



TEKNOLOGISK
INSTITUT

INTELLIGENTE ENERGIYDELSER I LAV-ENERGIBOLIGER BASERET PÅ BRUGERDREVEN INNOVATION



Intelligente energiydelser i lavenergiboliger baseret på brugerdreven innovation

Marts 2012

Energi og Klima
Energieffektivisering og Ventilation

PSO - P1388088

FORORD

Nærværende rapport udgør afrapporteringen af PSO projektet P1388088 "Intelligent energiudgifter i lavenergiboliger baseret på brugerdriven innovation".

Projektet er udført af nedenstående projektgruppe

Ditte Marie Jørgensen, projektleder – Teknologisk Institut

Anders Høj Christensen – Teknologisk Institut

Lars Hansen – Teknologisk Institut

Sandie Brændgaard Nielsen – Teknologisk Institut

Jean-Marc Huet – Teknologisk Institut

Asger Bay Christensen – Asger BC Lys

Ejvind Degn Larsen – Fischer

Daniel Lux – Seluxit

Lis Jacobsen – Nilan



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Fischer[®]



asger bc LYS[®]

Vi former lys

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Resume..... | 6 |
| 2 | Konklusion..... | 9 |
| 3 | Baggrund | 11 |
| 4 | Projektbeskrivelse | 12 |
| 5 | EnergyFlexHouse..... | 13 |
| 5.1 | Målesystemet i EnergyFlexHouse | 14 |
| 5.2 | Dataopsamling | 15 |
| 5.3 | Familien | 15 |
| 6 | Intelligent styring af EnergyFlexHouse | 17 |
| 6.1 | Beskrivelse af delsystemer i EnergyFlexHouse | 17 |
| 6.1.1 | Mekanisk ventilation..... | 17 |
| 6.1.2 | Naturlig ventilation..... | 18 |
| 6.1.3 | Rumvarme | 19 |
| 6.1.4 | Solafskærmning..... | 19 |
| 6.2 | Styringsstrategier | 20 |
| 6.2.1 | Simpel styring | 21 |
| 6.2.2 | Tre avancerede styringer | 23 |
| 7 | Brugerflade til styringsstrategier..... | 29 |
| 8 | Styringsboks til kommercielt brug..... | 30 |
| 9 | Tidsplaner for styringsstrategierne..... | 33 |
| 10 | Resultater af den intelligente styring | 34 |
| 10.1 | Simpel styring | 34 |
| 10.1.1 | Basisstyring | 34 |
| 10.2 | Avancerede styringer | 36 |
| 10.2.1 | Indeklimastyring..... | 36 |
| 10.2.2 | Energioptimeret styring | 37 |
| 10.2.3 | Brugerdreven styring..... | 39 |
| 11 | Belysning | 41 |
| 12 | Perspektiver..... | 43 |
| 13 | Formidling | 44 |
| 14 | Litteraturliste | 48 |
| | Bilag 1: Værelseoversigt og plantegninger for EFH..... | 49 |
| | Bilag 2: Zoneinddeling af huset | 51 |
| | Bilag 3: Designkriterier for det termiske indeklima..... | 52 |
| | Bilag 4: Reguleringsstrategier for den behovstyrede mekaniske ventilation | 53 |

| | |
|--|----|
| Bilag 5: Sensortyper og sensornavne | 55 |
| Bilag 6: Generelt om diagrammerne | 56 |
| Bilag 7: Algoritme for basisstyring | 57 |
| Bilag 8: Algoritme for indeklima- og energioptimeret styring | 61 |
| Bilag 9: Setpunkter og vinduesåbningsgrader for Indeklimastyringen..... | 66 |
| Bilag 10: Setpunkter og vinduesåbningsgrader for den energioptimeret styring | 69 |
| Bilag 11: Inde- og udetemperatur i tomt hus med og uden styring | 72 |
| Bilag 12: Styringsprincipper for den intelligente styring – softwaren | 74 |
| Bilag 13: Data på implementeret hardware | 76 |
| Bilag 14: Delprojekt vedr. belysning i EnergyFlexHouse..... | 80 |
| Bilag 15: Udarbejdet folder fra Asger BC lys | 84 |
| Bilag 16 Spørgeskemaer udleveret til EFH Familier. | 88 |

1 RESUME



Nærværende rapport udgør afrapporteringen af PSO projektet P1388088 "Intelligente energiydelser i lavenergi-boliger baseret på brugerdreven innovation".

-BR10 foreskriver at alt nybyggeri i dag skal opføres som lavenergi-byggeri. Med henblik på at opfylde kravene skal bygningen forsynes med mere kompleks teknologi end for eksisterende konventionelt dansk byggeri. Dette kan fx være en kombination af mekanisk balanceret ventilation, naturlig ventilation, varmepumpe, solvarmeanlæg, solceller eller en automatisk styret solafskærmning.

Den teknologiske udfordring er således at:

- udvikle omkostnings- og energieffektiv teknologi - og samlede systemer
- mestre det dynamiske samspil mellem forbrug og forsyning
- mestre samspillet mellem bruger og energiforbrugende teknologi herunder klimaskærm, installationer og udstyr.

Dette projekt fokuserer på den sidstnævnte og vigtige del af udfordringen, som har "intelligent" styring af energiydelser i fokus.

Brugerens krav og ønsker til energiydelser (omfang og kvalitet), og dermed samspillet mellem bruger og bygning, installationer og elforbrugende udstyr, er afgørende for når energi- og emissionsmål skal realiseres. Projektets fokus er energieffektivisering i boliger ved styring af teknologi i samspil med adfærd. Projektet ser på alle betydende energiydelser – funktioner der bruger energi: varme, ventilation, belysning, husholdning, underholdning, IT, ...

I projektet er afprøvet og dokumenteret de energimæssige og brugsmæssige fordele af enkle eller mere komplekse styringskoncepter og -systemer for energiydelser. Dette er sket med fokus på at styringsløsningen kan kontrollere komforten i huset så effektivt og energirigtigt som muligt, mens brugernes krav til og behov for at få information om og selv kunne styre komfort og energiforbrug i boligen også skal tilgodeses.

En central del af projektet er derfor interaktionen med brugerne. Der er opstillet forskellige scenarier og forløb op, som familien har afprøvet og levet med i praksis. Familien har gennem sit daglige virke testet hvordan bygningen, installationerne og udstyret har fungeret – hvad har været godt og hvad har været skidt?

Spørgsmålene har været mange, eksempelvis:

Hvordan bruges bygningen og diverse udstyr, og hvad er det resulterende energiforbrug? Kan familien styre de tekniske installationer, så de får et godt indeklima? Er intelligent styring en fordel – eller er det bare til irritation? Hvilke oplysninger om energiforbrug og energiforsyning er familien interesseret i? Kan vi udvikle et overskueligt brugerpanel, som gør det enklere og interessant at følge sit energiforbrug? Kan en interaktiv brugerflade påvirke familiens adfærd og energiforbrug?

I projektet er udviklet en automatisk styring af den mekaniske ventilation, naturlige ventilation, rumopvarmning og solafskærmning således at disse delsystemer kan kobles ind i en vilkårlig rækkefølge. Med denne platform som udgangspunkt er udviklet 4 styringsstrategier:

- a. En **basisstyring** – en simpel grundstyring, som de tre efterfølgende styringer tager udgangspunkt i.
- b. En **indeklimaoptimeret** styring som sikrer at indeklimaet lever op til kategori I i DS/EN15251 [1].
- c. En **energioptimeret** styring som sikrer at huset styres energieffektivt ud fra de gældende regler i Bygningsreglementet 2010.
- d. En **brugerdrevet** styring hvor brugerne manuelt kan vælge individuelle ønsker til ventilation, solafskærmning og varme.

Forskellen på basisstyringen og de avancerede styringer er følgende:

- Zoneinddeling af huset
I de mere avancerede styringer styres huset i 5 zoner fremfor én zone.
- Temperatursetpunkter (køle og varme) skifter over dagen og i forhold til årstiden
Temperaturerne registreres i hver zone, så hver zone har mulighed for at have forskellige temperatursetpunkter og indstillinger af persienner og naturlig ventilation.
- Varierende åbningsarealer på de automatisk styrede vinduer
I basisstyringen er der kun mulighed for at have vinduerne åbne 0 % eller 100 %. I de avancerede styringer er alle åbningsarealer mulige.

- **Temperaturregulering med hysteres**
Hysteresen (range) forhindrer at vinduer, persiener og varmeanlæg åbner/tænder og (s)lukker hele tiden. Værdien ændres løbende over dagen og årstiden.
- **Automatisk styring af bypass**
Den automatiske styring kan bidrage til et bedre indeklima, så der ikke bliver for varmt, hvis huset allerede er overophedet, samtidig med at det også vil spare på energien i overgangsperioder, hvor bypasset endnu ikke er tændt.
- **Brug af bevægelsessensorer til registrering om familien er hjemme eller ej.**

De fire styringsstrategier er tilpasset til EnergyFlexHouse Family på Teknologisk Institut, hvor en familie har testet styringerne og givet feedback til justeringer.

Til den brugerdrevne styring og ved overordnet valg af styringsstrategi fik familien udleveret en iPad, med tilhørende applikation.



Styringspanel

Styringerne tager alle højde for udeforhold og inde forhold dvs. udetemperatur, vind, solindfald, nedbør og indetemperaturer.

2 KONKLUSION

Et er at designe og udføre energioptimale enkeltløsninger og systemer. Et andet er at få beboerne til at bruge dem "rigtigt" i dagligdagen. Hvis beboerne ikke kan håndtere systemerne - måske fordi de er for komplicerede eller tidskrævende - hjælper kreative idéer og tanker bag de energieffektive løsninger og systemer ikke så meget. Her ligger store potentialer, som venter på at blive realiseret. Dette gælder også effekten af at fremme bevidstheden om konsekvenserne af familiemedlemmernes handlinger og ubevidste adfærdsmønstre.

Forsøgene med de 4 styringsstrategier i samarbejde med familien i EFH, viser at man ikke kan udvikle en tilfredsstillende styringsstrategi uden at inddrage brugerne. Således vil brugerne ikke være tilfredse med indeklimaet, hvis de ikke har indflydelse på styringen. Dette skal ses i sammenhæng med, at en energieffektiv styring kræver så lidt brugerindflydelse som muligt, med henblik på at realisere den forventede energieffektivitet.

Den optimale styring er således kendetegnet ved, at den på én gang tager hensyn til brugerkrav og samtidig resulterer i en brugeradfærdændring der tilpasser sig styringen.

Projektet viser desuden, at der er en væsentlig barriere med henblik på at få produkter af forskelligt fabrikat til at kommunikere. Problemerne er dels tekniske dels ansvarsmæssige, idet det kan være vanskeligt at få placeret ansvaret ved eventuelle driftsproblemer, dels at virksomhederne er tilbageholdne med at udlevere tekniske specifikationer mv.

Med udgangspunkt i konceptet, som er udviklet i et samarbejde med beboerne i EFH family, de implicerede virksomheder og instituttet, er desuden udviklet en prototype for de avancerede styringer, som er afprøvet af familien i EnergyFlexHouse.

Der er gennemført forsøg med de 3 avancerede styringsstrategier, indeklimatestimeret, energioptimeret og brugerdreven styring, i en periode på 7 dage pr. strategi.

Forsøgene viste at det graddagekorrigerede rumvarmeforbrug var **ca. 30 % lavere for den energioptimeret styring i forhold til den brugerdrevne styring.**

For den indeklimatestimerede styring var det graddagekorrigerede rumvarmeforbrug **ca. 21 % lavere i forhold til den brugerdrevne styring.**

Familien udtrykte generelt tilfredshed med indeklimaet uanset den valgte styringsstrategi.

Familien var overrasket over at deres korrigerede rumvarmeforbrug lå næsten 30 % højere ved den brugerdrevne styringsstrategi og tilkendegav at den energioptimerede strategi indeklimatestimeret var absolut acceptabel, især når konsekvensen blev synliggjort.

Familien syntes at styringspanelet på iPad'en var brugervenligt og intuitivt enkelt i sin opbygning.

Projektet har vist at det er af afgørende betydning for energiforbruget i et lavenergihus at indeklimaet styres præcist samtidig med at kravene til indeklimaet opfyldes. Det er desuden særligt vigtigt, at styringen af bygningsinstallationerne indkobles i den rigtige rækkefølge i forhold til vejrforholdene. Her viser projektet at, en intelligent styring, der giver brugerne visse frihedsgrader, har en helt afgørende indflydelse på, at energisparepotentialet i lavenergibyggeri realiseres.

Dette skal ses i sammenhæng med at brugeradfærdens betydning for energiforbruget er **relativt** større for lavenergibyggeri sammenlignet med konventionelt byggeri.

Testfamilien i EFHfamily har givet unikke muligheder for at kortlægge effekten af ændringer både i systemer og produkter, bl.a. har de subjektive brugervurderinger af de fysiske eller styringsmæssige tiltag givet en værdifuld viden på området. Det at inddrage slutbrugeren på denne måde - i de virkelige omgivelser i den almindelige dagligdag - kan sikre at de løsninger, der udarbejdes både får gennemslagskraft på markedet og leverer de ønskede energibesparelser.

3 BAGGRUND

De globale udfordringer, der er knyttet til energiforsyning og markant reduktion af CO₂ skal opfyldes ved hjælp af energieffektivisering og udnyttelse af vedvarende energi. 35-40 % af energiforbruget anvendes i bygningerne – til indeklima, varmt vand og andre ydelser, der kræver energi i forbindelse med bygningens drift og brug.

Derfor foreskriver den danske lovgivning, BR10, at alt nybyggeri i dag skal opføres lavenergibyggeri. For at en bygning kan opfylde lavenergikravene, er bygningen nødsaget til at have mere teknologi end eksisterende konventionelt dansk byggeri. Dette kan fx være mekanisk balanceret ventilation, varmepumpe til opvarmning eller/og brugsvand, solvarmeanlæg, solceller eller automatisk styret solafskærmning.

Lovens og brugerens krav og ønsker til energiydelser og dermed samspillet mellem brugeren, bygning, installationer og elforbrugende udstyr er afgørende for energiforbruget og indeklimaet. Samspillet mellem bruger og teknologi er dermed et hovedpunkt, når energi- og emissionsmål skal realiseres.

Erfaringer fra nyopført lavenergibyggeri har ind til videre vist, at dette samspil ikke har fungeret så godt, bl.a. fordi brugerne ikke oplæres i, hvordan husene skal anvendes korrekt. Dette betyder både, at husene bruger mere energi end beregnet men også indeklimateknologiske udfordringer i form af for varme somre og for kolde vintre.

Den teknologiske udfordring er derfor dels at udvikle omkostnings- og energieffektiv teknologi - og samlede systemer, dels at mestre det dynamiske samspil mellem forbrug og forsyning, og endelig samspillet mellem bruger og energiforbrugende teknologi - bygning, installationer og udstyr. Dette projekt fokuserer på den sidste og vigtige del af udfordringen som har "intelligent" styring af energiydelser i fokus.

4 PROJEKTBEKRIVELSE

Projektet har udviklet et koncept for styring af samtlige energiydelser i en bolig med udgangspunkt i:

- Styringsstrategi, der sikrer et godt og komfortabelt indeklima
- Styringsstrategi, der sikrer energiydelserne med det laveste mulige energiforbrug og et tilfredsstillende indeklima
- Brugeroplevelse og brugerdreven innovation af alternative styringsmuligheder
- Brugerfladen – mulighederne for forståelse af energiydelser og bevidst styring af energiforbrug med hjælp fra brugerdreven innovation
- Brugerfladen – muligheden for let forståelig og anvendelig interaktion
- Energieffektiv belysning i boligen

Med udgangspunkt i konceptet, som udvikles i et samarbejde med beboerne i EFHfamily, de implicerede virksomheder og instituttet, udvikles ligeledes en prototype for de avancerede styringer, som afprøves af familierne og tilpasses ud fra tilbagemeldinger. Styringerne skal "bygge intelligent bro" mellem energiydelserne i huset og give brugerne en samlet og nem adgang til relevante forbrugsdata og styringsmuligheder.

5 ENERGYFLEXHOUSE

EnergyFlexHouse i Taastrup, er et højteknologisk laboratorium til udvikling, afprøvning og demonstration af samlede innovative energiløsninger til byggeriet. Bebyggelsen består af 2 ens bygninger, hvoraf den ene – EnergyFlexHouse Family (EFHfamily) – er Danmarks første energineutrale bolig. Boligen er forsynet med energieffektive systemer og vedvarende energi anlæg, som producerer den energi, familien bruger både i boligen og til transport i elbil.

Bygningerne er forsynet med omfattende dataopsamlingsudstyr (mere end 500 målepunkter i de to bygninger), der giver en enestående mulighed for at overvåge og studere årsag og virkning. I oktober 2009 flyttede den første testfamilie ind i EFHfamily og i december 2011 flyttede den femte testfamilie ud. Familierne bor i huset i 3 til 6 måneder afhængigt af en række praktiske forhold. Familierne indgår i aktiviteter, der sætter fokus på samspillet mellem teknologi og bruger, og adfærd, styring, energiydelser og energiforbrug.

Den energineutrale bolig er forsynet med den teknologi der anvendes i en normal bolig. Dog er alt nyt - dermed er den nyeste teknologi på prøve – konstruktioner, installationer, lys, hårde hvidevarer, IT mv.

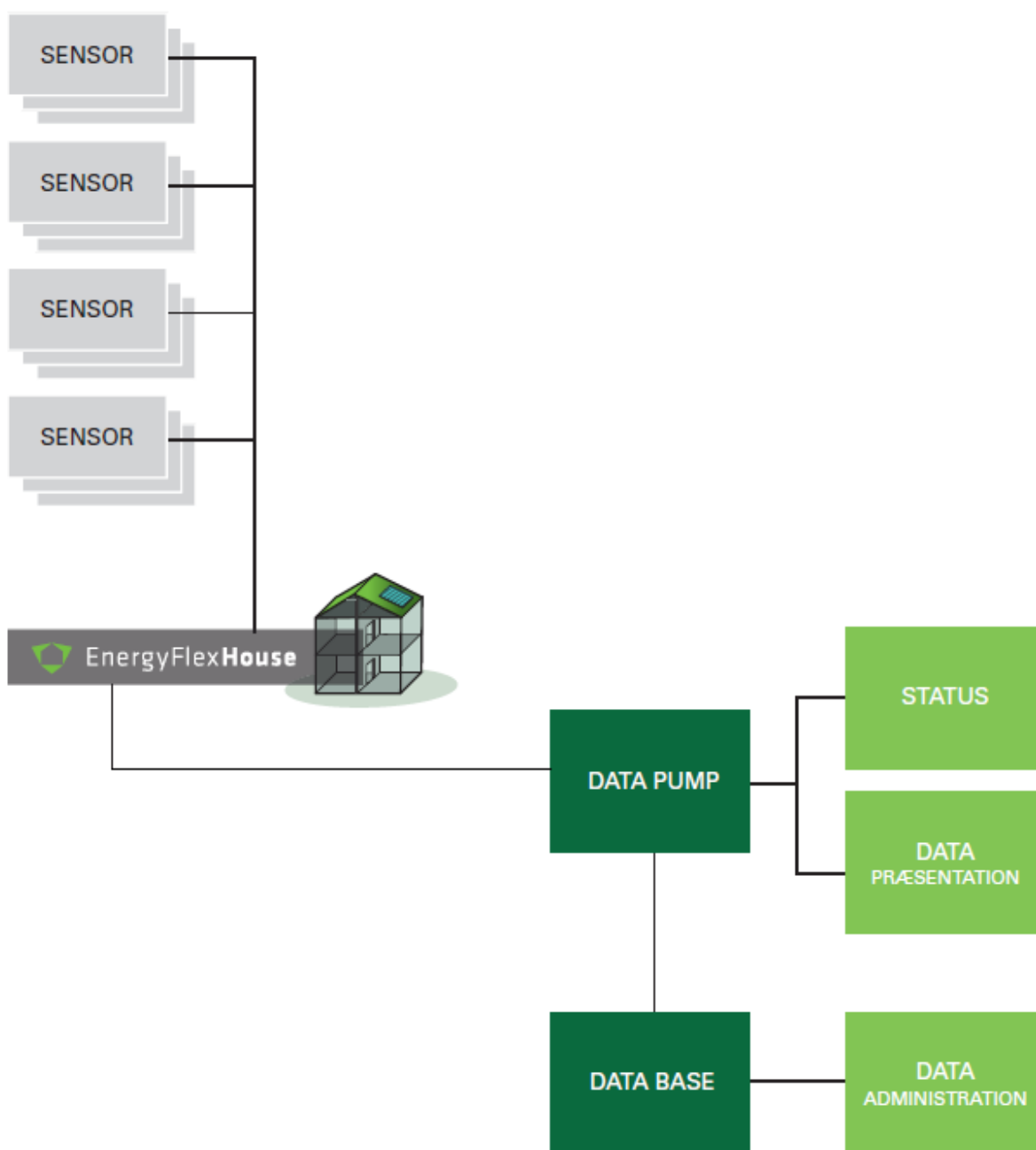
Systemerne og teknologierne er installeret med hver sin fabrikantstyring som udgangspunkt – fra simpel on/of styring via simpel styring med følere og automatik til komplekse styringer hvor flere energiydelser er samlet i én styringsenhed.

EFHfamily giver dermed mulighed for at udvikle, afprøve og dokumentere de energimæssige og brugsmæssige fordele af enkle eller mere komplekse styringskoncepter og -systemer for energiydelser, primært med fokus på indeklimate.

Testfamilierne i EFHfamily giver unikke muligheder for at kortlægge effekten af ændringer både i systemer og produkter, bl.a. vil de subjektive brugervurderinger af de fysiske eller styringsmæssige tiltag give en værdifuld viden på området. Det at inddrage slutbrugeren på denne måde - i de virkelige omgivelser i den almindelige dagligdag - kan sikre, at de løsninger, der udarbejdes, både får gennemslagskraft på markedet og leverer de ønskede energibesparelser.

5.1 Målesystemet i EnergyFlexHouse

EnergyFlexHouse er udstyret med en omfattende instrumentering, som giver en intensiv overvågning af alle interessante emner samt mulighed for undersøgelser af eksempelvis energiforbruget og installationsdriften med henblik på adfærdsdokumentation og bruger-dreven innovation. Husenes fleksible opbygning og brug medfører at antallet af måleinstrumenter varierer. Der er pt. 644 målepunkter i EnergyFlexHouse. Det måleudstyr, der benyttes, er nøje udvalgt ud fra krav til målepræcision og driftsstabilitet. Effektive kommunikationsprotokoller har også været en væsentlig parameter i prioriteringen af udstyret. Således anvendes der både Z-wave, M-bus og anden RS-485 kommunikation ud over både analoge og digitale signaler.



Figur 1: Illustration af målesystemet i EnergyFlexHouse

5.2 Dataopsamling

Dataopsamlingen er hjertet i hele installationen. Det er her, alle inputsignaler opsamles og alle outputsignaler udsendes. Her er stabilitet og driftssikkerhed et absolut krav. For at sikre dette er der valgt en løsning fra National Instruments.



Figur 2: Dashboard for EnergyFlexHouse

Det momentane energiforbrug og energiforbruget de sidste 24 timer samt andre nøgle-data for EnergyFlexHouse family kan ses på dashboardet på Figur 2.

Dashboardet er offentligt tilgængeligt på adressen www.energyflexhouse.dk, og her har familierne og omverdenen mulighed for at følge med i husets energiforbrug.

5.3 Familien

Siden opførelsen af EnergyFlexHouse i efteråret 2009 har der boet 5 familier i huset. Hver familie har boet i huset i 3-6 måneder.

Familierne har været traditionelle kernefamilier med to-tre børn, og de har boet og arbejdet i omegnen af Tåstrup, så de har kunnet erstatte deres almindelige bil(er) med en eldrevet bil samt offentlig transportmidler. De fire første familier har haft minimum én teenager boende og den sidste familie har haft småbørn.

Lysforsøget, har kørt gennem de sidste to år med alle 5 familier og styringsprojektet med de intelligente styringer er blevet testet af den sidste familie, familie 5, i det sidste halvår af 2011.

Familie 5 består af to voksne på 34 år og to børn på 3 og 7 år, og de kan ses på Figur 3.



Figur 3: EFH-familie i sidste halvår af 2011

6 INTELLIGENT STYRING AF ENERGYFLEXHOUSE

En central del af projektet har været at udvikle en automatisk og intelligent styring af den mekaniske ventilation, naturlige ventilation, rumopvarmning og solafskærmning.

I projektet er udviklet fire styringer:

- a. **Basisstyring** – en simpel grundstyring, som de tre avancerede styringer tager udgangspunkt i.
- b. **Indeklimaoptimeret styring** vil styre huset, så indeklimaet lever op til kategori I i DS/EN15251 [1].
- c. **Energiopsummeret styring** vil styre huset mest energibesparende ud fra de gældende regler i Bygningsreglementet 2010.
- d. **Brugerdrevet styring** - her vil brugerne manuelt kunne indtaste deres ønsker til ventilation, solafskærmning og varme.

De fire styringer er lavet til EnergyFlexHouse Family på Teknologisk Institut, hvor en familie har testet styringerne og været med til at forbedre dem ved brugerdreven innovation.

Styringerne tager alle højde for udeforhold og indeforhold dvs. udetemperatur, vind, solindfald, nedbør og indetemperaturer. I bilag 5 kan ses hvilke parametre, der er medtaget i styringerne.

I styringen tages ikke højde for, hvad der foregår i teknikrummet, dvs. der vil ikke blive set på, hvordan varmen produceres mest energibesparende, eller hvor stor genvindingsgraden løbende er for ventilationen. Teknikrummet bliver altså set på som en "sort boks."

6.1 Beskrivelse af delsystemer i EnergyFlexHouse

I dette afsnit beskrives delsystemerne:

- Mekanisk ventilation
- Naturlig ventilation
- Rumvarme
- Solafskærmning

6.1.1 Mekanisk ventilation

I EnergyFlexHouse er installeret mekanisk ventilation med varmegenvinding. Den mekaniske ventilation er med til at sikre et godt termisk og atmosfærisk indeklima i huset.

Huset kan både ventileres med konstant ventilation eller behovsstyret ventilation med variabelt luftskifte. Den behovsstyrede ventilation kan styres efter CO₂, fugt og temperatur.

I projektet er udviklet en behovsstyring af ventilationen, som anvendes i alle styringer, da behovsstyring både reducerer energiforbruget, men også giver mulighed for et bedre indeklima, pga. der hverken over- eller underventileres.

Ved de senere års implementering af mekanisk balancerede ventilationssystemer i boliger har der ofte i disse boliger været klager over for tørt indeklima om vinteren. Dette skyldes primært, at huset ventileres efter de luftmængder, som bygningsreglementet foreskriver ($\frac{1}{2}$ gang i timen). Naturlig ventilation i den ældre boligmasse bidrager som regel ikke til ligeså højt et luftskifte, hvilket betyder, at der kommer mindre tør udeluft indenfor.

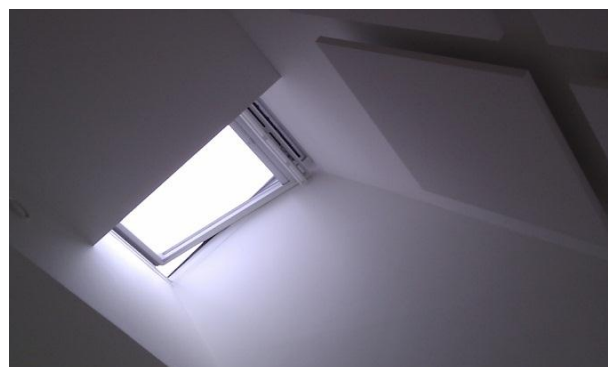
Boligen er ventileret af en boligventilationsvarmepumpe fra Nilan (se Figur 5).

6.1.2 Naturlig ventilation

I huset er etableret naturlig ventilation i gangen i stueetagen og på første sal. Den naturlige ventilation er etableret ved hjælp af automatisk styrede vinduer. Luftindtaget sker via to 40 cm tophængte vinduer i gangen i stueetagen, et i hver ende, og luftafkastet sker gennem to ovenlysvinduer i tagets nordside.

Herudover kan alle vinduer og døre åbnes manuelt i stueetagen, og ca. halvdelen kan åbnes på 1. sal.

I bilag 1 kan husets plantegninger ses og hermed også vinduesfordelingen.



Figur 4: Til venstre ses vinduet i gangen i stueetagen, og til højre ses et af ovenlysene i loftet på 1. sal.

Facadevinduerne er af typen Velfac og ovenlysvinduerne er Veluxvinduer.

6.1.3 Rumvarme

EnergyFlexHouse kan opvarmes i form af et vandbårent gulvvarmeanlæg, et vandbårent radiatoranlæg og et luftbårent ventilationsanlæg.

I dette projekt er kun gulvvarmeanlægget benyttet, men styringen kan anvendes for alle tre opvarmningsformer.

Gulvvarmen er projekteret som et lavtemperatur-gulvvarmesystem hvilket vil sige, at fremløbstemperaturerne er mellem 30-35 grader. Dette er muligt, fordi det er et lavenergihus og herved har meget lavt varmeforbrug.

Varmen bliver produceret i en Nilan varmepumpe, som vist på Figur 5.



Figur 5: Nilan compact varmepumpe, model VP18

6.1.4 Solafskærmning

Udvendig solafskærmning er essentielt i et lavenergihus, hvor varmebehovet er lavt, da der ellers kan blive meget varmt om sommeren. Overtemperaturer kan ellers være flere dage om at blive fjernet, da ventilationssystemer i boliger ikke projekteres til dette pga. økonomi, plads og energiforbrug.

I EnergyFlexHouse er der etableret automatisk styret udvendig solafskærmning på vinduerne i nedenstående tabel:

| Solafskærmning | |
|----------------|---|
| Stueetage | 2 stk. værelser mod syd (se Figur 6 tv.) |
| 1. sal | Stort fast vinduesparti mod syd, 4 vinduer (se Figur 6 tv.) |
| 1. sal | Lille vindue mod øst (se Figur 6 th.) |
| 1. sal | To stk. ovenlys mod nord |

Screens'ne på facadevinduerne er af mærket Fischer, og de er lavet af pvc-belagt glasfibertråd med en afskærmningsfaktor på ca. 80 %.

Der er en automatisk styring på dem, som betyder, at de altid kører op, hvis vindhastigheden bliver højere end 15 m/s. Værdien er høj i forhold til andet udvendig solafskærmning, da der er valgt en vindstabil model pga., at EnergyFlexHouse ligger meget udsat for vinden.

Screens'ne har yderligere den mulighed, at de kan sættes til at køre ned når lysindfaldet overstiger en vis størrelse.



Figur 6: Solafskærmning i EFH, tv.: solafskærmning på sydsiden, th.: solafskærmning på østvinduer

Solafskærmningen på ovenlysvinduerne er fra Velux.

6.2 Styringsstrategier

I dette afsnit vil først den simple styring blive beskrevet og herefter de avancerede styringer. De avancerede styringer tager udgangspunkt i den simple styring.

Der er udviklet to overordnede algoritmer, en for den simple og en for den avancerede model, og det er disse algoritmer, som er tegnet i diagrammet (bilag 7 og 8) og herefter blevet programmeret i programmet *EFH styring*, som er softwaren bag styringerne. I bilag 13 er der en detaljeret beskrivelse af *EFH styring*.

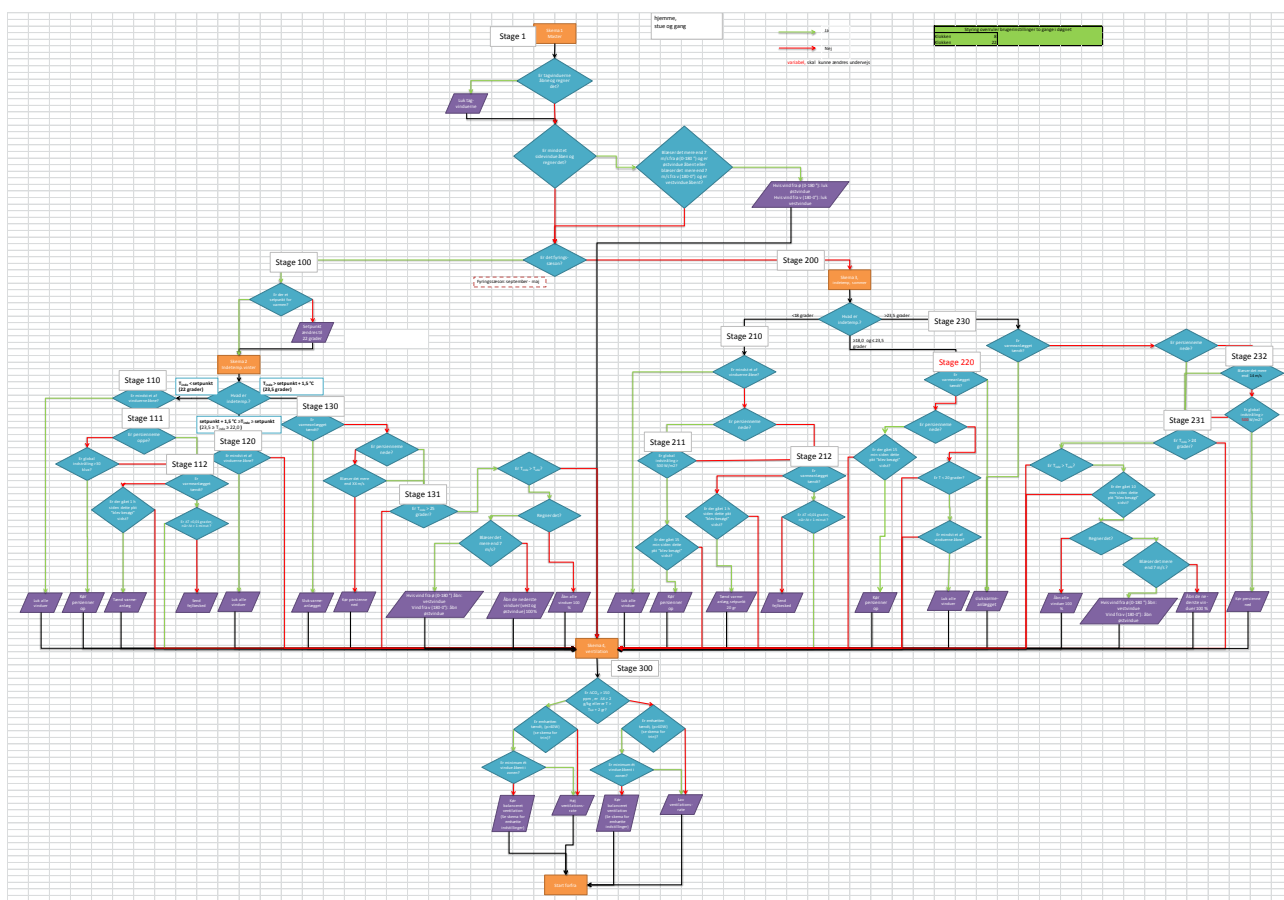
6.2.1 Simpel styring

Den simple styring er, som navnet siger, en meget simpel styring, som er udviklet som en hjælp til de mere avancerede styringer. Styringen kaldes Basisstyringen.

Grunden til udviklingen af den simple styring er fordi det har været vigtigt at se, at de simple tiltag har virket i virkeligheden samt blevet implementeret korrekt, inden de mere avancerede tiltag er blevet inkluderet i den avancerede styring efterfølgende.

Basisstyringen

På Figur 7 kan algoritmen for Basisstyringen ses, og i bilag 7 kan den ses mere detaljeret. Forklaring af figureerne og farver i diagrammerne kan ses af bilag 6.



Figur 7: Algoritmen for basisstyringen.

Temperatur

I basisstyringen er temperaturniveauet sat til at være tilfredsstillende, når det om sommeren er mellem 18 og 23,5 grader og mellem 22 og 23,5 om vinteren.

Når temperaturen når under 18/22 grader sommer/vinter er der behov for varme, og når temperaturen er over 23,5 grader, er der behov for køling af huset i form af naturlig ventilation eller ved anvendelse af udvendig solafskærmning.

Mekanisk ventilation

Der er implementeret behovsstyret ventilation i basisstyringen, da behovsstyret ventilation både er energibesparende samt bidrager til et godt indeklima – både sommer og vinter. Energibesparelsen opnås ved, at der ikke skal transporteres ligeså meget luft igennem anlægget, når der ikke er behov for det (fx når beboerne ikke er hjemme, eller når vinduerne er åbne) og det bedre indeklima kommer i form af, at der ikke overventileres, når der ikke er behov. Om sommeren giver anlægget endvidere mulighed for at ventilere huset ekstra, hvis det er særlig varmt.

Den behovsstyrede ventilation styres efter CO₂, fugt og temperatur, og ventilationen kan køre på to trin, et lavt og et højt. Det høje trin aktiveres, når forskellen i luftens CO₂-indhold i afkast- og indtagsluften er højere end 150 ppm, når fugtindholdet i indeluften er højere end 2 g/kg, eller når indetemperaturen er højere end 25 grader.

I bilag 4 er baggrunden for styringsprincipperne for den behovsstyrede mekaniske ventilation beskrevet yderligere.

Udvendig solafskærmning

De udvendige solscreens aktiveres, når temperaturen bliver højere end 23,5 grader, og når den globale indstråling er højere end 400 W/m². Hvis indstrålingen falder til under 400 W/m² køres solafskærmningen op.

Når indetemperaturen ligger inden for "komfortintervallet", vil solafskærmningen ligeledes køre op.

Styringen overruler familiens egne indstillinger to gange dagligt i tilfælde af, at familien selv har ændret persienner eller vinduesåbninger.

Naturlig ventilation

Den naturlige ventilation aktiveres, når temperaturen når op på 24 grader om sommeren og 25 grader om vinteren, og hvis temperaturen ikke er højere udenfor end indenfor. Ovenlysvinduerne lukkes hvis det begynder at regne, og de to lodrette facadevinduer (øst- og vestvendt) lukker, hvis det regner og samtidig blæser mere end 7 m/s i retning imod vinduet ± 90 grader. Hvis vinden fx kommer fra øst ± 90 grader og det samtidig regner, så lukkes det østvendte vindue men ikke det vestvendte vindue.

Styring overruler familiens egne indstillinger to gange dagligt, i tilfælde af, at familien selv har ændret persienner eller vinduesindstillinger.

Varme

Varmen aktiveres, hvis temperaturen er under 18 grader om sommeren (udenfor fyringssæsonen) og under 22 grader i fyringssæsonen.

Forsinkelser

For at undgå at varmeanlæg, persienner og solafskærmning kører op og ned/tænder og slukker hele tiden er der forsinkelser på mellem et kvarter og 30 minutter i programmet. Dette er en meget simpel udgave af en hysteres, som er medtaget i den avancerede styring.

6.2.2 Tre avancerede styringer

Der skelnes mellem tre avancerede styringer

1. Indeklimastyring
2. Energooptimeret styring
3. Brugerdefineret styring

Forskellen på basisstyringen og de avancerede styringer er følgende:

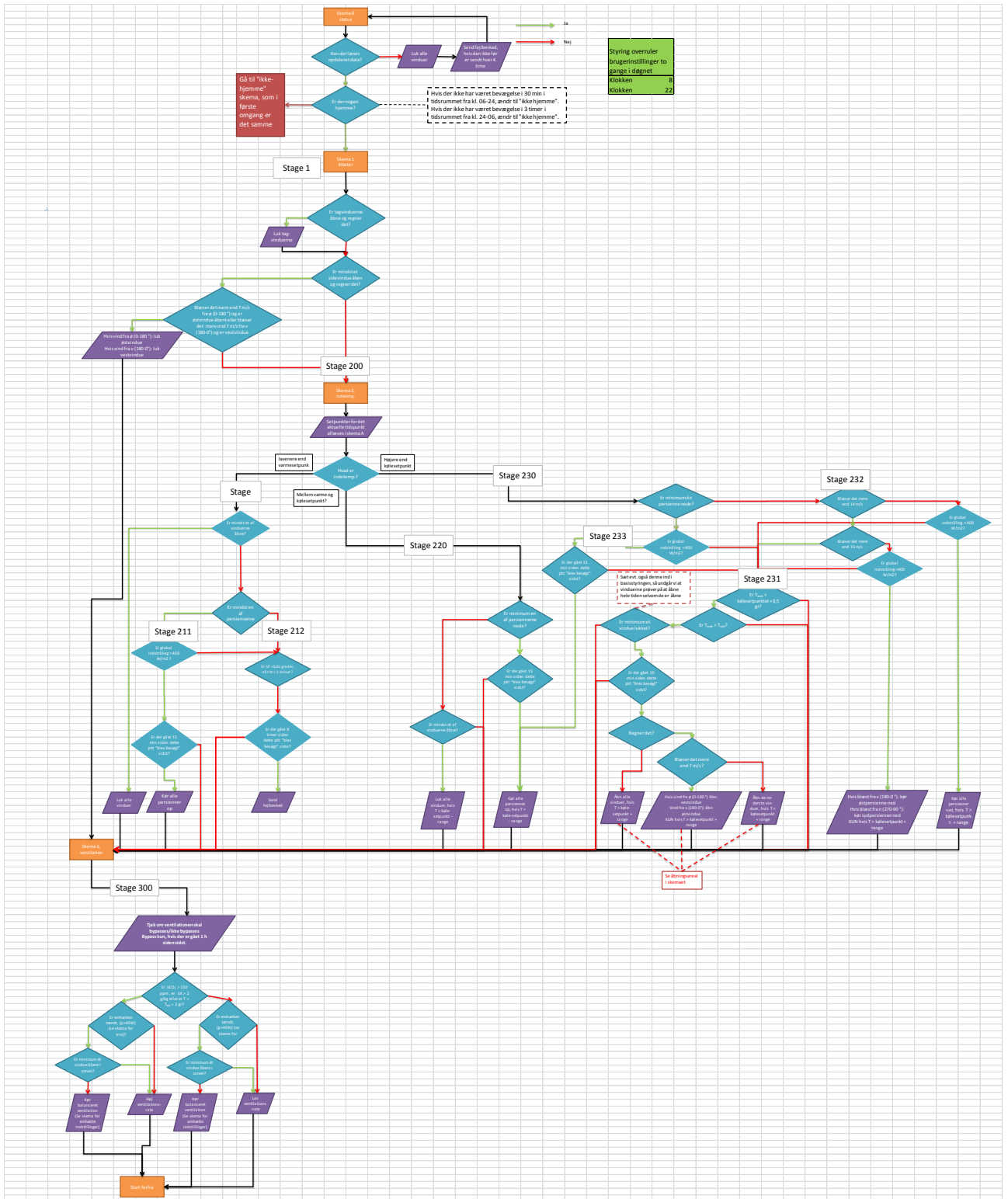
- Zoneinddeling af huset
I de mere avancerede styringer styres huset i 5 zoner fremfor én zone. For at der kan komme mærkbare resultater ud af dette, skal dørene mellem rummene være åbne. Zoneinddelingen kan ses af bilag 2.
- Temperatursetpunkter (køle og varme) skifter over dagen og i forhold til årstiden
Temperaturerne registreres i hver zone, så hver zone har mulighed for at have forskellige temperatursetpunkter og indstillinger af persienner og naturlig ventilation.
- Varierende åbningsarealer på de automatisk styrede vinduer
I basisstyringen var der kun mulighed for at have vinduerne åbne 0 % eller 100 %. I de avancerede styringer er alle åbningsarealer mulige.
- Temperaturregulering med hysteres
Hysteresen (range) forhindrer at vinduer, persienner og varmeanlæg åbner/tænder og (s)lukker hele tiden. Værdien ændres løbende over dagen og årstiden.
- Automatisk styring af bypass
Den automatiske styring kan bidrage til et bedre indeklima, så der ikke bliver for varmt, hvis huset allerede er overophedet, samtidig med at det også vil spare på energi i overgangsperioder, hvor bypasset endnu ikke er tændt.
- Brug af bevægelsessensorer til registrering om familien er hjemme eller ej.
Bevægelsessensorer giver mulighed for at have en anden styringsstrategi, når familien ikke er hjemme. Huset kan fx underkøles om sommeren, når familien ikke er hjemme, så et godt indeklima kan opretholdes. Herudover behøver indetemperaturen ikke at være så høj om vinteren, når familien ikke er hjemme. Sænkelse af temperaturen en grad kan give en varmebesparelse på 15-20 %.

| | Solafskærmning | Vinduer | Varme- setpunkter |
|--------------------------------------|----------------|---------|----------------------|
| 1. sal og gang i stueetage, zone 1 | X | X | X |
| Værelser, nordside, zone 2 | | | X |
| Værelser, sydside, zone 3 | X | | X |
| Stort toilet ved soveværelse, zone 4 | | | X |
| Gæstetoilet, zone 5 | | | X |

Tabel 1: Oversigt over hvad der er muligt at styre i de fem zoner, jf. bilag 2

Basisstyringen har en algoritme for sommerperioden og en for vinterperioden. Ved implementering af temperaturskemaer i de avancerede skemaer har dette ikke længere været nødvendigt, hvilket har gjort de avancerede styringer mere overskuelige, jf. Figur 8.

Figur 8 viser et billede af den avancerede algoritme, som overordnet er ens for styringerne. Det er setpunkter, vinduesåbninger med mere som er forskellige, som kan ses i bilag 9 og 10. I bilag 8 kan ses mere detaljerede billeder af algoritmen og i bilag 7 kan forklaring af figurer og farver, som er anvendt i algoritmerne, ses.



Figur 8: Algoritmen for de avancerede styringer

1. Indeklimaoptimeret styring

Temperatur

I de avancerede styringer refereres til et varmesetpunkt, T_{varme} , og et kølesetpunkt, $T_{\text{køl}}$. Når temperaturen er mellem disse to setpunkter anses huset/zonerne for at være i komfort.

I bilag 9 (Tabel 3 og Tabel 4) kan køle- og varmesetpunkterne, som varierer over døgnet og måneden, ses.

Tabel 3 er for zone 1-3, og Tabel 4 er for zone 4-5, som er husets badeværelser. Her er temperaturen generelt sat et par grader højere, selvom det ikke er nødvendigt, men det er af hensyn til komforten. Huset har lavtemperaturgulvvarme, hvilket betyder, at fremløbstemperaturen i gulvvarmeslangerne ikke er højere end 30-35 grader. Overfladen af gulvet vil derfor ikke føles varm, hvis temperaturen kun er 21 grader, så derfor er temperaturen hævet lidt på badeværelserne, da disse er flisebelagt i modsætning til resten af huset som har trægulve, hvilket ikke føles nær så koldt.

De anvendte indetemperaturer ligger inden for anbefalingerne i DS/EN 15251, jf. bilag 3.

Mekanisk ventilation

Styringen for den mekaniske ventilation er stort set den samme som Basisstyringen. Der er dog tre ændringer:

1. Emhætten er implementeret i styringen, så indblæsningen hæves, i takt med at emhætten tændes på hhv. trin 1, 2 og 3.
2. Det høje trin aktiveres ikke længere ved den faste temperatur på 25 grader, men når $T_{\text{inde}} > T_{\text{køl}} + 2$ grader. Værdien er altså variabel.
3. Bypass/varmevindingen styres automatisk og værdien for hvornår der skal bypasses kan aflæses i Tabel 5 i bilag 9.

Den mekaniske ventilation er ikke zoneopdelt. Den styres efter temperaturen i zone 1.

Udvendig solafskærmning

Den udvendige solafskærmning aktiveres, når indetemperaturen er højere end kølesetpunktet + range. Vinduerne lukkes igen, når indetemperaturen er lavere end kølesetpunktet - range.

Dette er under forudsætning af, at vindhastigheden er lavere end 14 m/s. Hvis vindhastigheden er højere end 14 m/s og lavere end 16 m/s kan nogle af de lodrette solafskærmninger godt være nede afhængig af vindretningen.

Hvis vindhastigheden er over 16 m/s vil al solafskærmning altid køre op.

Solafskærmningen vil ligeledes altid køre op, hvis den globale indstråling er lavere end 400 W/m^2 , og hvis temperaturen ligger under kølesetpunkt - range.

Naturlig ventilation

Den naturlige ventilation aktiveres, når indetemperaturen er højere end kølesetpunktet + $\frac{1}{2}$ grad + range. Vinduerne lukkes igen, når indetemperaturen er lavere end kølesetpunktet - range.

Det vil sige, at den naturlige ventilation først aktiveres $\frac{1}{2}$ grad efter, at solafskærmningen er aktiveret.

Et eksempel på dette kan være, hvis kølesetpunktet er 24 grader og range er 1 grad. Vinduerne vil så først åbne, når indetemperaturen er $24 + \frac{1}{2} + 1 = 25,5$ grader, og de vil lukke igen når indetemperaturen er $24 - 1 = 23$ grader.

De automatisk styrede vinduer vil som i basisstyringen altid blive overstyret, hvis det regner. Ovenlysvinduerne vil under alle omstændigheder lukke og sidevinduerne, et mod øst- og et mod vest, lukkes ligeledes, hvis det blæser mere end 7 m/s fra hhv. øst ± 90 grader og vest ± 90 . Se evt. yderligere forklaring under basisstyringen.

I bilag 9 kan åbningsgraderne for vinduerne i forhold til årstid og tidpunkt ses.

Varme

Varmen tændes, når temperaturen når ned under varmesetpunktet.

Hysterese

I styringen er indlagt en hysterese (range) for at undgå at varmeanlæg, solafskærmning og vinduer åbner og lukker / tænder og slukker hele tiden.

Størrelsen af range varierer over døgnet og året, og kan ses i bilag 9.

Bevægelsessensorer

I den indeklimatestimerede styring skelnes ikke mellem hjemme og ikke hjemme, da der skal være højst mulig komfort hele tiden. Der er derfor kun et "hjemme-skema."

2. Energoptimeret styring

Til forskel fra indeklimastyringen, der havde fokus på et godt indeklima, har den energioptimeret styring fokus på at spare energi.

Energibesparelsen findes ved generelt at sænke indetemperaturen i huset, men også ved at udvide styringsalgoritmen til at styre rumopvarmningen afhængig af om der er nogen hjemme

Der er til denne styring som noget nyt lavet et ikke-hjemme skema, hvilket betyder at huset går i dvale når der ikke er nogen brugere hjemme. Dvs. at varmesetpunktet for de forskellige zoner bliver sat ned til 19 grader i fyringssæsonen og 18 grader derudover.

I bilag 10 kan ses ændringerne i:

- Setpunkterne for temperaturen, som varierer over døgnet og måneden ses.
- Setpunkterne for varmegenvindingen
- Åbningsgraderne for vinduerne

Bevægelsessensorerne er i denne styring aktiveret så der kan determineres hvilket skema der køres efter.

3. Brugerdefineret styring

Beboerne har mulighed for at overrulle den valgte automatiske styring og ændre indstillinger for vinduesåbninger og persienner i den indeklimatestimerede styring, samt i den energioptimerede styring. De automatiske styringer vil efter en 1/2 time gå tilbage til udgangspunktet for vinduer og persienner.

Ændringerne, som vedrører setpunkter for indetemperaturen i de enkelte værelser bevares, for den aktuelle styringsstrategi, så længe der ikke ønskes om at nulstille brugerindstillingen.

For nærmere beskrivelse se afsnit 7.

7 BRUGERFLADE TIL STYRINGSSTRATEGIER

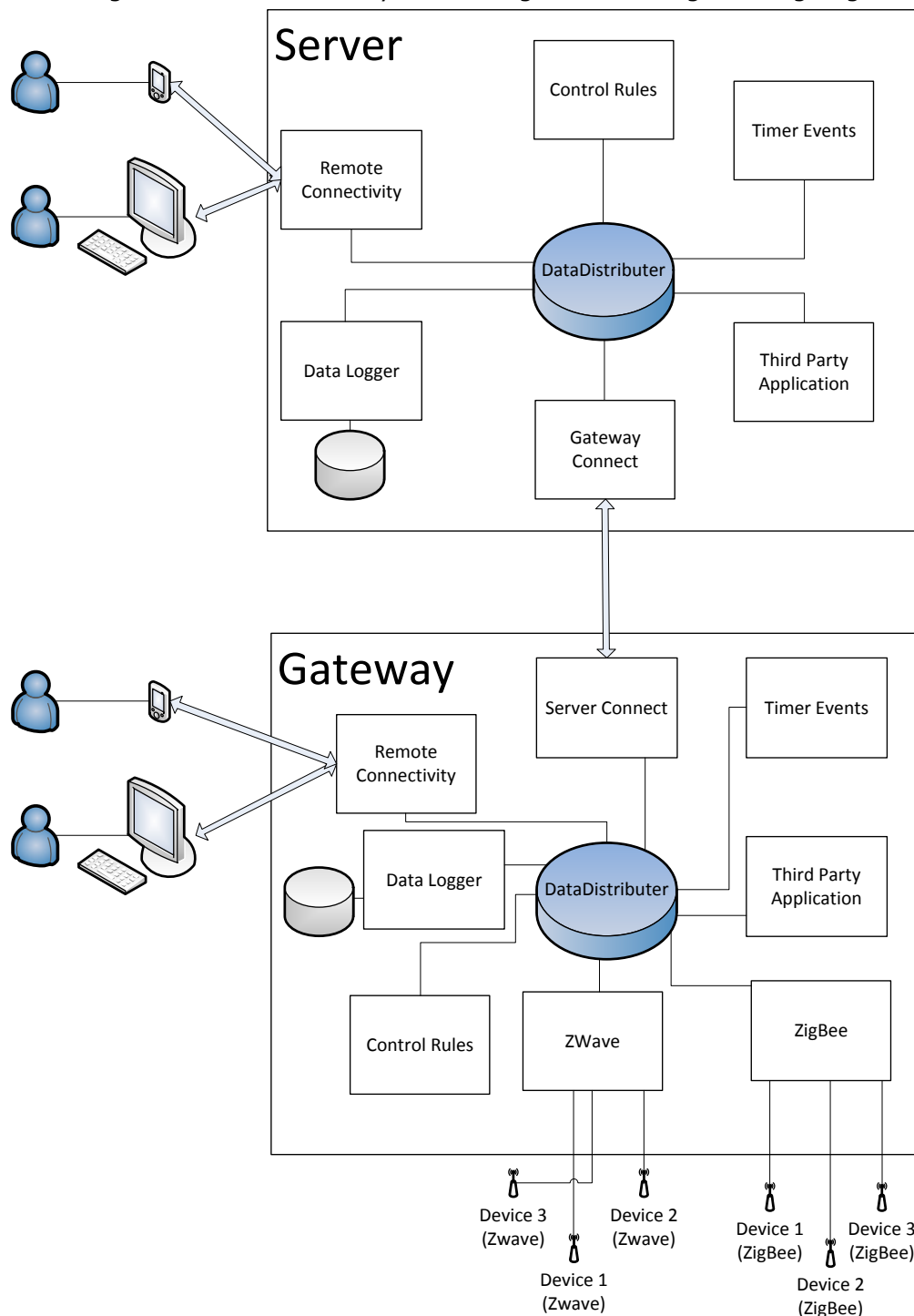
Herunder ses et skærmbillede af iPad applikationen, som giver beboere i huset muligheden for at ændre den automatiske styring. Ved opstart af applikationen vises hvilken styringsmode, der er aktiv, og hvilke værdier setpunkterne for indetemperaturen i alle værelser er sat til.

Trykkes på en af knapperne i bunden af applikationen Komfort (rød) eller Energisparende (grøn) knap nulstiller brugeren sine egne indstillinger.



8 STYRINGSBOKS TIL KOMMERCIELT BRUG

Seluxit har gennem en række år udviklet et system til styring af intelligente bygninger. Dette system omfatter en central styringsenhed som vi kalder en gateway. Denne gateway er intelligent nok til at man kan integrere selv de mest komplekse styringer. Et oversigts billede af Seluxit systemet er givet i den følgende tegning:



Vores system løsning har mulighed for at understøtte forskellige typer bygnings automatiserings protokoller som for eksempel Z-Wave og ZigBee og systemet understøtter enheder fra andre leverandører.

Systemet inkluderer dataopsamling, bruger interface, styrings regler og kalender-baseret styring.

Vores eksisterende gateway og en multisensor som blev brugt i projektet er vist i de følgende billeder:



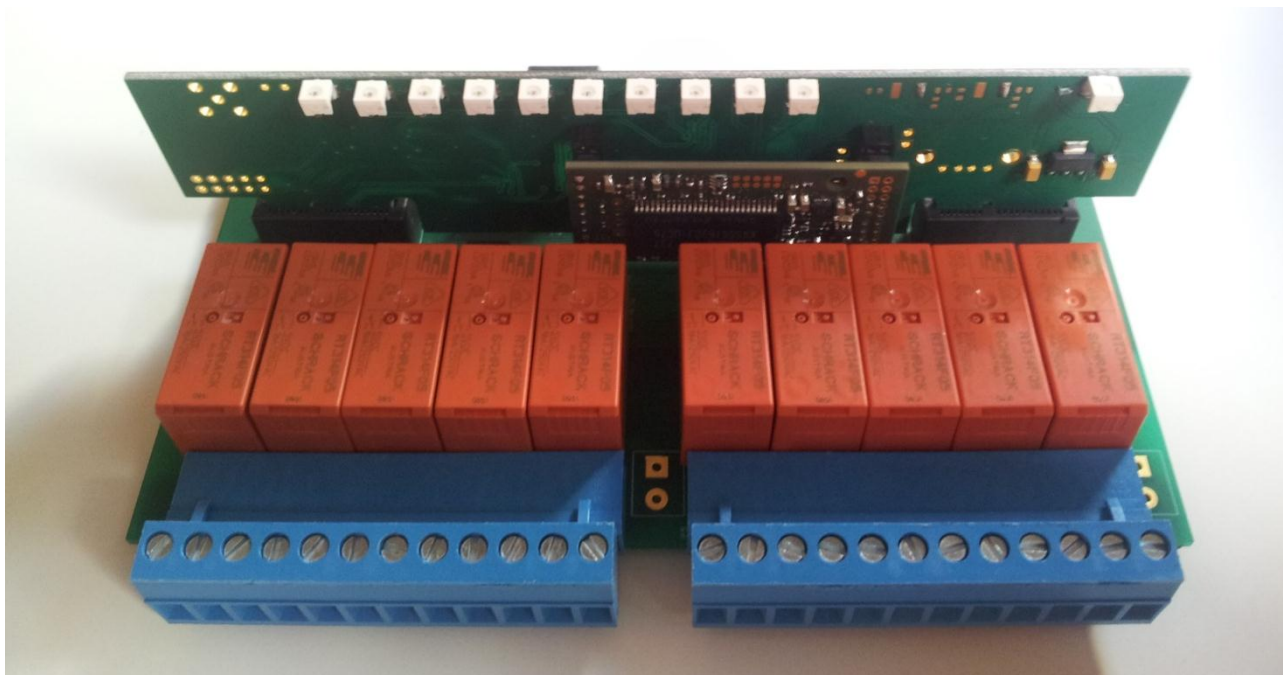
Figur 9 tv. Seluxit Z-wave gateway - th. Seluxit Multisensor

Gatewayen er den centrale enhed hvor logikken ligger og som gør fjernstyringen af huset mulig.

Multi-sensoren måler bevægelse, temperatur, luftfugtighed og lys styrke. Systemet har været installeret i Energy flex house i mere end 2 år og opsamlet data.

I forbindelse med dette projekt har Seluxit udviklet ny hardware til styring af vinduer og solafskærmning. Styringsalgoritmerne udviklet i dette projekt er efterfølgende blevet implementeret i den nye hardware og hardwaren blev integreret i vores systemløsning.

Et billede af den nye hardware kan ses på det nedenstående billede.



Figur 10 Billede af den implementerede hardware

Vores vurdering er, at der bliver bygget et stigende antal lavenergi- og nul energi huse. Disse huse har særlige krav med hensyn til styringen af indeklimaet. Ved at have en løsning parat som en af de første i markedet og som oven i købet er blevet afprøvet og dokumenteret i et nul energi hus tror vi at vi kan opnå en god position i dette nye og voksende marked.

Vi forventer at afprøve produktet i et eller flere nul energi huse inden produktet bliver lanceret. Lanceringsterminen er p.t. planlagt til at være 1. kvartal 2013 for at sikre at alle bygnings regler og ventilationskrav er overholdt og at enheden fungerer robust. Projektet har vist at integration af flere del systemer kan give større besparelser end hvis man optimerer hvert enkelt system. I fremtiden regner vi derfor med at integrere endnu flere systemer som bliver brugt i et intelligent hus som for eksempel solceller og varmepumper. Vi forventer derudover at kunne opnå yderligere besparelser ved at integrere data fra eksterne kilder som for eksempel vejrforudsigelser og differentieret el priser.

9 TIDSPLANER FOR STYRINGSSTRATEGIERNE

Den sidste EFH-Familie flyttede ind 1. juli og flyttede ud 31. december 2011.

De første par uger havde familien ikke nogen styring på hverken naturlig ventilation, solafskærmning eller varme anlæg, så de kunne opleve huset på normal vis.

Herefter har familien testet basisstyringen for at vænne sig til at have en automatisk intelligent styring på huset.

Tidsplan for styringer:

Den færdige basisstyring har kørt i dele af juli og august måned, efter at familien flyttede ind 1. juli.

Basisstyring har kørt on/off fra d. 11. juli 2011 – 30. august 2011

Indeklimastyringen har kørt i perioden d. 10. oktober 2011 – 30. oktober 2011

Den energioptimerede styring har kørt i perioden d. 31. oktober 2011 – 20. november 2011

Den brugerdrevne styring har kørt i perioden d. 28. november 2011 – 18. december 2011

10 RESULTATER AF DEN INTELLIGENTE STYRING

10.1 Simpel styring

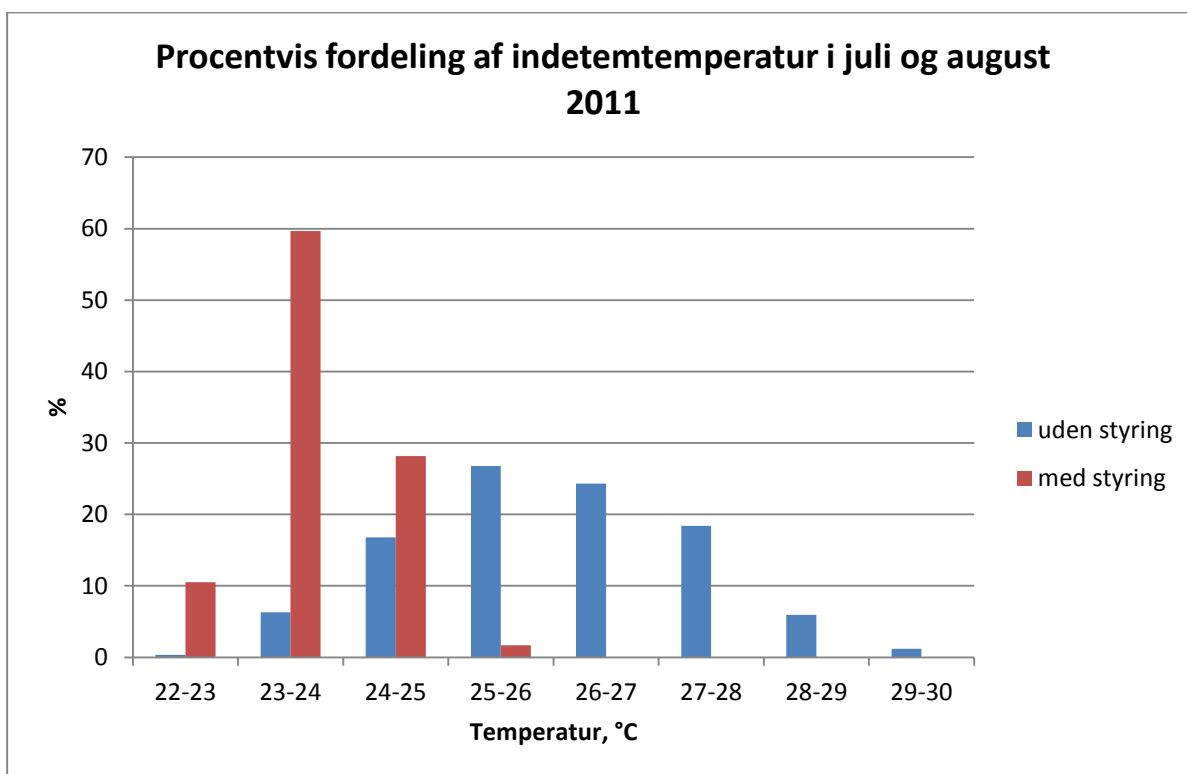
10.1.1 Basisstyring

Indetemperatur

På Figur 11 kan den procentvise fordeling af temperaturer med og uden basisstyring ses. Forsøgene er foretaget i juli og august 2011, hvor ferieperioder er taget ud fordelingen.

Det er tydeligt at se, at basisstyringen kan opretholde et tilfredsstillende indeklima i modsætning til perioden uden styring. Næsten 60 % af tiden er temperaturen mellem 23 og 24 grader, hvilket er det temperatursæt huset gerne skulle opretholde. Herudover har der kun været en forskel på 4 grader mellem maks- og minimumstemperatur.

I perioden uden styring har der været et spænd på 8 grader mellem maks- og minimumstemperatur, dvs. det dobbelte i forhold til perioden med styring. Herudover har temperaturintervallet, hvor temperaturen har været mest (ca. 28 % af tiden) været mellem 25 og 26 grader. Ca. halvdelen af tiden har temperaturen ligget over 26 grader, hvilket ikke anbefales til boliger.



Figur 11: Procentvis fordeling af indetemperatur med og uden styring i sommerperioden

Forudsætninger for grafen på Figur 11:

Gennemsnitlig udetemperatur med styring: 16,0 grader

Gennemsnitlig udetemperatur uden styring: 16,6 grader

Styring i tomt hus

I bilag 12 er der vist to grafer, som viser inde- og udetemperaturen i perioder hhv. med og uden basisstyring. Her ses det også tydeligt, at styringen har haft stor betydning for indetemperaturen.

Behovsstyret, hybridventilation

Huset har i styringsperioden haft behovsstyret ventilation, som er blevet styret efter temperaturen, CO₂- og fugtindholdet i luften.

For at kunne vurdere besparelspotentialet sammenlignes forbruget til ventilation i sommeren 2011 (behovsstyret ventilation) med sommeren 2010, hvor huset blev ventileret med ventilation med et konstant luftskifte på $\frac{1}{2}$ gang i timen, som bygningsreglementet foreskriver.

Besparelspotentialet for den behovsstyrede ventilation i sommerperioden uden anvendelse af varmegenvinding har været:

Behovsstyret ventilation: 0,58 kWh/dag (gennemsnit af juli 2011 ekskl. ferieperiode hvor familien ikke var hjemme)

Konstant ventilation: 3,43 kWh/dag (gennemsnit af juli 2010 – tidspunktet er dog underordnet)

Besparelsen har derved været $(3,43-0,58)/0,58 \times 100 \% = 491 \% \approx \mathbf{500 \%}$

Denne høje besparelse skyldes primært, at der har været mulighed for hybridventilation i zone 1.

Familiens holdning/brugerdreven innovation

Moren i familien har i perioden syntes, at der var for koldt og at der var for meget træk om natten på trods af at indetemperaturen ikke har været under 22 grader i nogle af soveværelserne.

Dette skyldtes flere ting. I gangen som ligger mellem de nordvendte og sydvendte værelser (se plantegning i bilag 1) er der i hver ende automatisk styrede vinduer (se evt. Figur 4 tv.) Disse har i perioderne, hvor familien har følt træk, været 100 % åbne samtidig med at ovenlysvinduerne på første sal har været åbne, så der har været mulighed for et ekstra stort luftskifte, så overtemperaturerne kunne fjernes om natten.

Træk har ikke været en parameter i algoritmerne og ville formentlig ikke have været et problem, hvis ikke familien ønskede at have alle døre stående åbne om natten pga. deres små børn. Åbningsprocenten for vinduerne er derfor taget til efterretning i de avancerede styringer, så familien ikke skulle opleve ligeså meget træk. Åbningsarealet blev i reduceret om natten i indeklimastyringen.

En anden grund til at familien følte det ekstra koldt skyldtes, at basisstyringen kun styrer efter én temperatur. Temperatursensoren som blev anvendt sidder midt i rummet på første sal, hvor der generelt har været varmere end i stueetagen pga. de større vinduesarealer og pga. at varmen stiger til vejrs. Temperaturen i gangarealet i stueetagen har

således ofte været et par grader lavere end temperaturen på første sal. I de avancerede styringer styres rummene på zonebasis, så dette giver større mulighed for individuel regulering.

Det skal til sidst nævnes, at det kun var moren og ikke faren, som syntes, det var for koldt om natten. Børnene havde ingen mening om det, da de formentlig har været for unge til at registrere det.

10.2 Avancerede styringer

10.2.1 Indeklimastyring

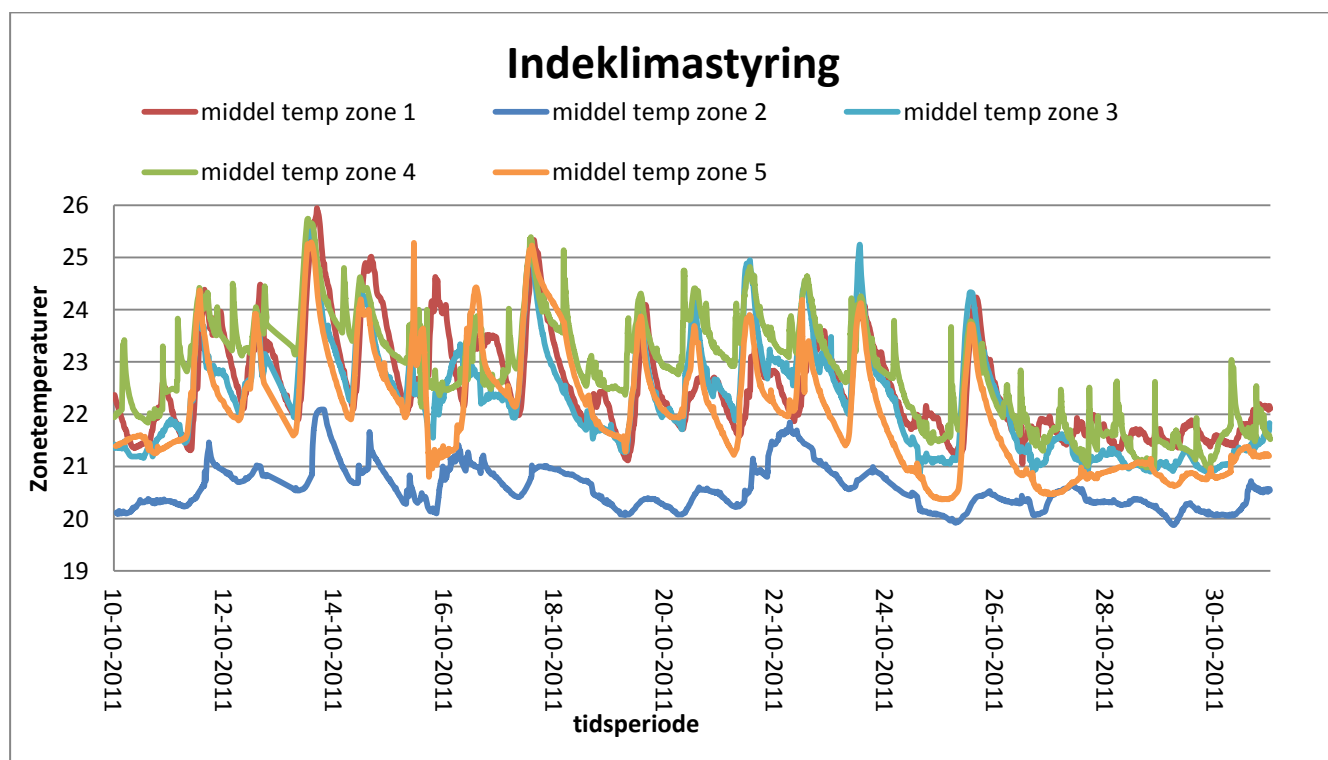
Kravene til indeklimastyringen var at opretholde et indeklima i henhold til DS/EN15251 kategori I jf. bilag 3

Ifølge DS/EN15251 skal indetemperaturen holdes mellem 21 °C og 25,5 °C for at være i kategori I.

Styringen kørte i 3 uger, i perioden d.10-30. oktober 2011.

Nedenstående figur viser zonetemperaturen for de 5 zoner som er (se også bilag 2):

- Zone 1: 1. sal og gang i stueetage.
- Zone 2: Værelser nordside.
- Zone 3: Værelser sydside.
- Zone 4: Stort toilet ved soveværelse.
- Zone 5: Gæstetoilet.



Figur 12 Zonetemperaturer i perioden med indeklimastyring

Som det kan ses af ovenstående graf, har temperaturen i 4 zoner holdt sig inden for kategori I ca. 95 % af tiden, hvilket er meget tilfredsstillende. Toppene på grafen er resultatet af solindfaldet, det kan bemærkes at de jævnes ud mod slutningen af perioden, dette skyldes et væsentligt mindre solindfald, dette går igen på graferne for de resterende to styringer.

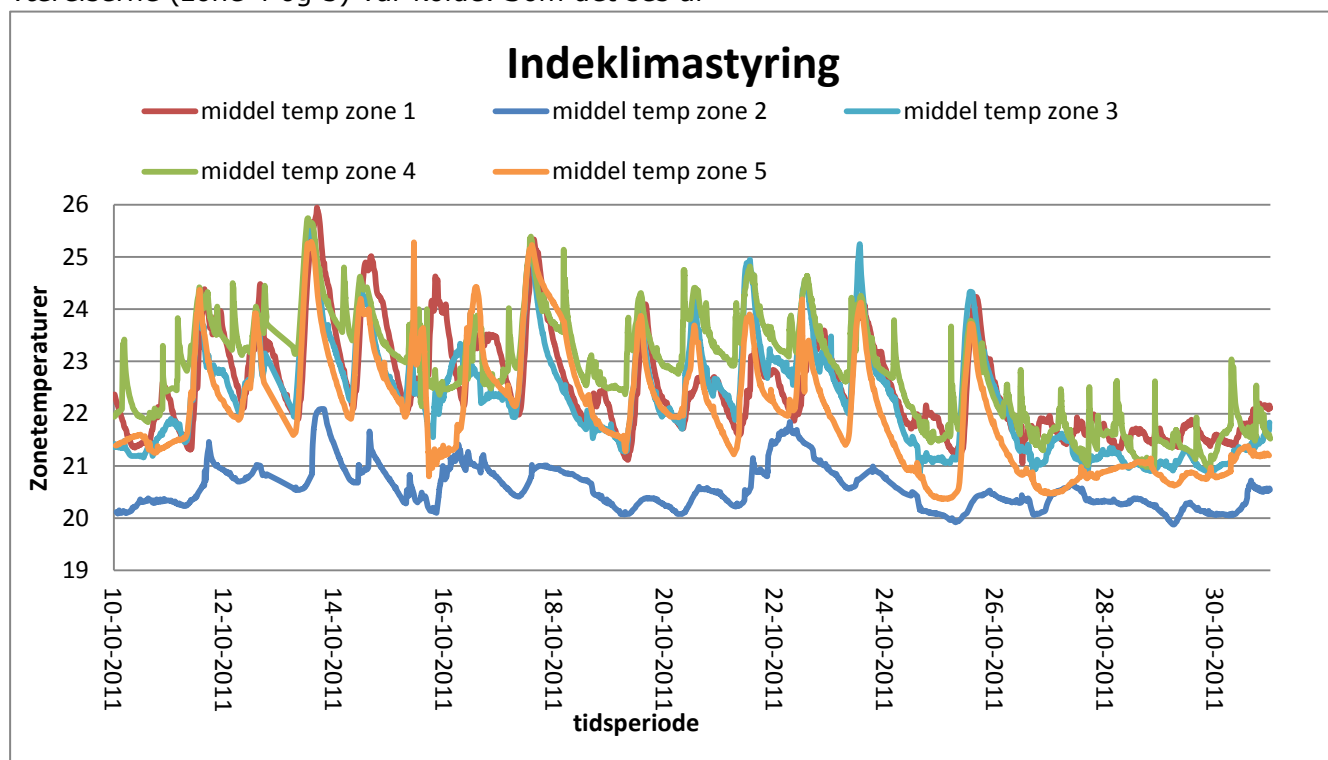
Den eneste zone der skiller sig ud, er zone 2, som ligger i kategori II, men ved at hæve setpunktet 1 grad for den pågældende zone ville den også komme i kategori I.

Zone 2 er de nordvendte værelser, som generelt vil føles koldere, da de ikke får den samme mængde solindfald, som de resterende zoner.

Familiens holdning/brugerdreven innovation

Der har i familien været delte meninger om indetemperaturen, idet moren i familien har syntes det har været for koldt i perioder, mens faren har været tilfreds med den daværende indetemperatur.

Familien var dog enige, om at temperaturen i de nordvendte værelser (zone 2) og badeværelserne (zone 4 og 5) var kolde. Som det ses af



Figur 12 Zonetemperaturer i perioden med indeklimastyring

har temperaturen i de nordvendte værelser (zone 2) ikke været under 20 grader, men har generelt ligget lavere end i resten af huset. Grunden til at det har følt koldere på badeværelser (se spørgeskemaer, bilag 16) hænger sammen med, som nævnt tidligere, at gulvene er flisebelagt og derved føles koldere.

På den positive side har styringen fungeret så godt at familien ikke har lagt mærke til den, dvs. at der ikke har været nogen gener som tidligere, hvor vinduer åbnede uhenigtsmæssigt.

10.2.2 Energioptimeret styring

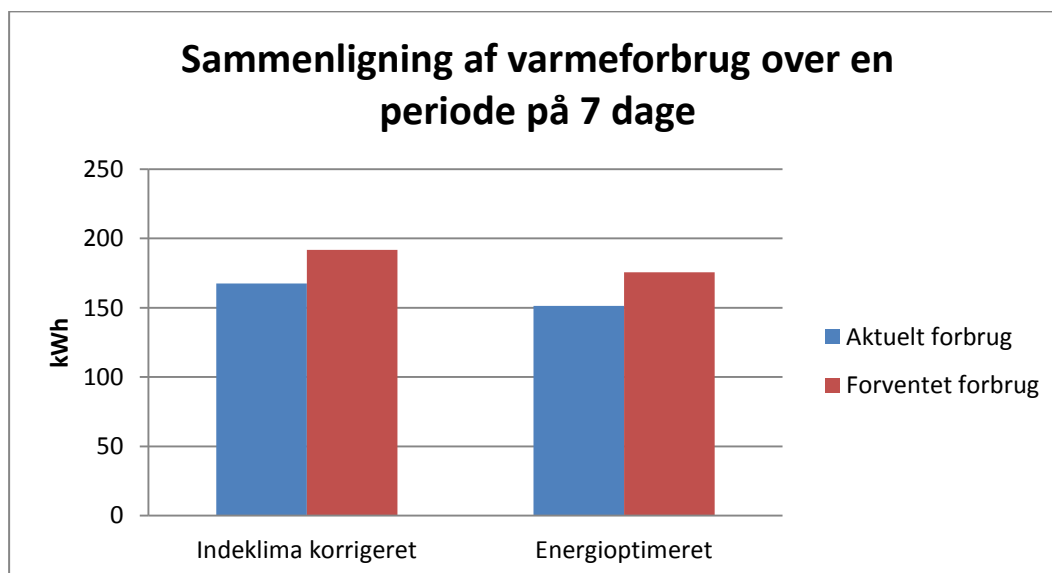
I den energibesparende styring blev der forsøgt at finde en energibesparelse, ved at sænke indetemperaturen om dagen, når der ikke var nogen hjemme, og om natten når beboerne sov.

Pga. af store variationer i inde- og udetemperaturer, såvel som mængden af solindfald har det ikke muligt, at lave en direkte sammenligning af energiforbruget ved den indeklimaoptimerede styring samt den energioptimerede styring.

Ved at korrigere for graddage og solgraddage, kan varmemeforbruget sammenlignes for en periode på 7 dage.

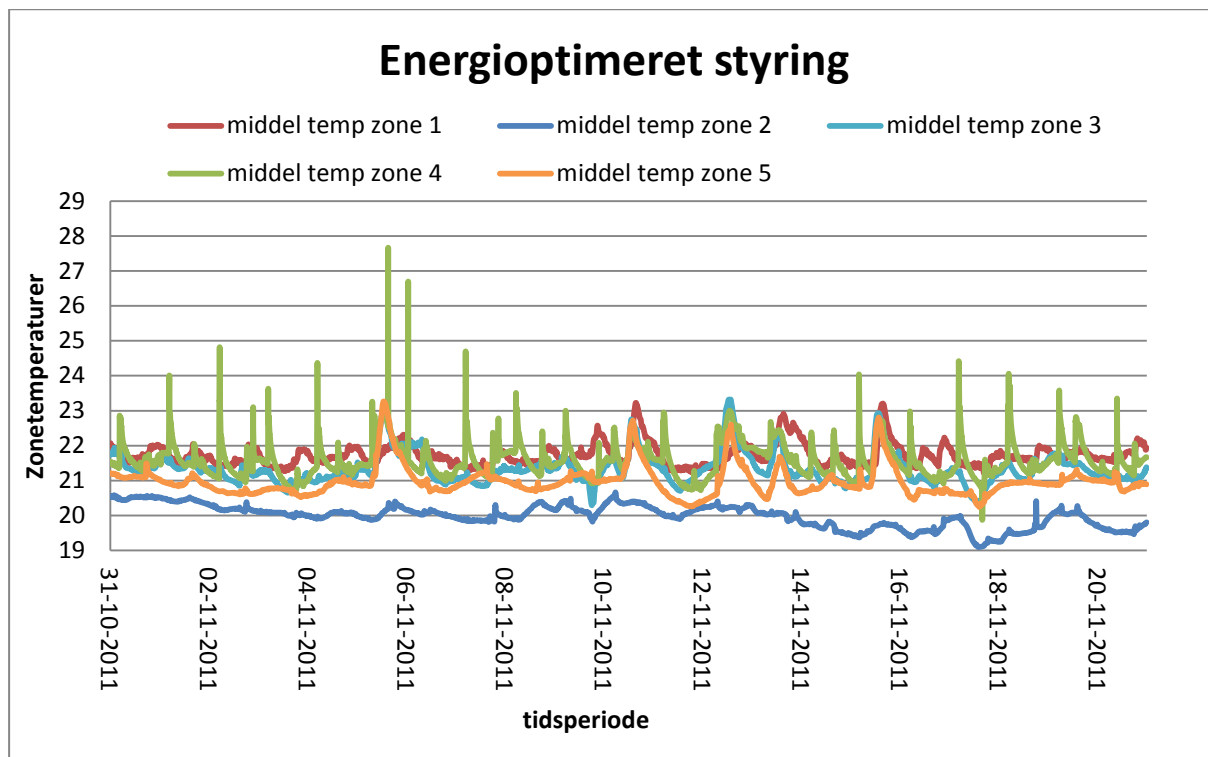
Varmeforbruget er beregnet ud fra nettoforbruget og ikke bruttovarmeforbruget da varmepumpens virkningsgrad i høj grad afhænger af udetemperaturen.

Det forventede varmemeforbrug er fundet ved hjælp af BE06, ved en indetemperatur på 21 grader. Og derefter korrigeret efter graddage og solskinstimer.



Figur 13: Varmeforbrug over en periode på 7 dage

Som det kan ses af ovenstående graf, er der en besparelse på ca. 10 %. Grunden til at besparelsen ikke er større er at den forventede temperatursænkning til 19 grader i visse perioder udeblev, pga. husets høje tidskonstant og gulvvarmens træghed. For yderligere besparelser skal der udvikles en tidsstyring af gulvvarmen, korrigeret efter tidskonstanten.



Figur 14: Zonetemperaturer i perioden med energioptimeret styring

Som det kan ses af ovenstående graf, har temperaturen i zonerne, på nær zone 2, ikke været under 20 grader.

Familiens holdning/brugerdreven innovation

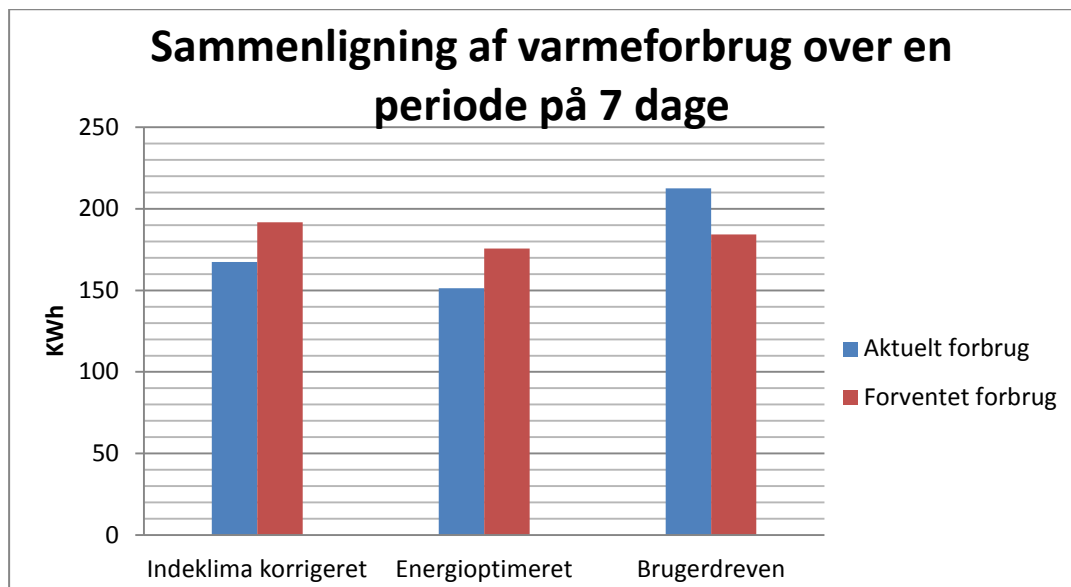
Familien har syntes at der generelt har været lidt koldere i huset, men har derudover ingen bemærkninger til styringen.

10.2.3 Brugerdreven styring

Til den brugerdrevne styring fik familien udleveret en iPad, med tilhørende applikation (app).

Via iPad'en kunne familien nu styre vinduer, solafskærmning og ændre setpunkter for gulvvarmen.

De tre grafer viser varmeforbruget over en periode på 7 dage. Da det ikke var muligt at finde ens udeforhold for alle tre styringer, er indeklimastyringen korrigeret.



Figur 15: graf over varmeforbruget ved de tre styringer

Som det kan ses på grafen er der kommet et væsentligt merforbrug i perioden hvor familien selv har kunnet justere på varmesetpunkterne.

I det følgende er foretaget beregninger af det daglige varmeforbrug i de tre tilfælde og regner besparelsen ud i forhold til den brugerdrevne styring:

Indeklimaoptimeret styring: 23,9 kWh/dag (korrigeret for graddage)

Energioptimeret styring: 21,6 kWh/dag (gennemsnitlig udetemperatur 5,6 °C)

Brugerdrevenstyring: 30,4 kWh/dag (gennemsnitlig udetemperatur 5,5 °C)

Besparelsen har været $(30,4-23,9)/30,4 \times 100 \% = \mathbf{21,4 \%}$ ved valg af indeklimatestimeret styring.

Besparelsen har været $(30,4-21,6)/30,4 \times 100 \% = \mathbf{29 \%}$ ved valg af energioptimeret.

Familiens holdning/brugerdreven innovation

Familien har været tilfredse med indetemperaturen og har ikke bemærket nogen gener fra styringen.

Familien syntes at iPad'en var let at bruge, brugerfladen var intuitivt opbygget og gjorde det enkelt og overskueligt at ændre på indeklimaet. Familien havde da heller ikke nogen kommentarer til designet af applikationen, da de blev præsenteret for det inden det blev programmeret.

Familien var overrasket over, at deres varmeforbrug var steget med næsten 30 % og erkendte, at de måske nok fremover kunne leve med lidt lavere indetemperaturer og derved spare lidt penge.

Der var enighed i familien om, at en visualisering af konsekvenserne af deres justeringer i forhold den oprindelig styring skulle fremgå på brugerfladen.

11 BELYSNING

Delprojekt udført af asger bc LYS® i samarbejde med Claus R. Johnsen



Vi former lys

Baggrund.

Litteraturen og erfaringer beskriver at mennesker oplever stor forskel på lyset fra forskellige lyskilder.

Der findes 3 fysisk forskellige typer kunstigt lys.

Disse påvirker synet og dermed mennesker forskelligt. (1)

Idet synet og hjernen har en stærk adaptionsmulighed har det været svært, men dog muligt, at beskrive den menneskelige reaktion på de forskellige typer lys. (2) og (3)

Problem.

Kan kunstigt lys ændre menneskers adfærd og eller ydeevne?

Kan mennesket læse og arbejde længere tid i det ene slags lys frem for de andre?

Er det nemmere at se detaljer i det ene lys frem for de andre?

Er der tendens til hovedpine, røde rindende øjne i det ene lys frem for de andre?

Tese.

På baggrund af (1), (2) og (3) forventer vi at forsøgspersonerne, dvs. familierne reagerer positivt på lys med glat forløbne spektral effektfordelingskurver og negativt på linjespektrere.

Her tænkes på, at hvis mennesker går hen til en speciel lyskilde for at udføre et kompliceret synsarbejde, indikerer dette at det valgte lys er bedst at se f.eks. skarpt i.

Vi forventer forskellige svar alt efter årstiden, og alder.

Måske vil den omfattende forhåndsviden om lyskilder, og en dermed forudindtaget hed kan være en distraherende faktor.

Desværre kan lyskildevalget ikke blindes i et hjem med almindelige hjemlige lamper.

Metode

Vi lader familierne bo og opholde sig med den samme belysningsteknik i hele forsøgsperioden.

Lyskilderne bliver så skiftet med forskellige intervaller, på 1-2 måneder.

Dermed imødegås en reaktion ved den pludselige ændring, og den mere grundlæggende oplevelse/ adfærd fastholdes.

Familiens medlemmer får et omfattende spørgeskema at udfylde. Hver gang der ændres lyskilder beskrives oplevelsen af de netop brugte lyskilders effekt, adfærd og velbehag/ ubehag.

Spørgeskemaet er udfærdiget i samarbejde med overlæge Claus R. Johnsen, Roskilde hospital, og overlæge Mikael Albeck, Århus Universitetshospital, samt med erfaring fra andre undersøgelseskoncepter.

Spørgeskemaerne sammenlignes efter forsøgets afslutning.

Resultater.

Fra start vidste vi, at der ikke var nok familier til at resultatet kunne være signifikant. Vi var også bekymrede over at forsøgsperioden strakte sig over så forskellige perioder, som vinter, forår, sommer og efterår, idet dagslystilgangen til opholdsrummene er betragtelig, og i de lyse perioder vil gøre kunstlyset mindre betydningsfuldt. Men vi regnede med eksperimentet som et pilotprojekt, der kan danne baggrund for en mere tilbundsående undersøgelse, en anden gang.

Det viste sig at forsøgspersonerne, havde svært ved at skelne dagslys- faktoren fra kunstlysfaktoren, som vi der arbejder med lys gør, som en naturlig ting.

En anden distraherende faktor var, at familierne havde en meget forskellig grundholdning til at spare. To af familierne sparede meget konsekvent og totalt på alting, de tre andre havde en mere pragmatisk tilgang til at spare.

Det viste sig også, at idet lyskilderne ikke var afblændet, påkaldte disse sig forhåndsforventninger, der helt klart har påvirket svarene. Pressen dækker jo energisparende lyskilder meget massivt i disse tider og fortæller os alle hvad, der er rigtigt og forkert, til skade for de objektive overvejelser.

Konklusion.

Se Claus Johnsen dr.med. 's konklusion i Bilag 14

Perspektivering.

Valget af lyskilder har gennem årene primært hvilet på lyskildernes energiforbrug, her prøver vi at relatere lyset til mennesket.

Måske kan det have indvirkning på den fremtidige lyskildeudvikling.

En fremtidig undersøgelse, skal sættes op således at kunstlyset bliver den afgørende faktor, i synssituationen, populationen skal være større, samtidig med at en enkelt- eller helst dobbeltblindet funktion skal indbygges.

Vi vil således anbefale at andre forskere går videre med dette spændende problemkompleks, bl.a. på baggrund af den undersøgelse der her er lavet.

12 PERSPEKTIVER

Når en bygning skal leve op til fremtidens krav om et fleksibelt, intelligent elforbrug i et Smart Grid, er det nødvendigt med intelligente styring af varme- og ventilationsanlæg, solindfald, el-apparater og udstyr, varmepumper og el-bil.

Projektet er det første trin på vejen mod intelligent styring af energiydelsen: indeklima, som er en af de store udfordringer i "intelligent" byggeri.

De næste trin på bygningsniveau kan omfatte:

Udvikling og demonstration af opkobling af bygning på et (i første omgang simuleret) smart grid – med fokus på de teknologiske og brugsmæssige udfordringer, idet øvrige energiydelser tilføjes.

Udvikling af tilhørende koncepter med lagringsteknologier som led i fleksibelt el-forbrug i smart grid i samspil med PV og solvarme.

Udvikling og demonstration af Intelligent styring efter prissignaler, vejrmeldinger, og krav til energiydelsers fordeling/ændring over døgnet

Synliggørelse af energiforbrug og alarm/justering ved for stort energiforbrug kombineret med en interaktiv brugerflade.

13 FORMIDLING

Der har været stor interesse omkring styringen i EnergyFlexHouse, på Figur 16 og Figur 17 er et udpluk af de artikler som har været publiceret.

Der blev afholdt et gå hjem møde i samarbejde med InnoByg, omhandlende resultaterne i EnergyFlexHouse, onsdag d. 01.02.12.

Program

- Kl. 14.30 **Introduktion til EnergyFlexFamily og projektet om integreret styring af installationer**
v/Ole Ravn, centerchef, Energieffektivisering og ventilation
- Kl. 14.50 **Udfordringer ved kommunikation mellem installationskomponenter og brugerinteraktion**
v/Lars Hansen, seniorkonsulent, Energieffektivisering og ventilation
- Kl. 15.20 **Besøg i EnergyFlexFamily og demonstration af den integrerede styring i praksis**
v/Ole Ravn og Lars Hansen, Energieffektivisering og ventilation
- Kl. 16.00 **Tak for i dag**

Deltagerliste

| Navn | Firma |
|-----------------------------|----------------------------|
| Almut Kaiser | Dansk Byggeri |
| Claus Bech | VELUX A/S |
| Frank P. Jensen | Bascon |
| Gunver Borup Persson | Euroflex Design |
| Henrik Knudsen | SBi/AAU |
| Jesper Andreasen | Moe og Brødsgaard A/S |
| Kaare S. Jørgensen | EXHAUSTO A/S |
| Lennard Johansen | - |
| Michael Nilsson | Københavns Kommune |
| Philip Christgau | KEA |
| Robert Schnipper | Orbicon A/S |
| Søren Riise | TEKNIQ |
| Thomas Jørgensen | White Arkitekter A/S |
| Thøger Lyme | Visility |
| Thøger Pørtner | Københavns Erhvervsakademi |
| Anders Høj Christensen | Teknologisk Institut |
| Christian Holm Christiansen | Teknologisk Institut |
| Lars Hansen | Teknologisk Institut |
| Ole Ravn | Teknologisk Institut |

Projektdeltageres hjemmesider:

www.teknologisk.dk



TEKNOLOGISK
INSTITUT

www.nilan.dk



<http://fischer-danmark.dk>



<http://seluxit.com>



www.asgerbclys.dk



Småbørnsfamilie kastede sig ud i ny teknik

INDEKLIMA. Familien Bak stortrives i Teknologisk Instituts højteknologiske lavenergihus.

HØJE-TAASTRUP. »Vi er rigtig glade for at bo i Teknologisk Instituts lavenergihus, hvor vi har masser af plads til at bolte os på. Og her er et behageligt indeklima på alle tidspunkter af dagen – uanset vejret. Vi mærker slet ikke, at vi bor i et specielt hus med en masse tekniske installationer og måleudstyr, for vi har ikke så meget med tekniken at gøre.«

Meldingen om at familien stortrives i Teknologisk Instituts moderne forsøghus på 216 kvadratmeter kommer fra AnneMette Bak, der til daglig arbejder som sekretær i Kræftens Bekæmpelse. Siden 1. juli har hun med manden Claus Bak og deres to piger, Sasha på syv år og Mille på tre år boet i det specielle lavenergihus for at teste en ny automatisk styring af indeklimaet.

Behagelig temperatur uden besvær

Den automatisk styring i Teknologisk Instituts forsøghus bevirker, at persiennerne ruller ned, når solen skinner, og temperaturen indenfor er på vej til at stige. Samtidig åbner ventilationsvinduerne sig automatisk, når det bliver for varmt. Den nye teknologi gør



AnneMette Bak og Claus Bak samt pigerne Sasha Bak og Mille Bak trives i Teknologisk Instituts lavenergihus, hvor de har boet hen over sommeren for at teste en ny styring af indeklimaet.

hverdagen nemmere og mere behagelig for både mor, far, børn og deres gæster.

»Det er dejligt at slippe for oplevelsen af at træde ind i sauna en varm sommerdag. Her er altid en behagelig temperatur, når styringen er slået til,« fortæller AnneMette Bak

modsetning til derhjemme er fri for at udlufte, når vi kommer hjem fra arbejde. På den måde risikerer vi heller ikke, at der kan gå lang tid, inden temperaturen igen er behagelig – et problem vi ofte oplever i vores rækkehus,« siger AnneMette Bak

Kun lidt træk

Bortset fra en smule træk i stueetagen i forsøghuset har familien ikke oplevet nogen gener af den automatisk styring. »Vi har ikke været irriteret af, at de specielle ventilationsvinduer pludselig åbner sig automatisk. Man vænner sig hurtigt til, at der er nogle andre lyde i huset, end dem man er vant til,« fortæller Claus Bak, der arbejder som produktionsmedarbejder hos Hasselblad, hvor han står for kvalitetskontrol af digitale kameraer.

»Og det er også en god ting, at systemet tillader, at vi selv kan vælge at rulle persiennerne for, når det er mørk udenfor eller åbne et vindue, hvis vi noget er brændt på i køkkenet,« supplerer AnneMette Bak.

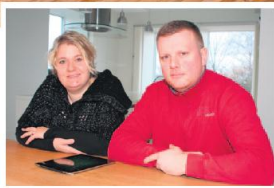
Ja tak til automatisk styring

Familien vil gerne have in-

stalleret et tilsvarende automatisk system til at styre indeklimaet i deres egen fremtidige bolig uanset om det bliver i rækkehuset i Taastrup eller i et nyt lavenergihus, som familien drømmer om at flytte ind i engang i nær fremtid. Men systemet findes endnu ikke på hylderne i butikkerne i dag. Teknologisk Instituts konsulent Ditte Marie Jørgensen, der står bag indeklimateforsøget, regner imidlertid med, at Teknologisk Instituts arbejde vil resultere i nogle konkrete produkter i butikkerne inden for et par år.

»De første resultater af vores basisudgave af den intelligente styring af ventilation, varme og solafskærmning til lavenergihuse er så lovende, at vi godt tør love, at vi får løst et udbredt problem med et dårligt indeklima i lavenergibyggeri, som ofte i medierne kritiseres for at være for varme om sommeren,« fortæller Ditte Marie Jørgensen.

I de næste måneder og til jul skal familien afprøve nogle nye og mere avancerede udgaver af den automatisk styring af indeklimaet.



Lavenergihuset er tegnet af Henning Larsen Arkitekter og opført på Teknologisk Instituts grund i Taastrup. Arkivfoto: Mikkel Møller Jørgensen

AnneMette og Claus Bak fotografere i huset, hvor de boede indtil nytår. Foto: Teknologisk Institut

Et sundt ophold i testhuset

Indeklima. Familien Bak har været forsøgskaniner i Teknologisk Instituts lavenergihus, hvor de især har nydt godt af det gode indeklima.

Af Birgit Straarup // bsn@berlingske.dk

Beligheden høster ikke mange point, men ellers har det været ren luksus for AnneMette og Claus Bak at bo et halvt år i Teknologisk Instituts lavenergihus. Parret flyttede ind 1. juli sammen med deres to piger, Sasha og Mille på otte og fire år.

Opgaven lød på at opføre sig helt som de plejede, samtidig med, at deres adfærd blev overvåget af medarbejderne på Teknologisk Institut.

Familien er den femte testfamilie i EnergyFlexFamily-huset siden indvielsen i oktober 2009, og de seneste beboere har deltaget i et projekt støttet af Elforsk med fokus på styring af indeklimaet.

»Det har været fantastisk dejligt ikke at skulle tænke på at få luftet ud, og tekniikken har fungeret fint,« siger AnneMette Bak.

Mellem jul og nytår flyttede de tilbage til deres eget rækkehus i Taastrup. Pigerne var glade for at komme tilbage til deres legekamrerer på vejen, men familien savner det store lyse køkkenalrum i lavenergihuset og det behagelige indeklima.

Deres yngste datter har de foregående vintre været hårdt plaget af forkølelse og feber, men har i lavenergihuset kun været syg en enkelt gang.

Familien har på en iPad kunnet regulere temperatur, solafskærmning og åbne og lukke for vinduerne, hvis de har villet noget andet end automatikken.

Feks. har de i efteråret haft skruet temperaturen i badeværelset og i den yngste datters værelse op på 23 grader.

»Det kostede temmelig meget, har vi efterfølgende fået at vide. Så det ville være smart, hvis man med det samme kunne se, hvad det feks. ville koste om dagen at have temperaturen en grad eller mere,« siger AnneMette Bak.

Ingeniør på Teknologisk Institut Anders Høj Christensen er enig i, at det vil være en meget brugbar funktion i styringen af indeklimaet, men helt nem er den ikke at få til at blive til virkelighed.

»Men vi arbejder videre med de erfaringer, vi har gjort os i samarbejde med testfamilien. Målet er at udvikle et system, hvor installationer fra forskellige producenter kan »tale sammen« og derved opnå et optimalt indeklima kombineret med et lavere energiforbrug,« siger Anders Høj Christensen.

I øjeblikket er huset ved at blive opgraderet til endnu en testfamilie. De kommende beboere skal teste en videreudvikling af indeklimastyringen med henblik på at udvikle komponenter til boligsektoren.

Taastrup-familien meldte sig som forsøgskaniner for at lære noget mere om energi.

»Jeg håbede også, at i hvert fald vores store pige også kunne lære noget om, at det er vigtigt at slukke lyset, når man ikke er på sit værelse. Og så ville vi gerne have nogle fif om, hvordan vi også kan spare herhjemme,« siger AnneMette Bak.

Faktisk gjorde de i forvejen mange af de rigtige ting, men de har nu vænnet sig til at skylle af i koldt vand, før service og andet bliver sat i opvaskemaskinen. Familien har samtidig skruet ned for temperaturen, når der bliver vasket tøj. ■

Af Gitte Nielsen
// gitte@berlingske.dk
og Birgit Straarup
// bsn@berlingske.dk

kort nyt

Fastlåst boligmarked

Boligmarkeder slog en ny trist rekord ved udgangen af 2011. Her viste Realkreditrådets boligudbudsstatistik nemlig, at det i gennemsnit tog næsten ti måneder at få solgt et parcel- eller rækkehus. Mens udbudstiden på ejerlejligheder nu er otte måneder.

Tallene dækker dog over store forskelle. I hovedstadsområdet tager det således fem en halv måned at få solgt et hus, mens man i Vest- og Sydsjælland skal regne med udbudstider på ti måneder. De lange udbudstider betyder, at boligmarkedet visse steder i landet står helt i stampe.

»Usikkerhed om fremtiden betyder, at kun få førstegangskøbere kaster sig ud på boligmarkedet. Samtidig er situationen fastlåst for eksisterende boligjere, der går med flyerplaner. De skal have solgt den eksisterende bolig, inden de kan komme videre. Det giver få bolighandlere og længere udbudstider,« siger Realkreditrådets direktør, Ane Arnh Jensen, i en pressemeddelelse.

Genvej til hurtigere salg

Er du en af de mange, som desperat prøver at få solgt huset, er der et par gode fif at hente på bolius.dk (klik på »Sådan får du huset solgt«). I et lille tv-indslag giver arkitekt Kristine Viren en række ideer til, hvad der kan gøre potentielle købere mere sultne.

»Der handler først og fremmest om at se huset med købers øjne. Så inviter f.eks. naboer eller andre, der ikke er vant til at se dit hus, indenfor. Gå en tur rundt i huset med dem og hør, hvad de falder over af gode eller mindre gode ting,« siger Kristine Viren.

Blandt de billige råd er det vigtigste, at der er ryddet op både udenfor og indenfor. Det skal ikke flyde med sko og jakker i entréen, der skal lugte rent og godt, vinduerne skal være pudsede, og der må gerne stå friske blomster i vaserne.

Blandt de lidt større investeringer nævner hun energioptimering. Det er f.eks. en god idé at få hulumisoleret, for energiforbruget har høj prioritet hos nutidens boligjere. Er det et hus, der måske skal bygges om, kan det også være en god idé at få udarbejdet arkitektskitser, så købere kan få nogle ideer til evt. ombygning, f.eks. et ekstra værelse eller et nyt køkkenalrum.

Derimod er det ifølge arkitekten spild af penge at investere i et helt nyt køkken. Måske rammer man alligevel ikke købers smag, og mange nybagte boligjere glæder sig til selv at skulle ud og købe nyt køkken.



Forår i en fart med blomster

Når gran og nisser endegyldigt er forvist fra hjemmet, er primula (foto) en dejlig forårsbuds. skriver floradania.dk i sit nyhedsbrev. Primula fås i et hav af farver og typer, hvoraf storblomstret kodriver (Primula vulgaris) er en af de mest kendte.

Også ranunkler er blandt de tidligste forårsblomster og fås i farver fra de sarteste pasteller til f.eks. solgul og rød.

Svendborg skal bindes sammen igen

Vejanlæg og banerealer afskærer i dag Svendborg bymidte fra byens havneområde og gør det svært at udnytte havnens rekreative muligheder. Men nu sparkes et byrumsprojekt i gang, der igen skal gøre Svendborg til en by ved vandet, skriver Realdania.

Det er målet at etablere et forløb af byrum med nye fodgængerforbindelser, aktivitetsformer og trafikløsninger, hvor fodgængere og cyklister prioriteres højt.

Svendborg Kommune og Realdania har indgået et partnerskab om byrumsprojektet med et budget på 69 mio. kr.

Det første anlægsprojekt - omdannelse af Torvet - forventes påbegyndt og indviet i 2013, mens de øvrige etaper forventes afsluttet i 2015.

frihedshuset
byg med højt til loftet

- BYT TIL NYT - U/B, se kalmar-huse.dk
- 44 ÅRS ERFARING
- BETAL VED INDFLYTNING
- NØGLEFÆRDIGT, LukketRåhus og MedByg
- UdstillingSkalender på kalmar-huse.dk

Besøg vores udstilling i Bløvsstrød v/ Allerød - vi har åbent:

Man-ons 11-16
Tors-lør lukket
Søn- og helligdag 11-16
Tlf. 48 17 01 95

ÅBENT HUS 15/1-12
STILLINGE STRAND V. SLAGELSE, ALLIKEVEJ 6 FRA KL. 13-16

Kalmar-huse
kalmar-huse.dk

/ BOLIGEN / .15
BERLINGSKE / 6. SEKTION / SØNDAG 15.01.2012

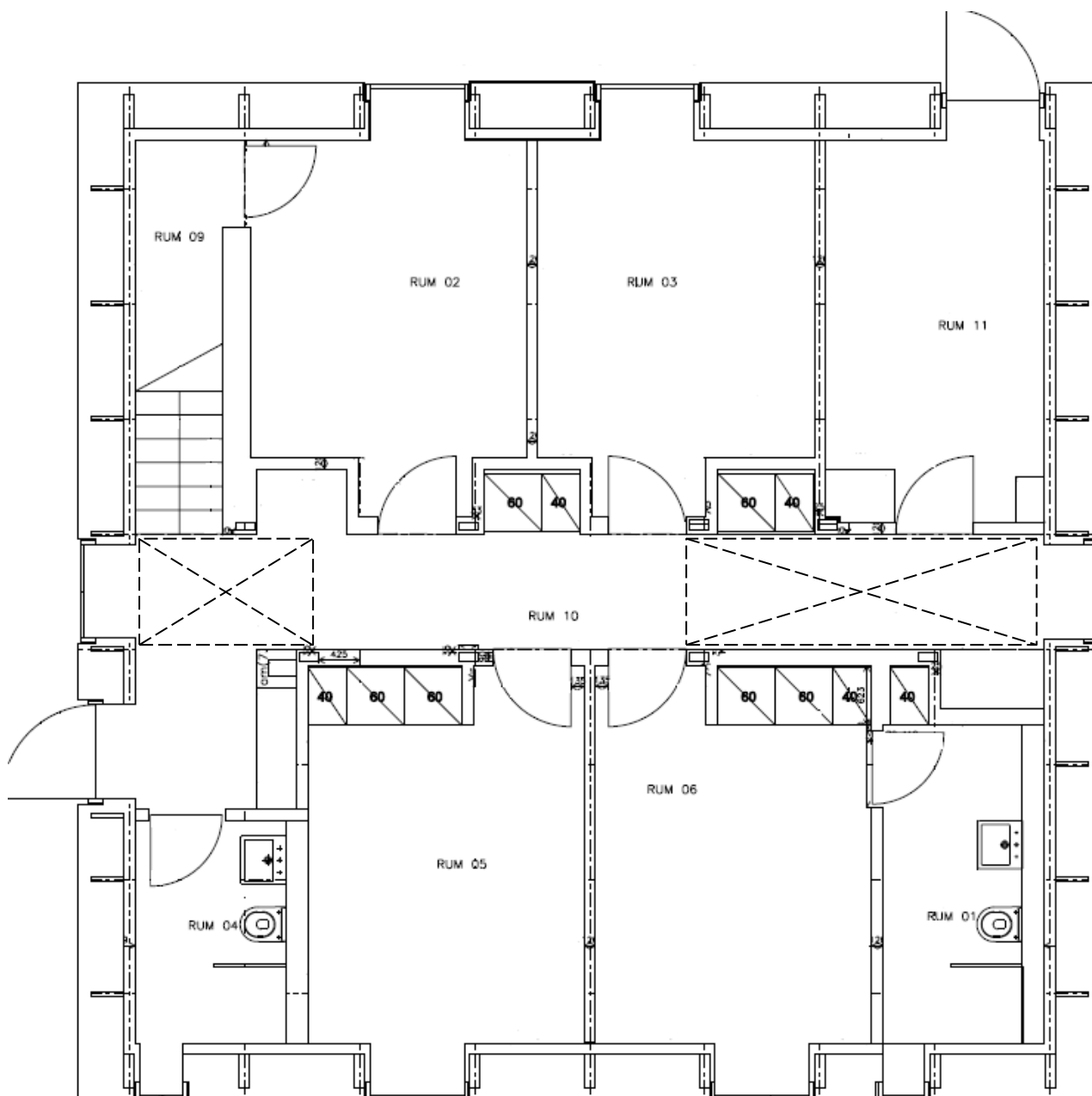
Figur 17: Artikel fra berlingske boligsektion søndag 15.01.12

14 LITTERATURLISTE

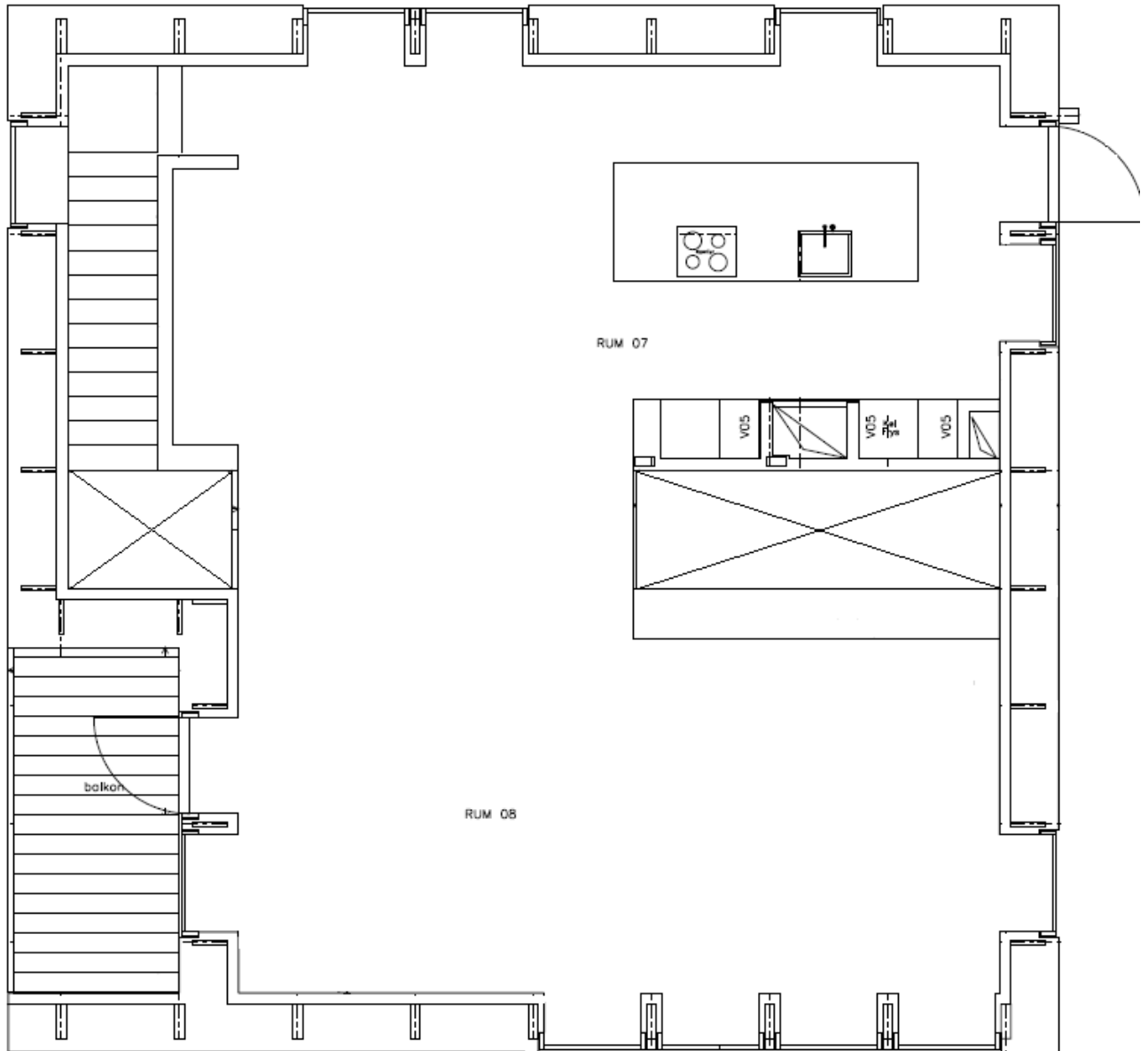
- /1/ DS/EN 15251: Inputparametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik. 1. udgave 2007-06-22
- /2/ Behovstyret ventilation til enfamiliehuse
Toke Rammer Nielsen, Christian Drivsholm, Mads Peter Rudolph Hansen, Jesper Kragh, DTU Byg-Rapport R-212 (DK), 2009
- /3/ Henrik Holton, m.fl., The impact of light source on discrimination ability in macular degeneration, Acta Ophthalmologi, 2009.
- /4/ Wilkinsson, Arnold, Visual stress, Oxford University 1995
- /5/ Birgit m.fl. Optikerhøjskolen 2011

BILAG 1: VÆRELSEOVERSIGT OG PLANTEGNINGER FOR EFH

| Rumnr. | Værelsestype | Rumnr. | Værelsestype |
|--------|------------------------|--------|-------------------------------|
| 01 | Forældrebadeværelse | 07 | Køkken alrum |
| 02 | Børneværelse, nordvest | 08 | Stue |
| 03 | Børneværelse, nordøst | 09 | Opbevaringsrum (under trappe) |
| 04 | Gæstebadeværelse | | |
| 05 | Børneværelse, sydvest | 10 | Gang |
| 06 | Forældresoveværelse | 11 | Teknikrum |



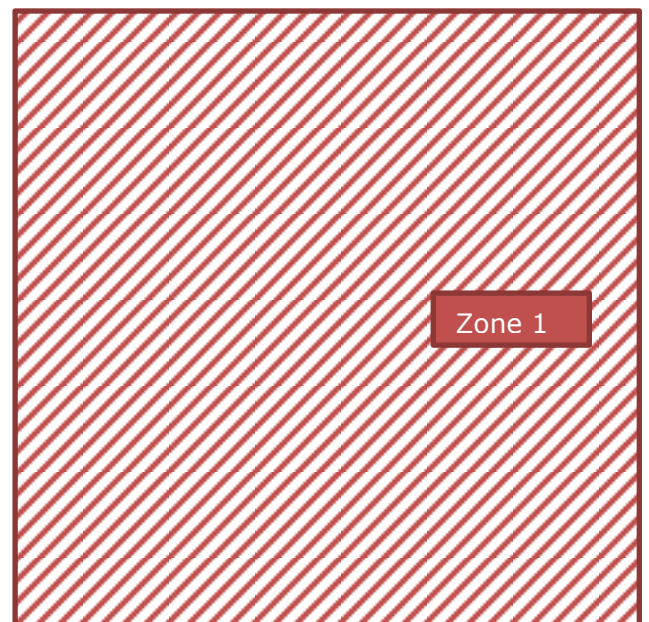
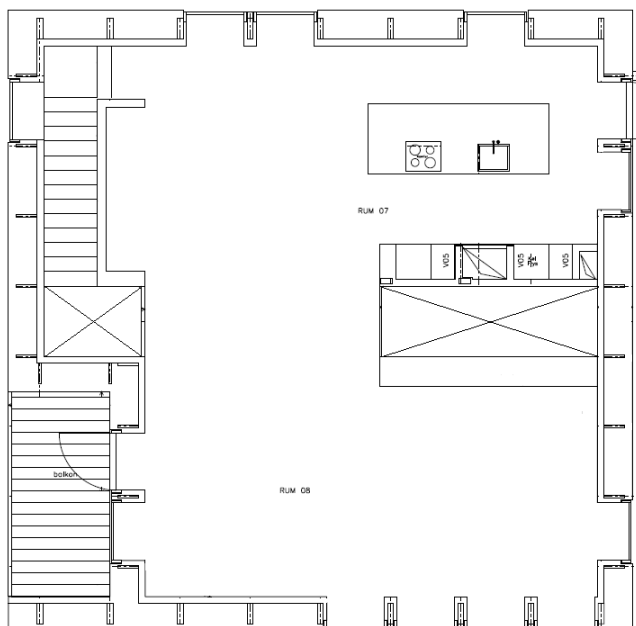
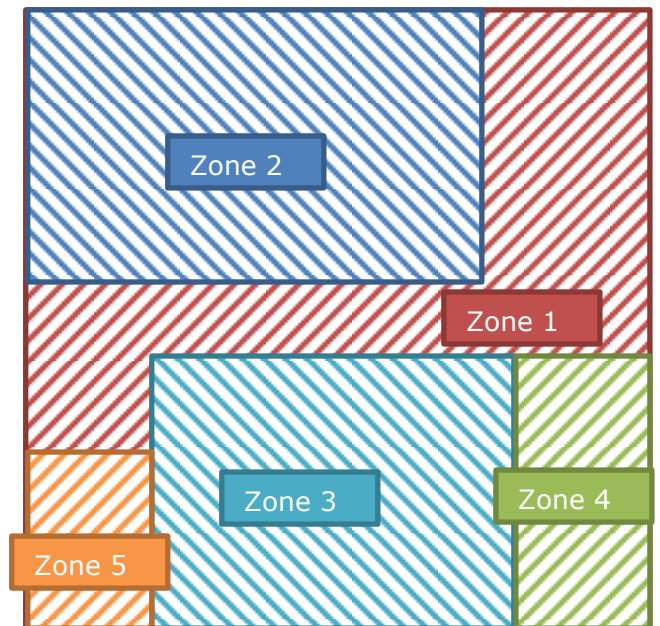
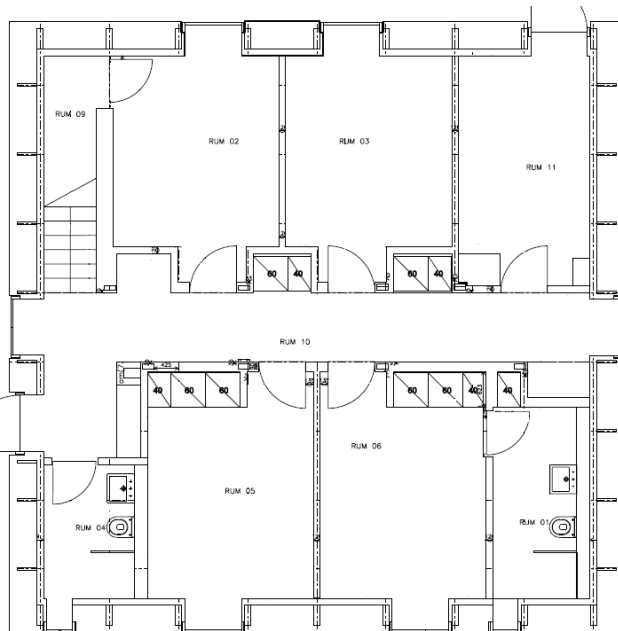
Figur 18: Plantegning, stueetage. De to stiplede firkanter i rum 10 indikerer huller i loftet til 1. sal.



Figur 19: Plantegning, 1. sal

BILAG 2: ZONEINDELING AF HUSET

| Zone | |
|------|----------------------|
| 1 | Gang, stue og køkken |
| 2 | Værelser, nordside |
| 3 | Værelse, sydside |
| 4 | Forældrebadeværelse |
| 5 | Gæstebadeværelse |



BILAG 3: DESIGNKRITERIER FOR DET TERMISKE INDEKLIMA

Tabel 2: Anbefalede indetemperaturer for kategori I-III i standard DS/EN 15251 [1].

| Type of building/ space | Category | Operative temperature °C | |
|---|----------|--|--|
| | | Minimum for heating (winter season), ~ 1,0 clo | Maximum for cooling (summer season), ~ 0,5 clo |
| Residential buildings: living spaces (bed rooms, drawing room, kitchen etc) | I | 21,0 | 25,5 |
| | II | 20,0 | 26,0 |
| | III | 18,0 | 27,0 |
| Sedentary ~ 1,2 met | | | |

I tabellen skelnes mellem tre indeklimaklasser: Kategori I svarer til at < 6 % er utilfredse, kategori II svarer til at <10 % er utilfredse og kategori III svarer til at <15 % er utilfredse.

0,5 clo svarer til lette bukser, skjorte med korte ærmer, underbukser, lette sokker, sko
1,0 clo svarer til jakke, bukser, skjorte, underbukser, sokker, sko

BILAG 4: REGULERINGSSTRATEGIER FOR DEN BEHOVSTYREDE MEKANISKE VENTILATION

Reguleringsstrategien er baseret på erfaringer fra den simple styringsstrategi i rapporten "Behovstyret ventilation til enfamiliehuse" [2].

Ventilationen kan køre på to trin: et lavt trin på $0,1 \text{ l}/(\text{s m}^2)$ og et højt trin på $0,35 \text{ l}/(\text{s m}^2)$. Den lave ventilationsrate er valgt på baggrund af indeklimastandarden EN15251 [1], hvor $0,1 \text{ l}/(\text{s m}^2)$ angives som mindste ventilationsrate for kontorbygninger uden persontilstedeværelse, og på baggrund af det Svenske Bygningsreglement (Boverket, 2008), som tillader, at boliger ventileres med $0,1 \text{ l}/(\text{s m}^2)$, når der ikke er personer i boligen. Reguleringsstrategien giver ikke mulighed for individuel rumregulering, da der kun reguleres på ventilatorens omdrejningstal.

Reguleringen skal sørge for, at ventilatoren kører på det lave trin, når der ikke er høj fugtighed, for højt CO_2 -indhold i luften eller for høj indetemperatur i boligen. Ventilatoren skal reguleres op på det høje trin når personer er til stede, og hvis der er høj fugtighed i boligen.

CO_2 -koncentration og den absolutte fugtighed (beregnes ud fra måling af temperatur og relativ fugtighed) i både friskluft og udsugningsluft. Herudover vil registrering af en fast forskel i CO_2 -koncentrationen mellem indblæsnings- og udsugningsluft aktiverer det høje trin. Når forskellen i CO_2 -koncentrationen igen er under grænseværdien køres ned på det lave trin. Der etableres efterløb hver gang der skiftes indstilling for at undgå pendling. Som supplement til CO_2 -styringen måles forskellen i absolut fugtighed mellem ude- og udsugningsluft, for at sikre at ventilationen forbliver på det høje trin, såfremt der er en fugtproduktion når ingen er hjemme (evt. pga. tørring af tøj).

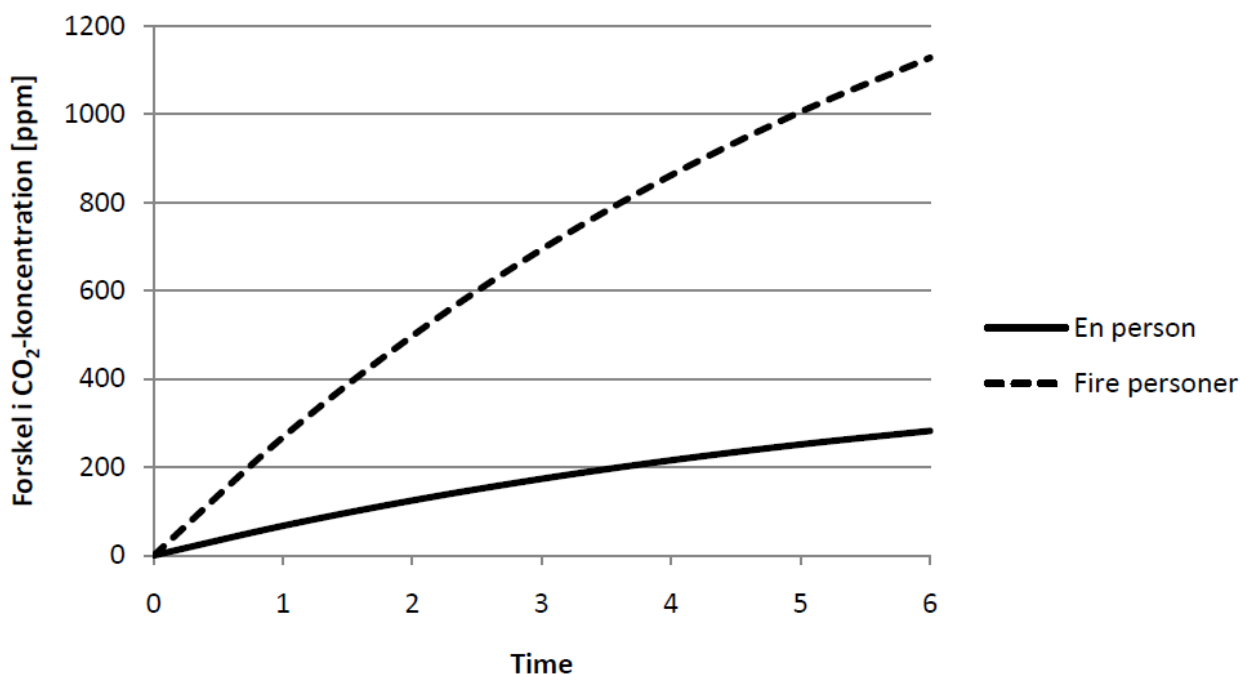
Grænseværdier for absolut fugtighed

Det skal sikres, at fugt fjernes effektivt fra boligen. Det er et ønske, at den relative fugtighed om vinteren kan holdes under 50 %. Udeluft med temperatur $5 \text{ }^\circ\text{C}$ og 100 % relativ fugtighed har absolut fugtighed $5,4 \text{ g}/\text{kg}$. Indeluft med temperatur $20 \text{ }^\circ\text{C}$ og relativ fugtighed 50 % har absolut fugtighed $7,3 \text{ g}/\text{kg}$. Dette svarer til en forskel i absolut fugtighed mellem inde- og udeluft på ca. $2 \text{ g}/\text{kg}$. I Danmark er udeluftens temperatur under $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ca. 3000 timer om året. Ved at anvende højst $2 \text{ g}/\text{kg}$ som grænseværdi for forskellen mellem absolut fugtighed i udsugningsluften og udeluften for at aktivere det høje ventilationstrin sikres, at ventilationsanlægget kører på det høje ventilationstrin, når fugtindholdet i indeluften kan medføre for høj relativ fugtighed inden døre om vinteren. Det skal dog bemærkes, at det høje ventilationstrin ikke sikrer, at den relative fugtighed kommer under 50 %, da ventilationsmængden på det høje trin er fastlagt ud fra bygningsreglementets krav til mindste luftskifte i boliger, hvor det reelle behov for ventilation godt kan være større.

Grænseværdier for CO₂-koncentration

Reguleringen skal sikre, at ventilationen kører på det høje trin, når der er personer tilstede i boligen, hvis alle vinduer er lukket. Grænseværdien for forskellen mellem CO₂-koncentrationen i udsugningsluften og udeluften, skal derfor fastlægges således, at det høje ventilationstrin aktiveres et acceptabelt tidsrum efter at personer kommer ind i boligen og også aktiveres ved lav personbelastning.

Nedenstående figur viser forskellen i CO₂-koncentration mellem udsugningsluften og udeluften for en bolig med areal 120 m², hvor én person eller 4 personer kommer hjem til tiden 0 og boligen ventileres på det lave trin med 0,1 l/(s m²). Det ses, at der går ca. 1,5 time før forskellen når 100 ppm og ca. 3,5 time før forskellen når 200 ppm i tilfældet hvor én person kommer ind i boligen. I tilfældet med fire personer går der under en time før forskellen overstiger 200 ppm. På denne baggrund vurderes, at grænseværdien for forskellen i CO₂-koncentration bør ligge mellem 100 ppm og 200 ppm.



Grænseværdier for indetemperatur

Reguleringen skal afhjælpe alt for høje indetemperaturen i boligen. Hvis naturlig ventilation og udvendig solafskærmning ikke er tilstrækkelig til at fjerne overtemperaturer i boligen, vil ventilation køre på højt trin.

Kølesetpunkterne er varierende over dagen og ligeledes over året. Disse er beskrevet i bilag 9-10 for hhv. indeklimastyring og energioptimeret styring.

BILAG 5: SENSORTYPER OG SENSORNAVNE**Temperatursensorer**

| | | |
|--------------------------|---|--------|
| 1. sal | FieldPoint\EnergyFlexHouse-FMLY-7101A\cFP-AI-110 @2\Channel 3 | Zone 1 |
| Værelser, syd | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D39zwave_198 | Zone 3 |
| Værelser, nord | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D11zwave_52 | Zone 2 |
| Forældre- badeværelse | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D31zwave_156 | Zone 4 |
| Gæstetoilet | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D43zwave_219 | Zone 5 |

Vejrstation

| | |
|---------------------|---|
| Udetemp. | FMLY\ASRL3::INSTR-012-00 |
| Vindhastighed: | LABO\ASRL4::INSTR-001-01 |
| Regnmåler: | LABO\ASRL4::INSTR-001-03 |
| Globalt solindfald: | FieldPoint\EnergyFlexHouse-LABO-7100A\cFP-AI-110 @4\Channel 3 |

Ventilation

| | |
|--------------|---|
| Emhætte: | FMLY\ASRL2::INSTR-004-10 |
| Udsugning: | FieldPoint\EnergyFlexHouse-FMLY-7101C\cFP-AO-210 @5\Channel 0 |
| Indblæsning: | FieldPoint\EnergyFlexHouse-FMLY-7101C\cFP-AO-210 @5\Channel 1 |

Bevægelsessensorer

| | |
|--------------------------|---|
| 1. sal nord | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D51zwave_270 |
| 1. sal syd | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D46zwave_249 |
| gang | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D26zwave_144 |
| gang, bad | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D42zwave_228 |
| rum, sv | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D38zwave_207 |
| Forældre- soveværelse | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D34zwave_186 |
| forældre- badeværelse | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D30zwave_165 |
| værelse, nv | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D10zwave_61 |
| værelse, nø | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D6zwave_40 |
| teknikrum | C5F58C8725D35DD9ED940A6EF6160E5D2zwave_19 |

BILAG 6: GENERELT OM DIAGRAMMERNE

Hvert diagram (styring) er opdelt i små diagrammer (skemaer), hvor det ikke nødvendigvis er alle skemaer som der køres igennem i hvert gennemløb.

I skemaerne skelnes mellem tre kasser:



Herudover er der sorte, røde og grønne pile i diagrammet.

De sorte pile angiver at der kun er én vej gennem diagrammet, og de bruges efter en skemakasse (orange) eller en handlingskasse (lilla).

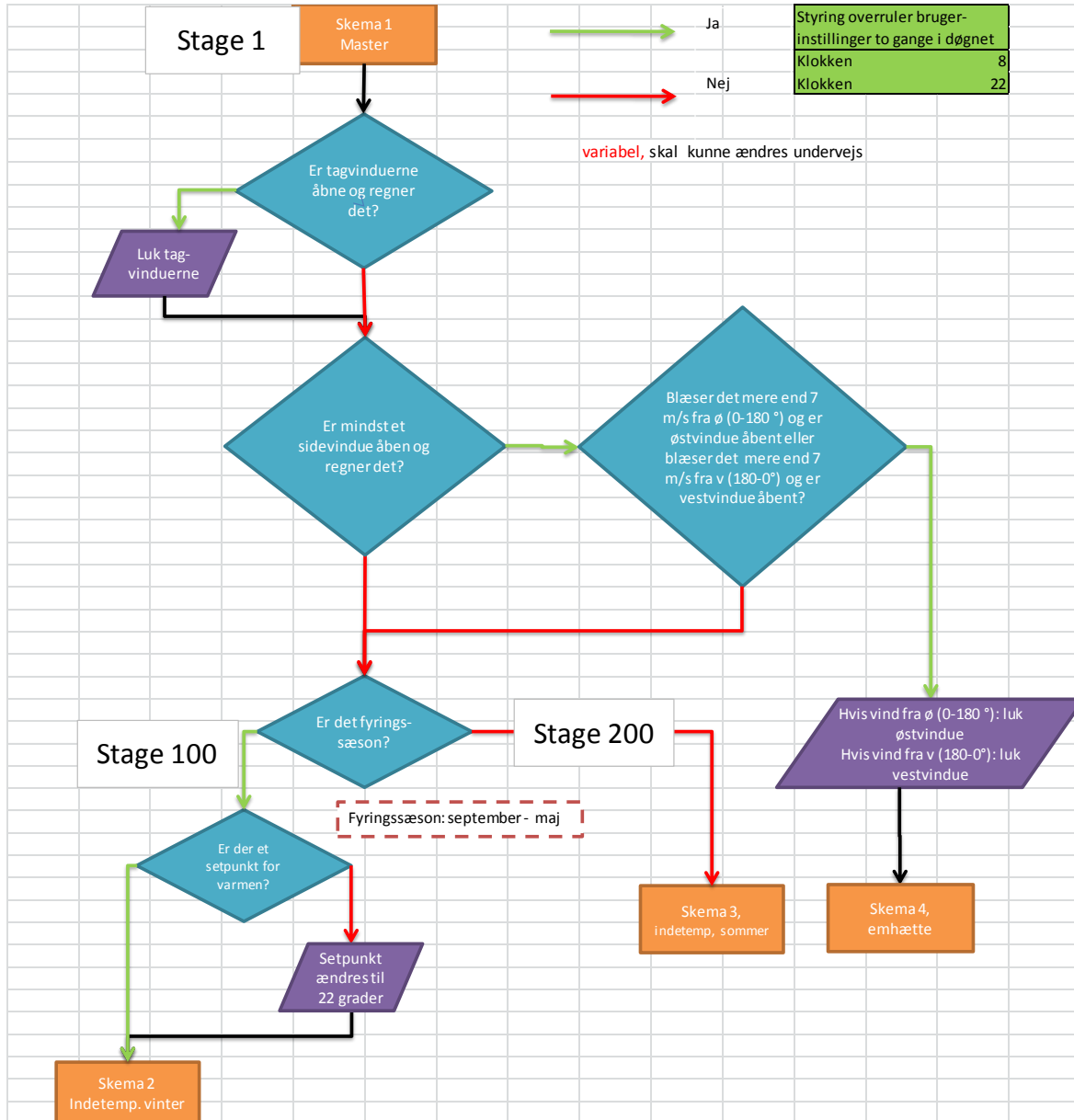
De røde og grønne streger betyder hhv. nej og ja, og de kommer efter et spørgsmål.

For at kunne tjekke at gennemløbet foregår på den rigtige måde gennem diagrammerne, er der indlagt diverse "Stages" med hver sit nummer i styringsprogrammet *EFH styring*, som er beskrevet i bilag 13. Vejen gennem diagrammet vises som nedenfor:

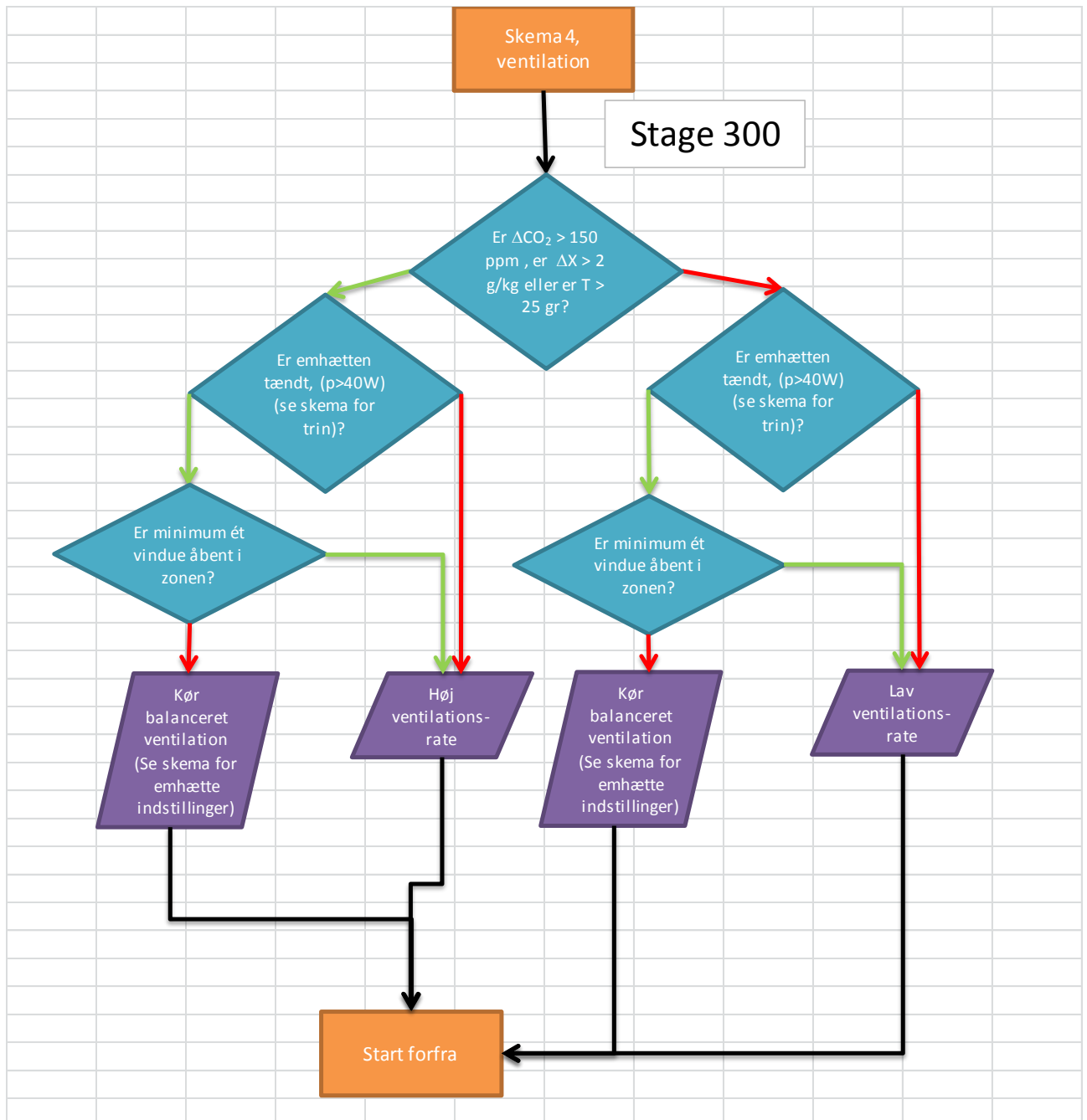


BILAG 7: ALGORITME FOR BASISSTYRING

Se bilag 6 for forklaring af diagrammerne.

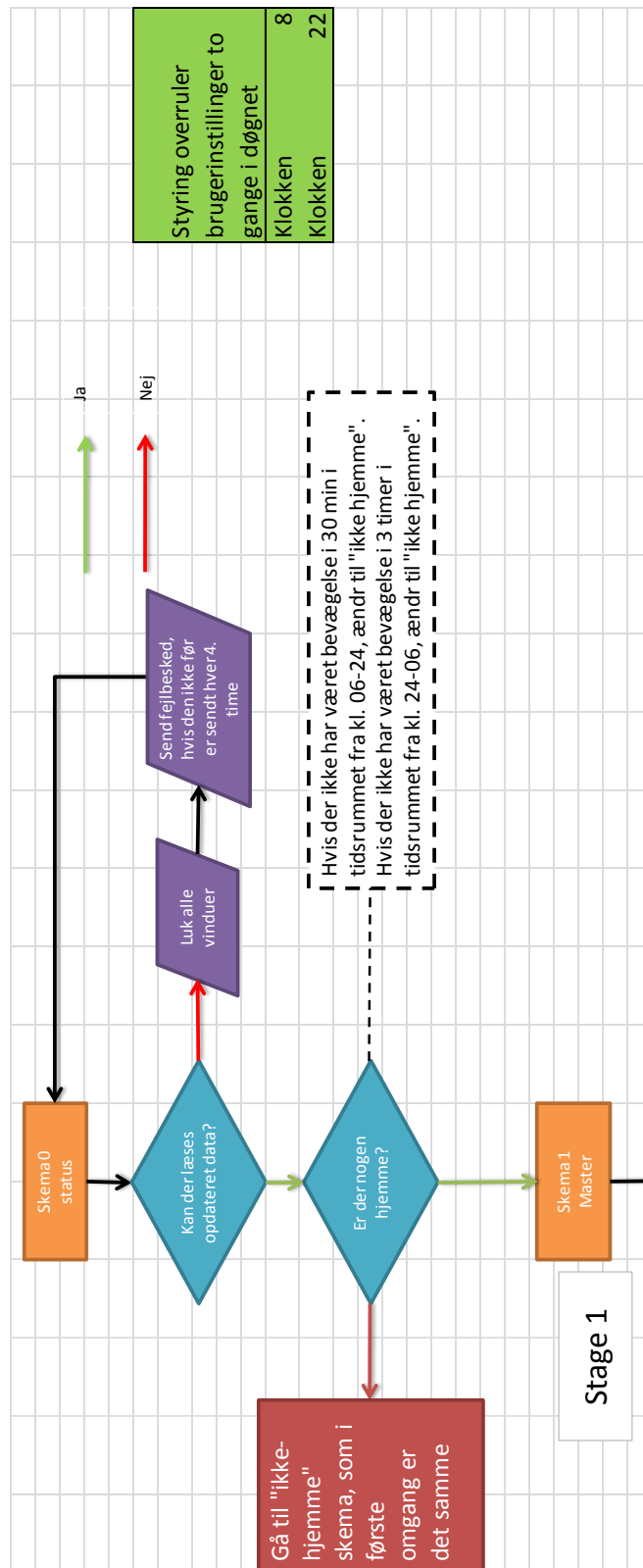


Figur 20: Skema 1

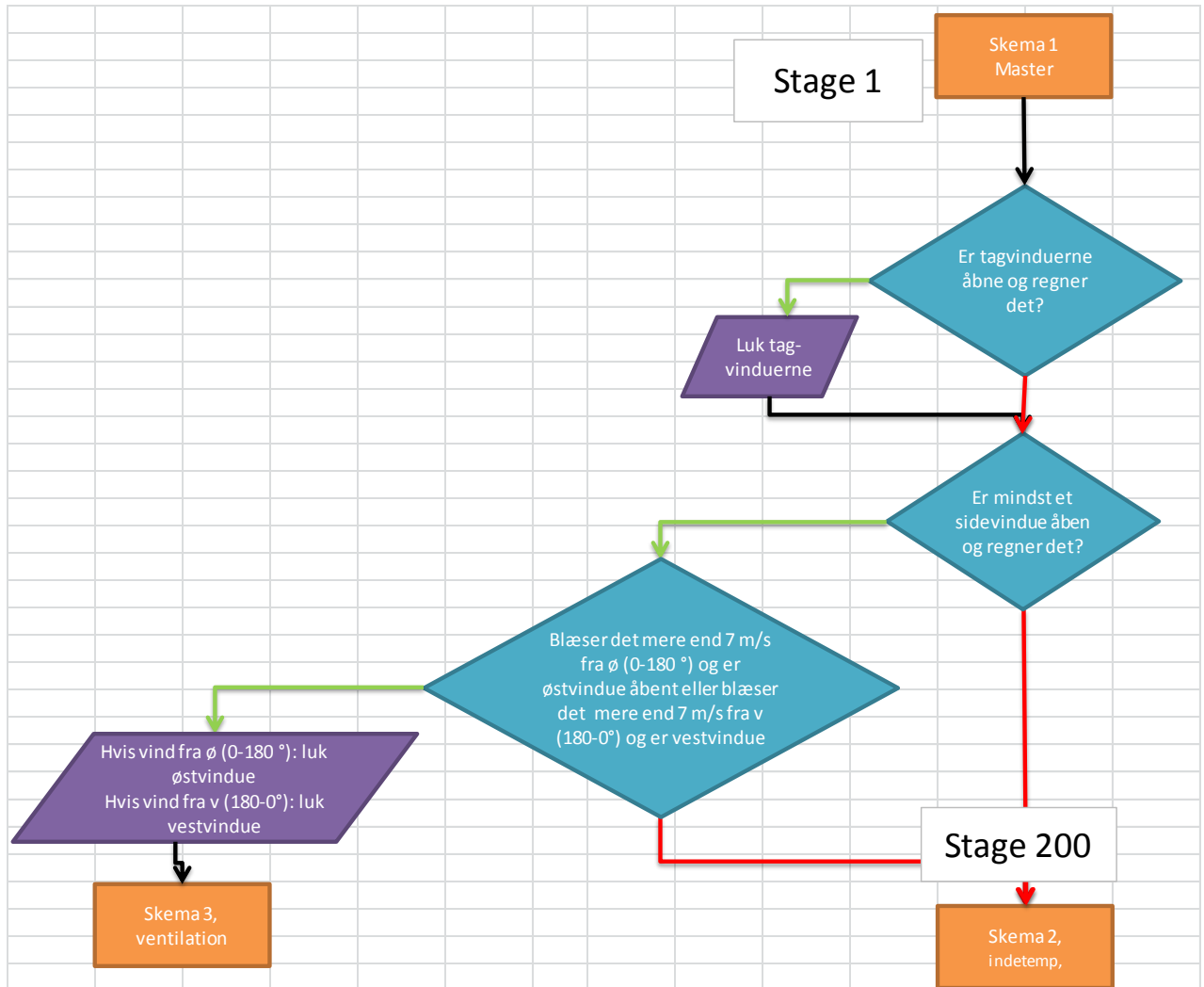


Figur 23: Skema 4

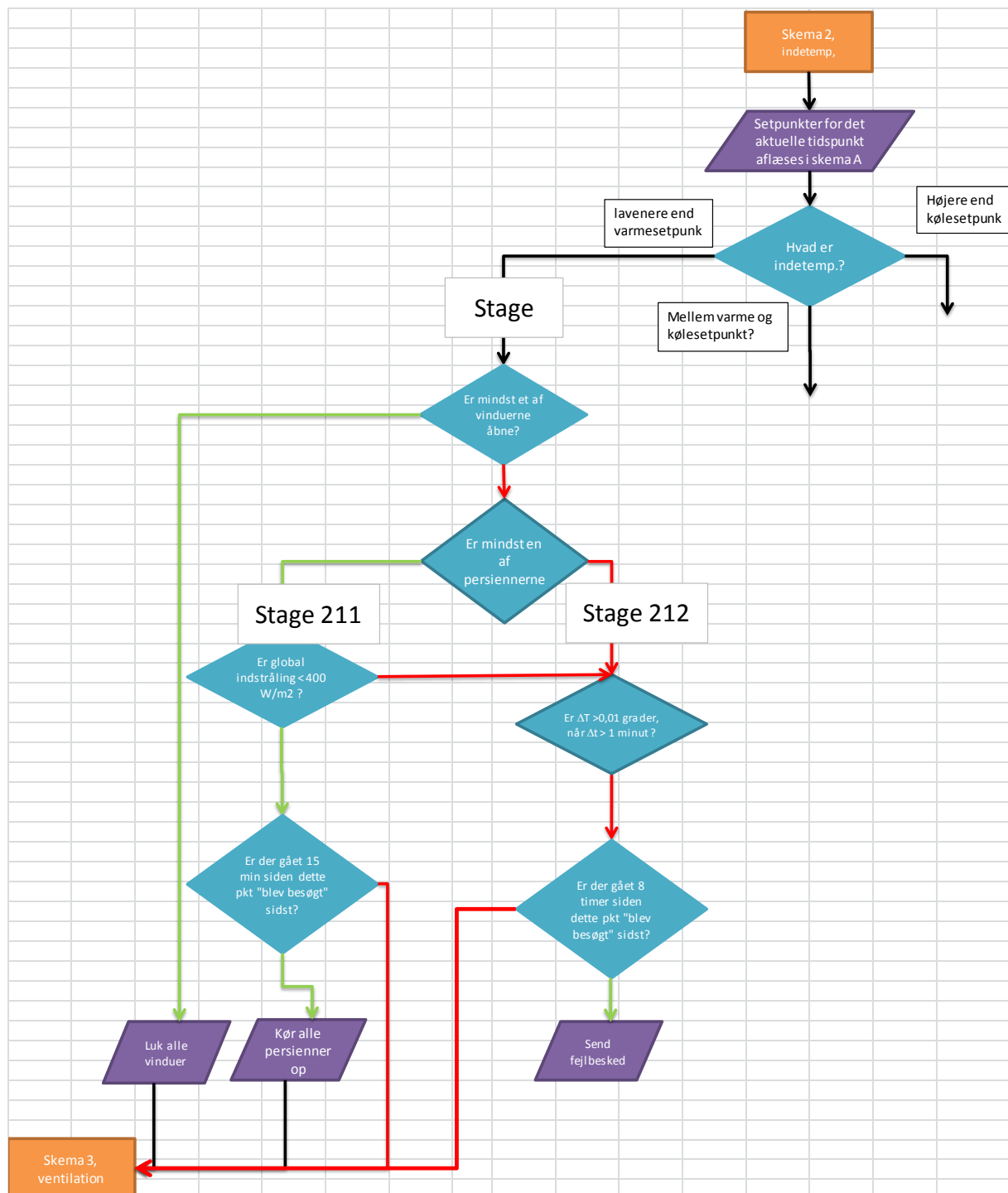
BILAG 8: ALGORITME FOR INDEKLIMA- OG ENERGIOP-TIMERET STYRING



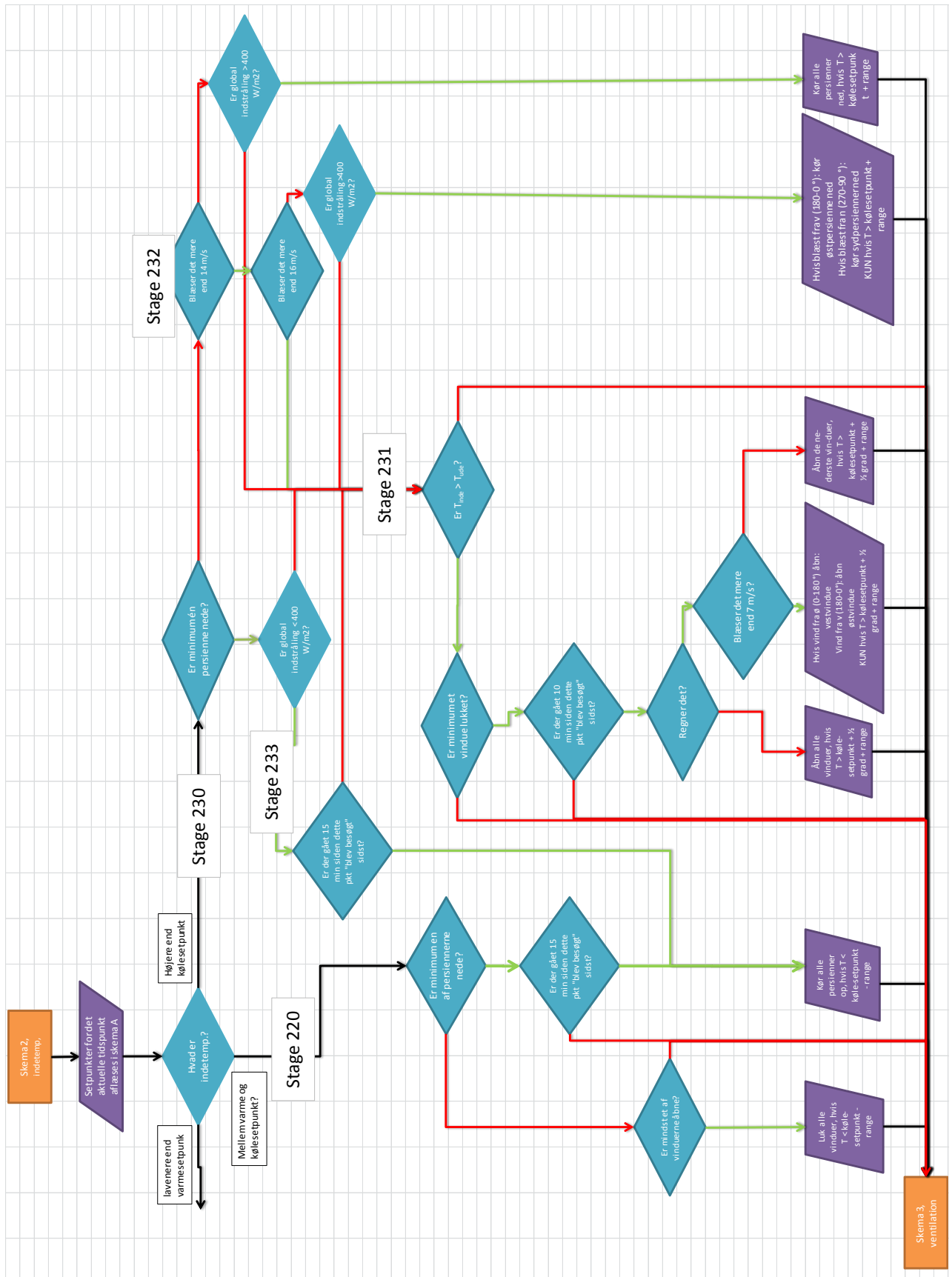
Figur 24: Skema 0



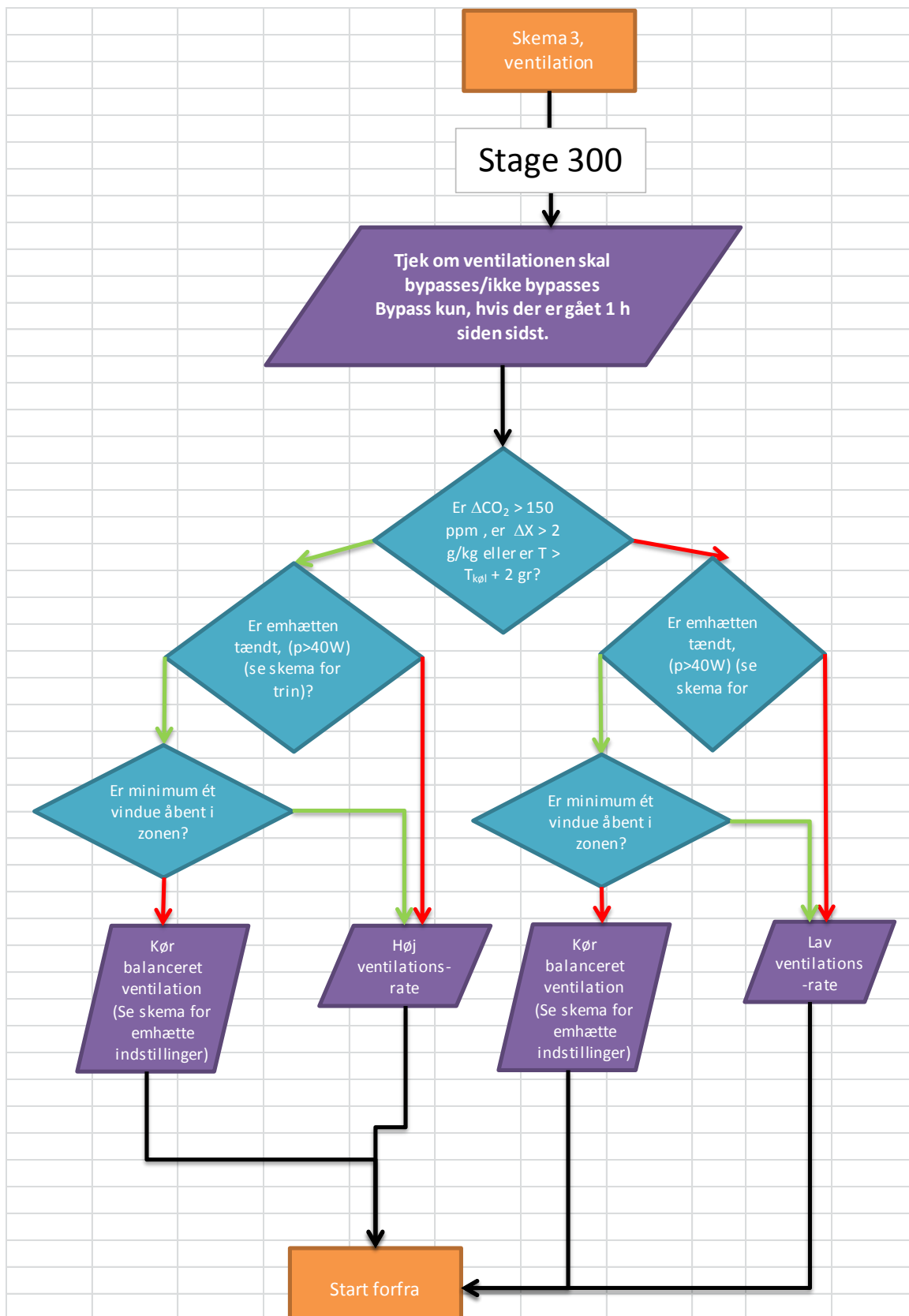
Figur 25: Skema 1



Figur 26: Skema 2a



Figur 27: Skema 2b



Figur 28: Skema 3 Bilag 9: Setpunkter og vinduesåbningsgrader for indeklimastyring

BILAG 9: SETPUNKTER OG VINDUESÅBNINGSGRADER FOR INDEKLIMASTYRINGEN

| Zone 1, 2, 3 | Hjemme | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|
| | 06:00 | | | 08:00 | | | 16:00 | | | 22:00 | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| januar | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 | 22 | 26 | 0,5 | 21 | 26 | 1,0 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| april | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| maj | 19 | 24 | 0,5 | 17 | 22 | 1,0 | 20 | 23 | 0,5 | 20 | 24 | 1,0 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| august | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| september | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| oktober | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 | 22 | 26 | 0,5 | 21 | 26 | 1,0 |
| november | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| december | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |

Table 3: Temperatursetpunkter og range (hysterese) for zone 1-3 fordelt over dagen og året

| Zone 4,5 | Hjemme | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|
| | 06:00 | | | 08:00 | | | 16:00 | | | 22:00 | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| januar | 23 | 26 | 0,5 | 21 | 26 | 1,0 | 24 | 26 | 0,5 | 23 | 26 | 1,0 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| april | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| maj | 19 | 24 | 0,5 | 17 | 22 | 1,0 | 20 | 23 | 0,5 | 20 | 24 | 1,0 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| august | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| september | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| oktober | 23 | 26 | 0,5 | 21 | 26 | 1,0 | 24 | 26 | 0,5 | 23 | 26 | 1,0 |
| november | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| december | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |

Tabel 4: Temperatursetpunkter og range (hysterese) for zone 4 og 5 fordelt over dagen og året

| Zone 1, 2, 3 | Åbningsareal vinduer | | | | Bypass ventila- tion |
|-----------------|----------------------|----------|----------|----------|-------------------------|
| | 06:00 | 08:00 | 16:00 | 22:00 | |
| | Setpunkt | Setpunkt | Setpunkt | Setpunkt | |
| | % | % | % | % | Setpunkt |
| januar | 20 | 100 | 100 | 20 | >26 |
| februar | -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| marts | -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| april | -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| maj | 100 | 100 | 100 | 50 | >23 |
| juni | -II- | -II- | -II- | -II- | >22 |
| juli | -II- | -II- | -II- | -II- | >22 |
| august | -II- | -II- | -II- | -II- | >23 |
| september | -II- | -II- | -II- | -II- | >23 |
| oktober | 20 | 100 | 100 | 20 | >26 |
| november | -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| december | -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |

Tabel 5: Åbningsarealer for vinduer i Zone 1 og 3, samt temperaturer for hvornår der bypasses

BILAG 10: SETPUNKTER OG VINDUESÅBNINGSGRADER FOR DEN ENERGIOPTIMERET STYRING

| Zone 1 | Hjemme | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|
| | 06:00 | | | 22:00 | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| januar | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| april | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| maj | 19 | 24 | 0,5 | 19 | 24 | 1,0 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| august | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| september | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| oktober | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 |
| november | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| december | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |

| Zone 2,3 | Hjemme | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|
| | 06:00 | | | 22:00 | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| januar | 19 | 26 | 0,5 | 18 | 26 | 1,0 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| april | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| maj | 19 | 24 | 0,5 | 20 | 24 | 1,0 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| august | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| september | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| oktober | 19 | 26 | 0,5 | 18 | 26 | 1,0 |
| november | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| december | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |

Tabel 6: Varmesetpunkter for Zone 1,2,3

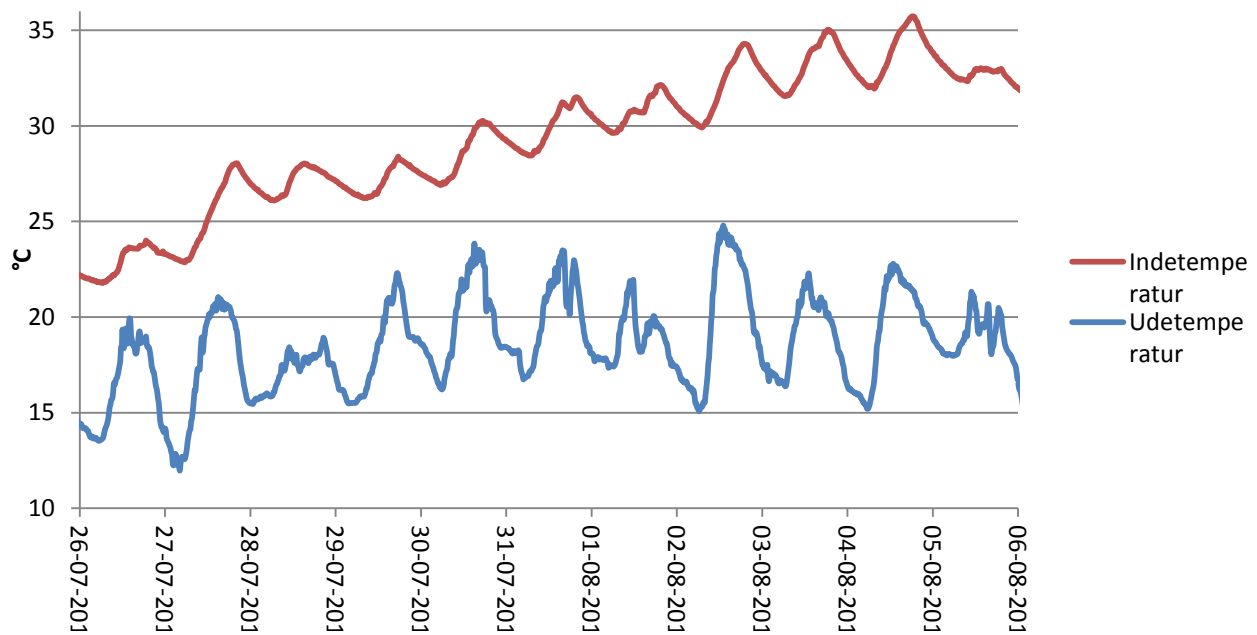
| Zone 4,5 | Hjemme | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|-------|
| | 06:00 | | | 22:00 | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| januar | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| april | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| maj | 19 | 24 | 0,5 | 20 | 24 | 1,0 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| august | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| september | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| oktober | 21 | 26 | 0,5 | 19 | 26 | 1,0 |
| november | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |
| december | -II- | -II- | 0,5 | -II- | -II- | 1,0 |

| Alle zoner | Ikke hjemme | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------|
| | Hele tiden | | |
| | Varme- setpunkt | Køle- setpunkt | Range |
| | °C | °C | °C |
| januar | 19 | 26 | 0,5 |
| februar | -II- | -II- | 0,5 |
| marts | -II- | -II- | 0,5 |
| april | -II- | -II- | 0,5 |
| maj | 18 | 24 | 0,5 |
| juni | -II- | -II- | 0,5 |
| juli | -II- | -II- | 0,5 |
| august | -II- | -II- | 0,5 |
| september | -II- | -II- | 0,5 |
| oktober | 19 | 26 | 0,5 |
| november | -II- | -II- | 0,5 |
| december | -II- | -II- | 0,5 |

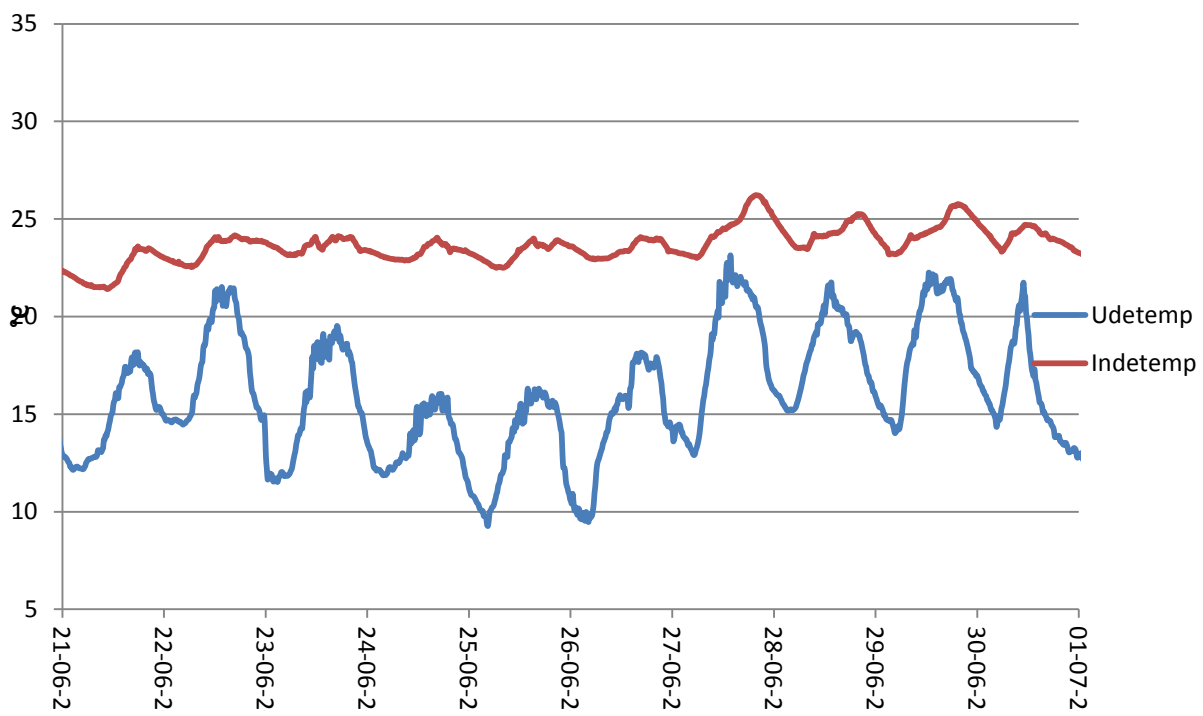
Tabel 7: Varmesetpunkter for Zone 4,5 og ikke-hjemmeskema

| Åbningsareal vinduer | | | | |
|----------------------|----------|----------|----------|-------------------------|
| 06:00 | 08:00 | 16:00 | 22:00 | Bypass ventila- tion |
| Setpunkt | Setpunkt | Setpunkt | Setpunkt | Setpunkt |
| % | % | % | % | |
| 20 | 100 | 100 | 50 | >26 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| 100 | 100 | 100 | 50 | >23 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >22 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >22 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >23 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >23 |
| 20 | 100 | 100 | 50 | >26 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |
| -II- | -II- | -II- | -II- | >26 |

Tabel 8: Åbningsareal for vinduerne, samt setpunkter for bypass

BILAG 11: INDE- OG UDETEMPERATUR I TOMT HUS MED OG UDEN STYRING

Figur 29: Inde- og udetemperatur i tomt hus uden styring



Figur 30: Inde- og udetemperatur i tomt hus med styring

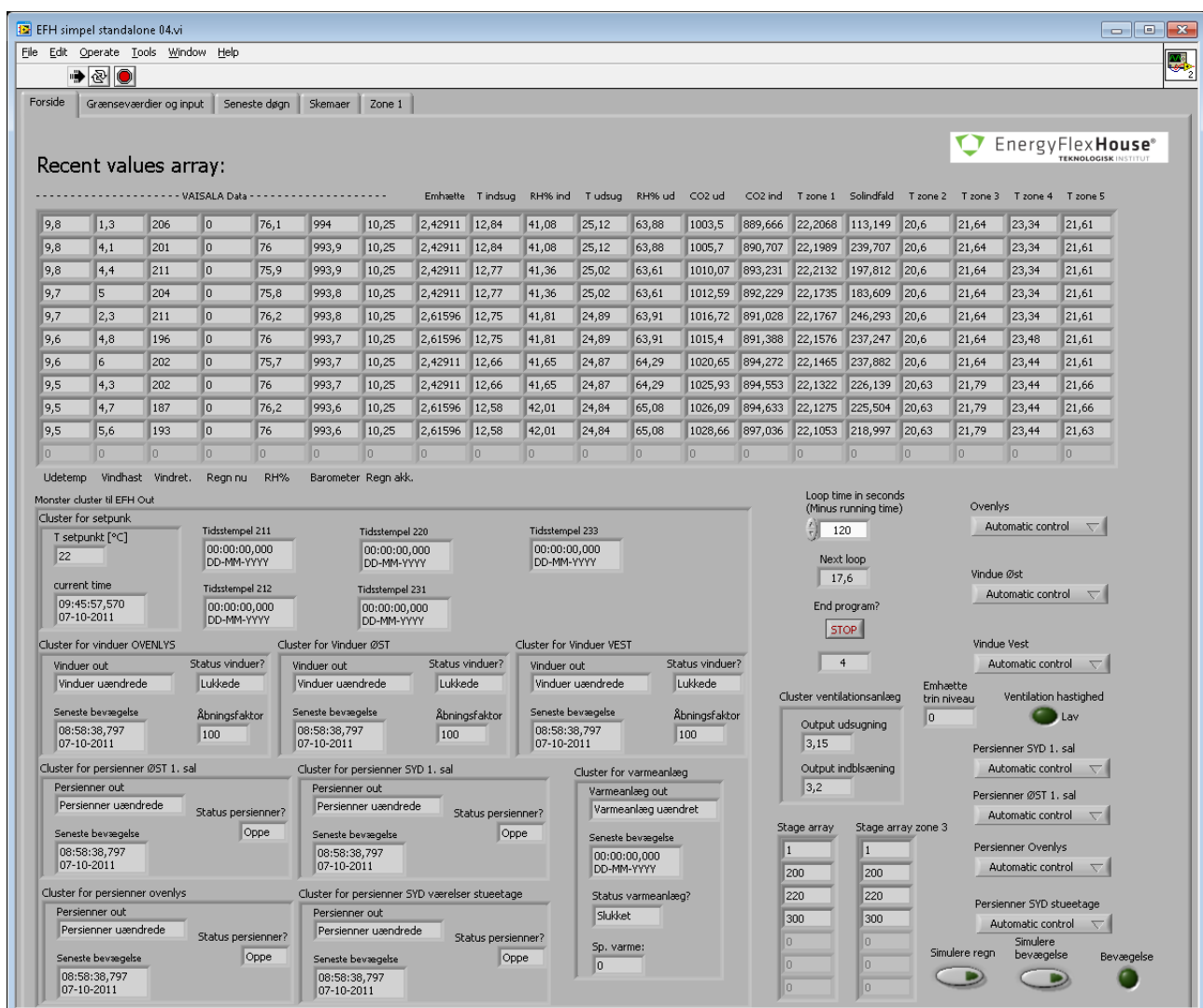
BILAG 12: STYRINGSPRINCIPPER FOR DEN INTELLIGENTE STYRING – SOFTWAREN

Når styringsprogrammet, *EFH styring*, opstartes, lukkes alle vinduer og persienner køres op.

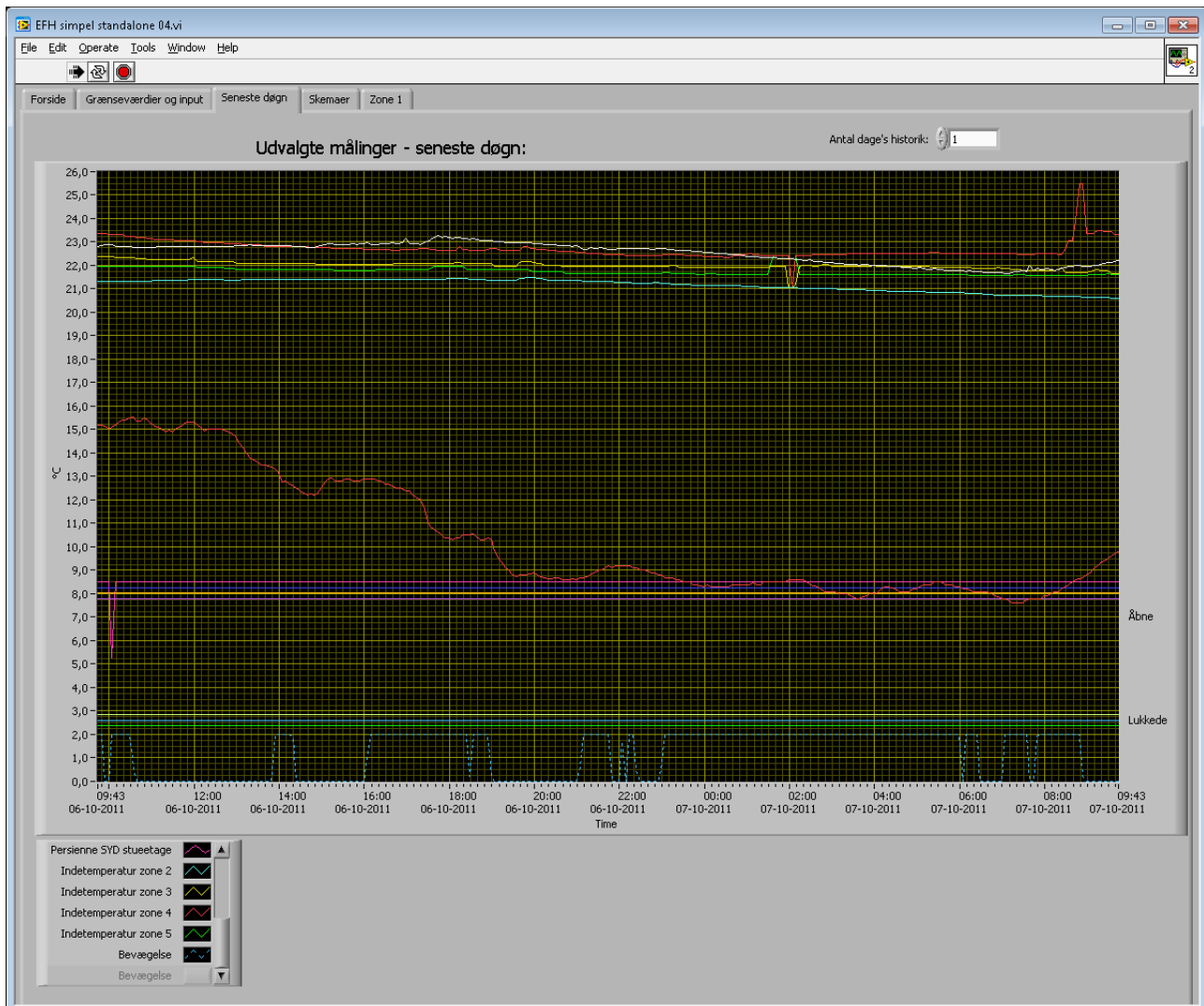
Alle sensorer (som kan ses i bilag 5) bliver læst hvert andet minut, og hvis der skulle mangle data, fremsendes fejlbesked på mail eller sms til administratoren af programmet.

Alle data logges i en tekstfil.

Algoritmerne gennemkøres hvert 2. minut



Figur 31: Screen dump fra styringsprogrammet *EFH styring*. Her ses diverse ude- og indetemperaturer, om vinduer og persienner er oppe eller nede / lukkede eller åbne samt om der er nogle til stede i huset i diverse skemaer.



Figur 32: Screen dump fra styringsprogrammet EFH styring. Her ses diverse ude- og indetemperature, om vinduer og persienner er oppe eller nede / lukkede eller åbne samt om der er nogle til stede i huset på en grafisk afbildning.

BILAG 13: DATA PÅ IMPLEMENTERET HARDWARE



MASTER viaSENS Master 2



The viaSENS MASTER 2 is a high technology small computer.

It offers connectivity through the USB port and through the Internet.

The viaSENS Master can log measurements, control actions and send data to remote servers.

This system also enables remote accessibility of the wireless sensor network through the Internet.

Measure - Control - Store



Seluxit Aps

Kattesundet 24, 1.sal, DK-9000 Aalborg, DENMARK

Tel. +45 46 922 722

www.seluxit.com

mail: info@seluxit.com



Seluxit viaSENS home

viaSENS MASTER 2

Electrical Specifications

| | |
|--------------------------|--|
| Power Supply : | 5 VDC – max 300mA. Optionally Powered through USB (Low Power consumption 2 Watt) |
| Communication interface: | USB v2.0 |

RF Specifications

| | |
|------------------|--|
| RF Frequency: | 868.42 MHz – European Band |
| Range (Typical): | Up to 50m line of sight between Controller and closest other Z-Wave device |

Physical Specifications

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| Dimensions (L x W x H): | 10,5 cm x 8,5 cm x 3 cm |
| Enclosure: | Black aluminium casing. |

Environmental

| | |
|------------------------------|--|
| Operating Temperature: | 0 to 50 degrees C - Indoor Use Only |
| Operating Relative Humidity: | 10 to 80% (non condensing environment) |
| Storage Temperature: | -20 to 90 degrees C |

Connectors

| | |
|---------------|---|
| Ethernet: | RJ45 |
| USB: | 2xUSB-A (host), 1 USB-B (slave) |
| Power: | 5 Volt DC Jack |
| Serial Port: | RJ12, RS232 and optional RS485 |
| S0 interface: | 2xS0 inputs (Standard metering interface) |
| IO: | Can be equipped with add on print to be mounted internally. |

Other

| | |
|------------------|--|
| Memory: | 64 MB SDRAM, 256 MB NAND Flash, optional micro SD card |
| CPU: | 200 Mhz ARM 9 (optional 400 Mhz) |
| Origin: | Engineered in Denmark |
| Technologies: | Z-Wave®, USB, Ethernet |
| Device Software: | Linux based system |



Seluxit Aps

Kattesundet 24, 1.sal, DK-9000 Aalborg, DENMARK
Tel. +45 46 922 722
www.seluxit.com
mail: info@seluxit.com



Seluxit viaSENS



home

SENSOR
viaSENS Multi Sensor



The multi sensor is unique as it combines 4 sensors in one:

- Temperature
- Humidity
- Light level
- Movement

This sensor can be used for:

- Intelligent lighting control
- Intelligent heating control
- Intelligent ventilation control
- Alarm system

Temperature - Humidity - Light - Movement



Seluxit Aps

Kattesundet 24, 1.sal, DK-9000 Aalborg, DENMARK

Tel. +45 46 922 722

www.seluxit.com

mail: info@seluxit.com



Seluxit viaSENS home

viaSENS Multisensor

Electrical Specifications

Power Supply: 3 AA Batteries lasting up to 2 years

RF Specifications

RF Frequency: 868.42 MHz – European Band
Range (Typical): Up to 50m line of sight between sensor and closest other Z-Wave device

Physical Specifications

Dimensions (Ø x H): 5,5 cm x 13 cm
Enclosure: White ABS plastic casing

Environmental

Operating Temperature: 0 to 50 degrees C - Indoor Use Only
Operating Relative Humidity: 10 to 80% (non condensing environment)
Storage Temperature: -20 to 90 degrees C

Sensors

Movement Front: 90° angle up to 12 meters
Sensitivity adjustable (Pets)
Movement Down: 90° angle up to 3,5 meters
Can be disabled
Temperature: 0 to 50° Celsius with a variance of $\pm 0,3^\circ$
Humidity: 0 to 100% with a variance of $\pm 1,8\%$
Lux: 0 to 30.000 Lux
Can be combined for lighting control with low and high threshold

Other

Origin: Engineered in Denmark
Technologies: Z-Wave®
Walk test: Configurable (off, both sensors, one at a time)
Auto off: Configurable timeout for switching light off when no movement is detected



Seluxit Aps

Kattesundet 24, 1.sal, DK-9000 Aalborg, DENMARK
Tel. +45 46 922 722
www.seluxit.com
mail: info@seluxit.com

BILAG 14: DELPROJEKT VEDR. BELYSNING I ENERGYFLEX-HOUSE

Formål

Formålet er at vurdere energiforbruget og den kvalitative opfattelse af tre forskellige lyskilder hos beboere i EnergyFlexHouse når lyskilderne er monteret i samme lamper.

Metode

Beskrivelse af kunstlysanlægget

Lyssætningen er designet æstetisk og enkelt.

De anvendte lamper fra asger bc® er:

BULEN III, BASSEN, TRAGTEN, FYRTØNDEN (pendler), TRAGTEN (gulvlampe), OLYMPEN up-light på gulv, BØTTEN og BISSEN (væglamper), BISSEN og BORDFIDO (bordlamper).

Alle armaturerne er velafskærmede og blændfri. De er placeret efter de forventede funktioner i huset. Ophængte armaturer er placeret i henhold til god lysteknisk standard, således at lyskilden ikke er synlig. Fokus er sat på lyssætningen frem for lyskilden.

Lyssætningen i de forskellige rum

Køkken/stue:

En række pendler er hængt op over det fritstående køkkenbord og over spisebordet. Lyssætningen er suppleret med et par lamper foran køkkenskabene 210 cm. over gulvet.

Opholdsstuen er primært oplyst af en stor up-light, der kan bevæges. Desuden er der 4 gulvlamper; én ved lænestolen og 3 ved sofaen. To pendler er monteret over trappen og en række væghængte armaturer er monteret i den ene side af gangen i stuen.

Opholdsrum/soverum:

Opholdsrummene har en standerlampe (som sengelampe) der kan flyttes rundt i rummet ligesom sengen. En arbejdslampe er placeret på alle arbejdsborde.

Almen lyset i de små rum er anbragt utraditionelt i et hjørne ca. 2 m. over gulvet, hvilket giver et blidt og behageligt lys i hele rummet via inter-refleksion fra de nære vægge.

Badeværelse/toilet:

Rummet oplyses via pendler over håndvasken.

Yderligere lyskilder til boligen blev ikke leveret/installeret.

Lyskilder

Lyskilderne valgtes blandt de på markedet tilgængelige og anbefalede af hensyn til så lavt et energiforbrug som muligt. De valgte lyskilder var henholdsvis halogenpærer, kompakttrør-/spare pærer og kvalitets lysdioder. Lyskilderne var alle af samme type i hele huset, men blev skiftet således at tre perioder med forskellige lyskilder blev oplevet.

Energiforbrug

Energiforbruget fra lyssætningen blev registreret selvstændigt som det øvrige forbrug fra varme, ventilation og anden forbrugsstrøm.

Beboernes oplevelse af kunstlyset

Beboernes oplevelse af belysningen, med fokus på lyskilderne, blev afklaret ved besvarelse af spørgeskemaer suppleret med muligheden for at kommentere i fri tekst.

Resultater

Tre af de 5 familier, fordelt på 5 kvinder og 6 mænd, i alderen 11-50 år (middel 30 år) besvarede spørgeskemaer og afgav kommentarer for alle 3 perioder. Resultaterne herfra præsenteres for de kvalitative data. Energiforbruget til lyssætningen er udregnet og opgjort for alle fem familier.

Energiforbruget ved belysning

Energiforbruget var sammenligneligt mellem de tre lyskilder på knap 2 kWh pr. dag og udgjorde 2-4% af det samlede energiforbrug i bygningen.

Generelle oplysninger fra spørgeskema

En enkelt person havde tendens til hovedpine og en person havde tendens til tørre øjne, som startede i huset. Hovedpine og tørre øjne kan være relateret til ringe belysning og ringe indeklima, men var ikke symptomer, der noteredes som gennemgående problemer i EnergyFlex-House. Den ringe forekomst af symptomer adskilte sig ikke i hyppighed mellem de forskellige lyskilder. Tre personer brugte briller eller kontaktlinser.

Læsbarheden på de udleverede spørgeskemaer graderedes som tydelig, skarp og præcis for hvordan teksten fremstod uden forskel mellem de forskellige lyskilder.

Beboerne blev spurgt om, hvor i huset de udførte fingerfærdige små detaljerede opgaver eller skulle læse skrift med små bogstaver. Svarene var, at de som forventet udførte disse opgaver i badeværelset (sminkning og barbering) ved spisebordet, under standerlamper i stue og værelser og ved arbejdsborde i værelser, hvilket var uden forskel mellem de forskellige lyskilder. Hyggestunder tilbragtes i sofa i stue eller på værelser til sengs.

Beboerne blev spurgt om de havde træthed eller anspændthed i øjne eller krop på tidspunktet for udfyldelse af spørgeskema og generelt, hvilket for den samlede persongruppe ikke var tilfældet og ej heller med forskel de enkelte lyskilder imellem.

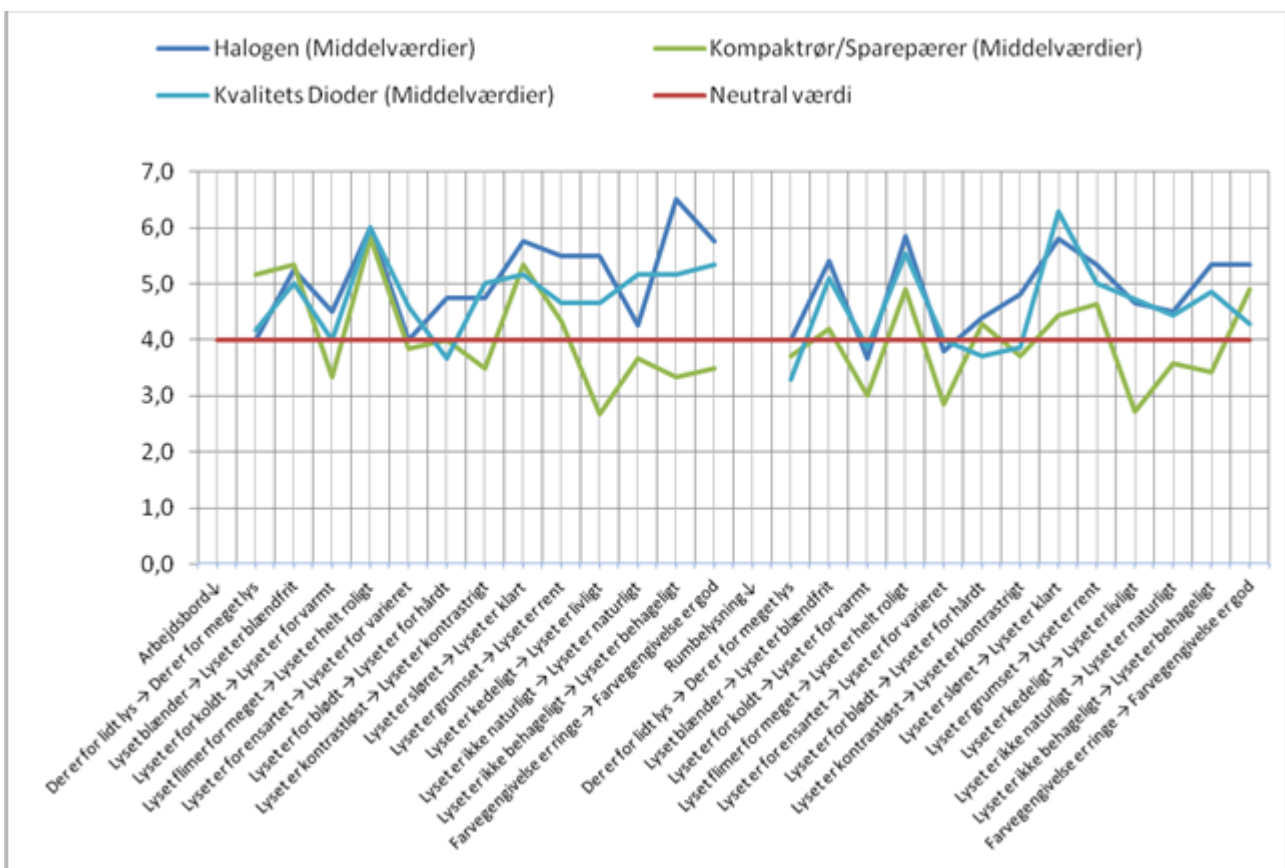
Beboerne graderede sig som veloplagte, ikke stressede og glade.

Da lysforhold ved en PC skærm er betydende, enten det er ved arbejde eller underholdning, spurgte vi til det antal timer personerne skønnede, at de tilbragte foran en PC skærm. Forventeligt var der stor spredning i dette tal fra 0,5 til 4 timer dagligt med et gennemsnit på 1,8 timer pr. dag. Dette tal kan omsættes til et skønsmæssigt gennemsnitligt energiforbrug pr. person, fra minimalt 0,02 – 0,16 kWh til maksimalt 0,08 – 0,52 kWh for henholdsvis bærbar PC og stationær PC. I forhold til energiforbruget for belysning er dette betragteligt, ved den længste tid og stort når der er op til fem beboere i huset.

Der var ikke forskel i det skønsmæssige antal timer med PC ved de forskellige lyskilder.

Beboerne blev spurgt om hvad de generelt syntes om belysningen i huset. Det gennemsnitlige indtryk, på en syvpunkts skala mellem "Rigtig skidt (1) → Rigtig godt (7)", var 5 for Halogen og Kvalitets Lysdioder og 4 for Kompaktrør/Spare pærer, se desuden nedennævnte kommentarer i kvalitative data fra spørgeskemaet.

Resultatet af de belysningsmæssige semikvantitative spørgsmål vedrørende lyskvaliteten fremgår af figuren nedenfor. Graderingen gik fra 1 (dårligste indtryk) til 7 (bedste indtryk). Kurven til venstre er for lyset over arbejdsborde og til højre for den generelle rumbelysning. Her ses at kompaktrør/spare pærer scorer ringest specielt på lysparametrene: Kontrastløst, kedeligt, koldt, ensartet, ikke naturligt, ikke behageligt og ringe farvegengivelse.



Generelle kommentarer til lyssætningen og kvalitative data for lyskilderne

Der ønskedes mere lys på badeværelse/toilet, f.eks. for at kunne påføre sminke. Der er mest lys over spisebordet, og det er godt. Mere lys over arbejdsborde ønskes. Den generelle rumbelysning er mere dunkel i værelserne og der savnes mere lys over skabene i værelserne, så det er lettere at se, hvad de indeholder. Lyset fra standerlamperne ved sofaen er for kontrastfyldt. For lidt lys i sofahjørne. Lyse og mørke perioder påvirker personernes valg af lyskilde. Man vender sig til nyt lys efter nogle dage. Lyset er fint. Ønsker lysdioder i julen. Ville gerne have haft mulighed for at kunne dæmpe lyset, at det kunne opdeles. Lyset i gang meget koncentreret ved teknik rum.

Halogen:

Halogenpærerne var mere behagelige. Halogen foretrækkes. Det bedste "allround" lys. Rart som hyggebelysning og fuldt anvendeligt som arbejdslys. Tænder med det samme. God spredning på lyset. Favorit lyskilde.

Kompaktrør/sparepærer:

Sparepærer gav mest lys når de først var blevet varme og var at foretrække pga. lysmængden, til gengæld var det kunstigt. Det var nødvendigt at tænde alle lamper i værelset for at kunne finde noget i skuffer, hvilket ikke var tilfældet med de andre lyskilder. Lamper var meget længe om at komme op på fuld styrke, specielt i badet. Koldt og gult lys fra sparepærer. Dæmpet, blødt og gulligt men bedre end tidligere oplevede sparepærer. Lyset er dårligt. Sparepærene giver dårligt lys i køkkenet. De er gode at vågne til om morgenen. Hvide overflader opleves ikke som hvide. Ikke velegnet som arbejdslys og vanskeligt at læse ved eller fokusere på meget små ting ved.

Lysdioder:

Opleves som voldsomt og intenst efter en periode med sparepærer men alting fremstod nu klart og skarpt, specielt over spisebord. Dioder er bedst. Lyset er blåligt i det ene værelse. Lyset det er behageligt, dejligt og klart. Godt som arbejdslys hvor det er påkrævet. For skarpt til baggrundsbelysning og sengelamper. Giver et "ubarmhjertigt" klart lys på badeværelse med god farvegengivelse. Diodepærer er meget retningsbestemte i standerlamper. Det skal vi have fremover.

Konklusion

Energiforbruget er sammenligneligt for alle tre lyskilder og smag og behag for kvaliteten af lyset fra lyskilden er således den væsentligste faktor for valg. Såvel i graderingen for lysets kvalitet, som i den kvalitative beskrivelse, foretrækkes halogen og diodelys frem for kompaktrør/sparepærer som lyskilde. Valgmuligheder i forbindelse med lyssætning er en klar ønskelig parameter.

Claus R. Johnsen
Asger Bay Christiansen

BILAG 15: UDARBEJDET FOLDER FRA ASGER BC LYS

Godt LYS
mindre energiforbrug
- en vejledning

asger bc®
i samarbejde med
TEKNOLOGISK
INSTITUT

asger bc®
Ny Kongensgade 21
1557 København V
Telefon 33 15 15 14
www.asgerbclys.dk

Forstiden: BORD-BOBLEN A-CL-diode
Denne side: STORE-KANON med A-CL-diode

MOBIL
KONTAKT
1915 1000
Danmark
Læs mere på
www.asgerbclys.dk

osger bc® har gennem mange år udviklet et system, som kan give store energibesparelser med meget enkle midler. Systemet bygger på viden om og mange års erfaring med, kunstig belysning og dets påvirkning af psykiske og fysiske arbejdsmiljø. Principerne fungerer både på arbejdspladsen og i hjemmet.

Intelligent ENERGibesparelse®

Energibesparende belysning opnår man bedst ved at vælge effektive lyskilder og lamper/armaturer. Disse vil egne sig til at blive brugt i systemet: Intelligent ENERGibesparelse®

Intelligent ENERGibesparelse® er et enkelt system, der vil skabe gode lysmiljøer og vil spare energi i hjemmet og på arbejdspladsen.

1. Start med at finde ud af hvor særbelysningen skal placeres. Det vil sige alle de steder i hjemmet, hvor vi har et specifikt behov for lys: Over spisebordet, ved arbejdsbordet, ved læsepladsen osv.
Etabler generel belysning. Først når særbelysningen er på plads kan man se om det overhovedet er nødvendigt med en generel belysning. Det er meget ofte ikke tilfældet, og så sparer man allerede rigtig meget energi.
Brug kun lamper som ikke blænder, og som er energieffektive, dvs. at lamperne skal være afskærmet rigtig, så lyset kommer ud i de vinkler, vi har brug for.
Vælg kvalitetslyskilder med god farvegengivelse de steder, hvor det er vigtigt. Spisebordet, ved læsning, arbejdspladsen og køkkenet.
Den bedste farvegengivelse opnås kun ved kvalitets dioder og halogenpærer - og så naturligvis dagslys.
- 2.
- 3.
- 4.



BULEN III pendel og BASSEN pendel



BISSEN væg og BC-1 diode

Der er flere gode grunde til, at belysningen ofte er det sidste der kommer på plads, når man indretter sit hjem. Det kan være svært at vurdere hvad godt lys er, og hvilke lamper der giver den rigtige belysning. Lyset skal være rettet mod der, hvor vi har vores aktiviteter, og på steder hvor disse aktiviteter udfolder sig bedst. Det kan det være en hjælp at følge nogle enkle principper.

Giv lamperne hver sin opgave.

Navngiv lamperne efter den opgave lampen har. Det kunne være f.eks. SPISEBORDS-lampe, LÆSE-lampe, MALERI-belysning eller ARBEJDS-lampe. På denne måde undgår man at sætte lamper op, som ikke har nogen funktion og derfor bruger unødigt energi og måske endda ødelægger stemningen i rummet. Tænk over at GULV og LOFT ikke dner som fornavn, da navnet kun fortæller om stedet, men ikke funktionen af lampen. En enkel lampe i et opholdsrum kan næsten aldrig løse alle opgaver, fordi skyggerne bliver for hårde og sorte. Undgå også transparente lamper, som sender lys i alle retninger. De blænder og giver rummet et "råget" udtryk, og rummet kommer til at virke uden form og kontraster.

Husk at lysforskelle er godt

Et rum må gerne have mørke områder, da vores synssans fungerer rigtig godt, når der er kontraster. Kontraster i lys og mørke skaber dybde og form i rummene - modsat hel jævn belysning, der gør rummene flade og kedelige. Det kan beskrives som forskellen på en solskinsdag og en gråvejrsdag. Tænk på hvor glad man bliver, når solen skinner - også på en kold dag. Lysforskellene opnås ganske enkelt ved kun at rette lyset hen, hvor det er nødvendigt, og ved ikke at have lamper tændt, som lyser alt op på én gang. På denne simple måde sparer man strøm og får bedre belysning med gode kontraster, dybde og god formdannelse på samme tid.

LYSmængden er ikke det vigtigste

Oplevelsen af at der ikke er nok lys, kan i mange tilfælde hænge sammen med at øjet bliver blændet. Prøv at lægge mærke til om lyset fra lamperne kommer direkte i øjnene i stedet for på maleriet, bogen eller madden ect. Hvis det er tilfældet, er det vigtigere at erstatte den blændende lampe end at sætte ind med mere lys.

asger bc 's lamper sparer energi fordi:

1. de ikke blænder, og derfor ikke skaber et kunstigt behov for mere lys.
2. lampene retter lyset hen, hvor der er brug for det og er derfor meget energieffektive.
3. armaturene har virkningsgrader på op til 80-90%, hvilket betyder at størstedelen af den brugte energi kommer ud som lys.
4. de kan leveres med energieffektive dioder som giver optimal farvegengivelse, eller med kompaktør. Alle energiklasse A
5. lamperne understøtter synssansen, så unødvendigt lys kan slukkes

asger bc 's lamper giver godt lys fordi:

1. de ikke blænder
2. de retter lyset, i stedet for at sprede lyset i alle retninger
3. de er fleksible, men specialiserede f. eks er STORE-KANON udviklet til at kunne hænge højt uden at blænde.
4. de altid kan udstyres med en aktuel lyskilde, fordi fatningerne giver mulighed for fremtidens lyskilder.

EnergiFlexHouse

asger bc® har i 2010 og 2011 deltaget i El-forsk projektet: "EnergyFlexHouse family - Intelligente energiløsninger i lav-energi boliger baseret på brugerdriven innovation" hvor Teknologisk Institut var projektleder. EnergiFlexHouse var i projektperioden beboet af 5 testfamilier, der vurderede energiløsninger som opvarmning, ventilation, tøjvask og tørring, samt kunstlys i nogle måneder af gangen.

Vi søgte svar på spørgsmålet:

Hvordan er det at bo og leve en hverdag i ét af de mest energieffektive huse i Danmark
- og på hvilken måde påvirker/opleves forskellige former for lyskilder?

Projektets opbygning:

Den variable del var lyskildetypen, hvor vi testede de tre grundtyper:

Opvarmningslys – vi valgte halogenpærer
Eksplosionslys – vi valgte kompakttrør / sparepærer
LED lys – vi valgte kvalitets dioder

Via spørgeskemaer, udfærdiget med hjælp fra to overlæger og en optometrist, prøvede vi at få en signifikant udmelding fra testfamilierne om lyskildernes funktion/oplevelse i hverdagen.

Resultater:

Det vi lærte af denne proces var bl.a. at elektrisk lys kun bruger mellem 2 og 4 % af et hus' energiforbrug, og dermed bliver en ganske lille faktor i det samlede regnestykke. Hvorimod opvarmningsandelen er en klar nummer 1.

Selvom lys påvirker os alle fysiologisk, er oplevelsen af lys svær at kommunikere, skriftligt eller verbalt, og derfor er der, på baggrund af dette pilotprojekt, basis for en mere vidtgående undersøgelse for at kunne afdække præcist, hvordan forskelligt lys opleves af mennesker.

Lyskilder i fremtiden

Dioderne vil dele sig op i dærlige og billige, mod gode dioder, der er lidt dyrere.

På sigt vil den giftige sparepære, der lyser uklart og med en ringe farvegengivelse blive udfaset.
Så den aktuelle diskussion vil være: hvad er egentlig et godt diodelys?



BAGGRUND

EnergiFlexHouse er dels et forskningsprojekt i energieffektivt byggeri, dels et laboratorium, hvor også private aktører kan udvikle, teste og demonstrere nye landvindinger indenfor energieffektivt byggeri.

asger bc LYS har bidraget med belysning til EnergiFlexHouse og har i den forbindelse haft mulighed for at afprøve forskellige lyskilder og sammenligne reaktionerne på disse. Vi er, som leverandører af lysanlæg, både interesseret i de energieffektive parametre og de fysiske og psykiske påvirkninger lyset skaber. Vi går efter den bedste lyskvalitet og det laveste energiforbrug.



BASSEN pendel

BILAG 16 SPØRGESKEMAER UDLEVERET TIL EFH FAMILIER.

Spørgsmål til diverse styringer

Hvordan har indeklimaet været i perioden?

1. Temperatur, for koldt for varmt?
2. Træk
3. Fugtindhold i luften
4. Andet?

Har der været noget omkring styringen som har været særlig godt?

Har der været noget omkring styringen som har været dårligt, og som I evt. mener skal laves om?

Har I følt, at der har været forskellige "temperaturzoner" i huset? Dvs. har der været koldere eller varme nogle steder i huset, og hvordan har I oplevet det?

Har I fulgt med i rumtemperaturerne? Hvilken indetemperatur kan I godt lide?

Ved I hvilken temperatur I har derhjemme og om den varierer over døgnet?

Kan I mærke at der er koldere på visse tidspunkter af døgnet? Fx at der måske har været koldere, lige når I er kommet hjem fra arbejde/skole?

Har jeres hverdag været som den plejer, eller har I holdt ferie, været syge el. lign?

Spørgsmål til brugergrænsefladen (iPad)

Har I benyttet iPad'en til at ændre noget vedr. styringen?

Synes I det er rart at I selv har kunnet påvirke styringen?

Tror I det har haft nogen effekt på energiforbruget?

1. Spørgeskema til beboerne af Energy Flex House - Elektrisk belysning første periode

NAVN: _____ ALDER: _____ DATO: _____

Lider du af hovedpine som starter i huset? (Sæt ét X):

Ja

Nej

Hvis Ja, angiv da bedst passende hyppighed for hovedpine. (Sæt ét X):

Dagligt

Et par gange om ugen

Et par gange om måneden

Angiv hyppigheden af brug af hovedpine medicin. (Sæt ét X):

Dagligt

Et par gange om ugen

Et par gange om måneden

Bruger du briller og/eller kontaktlinser?

Ja

Nej

Har du mere tendens til tørre øjne end tidligere.

Ja

Nej

Hvordan har du det i øjnene lige nu?

Træt Frisk

Anspændt Afslappet

Hvordan har du det i resten af kroppen lige nu?

Træt Frisk

Anspændt Afslappet

Hvordan har du det generelt for tiden?

| | | |
|----------|---|---------------|
| Træt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Veloplagt |
| Stresset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Ikke stresset |
| Trist | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Glad |

Bliver du træt i øjnene efter at have læst et stykke tid i elektrisk lys i huset?

Ja

Nej

Hvis ja, hvor hurtigt? Sæt ét X på linjen for den tid der passer bedst.

0 min.----- 60 min.

Hvordan fremstår teksten på dette papir?

| | | |
|----------|---|---------|
| Utydelig | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Tydelig |
| Uskarp | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Skarp |
| Upræcis | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Præcis |

Hvis du skal udføre fingerfærdige små detaljerede opgaver, f.eks. som at tråde en nål, sminke dig eller bruge fine redskaber som pincet, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor i huset sætter du dig hvis du rigtig skal "hygge" dig?

Beskriv: _____

Hvis du skal læse skrift med meget små bogstaver, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor mange timer anvendes til at se fjernsyn? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvor mange timer bruger du ved en computer i huset? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvad synes du generelt om belysningen i huset?

Rigtigt skidt Rigtig godt

Hvad synes du om belysningen på **arbejdsborde**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset på **arbejdsborde**?

Beskriv:

Hvad synes du om **rumbelysningen**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset i **rummene**?

Beskriv:

TAK FOR DINE MANGE SVAR. Et tilsvarende skema fremsendes til næste lys periode.

2. Spørgeskema til beboerne af Energy Flex House - Elektrisk belysning anden periode

NAVN: _____ ALDER: _____ DATO: _____

Lider du af hovedpine som starter i huset? (Sæt ét X):

Ja Nej

Hvis Ja, angiv da bedst passende hyppighed for hovedpine. (Sæt ét X):

Dagligt Et par gange om ugen Et par gange om måneden

Angiv hyppigheden af brug af hovedpine medicin. (Sæt ét X):

Dagligt Et par gange om ugen Et par gange om måneden

Bruger du briller og/eller kontaktlinser?

Ja Nej

Har du mere tendens til tørre øjne end tidligere.

Ja Nej

Hvordan har du det i øjnene lige nu?

Træt FriskAnspændt Afslappet

Hvordan har du det i resten af kroppen lige nu?

Træt FriskAnspændt Afslappet

Hvordan har du det generelt for tiden?

| | | |
|----------|---|---------------|
| Træt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Veloplagt |
| Stresset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Ikke stresset |
| Trist | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Glad |

Bliver du træt i øjnene efter at have læst et stykke tid i elektrisk lys i huset?

Ja

Nej

Hvis ja, hvor hurtig? Sæt ét kryds på linjen for den tid der passer bedst.

0 min.----- 60 min.

Hvordan fremstår teksten på dette papir?

| | | |
|----------|---|---------|
| Utydelig | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Tydelig |
| Uskarp | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Skarp |
| Upræcis | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Præcis |

Hvis du skal udføre fingerfærdige små detaljerede opgaver, f.eks. som at tråde en nål, sminke dig eller bruge fine redskaber som pincet, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor i huset sætter du dig hvis du rigtig skal "hygge" dig?

Beskriv: _____

Hvis du skal læse skrift med meget små bogstaver, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor mange timer anvendes til at se fjernsyn? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvor mange timer bruger du ved en computer i huset? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvad synes du generelt om belysningen i huset?

Rigtigt skidt Rigtig godt

Hvad synes du om belysningen på **arbejdsborde**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset på **arbejdsborde**?

Beskriv:

Hvad synes du om **rumbelysningen**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset i **rummene**?

Beskriv:

TAK FOR DINE MANGE SVAR. Et tilsvarende skema fremsendes til sidste lys periode.

3. Spørgeskema til beboerne af Energy Flex House - Elektrisk belysning sidste periode

NAVN: _____ ALDER: _____ DATO: _____

Lider du af hovedpine som starter i huset? (Sæt ét X):

Ja

Nej

Hvis Ja, angiv da bedst passende hyppighed for hovedpine. (Sæt ét X):

Dagligt

Et par gange om ugen

Et par gange om måneden

Angiv hyppigheden af brug af hovedpine medicin. (Sæt ét X):

Dagligt

Et par gange om ugen

Et par gange om måneden

Bruger du briller og/eller kontaktlinser?

Ja

Nej

Har du mere tendens til tørre øjne end tidligere.

Ja

Nej

Hvordan har du det i øjnene lige nu?

Træt Frisk

Anspændt Afslappet

Hvordan har du det i resten af kroppen lige nu?

Træt Frisk

Anspændt Afslappet

Hvordan har du det generelt for tiden?

| | | |
|----------|---|---------------|
| Træt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Veloplagt |
| Stresset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Ikke stresset |
| Trist | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Glad |

Bliver du træt i øjnene efter at have læst et stykke tid i elektrisk lys i huset?

Ja

Nej

Hvis ja, hvor hurtig? Sæt ét X på linjen for den tid der passer bedst.

0 min.----- 60 min.

Hvordan fremstår teksten på dette papir?

| | | |
|----------|---|---------|
| Utydelig | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Tydelig |
| Uskarp | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Skarp |
| Upræcis | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Præcis |

Hvis du skal udføre fingerfærdige små detaljerede opgaver, f.eks. som at tråde en nål, sminke dig eller bruge fine redskaber som pincet, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor i huset sætter du dig hvis du rigtig skal "hygge" dig?

Beskriv: _____

Hvis du skal læse skrift med meget små bogstaver, hvor i huset foregår det så?

Beskriv: _____

Hvor mange timer anvendes til at se fjernsyn? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvor mange timer bruger du ved en computer i huset? Angiv et overslag i timer:

Daglig timer

Ugentlig timer

Månedlig timer

Hvad synes du generelt om belysningen i huset?

Rigtigt skidt Rigtig godt

Hvad synes du om belysningen på **arbejdsborde**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset på **arbejdsborde**?

Beskriv:

Hvad synes du om **rumbelysningen**?

| | | |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Der er for lidt lys | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der er for meget lys |
| Lyset blænder | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er blændfrit |
| Lyset er for koldt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varmt |
| Lyset flimrer for meget | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er helt roligt |
| Lyset er for ensartet | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for varieret |
| Lyset er for blødt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er for hårdt |
| Lyset er kontrastløst | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er kontrastrigt |
| Lyset er sløret | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er klart |
| Lyset er grumset | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er rent |
| Lyset er kedeligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er livligt |
| Lyset er ikke naturligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er naturligt |
| Lyset er ikke behageligt | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Lyset er behageligt |
| Farvegengivelsen er god | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Farvegengivelsen er ringe |

Har du i øvrigt kommentarer til lyset i **rummene**?

Beskriv:

TAK FOR DINE MANGE SVAR. Et tilsvarende skema fremsendes til næste lys periode.

