Dernæst er der god økonomi i at måle på elforbrug, samt vand, da det er her der kan sættes ind med besparelser.

Hvis man skal sammenligne varmeforbrug med foregående, eller beregnet varmeforbrug, skal der ske en graddøgnskorrektio n ud fra udetemperatur data, hvor der kan vælges om der bruges egne lokale målte data for vind, temperatur og sol, eller der hentes data hos en host på nettet. F. Eks. Yr.no. eller DMI.

Der skal ske en vurdering om de bløde og komfortmæssige parametre skal med i form af indeklimate målinger, således at CO₂, temperatur og relativ fugtighed måles på udvalgte steder, som især kan have betydning i boliger uden tvungen ventilation, hvor det giver brugerne mulighed for at regulere sig til et bedre indeklimate, med mindre fugt og lavere CO₂ og dermed et bedre velbefindende.

Ventilationsanlægs styret ventilation vil kunne styres via energistyringen, hvor en styring efter CO₂ og fugt være en naturlig styringsparameter via energistyringen, hvor en mindre overtrædelse af bygningsreglementet i ferier med en reduktion af ventilationsraten vil kunne give en besparelse, som ikke vil gå ud over komforten.

Der er dog ofte ikke nogen besparelse i at vise komfortparametrene, men det er med i det holistiske syn, og ligesom de smarte tiltag med til at få energistyringen implementeret.

7.5. Nøgletal

En del af energistyringen er at analysere informationerne om energiforbruget ved at sammenligne med andres eller efter eget tidligere forbrug, eller ud fra en beregning, således at der er et mål at styre efter og at holde sig under et forbrug, eventuelt ud fra alarmer om grænser der overskrides.

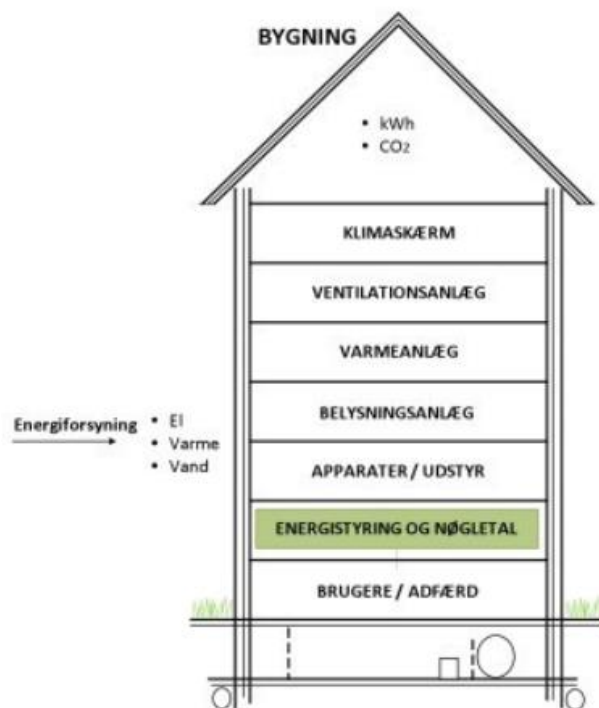
Nøgletal kan dannes ud fra tidligere års forbrug, og køres sammen med beregnede det forbrug, og endelig sammenlignes ud fra det gennemsnitlige standard forbrug på området.

Nøgletals sammenligningen kan være:

Elforbrug i forhold til brugsmønster - tomgangs elforbrug når der ikke er nogen hjemme.
Vandforbrug hvor der gives alarm ved lækage, hvis der er forbrug der aldrig kommer ned i nul.

Varmeforbrug i forhold til graddage, byggefysik i huset og brugsmønster.

Det er vigtigt at systemet kan håndtere de parametre og evt. beregninger der skal til at danne nøgletal og undervejs kunne ændres/selv ændre forudsætninger for ændrede brugsmønstre, og evt. ændringer i bygning og forsyning, samt ændringer i husets population – børn flytter ofte hjemmefra på et tidspunkt.



Figur 30 Gruppering af energiforbruget fra Pjecen Energiledelse fra projekt værktøjskassen fra Energistyrelsen 1990.

7.6. Energistyringssystemet EDB teknisk

Hvis der skal investeres i et færdigt system, er der mange ting, der skal tages med i overvejelserne:

Man skal overveje om det skal være et hosted system, hvor programmer og data ligger på en server hos udbyderen af systemet, og systemet kan tilgås over nettet med data indtastning og udskrifter. Der er ulempen at udbyderen ejer systemet, og evt. kan tage en betaling herfor, og at det vil være muligt at se forbrugs parametre for de der har adgang til systemet. (En tyv vil kunne se hvornår familien er hjemme, hvis han kan komme ind i systemet)

Nogle udbydere tilbyder edb-systemer gratis indtil der er brugere nok, der har alle deres data, hvorefter der kommer en månedlig pris på for at bruge systemet.

Der er også leverandører af energistyringssystemer der har hosten gratis, som et salgsargument, f. eks. Smappee fra Apple.

Men det kan være en stor fordel at der er professionelle programmører, teknikere og interaktionsdesignere, der løbende udvikler og vedligeholder systemet.

Man kan vælge at ligge sin energistyring op på sin egen hjemmeside, hvilket dog kræver lidt teknisk snilde, med der er til gengæld fuld ejerskab af styringen. Men det kræver arbejde og en hel del teknisk indsigt for at løbende vedligeholde siden, udstyret og den løbende optimering.

Det kan være et lokalt system, der evt. på et strategisk sted i huset viser aktuelt forbrug, alarmer og status, fordelene er at der ikke er nogle udefra der kan tilgå systemet, og evt. bruge det til overvågning, om der er nogen hjemme.

Eller skal det være en kombination af alle systemerne, mange elselskaber har online registrering af el, hvor man selv kan hente data fra Energinets data hub, samt enkelte varme og vand distributører har online, og flere kommer til, da fjernaflæsning er den mest økonomiske rentable aflæsning.

Der skal ske en vurdering om der skal der logges på alle forbrugsenheder, eller hvor er væsentlige KPI – Key Point Indicators (på dansk vil vi kalde det for nøglepunkter) , der er ikke økonomi i at måle på steder hvor der ikke kan ændres noget/ske besparelser.

Skal logningen være trådløs som er den nemmeste opsætning, men der er en sikkerhedsrisiko, eller skal det være fortrådet opkobling til målepunkterne, som f.eks. KNX – IHC – Smart House m.fl. som er en ofte omkostningstung måde, men mere stabil og sikker.

Der skal ses på omkostningerne ved de forskellige løsningsforslag, og ikke kun startomkostninger, der skal også ses på vedligehold, genanskaffelse, udvidelse, fremtidssikring mm.

Der vil givet komme krav i nærmeste fremtid om at vi skal tilpasse vores forbrug efter afsætningen af energi, det vil være naturligt at energistyringen håndterer denne del også, hvor der er næsten kun passiv automatisk styring muligt.

I forsøget med Syd Energi får vi kunder en sms med besked om at nu er strømmen billig, men styringen virker tvivlsom, da jeg ikke starter en vask kl. 23, fordi strømmen er billig.

En omkostningsanalyse over systemets levetid vil være svær at udføre korrekt, idet levetiden på teknik ofte ikke er funktionsdele, men derimod teknisk forældelse, ligesom besparelsen er brugerafhængig og derfor svær at sætte nøjagtige tal på.

Men det vil være muligt at udføre en simpel omkostningsanalyse med investerings budget og en skønnet besparelse på 2000-6000 kr. pr. år, hvor en prissætning af de bløde ting som komfort og bekvemmelighed er nødvendig.

7.7. Brugerfladen

Det skal overvejes hvad brugerne skal have oplysninger om, og hvad de eventuelt selv skal kunne taste ind, og hvor nemt det kan gøres, for at det bliver gjort.

Det skal nøje overvejes om der skal være alarmgrænser, der eventuelt vises som sms , når nøgletalsværdier overskrides, hvor ofte de kommer. Faren ved alarmer er at de ikke bare bliver et irritationsmoment, som ignoreres og slukkes for.

Der skal overvejes om der skal være noter ved overskridelse, om brugerne vil kunne bruge disse til noget, og hvor uddybende skal denne eventuelle logning af overskridelser være, for at det stadig er være overskuelig.



Figur 31 udskrift fra SMARTLY ENERGISTYRING systemet fra norge

Et at de store problemer er, hvorledes forbruget vises tydeligt og overskueligt, således at det motiverer alle beboere. Det kan for eksempel visualiseres som et speedometer i grøn og rød eller som søjler, som ovenfor.

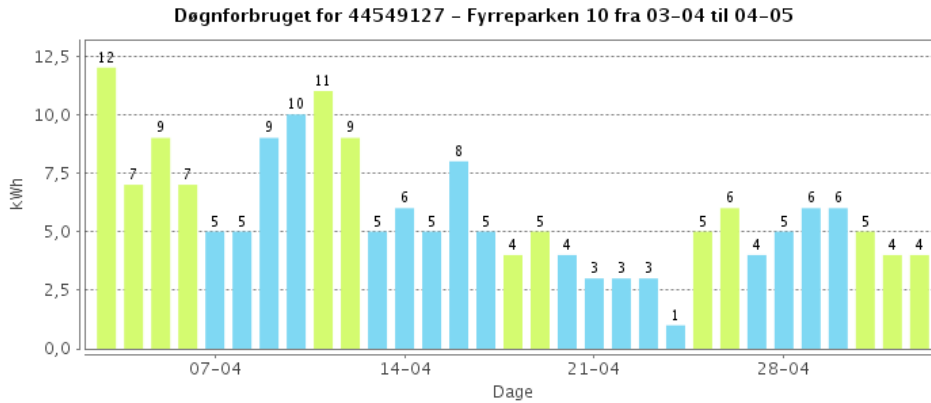
Eller bedre forbruget kan visualiseres som bunker af penge, som vist nedenfor. Penge kan de fleste relatere til, de færreste har et forhold til kWh. og Gj., hvorimod overskud af penge er omsættelig.



Figure 28 Visning af forbrug som pengestabler

Det skal overvejes hvorledes man kunne trække budgetter for hver uge og måned, f.eks. skal dagens varmeforbrug sammenholdes med en graddagsberegning, hvilket vil være naturligt.

Ugeforbruget fra 27-04 til 04-05 på adressen Fyrreparken 10 var på 34,0 kWh.
Det er 36% højere end ugen før og 33% lavere end gennemsnittet af de forrige 5 uger.



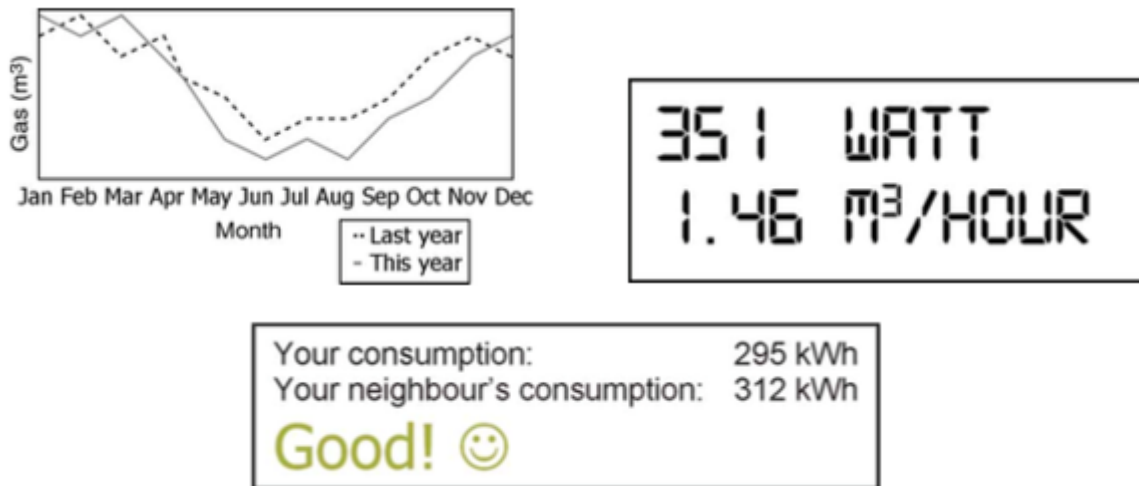
Figur 32 SE tilbagemelding på elforbrug ugevis til kunderne (kan fravælges)

Skal der udskrives rapporter i en eller anden form, f.eks. i form af en mail fra systemet, lignende overfor?

Skal der være andre features? – for eksempel Smart House systemet der har familiens kalender indbygget, eller der var et Smart Home System som Syd Energi solgte fra 2008-2010, også kaldet Smart Home: Systemet bestod af en lille styreskærm: Hvor der var DAB radio, fjernsyn, vejrudsigt og styring af trådløse kontakter i brugerfladen til energistyringen.

Syd Energi havde desværre begyndervanskeligheder med elektronikken i Smart Home, som ikke var afprøvet nok, samt prisen var for høj ca. 8.000 – 10.000 kr., hvilket er over en vis psykisk grænse for investeringer, samt der var ikke den opmærksomhed på energibesparelser, og evt. energistyring af forbruget.

Firmaet der producerede systemet er nu gået fallit, og er ude af markedet – de var for tidlige ud på markedet.



Figur 33 Forskellige visninger af energiforbruget kilde "Home Energy Monitors: Impact Over the Medium-term" af Delf University.

Der er forskellig simple visninger af energiforbruget, hvor den simpleste er en visning af aktuelt forbrug i afregningsenheder som vist ovenfor.

Samt det er muligt i ens boligblokke at sammenligne med naboernes forbrug og give smileys, der virker som nudging af brugerne.

Samt i Holland er der på nogle af naturgasmålerne ved huset et display med gasforbrug, sammenlignet med foregående års gasforbrug, en meget simpel, men indikerende visning.

7.8. Dataopsamling teknisk

Grundlagt for energistyringen er at der er valide data at analysere på og styre ud fra.

Data kan tilvejebringes på mange måder:

Umiddelbart er det den nemmeste og billigste måde at aflæse en målere manuelt og indtaste aflæsningerne i energistyrings systemet, men det giver et begrænset overblik, ligesom spidsbelastninger og toppe i forbrug, ikke vises ved den grove registrering, der ofte kun foretages på ugebasis.

Til gengæld giver den manuelle indtastning ofte et præj om hvor forbruget ligger, og ved for eksempel indtastning i et skema hvor normalforbrug for varme i perioden er angivet, vil det give en reaktion og derved en energistyring.

Meget ofte er der ikke fjernaflæsning på vandmåleren og varmtvandsforbruget, og derfor er der ikke mulighed f.eks. lækagealarm.

Det er et krav, at systemet skal være nemt og hurtigt at taste ind i, ofte bruges et stykke papir på døren til varmtvandsbeholderne, og hvis systemet er elektronisk, skal det kunne håndtere:

- Måler-skifte
- Måleroverløb (forfra start)
- Visning af formodet fejlindtastning.
- Mulighed for at rette i indtastede data
- Kontrol af indtastede værdier i forhold til forbrug
- Tilpasning hvis aflæsningen ikke lige sker med 7 dages mellemrum.

Det er tvivlsomt om den travle almindelige familie overkommer eller har opmærksomhed på indtastning af forbrug jævnligt.

Der er mange der ikke aflæser deres varmemåler hver måned og sammenligner med normalforbruget, selv om de fleste fjernvarmeværker sender et målerkort ud, hvor der er graddøgnskorrigeret forbrug for hver måned, ud fra foregående års forbrug.

Hvis der skal være alarmer/grænser eventuel med stop på, hvor man kan ændre nogle ting, er det et krav, at der skal være et bedre analyse grundlag, som kun opnås ved automatisk dataopsamling.

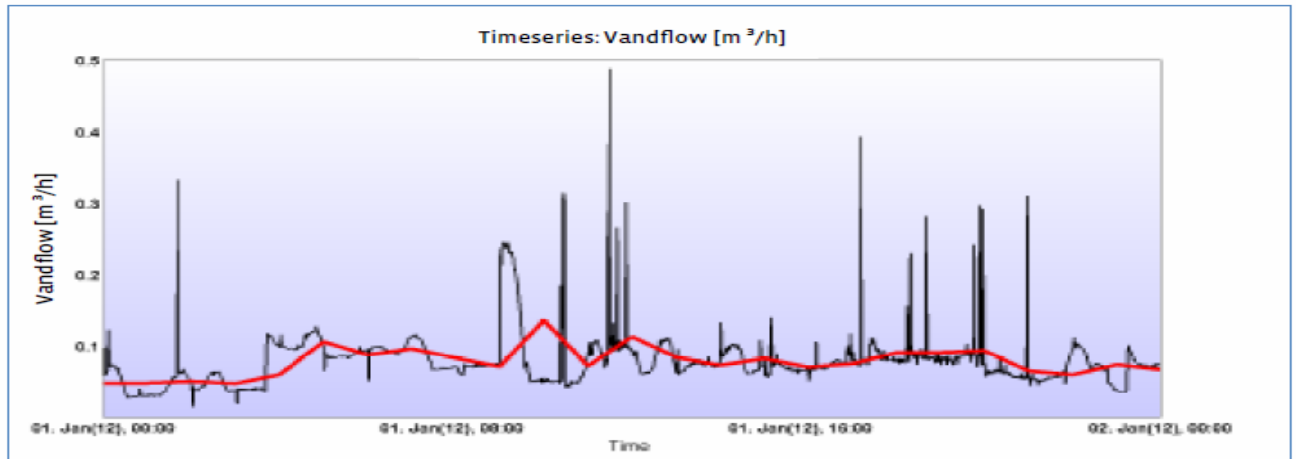
Derved kan man se hvor i døgnet der er overforbrug, få alarmer og evt. se hvordan det afhjælpes, ved at ændre forbrug, og evt. få rettet styringer af varmen mm.

Som ved al dataopsamling skal der ske en vurdering af datamængde og intervaller på opsamlingen, da hver enkelt måler der skal opsamles fra, kræver en investering, og der er begrænset datakapacitet og store mængder data kræver datakraft og tid, og datakraften er som regel ikke tilstede i små embedded systemer.

Et af kravene til en god visning af energistyringen, er at det skal være meget hurtigt at se og overskue.

Men det er et krav datatætheden skal være så tæt at evt. toppe på forbrug vises, erfaringsmæssig vil f.eks. varmekonsum til brusebad ikke være synlig nok hvis der kun vises timeforbrug, da et brusebad ofte kun tager 5 min.

Som det ses nedenfor hvor toppene er væk i timeforbruget, og det er ikke muligt at se spidsbelastningerne, hvor det skal være muligt at gribe ind og ændre forbruget.



Figur 34 De to grafer viser fjernvarmekonsumet en dag i januar, den sorte kurve er minutfrekvens og den røde er timefrekvens. - fra Aarhus fjernvarme

Den automatiske dataopsamling foregår ved at måleren tilsluttes en logger, hvis der ikke er indbygget logger i måleren, enten via en pulsudgang, en data udgang eller lignende. Loggeren lagrer værdier fra måleren med indstillet tidsinterval, og har en intern hukommelse. Loggeren sender værdierne til et energistyrings system kontinuert eller i intervaller, hvor data er bundtet, eller loggeren tømmes manuelt.

Den manuelle tømming kan både være fysisk eller på afstand, f.eks. via en modtager i skraldebilen der modtager signalet fra fjernvarmemålerne fra Kamstrup.

Der er utallige muligheder for kommunikation med dataloggerne: Telefoni, GSM GRPS, TCP-IP WIFI osv.

Men det er et krav til systemet, at det kan håndtere målere fra forskellige fabrikater og at de kan registreres i det valgte system, ligesom følgende spørgsmål skal afklares:

- Kan man selv sætte måleren op, for en økonomi i montagen?
- Hvornår er data til rådighed?
- Er data online, så de kan ses i systemet lige efter?
- Er det muligt at gå ind i systemet og rette data?
- Kommer der fejl meddelelser hvis måleren ikke fungerer/måler forkert?

7.9. Budgetter/økonomi

Det er jo oftest økonomien, der er incitament og grundlaget for energistyringen, derfor skal der være en visning/udskrift af økonomien, som kan sammenholdes med de faktuelle regninger der kommer.

Derfor skal der oprettes et prisblad for hver energiart, som løbende bliver ajourført, hvor detaljeringsgraden er afgørende for hvor tæt man kommer på virkeligheden, samtidig med at det skal være enkelt at ajourføre, at det bliver ajourført.

Prisbladet skal indeholde energipris, fast målerafgift og diverse afgifter med historik, således at det er de aktuelle priser der anvendes for den periode man ser på, og det er muligt at se historikken i priser og afgifter.

Det har ikke været muligt at finde eksempler på prisblade for energiforbruget til enfamiliehuse, vist i energistyringen, som det er i energistyring til større virksomheder, men det burde være en del af familiens budget visning.

Derved vil familien også kunne følge med i afgifts og pris stigninger, hvilket det er min opfattelse, at der er en del der ikke gør, og derfor ikke er bevidste om at de har en udgift, der kan ændres.

7.10. Alarmer

Med en alarmfunktion i energistyringsystemet kan man blive adviseret om eventuelt skred/ændring i forbrug eller visning af nye forbrugsting, der fører til et uønsket overforbrug, samt fejlfunktioner eller lækager i vand og varme.

Disse alarmer kan evt. sendes via sms eller e-mails, eller vises på et synligt display et sted i huset.

Alarmerne er ofte delt op i 3 typer:

1. Systemkontrol, virker energistyringen, er der kontakt til dataloggerene, kommer der data og er data inden for validitetsrammen.
2. Løbende sammenligning med foregående forbrug. F.eks. i forhold til de sidste 3 mandage er forbruget steget 150 %
3. Budget adviseringer, evt. som en uge eller måneds opsummering, hvor forbrug sammenlignes med sidste uge, graddagskorrigeret for varmeforbruget.



Figur 35 Der er sms alarmer nogle steder i landet, når der spredes gylle

7.11. Graddage

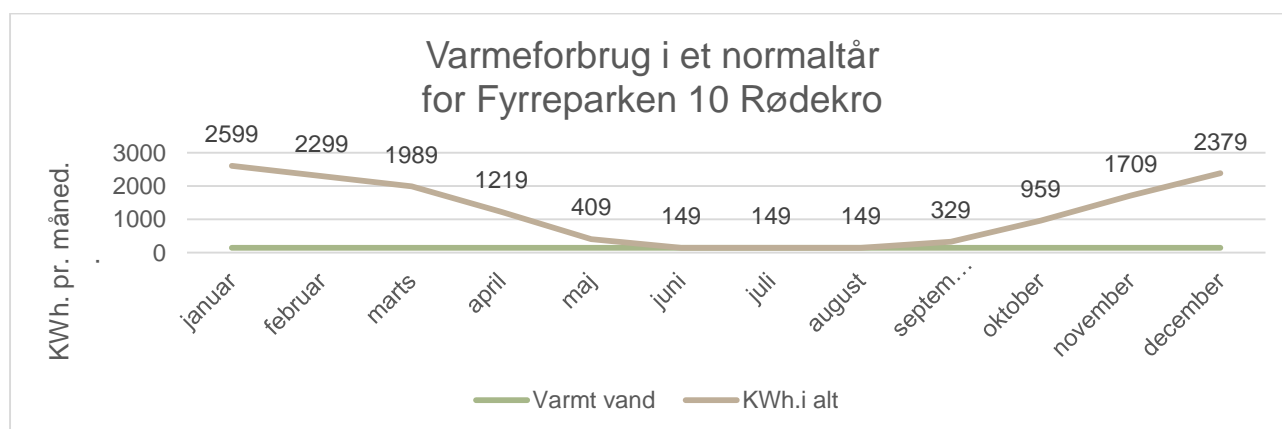
Hvis varmen aflæses online, vil det være muligt at i stedet for at korrigere graddage efter normalåret fra DMI, eller mere nøjagtigt at bruge øjeblikkelige graddøgnsmålinger når boligen, som f.eks. kan hentes på DMI's hjemmeside hvor værdierne opdateres hvert 10. Minut.

Ud fra en varmetabsberegning, eller bedre ud fra en Be10 beregning eller fra energimærkeberregningen på huset, som bygger på Be10 og DS-418, kan der ud fra en målt inde temperatur og målt udetemperatur beregnes et nøgletalsforbrug, som kan sammenholdes med det aktuelle forbrug.

Det vil være muligt ud fra Be10 på det specifikke hus at beregne en algoritme hvor inde temperaturen er konstant og der på den ene akse er gennemsnits udetemperaturen og den anden akse er solindfald, hvis vindlast skal med bliver det et 3 akset koordinatsystem, som er lidt sværere at håndtere, men det er muligt. men vi vil ikke få varmeakkumuleringen med i beregningen, hvilket også vil forsvinde i usikkerhederne på målingerne og Be10 beregningen.

MWh	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	I alt
Varmebehov													
+1 Trans.- og vent.tab	3,16	2,92	2,82	2,15	1,34	0,75	0,55	0,59	1,12	1,68	2,27	2,85	22,18
2 Vent. VF (total)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 Vent. VGV nedreg.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 Varmetab	3,16	2,92	2,82	2,15	1,34	0,75	0,55	0,59	1,12	1,68	2,27	2,85	22,18
5 Solindfald	0,24	0,36	0,52	0,66	0,77	0,73	0,72	0,73	0,58	0,42	0,26	0,16	6,17
6 Internt tilskud	0,44	0,40	0,44	0,42	0,44	0,42	0,44	0,44	0,42	0,44	0,42	0,44	5,17
7 Fra rør og VVB konst.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,25
8 Samlet tilskud	0,70	0,78	0,98	1,10	1,23	1,17	1,18	1,19	1,03	0,88	0,71	0,62	11,58
9 Rel. tilskud, -	0,22	0,27	0,35	0,51	0,92	1,57	2,14	2,03	0,92	0,53	0,31	0,22	
10 Del af rumopv.	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,76	1,00	1,00	1,00	
11 Variabl. varmetilsk.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 Tot. tilskud	0,70	0,78	0,98	1,10	1,23	1,17	1,18	1,19	1,03	0,88	0,71	0,62	11,58
13 Rel. tilskud, -	0,22	0,27	0,35	0,51	0,92	1,57	2,14	2,03	0,92	0,53	0,31	0,22	
14 Udnytt. faktor	1,00	1,00	1,00	0,98	0,86	0,61	0,46	0,48	0,86	0,98	1,00	1,00	
15 Varmebehov	2,45	2,15	1,84	1,07	0,26	0,00	0,00	0,00	0,18	0,81	1,56	2,23	12,55
16 Vent. VF (centralvarme)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17 I alt	2,45	2,15	1,84	1,07	0,26	0,00	0,00	0,00	0,18	0,81	1,56	2,23	12,55

Figur 36 Be10 beregning på fyrreparcken 10, der anvendes i det følgende



Figur 37 Varmekurve i et normaltår ud fra Be10 beregningen

FJERNVARME info@aabenraa-fjernvarme.dk
 www.aabenraa-fjernvarme.dk

 Bank Sydbank
 Konto 7910 1000606

 TOVE SØNDERBY
 PAUL ANDREAS JENSEN
 FYRREPARKEN 10
 6230 RØDEKRO

Forbrugskontrol - FYRREPARKEN 10 Forbruger nr. 182001000

Følg med i fjernvarmeforbruget måned for måned.

I skemaet har vi måned for måned fortrykt den målerstand, vi forventer, at måleren vil stå på den sidste dag i måneden. Ved at aflæse og notere målerstanden hver måned kan du se, om varmeforbruget følger det forventede.

Måned	Forventet målerstand	Aflæst målerstand	Forventet forbrug	Forbrug	Bemærkning
Målerstand 02-05-2013		230,095 MWh			
Maj	230,821 MWh		0,726 MWh		
Juni	231,309 MWh		0,487 MWh		
Juli	231,671 MWh		0,362 MWh		
August	232,048 MWh		0,377 MWh		
September	232,658 MWh		0,610 MWh		
Oktober	233,649 MWh		0,991 MWh		
November	235,106 MWh		1,457 MWh		
December	236,905 MWh		1,798 MWh		
Januar	238,895 MWh		1,990 MWh		
Februar	240,712 MWh		1,817 MWh		
Marts	242,476 MWh		1,764 MWh		
April	243,759 MWh		1,284 MWh		
Maj	243,791 MWh		0,032 MWh		
I alt			13,710 MWh		

Fjernvarmeforbrug i MWh de seneste 5 år					
Forbrugsperiode fra	12-05-2008	17-05-2009	18-05-2010	18-05-2011	31-05-2012
Forbrugsperiode til	17-05-2009	18-05-2010	18-05-2011	31-05-2012	02-05-2013
Varmeforbrug, MWh	10,615	11,933	12,299	11,301	13,710
Forbrug, m³	338,78	387,85	409,59	360,60	441,51
Afkøling i grader	26,94	26,46	25,82	26,95	26,70
Varmeårets graddage - normalår (3037)	2.830,60	3.292,30	3.134,00	2.753,50	3.065,00
Varmeforbrug i normalår	11,14	11,19	11,99	12,00	13,86
* MWh pr. m²	0,091	0,102	0,105	0,097	0,117
MWh pr. m² for lignende ejendomme	0,097	0,135	0,127	0,115	0,000

 *Fastafgiften beregnes efter et samlet areal på 117 m².

Figur 38 Forbrugskontrol sedlen fra fjernvarmen

7.12. Brugerdreven innovation i energistyringen

MCHA projektet (Minimum Configuration Home Automation) fra Alexandra instituttet i Aarhus, var et kvalitativt brugerstudie af tendenser, motivationer og barrierer hos forbrugere i forhold til energiforbrug og ændring af forbrugsadfærd, hvor der både var ingeniører og antropologer inddraget i undersøgelsen

Undersøgelsen konkluderede at energi forbruget bestemmes af 11 brugerstemmer, som er den opdeling der er valgt for motivation og behovs-afdækkelsen. Da det sjældent er en motivation eller behov der bestemmer brugen, derfor skal man se på hvilke personlige, sociale og samfundsmæssige betydninger, som brugerne tillægger deres forbrug.

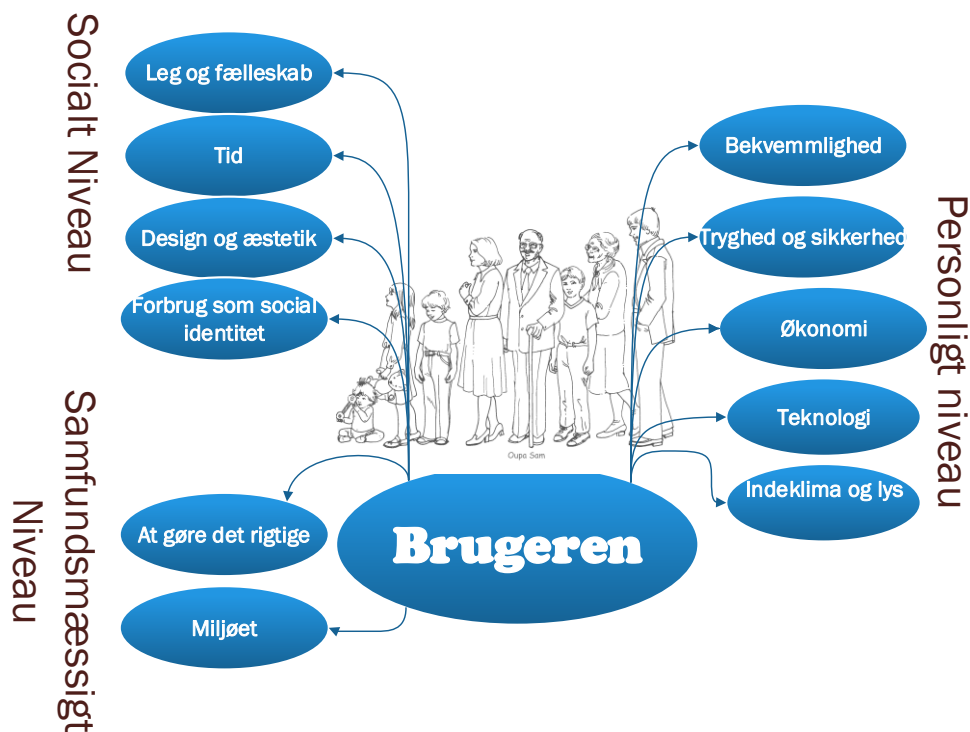


Figure 39 Skematisk opdeling af de 11 brugerstemmer

Bekvemligheden: er defineret som en merværdi, som man er villig til at ofre penge og energi på at opnå, som f.eks. ikke at slukke for standby forbrug til fjernsyn og lade lyset være tændt i indkørslen om natten mm., Grøn adfærd er ubekvem, men det kan evt. løses med udstyr med minimalt tomgangsforbrug, der er f.eks. nye fjernsyn med et tomgangsforbrug på 0.1 Watt, som er minimalt, og brug af bevægelsescensorer.

Tryghed og sikkerhed : er defineret som lys der er tændt for tyverisikring, men også angst for stort forbrug fra f.eks. en vandskade, samtidig kan der også være en utryghed i kompleksiteten i alle systemerne i et moderne hus, hvor det gerne skulle være således at brugerne føler at de kontrollerer systemet, og at de har ejerskab af husets systemer, hvad ikke altid er tilfældet.

Økonomi: Er letforståelig, men er både en motivator og en barriere, energibesparende løsninger ses som en dyr investering. Men viden om forbrug kan samtidig være en faktor, hvor forbrugerne kan se besparelsen. Derfor skal en energistyring kunne visualisere både energiforbrug og økonomi, da kWh for mange er en abstrakt og ugennemskuelig måleenhed.

Teknologi: Har vi alle både gode og dårlige erfaringer med, som både kan være en motivator for nørderne og en barriere for de ikke teknologi interesserede, hvor det ofte giver en stor utryghed i hverdagen. Man kan lave systemerne i flere niveauer, hvor toppen er tænd/sluk og bunden i pyramiden er fuld kontrol over alt.

Indeklima og lys: Lyset har en praktisk funktion, at vi kan se hvad vi laver, samtidig med at det giver tryghed og hygge, samt lyset virker som samlingspunkt, hvorfor vi gerne vil have lyset tændt i vores synlige områder, evt. at lyset slukker uden at vi bemærker det når vi forlader lokalet. De der har ventilationsanlæg argumenterer ofte at det er på grund af indeklimaet, ikke fordi det giver en energibesparelse. Hvor en energistyring evt. kunne styre ventilationsmængden efter CO2 og fugt, for optimalt indeklima og undgå overventilering når der ikke er brug derfor (der er desværre krav i bygningsreglementet, om kontinuerlig ventilations rate, ligesom lysstyringen skal udarbejdes i samarbejde og med hensyn til brugerne.

Leg og fællesskab: Fællesskab og leg er en stærk drivkraft, især ved adfærdsændringer, hvor en visualisering ofte kan føre til en form for konkurrence om at komme ned i forbrug, ofte en konkurrence med en selv, en ting som solcelle leverandørerne ofte ser, at ved at blive opmærksom på forbruget af el, falder forbruget.

Tid: Tid er både en barriere og motivator for ændringen af adfærden, det opfattes ofte som mere tidskrævende a være grøn og politisk korrekt, det tager tid at slukke alt lyset i stuen, når vi går ud osv., hvilket jo kan løses med smart lysstyring

Æstetik og design: Er højt prioriteret, som det f.eks. ses i valget af lamper og hårde hvidevarer, hvor der somme tider mere ses på design end på energiforbrug, Der sælges stadig PH lamper, selv om de har en meget dårlig lys virkningsgrad.

Social identitet: Hvordan brugerne ser sig selv, og energiforbrug er mainstream social identitet, som viser brugeren som en ansvarlig samfundsborger. Noget man skal være opmærksom på ved synlig visning af forbruget, da det ikke er godt for gæster at viserne er i det røde felt og signalerer miljøsvin.

De fleste vil gerne iscenesætte sig selv som grønne forbrugere, og signalere miljømæssig ansvarlighed og samfundssind.

At gøre det rigtige: Det er ved energi ligesom med ernæring er der en stor tror-viden, som ikke altid holder stik, hvor en energistyring kan visualisere det faktiske forbrug.

Det kan være skrønen om at opvask i en opvaskemaskine giver et mindre energiforbrug end opvask i hånden:

En ny opvaskemaskine A mærket bruger 1,1 kWh til en opvask, medens 5 liter vand opvarmet til 45 grader kræver $5 \text{ kg} \times 4,18 \text{ kJ/Kg/K} \times (45-8)\text{K} / 3,6 \text{ kJ/kWh} = 0,21 \text{ kWh}$ og vandforbruget til opvaskemaskinen er på 10 liter mod de 5 liter til opvaskebaljen.

Københavns vandforsyning regner dog med 49 liter i opvaskebaljen på deres hjemmeside, en voldsomt overdimensioneret antagelse, hvilket vil gøre opvasken i hånden dyrere end opvaskemaskinen.

Der manglede en forudsætning i beregningen.

Denne "tror/overbevist" viden kan være en barriere for adfærdsændringer, og vi brugere higer selvfølgelig efter visheden og den gode samvittighed, som redder miljø, indeklime og pengepung

Miljøbelastningen er en naturlig ting at tage hensyn til som ansvarsfuld samfundsborger, hvorfor en visualisering af miljøbelastningen er et ønske for de fleste, ligesom en benchmarking af energiforbruget i forhold til andre, hvor energistyringen giver god samvittighed og anvisninger til at gøre det rigtige.

7.13. Energistyrings systemer markeds forhold

Over de næste fem år vil omsætningen på 'connected smart home' produkter i Europa runde 20 milliarder Euro – tæt på tre gange mere end i dag. Samtidig vil langt flere produkter i hjemmet være intelligente og indbyrdes forbundne. Det er meldingen fra tre af de førende selskaber på markedet for "connected smart home services" i Europa; Samsung, Telekom og Securitas Direct – Verisure. Et stort antal af såkaldte intelligente produkter til hjemmet er allerede på markedet i Europa, men indtil nu har størstedelen af producenterne udviklet produkter, der kun fungerer som 'stand alone' løsninger og ikke i forbundne netværk med andre produkter i hjemmet. Det ændrer sig i de kommende år.

Platform-baserede tilbud er nøglen til et egentligt "smart økosystem" i hjemmet, hvor forbrugerne frit kan vælge mellem produkter og tjenester på tværs af områder som energi, sikkerhed, alarm, komfort og velvære. Og det er der både store penge og udviklingsmuligheder i:

Citat fra Verisures Dick Seger CEO Verisure:

"Et kvalificeret estimat af omsætningen på markedet for smart home produkter i Europa anslås allerede i dag at være på 6-8 milliarder Euro. Men nu, hvor vi er gået ind i det vi i Verisure beskriver som den app-centriske tidsalder, kan vi se frem imod en eksplosion af tjenester og produkter. Jeg vil mene, at vi vil opleve en større udvikling i branchen i de næste fem år, end vi har oplevet de seneste 50 år.

Og omsætningen på det europæiske marked vil runde 20 milliarder Euro om nogle få år," siger Dick Seger, CEO for Verisure, der med 1.5 millioner kunder er Europas førende inden for intelligente services til hjemmet, så som app baserede alarmer, røgalarmer, stikkontakter mv. som du alt sammen kan styre via eksempelvis din Smart Phone, Ipad, tablet mv.:

"Hvorfor ser vi den store fremgang netop nu? Det gør vi, fordi det er første gang, vi oplever en perfekt balance på markedet. Antallet af husholdninger med bredbånd og trådløs internetforbindelse er ekstremt højt på alle de europæiske markeder.

Og så har forbrugerne fået fuld tillid til, at deres Smart Phones, computere og tablets kan bruges til at kontrollere og styre deres sikkerheds løsninger i hjemmet. Og som noget tredje er der en erkendelse blandt de førende virksomheder af, at man for at være konkurrencedygtig bliver nødt til at slå sig sammen med andre spillere," forklarer Dick Seger.

Fra smart TV til smart hjem

De fleste kender Samsung for deres Smart TV og smartphones. Men Vassilis Seferidis, Director, European Business Development hos Samsung fortæller, at Smart TV og smartphones i virkeligheden kun er begyndelsen:

“TV'et, telefonen eller tablets er i virkeligheden kun adgangspunkter, hvorfra folk opretter forbindelse til internettet eller cloud-tjenester.

Det vi kommer til at se i løbet af de kommende år er, at ikke kun 'first movers', men rent faktisk de fleste mennesker, vil være i besiddelse af en hel række tilsluttede tjenester, som de styrer fra deres TV, telefon eller tablet.

Hos Samsung kalder vi det 'All share' og 'All control', og det handler om langt mere end blot underholdning og spil – der er også tale om energistyring og sikkerhedsovervågning,” forklarer Vassilis Seferidis.

Eksempler på platform-baserede connected smart home produkter i et og samme 'øko-system':

- Privatalarm, hvor du via din app kan til- og frakoble alarmer og modtage besked om, hvem der kommer og går. Ligesom alarmselskabet og du via kamera kan se hvem der er i huset, hvis alarmer går.
- Røg og brandalarm, hvor både du og alarmselskabet modtager besked, hvis alarmer starter.
- Stikkontakter, som du kan tænde og slukke fra din app og dermed kontrollerer strømforbruget eller tænde lys, varme, vaskemaskine, ovn, kaffemaskine etc efter behov.
- Energy management hvor du på din app kan måle og justerer varme og strømforbrug.
- Elektronisk låse, hvor du bruger din mobiltelefon som nøgle til dit hjem.

Statistik og tendenser for det tilsluttede smarte hjem – kilde: Parks Associates/Verisure:

I 2014 vil procentdelen af bredbåndsforbindelser i europæiske hjem for første gang være højere i Europa (75 %) end i USA (74 %)

I 2017 vil mere end 50 % af alle europæiske hjem have et Smart TV

For producenter og tjenesteudbydere giver flere tilsluttede tjenester dem adgang til værdifulde kundedata, så derfor er datasikkerhed et af de vigtigste aspekter ved det tilsluttede smarte hjem. Europæiske forbrugere rangerer på nuværende tidspunkt følgende forbundne smarte hjemmetjenester som de mest relevante for dem, i følgende rækkefølge:

1. Røg- og brandalarm
2. Alarm ved gasudslip
3. Alarm ved vandlækage
4. Dør- og vinduesalarm
5. Energistyring

8. Case studie

Opbygningen og forbruget målt i case studiet.

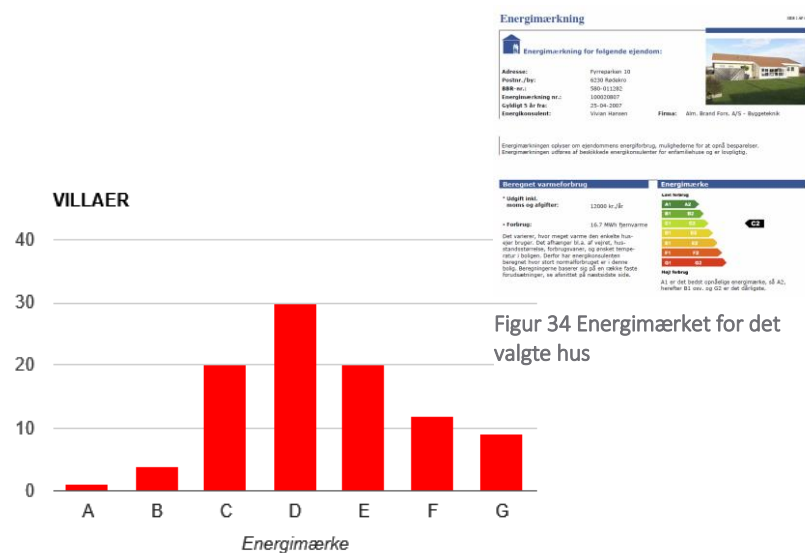
Der er valgt at anvende et Eurodan typehus fra 1988, som er bygget meget traditionelt, og som ligner mange af enfamiliehuse i opbygningen, fra 70'erne og 80'erne.

Huset er energimærke D tæt på C, som ca. 30 % af bygningerne i Danmark er iflg. håndbog for energimærkekonsulenter.

Energimærkeskala for en- og flerfamiliehuse
Energimærkeskala for en- og flerfamiliehuse pr. 8 september 2013 - A er det opvarmede etageareal i m².

Skalatrin	Grænseværdi i kWh/m ² år
A 2020	<20
A 2015	< 30 + 1000/A
A 2010	< 52,5 + 1650/A
B	< 70 + 2200/A
C	< 110 + 3200/A
D	< 150 + 4200/A
E	< 190 + 5200/A
F	< 240 + 6500/A
G	> 240 + 6500/A

Skalatrinerne gælder for bygninger med følgende BBR-anvendelseskoder:
110 Stuehuse til landbrugsejendom
120 Fritliggende enfamiliehuse
130 Række-, kæde- og dobbelthuse
140 Etageboligbebyggelse
150 Kollegium
160 Døgninstitution
190 Anden bygning til helårsbeboelse



Figur 34 Energimærket for det valgte hus

Figur 40 Energimærkefordelingen i 2014 fra Håndbog for energimærkningskonsulenter

Af forbrug er der beregnet via energimærket, som følger Be10 beregningskernen, et forbrug på ca. 16.500 kWh. til opvarmning i et normalt år efter energimærket, som er tæt på fjernvarmens standardhus, som bruger 18,100 kWh og der er et elforbrug på 2.500 kWh..

I 2014 er der målt et forbrug på 12.491 kWh. hvoraf der er målt over to måneder ved en clamp on flow og temperaturmåler at varmtvandsforbruget er på 207 kWh. pr. måned, svarende til 2500 kWh pr. år. – således at varmeforbruget er på 10.000 kWh.

Varmeforbruget graddage- korrigeres ved at der kun var 2478 graddage i 2014 mod normalåret som er et korrigeret gennemsnit fra 1941 til 1980 fra DMI 2906 graddage – hvilket giver et korrigeret forbrug på $10.000 \text{ kWh} / 2906 \times 2478 + 3500 \text{ kWh}$ til varmt vand iflg. fjernvarmens norm = 15,226 kWh. pr. år., som er 9 % fra energimærkets beregning.

Fjernvarmeprisen på vil være på 9.963 kr. pr. år., beregnet ud fra et målerbidrag på 875 kr + fast bidrag $118 \text{ m}^2 \times 12,50 \text{ kr./m}^2 + \text{forbrugsbidrag på } 0,50 \text{ kr.} \times 15226 \text{ kWh}$.

Der er ikke måler på det varme vand, som udgør 20 % af energiforbruget som ved en varmepris på 50 øre/kWh udgør ca. 1500 kr. pr. år til varme, og som er en af de variabler, der som bekendt som er meget brugerafhængig, og ikke klima afhængig.

Den 1. januar 2017 skal hver enkelt bolig- og erhvervsenhed have sin egen varmtvandsmåler, uanset om det gælder nybyggeri eller eksisterende byggeri. Det fastslås i den nye, gældende Målerbekendtgørelse (BEK 563 af 02/06/2014) fra Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. Der er ikke en måler på forbruget af varmt vand, idet en måler med udtag til data inkl. montering, med løft af varmtvandsbeholder vil koste ca. 5.000 kr. hvorfor besparelsen ikke er omkostningseffektive, som det står i loven, og derfor kan undgås.

Teksten fra Bek 563 fra målerbekendtgørelsen, som dog desværre nok bliver omgået af en del for at spare penge, i form af at det ikke er omkostningseffektivt.

Individuel måling af varmt vand

§ 6. I nybyggeri og ved nyinstallering af vandinstallationen i bestående bebyggelse skal der installeres målere til måling af forbruget af varmt vand i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed.

Stk. 2. I bestående bebyggelse skal der inden den 31. december 2016 installeres målere til måling af forbruget af varmt vand i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed, hvis det er teknisk gennemførligt og omkostningseffektivt.

Stk. 3. I ejendomme med flere bolig- eller erhvervsenheder skal der installeres målere til måling af forbruget af varmt vand for varmtvandsinstallationen som helhed.

Stk. 4. Stk. 1, 2 og 3 finder ikke anvendelse, hvis der installeres målere til måling af det samlede forbrug af vand, og målere til måling af det samlede forbrug af varme til opvarmning og varmt vand i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed.

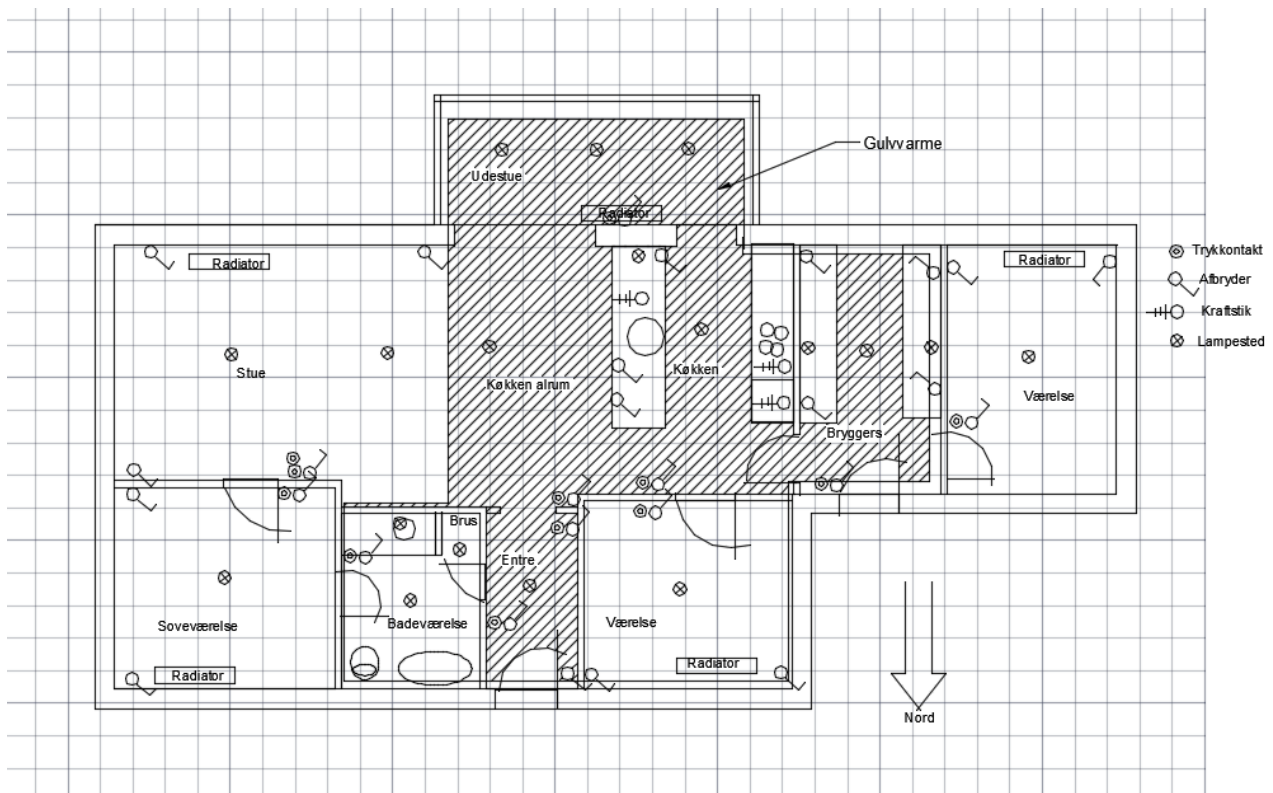
Fra bek. 563 målerbekendtgørelsen.

Varmeanlægget:

Varmeanlægget i huset er bygget traditionelt op med en varmtvandsbeholder på 115 liter og en blandesløjfe til gulvvarmen i køkken/alrum, bryggers og badeværelse.

Der er således gulvvarme i halvdelen af huset og radiatorer i resten af huset.

Samt der er opsat 800 Watt 2 plade Rio radiatorer i værelser, soveværelse og 1 2 plade Rio radiator i stuen, samt 1 2 plade Rio radiator i udestuen, hvor stuen og udestuen er i forbindelse med køkken/alrum.

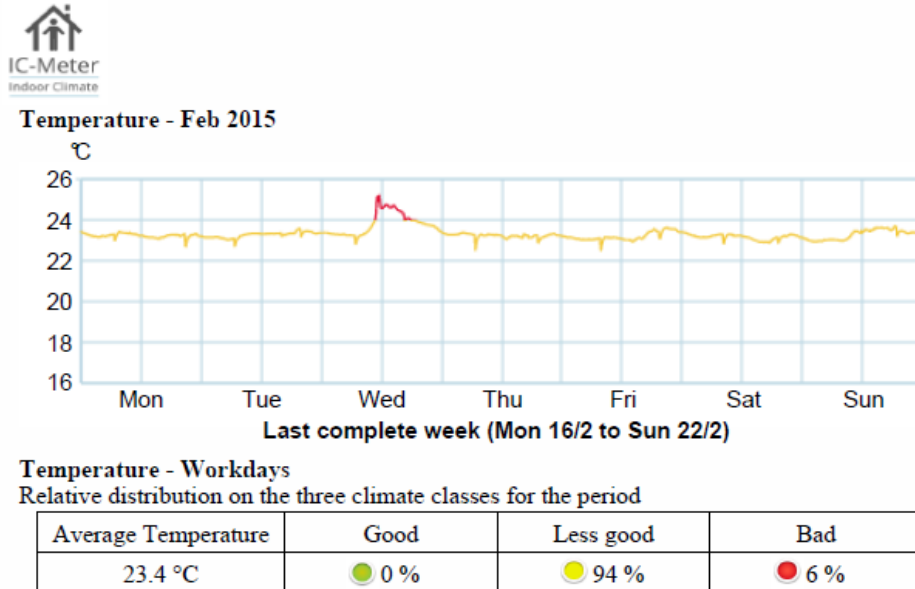


Figur 41 Opdeling af varmeanlægget i det valgte hus - fyrreparken10

Gulvvarmen er opbygget traditionelt med slanger midt i en 10 cm betonplade, hvorfor natsenkning ikke er relevant grundet den langsomme regulering, det er målt at det tager op til 6 timer for 1 grad sænkning på en vinterdag.

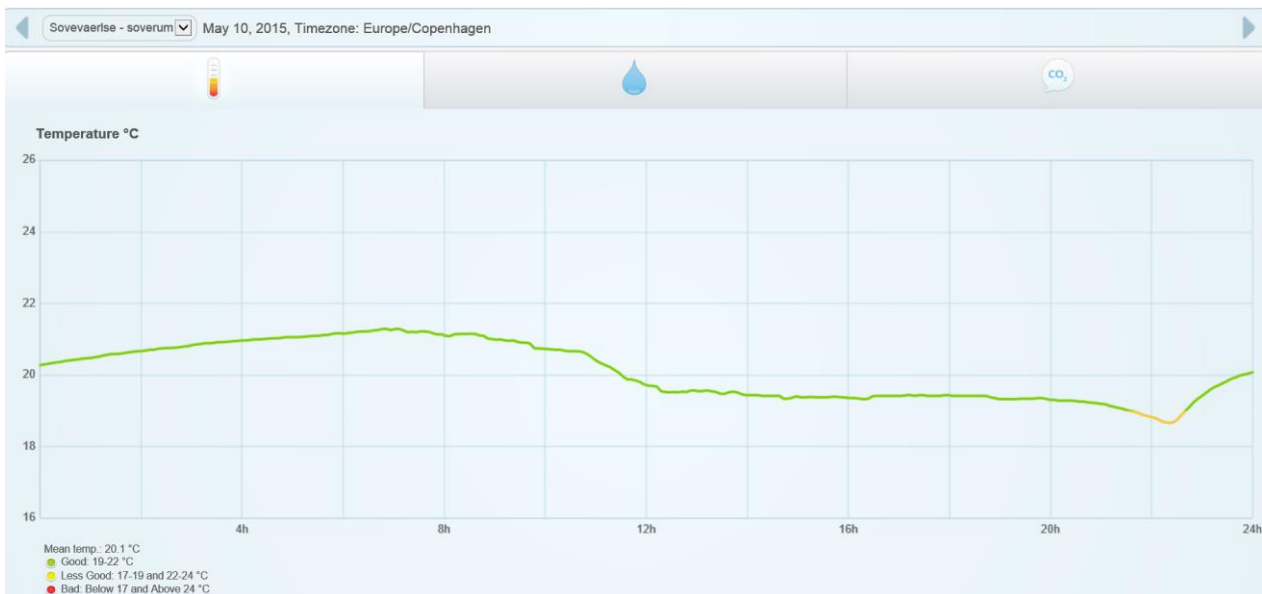
Alle radiatorer er monteret med Danfoss RA termostatventiler hvor natsænkningen er sat til 3 grader fra komforttemperaturen på 22 grader.

Der er dog næsten ingen målbar effekt på natsænkningen i stue/køkken alrum, hvor der er kombineret gulv og radiatorvarme, hvorfor besparelsen er tvivlsom, se temperaturkurven nedenfor.



Figur 42 temperatur i stuen over en uge målt med et IC meter

I soveværelset er der modsat temperaturstyrings skema, hvor jeg har valgt at temperaturen hæves om dagen indtil middag og sænkes om natten af hensyn til komfort, og for at sænke luftfugtigheden om dagen. Temperaturen stiger dog i løbet af natten, grundet varmetilskud fra personer.



Figur 43 temperaturstyring i soveværelset

Varmt vandforbruget:

Der er målt vandforbrug over en uge, med en clamp on ultralydsflowmåler, hvor forbruget var 1250 ltr. vand, hvoraf der blev målet et varmtvandsforbrug på 600 ltr. v. 55°C over en uge,

Varmtvandsforbruger er sat til 149 kWh. pr. måned og det målte forbrug er hvilket svarer til $600 \text{ ltr} \times 4,185 \text{ kJ/K} \times (55^\circ\text{C}-10^\circ\text{C}) / 3600 \text{ KJ pr. kWh.} = 31 \text{ kWh. pr. uge}$

$23 \text{ kWh} \times 4,2 \text{ uger pr. måned} = 131 \text{ kWh. pr. måned.}$

Der er en difference på 12 % mellem det målte forbrug og forbruget beregnet i Be10, hvilket viser at der er en vis signifikans mellem teori og praksis.

8.1. Hvor simpelt kan der dannes nøgletal for dagens varmeforbrug?

Beregning af nøgletal for dagligt varmeforbrug ud fra målt udetemperatur og beregnet varmetab fra Be10

(DS 418 er en stationær varmetabsberegning og tager ikke personer, sol, vind og vand med, omregningen af DS 418 til årsforbrug er en tilnærmelse end Be10 beregningen).

For at prøve at danne et nøgletal for forbrug af varme, er der logget gennemsnitstemperaturer over døgnet i marts måned for at genere et simpelt graddagetal for hver dag og sammenlignet det aktuelle varmeforbrug.

Graddagetallet, som er beregnet er sammenlignet med DMI's graddagetal fra Store Jydevad målestationen, som ligger ca. 12 km. fra målepunktet.

Som det ses afviger den målte middeltemperatur kun med 4 % i forhold til DMI' målingen, men det beregnede graddagetal afviger med 15% i forhold til DMI's graddøgnsberegning, hvilket ikke er brugbart.

dato	middel-temp °C	graddag beregnet	graddage ugevis ber.	Graddage DMI St. Jynevad	Gennemsnits-temp målt °C	gennemsnitstemp fra DMI °C	sol timer	vindhastighed E m/sek
01-03-2015	4,2	12,8						
02-03-2015	3,7	13,3						
03-03-2015	3,2	13,8						
04-03-2015	3,0	14,0						
05-03-2015	4,1	12,9						
06-03-2015	5,2	11,8						
07-03-2015	6,3	10,7						
08-03-2015	7,9	9,1						
09-03-2015	7,0	10,0	95,6	84,3	5,1	5,0	18,1	6,3
10-03-2015	6,6	10,4						
11-03-2015	5,7	11,3						
12-03-2015	3,7	13,3						
13-03-2015	2,4	14,6						
14-03-2015	3,2	13,8						
15-03-2015	4,3	12,7						
16-03-2015	6,2	10,8	96,9	82,3	4,9	4,8	44,1	6,6
17-03-2015	7,0	10,0						
18-03-2015	6,5	10,5						
19-03-2015	6,0	11,0						
20-03-2015	4,7	12,3						
21-03-2015	3,7	13,3						
22-03-2015	1,6	15,4						
23-03-2015	3,3	13,7	97,0	81,5	4,9	5,4	37,6	4,6
24-03-2015	5,0	12,0						
25-03-2015	4,8	12,2						
26-03-2015	4,7	12,3						
27-03-2015	5,0	12,0						
28-03-2015	5,6	11,4						
29-03-2015	7,3	9,7						
30-03-2015	5,1	11,9	95,2	79,2	5,1	5,5	86,0	8,6
31-03-2015	3,0	14,0						
Total	4,8		384,7	327,3	5,0	5,2		
			Difference	15%		4%		

Figur 44 Sammenligning af målte temperaturer og DMI målinger

Beregning af nøgletal ud fra sol og vindkorrigerede graddage for at komme tættere på:

Der kan udføres en tættere beregning af Graddage tallet ud fra den målte temperatur, som benævnes skyggetemperaturen i det følgende, ved at korrigere for sol og vind, som der er gjort i DMI's graddagetal.

Skyggegraddøgn defineres som 17°C-udetemperaturen.

$$GD_{\text{korr}} = GD \text{ skygge} + \Delta GD \text{ sol} + \Delta GD \text{ vind}$$

Solkorrekturen:

$$\Delta GD_{\text{sol}} = (0,568 + 0,0197 * h_s * (0,5 - h_s)) \text{ formel fra varместåbi formel 17.2}$$

hvor h_s er solskinstallet for det aktuelle døgn

Vindkorrekturen:

$$\Delta GD_{\text{vind}} = (0,03 * V_{\text{hast}} - 0,12) * GD \text{ skygge. fra varместåen formel 17.3}$$

Eksempelvis d. 1 marts – hvor der er målt et skyggegraddøgn på 12,8 hvor de 2,2 solskinstimer giver et bidrag på $(0,568 * 0,0197 * 2,2 \text{ timer} * (0,5 - 2,2)) = -1$ graddag for solen
Hvor vindhastigheden er 63 m/sek. hvilket giver et tillæg på $(0,03 * 6,3 - 0,12) * 12,8 = 2,50$ GD

I alt ændrer 12,8 skyggegraddage sig til 12,8 GD – 1 GD_{sol} + 2,5 GD_{vidn} til 14,3 GD_{korr}

Der er desværre ikke vindmåler til rådighed og tallene for solskinstimer er taget fra et solcelleanlæg i omegnen, men der er stadig 11% forskel i gennemsnit og enkelte dage varierer forbruget med 24 kWh. i forskel mellem beregnet og målt energiforbrug på 36 kWh.

Derfor er det ikke ud fra mine stikprøve-beregninger muligt på en nem måde at vise nøgletalsgrænser ud fra udetemperaturmålinger, beregnet varmetab og sol og vind. Hvilket sandsynligvis skyldes faktoren det varme vand, som der ikke er målinger på dagsvis, termisk oplagring af varme, anden aktivitet der giver varme til huset, f.eks. brug af bageovn.

Derfor vil et nøgletal der vil kunne bruges kun være baseret på månedlige gennemsnit, ud fra denne meget korte forundersøgelse, hvor forbruget ud fra DMI's graddagetal kun afviger 4% imellem det beregnede og det målte forbrug, hvilket anses for inden for acceptgrænser for et styringsværktøj.

Samt varmeforbruget til opvarmning er ikke et af de tiltag der vil kunne ændre energiforbruget væsentligt ved normalt forbrug af huset.

Beregning af nøgletal til energistyring af varmeforbrug i et parcelhus

maj-15

dato	middel- temp °C	graddag beregnet	graddage ugevis ber.	Graddage DMI	Gennemsnits- temp målt °C fra DMI	gennem- snitstemp sol	solskin stimer ud fra PV	vind- hastighe d msek	Beregnet			diff	forbrug DMI/GD	Diff- ber.	Difference i % beregnet	Difference DMI beregnet				
									anlæg korrigeret	ikke korrigeret	graddøgn korrigeret									
01-03-2015	4.2	12.8					2.2		5.8	14.8	66	63	-3			-5%				
02-03-2015	3.7	13.3					3.1		6.0	16.0	72	63	3			4%				
03-03-2015	3.2	13.8					2.4		6.2	16.0	71	62	0			-1%				
04-03-2015	3.0	14.0					2.6		6.3	16.4	73	62	-1			-2%				
05-03-2015	4.1	12.9					1.8		5.9	14.6	66	68	9			13%				
06-03-2015	5.2	11.8					2.3		5.4	13.8	62	50	-4			-9%				
07-03-2015	6.3	10.7					2.3		5.0	12.6	58	56	6			11%				
08-03-2015	7.9	9.1					3.1		4.4	11.6	53	40	-4			-9%				
09-03-2015	7.0	10.0	95.6	84.3	5.1	5.0	18.1	6.3	4.7	12.4	57	40	-7	441	385,533	55,46658	-18%	14%		
10-03-2015	6.6	10.4					4.2		4.9	14.0	63	43	-6				-13%			
11-03-2015	5.7	11.3					6.7		5.2	18.4	81	43	-9				-22%			
12-03-2015	3.7	13.3					6.4		6.0	20.1	88	36	-24				-68%			
13-03-2015	2.4	14.6					7.3		6.6	21.9	95	52	-14				-26%			
14-03-2015	3.2	13.8					7.3		6.2	22.1	96	59	-3				-6%			
15-03-2015	4.3	12.7					6.4		5.8	19.4	85	50	-8				-16%			
16-03-2015	6.2	10.8	96.9	82.3	4.9	4.8	44.1	6.6	5.0	13.8	63	46	-4	369	390,776	-21,776	-10%	-6%		
17-03-2015	7.0	10.0					5.2		4.7	14.8	67	40	-7				-18%			
18-03-2015	6.5	10.5					5.4		4.9	15.6	70	38	-11				-29%			
19-03-2015	6.0	11.0					4.3		5.1	14.8	67	39	-12				-31%			
20-03-2015	4.7	12.3					5.3		5.6	17.4	77	48	-8				-18%			
21-03-2015	3.7	13.3					2.3		6.0	15.4	69	61	1				1%			
22-03-2015	1.6	15.4					5.4		6.9	20.9	91	51	-18				-35%			
23-03-2015	3.3	13.7	97.0	81.5	4.9	5.4	37.6	4.6	6.2	19.3	85	49	-13	372	391,179	-19,1793	-27%	-5%		
24-03-2015	5.0	12.0					7.2		5.5	20.0	87	45	-10				-23%			
25-03-2015	4.8	12.2					7.3		5.6	20.4	89	52	-4				-8%			
26-03-2015	4.7	12.3					7.4		5.6	20.6	90	49	-7				-15%			
27-03-2015	5.0	12.0					7.6		5.5	20.7	90	60	5				8%			
28-03-2015	5.6	11.4					7.9		5.3	20.6	90	57	4				7%			
29-03-2015	7.3	9.7					5.9		4.6	15.5	69	39	-7				-18%			
30-03-2015	5.1	11.9	95.2	79.2	5.1	5.5	46.0	8.6	5.5	17.4	77	48	-7	399	383,92	15,07969	-14%	4%		
31-03-2015	3.0	14.0					4.6		6.3	18.4	81	58	-5				-9%			
Total									1818.92			1567	-173		1628.98	4%		-11%		
Gennemsnit	4.8		Difference	15%	Difference	4%														

Figur 44 Beregning af nøgletal for varmeforbruget.

Vandforbrug forbrugssteder

Der bliver brugt 85 m³ pr. år i husstanden, lidt under middel hvor man regner med at der bruges iflg. DANVA et forbrug på 38,9 m³ pr. person om året, hvilket med 2 personer a 38,9 m³ giver 77 m³ pr. år, som ikke afviger signifikant fra forbruget, der er målt.

Der er kun et toilet, som er et vandbesparende Ifö Sign med 2 og 4 liter skyl, det tidligere toilet var et 12 liter 20 år gammelt Hollandsk toilet. Dette gav en vandbesparelse på ca. 25 m³ pr. år, som ville være fundet før hvis der havde været synligt forbrug af vand, med nøgletalsgrænser for et normalt forbrug.

Der er en AEG vaskemaskine type In 58460, der har et elforbrug på 1,1 kWh målt til en 60 grader vask, hvor der bruges 54 liter vand, som ligeledes er blevet målt. Vandforbrug svinger dog mellem 40 og 72 liter på samme vaskeprogram, der vides ikke om der er en dosering af vandbehovet efter fyldningsgrad.

Der forefindes en Siemens opvaskemaskine ældre udgave, der har et målt elforbrug pr. opvask på 1,1 kWh og som bruger 12 liter vand per opvask, målt, hvor der kun er en knap og et program.

Vandforbruget er en af de variabler som der ofte kan ændres en del ved via adfærdsændringer, hvis brugerne bliver opmærksomme på forbrugsmåden.

Personlig hygiejne	Toiletskyl	Tøjvask	Opvask/rengøring	Mad/drikke	Div.
34%	25%	15%	13%	7%	6%
163 liter	120 liter	72 liter	62 liter	34 liter	29 liter

Figur 45 Procentvis fordeling af vandforbruget for en familie pr. døgn (håndbogen regner dog med et forbrug på 172 m³/år) iflg. håndbog for energikonsulenter 2014

Vandforbrug fordeling målt over den 1. uge i februar 2015.

Der er målt med 2 stk. clamp on flowmålere, der kører efter ultralydsprincippet fa. Dynameter, som har en usikkerhed på ca. 4% ved denne måling.

Ud fra målingerne ses det at det er brusebadet der tager 53 % af vandforbruget, hvor der også er mulighed for besparelser, ved at reducere badetiden, og eventuelt udskifte brusehovedet, der dog er et brusehoved med en ydelse på kun 8 ltr/min.

	m3		
koldt vand	0,962	68%	
varmt vand	0,480	34%	

Forbrugs steder	m3	%	
vask toilet	0,080	5,63%	
Toilet	0,200	14,06%	
vaskemaskine	0,220	15,47%	
Opvaskemaskine	0,082	5,77%	
Bruser	0,750	52,74%	
Køkkenvask	0,090	6,33%	
alt pr. uge	1,422		

VANDFORBRUG FORDELING



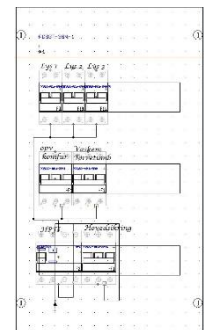
Figur 46 Vandforbrugsfordeling ud fra målinger

Elforbrug

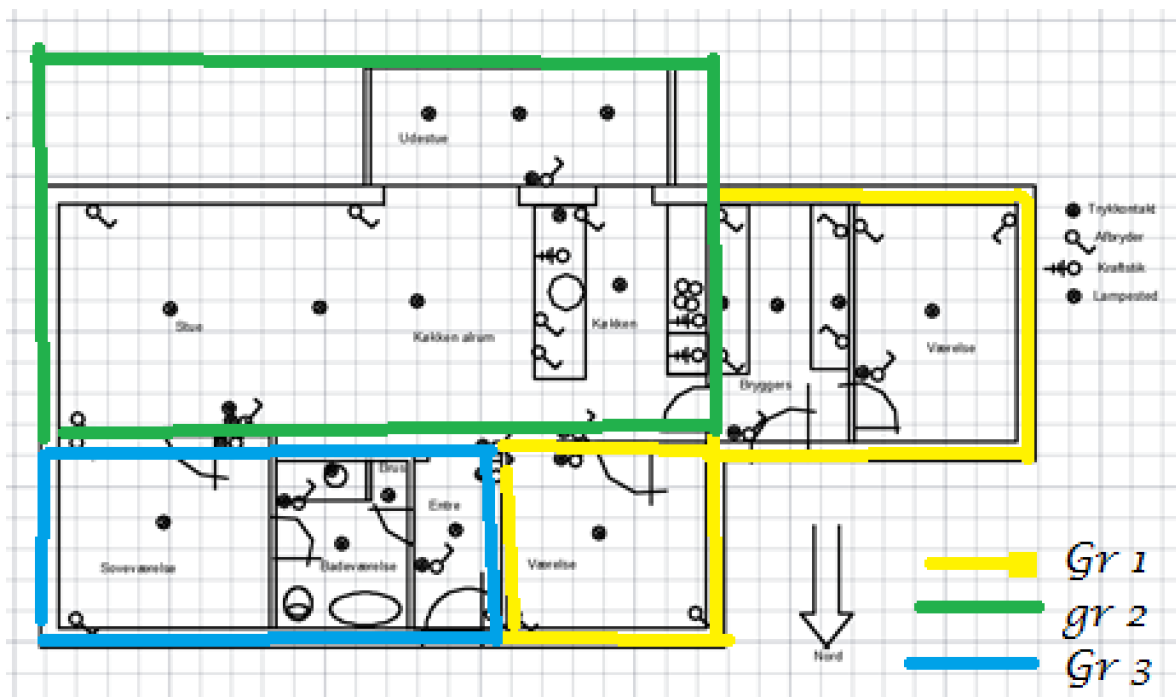
El systemet er traditionelt opbygget med 2 kraft sikringsgrupper, der dækker Vaskemaskine og tørretumbler, samt en kraftgruppe til komfur, ovn og opvaskemaskine.

Samt der er en 230 volt gruppe til værelserne og bryggerset, hvori cirkulationspumpen indgår, der er en gruppe til køkken/alrum og udestuen, samt endelig en gruppe til bad og soveværelse.

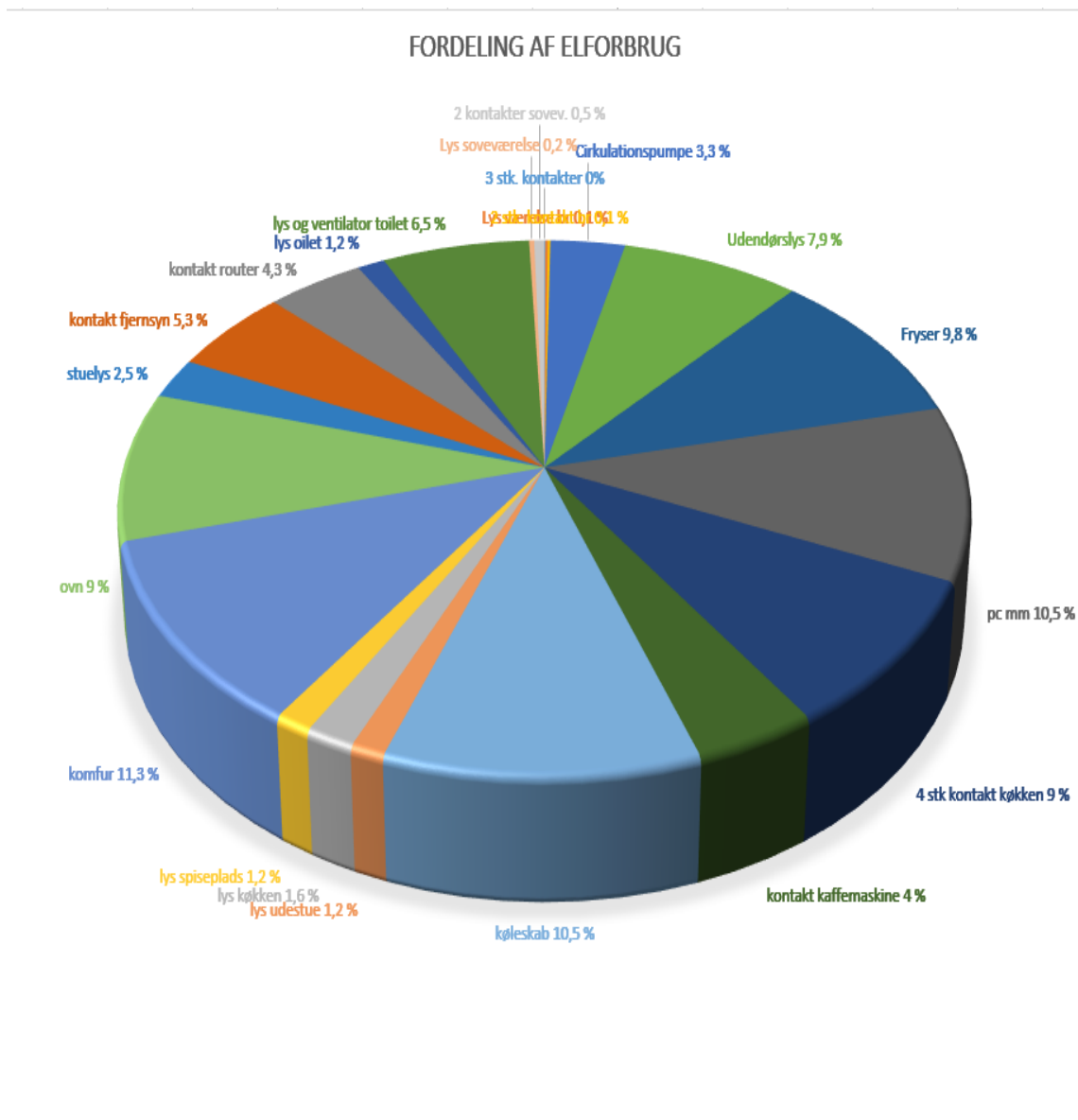
Således at det er nemt at måle elforbruget i hver gruppe, men det er dog en meget grov gruppering, som det vil være svært at få nogen styring ud af, da hovedforbruget vil være i den grønne gruppe, der dækker køkken og stuen med spisepladsen.



Figur 40
Gruppetavlen til el.



Figur 47 Gruppering af el systemet - der kan evt. måles el i 3 grupper.



Figur 48 Fordeling af elforbrug

Målingerne er foretaget med en watt måler, et Sparometer (fabrikantnavnet) , der har en nøjagtighed på ca. 2, % og som kompenserer for faseforskydningen – Cos Phi. over en uge – målingerne er foretaget januar og februar måned 2015, og er derfor ikke årstidskorrigeret.

Som det ses er de store forbrugere køleskab og fryser med 20 %, samt ovn og komfur med 20 %. Ude lys udgør 8 % af det samlede elforbrug, men er en tryghedsfaktor, som er krævet af brugerne, hvor en evt. dæmpning til halv styrke via bevægelses-sensor vil have en automatisk adfærdsregulering.

PC er et af de steder der kan reguleres, ligesom øvrigt lys og fjernsyn.

Forbrugsoversigt elforbrug ud fra målinger

Placering	Effekt kW	Driftstid timer pr. år	Årsforbrug kWh
værelse v. Bryggers			
3 stk. kontakter	0,010	100	1
lys	0,010	300	3
Bryggers			
2 stk. kontakt			3
cirkulationspumpe	0,010	8760	88
udendørslys	0,060	3500	210
Fryser	0,280		261
værelse v. køkken			
kontakt edb	0,280	1000	280
Køkken/alrum			
4 stk. kontakt	0,800	300	240
kontakt kaffemaskine	1,000	109	109
køleskab	0,170		280
lys udestue	0,021	1460	31
lys køkken	0,020	2190	44
lys spiseplads	0,015	2190	33
komfur	1,200	250	300
ovn	1,200	200	240
stuelys	0,030	2190	66
kontakt fjernsyn	0,070	2000	140
kontakt router	0,013	8760	114
Toilet			
lys	0,015	2160	32
lys og ventilator	0,080	2160	173
soveværelse			
loftsls	0,015	400	6
2 kontakter	0,030	400	12
		i alt	2665

8.2. Pilot case kravs specifikation

Ud fra forbrugsafdækningen er der følgende krav til et energistyrings system til en familieboliger.

Prisen

En vigtig faktor er prisen som ikke må være højere end besparelse på maks. 2 års forbrug, svarende til ca. 6000 kr. ud fra en lavt sat besparelse på 10 % af husets samlede forbrug, som er ca. 30.000 kr. i skønnet gennemsnit for et parcelhus.

Der er valgt denne lave pris og hurtige tilbagebetalingstid, da bl.a. undersøgelsen fra Navigant viser at energistyring står lavest på listen over investeringer, og ud fra erfaringen med solceller og solvarme er en tilbagebetalingstid på f.eks. 8 år for lang, selv om levetiden er 3 gange tilbagebetalinstiden.

Derfor skal energistyringen være hurtigt tilbagebetalt og frem for alt meget nemt at installere, hvilket kan være et problem, da el-arbejde ofte kræver en el-installatør.

Samt udviklingen går meget stærkt på dette område, og teknisk udstyr er oftere teknisk forældet, før det er brugsmæssigt forældet og itu.

Overskuelighed

Systemet skal være hurtigt at overskue for alle beboere, og det skal være let at bruge og hurtigt at se det ønskede: Det skal kunne overskues på 10 sek. hvor alle brugere visuelt kan se om energiforbruget er inden for grænserne. Helst som et display et synligt sted i hjemmet, f.eks. ved indgangen, hvilket også vil være et signal udadtil.

Der skal både være visning af enheder for energien og pris, idet alle har et forhold til kroner, hvorimod kWh. er en udefinerligt størrelse for mange forbrugere.



GreenWave Reality Display

Trådløst display, der viser de vigtigste informationer om boligens elforbrug. Kan placeres hvor som helst.

Figur 49 GreenWave display som viser energiforbruget.

Montage/vedligehold

Der skal være minimal montage, af hensyn til pris, og der skal ikke være større indgreb i huset installationer, også af hensyn til fremtidigt vedligehold.

Udviklingen går så stærkt at de fleste elektriske ting er forældede efter få år, og derfor skal kunne skifte meget nemt

Sikkerhed

Der skal være en vis sikkerhed, der har været diskussioner om ZigBee systemets sikkerhed, hvor en hacker kan tænde for komfur mm og måske ødelægge et hus på den måde. (de fleste nye kogeplader slukker dog selv efter en vis tid, efter et lovkrav i Tyskland i 1999.), ligesom der er spørgsmål om sikkerheden i elmålerne fra bl.a. SEAS NVE, som bruger Open Smart Grid Protokollen, som bl.a. bruges i Facebook, google talks og i IFTTT, men som har fordelen at den kan gives signaler tilbage, til styring af enheder, og der forventes stor brug af denne protokol i fremtidens smart Grid, hvor vi jo skal bruge energien efter produktion af energi.

Sikkerheden er også at en eventuel tyv, ikke vil kunne se om husets beboere er hjemme.

Detaljeringsgrad som minimum

Der skal som absolut minimum være vandforbrug, varmtvandsforbrug, elforbrug og varmeforbrug i forhold til en graddags-korrigeret nøgletal for huset.

Detaljeringsgraden afhænger helt af interessen fra husets beboere, og deres viden om husets systemer.

Vand

Det skal være muligt at se forbrug af vand til brusebad. Da det er op til halvdelen af vandforbruget og ofte op til 1/5 af varmeforbruget.

Visningen skal helst være i brusebadet, hvor adfærdsændringen skal finde sted, samt det skal selvfølgelig være muligt at få alarm for lækage fra løbende toilet og øvrige installationer idet løbende vand og vandskader er meget dyre.

Varme

Der skal være opdeling af varmeforbrug og forbrug af varmt vand, da det udgør 20 % - af forbruget, som er meget brugerafhængig.

Forbruget til varme skal være separat og som minimum holdes op mod en graddøgns korrigeret nøgletal for boligen, hvor forbruget for nye huse kan være forbruget fra Be10 ganget med 1/16 for at kompensere for en højere temperatur i forhold til Be10 beregningen. Be10 regner med 20 grader i huset, hvor de fleste foretrækker 22 grader.

Ved huse, der har været brugt i nogle år, eller hvor der ikke er en Be10 eller energimærke beregning, tages et graddøgnskorrigeret forbrug som gennemsnit at de foregående år.

Evt. skal energistyring have en adaptiv styring (fremadsynet, på baggrund af tidligere forbrug) til styring af varmen, således at der opmagasineres varme i perioder, for en mere energieffektiv drift af fjernvarme og anden varmforsyning, ud fra signaler fra fjernvarmeforsyningen.

Der skal være en udetemperatur regulering af fremløb, med ventil der lukker for fremløb i perioder uden varmebehov, for at mindske unødigt varmetab. Der skal være en styring af natkøling via vindues åbning, (tyverisikret) som øger ventilationen uden varmegenvinding, som evt. skal kunne styres via vejr forudsigelser fra DMI eller YR.no

Elforbrug

Der skal vises forbruget til underholdning via pc og fjernsyn idet disse forbrug er meget brugerafhængige, og ud fra min undersøgelse udgør op til 20 % af forbruget

Forbrug til køl og frys bør være synlig, idet en tiliset fryser eller køleskab bruger dobbelt energi, og det vil være muligt at se kølemiddeltab før fryseren bryder sammen, hvis det kun er en lille utæthed, da forbruget øges væsentlig ved tab af en lille mængde kølemiddel.

Ligesom forbrug på de enkelte værelser skal være synligt idet der ved især teenagerbørn vil være et stort forbrug, hvor det evt. skal være muligt at automatisk og via fjernstyring at slukke for dette forbrug i perioder hvor der ikke er nogen hjemme. (Teenagere har vigtige ting at tænke på, må vi acceptere)

En indikering af ikke slukket kaffemaskine, strygejern, kedel, osv., som evt. sendes som en alarm – de fleste har prøvet at køre hjem for at se om strygejernet var slukket.

For solcelle ejere efter den nye ordning skal det være muligt at vise balancen mellem forbrug af el og produktion af el, for at udnytte solcellerne bedst muligt og mest økonomisk, da eget forbrug fortrænger el til 2.10 kr. pr kWh, medens salg til nettet kun giver 60 øre pr. kWh, i bedste fald 1.02 kr. pr. kWh.

Endelig skal systemet være klar til at håndtere diffunderede elpriser, som der kommer i nærmeste fremtid, og vise elprisen ved det øjeblikkelige forbrug, således at en økonomi optimering af forbruget er muligt.

Fremtiden for energistyring

Men energistyringen følger behovscirklen nedenfor fra Kai Hansen, og teknikken er først ved at komme på plads og mangler en del udvikling, især visualiseringen, samt behovet bliver større, efterhånden som energipriserne stiger.

Efterhånden som teknikken bliver udviklet, ligesom interaktionen bliver løbende udviklet, vil priserne falde og alle vil i løbet af nogle år have en form for energistyring.

Behovet og motivation vil komme med varierende priser, som der nok vil komme af behovet for regulering af fremtidens energisystem, hvor de der har et godt energistyrings system vil blive belønnet med en lav energipris.



Figur 50 Motivationscirklen af Kai Hansen 2007

Energipriserne vil sikkert stige i fremtiden, især afgifterne, idet afgifter er den eneste adfærdsregulering som benyttes af statsmagten, og der er jo krav om yderligere reducere af energiforbruget iflg. Energispare aftalen af 2012.

Men det store område inden for energistyringen vil sandsynligvis være at bruge energistyringen til at mindske det fluktuerende forbrug og produktionen, hvor der er besparelser at hente for producenterne, og dermed i sidste ende for brugerne.

Samt det kan blive en nødvendighed for at kunne have forsynings sikkerheden i vores el system, uden at skulle investere i stor overkapacitet, der er dyr at starte op.

Ligesom der vil kunne spares anlægskapacitet i nogle fjernvarmeområder, ved at udligne forbruget, som vil være en billig løsning.

8.3. Pilot case

Der er mange muligheder, flere end det er muligt at overskue og behandle i dette speciale, til bunds.

Det optimale vil være ét system, der viser forbruget for varmt vand, varme, elforbrug og vandforbrug, og som holder forbrug op mod nogle grænseværdier.

Jeg har endnu ikke fundet det optimale system, derfor har jeg forsøgt at finde et der ikke overskrider den psykiske grænse på, som jeg skønner er på 5.000 kr, hvilket er lykkedes ved at kombinere tre forskellige systemer.

Men udviklingen går meget stærkt, og måske er der i skrivende stund kommet netop lige systemet, der kan alt det ønskede på markedet.

Casen vil derfor være en kombination af de systemer der menes at vise det ønskede, og med den store udvikling vil der komme flere til.

Udviklingen med IOT Internet of Things, er kun lige begyndt, hvor der stadig mangler nogle standarder, for at alt kan tale sammen.

Ligesom programmet IFTTT If This Then That kun er i sin vorden, og er det første af den type programmer, hvor vi bruger internettet til at forbinde forskellige ting og hændelser og gøre tingene smartere for os.

IFTTT kan få programmer til at gøre ting, når der sker en hændelse, for eksempel via GPS i din telefon kan der komme et signal til din nest termostat, at der skal skrues ned for varmen, da du ikke er hjemme, samt der skal slukkes for lyset osv.

Det er et område, hvor der er uanede store muligheder i fremtiden, hvor det kun er fantasien der sætter grænser, er den kan som bekendt være meget stor.

Der er i huset logning af elforbrug på timebasis, som kan hentes fra Energinet's hub til eventuelle programmer, men det kræver en vis programviden at få adgang til denne hub. – Der er data adgang for alle forbrugere via Nem Id til energinets data.

Der er monteret en M-bus udgang på varmemåleren, (som fjernvarme venligst installerede, ved målerskift). Varmemåleren aflæses normalt via radio på halvårsvis i dette område. Det er også muligt at få en ZigBee udgang på måleren, eller logge pulsudgangen.

Ved hjælp af M-bussen og et SA-3 modem som er udlånt af SE Big Blue, var det muligt at logge og aflæse timeværdier for varmeforbruget, desværre kunne båndbredden ikke klare minutværdier, som var bedre, se tidligere beskrivelser.

Simpel måling af varmtvandsforbruget

Der blev forsøgt om det var muligt at logge varmt vandforbruget/energi til varmt vand via 2 temperaturfølere, der målte på indløbstemperatur og udløbstemperatur på fjernvarmeindgangen til varmtvandsbeholderen, ved at kontrollere målingerne det med en clamp on flowmåler, men der er en usikkerhed på over 33 % på målingen, efter nogle få målinger over en uge.

Det var intentionen at lave en varmtvandsforbrugsmåler til meget lav pris.

Det blev antaget at når termostatventilen var helt åben, at fjernvarme flowet vil være konstant, da det er en on/off ventil.

Flowet vil være konstant idet tryk og temperatur på fjernvarmen anses for meget konstant i vores område – trykket målt svinger højst 0,1 bar på de 6,5 bar der er i fjernvarmen.

Ligesom fremløbs temperaturen er målt er meget konstant på 66 grader +/- 3 grader.

Fremløbstemperaturen regner jeg dog med at vil blive årstidsjusteret i løbet af kort tid, for at reducere varmetabet i systemet.

Jeg håbede at målingen ud fra temperaturen og hvor lang tid temperaturen var på maksimum, kunne finde en billig varmeflowmåling, men der er for meget varmetab til omgivelserne mm. og ventilen åbner ikke med samme hastighed hver gang, hastigheden på termostatventilen afhænger af hvor meget temperaturen falder i beholderen.

Et nyt lovende alternativt system, der dog ikke er valgt

Et af de lovende nye produkter på markedet er GreenWave systemet der kan hente data fra de fleste kendte trådløse standarder, både Zbee og Zwave m. f. og via routeren ligge alle data på nettet, hvorefter data kan vises i en browser.

GreenWave systemet har alle de smarte features med at kunne tænde lys, og IFTTT funktioner mm.

Denne løsning er dog ikke valgt, da der ikke er muligt at få oplyst en pris, og producenter udtaler at det ikke er færdigt udviklet, og der stadig er nogle børnesygdomme i routeren, som de kæmper med, samt firmaet er nystartet.

Open Standards Solutions with Enhanced Security





TCP/IP & Protocol Abstraction

TCP/IP (IPv4 and/or IPv6)



Thermostat



Smart meter



IP Camera



Motion sensor



Power node



Security panel



Connected TV

	Device Vendor	Danfoss Honeywell GE	GE Kamstrup Echelon Siemens	Linksys Sony NetGear	X-10 EagleEye Everspring	GreenWave I-control GE	ADT Brinks Securitas Honeywell	Sony Philips Samsung Vizio
--	------------------	----------------------------	--------------------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	-----------------------------------------	-------------------------------------

GreenWave Reality Company Confidential

The Mobile Experience





GreenWave Reality Company Confidential

Figur 51 Greenwave visninger og muligheder fra GreenVawe

Valg af systemer til det tænkte pilotprojekt

Det er valgt at anvende følgende 3 systemer WeMO water, Smappe el og et ZigBee modul på varmemåleren, for at kunne holde prisen under de ønskede 5000 kr.

Forbrugsregistrering / styring vandforbrug:

Der kommer Wemo Water vandmåleren fra Belkin (som ellers er kendt for routere o. lign) , Belkin ser de store muligheder med IOT og har kontakter, pærer, bevægelsessensorer, kameraer med fjernaflæsning og styring mm. og med IFTTT interfacet, og der kommer nyt til hele tiden. Belkins slogan er Your Home at Your Fingertips

Wemo water kan monteres af en vvs installatør ret nemt, kræver kun en almindelig kontakt. (Der skal en installatør til indgreb i drikkevand, modsat indgreb i varmesystemet, der ikke altid kræver en autorisation)

Målerens funktioner er at ud fra trykændringer i vandrørene kunne bestemme flowmængde. Det er måleblænde princippet til flowmåling fra bl.a. strengreguleringer.

Der er dog den ekstra feature at Wemo Water via en simpel lydmåler kan kende karakteristikken på forbrugeren via lyden, og kan sige om det er vaskemaskinen eller toiletet der trækker, hvorved vi får forbrugsopdelingen, og opdeling i varmt og koldt vandforbrug.

Princippet kender vi fra de gamle lejligheder, hvor man kan høre på vandrørene om det er toilet eller vaskemaskinen der kører.

Der er naturligvis lækagealarm via softwarens udformning, og der kan sættes alarmgrænser og signaler ind for det enkelte vandforbrug.



Figur 52 WEMO vandmåleren og visning af vandforbruget

WeMo er dog ikke VA godkendt, så vidt jeg kan få oplyst (VA står for Vand og afløb, og alle vandprodukter på det danske marked skal være testet og VA godkendt, som efter 2005 kun er en sundhedsmæssig godkendelse, hvor den frivillige VA norm dokumenterer at produkterne opfylder bygningsreglementets krav og norm for vandinstallationer og DS 469 - testen foretages af ETA Danmark, som er en del af DS certificering) og kan derfor ikke sættes legalt op, ligesom softwaren ikke er officiel tilgængelig endnu, og det ikke vides om måleren den kan godtages til lovkravet om fremtidig måling af varmtvandsforbruget, om den er nøjagtig nok mm.

Måleren forbindes til husets netværk via WPS (WIFI Protected Setup, som oprindeligt hed Wi-Fi simple config, som er en standard der meget let lader brugere oprette ting på hjemmets netværk uden at skulle taste koder ind mm., simpelthen ved at trykke på en WPS knap på routeren og indenfor 1 min. trykke på WPS knappen på apparatet).

Data ligger på en net server hos Belkin gratis, hentes ned fra nettet på mobil, Ipad og pc. Prisen indikeres til 180 dollars – ca. 1100 kr., som er meget lav for en flowmåler.

Varmtvandsforbrug til brusebads styring on site

Det er ønskværdigt at kunne vise måling af varmt vand direkte på bruseren, der jo bruger det meste af det varme vand, og hvor en adfærdsændring nemmes initieres under brugen.

Hvor waterguide måleren der viser øjeblikkelig forbrug kan monteres direkte på armaturet til bruseren, og man kan få dårlig samvittighed undervejs i brusebadet, desværre er Water Guide ikke på markedet pt. da firmaet er gået konkurs i 2014, men det er lykkedes at få en fra et restlager.

Måleren er meget intuitiv, og viser forbruget i en vandret søjle i forhold til et normalforbrug på 50 ltr, og viser energiforbruget i kJ (desværre ikke i kr.), samt kommer med en lille glad lyd og et grønt smilende ansigt hvis man holder sig under en vis grænse, samt viser forbrug af vand i ltr. og varmeforbrug i kJ.

Det er svært at undgå at blive påvirket at den glade værdi, det er aktiv nudging.



Figur 53 Waterguide der viser forbrug af varmt vand og energi medens du bader og med smileys og lyde – en opfindelse af danske Thorkild Rasmussen.

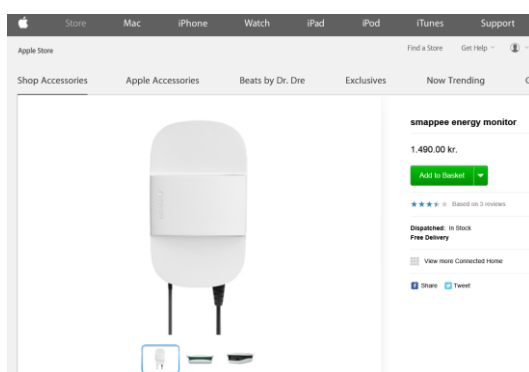
En anden løsning ville være at via Belkins Wemo vater og IFTTT at give signal om hvor meget vand der er brugt til brusebad den dag.

Det er dog en ekstra option, som kan undværes, men vil være umiddelbar, og give et signal, som vil forstærke adfærdsændringer.

Elforbruget

Der er kommet et smart system fra Smappee i Kortrijk i Belgien, et af de mest innovative systemer pt., som bl.a. sælges fra Apple butikker i hele verden til pt. kr. 1490 inkl. et fjernbetjent stikkontakt (Apple vil også have del i HEMS systemer) og de har de billigste fjernbetjente kontakter der er på markedet til f.eks. at slukke for strygejern og kaffemaskine, da et sæt med 3 stk. kan købes for 350 kr. inkl. en løs fjernbetjening.

Da systemet sælges på den danske hjemmeside og i Appels butikker i Danmark, antages at det er godkendt el materiel.

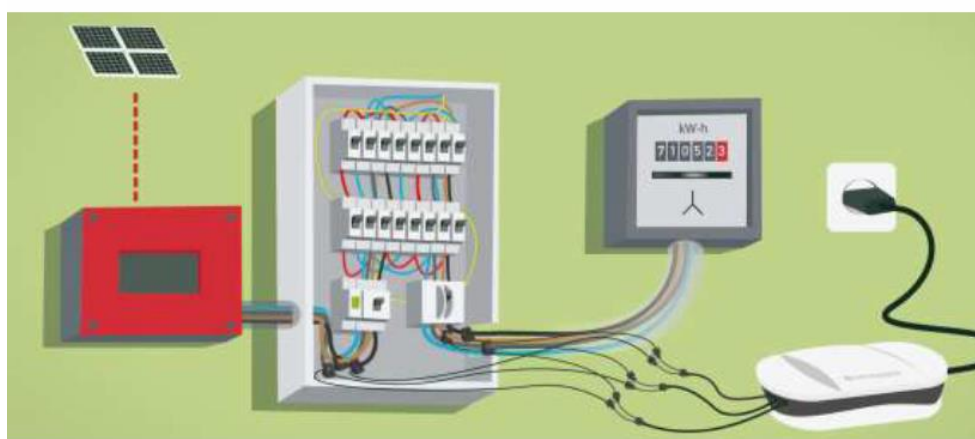


Figur 54 Smappee fra Appels hjemmeside

Det er det eneste system til energistyring, der i undersøgelsen er set med solceller, og montagen er enkel med en strømklemme om hver fase.

Smappee udstyret styrke/smarthed er at den kan kende de enkelte forbrugere fra hinanden ud fra urenheder i strømmen de bruger, som er en kendt procedure.

Derved spares målere på hvert udtag, og systemet er meget fleksibelt, der sker en jævnlig udskiftning af el-udstyr i hjemmet.



Figur 55 Montagetegning af Smappee anlægget med solcelle

Der skal dog en el-installatør til at montere klemmerne i tavlen, da det er LAUS arbejde at åbne en el tavle.

LAUS er en godkendelse til Lednings Arbejde Under Spænding.

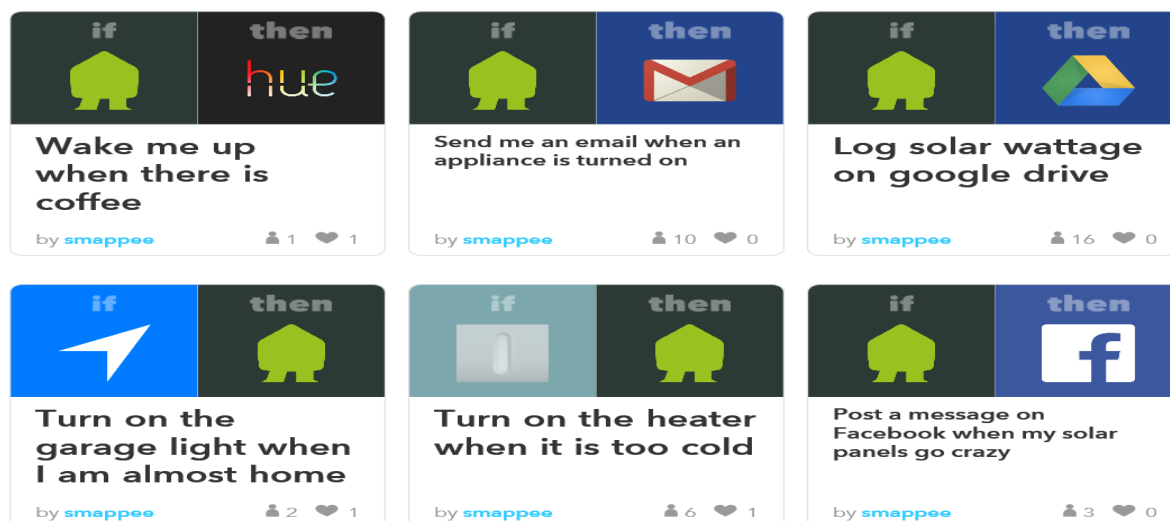


Figur 56 Skærmdump fra Smappee

Visualiseringen er meget fin og overskueligt med visning af grafer for månedsforbrug og alarmer, samt systemet er kompatibelt med IFTTT således at man kan styre f.eks. Philips hue pærer via systemet, og der kommer nye ting til løbende.

Dog er varmes registreringen/varmestyringen ikke kommet endnu, men på Smappee's hjemmeside skrives der om tilslutning til en trådløs Zigbee forbindelse, som det er muligt at installere på en Kamstrup vand og varme måler, der har ZigBee modulet.

Via IFTTT, som systemet selvfølgelig understøtter, kan man via sin mobil GPS få smarte ting programmeret: Således at hvis du forlader hjemmet slukkes for strygejerns og kaffemaskine kontakten automatisk, og at eventuelt kaffemaskinen selv tænder når du kører ind i indkørslen, og Philips Hue pæren tændes i entreen, alarmkamera slås til osv. – det smarte hus er kommet nærmere.



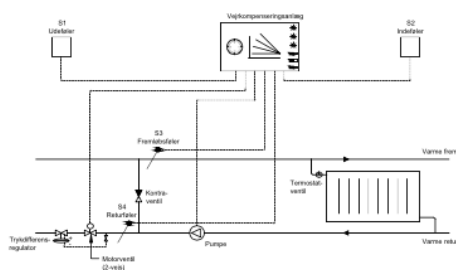
Figur 57 IFTTT programmer

Varmeforbruget

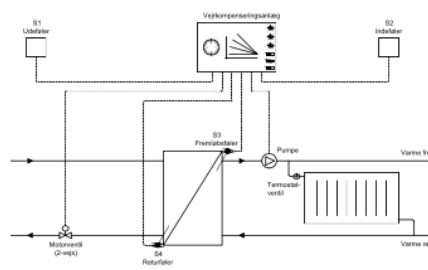
Ud fra EU direktivet af 4 Oktober 2012 skal alle EU medlemslande indføre individuel måling af varme, el og varmt vand inden d. 31. december 2016, og nye målere skal kunne vise forbrugernes faktiske forbrug på dagsbasis med en historie der går to år tilbage (Kilde : Brutana). Kravet er som tidligere omtalt er med i målerdirektivet bek 563 fra 2017.

Varmestyringen er kompleks, og der er mange forskellige systemer i bygningsmassen, men en måling af forbrug af varme og varmt vand er mulig med en flowmåler og to temperatur målere, til dannelse af energiforbrug.

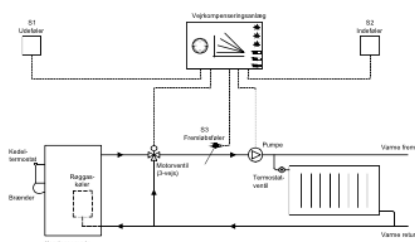
Den største gruppe er fjernvarmen der udgår 65 % af varmeanlæggene, men også varmepumper, oliefyr, gasfyr, træpillefyr osv., og kombinationer af disse.



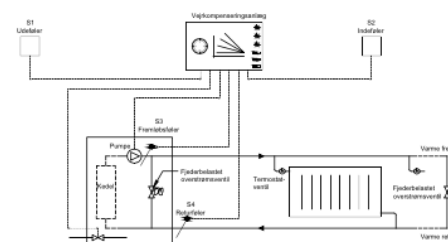
Figur 1. Direkte fjernvarmeanlæg med blandesøjle



Figur 2. Fjernvarmeanlæg med vekslers



Figur 3. Olie- eller gasfyret kedelanlæg (med stort vandindhold)



Figur 4. Olie- eller gasfyret kedelanlæg (med lille vandindhold)

Figur 58 typer af varmesystemer med udetemperaturstyringer, hvor det ses at måling på ind og afgang er muligt

Det ses af tegningen ovenfor at det som regel altid er muligt af få en måling af temperatur ind i forhold til ud og en flowmåling, således at energien til varme kan måles kontinuerligt.

Dette gælder også for varmepumpeanlæg, der ikke er vist, hvor der er krav om forbrugsmåling over 3 kW, men der er ikke krav om måling af leveret varme endnu.

Det er et problem at overstyre den eksisterende styring, hvis man ønsker det med en energistyring, og kan give problemer med garanti for leverandører af kedler og varmestyringerne, derfor er der nok ikke så mange der har det med

Til Visning af varmeforbrug, har det været svært at finde noget til mindre boliger, Brutana har et system, som dog mest bruges til boligblokke, og som er for dyrt til en en familiebølig

Der er ikke fundet noget på markedet, der opfyldte minimums kravene, som er inden for de økonomiske rammer.

Et sammensat system til synlig visning af varmemeforbruget ud fra eksisterende måler

Et løsningsforslag er derfor, at konstruere et system indtil Smappee har en visning, eller der kommer andre systemer på markedet.

Overføring af data fra eksisterende varmemåler til et medie.

Det er muligt at få et Zigbee modul til en Kamstrup 602 måler, som er en af de mest benyttede varmemålere i Danmark.

Samt et usb/ZigBee modul stik til en Android pad, for modtagelse af signalet. Zigbee modulet koster ca. 450 kr. iflg. Kamstrup pr. telefon og usb loggeren koster 170 kr. ved RS-elektronik og en Lenovo 7' tablet kan anskaffes til 799, ialt en pris på ca. 1500 kr. for energimåling af varmemeforbruget.



Figur 4 usb/ZigBee modtager



Lenovo Tab A7-50 7" tablet 16 GB

Varenr.: LE59436106 Sammenlign

★★★★★

Vær den første til at anmelde dette produkt

[Skriv en anmeldelse](#)

799

[Læg i indkøbsvogn](#) 

[Collect @ Store](#)

Forventet på lager: 15-04-15 Reserver online, hent i et varehus
På lager i [19 varehuse](#)

[Tilføj til ønskeliste](#) 

Den lette Lenovo Tab A7-50 har en 7" IPS-touchskærm og masser af smarte funktioner til dine daglige multimediebehov.

- 7" IPS-skærm (1280x800)
- Android 4.2.2 Jelly Bean
- 1 GB RAM, 16 GB lagring

[Se større billede](#)

Figur 59 Billig tablet fra Elgiganten d. 15 Maj 2015

Databehandlingen

Tabletten som er konstant tilsluttet, for at kunne vise forbruget, når brugerne går forbi (bruger ca. 4 Watt) og som henter data fra varmemåleren og via IFTTT lægges data ind på google spreadshet (gratis excel fra google), hvor også data fra WeMo vandmåleren lægges ind, derved kan vi få både data fra Smappee og regnearket fra Google.

En moderne TFT skærm som i en tablet vil ikke får billedet brændt fast, som det tidligere skete for fladskærme, og kan derfor vise det samme billede i lang tid, uden at tage skad.

Datavisningen:

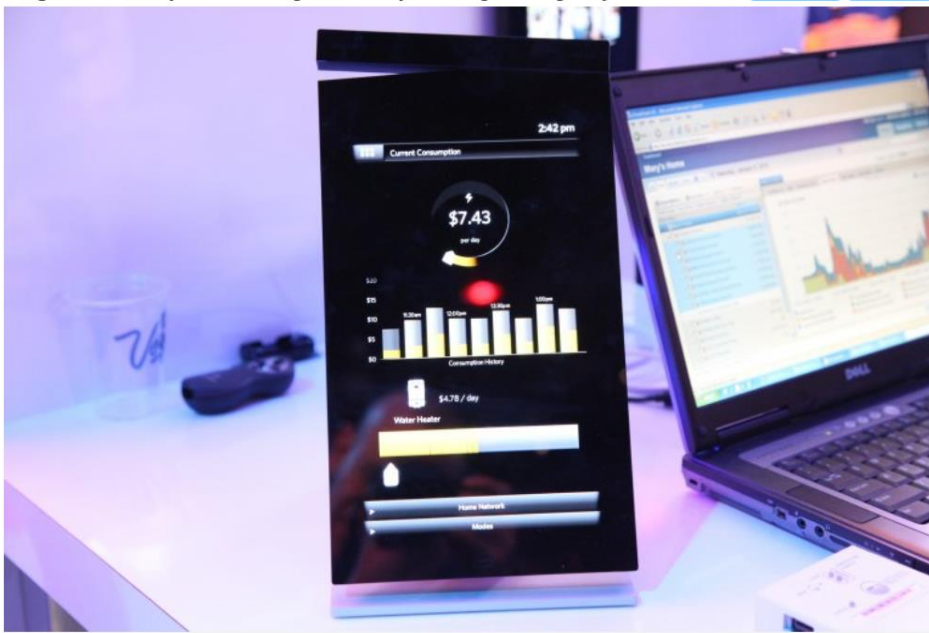
Det blev nødvendigt at udforme mit eget system, evt. i et google regneark (regnearket er på nettet og kan bruges som data lager ved hjælp af google drive, og det er muligt at hente data fra hjemmets netværk via IFTTT programmet)

Jeg har set på oplægget fra Intel i deres Home Management system, som Intel lancerede i 2010 og de prøvede igen i 2013, i et forsøg på at komme ind på dette lukrative marked.

Men det er ikke lykkedes for dem at få systemet solgt til nogle samarbejdspartnere endnu, som det var intentionen med systemet, der skulle være på Intels tablets og det skulle sælges via energiforsyningerne og leverandørerne af energiudstyr.

På det tidspunkt var der nogle ekstra features, som vejrudsigten, muligheden for at bruge tabletten som opslagstavle, og selvfølgelig styre tyverialarmen.

Der er kommet endnu flere muligheder for at styre varme, lys, dørlåse mm., hvor det kun er fantasien der sætter grænserne.



Figur 60 Intels oplæg på CEA messen i Frankfurt 2013, med deres Home Management System.

Opbygningen af visninger på regnearket fra Google spreadsheet :

Der skal på samme skærm vises vand, varme, varmtvandsforbrug og elforbrug, på en meget overskuelig måde, for dagen og ugen, og forbruget skal vises i kroner, som alle har et forhold til, noget lignende billedet ovenfor.

Vejrdata hentes ind fra yr.no – meteorologisk institut i Norge for vejret i timen og Danmark, eller fra DMI med temperatur, vindhastighed og fugtighed, hvor der også inkluderes UV-indekset til styring af solafskærmningen.

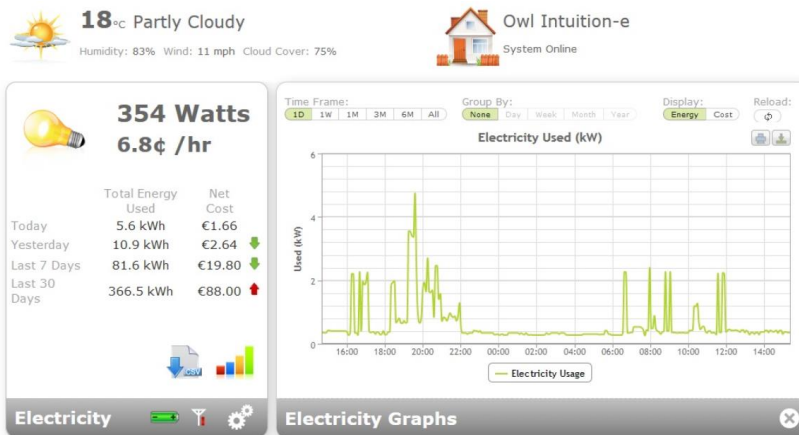


Figur 61 Amerikanske Silver Pack, som sælger termostater har lanceret et HEM system med Zbee modtagelse - prisen er ukendt. og der mangler et nøgletal i deres visning, til at vise normal forbruget.

Varmeforbruget sammenlignes med en gennemsnitsdag for måneden ud fra Be10 beregningen, ud fra de usikkerheder der er ved at beregne teoretisk varmekonsum for en dag ud fra gennemsnitstemperatur, vind og sol, grundet indflydelsen af den termiske forsinkelse og variationen i huset mm.

Det skal være muligt at gå fra forsiden ned i et mere detaljeret snit, der viser f.eks. elforbruget over dagen og hvilke elforbrugende apparater der har været på.

Det kunne være en visning som nedenfor, der dog mangler de enkelt el forbrugende apparater, som Smappee vil have med i sin visning.



Figur 62 Forbrugstal for en dag fra firmaet OWL usa som dog uden visning af eleforbrugende apperater, og uden at vise varme og vand.

Ovenfor vist en skærmdump fra firmaet OWL i USA, der viser forbruget i både enheder og i penge, med tendenspile til visualiseringen af tendensen i forbruget. De viser ligeledes forbrugskurven for dagen, en rimelig god overskuelig visning.

Det kunne være muligt at have en visning som denne i 4 kolonner for varme, vand, varmt vand og el.

9. Udbydere af energistyringssystemer HEMS

Der er mere end 120 udbydere af HEMS iflg. Navigon instituttet, så der er kun nogle få af de der kendes i Danmark der bliver nævnt her.

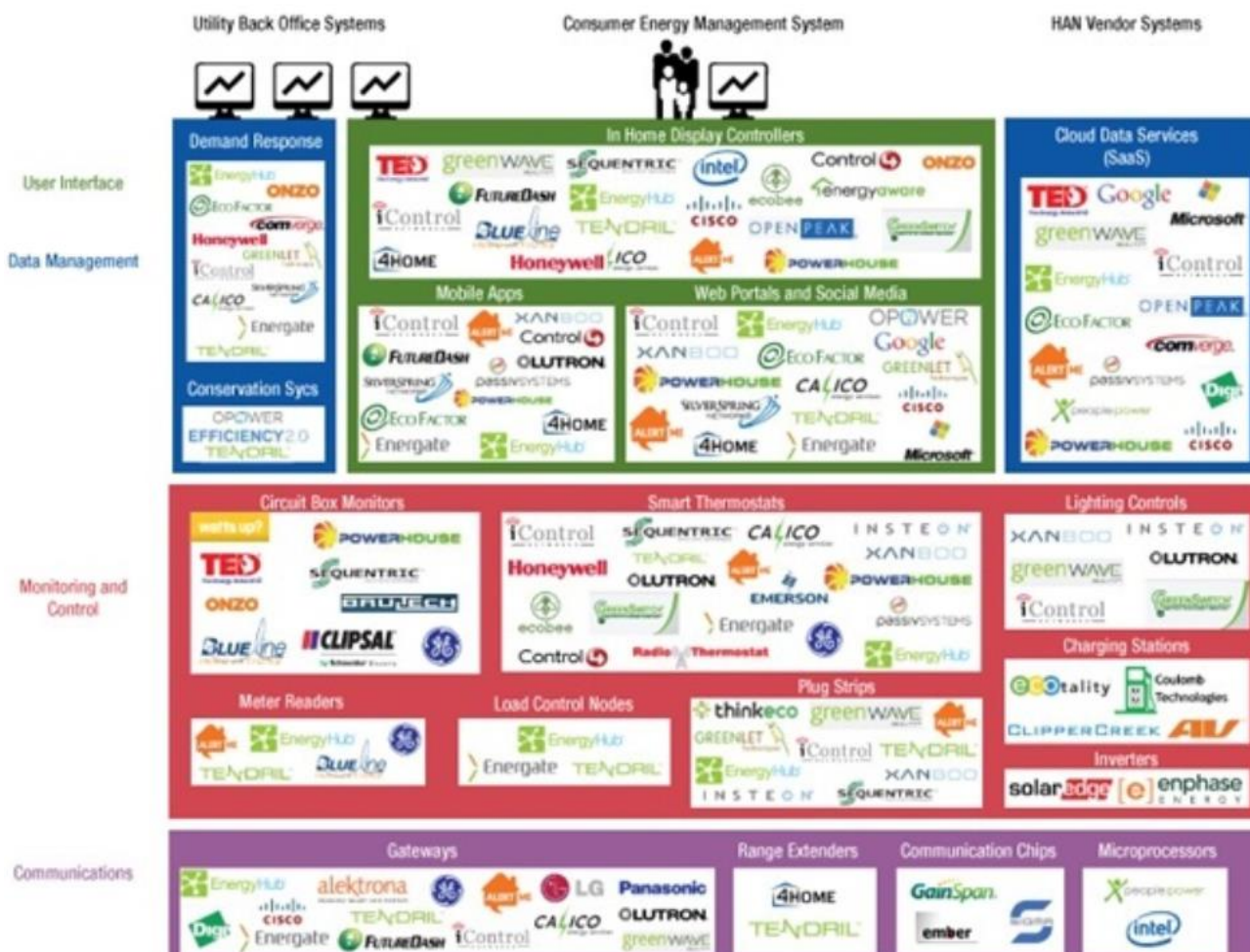
Samt det bemærkes at definitionen på energistyring er meget bred, Syd Energi mener at dataindsamling og registrering på en hjemmeside, med sms alarmer ved overskridelse af egne fastlagte grænser er energistyring, og de fleste har kun el-delen med, eller varmedelen med.

Udsnit af udbydere af energistyringsværktøjer som jeg kunne finde på det danske marked lige :

- Clorius www.cloriuscontrol.dk
- Energidata www.energidata.dk (datterselskab af OK energi)
- honeywell
- Min energi
- ista www.ista.dk
- Klimadan www.klimadan.dk
- Schneider www.schneider-electric.com
- Energy Key
- MK energistyring
- Omega energi
- Energi privat fra energi nord
- BK energistyring
- Smartly Norge
- Green wave systemes dk

Netbaserede:

- Belkin WeMO
- Mydlink Home
- Smappy



Figur 63 Udsnit af markedet for Energi styrings systemer Kilde GTM Research

Protokoller til trådløse energistyringsværktøjer

Der er mange forskellige, en hel del er lukkede protokoller der er fabrikant-specifikke. Der er nogle fabrikanter som Smartly fra Norge og GreenVawe fra USA, der kan håndtere flere protokoller.

Hvis systemet kan håndtere flere protokoller giver det mulighed for at kunne købe målere og kontakter mm. til den bedste kvalitet og billigste pris,

Den gode pris og kvalitet opnås ofte kun ved massefabrikation på et konkurrencemarked, En ZigBee kontakt med strømmåling kan f.eks. købes til 14 Euro ca. 100 kr. hos Praktiker i Flensburg, hvor en alm. LKN kontakt i Danmark koster 154 kr. i Danmark uden trådløst og måling.

Protokoller til trådløse energistyringsværktøjer:

Protokoller til trådløs energistyring						
Protokol	Anvendelse	Dataoverføringshastighed	Rækkevidde	Tilgængelighed	Modenhed	I øvrigt
ZigBee	Home Automation, Smart Energy og Commercial Building Automation. Traditionelt stærk inden for energistyring.	250 kbit/s.	I princippet op til 500 m, men reelt 50 m indendørs. Funktionalitet til at gensende pakker.	Åben protokol. Stort antal udviklere og chip- og softwareleverandører.	Har haft lang udviklingstid. De første produkter er netop certificeret. Cirka 300 medlemmer af ZigBee-Alliancen, bl.a. Philips og i Danmark Schneider Electric og Grundfos.	Designet specifikt til lavt strømforbrug. Mulighed for to-vejs kommunikation mellem fjernbetjening og enhed. Har lanceret batteriløse kontakter, der anvender kinetisk energi fra tryk.
Z-wave	Klassisk Home Automation.	10-40 kbit/s.	Cirka 30 m. Funktionalitet til at gensende pakker.	Lukket protokol. Udviklet af det danske firma Zensys (nu opkøbt af amerikanske Sigma), som er eneleverandør af chips og software.	Tidligt ude med certificerede produkter. Anbefales af Elsparefonden. Cirka 200 medlemmer af Z-Wave-Alliancen, bl.a. Danfoss.	To-vejs kommunikation mellem fjernbetjening og enhed. Enkel installation.
IO-Home-control	Building Components. Styling af lys, varme, vinduer, døre og lign.	200 kbit/s.	Stor.	Lukket protokol. Kun medlemmer af IO-Homecontrol-konsortiet har adgang til specifikationen. Fra marts 2009 blev det muligt for uafhængige udviklere at blive medlem.	En række store virksomheder står bag konsortiet, bl.a. Velux. Der forventes et stort antal nye produkter på markedet i løbet af 2009 og 2010.	To-vejs kommunikation mellem fjernbetjening og enhed.
Insteon	Styring af lys, varme, sikkerhedssystemer og lign.	3 kbit/s.	Routing til at dække større områder.	Åben protokol. Billigt developer kit inkl. adgang til diskussionsfora og dokumentation. Gratis godkendelse af produkter.	De første produkter kom i 2005, der er 20 producenter af Insteon-kompatible produkter. Endnu ingen produkter til 230v.	Specifikt designet til styring af meget små enheder. Endnu ikke set på det europæiske marked.
EnOcean	Automatisering og kontrol (lys, bevægelse, luftfugtighed, gas).	120 kbit/s.	Teoretisk op til 300 m, repeatere til at forlænge signalet.	Lukket protokol.	På markedet siden 2003. Relativt udbredt og velafprøvet.	Enhederne er batteriløse. Får energi gennem vibrationer eller solceller. Repeatere skal dog strømforsynes.

Der er mange trådløse protokoller på markedet for home automation. Her er en oversigt over nogle af de vigtigste. (Udarbejdet i samarbejde med Kristian Ellebæk Kjær, ph.d., Datalogisk Institut, Aarhus Universitet, og Poul Eriksen, teknologichef, Develco Products).

Figur 64 trådløse protokoller fra Develco product 2013

10. Konklusion

Energistyring i hjemmet er i sin vorden, men fremmes af komfort og sikrings tiltag der følger med systemet, hvor energistyringen måske er på 3. pladsen ved køb og prioritering af et HEMS, i første omgang.

Energistyringen er den billigste og hurtigste energibesparelse der er i enfamilie boligerne, hvor man ved besparelse ved isolerings tiltag vil have en faktor 10 dyrere energireduktion.

Energistyringen kan være med til at give brugerne ejerskab over de energiforbrugende systemer i deres hjem, og derved øge komfort og tryghed i boligen, og endelig kan forbrugerne spare en del penge på energiforbruget, og mindske miljøbelastningen.

Der vil logisk næsten altid være en forbrugsændring, og derved en besparelse ved at et forbrug bliver synligt, hvilket er essensen i en del af energistyringen, den anden del er styringen af forbrug på tider hvor forsyningen har overskud i forhold til dagens gennemsnitsforbrug.

Det kan derfor konkluderes at der er stor brug for energistyring i de private hjem, og at det vil være et betydeligt økonomisk incitament derfor, og vi vil se mange spændende tiltag i nærmeste fremtid.

Det er svært at finde et system, der er billigt nok, til at kunne få indpas, og som er simpelt nok til at kunne installeres uden store omkostninger.

Og det er svært at finde et system, der viser forbruget på en god måde for alle grupperne af beboere i huset, således at budskabet forstås, og der sker en adfærdsændring.

Et valg af system kræver tillige en stillingtagen til hvad man ønsker vist, samt et vist kendskab til bygningen og dens fysik.

11. Perspektivering

Elselskaberne er så småt begyndt med energistyring, og de første trin er i gang bl.a. med Syd Energis visnings af forbrug på nettet og mail rapporter, samt SMS når selvvalgte grænser er overskredet, hvilket måske skyldes at det er tilladt at indberette energibesparelser som holdningsændringer for energiselskabernes forpligtigelse for energibesparelser til energistyrelsen. Der er mulighed for via energistyringen at udligne forbruget, og flytte noget af forbruget til billigere tidspunkter på dagen, især for de husholdninger der opvarmes via varmepumper, hvor man kan udnytte den termiske masse i bygningerne, og man kan ligeledes flytte noget af det bruger initierede forbrug til andre tidspunkter.

Fjernvarmen har en anden struktur, selv om næsten halvdelen af energjudgiften er varme, er der ikke så mange tiltag med visning og mulighed for justering af forbruget, som kan initieres ved visning for brugerne endnu, men som det ses af Aarhus fjernvarme er der begyndende bevågenhed for emnet.

Der er gode besparelse muligheder i fjernvarmen, som ikke udnyttes endnu, ved at udligne forbruget og dermed sænke varmetabet i nettet via bufferlagring af varmen i den termiske masse i bygningerne, som skal styres via en energistyring fra fjernvarmenettet.

At få temperaturen ned i fjernvarmen, og udnytte buffervirkningen i varmtvandsbeholderne til at opvarme med el patron i perioder, hvor strømmen er meget billig, vil også være en mulighed, hvor der er et potentiale for besparelser. En løsning som også vil kræve en energistyring.

Det kan meget vel tænkes at der kommer lovgivningskrav om energistyring, for at kunne styre den fluktuerende forsyning og forbrug, til gavn for miljø og økonomi.

Eller der kan komme varierende afgifter på el, for at regulere energiforbruget i perioder hvor der er overskud.

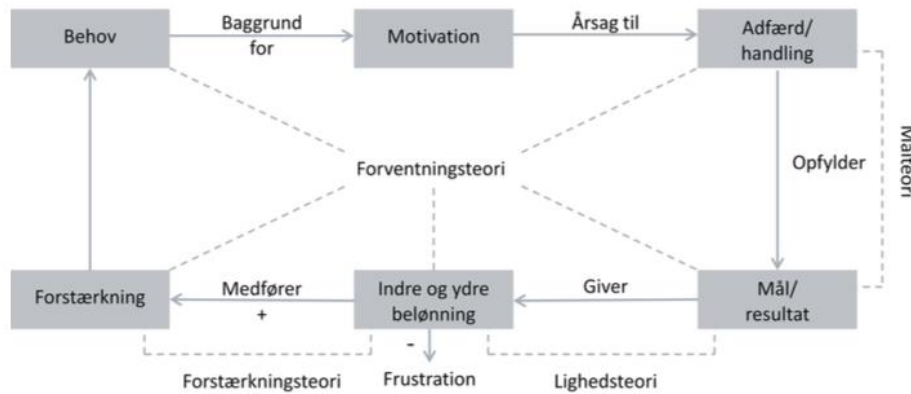
Men det er mest sandsynligt at der kommer en lovgivning med tvang, idet der er hårdt brug for indtægten fra energiafgifterne til staten.

I Norge har elselskabet LYSE har introduceret Smartly, og som har et gennemprøvet og sikkert system, med en brugervenlig brugerflade over nettet, der er nogenlundes prisbilligt at installere, hvilket skyldes at de i Norge er lovgivningsmæssigt tvunget til at skifte elmålere til fjernaflæste målere, og skal opsætte ny måler. Da der skal en installatør ud og ændre installationen, vil prisen på installation af en hub, og trådløse kontakter med fjernstyring og fjernaflæsning af elforbruget være væsentligt lavere.

Erfaringerne fra Norge, med brug og installation, samt det aftag af dele til energistyringen vil gøre det billigere og fremme konkurrencen til gavn for forbrugerne.

Udviklingen med IOT Internet of Things og IFTTT hvor man bruger internettet smart, vil snart gøre energistyring til en almindelig ting, da de fleste hjem har trådløst internet, hvor man får en let og billig opkobling af udstyr og målere.

Vi har kun set begyndelsen med låse der åbnes med mobilen eller en kode og lys der tænder når vi kommer og slukker efter vi er gået ved hjælp af IFTTT og f.eks. Philips Hue pærer der er på nettet. Fjernaflysning af varme, vand og elforbrug sendt via hjemmets eget internet er ikke set endnu, men vil nok være den billigste fjernaflysning af forbrug, og med den nemmeste montage.



Figur 55 Motivationscirklen af Kai Hansen 2007

Energistyringens udvikling følger højst sandsynlig behovscirklen ovenfor fra Kai Hansen, som tidligere beskrevet.

Teknikken er først ved at komme på plads og mangler en del udvikling, især visualiseringen, samt motivationen for installation af energistyring bliver større, efterhånden som energipriserne stiger. Når teknikken er på plads, vil vi som forbrugere ofte selv definere et behov, hvor motivationen er til stede i form af økonomisk besparelser og miljøhensyn.

Når vi så som forbruger har fået belønningen i form af reduceret energiudgifter, vil behovet brede sig og vi vil antage energistyring i hjemmene som en naturlig ting.

Ligesom der vil være krav fra forsyningen der virker som motivation for energistyring.

Det er et meget spændende område, hvor energistyringen fremmes af smart house ideen, med at gøre tingene smarte og automatiske for en øget komfort og bekvemmelighed.

Derved også blive givet muligheder for varierende forbrug, med forskellige tariffer på energipriserne, for at udligne forbruget til et mere jævnt forbrug, der følger variationen i aftag og produktionen af strøm og varme.

Samt for nogle vil der gå lidt sport i at mindske forbruget, når det er visuelt, noget de der har en forbrugsmål i bilen, hvor man ikke kan lade være at lette på speederen, når man ser hvor langt man kører på en liter.

12. Referencer

- Andersen, R. V. (2009). *occupant Behavior with regard to control of the indoor enviroment*. København: Ph.D. thesis.
- Busquet, A. R. (2013). *Intelligent Control of Home Appliances via network*. Kgs. Lyngby Danmark: Phd. projekt DTU.
- byg, E. o. (2014). *Dynamisk varmeregnskab med fokus på indklima i lejligheder*. Kgs. Lyngby: DTY BYG.
- Energispareudvalget. (1990). *Energistyringshåndbogen*. 2860 Søborg: Foreningen for Energistyring.
- Energistyrelsen. (2010). *Borgerdrevet innovation til energistyring*. Aarhus: Alexandra instistuttet.
- energistyrelsen. (December 2014). *Energistatistik 2013*. København: Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (December 2014). *Energistatistik 2013* . København K: Energistyrelsen.
- EvenBrobak. (2012 Juni). *Smart Varmestyring* . Trhondheim: Norges teknisk-naturvitenskbelige Universitet - institutt for telematikk.
- Grimming, M. (1992). *Brugsmønstre og energiforbrug i SmørumGårdhuse*. Taastrup : Dansk teknologisk institut.
- Hagelskjær, J. (1992). *Håndbog i Energisturin for energiansvarlige i staten* . Fossum: Energistyrelsen december 1992.
- Hansen, A. R. (2013). *The potential of quantitative sociological research on residential energy consumption in Denmark*. København SV: Danish Building Research Institute.
- Hanssen, K. G. (2015). *Husholdningers elforbrug*. København SV: SBI.
- instituttet, A. (2010). *MCHA Projektet*. Aarhus : Alexandra instituttet - netudgivelse.
- Jensen, J. (2002). *Energistyring og værktøjer*. NRGI: VVS bladet årgang 2002 4 Marts.
- Journalist, K. D. (Marts 2014). Varmeplan Aarhus introducerer timevariende priser. *Fjernvarmen no*, s. 14-15.
- P.E., M. (2008). *Varmepumper og Ivatemperatur fjernvarme - rapportering fra 2 workshops*. Lyngby.: DTU.
- Thaler, R. H. (2008). *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. Yale USA: Yale University Press.
- Van Dam, C. B. (December 2013). Do home energy management systems make sense ? Assessing their overalle lifecykcle impact . *Energy Policy 12-2013 s. 398-407*, s. 398-407.
- Wokje Abarahamse, L. S. (12. august 2007). Teh effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback of household energy use, energy related behaviors and behavioral antecedents. *Journal of enoviromental psykologi 27* , s. 265-276.