

Kvotehuset

Midtvejsevaluering



Udarbejdet af: Mia K. Rasmussen & Kasper B. Johannsen
Kontrolleret af: Steffen E. Maagaard
Godkendt af: Steffen E. Maagaard
Dato: 05.09.2016
Version:
Projekt nr.: 1003098

Indholdsfortegnelse

1	Læsevejledning	5
2	Indledning.....	5
3	Kvotehuset og kvoten.....	6
3.1	Opsummering af CO ₂ -udledning	7
3.2	Monitorering af forbrug	8
3.3	Forbrugsenheder, CO ₂ og økonomi.....	10
3.4	Vandforbrug	10
3.5	Elforbrug	10
3.6	Varmeforbrug	11
3.7	Kvotesammenligning	12
3.8	Kategorisering af forbrug.....	13
4	Evaluering af forbrug	14
4.1	Familiens tidligere forbrug	14
4.2	Sammenligningsgrundlag	15
4.3	Det aflæste forbrug	16
4.4	Resultater i CO ₂	17
4.4.1	Elforbrug	18
4.4.2	Vandforbrug	21
4.4.3	Varmtvandsforbrug.....	23
4.4.4	Varmeforbrug	24
4.5	Perioder med merforbrug	26
4.5.1	Vandforbrug	26
4.5.2	Elforbruget	27
5	Overordnet vurdering af Kvotehusets elementer på elforbruget	28
5.1	Zensehome control.....	29
5.1.1	Beboernes oplevelse af Zensehome control.....	29
6	Evaluering af enkelttiltag	30
6.1	Bruser med smiley-display	31
6.2	Danfoss Living termostater	34
6.3	Dobbeltovn.....	36
6.4	Overdækket tørregård	37
6.5	Kvoten og tablet	38
6.6	Temperaturreguleret soveværelse	40
7	Familiens overordnede oplevelse af Kvotehuset.....	42
8	Korrigerig af kvoten	43
8.1	Den nye kvote	44
8.1.1	El	44
8.1.2	Vand.....	45
8.1.3	Varmt brugsvand	46
8.1.4	Varme.....	47
9	Konklusion/Sammenfatning.....	49

1 Læsevejledning

Nærværende rapport er udviklet i et samarbejde mellem Alexandra instituttet og MOE A/S. Indledningsvist præsenteres Kvotehuset samt konceptet bag den tilhørende kvote, som opfordrer beboerne til det bæredygtige energiforbrug. Efterfølgende introduceres kvalitative og kvantitative analyser, der opsummeret evaluerer den første epoke af Kvotehuset. Som en del af midtvejsevalueringen vurderes diverse passive designtiltag i forhold til deres opnåede effekt. Den fastsatte energikvotereguleres afslutningsvist som et led i overgangen til en ny evalueringsperiode.

2 Indledning

Projekt "Mini CO2-husene" i Nyborg blev iværksat for at belyse bygningers mulige bidrag til at håndtere klimaforandringer. Kvotehuset er opført med det formål at blive klogere på menneskers adfærd i hjemmet og hvad der sker med deres adfærd og forbrug, når de på forskellig vis understøttes i at agere bæredygtigt og giver samtidigt et værdifuldt bidrag til undersøgelsen af CO₂-udledningen i drift-fasen. Hver måned gives en kvote for det maksimale månedlige CO₂-forbrug, fordelt på el, vand, varmt brugsvand og rumvarme. Samtidig hjælpes eller anspores beboerne til at opføre sig energirigtigt ved brug af tekniske og arkitektoniske tiltag rundt i huset. Alt sammen noget, der skal understøtte et bæredygtigt forbrug. Kvotehuset har siden beboernes overtagelse i ultimo 2014, været et løbende måleprojekt, hvor forbrugsmålinger ned på stikkontakt-niveau, har givet mulighed for detaljeret analyse af energiforbruget.

Familien, der bor i huset er et ægtepar midt i 50'erne. De er begge på arbejdsmarkedet. Manden (M) arbejder for en gardinforretning i Randers og kører rundt i det meste af landet, mens kvinden (K) arbejder som pædagog i Svendborg. De har to voksne børn, som er flyttet hjemmefra og tre børnebørn, som de også bruger en del tid sammen med. Familien betegner sig selv som miljøbevidste. De er ikke fanatiske, som de siger, men de tænker da over tingene

"I forvejen synes jeg, at jeg har været sådan rimeligt miljøbevidst, og det var nok også en af grundene til, at vi i sin tid faldt for huset, for det var jo noget, vi allerede arbejdede med alt det, vi kunne. Men da vi så kom hertil, var der alligevel nogle ting, vi blev mere opmærksomme på"

De er altså en familie, som gerne vil handle miljøbevidst, og som også allerede inden de flyttede ind i kvotehuset tænkte over deres forbrug. Man kan derfor også argumentere for, at de måske er mere modtagelige overfor kvotehusets budskaber end den gennemsnitlige familie. I hvert fald påpeger de selv, at der er ting de er blevet mere opmærksomme på efter de flyttede ind i huset, men de fremhæver også, at det ikke er de her "bevidsthedsfremmende" elementer, der er det vigtigste for dem i huset. Det er en positiv merværdi, men det er huset som helhed, de er faldet for. Allerede da vi snakkede med dem i begyndelsen af projektet, lagde de vægt på, at det var et hus med en god fornemmelse – og også en fornuftig pris, og at det var de primære årsager til, at de blev interesserede i huset

"Det er sjovere end et almindeligt parcelhus. Det er venligt og der er en god akustik. Det er et roligt hus. Vi havde en god fornemmelse med det samme, vi kom ind i det."

De nævner ikke af sig selv husets tiltag i forhold til at optimere forbrug af ressourcer eller teknologien i huset som grunde for købet. Det er mere følelsen af, at det er et rart sted at være, lyset og akustikken, de lægger vægt på.

"Selv huset er dejligt. Det er et dejligt hus at komme hjem til. Der er et godt klima herinde, synes vi. Det fungerer, det der skal"

For familien er kvotehuset først og fremmest et hjem, hvor de skal have en hverdag til at fungere, og deres oplevelse af huset og de forskellige tiltag skal forstås i denne kontekst. De fremhæver selv primært funktioner som viktualierum, væksthus, tørregård og soveværelse, når de skal pege på Kvotehusets særlige kvaliteter, mens de mere teknologiske tiltag og kvoten ikke umiddelbart fremhæves. De fortæller også, at de bliver mere og mere glade for huset i takt med, de selv mere og mere sætter deres eget præg og lærer huset at kende. De havde en del indkøringsproblemer, da de først flyttede ind i huset, men det meste af det er der ved at være styr på nu, og de nyder at bo i huset

"Vi er blevet mere og mere glade for at bo her, nu hvor vi også har fået noget have op og sådan noget. Alt det der bare, det kunne vi ikke rigtig leve med, så vi har virkelig haft gang i en helt masse ting."

3 Kvotehuset og kvoten

For at definere kvoten til den nuværende familie i Kvotehuset, blev der udregnet to kvoter. Én kvote fastlagt for et referencetypehus i samme størrelse som Kvotehuset, opført som Lavenergiklasse 2015, og ydermere antaget beboet med en gennemsnitlig beboer, dvs. et vand-, varme og elforbrug svarende til gennemsnittet i Danmark. En anden kvote udregnet for familien i Kvotehuset, med formodningen om at de forskellige indbyggede tiltag vil have en positiv indflydelse på energiforbruget og hjælpe beboerne til et forbrug under gennemsnittet/middelværdien.

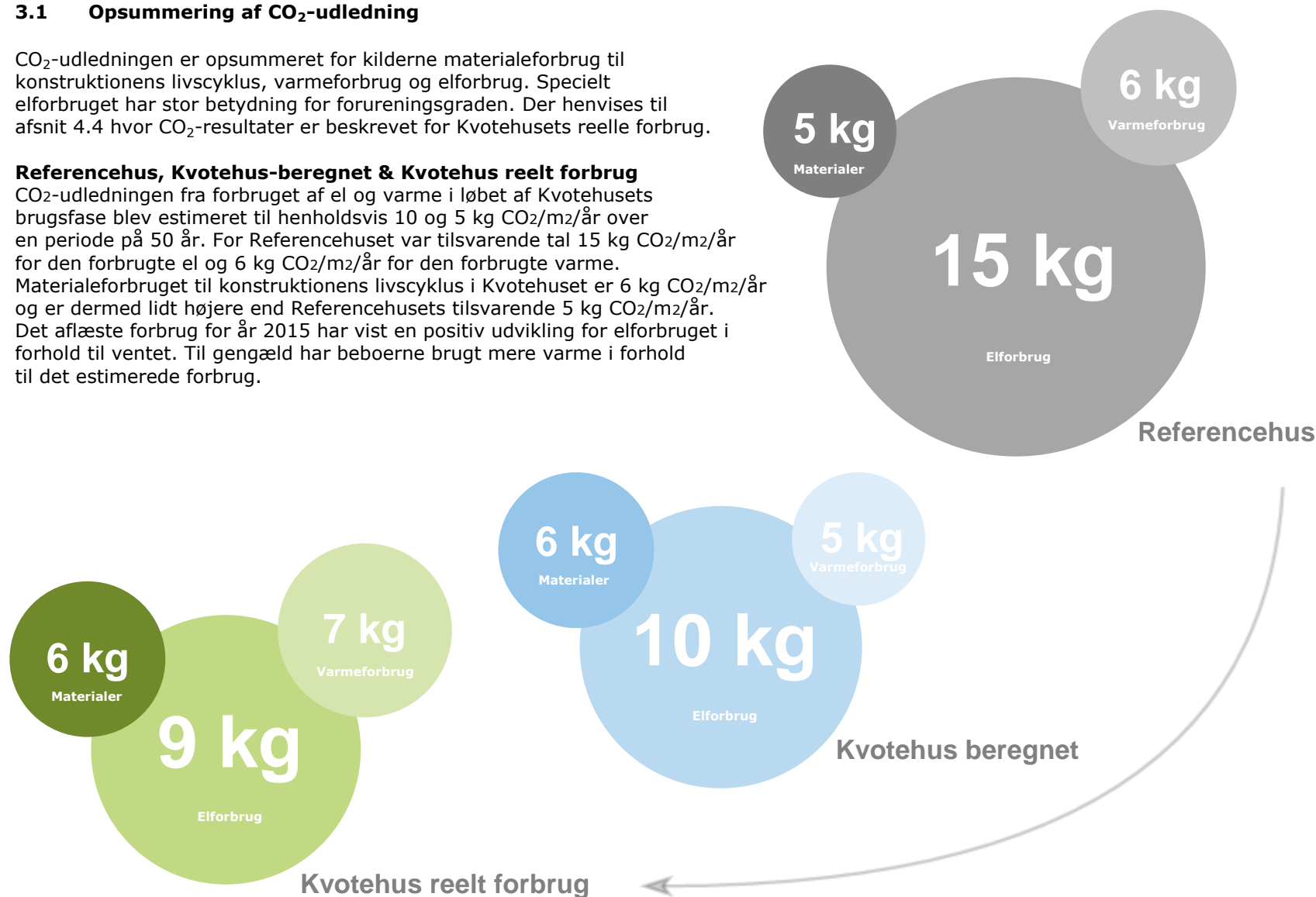
Eftersom Kvotehuset i dag bebos af et ægtepar uden hjemmeboende børn, blev kvoten i begge beregninger udregnet for 2 personer. Parcelhuse beboet af to personer vil typisk have et højere forbrug per person end samme hus med flere personer idet mange forbrugstyper, såsom køleskab, fryser og rumvarme, benyttes uanset beboerantal.

3.1 Opsummering af CO₂-udledning

CO₂-udledningen er opsummeret for kilderne materialeforbrug til konstruktionens livscyklus, varmeforbrug og elforbrug. Specielt elforbruget har stor betydning for forureningsgraden. Der henvises til afsnit 4.4 hvor CO₂-resultater er beskrevet for Kvotehusets reelle forbrug.

Referencehus, Kvotehus-beregnet & Kvotehus reelt forbrug

CO₂-udledningen fra forbruget af el og varme i løbet af Kvotehusets brugsfase blev estimeret til henholdsvis 10 og 5 kg CO₂/m²/år over en periode på 50 år. For Referencehuset var tilsvarende tal 15 kg CO₂/m²/år for den forbrugte el og 6 kg CO₂/m²/år for den forbrugte varme. Materialeforbruget til konstruktionens livscyklus i Kvotehuset er 6 kg CO₂/m²/år og er dermed lidt højere end Referencehusets tilsvarende 5 kg CO₂/m²/år. Det aflæste forbrug for år 2015 har vist en positiv udvikling for elforbruget i forhold til ventet. Til gengæld har beboerne brugt mere varme i forhold til det estimerede forbrug.



3.2 Monitorering af forbrug

Kvotehuset er udstyret med intelligente stikkontakter, betjeningstryk og lampeudtag fra producenten Zensehome. Hver enkelt stikkontakt og lampeudtag registrerer og opsamler løbende forbruget fra enheden, og al data samles i en boks i eltavlen. Udover at monitorere forbruget i hele huset, giver systemet også direkte feedback til beboerne med hensyn til kvoten via en tablet. Systemets programmeringsmuligheder er utallige; f.eks. kan et betjeningstryk i soveværelset eller stikkontakten ved din seng, programmeres til at slukke al standby i hele huset.

Med Zensehome-systemet, forbrugsmålinger af fjernvarme og bimålere på både varmt og koldt brugsvand, er der fuldt overblik over alle forbrug i Kvotehuset. Forbruget illustreres i dag løbende på en skærm i form af en status for familiens isbjørn samt tilhørende søjlediagrammer med feedback på individuelle forbrugskategorier. Hvis der er langt til overskridelse af kvoten er isbjørnen glad og svømmer rundt på en stor isflage. Jo mere forbruget nærmer sig kvoten jo mindre isflage har isbjørnen at klamre sig til.



Figur 1 – Skærmen placeret i huset til monitorering af forbrug i forhold til kvote



Figur 2 – Plan for målere

Stikkontakt (SPR-0701)

Multimedia/TV placeret i Multirum

Enhed

Id	52595
Beskrivelse	Multimedia/TV
Placering	Multirum
Forbrugs kategori	IT og multimedia

Hjemme simulering

Hjemme simulering aktiv	Nej
-------------------------	-----

Fjernstyring

Tillad styring fra PC og Mobil	Ja
--------------------------------	----

Betjeningstryk

Langt tryk	Ingen
------------	-------

Indikatorlys

Guide lys altid tændt	Ja
Guide lys niveau i %	5 %
Aktiveret lys niveau i %	80 %

Automatisk Sluk

Id
Indtast ID (kan ses under strekkoden) eller benyt strekkode scanner
Bemærk: at vinduet lukkes umiddelbart efter hvis det er første gang ID ændres.

Aktion	Aktiv	Dage	Tidspunkt	Betingelse	Aktion

Dynamisk overførsel

Figur 3 – Eksempel på indstillinger for stikkontakt i Multirum og programmeringsmuligheder

3.3 Forbrugsenheder, CO2 og økonomi

For at sammenligne diverse forbrugsenheder, CO2 og økonomi er der anvendt data fra Kvotehusets tilhørende forsyningsværker i Nyborg. Nedenstående Tabel 1 angiver forholdene herimellem.

Tabel 1 CO2-udledning og energifgifter for Nyborg

	Udledning pr. forbrugsenhed	Energipris	Pris pr. kg. udledning
EI	0,547 kg CO2/kWh	1,99 kr/kWh + 664 kr/år	3,64 kr/kg CO2
Varme	0,13 kg CO2/kWh	0,495 kr/kWh + 500 kr/år+16 kr/m ²	3,81 kr/kg CO2
Vand	0,284 kg CO2/m ³	17,38 kr/m ³ + 500 kr/år	61,10 kr/kg CO2

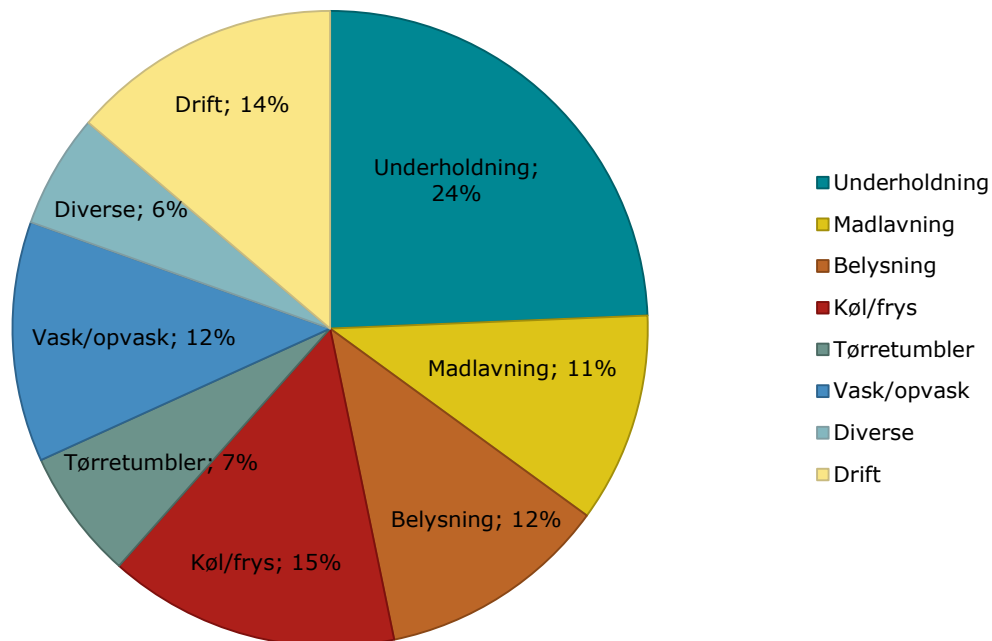
3.4 Vandforbrug

Referencetypehuset blev, via markedsanalyse, fastsat til at have et årligt vandforbrug på ca. 43 m³ pr. person svarende til et samlet forbrug på 284 CO2-ækvivalenter til koldt og varmt brugsvand. Kvotehusets kvote blev begrænset til 34 m³ pr. person, altså en 21 % reduktion af referenceforbruget, svarende til 236 CO2-ækvivalenter inklusiv koldt og varmt brugsvand. Det reducerede forbrug var primært forventet på grund af det installerede smileydisplay på bruserens blandingsbatteri, der med lys vil signalere hvor langt badet bør være. Der var ligeledes forventet en besparelse ved hjælp af vandbesparende luftblandere på vandhaner og ydermere skulle kvotens påvirkning på beboernes brugeradfærd reducere vandforbruget.

Beboerne i Kvotehuset havde i deres tidligere bolig et højt vandforbrug på ca. 59 m³ pr. person. Selv med de mange tiltag i Kvotehuset er det meningen at familien alligevel skulle få behov for at "tænke sig om" og bidrage med mere hensigtsmæssige adfærd i forhold til at overholde vandkvoten.

3.5 Elforbrug

For referencehuset med to personer blev der tildelt et årligt elforbrug på 3762 kWh svarende til 2058 CO2-ækvivalenter. Fordelingen af elforbruget er illustreret i Figur 4. Fordelingen er baseret på opgørelser fra SBI og Bolius, dog med vurderingsmæssige ændringer, da elforbruget til belysning formodentligt er reduceret i nyere boliger i forhold til gennemsnittet, med sparepærer som efterhånden har vundet indpas i de fleste hjem. Til gengæld blev forbruget til madlavning øget, da studier viser at danskere får mere køkkenudstyr og arbejder længere i køkkenet.



Figur 4 – Forbrugsfordeling for elforbrug i referencetypehuset

Kvotehusets kvote for el blev reduceret til 2594 kWh svarende til 1419 CO₂-ækvivalenter eller en 31 % reduktion i forhold til referencehuset. Besparelsen skulle hentes flere steder:

- I køkkenet skulle den installerede dobbeltovn, give beboerne mulighed for kun at opvarme en halv ovn i stedet for en hel ovn.
- Der blev forventet store besparelser på belysningsforbruget og andet udstyr i huset. Dette skyldes avancerede stikkontakter, som alle indeholder forbrugsmålere til opsamling af data samt direkte feedback til forbrugerne via Zensehome-systemet.
- Familien skulle fjerne alt forbrug til tørretumbling idet Kvotehuset er sammenbygget med en overdækket tørregård, der giver let adgang til at ophænge vasketøj i stedet for at tørre det i maskinen.

Ægteparret, der bor i Kvotehuset har i deres tidligere bolig haft et elforbrug svarende til lidt under gennemsnittet (ifølge DONG energy) og det var derfor ikke forventet at familien ville få svært ved at omstille sig til et forbrug svarende til den fastsatte el-kvote.

3.6 Varmeforbrug

Både referencehuset og Kvotehuset blev beregnet som Lavenergiklasse 2015 på 141 m² og et dertilhørende varmeforbrug svarende til ca. 30 kWh/m². For begge kvoter blev der antaget at boligerne ville opvarmes yderligere til 22 °C, for at sikre så stor overensstemmelse med virkeligheden som muligt, idet forskning viser, at en stor del af energigevinsten i de velisolerede nye huse omsættes af beboerne til en højere komforttemperatur.

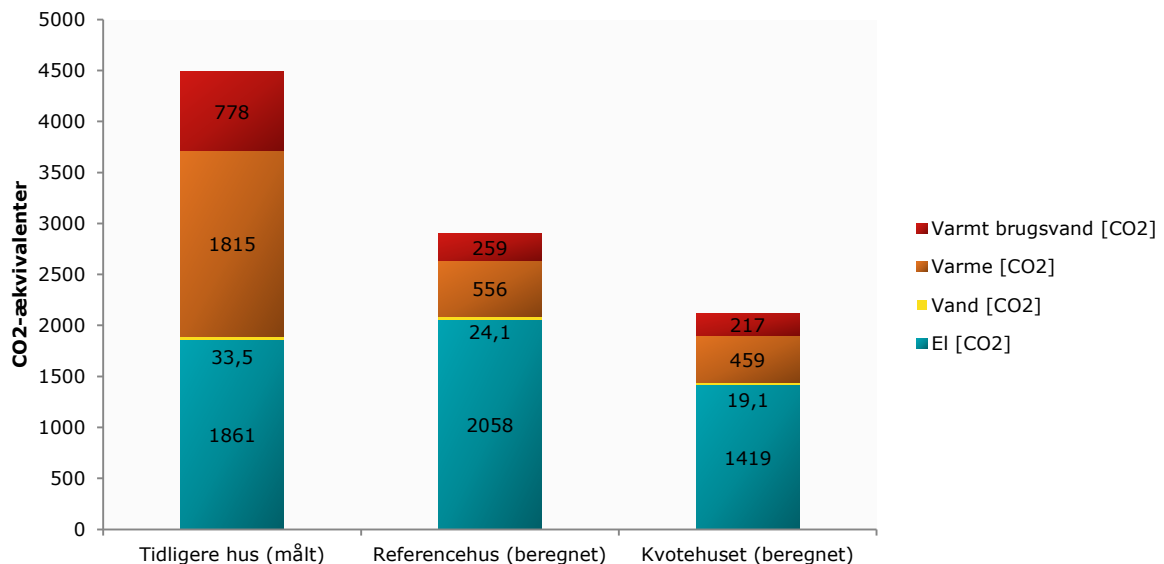
Referencehusets varmeforbrug ville, grundet normale termostatventiler (ikke Danfoss living) være en smule højere. Danfoss living termostaterne kan nemlig afhjælpe unødigt energiforbrug under udluftning, hvor de intelligente Danfoss termostatventiler kan registrere udluftningen og lukke ned for varmen. For referencehuset medførte dette en kvote på 556 CO₂-ækvivalenter.

I Kvotehuset ville de intelligente termostatventiler med gradanvisning sikre, at der ikke blev opvarmet til mere end de 22° C samt automatisk lukning for varmen, hvis beboerne åbner for et vindue for udluftning uden at skrue ned for varmen.

Derfor blev varmekvoten fastsat til 459 CO₂-ækvivalenter for Kvotehusets beboere svarende til en reduktion på 18 %.

3.7 Kvotesammenligning

Nedenstående Figur 5 viser en sammenligning af familiens tidligere forbrug opgjort i CO₂-ækvivalenter sammenlignet med kvoten i hhv. referencehuset og kvotehuset. Det ses, at især varmtvandsforbruget blev markant reduceret i Kvotehusets kvote. Derfor skulle familien i særdeleshed arbejde sammen med huset for at overholde kvoten.



Figur 5 – Sammenligning af CO₂-ækvivalenter for hhv. tidligere hus, referencehuset og i Kvotehuset, som familien skal følge

3.8 Kategorisering af forbrug

De mange målere, vist på Figur 2, er grupperet i forhold til nedenstående liste over forbrugskategorier. Det har gjort det muligt at analysere og evaluere specifikt i forhold til de enkelte aktiviteter og forbrugstyper.

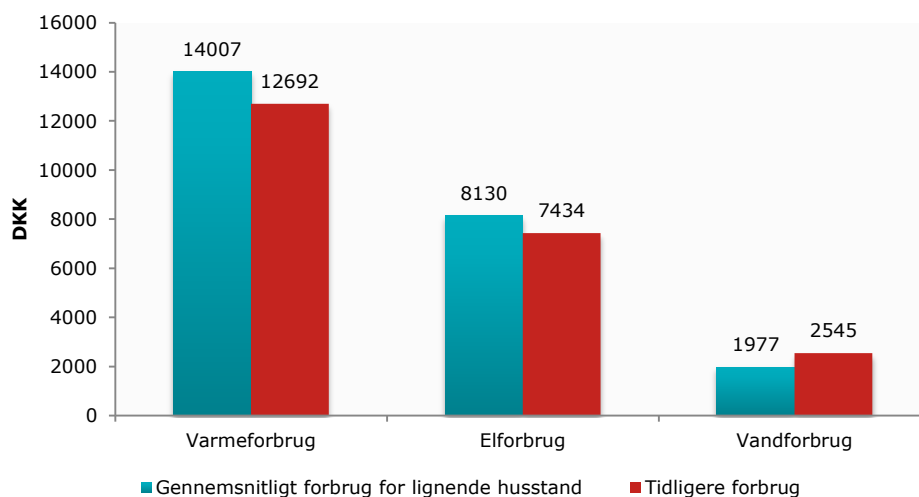
- El [kWh]
 - Belysning
 - Diverse
 - It og multimedie
 - Køkkenudstyr
 - Køle/frys
 - Sikkerhed
 - Drift
 - Vask og tumbler
 - Værksted og hobby
- Varme [kWh]
 - Rumvarme
 - Opvarmning af brugsvand
- Vand [m³]
 - Koldt brugsvand
 - Varmt brugsvand (VBV)

4 Evaluering af forbrug

4.1 Familiens tidligere forbrug

Forbrugsvaner kan være meget forskellige og varierer fra person til person. Undersøgelser viser, at helt ens husstande med samme antal personer i samme aldre, kan have varmekonsumtion der svinger 300% som følge af forskellige livsstile og energivaner. Derfor er det vigtigt, at fastslå hvorvidt familiens tidligere forbrug indikerer noget om, hvilken type af forbrugere de nuværende Kvotehusboere er.

Beboerne har oplyst deres varme-, el- og vandforbrug for de 3 seneste år før indflytning i Kvotehuset. Disse oplysninger danner grundlag for den anvendte fordelingsnøgle i kommende afsnit. Deres tidligere hus bestod af 145 m² opvarmet etageareal af energimærket F, heraf 45 m² opvarmet kælder. Antallet af beboere i det tidligere hus var ligeledes 2 personer, altså ingen hjemmeboende børn. Der var brændeovn i boligen som familien benyttede delvist. Figur 6 viser beboernes tidligere økonomiske forbrug i forhold til en lignende husstand med 2 personers gennemsnitlige økonomiske forbrug.



Figur 6 - Tidligere forbrug versus gennemsnitlig forbrug [DKK]

Varmeforbruget i beboernes tidligere bolig er sammenstykket ud fra oplysninger om et gennemsnitligt gasforbrug samt et antal kubikmeter træ til brændeovnen. Resultatet viser at familien brugte mindre end den sammenlignelige gennemsnitshusstand. Beboerne forklarede at huset egentligt var godt isoleret, men på grund af en udestue med mulig el-gulvvarme, havde huset fået energimærket F. Dette kan tale for at det gennemsnitlige varmekonsumtion burde nedjusteres en smule eftersom beboerne aldrig brugte udestuen i vinterkvartalet. Elforbruget var i den tidligere husstand ca. 9 % mindre end gennemsnittet, mens vandforbruget var 38 % større end gennemsnittet. Samlede forbrugsdata kontra gennemsnitlige forbrug i kWh og m³ vises i Tabel 2.

Tabel 2 - Tidligere forbrug versus gennemsnitlige forbrug [kWh & m³]

	Varmforbrug [kWh]	Elforbrug [kWh]	Vandforbrug [m ³]
Gennemsnitligt forbrug	22.599	3.752	85
Tidligere forbrug	19.943	3.402	118

4.2 Sammenligningsgrundlag

For at sammenligne det reelle varmekonsum med den fastlagte kvote er der foretaget en graddøgnskorrigeret. Dette vil tage højde for udsving i vejret i det målte år, set i forhold til et gennemsnitssår. Det målte forbrug fra år 2015 korrigeres således at det bliver sammenligneligt med den fastlagte kvote. Der er anvendt lokale graddøgnstata fra Nyborg Forsyning & Service A/S.

Forbruget i Kvotehuset er aflæst i forskellige enheder (kWh og m³). Derfor indføres også de såkaldte CO₂-ækvivalenter som et fælles sammenligningsgrundlag, der samtidig indikerer miljøpåvirkningen. Endvidere anvendes økonomi som en fællesnævner til visualisering af forbruget.

Følgende afsnit vil forsøge at sammenholde beboernes tidligere forbrug, et referencehus, Kvotehusets kvote og det nuværende forbrug i kvotehuset. Flowet i graferne, fra venstre mod højre, symboliserer det tidsmæssige forløb fra tidligere forbrug → reference og kvote beregning → nuværende forbrug. Følgende forudsætninger er gældende for diverse fordelingsnøgler til sammenligning:

Tidligere hus (målt):

Se afsnit 4.1

Referencehus (beregnet):

Fordelingen af energiforbrug for referencehuset er baseret på typiske gennemsnitlige forbrug for et standard energimærke A hus. Med andre ord, er denne fordelingsnøgle repræsentativ for et hus magen til Kvotehuset, bare uden de intelligente og kvotebaserede designtiltag.

Kvotehuset (beregnet):

Energiforbruget som knytter sig til den fastsatte kvote blev fastlagt ud fra et større litteraturstudie samt analysearbejde. Med udgangspunkt i alle energiforbrugende enheder som anvendes i en typisk husstand, blev energibudgettet for Kvotehuset sammenstyknet. Se afsnit 3.

Nuværende forbrug (målt):

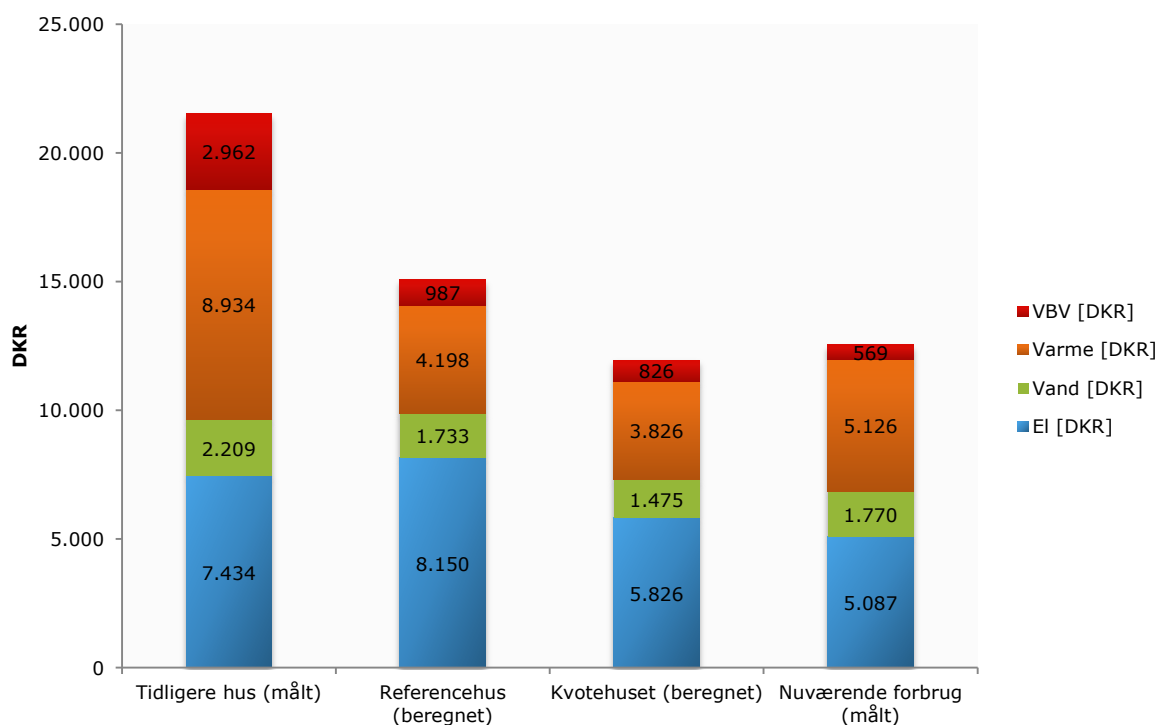
Der er siden indflytning i Kvotehuset pr. 1. december 2014, opsamlet forbrugsdata med en relativ høj detaljeringsgrad. Alle individuelle enheders elforbrug kan adskilles i målingerne. Der kan ydermere skelnes mellem registreringer af energiforbrug til varmt vand og rumvarme, samt andelen af koldt vand versus varmt vand som angivet i afsnit 0. Fordelingsnøglen for den brugte energi er præsenteret på baggrund af disse detaljerede målinger.

4.3 Det aflæste forbrug

Tabel 3 viser de faktisk målte (aflæste) forbrug, sammenlignet med hhv. aflæst forbrug i tidligere hus, beregnet forbrug i et referencehus og beregnet forbrug i Kvotehuset. Figur 7 viser samme registrerede forbrug konverteret til økonomi. I afsnit 4.4.1 til 4.4.4 analyseres de individuelle forbrugskategorier. Der er ikke medregnet spildevandsafgifter i vandforbrug. Varmeforbruget er grad-døgnskorrigeret.

Tabel 3 - Sammenligning af de aflæste forbrug [kWh og m³]

	Tidligere hus (målt)	Referencehus (beregnet)	Kvotehuset (beregnet)	Nuværende forbrug (målt)
EI [kWh]	3.402	3.762	2.594	2.223
Vand [m³]	118	85	67	87
Varme [kWh]	13.960	4.278	3.528	6.153
VBV [kWh]	5.983	1.994	1.668	1.150



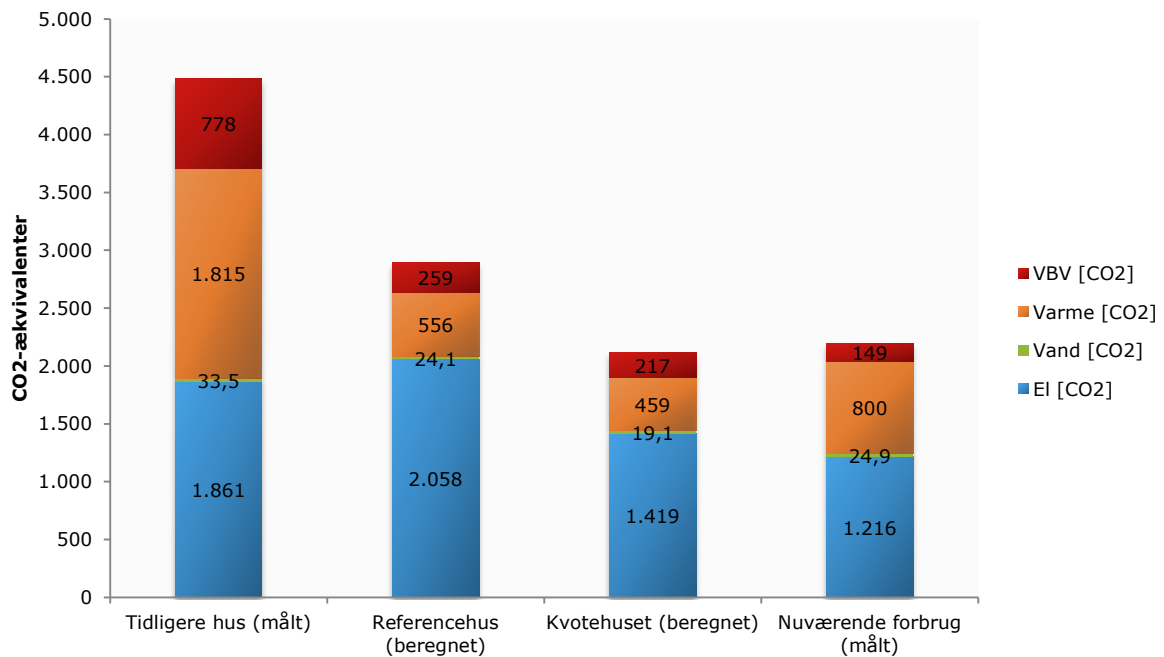
Figur 7 - Sammenligning af økonomiforbrug [DKK]

4.4 Resultater i CO2

Udledning af drivhusgasser kan være svært at forholde sig til, hovedsagligt på grund af de mange forskellige typer af gas. CO2-ækvivalenterne er indført som en miljøfaktor så man kan sammenholde de klimadestruktive gasser. Forekommer der mere eller mindre skadelige gasarter i produktionen af diverse energikilder, bliver de altså omregnet til CO2-ækvivalenter.

Kvotehuset blev opført som en del af Mini-CO2 husene i Nyborg. Projektet blev iværksat for at belyse bygningers mulige bidrag til at håndtere klimaforandringer. Lige præcis Kvotehuset giver et værdifuldt bidrag til undersøgelsen af CO2-udledningen i drift-fasen. For at kortlægge det reelle bidrag fra bygninger omregnes alt energiforbrug derfor til CO2-ækvivalenter.

Figur 8 viser Kvotehusets CO2-ækvivalente forbrug fra år 2015 til sammenligning. Det målte forbrug fra Kvotehuset stemmer samlet set omtrentligt overens med den beregnede kvote, mens det reelle forbrug totalt set i forhold til tidligere registreret forbrug ligger 52 % lavere, samt 35 % lavere end det beregnede forbrug i referencehuset.



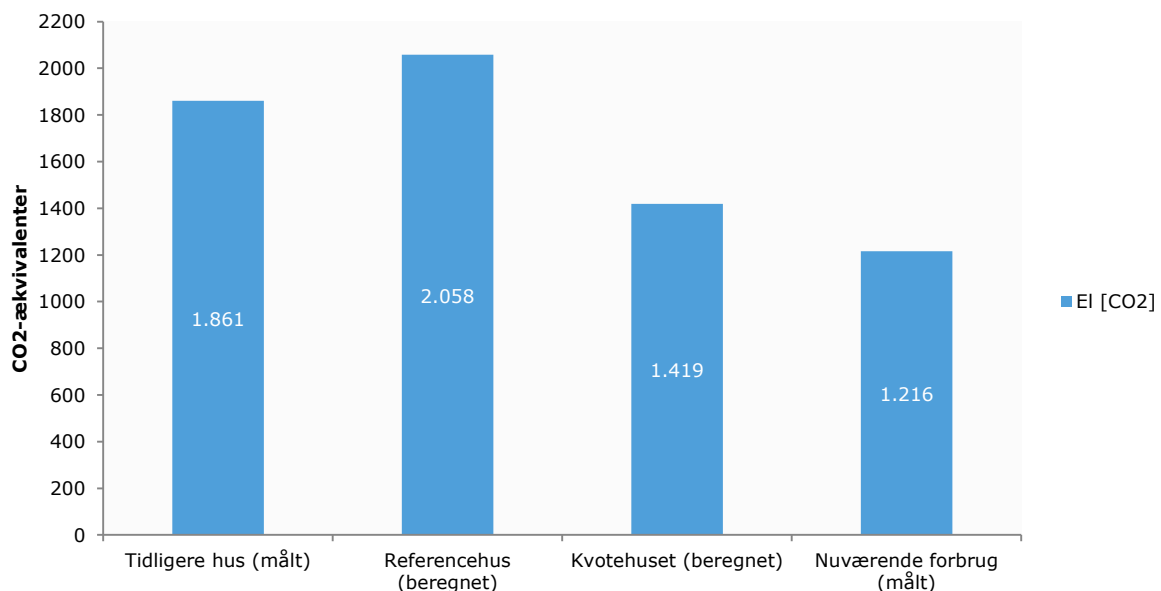
Figur 8 - Sammenligning af CO2-ækvivalenter

4.4.1 Elforbrug

Det reelle elforbrug i kvotehuset er lavere end ventet. Familien har endda reduceret deres elforbrug med 14 % i forhold til det kvoteberegnet for år 2015. Tabel 4 Viser alle registrerede data med tilhørende besparelserprocenter. Figur 9 viser det lave nuværende elforbrug fra Kvotehuset til sammenligning i CO₂.

Tabel 4 - Registrerede eldata med tilhørende besparelser

	Tidligere hus (målt)	Besparelse	Referencehus (beregnet)	Besparelse	Kvotehuset (beregnet)	Besparelse	Nuværende forbrug (målt)
Forbrug [kWh]	3.402	35%	3.762	41%	2.594	14%	2.223
Miljø [kg CO₂]	1.861	35%	2.058	41%	1.419	14%	1.216
Økonomi [DKK]	7.434	32%	8.150	38%	5.826	13%	5.087



Figur 9 - Elforbrug år 2015

Trods beboernes tilbagemelding om opstartsproblemer med enkelte stikkontakter, et ikkefungerende genvindingsanlæg og defekt udendørsbelysning, viser månedsfordelingen for det aflæste elforbrug en tydelig tendens som vist i Figur 10. Elforbruget er relativt ligeligt fordelt ud på månederne, dog med et forventet ekstraforbrug over vinterhalvåret. Dette indikerer at familien, trods den svære indkøring, generelt har opnået en positiv ændring i forhold til deres samlede elforbrug.

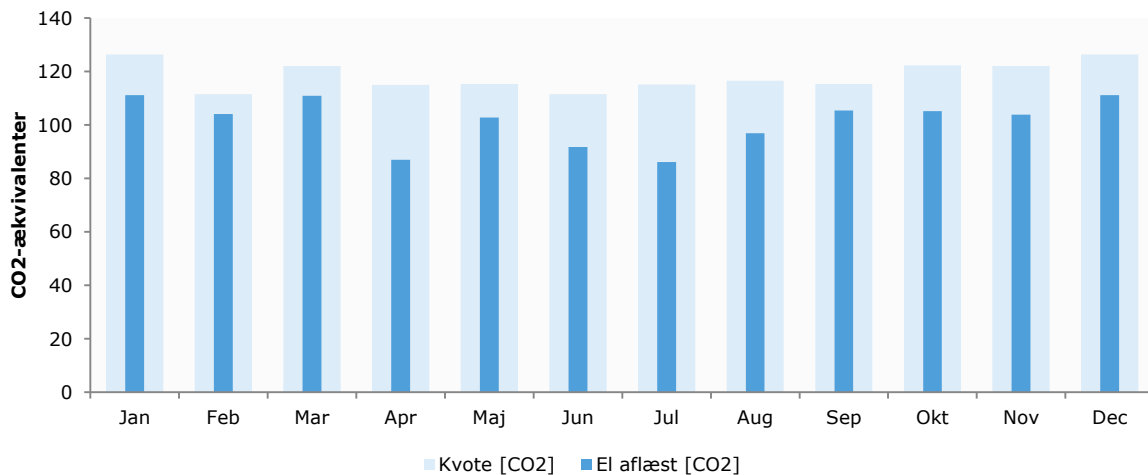
Beboerne italesætter selv en øget bevidsthed, som resultat af at være med i et projekt og flytte ind i et hus, hvor der er tænkt over de her ting.

"Og el, der vil jeg sige, vi var jo nok ikke specielt opmærksomme på sådan noget med energisparepærer i det gamle hus. Det er vi blevet her. Der var jo LED de fleste steder, da vi flyttede ind, og det har vi snakket om, at det er vi blevet mere bevidste. Tror kun vi har en enkelt halogen tilbage – ellers er resten skiftet"

Men K er faktisk også selv lidt overrasket over, hvor meget forbruget er reduceret. Hun synes jo også de tænkte over tingene inden de flyttede ind i huset, så det kommer faktisk lidt bag på hende, at reduktionen er så stor som den er.

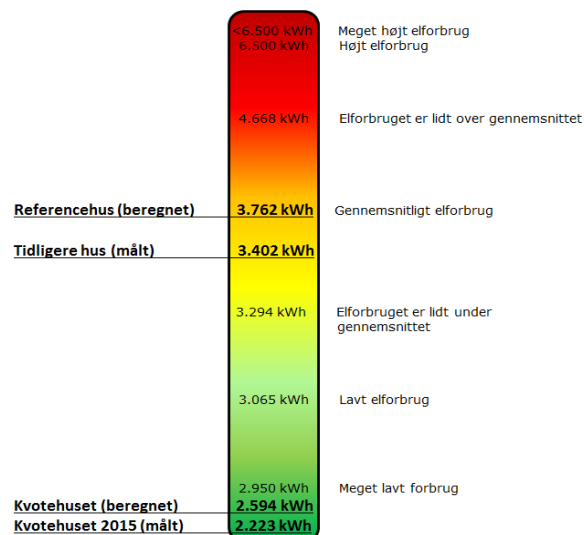
“Hold da fast, mand. Ja, når man ser det på den måde, så er det godt nok også meget, hva?”

De fastholder begge, at det ikke er fordi de har gjort en hel masse ting anderledes end de plejer. De fremhæver selv, at der er et bedre lys i kvotehuset, så det gør, at de ikke så ofte er nødt til at have lyset tændt, og så bruger de også “sluk- alt” knappen – når de husker det. K fortæller, at M lige har mindet hende om, at hun skal huske det om morgenen, for hun har det med at glemme det.



Figur 10 - Månedsfordeling for registreret elforbrug

For at belyse Kvotehusets nuværende elforbrug i forhold til husejernes tidligere elforbrug henvises der til Figur 11 som viser Kvotehusets ekstraordinære lave elforbrug, sat i forhold til Dansk Energis oversigt over fordelingen af danskernes elforbrug, tilpasset en husstand på 2 personer.



Figur 11 - Elforbrug i Kvotehuset år 2015 i forhold til tidligere og reference hus. (Kilde: DanskEnergi.dk - Referenceel- forbrug for parcelhus med 2 personer)

Familien fremhæver selv flere elementer som betydningsfulde for reduktionen af deres elforbrug. Viktualierummet gør, at de ikke har behov for så stort et køleskab, som de ellers ville have haft og tørregården gør, at de kan undvære en tørretumbler – alt sammen noget, der har været tænkt ind i husets design, netop for at understøtte en mere bæredygtig adfærd.

Der er dog også andre, mere uforudsete faktorer, der spiller ind på det lave forbrug. F.eks. bruger familien ikke deres køkken så meget. De synes emhætten larmer forfærdeligt, og den suger heller ikke særligt godt, så de er i stedet begyndt at bruge deres grill til at lave det meste af deres mad.

“Det er sjovt nok, jeg er faktisk gået lidt væk fra det komfur der. Også fordi, jeg synes faktisk det er hyggeligt at stå udenfor og lave mad. Vi har jo alltid rum herude- Og (M) kan også godt lide at grille - Og der er jo overdækket (grillen står i tørregården)”

Grillen bruger de året rundt, og så er der også et par gange om ugen, hvor de ikke spiser varm mad, så det betyder selvfølgelig også en del i det samlede regnskab. K vurderer, at de max laver varm mad på komfuret 1-2 gange om ugen, og det er faktisk mest, hvis de har gæster og skal lave meget mad, at komfuret tages i brug.

“Hvis vi laver mad til mange, så bruger vi selvfølgelig hele komfuret, men så vidt muligt, så laver vi så meget vi kan derude (på grillen)”

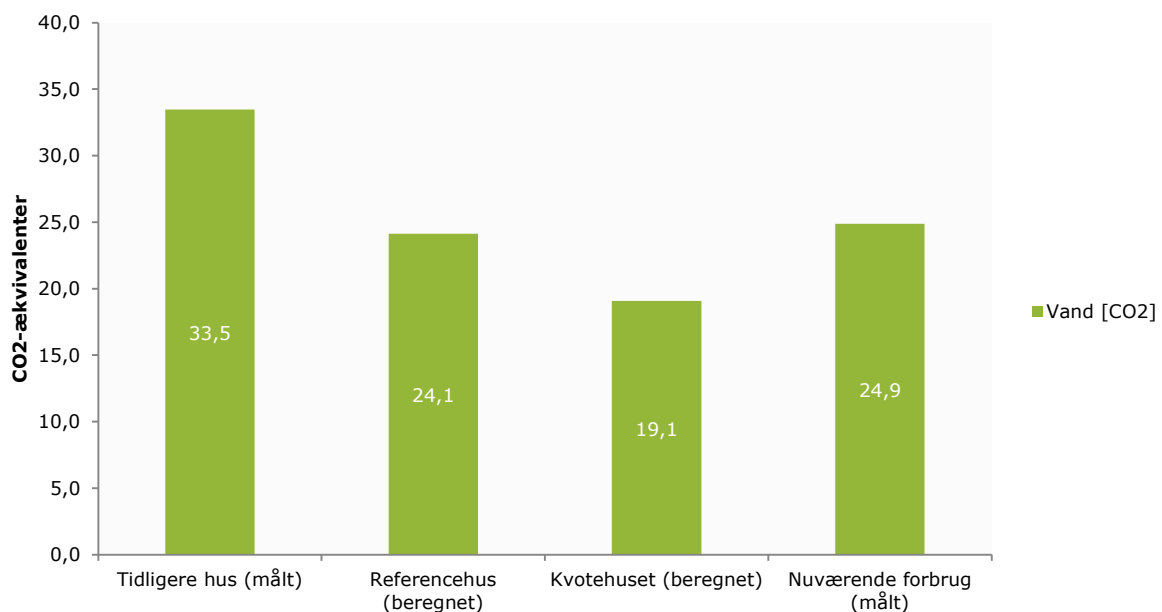
4.4.2 Vandforbrug

Vandforbruget i kvotehuset har generelt været højere end ventet som angivet i Tabel 5 og vist i Figur 12. CO₂-mæssigt har vand ikke den store indflydelse, ikke desto mindre er vand en nævneværdig miljømæssig og økonomisk post. Familien nævner i den sammenhæng at kvoteoversigten på den synlige tablet specielt i sommerperioden har hjulpet med at holde fokus på vandforbruget. Ved vanding af have i sommerperioden blev familiens kvote udfordret og de måtte i denne forbindelse tænke ekstra over forbruget. Grafen over månedsfordeling for det aflæste forbrug, som vist i Figur 13, viser hvordan vandforbruget er overskredet i alle måneder for år 2015.

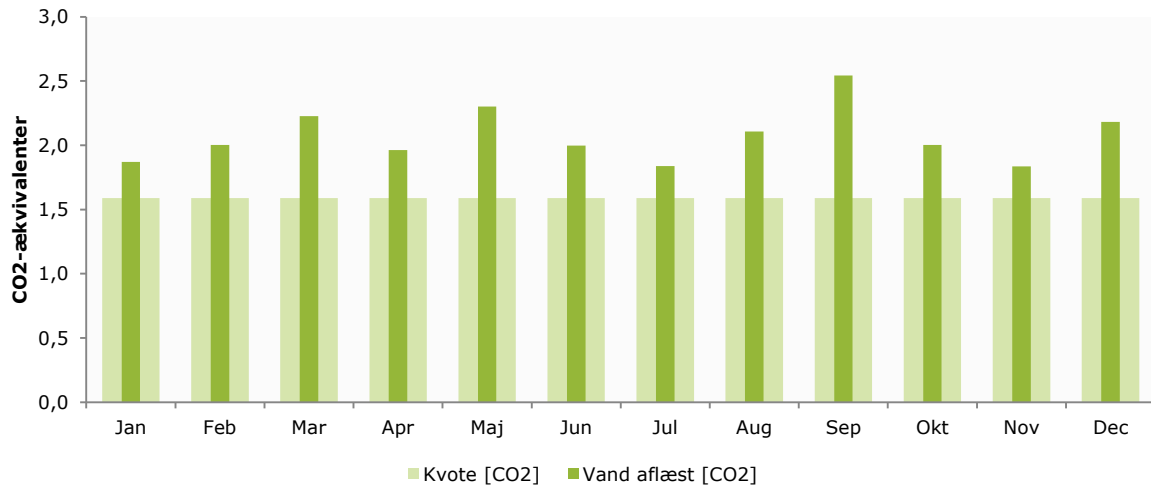
Det kvoteberegne vandforbrug er ikke opnået. I forhold til familiens tidligere bopæl, har familien dog reduceret deres vandforbrug markant.

Tabel 5 - Registrerede vanddata med tilhørende besparelser

	Tidligere hus (målt)	Besparelse	Referencehus (beregnet)	Besparelse	Kvotehuset (beregnet)	Besparelse	Nuværende forbrug (målt)
Forbrug [m³]	118	26%	85	-3%	67	-30%	87
Miljø [kg CO₂]	33,5	26%	24,1	-3%	19,1	-30%	24,9
Økonomi [DKK]	2209	20%	1733	-2%	1475	-20%	1770



Figur 12 – Vandforbrug år 2015



Figur 13 - Månedsfordeling for registreret vandforbrug år 2015

Familien er selv klar over, at vandforbruget er en af de tunge poster. Det skyldes (ifølge dem selv) primært havevanding. De har gjort meget ud af at få beplantet haven og dyrker også grøntsager. Det er noget som betyder meget for dem, og som de derfor heller ikke umiddelbart er villige til at gå på kompromis med, selvom det koster på vandkvoten. K har i år forspiret af to omgange, og det kræver noget vand at sørge for at grøntsagerne ikke går til og haven holder sig nogenlunde grøn.

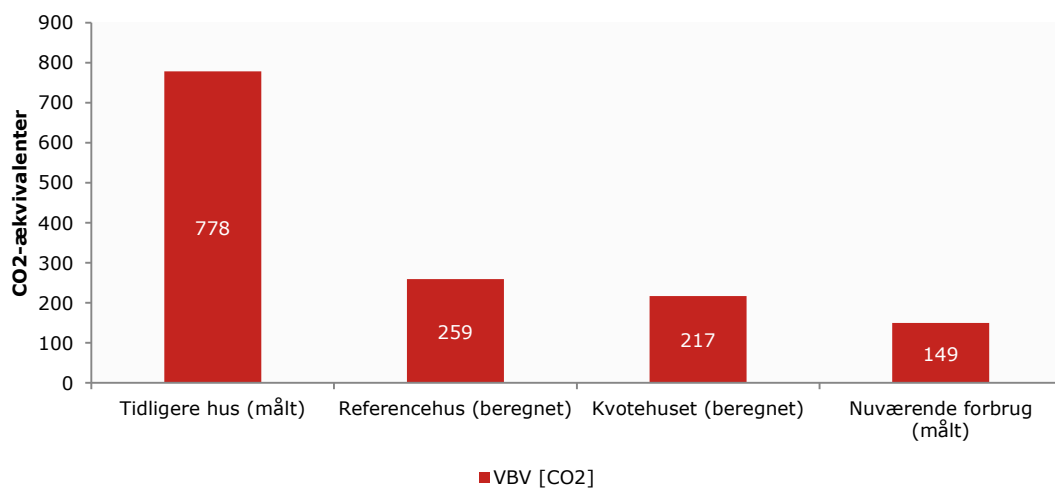
"Altså der skal jo noget vand til en have. Og vi kan godt lide at have nogle grøntsager. Og vi synes også, der skal være lidt beplantning, for ellers følte vi os meget bare her. Vi kan ikke rigtig leve uden at der bare skal være lidt, der gror op omkring os. Og så skal det jo selvfølgelig også have noget vand"

4.4.3 Varmtvandsforbrug

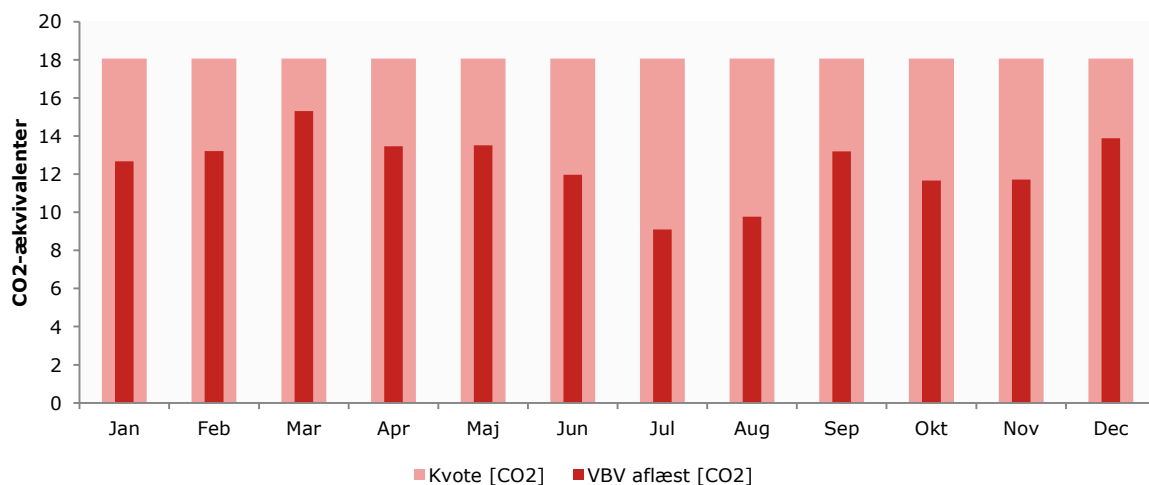
Det registrerede varmeforbrug til opvarmning af det varme brugsvand er ca. 1/3 mindre end forventet som angivet i Tabel 6 og illustreret i Figur 14. På månedsfordelingen, som vist i Figur 15, ses en tendens til et generelt lavt varmtvandsforbrug. Juli måned afviger fra tendensen, hvilket kan begrundes med beboernes fravær i sommerferiens uge 29 og 30. Andelen af forbrug til varmt brugsvand i tidligere husstand er estimeret ud fra en gennemsnitlig vurdering, hvor 1/3 af varmeforbruget anvendes til varmt brugsvand.

Tabel 6 - Registrerede varmtvandsdata med tilhørende besparelser

	Tidligere hus (målt)	Besparelse	Referencehus (beregnet)	Besparelse	Kvotehuset (beregnet)	Besparelse	Nuværende forbrug (målt)
Forbrug [kWh]	5.983	81%	1.994	42%	1.668	31%	1.150
Miljø [kg CO₂]	778	81%	259	42%	217	31%	149
Økonomi [DKK]	2.962	81%	987	42%	826	31%	569



Figur 14 - Varme til varmt brugsvand



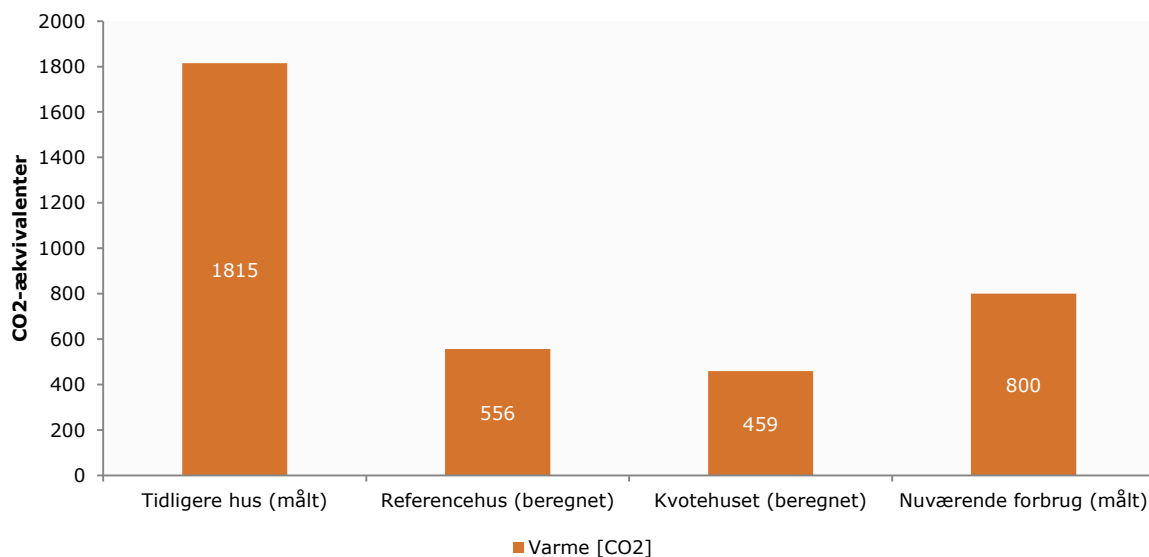
Figur 15 - Månedsfordeling for registreret varme til varmt vand

4.4.4 Varmeforbrug

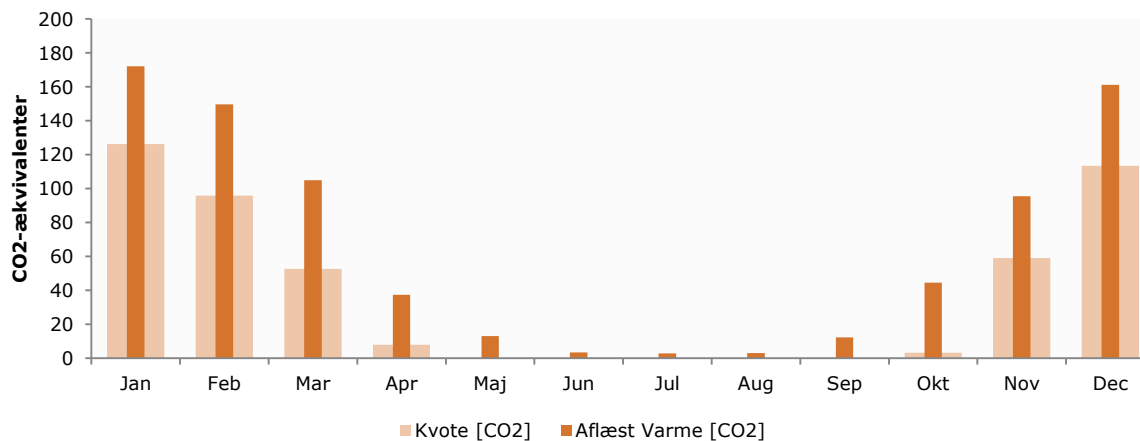
Varmeforbruget i Kvotehuset har generelt været større end ventet som vist i Figur 16. Ved nærmere undersøgelse af det registrerede forbrug i forhold til kvoten, ses der på månedsbasis en generel afvigelse. Beboerne nævner et sprunget fjernvarmerør fra oktober måned 2015, som dog giver den relative største afvigelse på månedsbasis. Varmeforbruget er graddøgnskorrigeret med respekt for komfortforbrug (gulvvarme) om sommeren. Månedsfordelingen er vist i Figur 17

Tabel 7 - Registrerede varmedata med tilhørende besparelser

	Tidligere hus (målt)	Besparelse	Referencehus (beregnet)	Besparelse	Kvotehuset (beregnet)	Besparelse	Nuværende forbrug (målt)
Forbrug [kWh]	13.960	56%	4.278	-44%	3.528	-74%	6.153
Miljø [kg CO₂]	1.815	56%	556	-44%	459	-74%	800
Økonomi [DKK]	8.934	43%	4.198	-22%	3.826	-34%	5.126



Figur 16 - Varmeforbrug



Figur 17 - Registreret varme forbrug i forhold til kvote

Især K synes der kan være lidt koldt om vinteren. Der er fodkoldt på klinkerne i køkken-alrummet, og hun føler det trækker fra genvindingen, når hun sidder i et bestemt hjørne af sofaen.

De har gulvvarmen tændt på badeværelset hele året, og skruer den lidt op i overgangsperioderne, så der ikke bliver koldt derude.

M: Jeg tror det er gulvvarmen, vi hæver lidt for at holde varmen. Der er lige den der overgangsperiode forår og efterår, hvor vi hæver den til 25 grader, fordi der slukker den jo, fordi der er varmt nok inde i rummet. Der kan godt være 24 grader inde i rummet, hvor den er slukket, men hvis jeg bare hæver den til 25, så giver det lige lidt lune til gulvet. Ellers står den normalt på 21 – 22 grader

Figur 17 kunne godt åbne op for spørgsmålet om, hvorvidt den fastsatte kvote er realistisk beregnet. Før dette ville kunne besvares med sikkerhed, bør en lang række parametre undersøges. Der henvises til afsnit 8.1.4 for nærmere redegørelse.

4.5 Perioder med merforbrug

Ved nærmere analyse/undersøgelse af de registrerede data, er der observeret nogle forbrugsudslag som er evalueret. Undersøgelserne blev igangsat for at opnå bedre indsigt i årsagerne til de forhøjede eller lavere forbrug samt muligheden for en eventuel justering af kvoten.

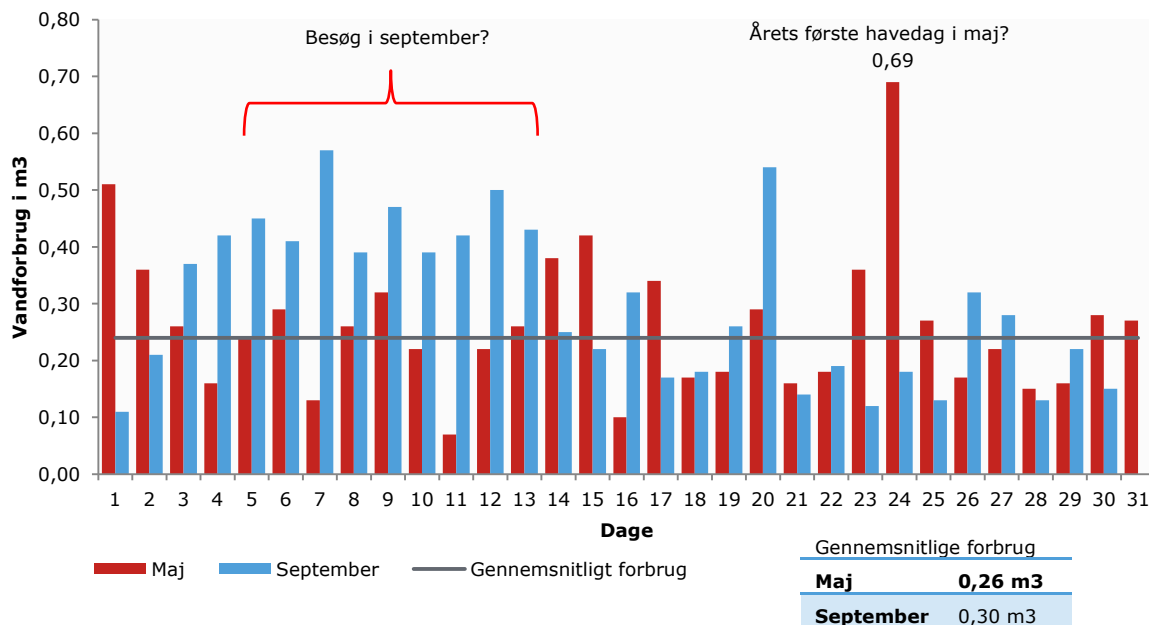
4.5.1 Vandforbrug

Vandforbruget i månederne maj og september blev udvalgt til nærmere analyse eftersom forbruget i disse måneder lå væsentligt højere end ventet. Som det ses på Figur 18 er der nogle udslag. F.eks. blev der den 24. maj brugt 0,69 m³ vand svarende til et ekstra forbrug på 430 liter vand (0,43 m³), i forhold til det gennemsnitlige forbrug. Dette ekstraforbrug kan sammenlignes med at lade bruseren løbe ca. 35 minutter yderligere efter det bad som beboerne allerede havde taget den dag.

Beboerne havde et forøget vandforbrug i perioden 3-13. september. Det gennemsnitlige forbrug, for denne periode, var næsten fordoblet i forhold til normalen. Samtidig synliggjorde dataopsamlingen et stort ekstraforbrug d. 24. maj. Beboerne bekræftede anelser om besøg og årets første havedag.

”Der var på et tidspunkt, vores børn boede her. Hvornår var det nu, det var? De boede her en hel uge jo. En familie på tre. De lavede et eller andet med deres hus, hvor de var nødt til at være her, men jeg kan altså ikke lige huske, hvornår det var. Det var nok april eller maj, så det passer jo meget godt med, at forbruget har været højere der.”

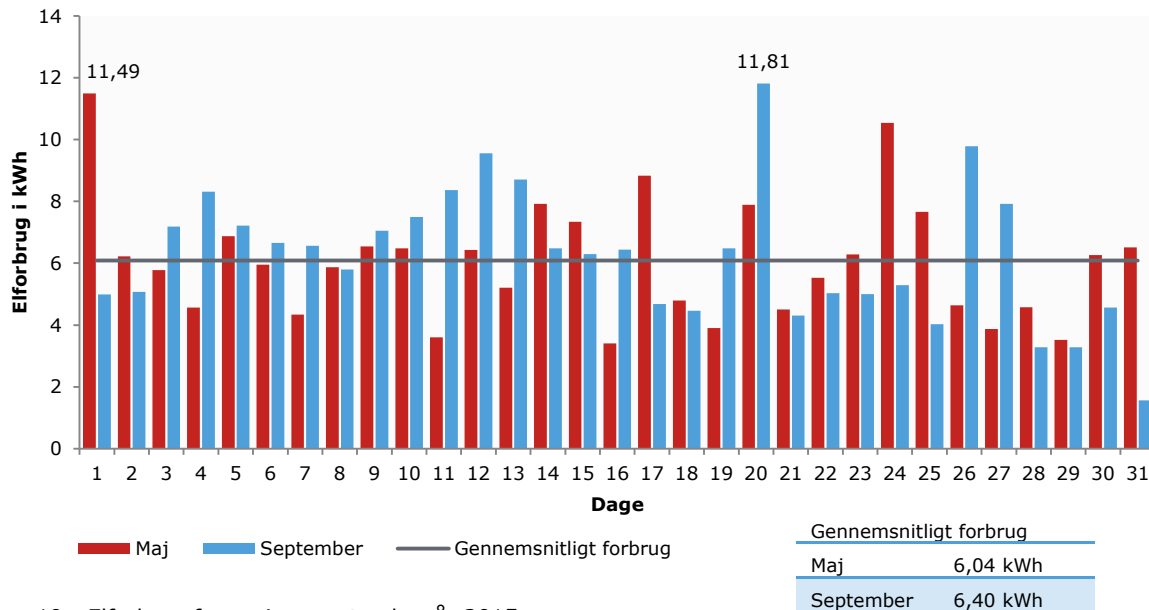
”Men der går meget til alle de bede – og vi har også plantet en del pil og sommerfuglebuske og andre ting i maj sidste år”



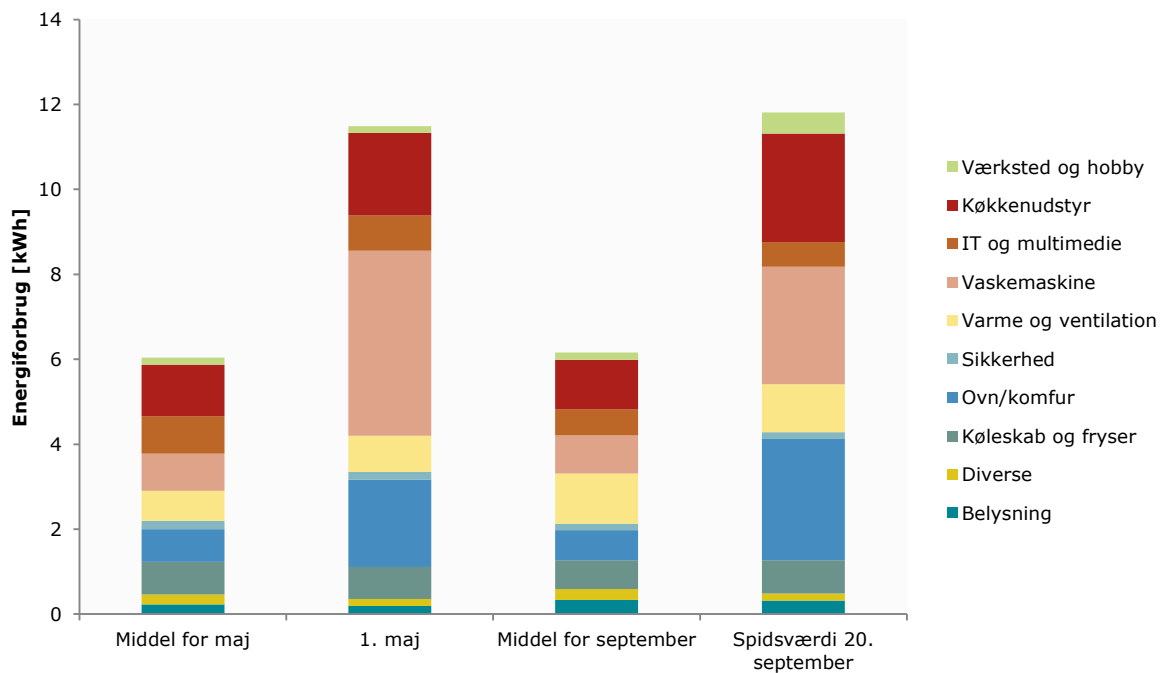
Figur 18 - Vandforbrug i maj og september år 2015

4.5.2 Elforbruget

Elforbruget er ligeledes analyseret for månederne maj og september som illustreret i Figur 19, hvor der ses nogle uregelmæssigheder. Tendensen for spidsværdier er relativt ens eftersom afvigende merforbrug skyldes at tøjvask og køkkenbrug, herunder ovn, komfur og andet køkkenudstyr, udnyttes væsentligt mere de pågældende datoer, se Figur 20.



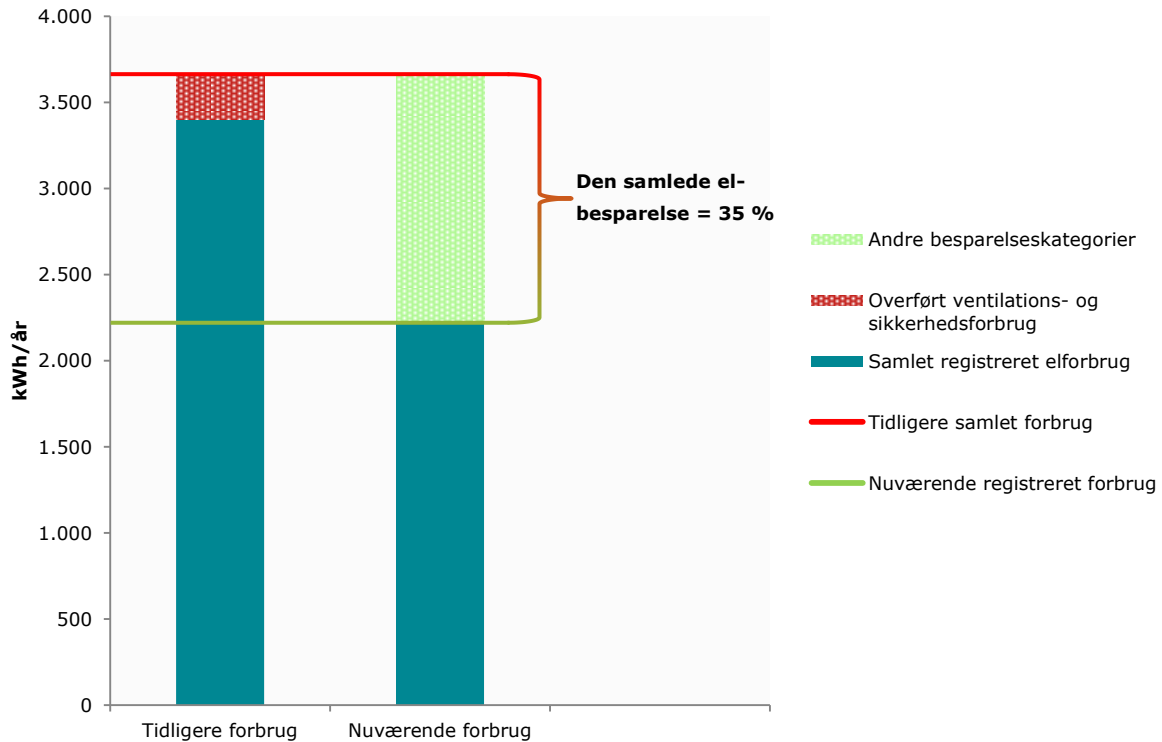
Figur 19 - Elforbrug for maj og september år 2015



Figur 20 - Spidsværdier for udvalgte datoer i forholdt til middelværdier for samme pågældende måned

5 Overordnet vurdering af Kvotehusets elementer på elforbruget

Mange af Kvotehusets elbesparende tiltag har medvirket til et lavere elforbrug, men præcist hvor meget de forskellige elementer individuelt har bidraget, er svært at sige med sikkerhed, eftersom beboernes tidligere forbrug ikke er monitoreret. Realiteten er dog, at elforbruget er langt mindre på trods af et forventet merforbrug til ventilation og sikkerhed. Figur 21 viser de respektive registrerede elforbrug, tillæg for ventilation og sikkerhed, samt den opnåede elbesparelse.

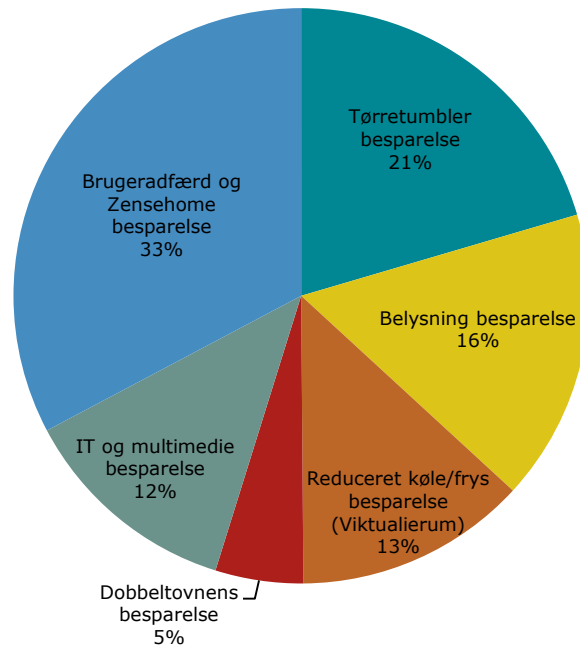


Figur 21 - Elforbrug og besparelser som følge af Kvotehusets påvirkning

Som illustreret i ovenstående graf udgør den samlede elbesparelse 35% i forhold til familiens tidligere forbrug. Besparelserne kan overordnet tilskrives følgende energibesparende forhold i Kvotehuset:

- Overdækket tørregård (besparelse pga. ingen brug af tørretumbler)
- Dobbelt ovn
- Belysning med LED samt mere dagslys
- Multimedierum
- Viktualierum og mindre køle/frys
- Brugeradfærd og Zensehome

I et forsøg på at kvalificere diverse tiltags reelle forbrugsbesparende effekt, er der taget udgangspunkt i Kvotehusets samlede el-besparelse som sammenholdes med forbrug fra en gennemsnitlig lignende husstand. Den samlede el-besparelse er på denne måde fordelt ud på den relative forskel som vist i Figur 22.



Figur 22 - Fordeling for tiltagenes andel af den samlede el-besparelse.

Eksempelvist er tørretumblerbesparelsen, på baggrund af afsnit 6.4, vurderet til at have en procentmæssig andel af den samlede besparelse som følgende:

- Reelt forbrug til tørretumbling: 0 kWh
- Samlet besparelse: 296 kWh
- Procentmæssig andel af besparelse: $296 \text{ kWh} / 1450 \text{ kWh} \approx 21 \%$ (Hvor 1450 kWh er den samlede besparelse)

Andelene er på samme vist skønnet ved IT og multimedie, belysning, Dobbeltovn, osv. Tallene er gennemsnitlige normaler og derfor usikre, men præsenteres som bedste kvalitative bud.

5.1 Zensehome control

Intentionen bag Zensehome Control systemet er uden tvivl meget bæredygtigt og gunstigt i forhold til fremtidens måde at tænke/forbruge el. Implementeringen af systemet i Kvotehuset har dog ikke har været foruden problemer.

5.1.1 Beboernes oplevelse af Zensehome control

Beboerne i Kvotehuset har oplevet en del udfordringer i forhold til Zensehome Control. Foruden omfattende indkøringsproblemer, har der jævnligt været besøg fra Zensehome i Kvotehuset for at ændre eller reparere dele af systemet.

K: Altså sådan det rent alm hverdags noget, hvor vi bare tænder og slukker, det fungerer fint

M: men der har været mange problemer med det. Det har der.

K: Og så stod de og blinkede. Og det er møgirriterende. Det gjorde den også i soveværelset på et tidspunkt. Der satte vi et stykke papir hen over med tape indtil Zensehome fik tid til at komme

M: Det er ikke mere end tre – fire måneder siden, der fandt de fejl på fem kontakter. Det kan de jo se hjemme fra deres system. Der skulle de prøve at opdatere dem, men kunne ikke komme i kontakt med dem. Det var ikke et system, jeg selv ville vælge

De mange udfordringer præger tydeligt familiens holdning til systemet. M er mere teknisk end K, og han går også mere op i de muligheder, systemet tilbyder, mens K synes, det bliver lige teknisk nok, og ikke rigtig kan se fidusen i, at det skal være så kompliceret

M: Altså det kører nu, men det var aldrig et system, jeg ville vælge. Der har været så mange startproblemer med det - og alm folk de finder aldrig ud af det. De gider ikke at sætte sig ind i det

K: Jeg viste lige Mia det der med stikkontakterne. Jeg kan ikke engang huske, når man trykker en kort gang og når man trykker en lang gang, hvad det så lige er, der sker.... "Sluk alt" er rigtig god. Men alt det der med, at den der lampe skal tænde samtidig med den der, og hvis du så trykker på en anden måde, så er det TV'et i stedet for, det kan jeg heller ikke se nogen ide i. Slet ikke

M: det er jo i stedet for, at du skal rende rundt og tænde tre lamper, så kan du tænde det i et tryk

K: men så er der jo nogle gange man kun har brug for en lampe, og så skal du jo hen og slukke dem.

6 Evaluering af enkelttiltag

Den reelle effekt, dvs. den målbare effekt samt familiens egen oplevelse af tiltaget, er vurderet for 6 udvalgte tiltag.

1) Bruser med smiley-display

Termostatisk blandingsbatteri som anvendes til at informere brugeren om badets længde. Bader beboerne længere end 4 minutter illustreres en negativ smiley hvorefter bruseren øjeblikkeligt slår fra, hvorimod kortere bade honoreres med en positiv smiley samt en klapsalve.

2) Danfoss Living termostater

Det intelligente Danfoss living system afhjælper unødigt varmeforbrug ved f.eks. unødvendige høje temperaturer i opholdszoner. Termostaterne kan ved pludselige temperaturfald (et vindue åbnes) under udluftning registrere situationen og lukke af for varmen. Varmesystemet kontrolleres via en central styringsenhed, der kan programmeres til at opretholde forskellige temperaturforhold i forskellige rum.

3) Dobbeltovn

At opvarme en ovn koster på energikontoen. Konceptet bag dobbeltovnen indebærer to forskellige størrelser af ovne. En normalstørrelse ovn, samt en anden mindre ovn til mindre krævende madlavningsopgaver, f.eks. opvarmning af rester.

4) Overdækket tørregård

En af de største energisyndere i danske hjem er tørretumbleren. Ved optimal placering af den overdækkede tørregård, med både direkte solvarme fra syd og kortest mulig afstand fra vaskemaskine, kan det totale forbrug til tørretumbling muligvis afskaffes.

5) Kvoten og tabletten

Kvotehuset er bygget op omkring en kvote som tillader en hvis mængde forbrug af diverse energikilder. På baggrund af beboernes månedlige forbrug, illustreres det fremskredne energibudget sammenhængende på en tablet. Grundlæggende skal visningen give et indtryk af at man forbruger en endelig mængde ressourcer, frem for at tappe af en 'uendelig kilde'. Billedet har været brændestablen i sommerhuset som langsomt svinder i takt med forbruget.

6) Temperaturreguleret soveværelse

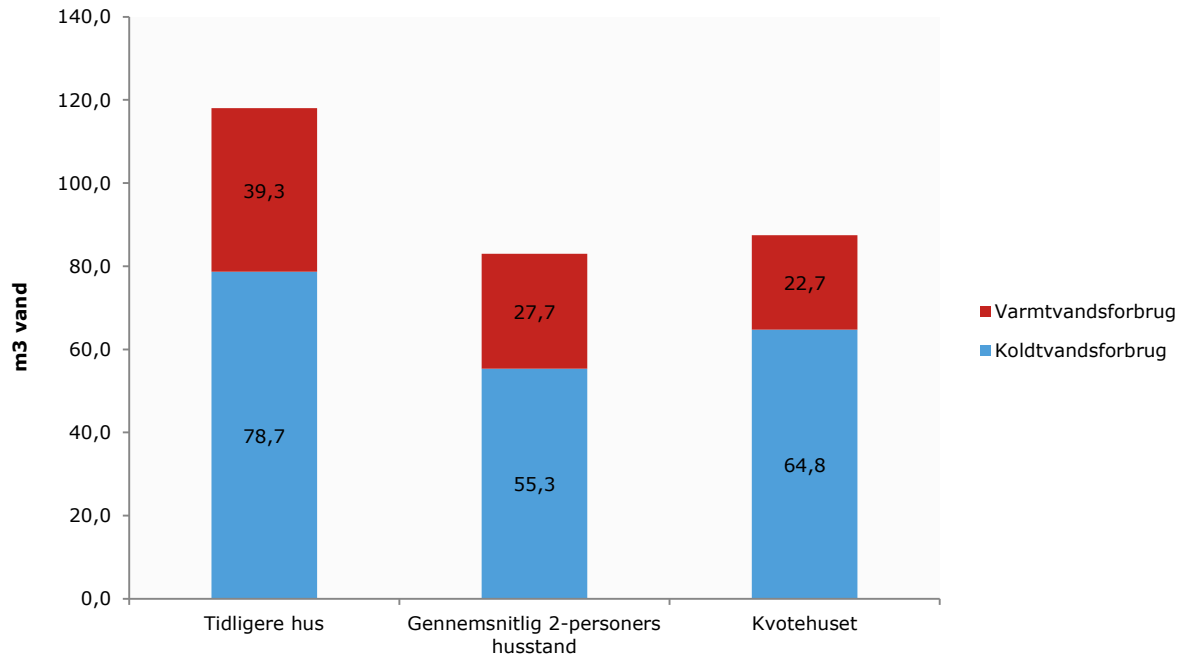
Undersøgelser viser at mange mennesker foretrækker at sove i køligere rum hvilket samtidig kan have energimæssige fordele. Konceptet bag det temperaturregulerede soveværelse indebærer isolerede indervægge som grænser op til resterende boligareal, samt en konstant lavere temperatur i opvarmningssæsonen.

6.1 Bruser med smiley-display

Vandforbruget i Kvotehuset er monitoreret via en hovedmåler samt en bimåler til varmt vand. For at evaluere bruserens forbrugsmæssige effekt, var det vigtigt at belyse beboernes varmtvandsforbrug i forhold til Kvotehusets samlede volumenmæssige vandforbrug. Normalt går der gennemsnitligt ca. 1/3 af vandforbruget til varmt vand (Energistyrelsen).

Antydningen til en positiv bruser-effekt på vandforbruget kan aflæses ud fra flere monitorerede parametre i Kvotehuset. Energiforbruget til varmt vand er væsentligt mindre end det kvoteberegne, som illustreret i afsnit 4.4.3, mens det samlede varmtvandsforbrug ligeledes volumenmæssigt er lavere end normalt.

Figur 23 viser familiens udvikling i forhold til vandforbrug samt det gennemsnitlige forbrug for en lignende husstand. Generelt brugte Kvotehusets beboere mere vand end gennemsnittet i deres tidligere husstand, men bemærkelsesværdigt er reduktionen i vandforbrug på 28% som er sket efter overtagelsen af Kvotehuset.

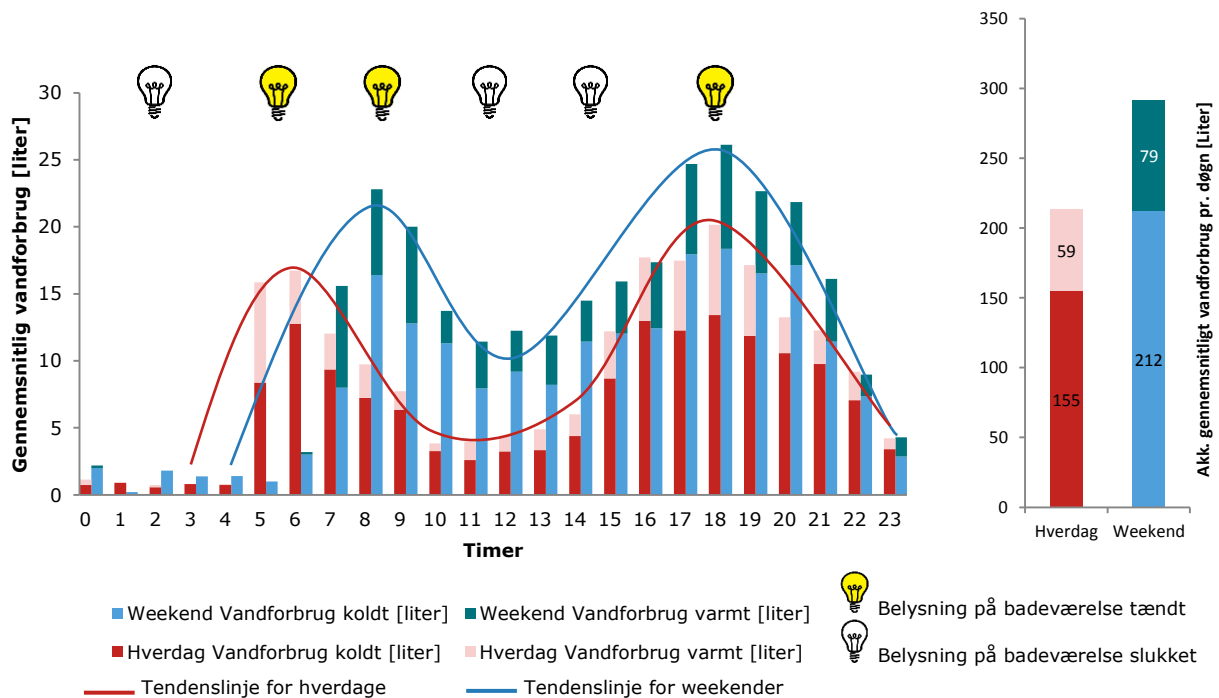


Figur 23 – Årlig fordeling af vand til koldt versus varmt vandforbrug for år 2015, samt illustration af positiv udvikling.

Langt den største del af et normalt varmtvandsforbruget går til hygiejne. Der er lavet dataudtræk på timebaseret vandforbrug i korrelation med tændt belysning på badeværelset. Figur 25 viser det gennemsnitlige forbrug af vand for hvert enkelt time i vinterhalvåret.

Hverdagene introducerer et typisk vandforbrug tidligt om morgenen i time 5 og 6, samt et lavt forbrug i løbet af dagen hvor beboerne er væk. Hen mod eftermiddag og aften stiger vandforbruget igen i flæng med at belysningen på badeværelset hovedsagligt er tændt.

Weekenderne har lignende tendenser dog står beboerne ikke så tidligt op som i hverdagene. Vandforbruget er generelt højere i weekenderne, men dette synes naturligt eftersom beboerne med stor sandsynlighed er mere hjemme.



Figur 24 - Gennemsnitligt vandforbrug over et døgn i Kvotehuset samt korrelation mellem belysning på badeværelse og varmtvandsforbrug.

Ovenstående figur viser det gennemsnitlige vandforbrug over et døgn. Kigges der nærmere på et enkelt døgn 5. time, altså ikke det gennemsnitlige døgn, ses et typisk vandforbrug på 30 liter hvoraf 10 liter er varmt vand. Denne tendens gentager sig mange af dagene, hvilket indikerer, at familien tager korte bade. Et almindeligt brusebad i den gennemsnitlige danske husstand bruger ca. 200 liter vand over 10 minutter, mens beboerne i kvotehuset normalt bruger ca. 30 liter vand over 2 minutter og 15 sekunder.

Familien siger selv, at de tager korte bade – og altid har gjort det. De har aldrig oplevet, at bruseren har slået fra mens de har stået i bruseren. De er ude af badet igen inden det sker.

K: Når jeg tager bad, så står jeg jo ikke og lader vandet løbe. Jeg gør mig våd, så slukker jeg mens jeg sæber hår og krop ind, og så skyller jeg af. Jeg tro max mine bade varer 2 min. Og det har det jo også gjort før, da vi boede i det gamle hus. Vi har aldrig bare ladet vandet løbe.

De mener derfor heller ikke som sådan, at bruseren har en effekt på deres bade. De ville tage korte bade uanset, men de oplever, at den gør en forskel, når de har børnebørnene på besøg, hvorfor de også tror, at det måske kunne virke godt for børnefamilier, fordi børnene synes det er sjovt med den lille mand, der hepper

K: De (børnebørnene) er meget optagede af, at man skal slukke og tænde og have den til at sige jaaa.. Det går de meget op i.

K: Når man har tre børnebørn, der kommer på besøg og alle tre skal i bad, så er det jo dejligt, de får fornemmelsen af, at man godt kan slukke for vandet. Men os selv, det er altså ikke noget problem, for den slår ikke fra.

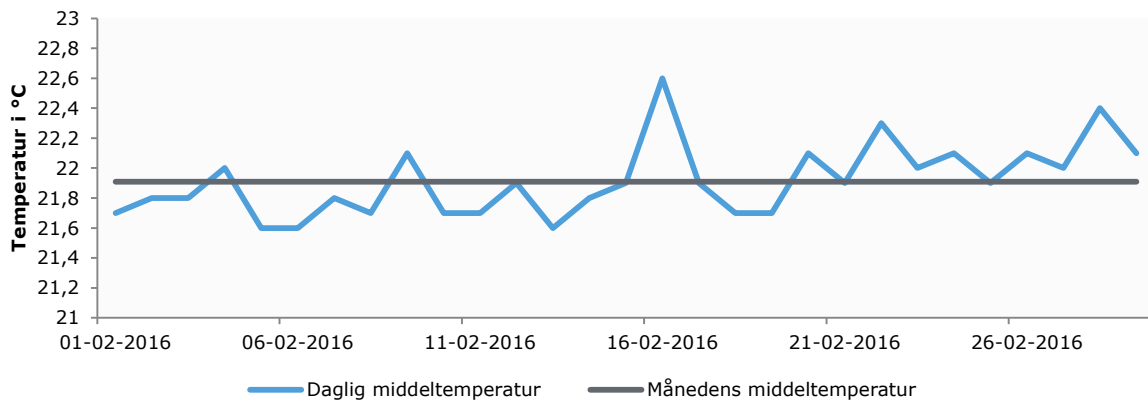
Det er vanskeligt kvantitativt at udnævne bruseren med smiley display som hovedårsag til at familien har sparet ca. 26 % vand i forhold til deres tidligere bolig. Den mængde vand, familien bruger på at bade har, ifølge dem selv, altid ligget lavt, og displayet har derfor ikke ændret det. Det tyder

snarere på, at det er andre dele af deres vandforbrug, der er blevet reduceret, hvilket har resulteret i en markant samlet reduktion på varmt- og koldt vandsforbruget.

6.2 Danfoss Living termostater

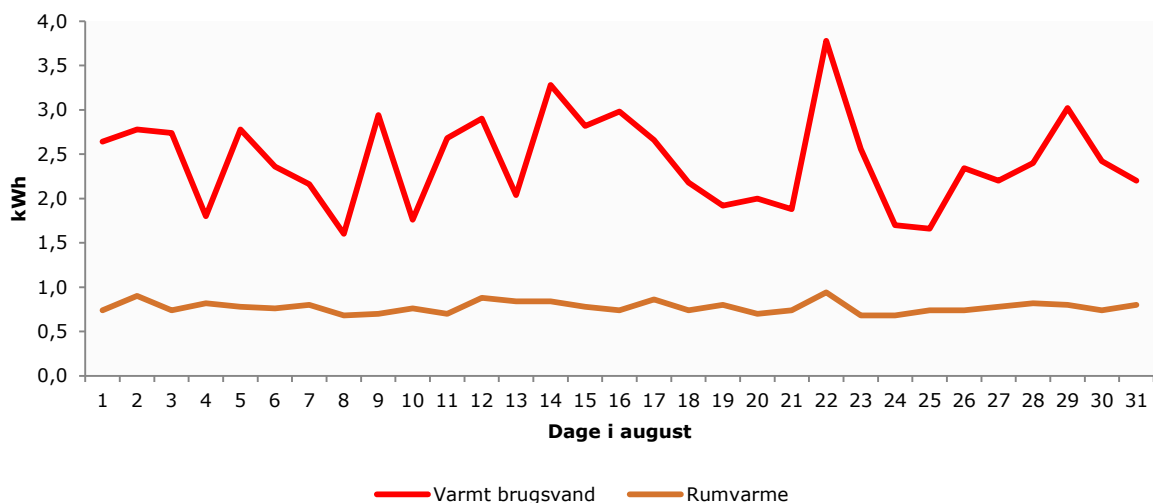
Varmeforbrug i Kvotehuset er højere end forventet. Det drejer sig ikke blot om en overskridelse af kvoten, men også et merforbrug i forhold til et standard-referencehus af samme udformning. Varmeforbruget er ca. 60 % større end forventet i forhold til den fastsatte kvote. Der henvises til afsnit 4.4.4 varmekonsum.

I et forsøg på at finde kilden til merforbruget, blev der opsat indeklimate dataloggere fra IC Meter til registrering af blandt andet inde temperaturen. Dataopsamling fra februar 2016 indikerer at merforbruget ikke burde skyldes en øget indendørstemperatur som vist i Figur 25.



Figur 25 – Gennemsnitlig døgntemperatur i stue gennem februar 2016

En del af merforbruget fremkommer af et konstant varmekonsum over sommermånedene. Det er meget normalt at have et varmekonsum til varmt brugsvand over sommerperioden, men som Figur 26 indikerer, er der et konstant opvarmningsforbrug gennem august måned, hvor der ikke burde være noget. Beboerne forklarer at gulvvarmen er tændt over hele sommerhalvåret.



Figur 26 - Varmeforbrug for august måned 2015 fordelt på varmt brugsvand og opvarmning

Især K føler, at der godt kan være lidt koldt i huset om vinteren. De havde brændeovn i det hus, de tidligere boede i, og der kunne temperaturen godt ligge på en 27 – 28 grader i stuen. Hun regulerer ikke selv på temperaturen. Det styrer M

K: Det har måske været på det tidspunkt, hvor jeg har gået og frosset, og så har Ruben knaldet den op. Jeg har ikke reguleret på det, men han går ud og tjekker det. Jeg regulerer stort set ikke på det. Jeg har fået at vide hvordan man kan gøre det direkte på termostaten, men som regel så klager jeg bare, og så gør Ruben noget ved det.

K mener selv, at hun måske i højere grad selv kunne finde på at regulere på temperaturen, hvis hun kunne gøre det fra en app, men hun vil egentlig helst bare have, at det fungerer uden hun behøver at forholde sig til det.

6.3 Dobbeltovn

Dobbeltovnen bruger mindre energi end forventet, men det skyldes sandsynligvis, at familien ikke bruger køkkenet så ofte som en gennemsnitsfamilie. De laver meget af deres mad på grill og har også dage, hvor de ikke spiser varm mad. På baggrund af disse informationer fra beboerne har det altså ikke været muligt at kvalificere eksisterende data med hensyn til hvor effektivt tiltaget har været.

"Vi købte en gasgrill sidste år. Og den bruger vi faktisk mere end vores komfur. Og så er der i hvert fald to gange om ugen, hvor vi ikke spiser varm mad"

De har fundet ud af, at det tit er meget hurtigere at lave mad på grillen og laver meget forskelligt mad derude. Familien har også købt en wok til den og det går meget hurtigere end på komfuret. De synes det er rigtig hyggeligt at lave mad udenfor, og grillen står overdækket i tørrerummet, så det kan næsten altid lade sig gøre at lave mad derude.

"Selvfølgelig bruger vi stadig komfuret. Men slet ikke så meget som før (i det gamle hus). Og det handler faktisk også om, at der er en rigtig dårlig emhætte her, og det har vi ikke fået gjort noget ved endnu. Der larmer så meget, så vi kan ikke sidde her og se TV eller snakke sammen, når den kører. Og så synes jeg også det ryger i genvindingen, når man laver mad. Uanset om emhætten kører eller ej, så kan jeg lugte fiskefrikadeller i soveværelset dagen efter. Og det er måske noget af det, jeg synes er møgirriterende, faktisk så derfor er grillen rigtig god. Vi har den stående lige herude, og vi bruger den hele tiden."

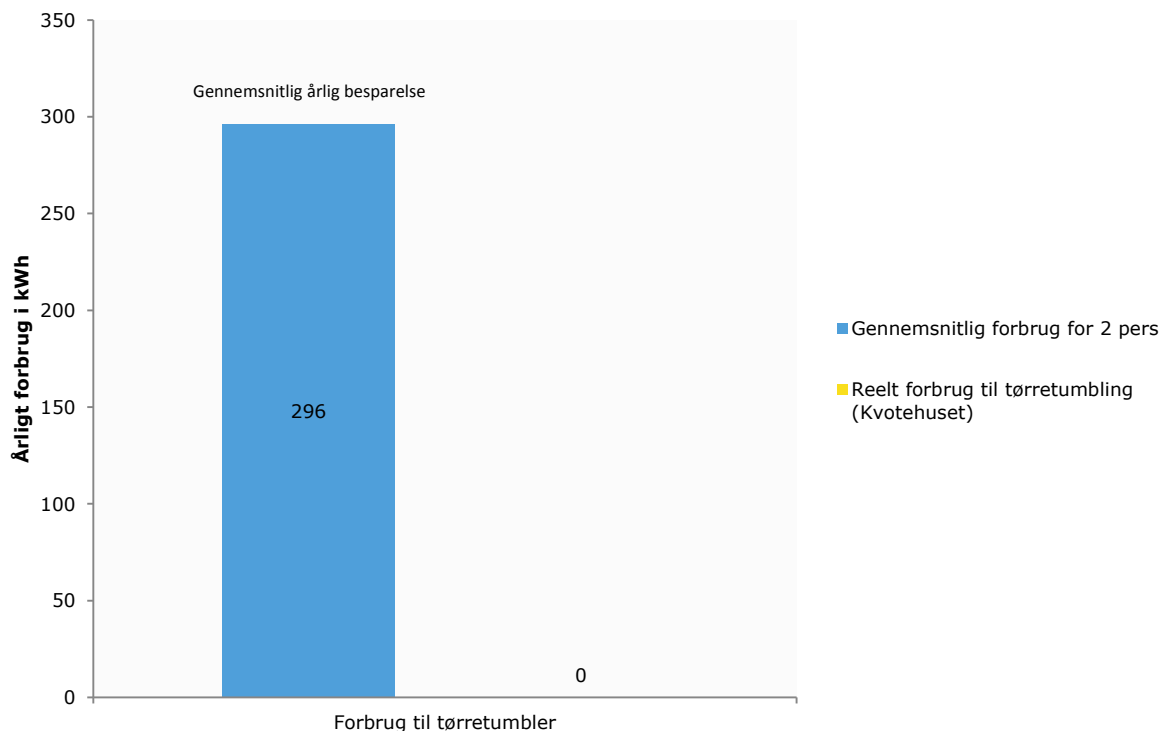
De er aldrig blevet rigtig glade for at lave mad i husets køkken. Emhætten larmer og det er kun visse ting, der kan laves i den lille ovn. K mener f.eks. ikke, at der kan laves pizza i den lille ovn, fordi den ikke kan blive varm nok, så de bruger den egentlig mest til at holde ting varme, hvis de skal lave mad til mange mennesker.

6.4 Overdækket tørregård

Det er forskelligt hvor meget energi tørretumblere bruger, men fælles for alle er, at de er én af normale husstandes største energisyndere. Kvotehusets overdækkede tørregård blev implementeret som det fornuftige alternativ til netop tørretumbler.

Tørretumblers energiforbrug afhænger ikke kun af energimærket, men også hvordan den bruges. Puttes der for meget tøj i maskinen, centrifugeres tøjet før tumbling eller har man blot glemt at rense fnugfilteret, kan dette have signifikant betydning for energiforbruget. SBI – Husholdningers elforbrug, forsøger at belyse vask og tørretumbling i forhold til brugeradfærd og konkluderer i den forbindelse at den generelle afbenyttelse varierer en faktor 15 for vaskemaskiner og en faktor 60 for tørretumblere i en undersøgelse af 100 boliger. For at estimere Kvotehusets besparelse er der anvendt følgende forudsætninger:

- SparEnergi.dk estimerer at en tørretumbler af energimærket A, gennemsnitligt bruger for 6 kr. pr. tumbling svarende til 2,73 kWh.
- Familien har i år 2015 brugt vaskemaskinen 163 dage, svarende til ca. 3 gange ugentlig vask, hvilket ifølge Seas-nve er ganske normalt. Det estimeres at en typisk husstand med tørretumbler, vil have brugt tørretumbleren 2/3 af gangene til at tørre nyvasket tøj.
- Elprisen til beregning er 2,20 kr/kWh inkl. årlige afgifter hvoraf den samlede besparelse illustreres i Figur 27.



Figur 27 - Gennemsnitligt forbrug til tørretumbler for bolig med 2 personer, illustreret i forhold til resultatet af ikke at have en tørretumbler.

Den overdækkede tørregård fungerer rigtig godt ifølge familien. Trods skepsis i starten på grund af tørregårdens åbne udformning, benytter familien den nu hele året rundt. De har ikke haft en tørretumbler på noget tidspunkt, hvilket betyder at der generelt er besparet store mængder energi ved brug af tørregården.

Tørregården er også et element, familien sætter stor pris på. Der er ikke nogen tørretumbler installeret i Kvotehuset, men det føler de heller ikke de mangler.

De undrer sig over døren i siden af tørrerummet, men mener selv, at der vist var noget med, at tørregården i de oprindelige planer for huset var bygget helt sammen med huset.

"Vi havde en tørretumbler i det gamle hus. Og jeg brugte den ikke til andet end håndklæder og sådan nogle ting, men det behøver du slet ikke her. Det (tørregården) tørrer det utroligt godt, selvom det er regnvejr. Det får noget luft og varmen fra det tag der."

Tørregården hjælper altså familien til at tørre deres tøj på en mere bæredygtig måde. De kan bruge den året rundt og savner efter eget udsagn ikke deres tørretumbler. Dog kan der være det forbehold, at familiens behov for at vaske og tørre tøj ikke er så stort som eksempelvis en børnefamilie. En børnefamilie med en større produktion af beskidt tøj og derfor også behov for at vaske oftere og tørre tøj hurtigere, ville måske i højere grad opleve en udfordring ved kun at skulle benytte tørregården, fordi tøj ikke tørrer hurtigt nok til deres behov.

6.5 Kvoten og tablet

Infoskærmen var tiltænkt en central plads i huset, hvor den hele tiden skulle minde familien om deres forbrug, men er blevet flyttet ud garderobeskabet. Beboerne bruger dog stadig tabletten til at følge deres energiforbrug, men ikke så ofte, som de gjorde i starten. De har efterhånden lært huset ret godt at kende, så forbruget ligger relativt stabilt og de føler ikke samme behov for at tjekke op på det.

K: Det er ligesom om det er blevet mere bare hverdag. Det er det faktisk.

M: Det er mest sidst på måneden jeg kigger på den, for så kan du se, hvor du ligger i forhold til andre måneder. Sidste måned (maj), hvor det var så koldt, der lå vi jo helt oppe i toppen, for der måtte vi fyre lidt.

Generelt er kvoten ikke blev overskredet når alt akkumuleres i CO₂. Det har dog vist sig forskelligt med hensyn til de respektive forbrugskategorier. Både forbruget af varme til opvarmning og koldt vand, overskred de forventede forbrug, mens forbruget af el og VBV lå under forventet. I retrospekt burde kvoten og tabletten have indikeret overskridelsen af varme til opvarmning og koldt vand på en sådan måde, at familien ikke vurderede deres forbrug ud fra den samlede kvote, men de individuelle forbrugskategorier.

Familien nævner, at der i visse perioder er blevet tænkt ekstra over forbruget, fordi de har kunnet se, at de lå højt. Så i den forstand har den være med til at give dem en øget bevidsthed

M Jeg synes det er meget sjovt at gå ind og kigge på det sidst på måneden. Så kan du gå ind og se på, hvor vi ligger. Følger vi kvoten hele vejen igennem.

M: Elforbruget kan du jo også følge og se hver enkelt kontakt og det forbrug, der er koblet til det.

K: Så det er smart nok, men vi bruger den ikke så tit, som vi gjorde i starten. Der kiggede vi faktisk på den hver dag. Det gør vi slet ikke mere. Så nyhedsværdien er ligesom forsvundet.

I: Kunne I undvære den?

K: ja, nu kunne vi jo nok godt, for nu har vi jo fundet ud af, hvor vores niveau ligger.

I: Ville det gøre nogen forskel, hvis I ikke havde den?

K: Det har gjort en forskel. Det har givet os en bevidsthed, synes jeg, omkring både el, med LED, og vandet, at bruge det på en anderledes måde, og også varmen. Jeg har holdt ud i vinter. Jeg tog en varmere trøje på og tænkte, nå ja, der er jo de her 21 – 22 grader

M: Og der vil jeg sige, der var den der (Tablet) nok med i starten. For hvis du tog fire kander vand, så kunne du jo se det med det samme,.. ups!!

K: ja, det er rigtigt. Det gik vi og fulgte meget med i i starten.

M. Men det kan du jo ikke bruge mere, når den ikke passer. Så gider du jo ikke at kigge på det

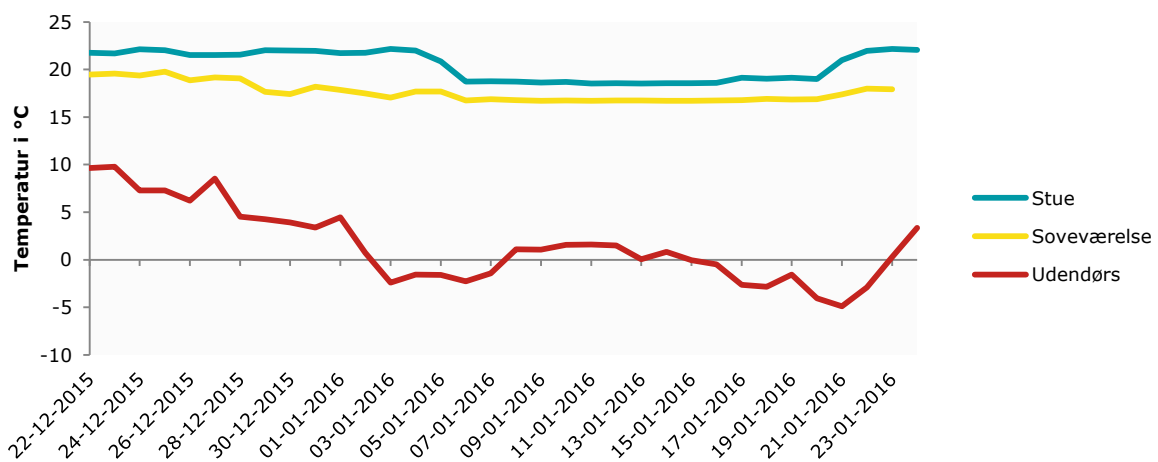
Så alt i alt vurderer familien selv, at kvoten har haft en positiv indvirkning på deres forbrug, men de konstaterer samtidig også, at de ikke har så meget brug for den "hjælp" kvoten giver længere. Nu hvor de har lært huset at kende, som de siger, har de en ret god fornemmelse af, hvordan deres forbrug ligger på de forskellige ressourcer, så det er hovedsagligt sidst på måneden, de (M) lige tjekker op på, hvordan de ligger. Fejlmålinger af elforbruget og over en kortere periode vandforbruget har også haft betydning for deres brug af kvoten og tabletten, men fordi de selv føler, de er ved at have en ret god fornemmelse af forbruget, er det ikke så vigtigt for dem mere, som M siger:

"Jeg er sådan set ligeglad med de målinger der. Jeg har ikke noget at bruge det til, for jeg ved, hvor meget vand jeg bruger"

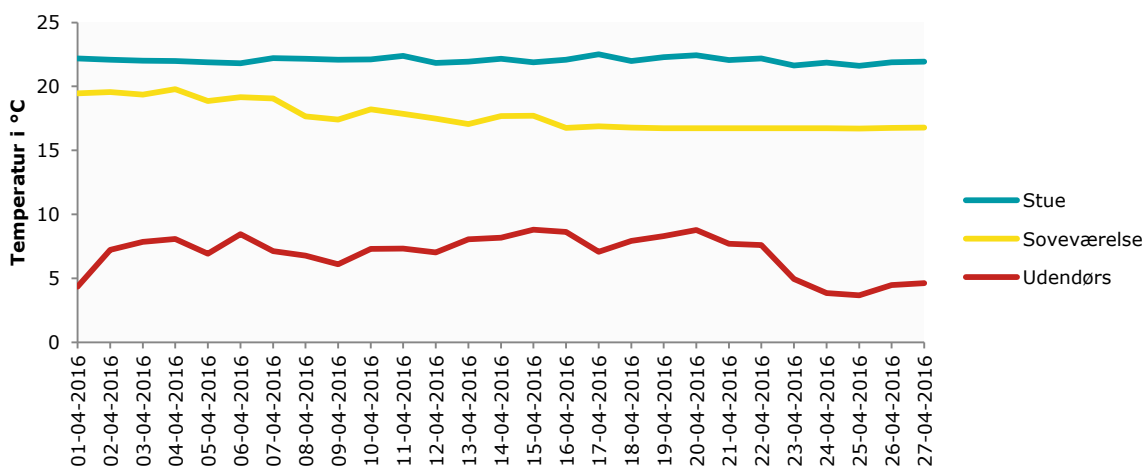
6.6 Temperaturreguleret soveværelse

Flere studier forsøger at kortlægge termisk og atmosfærisk indeklima i forhold til at opnå en god nattesøvn. Til trods for at nattetemperaturen generelt er en subjektiv oplevelse kan kroppen godt få det for koldt, hvorved der bruges unødigt energi på produktion af kropsvarme, mens der ved for høj en temperatur bruges energi på at danne sved for at komme af med kropsvarme mere effektivt. Afkølet luft forbindes ofte subjektivt med en høj atmosfærisk luftkvalitet. Hvor nattetemperaturen samtidig bliver til en vanesag, kan der hermed drages energimæssige fordele ved sænkning af temperaturen i soveværelset til en vis grænse.

Kvotehuset er opdelt i flere klimazoner herunder beboernes temperaturregulerede soveværelse. Figur 28 og Figur 29 illustrerer effekten af klimazoneopdelingen. Den generelle temperatur i soveværelset ligger ca. 3 grader lavere end stuetemperaturen. Indendørstemperaturen opretholdes generelt trods store udsving i udendørstemperaturen. Figur 28 viser at beboerne har haft sænket den generelle temperatur i Kvotehuset i nogle uger i slut december, start januar, hvor temperatur-sænkning har medført energibesparelser. Beboerne fortæller at de i denne periode var på ferie og dermed væk fra huset i 14 sammenhængende dage.

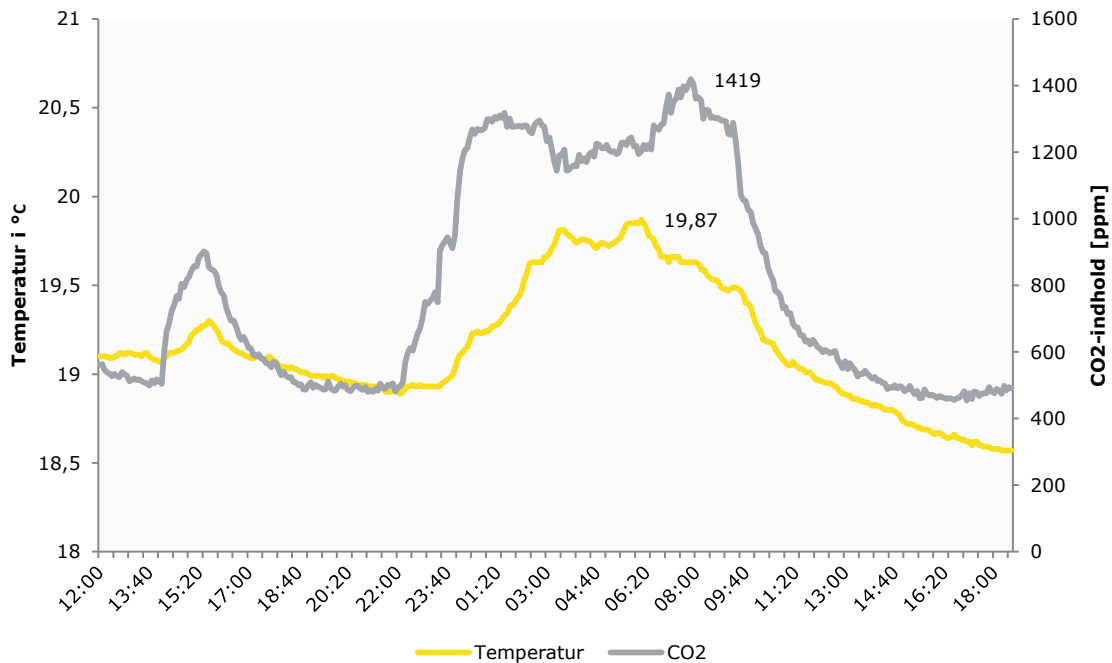


Figur 28 - Udendørstemperaturen i forhold til de forskellige klimazoner stue og soveværelse (december 2015/januar 2016)



Figur 29 - Udendørstemperaturen i forhold til de forskellige klimazoner stue og soveværelse (april 2016)

Soveværelset er evalueret for temperatur og luftkvalitet med CO₂ som indikator. Figur 30 viser de første målinger logget med IC-Meter. Målingerne viser en tydelig CO₂- og temperaturstigning henover eftermiddagen hvor der formodentligt er sovet til middag i ca. én time. Herefter daler temperaturen og CO₂-niveauet til normal, før natten, hvor temperaturen og luftens CO₂-indhold bevares på fornuftige niveauer taget i betragtning at det 10 kvadratmeter store lokale rummer 2 sovende personer.



Figur 30 - CO₂ og temperatur i soveværelset (27/12 2015 - 28/12 2015)

Familien har i det første kvartal 2016, holdt en gennemsnitlig temperatur på ca. 19 °C i soveværelset som har medført en energibesparelse på 14 %¹. De er rigtig glade for soveværelset. Det er dejligt, at der kan holdes en køligere temperatur og de føler ikke, de har haft behov for at sætte varme på.

"Soveværelset fungerer rigtig fint, med den kulde der. Om sommeren er vi nødt til at have vinduer åbne."

"Jeg tror aldrig vi har haft tændt for radiatoren derinde. Der er som regel en rigtig god temperatur, faktisk. Meget behageligt"

Det koldere soveværelse ses som en komfortforøgelse. Det er rart, at man har muligheden for at holde en koldere temperatur derinde.

¹ Besparelse er regnet på baggrund af indeklimamålinger for primo 2015 og foruden interne belastninger.

7 Familiens overordnede oplevelse af Kvotehuset

Huset er først og fremmest et hjem. Et hjem er ikke et sted, hvor det først og fremmest handler om at optimere. Hjemmet er for de fleste et udgangspunkt for at få hverdagen til at fungere, og der er brug for, at hjemmet også er et frirum, hvor man kan slappe af og ikke behøver bekymre sig. Især K føler, at al teknologien i huset nogen gange kan blive for meget af det gode.

Men der synes jeg måske det bliver lige teknisk nok. Og det skal det jo være. Eller det er det jo i hvert fald. Det er også noget med vi får en app nu her, hvor vi kan regulere temp. Og det er sikkert fint nok, når vi lige får det kørt ind. Vi har bare ikke brugt det.

Beboerne i kvotehuset har forskellige oplevelser af, hvad det vil sige at bo i Kvotehuset, de har forskelligt interesseniveau i forhold til teknologien og den tendens ville sandsynligvis kun blive mere tydelig, hvis der havde været flere beboere i huset og yderligere komplicere balancegangen mellem hvor teknisk det skal være. Skal teknologien og tiltagene være noget, man selv aktivt interagerer med og tager stilling til – eller skal det mere køre i baggrunden?

M synes det er fedt, kontakterne kan sættes op med forskellige funktioner, K synes det er irriterende (og unødvendigt). M har klart mere ejerskab i forhold til de teknologiske tiltag i huset. K føler ikke helt, hun kan finde ud af det – og gider i øvrigt heller ikke skulle bruge en masse energi og tid på at sætte sig ind i det. – Men faktisk skaber det en smule bekymring i forhold til, om hun nu ville kunne klare sig selv i huset

Der er det også jeg siger til Ruben, at hvis der nogensinde skulle ske ham noget. Det ville være helt forfærdeligt, i det her tekniske hus. Så ville jeg ikke vide, hvad jeg skulle stille op, men det er vel ikke værre end at man kan finde ud af det, hvis det endelig skulle være

I det store hele oplever familien i højere og højere grad, at kvotehuset "bare" er et hus og de ting, de fremhæver og lægger vægt på er i høj grad de grundlæggende strukturer, som er tænkt ind i husets arkitektur. Det betyder ikke, at de tekniske tiltag ikke har en betydning for den forbrugsreduktion familien har opnået – men i deres egen bevidsthed fylder det ikke så meget længere.

Det er meget som at bo i et almindeligt hus, og så er der de her ekstra ting, der hjælper en til at få et lavere forbrug, og man bliver nok også lidt mere bevidst omkring det.

K: Men det er sjovt du spørger, for der er stadig folk der siger, nå, hvordan går det nede i jeres superhus! Og til at starte med var det jo i TV og alt muligt, men så er det lige som om. Nu er det jo bare et hus, vi bor i. Nu har man jo taget tingene til sig, og så lever man med, at forbruget er der, hvor det er.

Skulle man have et andet hus på et tidspunkt, så ville man nok få et chok fordi man så skulle til at arbejde i nogle helt andre forbrugstal igen, og tænke: Hold da op, har vi virkelig sparet så meget?

Familien tænker miljøbevidst i det daglige – og det har selvfølgelig også betydning for deres interaktion med huset. Da de fandt ud af, de brugte meget vand på at vande haven, investerede de i regnvandsopsamlere. Men de er ikke interesserede i at gå for meget på kompromis. De føler selv, at deres forbrug nu har fundet sit "normale" leje, selvom de ikke helt er enige om

M: jeg synes det første år har det været spændende at se, hvor langt vi kunne komme ned uden at vi har mistet komforten på noget tidspunkt. Og det har vi virkelig ikke

K: argh, ikke lige vinteren, hvor der var det sus derhenne ved den stol der.

M: Nej, men nu havde du jo også brændeovn i det gamle hus, der havde du jo 27 – 28 grader

K: ja, det ved jeg godt. Det er anderledes

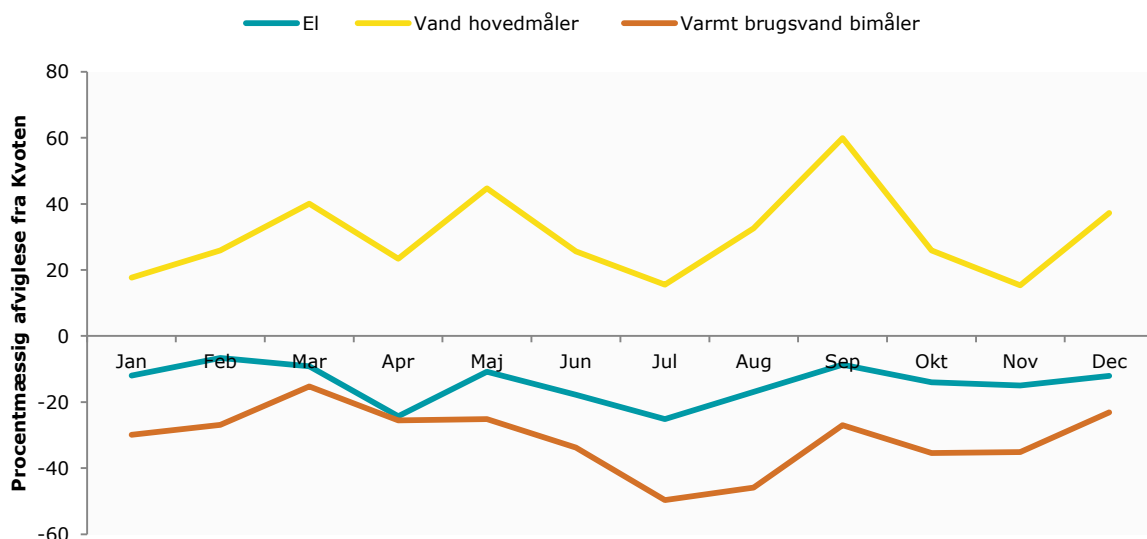
Det har krævet lidt tilvænning, men K har også købt ind på præmissen og taget en ekstra trøje på i vinter, frem for at skrue op, for at leve op til Kvotehuset, så der er en bevidsthed om, det særlige ved huset, men samtidig også et ønske om bare at have en helt almindelig dagligdag, hvor energi ikke er noget der fylder.

Der foregår også hele tiden en afvejning hos familien, hvor det med at spare på ressourcerne, der forbruges i huset ikke i sig selv er et mål, men er del af en større tænkning omkring energi og bæredygtighed. Det "koster" noget på vandkontoen at dyrke sine egne grøntsager i haven, men til gengæld går man så ikke ned i Super Brugsen og køber grøntsager der. På den måde er der en holistisk tilgang til det bæredygtige, hvor tiltagene i huset understøtter deres mulighed for at handle mere bæredygtigt i hverdagen, men det er stadig afgørende for dem, at de selv kan vælge at prioritere forskellige aspekter i deres dagligdag, som det nu passer ind i deres liv.

8 Korrigerig af kvoten

På baggrund af midtvejsevalueringen og den analyserede periode, indledes en ny fase i Kvotehuset hvor den fastsatte Kvote reguleres. Det essentielle i denne sammenhæng bliver at finde grænsen mellem opretholdelse af komfortniveau og det at blive begrænset på energiforbrug af kvoten.

Kvotehusets beboere har siden overtagelse af boligen nedsat deres energiforbrug tankevækkende meget. Kvoten er overordnet blevet respekteret således nødstartsknappen i huset aldrig har været nødvendig, dog er nogle af de individuelle forbrugskategorier overskredet. Vand- og varmekvoten har generelt ligget lavere end hvad beboerne reelt har brugt. Som produkt af deres "overforbrug" kompenserede beboerne ved varmtvands- og elforbrug som illustreret på Figur 31. Varmeforbruget er ikke illustreret eftersom kvoten til sommer måneder har været sat til nul i sommermåneder, hvorfor der ikke kan regnes en procentmæssig afvigelse heraf. Realiteten er dog at varmekvoten er overskredet alle måneder.



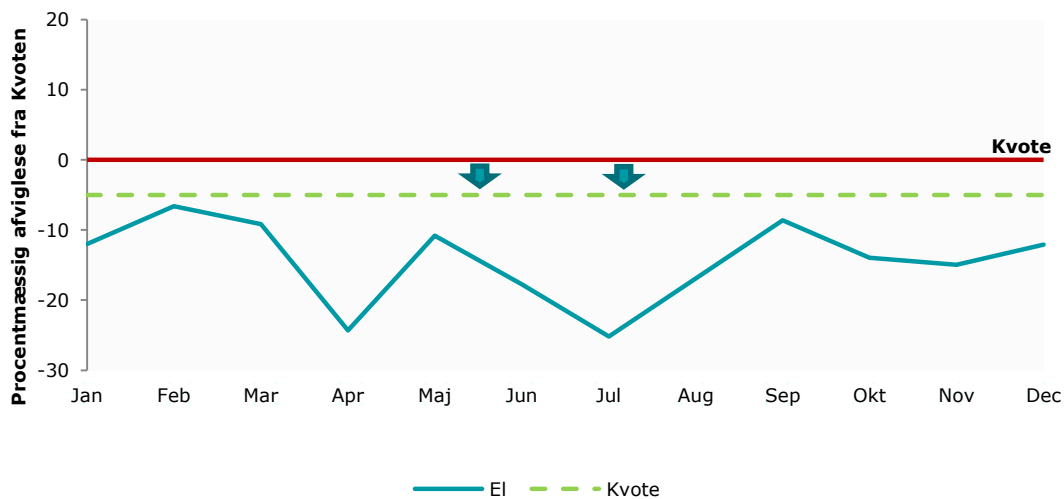
Figur 31 - Procentmæssig afvigelse fra kvoten i år 2015

8.1 Den nye kvote

Resultatet af diverse afvigelser fra beboernes reelle energiforbrug i forhold til den fastsatte kvote, danner et tilstrækkeligt grundlag for at regulere kvoten. Strategien for justering af kvoten bliver forskellig for diverse forbrugskategorier.

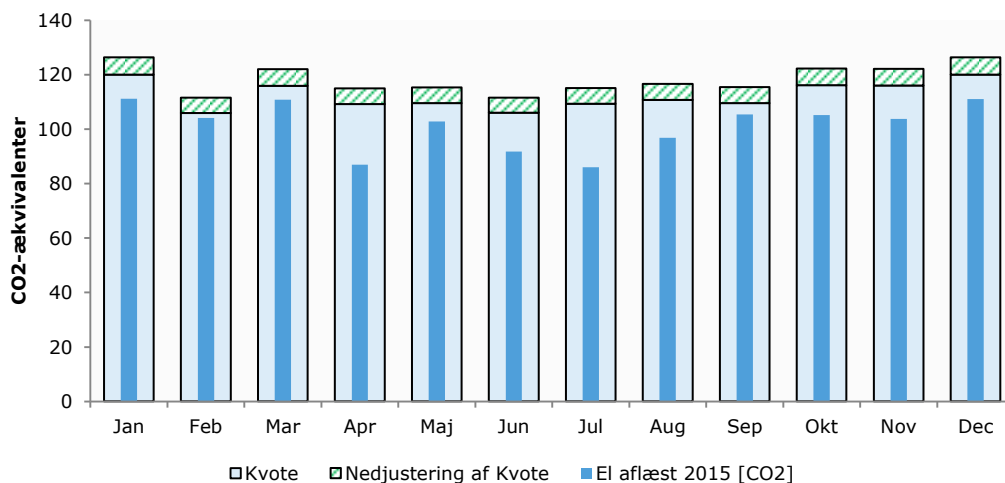
8.1.1 EI

Elforbruget i Kvotehuset har generelt været meget lavt som illustreret i Figur 32. Trods udfordringer i forhold til monitorering af forbruget, har analysen klarlagt en tendens til 14 % lavere elforbrug en beregnet. Det er vigtigt at stramningerne ikke bliver for store således der skal indgås kompromis med komfortniveauet. Derfor reguleres kvoten 5 % ned svarende til spidsværdien for elforbruget i februar. På denne måde bliver kvoten nemmere at forholde sig til, eftersom beboerne ved et eventuelt fremtidigt overforbrug kan relatere det tilbage til en spidsværdi fra februar måned, år 2015.



Figur 32 - Procentmæssig afvigelse fra kvoten år 2015

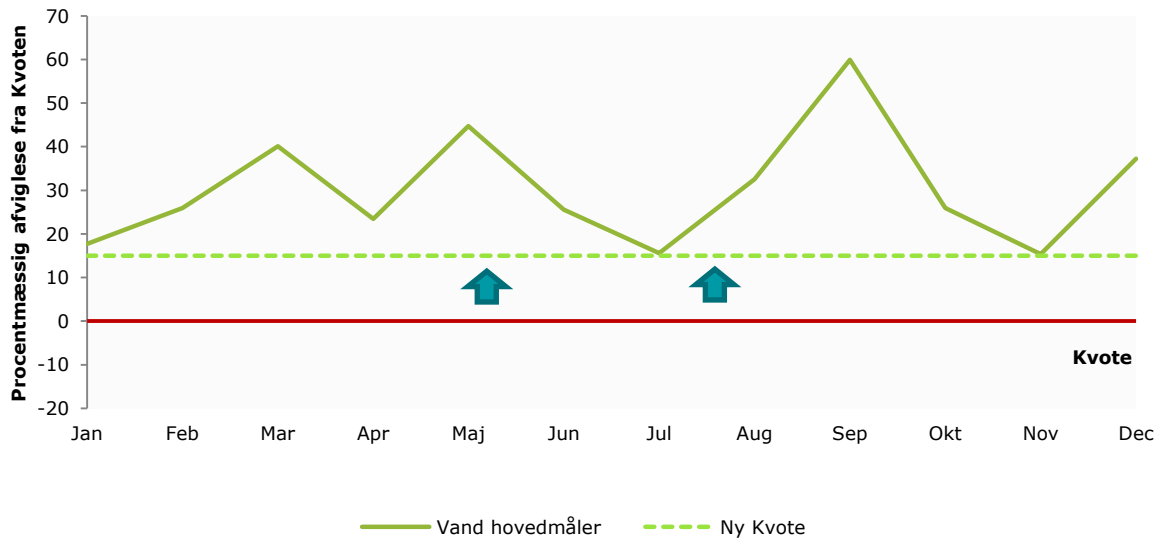
Den nye kvote bliver således justeret 5 % ned for hver enkelt måned som illustreret i Figur 33.



Figur 33 - Justering af kvoten for hver enkelt måned

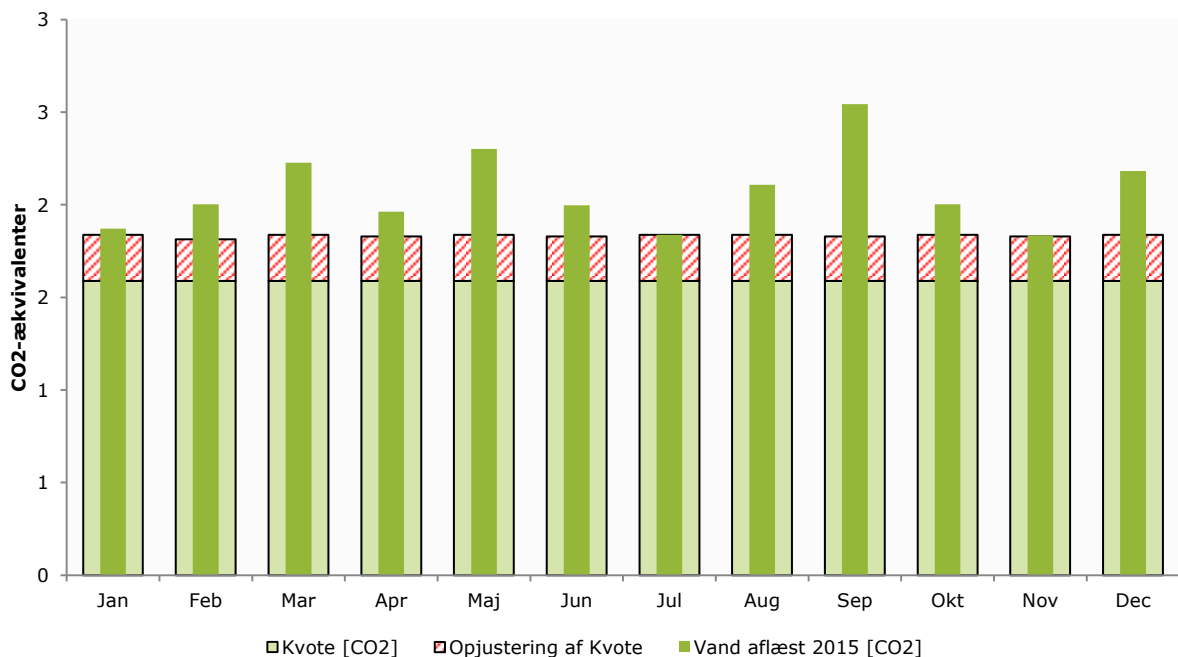
8.1.2 Vand

Trods korte bade, bruger beboerne i Kvotehuset mere vand end kvotefastlagt. Den nye kvote bliver en udfordring for beboerne, hvor deres nye regnvandstønder skal komme dem til undsætning i havevandingsseasonen. Som illustreret i Figur 34 og Figur 35 hæves kvoten med 15 % for at imødekomme det generelle overforbrug, men også for at samtidig gøre det mere realistisk at overholde kvoten.



Figur 34 – Procentmæssig afvigelse fra kvoten år 2015

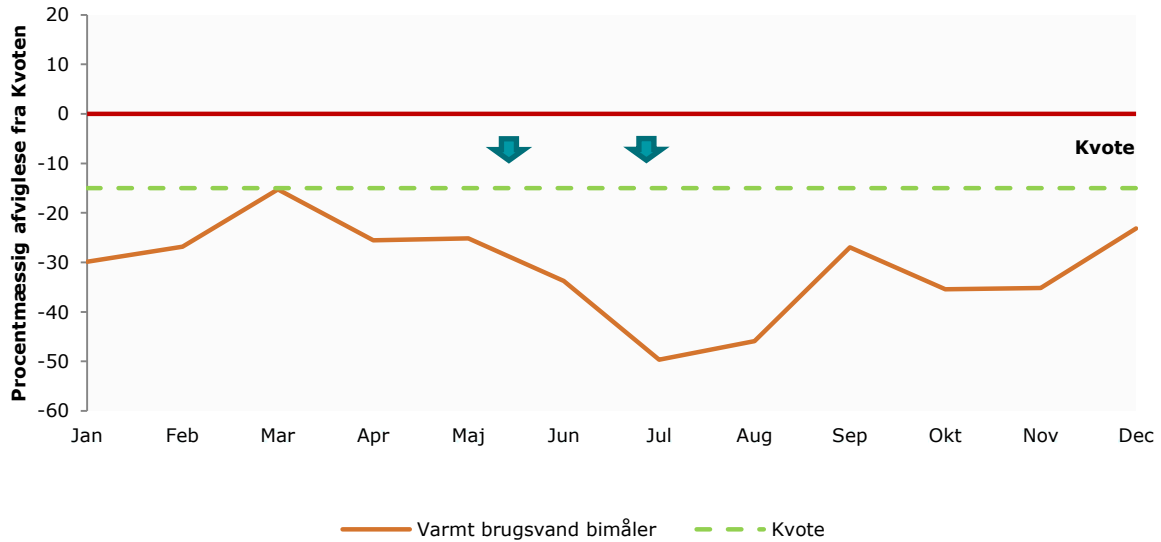
Det blev diskuteret hvorvidt vandkvoten skulle hæves yderligere i maj og september, hvor beboerne forklarer et forhøjet vandforbrug grundet havevanding, men i forbindelse med de sidenhen anskaffede regnvandstønder, burde disse være nok til at imødekomme havevandingen.



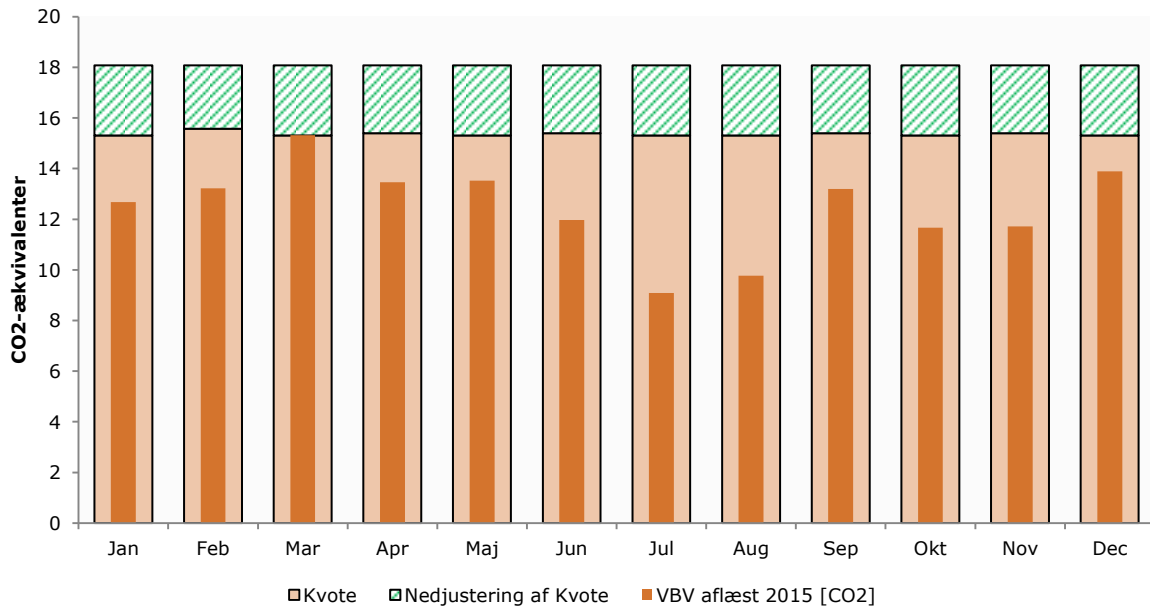
Figur 35 - Justering af kvoten for hver enkelt måned

8.1.3 Varmt brugsvand

Varmtvandsforbruget ligger ligesom el, meget lavt i forhold til forventet. På samme vis som ved el-kvoten, reguleres varmt brugsvandskvoten ned til spidsværdien for varmtvandsforbrug som svarer til en reduktion på 15 %, se Figur 36 og Figur 37.



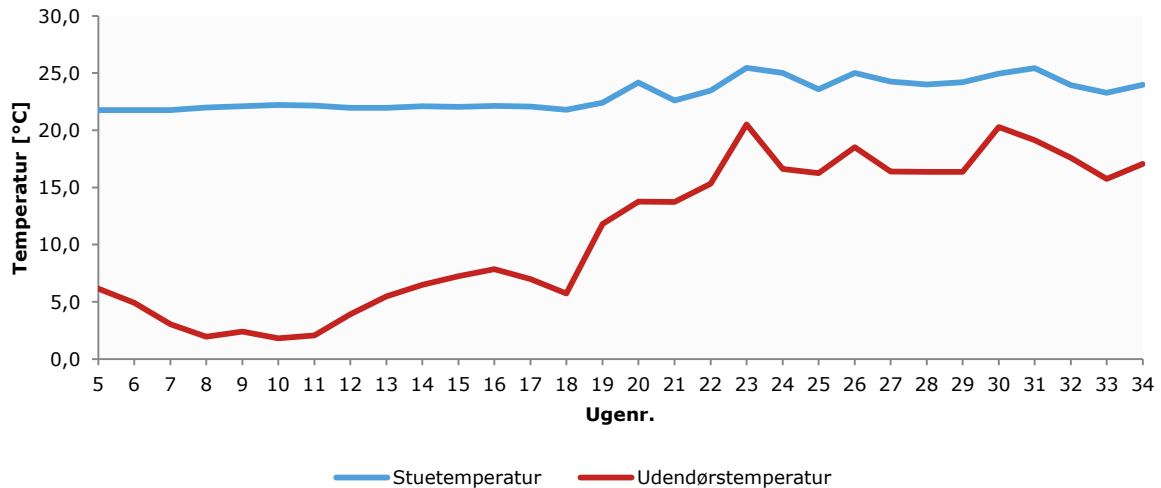
Figur 36 - Procentmæssig afvigelse fra kvoten år 2015



Figur 37 - Justering af kvoten for hver enkelt måned

8.1.4 Varme

På baggrund af temperaturmålinger fra kvotehuset, som viser en tendens til gennemsnitstemperatur på ca. 21,7 grader, forøges den tidligere kvote. Grundtanken med kvoten til varmeforbrug kan direkte korreleres med rumtemperaturen i Kvotehuset. Undersøgelser viser at beboerne ikke har holdt en unødigt høj rumtemperatur som vist i Figur 38.



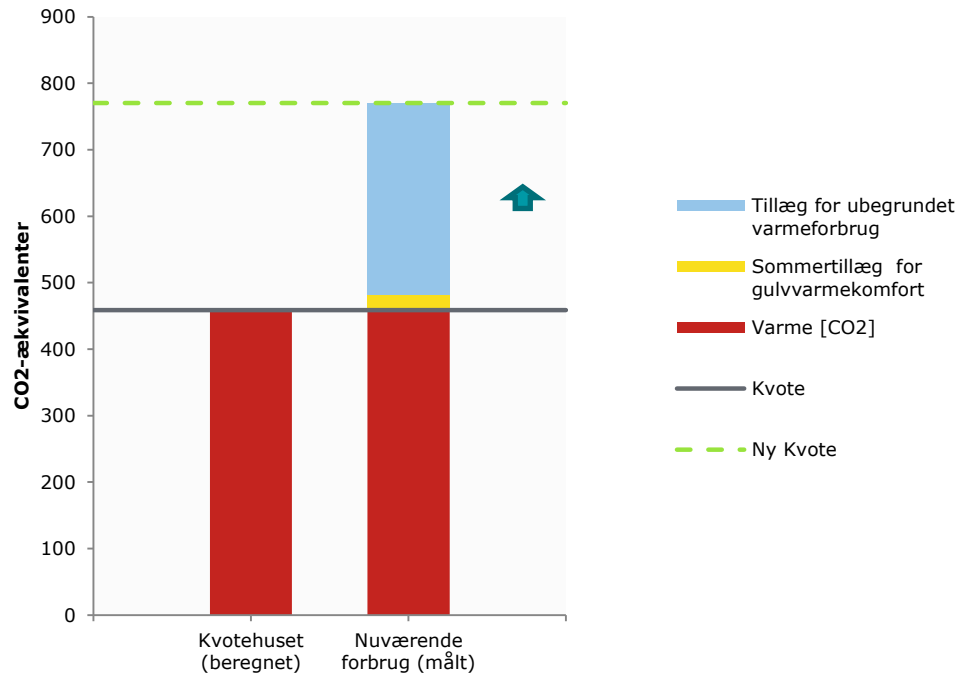
Figur 38 - Gennemsnitstemperatur i stue for Kvotehuset år 2015

Databehandlingen belyste et varmeforbrug højere end den budgetterede kvote, men eftersom temperaturen i Kvotehuset ikke har indikeret et overforbrug, kan begrundelsen ligge i flere årsager:

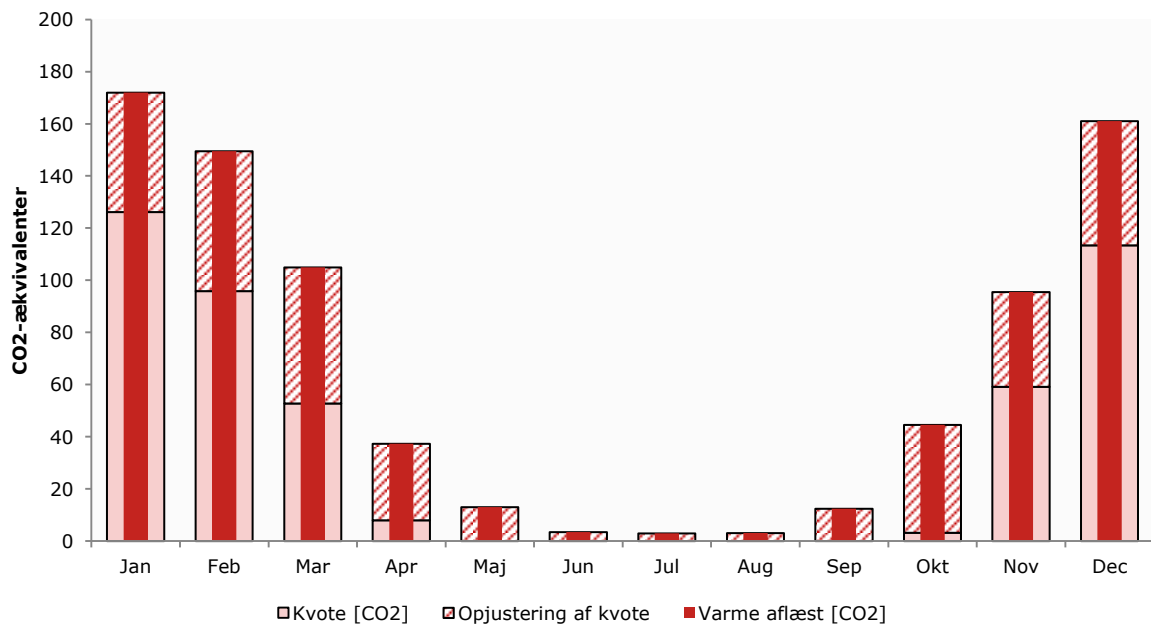
- Anvendte bygningsmaterialer lever ikke op til produktspecifikationer.
- Kvotehuset er ikke udført i overensstemmelse med ingeniørprojektet.
- Beboerne i Kvotehuset lufter ikke ud som forventet.
- Danfoss Living termostaterne virker ikke optimalt under udluftning.
- Ventilationsgenvindingen er defekt.
- Beregningskerne i energiramme regner forkert.

Det er meget interessant hvorfra overforbruget stammer, men det vil kræve en omfattende undersøgelse at analysere. Faktum er dog at beboerne i Kvotehuset, fremtidigt vil bruge omtrent samme mængde varme, dog med en mulig besparelse grundet udskiftning af Danfoss Living styringsenhed således varmen kan app-styres via tablets og telefoner.

Kvoten forøges som vist i Figur 39. Beboerne har gulvvarme på badeværelset og i bryggers som gennemsnitligt bruger omtrent 24 kWh/måned i sommerperioden. Varmeforbruget om sommeren er accepteret i forhold til komfort og tillægges til den nye kvote som vist i Figur 40.



Figur 39 - Den nye kvote i forhold til den gamle kvote



Figur 40 - Månedsfordeling af ny kvote i forhold til gammel kvote

9 Konklusion/Sammenfatning

Kvotehuset er et projekt som hele tiden danner grundlag for videre vidensudvikling. Med de indsamlede data, kan nye hypoteser skabe fundamentet for videreudvikling af tiltag, der kan være med til at understøtte et mere bæredygtigt energiforbrug. Midtvejsevalueringen har affødt mange oplysninger om beboernes brugeradfærd og det dertilhørende energiforbrug. Alle disse data benyttes til at igangsætte det kommende måleår med opdateret kvote og nye forventninger.

Diverse energibesparende tiltag florerer i byggebranchen og nye idéer samt produktudvikling giver konstant anledning til udskiftning. Hos Danfoss har man optimeret varmestyring, hvorfor der i denne forbindelse installeres en ny Danfoss Link CC enhed med Wi-Fi i Kvotehuset, således varmestyringen fremadrettet kan foregå via apps fra beboernes telefoner. Samtidig opkobles den intelligente nye styringsenhed til ventilationsaggregatet ligeledes med henblik på fornuftig styring.

I samarbejde med Zensehome opdateres kvoten i Kvotehuset, hvilken reguleres med omhu for at undersøge hvor meget beboerne kan presses, uden at gå på kompromis med komfort. I forbindelse med starten på det nye måleår, vil beboerne i Kvotehuset besøges med henblik på opfølgning af diverse Kvotehus-elementers funktioner, indkøringer og eventuelle udfordringer.