

# Flexafregning og energieffektivitet

Fører fleksibel afregning til mere effektiv el anvendelse?

Slutrapport | Elforsk2020 | projekt 352-010 | 1. april 2020 til 30. juni 2022



**Seniorforsker Anders Rhiger Hansen (projektleder)**

[arhansen@build.aau.dk](mailto:arhansen@build.aau.dk)

**BUILD - Institut for Byggeri, By og Miljø**

**Aalborg Universitet**

**A.C. Meyers Vænge, 2450 København SV**

Per Harboe Hoelgaard, Norlys Energi

Nikolaj, Andel Energi



**INSTITUT FOR BYGGERI, BY OG MILJØ**  
AALBORG UNIVERSITET

andel

**NORLYS**

## Formål

Forud for projektets start var fleksible elpriser, også kendt som dynamiske elpriser, begyndt at vinde frem på det danske energimarked. I løbet af projektet har denne tendens blot blevet stærkere. Nu har stort set alle danske husstande fjernaflæste timebaserede målere, som muliggør timebaseret afregning af el, mens stort set alle danske elnet- og elhandelsselskaber tilbyder et dynamisk elprodukt.

Projektet formål var at undersøge, hvordan sådanne dynamiske elprisprodukter indvirker på husstandes elforbrug og hverdagspraksisser. Ville det føre til mere effektiv anvendelse af el eller potentielt medføre utilsigtede konsekvenser for husstande?

Det undersøgte vi i fem arbejdsplaner. Den første skitserede udviklingen over tid frem til situationen i dag. De to næste arbejdsplaner benyttede kvantitative data i form af register data fra Danmarks Statistik og forbrugsdata fra Norlys, mens arbejdsplan 4 anvendte kvalitative data i form af husstandsinterviews og fotos. Den femte, og sidste, arbejdsplan handlede om at formidle resultaterne, blandt andet gennem seminar og konference, og frembringe anbefalinger til fremtidige politikker og forskning.

Dette projekt blev udført mens dynamiske elpriser var relativt nyt i Danmark. Derfor er det vigtigt at undersøge betydningen af dynamiske elpriser igen. Det seneste års energikrise har medført fornyet fokus på energiforbrug, og betaling af energi, klimakrisen kræver (stadig) en omstilling fra fossile brændsler, og data bliver blot bedre til at kunne undersøge, hvad der sker, når husstande får dynamiske elpriser.

## Resumé

Projektet peger på, at dynamiske elpriser, hvor prisen på en kWh varierer i løbet af dagen, har ingen eller marginal effekt på husstandes energiforbrug. Derudover peger resultaterne på, at dynamiske elpriser på den ene side kan have et potentiale for at skabe mere fleksibilitet i husstandes energiforbrug, for eksempel ved at husstande forsøger at spare energi og penge, samt ved at udnytte eksisterende strategier i hverdagen til at skabe energifleksibilitet. På den anden side efterlader vores undersøgelser også en bekymring for, at dynamiske elpriser kan presse husstandes hverdagsliv yderligere, samt komplicere allerede svært gennemskueligt elforbrug og elafregning.

### **Anvendte metoder**

I projektet har vi anvendt et mix af samfundsvidenskabelige metoder fra kvantitative statistiske metoder over dokumentstudier til kvalitative metoder i form af husstands interviews og fotostudier. Et af de store bidrag fra projektet har været at skabe et godt datagrundlag, herunder et kvantitativt design af data og

metode til at undersøge effekten af dynamiske elpriser i fremtiden. Derfor vil vi også fortsat benytte os af data efter projektets afslutning, da der er masser af nuancer, som venter på at komme frem.

### **Projektets proces**

I arbejdspakke 1 beskrev vi udviklingen frem mod den nuværende situation. Det inkluderede en historisk gennemgang af dynamiske elprisers indtog på det danske elmarked og oversigt over hvilke produkter, som fandtes på markedet på det tidspunkt (juni 2021) for elnetselskaber og elhandelsselskaber, samt anbefalinger til design af dynamiske elprisprodukter (Hansen, Trotta, Hoelgaard, et al., 2021; Hansen, Trotta, Thybo, et al., 2021).

I arbejdspakke 2 undersøgte vi, hvilke husstande, som særligt efterspørger dynamiske elprisprodukter. Dette viste sig sværere at svare på end først antaget, blandt andet fordi datagrundlaget ikke klart kunne udlede om 'produktvalg' var udtryk for en informeret og reflekteret beslutning. Ikke desto mindre blev vores bedste indikation, ud fra vores datagrundlag, at husstande med større behov for el var mere tilbøjelige til at have et dynamisk elprisprodukt, som i dette tilfælde var produktet FlexEl (Norlys). Et større behov for el kunne ses i form af en lille overrepræsentation af elbiler (og plug-in biler) og elvarme. Derudover var der også en overvægt af solcelleejere blandt FlexEl kunderne.

I arbejdspakke 3 undersøgte vi betydningen af dynamiske elpriser for husstande daglige energiforbrug. Med andre ord, når elprisen skifter time for time, følger forbruget så med? Igen blev svaret ikke klart. Idet vores datasæt var meget rigt i form af antal husstande og observationer, så fremstod selv små sammenhænge signifikante. Vores resultater indikerede en minimal effekt af dynamiske elpriser med priselasticitet på omkring 2%. Dette er endnu ikke udgivet i et fagfællebedømt internationalt tidsskrift.

I arbejdspakke 4 undersøgte vi betydningen af dynamiske elpriser for husstandes hverdagspraksisser, det vil sige de rutiner i hverdagen, som bruger og efterspørger energi.

### **Opnåede resultater**

I det foregående afsnit om projektets proces har vi beskrevet hver enkelt arbejdspakke undtagen den femte, og sidste arbejdspakke, som handlede om at formidle resultater og identificere anbefalinger. I stedet for at gennemgå opnåede resultater, beskriver vi her fem centrale anbefalinger i forhold til at få en fremtidig succesfuld og effektiv implementering af dynamiske elpriser på det danske elmarked. Anbefalingerne er således primært henvendt til centrale aktører som Energistyrelsen og Green Power Denmark, elhandelsselskaber og elnetselskaber i Danmark.

1. Sænk forventningerne til dynamiske elpriser. Denne anbefaling har to spor. For det første vil vi opfordre til at aktører på det danske elmarked sænker deres forventninger til hvor meget de i det hele taget kan påvirke danske husstandes energiforbrug. Det gælder både i forhold til at skabe større forbrugsfleksibilitet og 'nudge' husstandes hverdagspraksisser. Husstandes behov for energi er styret af mange komplekse mekanismer, hvor udbud og efterspørgsel blot er et af disse. For det andet vil vi opfordre til at sænke forventningerne til dynamiske elpriser påvirkning af husstandes elforbrugsmønstre. Der vil formentlig være effekt af dynamiske elpriser i fremtiden, særligt i forhold til husstande med elbiler og varmepumper, men forventningen bør ikke bero på at et relativt lille prisincitament kan påvirke hverdagens ordinære rutiner. Det kan også overvejes om dynamiske elpriser (såsom ToU og RTP) i højere grad bør tilskynde til energibesparelse, og effektiv anvendelse af energi, fremfor at være et middel til at tidsforskyde energi. Det kan for eksempel være i form af reduktion af standby forbrug eller 'overforbrug' i spidsbelastningsperioderne.
2. Målret indsætter med husstande der *kan* og *vil* bidrage til energifleksibilitet. Denne anbefaling handler primært om, at vi vurderer at mange husstande ringere forudsætninger for (*kan*), og mindre interesse i (*vil*), at bidrage til mere fleksibel (for)brug af el. Derimod er der husstande, som er interesserede i energi, har kompetencerne til at sætte sig ind i fleksibel brug af energi, og som har ressourcer, herunder tid, til at kunne gøre en indsats i deres hverdag.
3. Fokusér på store slutforbrug. I tråd med de to ovenstående anbefalinger, opfordrer vi til, at der først ses på store elforbrugere. Det handler primært om elbiler og elvarme, men det kan også være husstande, som bebor større areal, eller på anden måde har særligt energipraksisser.
4. Kommunikér fluktuationer i produktion og distribution af el med andet end prissignaler. Vi opfordrer til at prissignaler bliver et af flere midler til at formidle behovet for fleksibilitet i forbrug og priser. Når prisen på en kWh i en bestemt time i højere grad reflekterer hvad det koster at producere og distribuere den, herunder høj efterspørgsel, så ligner det fluktuationer, som forbrugere måske allerede kender fra myldretid, happy hour, restaurant booking og tilbudsvarer. Det kan endvidere minde om tidlige rytmer såsom ulvetime og vejrforhold. Den mest effektive måde at formidle den tidsmæssige belastningen af elnettet på, er formentlig at husstandene oplever risikoen for strømnedbrud eller lavere service i levering af strøm ved spidsbelastning. Det kan inspirere til nye måder, i en dansk sammenhæng, at købe strøm på, hvor man betaler for mængde, og levering af el ikke som udgangspunkt er ubegrænset.
5. Undersøg effekten af dynamiske elpriser og potentielle utilsigtede virkninger. Den sidste opfordring er at gentage en undersøgelse af effekten af dynamiske elpriser. I løbet af dette projekt har situationen ændret sig markant, for eksempel med energiforsyningskrise, større salg af elbiler og

flere dynamiske elprisprodukter på markedet. Det kræver derfor, at nye aspekter bliver undersøgt, og ikke mindst hvilke følgevirkninger det kan have for danske husstande, når prisen på el varierer time for time.

Mange, hvis ikke alle, af disse anbefalinger er blevet frembragt af andre aktører og forskere (både nationalt og internationalt), og med vores gentagelser her ønsker vi at samle og understøtte de anbefalinger, som vi mener er vigtige på baggrund af vores empiriske undersøgelser og forståelse af forskningslitteratur.

## Engelsk resumé

### **Aim**

In recent years, dynamic electricity pricing, where the price of a kWh varies during the day, have entered the Danish electricity market. The aim of this project was to investigate the impact of dynamic electricity pricing on household electricity consumption patterns and everyday practices. Would it lead to more effective usage, or could it also imply unintended consequences for households?

In five work packages, we investigated different aspects of this. In the first work package, we outlined the development, where dynamic pricing gradually entered the Danish market to the situation today. In the second and third work package, we used quantitative data in form of register data from Statistic Denmark and consumption data from Norlys Energy to investigate who chooses dynamic products and what the effect on their electricity consumption patterns is. In work package four, we conducted 12 qualitative interviews, and used these together with photos to investigate everyday flexibility. Finally, in work package five, we identified recommendations for future implementation of dynamic pricing based on the empirical results.

### **Results**

The project's results indicate that dynamic electricity pricing have no or limited effect on household energy consumption patterns. Moreover, the project's analyses show how dynamic electricity pricing on the one side may provide a potential for creating more demand flexibility, for example by energy savings and everyday flexibility strategies, but on the other side may enhance time-squeeze in households.

### **Implications**

Based on the empirical results, the project provides recommendations primarily targeted actors on the Danish electricity market.

1. Lower expectations to dynamic electricity pricing. First, we encourage to lower expectations to how households' energy consumption patterns in general can be steered, for example in order to gain demand flexibility or 'nudge' household everyday practices. Second, we encourage to lower expectations to the potential effect of dynamic pricing on the timing and intensity of energy practices. The impact of dynamic pricing will probably increase in the future with more electric vehicles and heat pumps, but the expectation should still be that the dynamic price signal only to a little extent can affect ordinary everyday practices.
2. Target households that *can* and *will* contribute to energy flexibility. Based on the results, we suggest targeting households that have the best conditions to contribute, for example in form of time and resources, and that are engaged in contributing, for example due to interest in energy concerns.
3. Focus on large energy end-uses. In continuation of the previous recommendations, we encourage to prioritize the large end-uses, for example households with EVs or electric heating.
4. Communicate fluctuations in electricity production and distribution with more than price signals. Price signal is a popular tool in the attempt to steer (flexible) demand, but it should not be the only one. Daily fluctuations in costs of electricity resemble other daily rhythms, such as rush hour, weather patterns or restaurant bookings, and this might be useful to communicate fluctuations in energy costs.
5. Investigate the effect of dynamic pricing and potential unintended implications. The final recommendation is to repeat the investigation of the impact of dynamic pricing. During this project, the situation has changed dramatically, for example with energy supply crisis, more EVs, and greater awareness of dynamic pricing. This new situation requires new investigations, and not least to follow the development of new factors, and the potential implications for everyday practices when the price of one kWh changed hourly.

Most, if not all, of these recommendations have been mentioned by others as well, and by repeated these, we wish to underpin their importance, and maybe point as smaller variations due to the Danish context.

## Konklusion

Vi har delt konklusionen op i to spørgsmål.

1. Påvirker dynamiske elpriser danske husstandes elforbrugsmønstre?

Projektets resultater indikerer, at effekten af dynamiske elpriser, i dette tilfælde timevarierende prisprodukt, har ingen eller marginal effekt på husstandes elforbrugsmønstre. Vores bud er en signifikant

priselasticitet på omkring 2%, dvs. for en hypotetisk prisstigning på 100%, så vil forbruget forventeligt stige med 2%. Endvidere viser projektet, at det formentlig er husstande med større energiforbrug, såsom elbil og elvarme, som er mere tilskyndet til at vælge et dynamisk elprisprodukt.

## 2. Hvordan agerer danske husstande fleksibelt i forhold til energiforbrug?

Projektets undersøgelse af 12 danske husstandes hverdagsliv peger på, at sammenhængen mellem hverdagens rutiner, såsom indkøb, madlavning og oprydning er vigtig for fleksibiliteten af daglige tidsrytmer, at morgenrutiner har en mere fast struktur end aftenrutiner, at der eksisterer mange strategier til at skabe fleksibilitet i hverdagen, men at de primært bruges til at skabe overskud eller plads til andre aktiviteter, og altså ikke til at tidsforskyde eller spare på el.

Derudover fandt vi en række faktorer, som er vigtige for hvordan hverdagens tidsrytmer brydes eller ændres. Det var særligt brandfare ved gæster, som havde betydning for det, men også husdyr, diagnoser, støj, og risiko for brand kan ses som potentielle barrierer for energifleksibilitet.

Til sidst fandt vi, at apparater, og andre tings, mulighed for at tidsforskyde (for)brug af el, lader til at blive overtrumpet af bekvemmelighed. Vaskemaskine og tørretumbler har for eksempel 'timer'-funktioner, men de har også kvikprogrammer, som meget bekvemt kan klare vask og opvask hurtigt og effektivt. Vi så en tendens til at det hurtige og bekvemme vandt over det fleksible.

### **Opnåede energibesparelse/energieffektivitet**

Projektet har i sig selv ikke ført til energibesparelse eller energieffektivitet, men resultaterne fra projektet kan medvirke til fremtidig energibesparelse og energieffektivitet for husstande. Ved at vise hvor lille effekt dynamiske elpriser kan have på forbruget, så kan dette projekt være med til at pege på andre, mere effektive, løsninger til at sikre energifleksibilitet. Resultaterne kan også være med til at undvige nogle af de barrierer der kan opstå i forhold til energibesparelse og energifleksibilitet i husstandes elforbrug.

## Perspektivering

Resultaterne fra projektet vil kunne blive anvendt i elnet- og elhandelsselskabernes videre arbejde med dynamiske elprisprodukter, samt for centrale aktører som Energistyrelsen og Green Power Denmark.

Resultaterne kan også sige noget mere generelt om løsninger rettet mod husstande, for eksempel i form af solcelleanlæg og aggregatorer. Derudover kan resultaterne, sammen med metode og databehandling, anvendes til at replicere og videreudvikle en lignende undersøgelse.

## Formidlingsaktiviteter

Kronikker og rapporter		
Dato	Titel	Medie
19 aug. 2021	<a href="#">Alle snakker om energifleksibilitet, men hvad kræver det af forbrugerne?</a>	ING/GRIDTECH
Juni 2021	<a href="#">Energifleksibilitet til salg: Hvordan dynamiske priser indtog det danske elmarked</a>	BUILD rapport 2021:15
7-11 juni 2021	<a href="#">Demanding, distributing and selling energy flexibility: How dynamic tariffs entered the Danish electricity market and what to do next</a>	ECEEE Summer Study 2021 proceedings

Elforsk nyheder	
Dato	Titel
16 juni 2021	<a href="#">Hvordan kan dynamiske elpriser være med til at sikre lavere elforbrug?</a>
9 juni 2022	<a href="#">Ingen effekt af varierende elpriser – endnu</a>

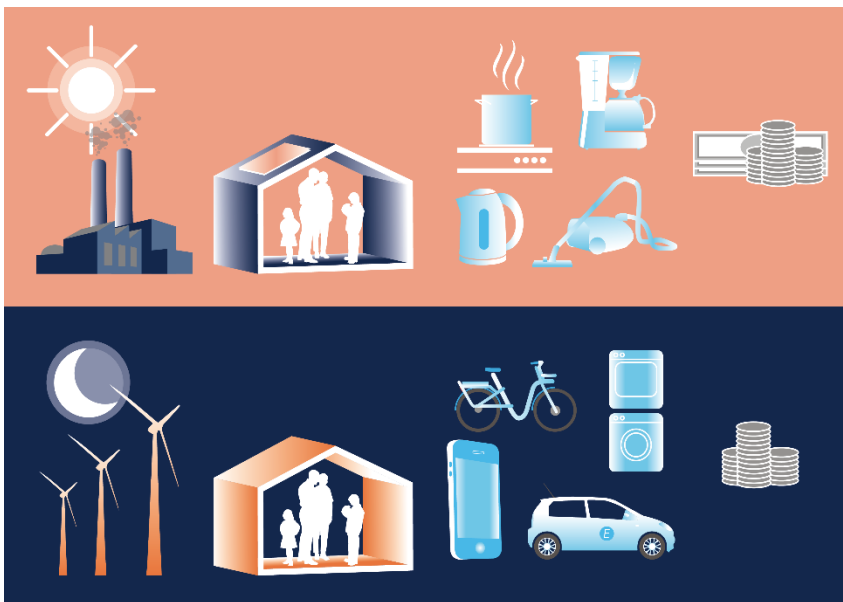
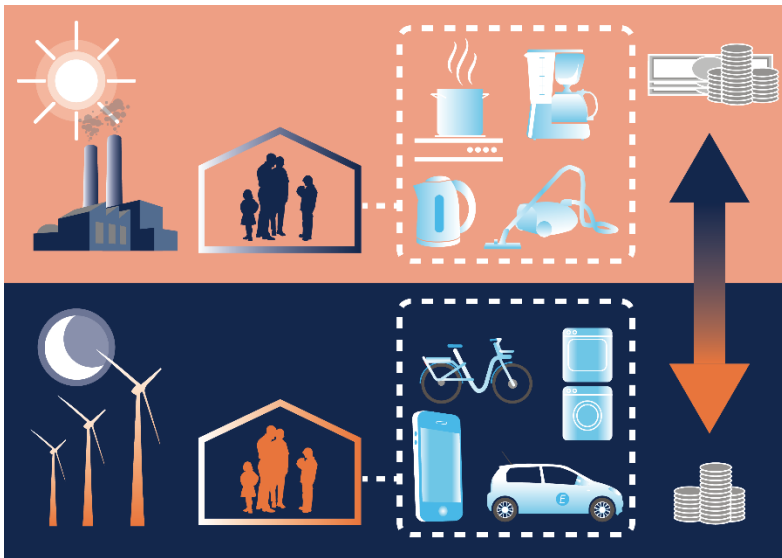
Seminarer og konferencer		
Dato	Titel	Sted
16 maj 2022	It's fine for those who's interested in that stuff, but I don't care: A qualitative study of everyday (energy) flexibility and response to dynamic energy pricing in Denmark	Unlocking Flexibility workshop Newcastle University School of Geography
6 oktober 2020	Hvordan påvirker solceller hverdagspraksisser og elforbrug?	webinar om lokal elproduktion og fleksibelt forbrug
31 august til 3 september 2022 (deltagelse accepteret)	In the end, convenience rules! The importance of material relations for energy demand flexibility	ESA RN05 – Midterm Meeting of the Research Network of Sociology of Consumption 2022



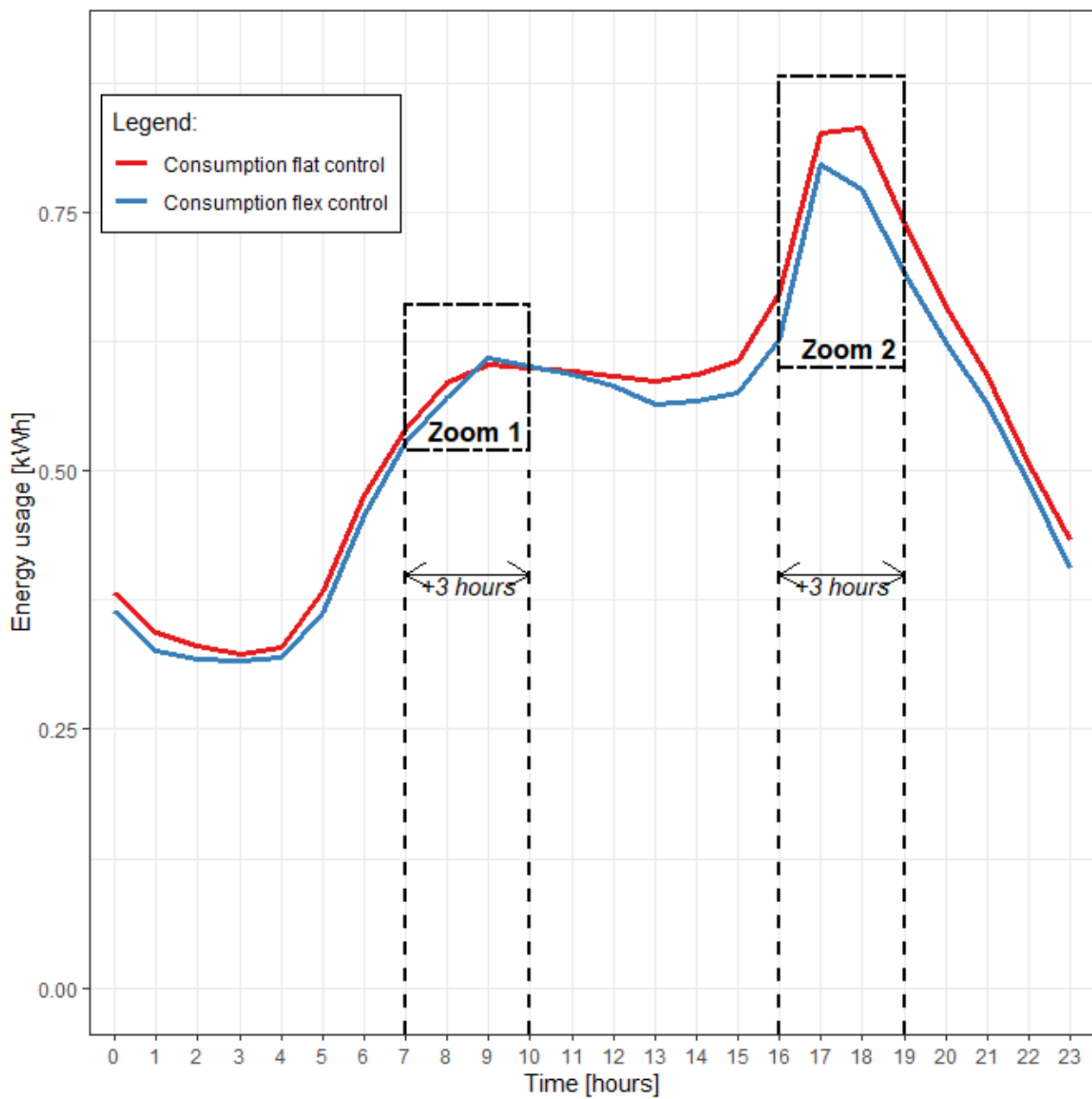
# Bilag

Fotos som illustrerer projektet med fototekst

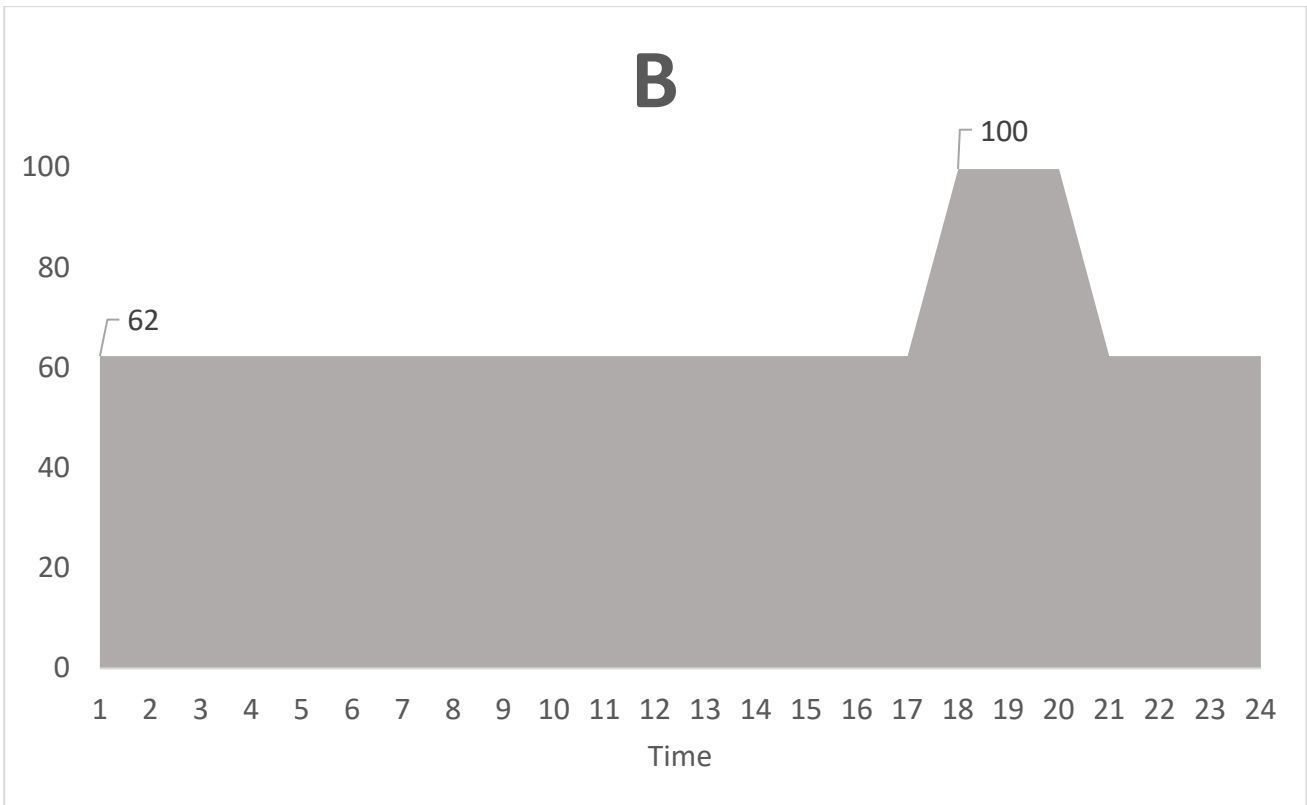
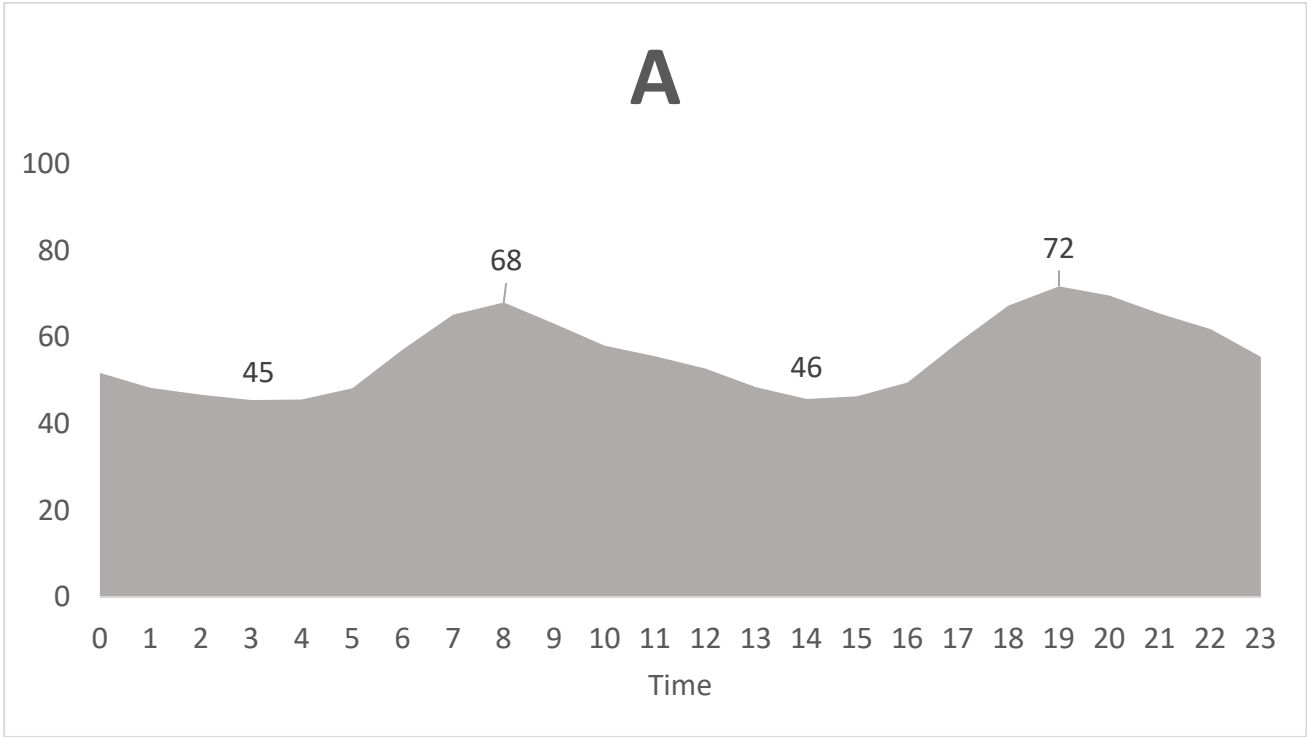


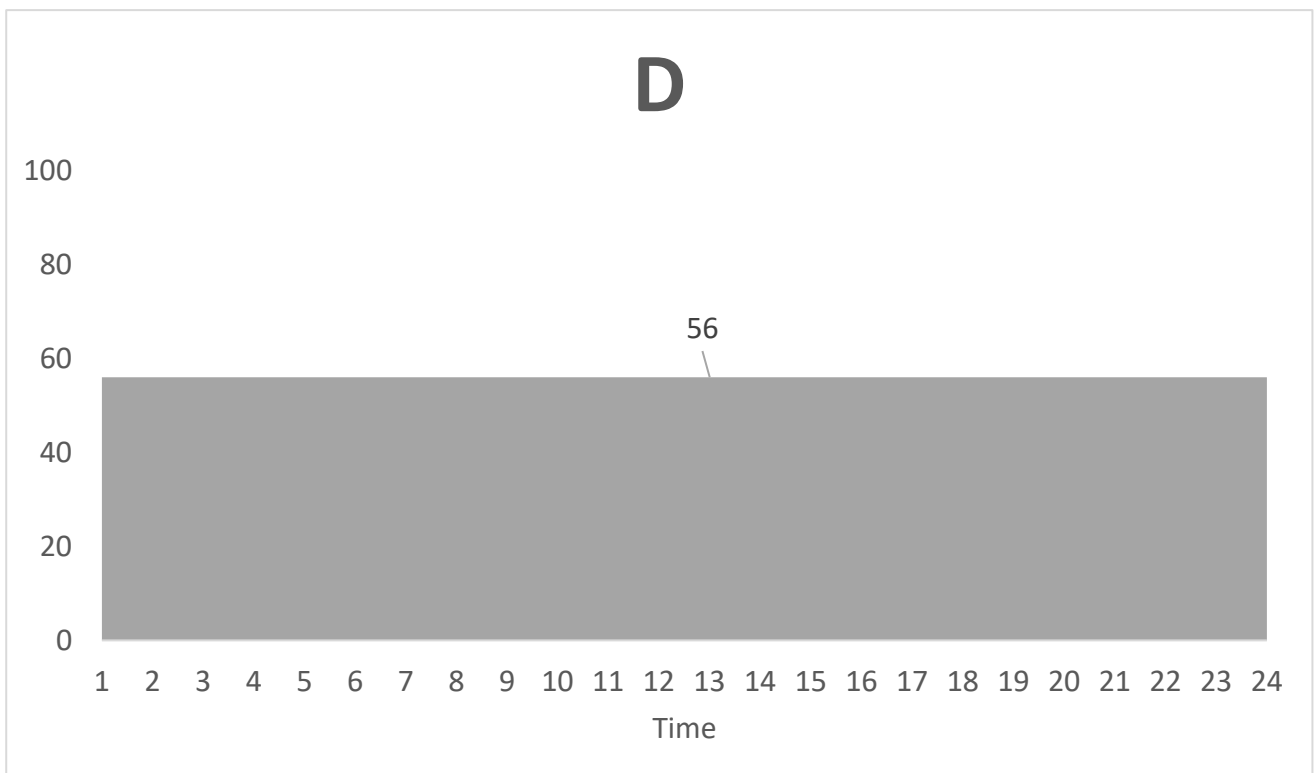
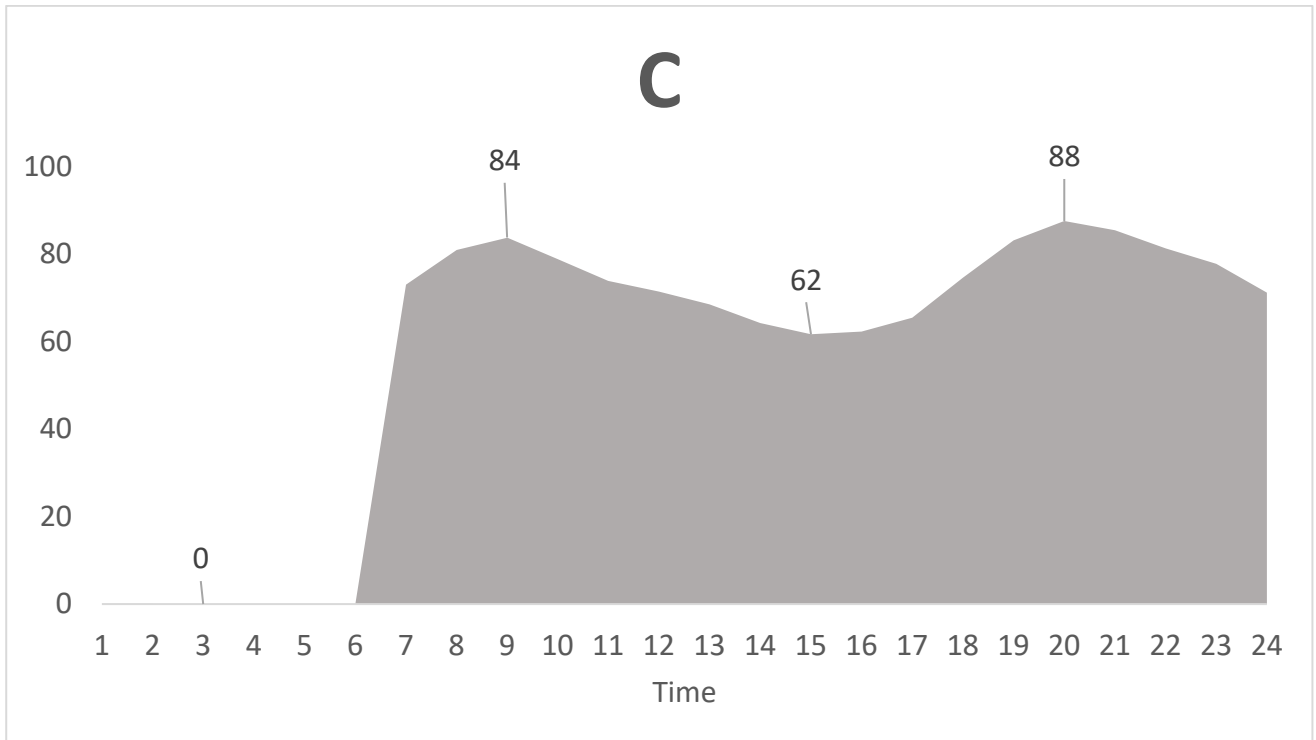


Billede 1-4. Illustration af sammenhængen mellem hverdagspraksisser, energiproduktion og dagsrytmen.



Billede 5. Gennemsnitlig daglig energiforbrugsprofil for kunder med FlexEl (flex) og PuljeEl (flat), baseret på 10.000 kunders timeforbrug. Kontrolleret for forskelle i bygge- og boligkarakteristika. Ikke udgivet endnu.





Billede 6-9. Idealtypiske illustrationer af forskellige former for dynamisk elprisprodukter brugt i interviews. A=RTP (time-varierende), B=ToU, C=RTP+ToU, D=flad rate.







Billede 10-19. Fotos fra husstandsinterviews af hverdagsliv og elforbrug.

Publicerede videnskabelige artikler i projektperioden

7-11 juni 2021	<a href="#">Demanding, distributing and selling energy flexibility: How dynamic tariffs entered the Danish electricity market and what to do next</a>	ECEEE Summer Study 2021 proceedings
----------------	---	-------------------------------------

Dokumenter og konferenceindlæg

Seminarer og konferencer		
Dato	Titel	Sted
16 maj 2022	It's fine for those who's interested in that stuff, but I don't care: A qualitative study of everyday (energy) flexibility and response to dynamic energy pricing in Denmark	Unlocking Flexibility workshop Newcastle University School of Geography
6 oktober 2020	Hvordan påvirker solceller hverdagspraksisser og elforbrug?	webinar om lokal elproduktion og fleksibelt forbrug
31 august til 3 september 2022	In the end, convenience rules! The importance of material relations for energy demand flexibility	ESA RN05 – Midterm Meeting of the Research Network of



(deltagelse accepteret)		Sociology of Consumption 2022
----------------------------	--	----------------------------------

Artikler

19 aug. 2021	<a href="#">Alle snakker om energifleksibilitet, men hvad kræver det af forbrugerne?</a>	ING/GRIDTECH
--------------	--	--------------