

**VISUALISERING AF DET UHÅNDGRIBELIGE
- ET KIG IND I EL-SYSTEMET**

Roskilde Universitet

2016



Bettina Ottesen Thorvil
Emma Lillebro Striib Nielsen
Simon Claësson Kaarsberg
Jasmin Esa
Mikllas Lund

Gruppe nr.: 8
Vejleder: Allan Alfred Birkegaard Hansted
HumTek 3.semester
Hus 4.2

Abstract

We are standing upon a global challenge, which is the climate change. Climate change arises from various reasons, but in Denmark one of the biggest contributors is emissions from the energy production. At the same time, the existing power system is experiencing a technology lock-in. The majority of the system's mechanisms are build to produce energy based upon fossil fuels in a linear value chain. This makes it difficult to adjust the system to a more sustainable production of energy, e.g. through the introduction of new intelligent technological solutions. Furthermore, the power consumers are experiencing an intangible relationship to the power system as a whole, and the consumers rarely think about the power they use. This project report aims to make the power consumer more aware of their energy usage, and prepare them for the future energy system, that will highly depend on a more active and engaged consumer. Thus also focusing on how the transition can be made easier, from a fossil energy system to an intellectual power system, such as Macro and Micro Smart Grids'. A concept that aims to adjust the existing power system to the fluctuating energy sources, like wind energy and solar-powered energy.

Therefore, this report aims to present a solution-oriented design proposal, in the shape of a device that is aimed to make the single electricity consumer more aware of their power usage, and the system behind. In Actor-network theory terminology the device tries to open the "black box" behind the existing power system, and to make it more palpable – and simple – which would help the consumer consider when to use the electricity at the most appropriate time, based on whether the energy source is green or black, that is, based on renewable or non renewable energy sources. The device does this by visualizing the amount of "good" renewable energy, or "bad" fossil energy produced at the given time. This is done by a simple LED colour light scale, that goes from red to green - the greener thus more "good" renewable energy is produced. The device aims to influence the energy consumer to use energy resources more effectively and at the appropriate time. Thereby ensuring that the consumer takes a more active stand in terms of taking care of the environment.

Indholdsfortegnelse

ABSTRACT	1
1.1 BEGREBSAFKLARING	5
1.2 PROBLEMFELT	7
1.3 PROBLEMFOMULERING	9
1.3.1 ARBEJDSSPØRGSMÅL	10
1.4 INTRODUKTION TIL DESIGNET	10
1.5. SEMESTERBINDING	11
1.5.1 SUBJEKTIVITET, TEKNOLOGI & SAMFUND	11
1.5.2 DESIGN OG KONSTRUKTION	13
2.1 TILGANG TIL PROJEKTET	15
2.1.1 ABDUKTIV FORSKNINGSMETODE	16
2.1.2 EN VISUEL TILGANG	16
2.2 INTERVIEW METODE (KVALITATIV METODE)	17
2.3 HEVNERES DESIGN MODEL:	18
2.3.1 DEL 1 AF MODEL - RELEVANS CYKLUS	18
2.3.2 DEL 2 AF MODELLEN – RIGOR CYKLUS	19
2.3.3 DEL 3 AF MODELLEN – DESIGN CYKLUS	19
2.4 AFGRÆNSNINGER	20
2.1 DET DANSKE EL-SYSTEM	22
2.1.1 DET DANSKE TRANSMISSIONSNET	22
2.1.3 ENGROSMARKEDET – HANDLEN MED ELEKTRICITET	25
2.2 PRISSÆTNINGEN AF ELEKTRICITET	25
2.2.1 FOSSILE BRÆNDELS- OG CO ₂ -KVOTEPRISER	26
2.2.3 SAMMENKOBLINGEN AF FORSKELLIGE ENERGISYSTEMER	28
2.2.4 SLUTFORBRUGERENS ELFORBRUG	28
2.2.5 ELEMENTER I SLUTFORBRUGERENS ELREGNING	28
2.3 UDFORDRINGER VED FREMTIDENS EL-SYSTEM	29
2.3.1 REGERINGENS 2050 PLAN	30

2.4 DELKONKLUSION	32
3.1 DET DANSKE ELFORBRUG	33
3.2 ELEKTRICITETS FLUKTUERENDE KARAKTER	35
3.3 BRUGERENS FORHOLD TIL ELEKTRICITET	36
3.4 SMART GRID	37
3.4.1 MAKRO GRID (SMART GRID)	37
3.4.2 MIKRO GRID	38
3.4.3 UDFORDRINGER VED IMPLEMENTERINGEN AF SMART GRID	40
3.5 DELKONKLUSION	40
4.1 ENERGISYSTEMETS SOCIOTEKNISKE SYSTEM	42
4.1.1 ENERGISYSTEMETS SOCIOTEKNISKE REGIME OG SPORAFHÆNGIGHED	43
4.1.2 RADIKALT ELLER INKREMENTELT TEKNOLOGI-SPORSKIFTE?	44
4.1.3 SMART GRID	46
4.1.4 DELKONKLUSION	47
4.2 AKTØR-NETVÆRK ANALYSE	48
4.2.1 IDENTIFIKATION AF DE MEST RELEVANTE AKTANTER	50
4.2.2 DELKONKLUSION	53
4.3 DESIGNETS RELEVANS I ET FÆNOMENOLOGISK PERSPEKTIV	53
4.3.1 SUBJEKTET FREMMEDGØRES OVERFOR EL-SYSTEMET	53
4.3.2 SUBJEKTETS FREMMEDGØRELSE OVERFOR KLIMAFORANDRINGERNE	55
4.3.3 DELKONKLUSION	59
5.1 DESIGN HYPOTESE & INDLEDENDE DESIGN VALG	60
5.1.1 FØRSTE DESIGN IDÉ	61
5.1.2 ANDEN DESIGN IDÉ	62
5.2 DESIGN BESKRIVELSE OG ARGUMENTATION FOR DESIGN VALG	63
5.2.1 DESIGN DER APPELLERER TIL FORBRUGEREN	63
5.2.2 MATERIALER	63
5.2.3 DISPLAY	63
5.2.4 STRØMFORSYNING	64
5.2.5 DESIGNETS YDRE KONSTRUKTION	64
5.2.6 DET ÆSTETISKE UDSEENDE	65
5.3 UDFØRELSEN AF ARTEFAKTET	66
5.3.1 DEN FYSISKE UDFØRELSE AF ARTEFAKTET	66

5.3.2 DEN TEKNISKE UDFØRELSE AF ARTEFAKTET	67
ARDUINO BOARDETS WIFI TRANSMITTER	68
NEDHENTNINGEN AF DATA	69
DATO FORSPØRGELSE	70
DATAENE OMSAT TIL ET LYSDIODE OUTPUT	71
5.4 EVALUERING AF DESIGNET	72
5.4.1 UOVERENSSTEMMELSE MELLEML DEN TEKNISKE DESIGN HYPOTESE OG VIRKELIGHEDEN	72
5.4.2 FEEDBACK TIL DESIGNET FRA FORBRUGERENE	73
5.4.3 FEEDBACK TIL DESIGNET FRA EKSPERT	74
5.5 VIDEREUDVIKLING AF DESIGNET (PERSPEKTIVERING)	75
5.5.1 ÆSTETIK UDVIKLING	75
5.5.2 FUNKTIONALITET	75
5.5.4 STRATEGI FOR IMPLEMENTERING	77
6.1. KRITIK AF ARTEFAKT	78
BILAG 1: INTERVIEWS	90
INTERVIEWGUIDE TIL EKSPERTINTERVIEW - SEMISTRUKTURERET INTERVIEW	90
INTERVIEWWINTERVIEWGUIDE TIL INTERVIEW AF FORBRUGEREN - SEMISTRUKTURERET INTERVIEW	90
BILAG 2: FAKTORERE DER PÅVIRKER PRISEN PÅ ELEKTRICITET	91
BILAG 3: MIN ENERGI APPLIKATIONS BRUGERFLADE	92
BILAG 4: NORTHQ'S HOMEMANAGER APPLIKATIONS BRUGERFLADE	93
BILAG 5: FABMAKER PROCESSING KODE TIL ARTEFAKTETS YDRE KONSTRUKTION	93
BILAG 6: WIFI KODEN TIL ARDUINO	96
BILAG 7: LED-KODEN TIL ARDUINO	98



1. Introduktion

1.1 Begrebsafklaring

Følgende afsnit består af korte forklaringer af fagbegreber, som ikke er alment kendte, samt begreber der bruges hyppigt i rapporten. Afsnittet er til for at lette forståelsen af brugen af disse begreber, igennem læsningen af rapporten.

Fluktuerende energikilder - Her refereres til vedvarende grønne energikilder, der har fluktuerende, dvs. svingende egenskaber (Rasmussen, F., 2009). Dette omhandler bl.a. vind og sol, som begge er vedvarende energikilder, der afhængigt af vejr og sæson kan svinge i produktion, og som helt stopper ved fraværet af f.eks. sol og vind.

Intelligent energisystem - Her refereres til et el-system, der er baseret på tovejskommunikation af data. Dette kan være data omkring energi -forbrug og -produktion på et lokalt, regionalt, nationalt eller internationalt niveau. Tovejskommunikation i systemet gør systemet i stand til, på intelligent vis, automatisk at styre elementer af systemet, uden aktiv indvending fra forbrugers side. Et Smart Grid system er en form for intelligent energisystem (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 11-12).

Smart Grid system - I rapporten vil Smart Grid begrebet nævnes i flere sammenhænge, men overordnet bruges som en betegnelse for et smart, elektrisk system, der intelligent kan integrere og styre forskellige elektriske devices og teknologier, der er tilkøbt systemet. Idéen er, at Smart grid system skal være i stand til, effektivt at levere grøn energi. Dette gør systemet ved at monitere, kontrollere og kommunikere på tværs af de integrerede elementer (Hatziaargyriou, 2013: 1). Med andre ord, kan Smart Grid systemet selv styre energiforbruget i forhold til energiproduktionen fra vedvarende energikilder, således at der undgås et for stort energiforbrug, når der ikke er nok vedvarende energikilder til at forsyne behovet (Arrouas, 2011). Når der i rapporten refereres til begrebet, skal det forstås som et makro system, der som helhed kan fungere som et intelligent energisystem (Hatziaargyriou, 2013: 1).

Mikro Grid system - Her refereres til små delementer eller systemer, der har samme egenskaber som det overordnede Smart Grid system, men som samtidig fungerer uafhængigt af systemet. Dette kunne eksempelvis omfatte energi-lagringsmuligheder såsom batterier, eller mindre selvforsynende

energisystemer såsom et lavenergihus med egen energiproduktion. Det der især karakteriserer Mikro Grid systemer, er uafhængigheden af det overordnede Smart Grid system, hvilket øger forsyningssikkerheden i Smart Grid systemet, idet at Mikro Grid'et kan bidrage med energi til Smart Grid systemet i krisetider (f.eks. ved strømafbrydelser eller lignende) (Hatzargyriou, 2013: 2). En uddybende beskrivelse af mikro og makro Smart Grid'et gives i afsnit "3.4 Smart Grid".

Black box - Begrebet henviser metaforisk til fænomenet, når sociale relationer kontitueres i en teknologi, der slører disse sociale relationer. Netop pga. utilgængeligheden til disse relationer, kaldes det en "black box", og der er ofte tale om komplekse teknologier, som forbrugeren ikke stiller spørgsmålstejn ved (Fuglsang, 2013: 366). Der stilles ikke spørgsmålstejn til teknologien, idet den fungerer og fuldfører den opgave, som den skal, og dermed ses der ingen grund til at forstå de bagvedliggende processer i teknologien. Et eksempel er en computer, som mange anvender i forskellige sammenhænge, men mange ikke ved hvordan fungerer teknisk.

Tragedy of The Commons - Dette begreb forklarer, hvad der sker, når en stor mængde individer har adgang til uregulerede offentlige ressourcer. Her sker der ofte det, at ressourcerne bliver udnyttet og misbrugt (Withgott, 2004: 4). De individer der bruger ressourcerne har som regel, primært interesse i at maksimere deres eget udbytte og ikke nogen reel interesse i at beskytte ressourcerne, når de bliver misbrugt.

Drivhuseffekten - Drivhuseffekten er en betegnelse for atmosfærens naturligt isolerende effekt på jorden. Atmosfæren består af en lang række gasser (CO₂, kvælstof, ilt mm.), der alle er med til at holde på klodens varme. Når der udledes for mange drivhusgasser til atmosfæren, vil mere af varmen holdes på jorden, og dermed opstår en global opvarmning (Hansen, 2013).

Grøn energi - er den energi, der eksempelvis bliver produceret igennem vindmøller, solceller, og vandkraftværker. Grunden til at det bliver kaldt "grøn energi" er, at de forskellige anlæg bruger naturlige, fornybare ressourcer til produktionen af energi. Denne form for energi kaldes også for vedvarende energi (VedvarendeEnergi, u.å.).

Sort energi - er den form for energi, der bliver produceret fra fossile brændsler, heriblandt kul, olie og gas. Disse brændsler bruges primært i energi og transportsektoren, hvor konsekvensen er et stort udslip af drivhusgassen CO₂ og hermed et bidrag til drivhuseffekten. Fossile brændsler er i og for

sig også fornybare, men fordi det tager millioner af år, at forny disse ressourcer, kaldes de ikke-fornybare ressourcer (Withgott, 2014: 341).

1.2 Problemfelt

Den globale udledning af drivhusgasser (CO₂, metan og lattergas) er stigende, hvilket bidrager til en accelererende global opvarmning. Dette har været klart lige siden 1850, hvor pålidelige målinger af den globale temperatur har observeret, at den globale middelhavs temperatur er stigende (IPCC, 2014: 3 & 37). Den globale opvarmning skyldes drivhuseffekten, der opstår på grund af udledningen af for mange drivhusgasser til atmosfæren. Udledningen af drivhusgasser til atmosfæren er siden industrialiseringen mere end fordoblet, hvilket medfører en hurtigere og større temperaturstigning, end kloden naturligt kan balancere (IPCC, 2014: 3). Temperaturstigningerne har mange forskellige konsekvenser, da den globale temperatur har stor påvirkning på forskellige økosystemer og kredsløb, eksempelvis det hydrologiske- (vand) og atmosfæriske (luft) kredsløb. Temperaturstigningerne vil have globale konsekvenser, hvor vi især i Danmark vil mærke konsekvenserne i form af mere ekstreme vejrforhold og flere oversvømmelser (IPCC, 2014: 10-11). Ligeledes påpeges vigtigheden i, at undgå en temperaturstigning på mere end 2 grader, da risikoen for at der opstår positive loops¹ stiger herefter (Nielsen, 2009).

Den primære kilde til udledning af drivhusgasser og dermed global opvarmning, er emissionsudledninger ved afbrænding af fossile brændsler (kul, olie, gas mm.). Hele 78% af den totale CO₂ udledning kommer fra afbrændingen af fossile brændsler (IPCC, 2014: 5). I en dansk kontekst, er det blandt andet energisektoren, der er et stort problem. Dette skyldes det nuværende energisystems afhængighed af fossile brændsler, da 80% af Danmarks energiforbrug dækkes ved brugen af fossile energikilder. Det er blandt andet derfor, at regeringens 2050 plan der har formålet at starte en energiomstilling af sektoren, og har det som ambition at Danmark skal være fossilfrit i år 2050 (Klimakommissionen, 2010: 36).

Her er det vigtigt at huske, at sådan en omstilling i Danmark kun vil have en lille effekt i en større sammenhæng, da det bliver mere og mere klart, at den globale opvarmning er et globalt

¹ Positive loops opstår, når et output fra et system også bliver input for samme system. Effekten er destabiliserende og går mod et ekstrem. Et eksempel er den arktiske is, der reflekterer sollys effektivt pga. sin farve, men som reflekterer mindre, når isen smelter pga. temperaturstigningerne. Når isen smelter, er der mindre til at reflektere sollyset, og i stedet absorberes solens stråler i vandet, hvilket øger temperaturstigningen og nedsmeltningen af isen (Withgott et al., 2014; 24-25).

fælleshandlingsproblem. Problemet kan dermed kun løses i et globalt samarbejde, hvor et indsatsområde bl.a. er afviklingen af brugen af fossile brændsler (Hansen et. al, 1997: 257).

Alligevel spiller Danmark en vigtig rolle, da vi er blandt de førende lande indenfor denne omstilling. Således kan Danmark udgøre et case, som andre lande kan hente erfaring og inspiration fra. I Danmark skal energiomstillingen blandt andet finde sted, ved at fokusere på at få vedvarende energikilder, særligt vindenergi, implementeret som bærende energikilde i systemet. Planen er, at i 2020 skal vindenergi dække 50% af det danske energiforbrug (Tornbjerg, 2015: 42). Her opstår en ny problemstilling, idet at vindenergi er en fluktuerende energikilde, hvor der kun produceres strøm, når det blæser. Produktiviteten kan derfor variere, mens vores energiforbrug forløber i et ensartet mønster. Altså opstår en problemstilling i forhold til at dække vores energibehov, da dette ikke er fleksibelt nok, til at tilpasse sig de fluktuerende energikilder. Dette er især en udfordring i fremtidens energisystem, da elforbruget med stor sandsynlighed vil stige grundet en elektrificering² af andre sektorer (Klimakommissionen, 2010: 25).

Til at afhjælpe denne problemstilling foreslår Klimakommissionen tre muligheder: En løsning er, at kigge på alternative vedvarende energikilder, der kan virke som backup til vindmøllerne, f.eks. biomasse (Klimakommissionen 2010: 33). En anden mulighed er, at importere el, når vi har brug for den, og omvendt eksporterer el, når vi producerer mere end vi bruger. Dette er grundlæggende måden, vores internationale el-system fungerer på i dag. Klimakommissionen fremhæver, at der er behov for, at udvide forbindelserne til vores nabolande, så det nordeuropæiske elmarkedet bliver endnu mere sammenhængende (Klimakommissionen 2010: 63). En tredje mulighed er, at kigge på vores forbrug. Vores forbrugsmønster er repetitivt: der opstår spidsbelastningsperioder ved eftermiddag/aften, når der skal laves middagsmad, alle fem hverdage, hvor weekenden kun adskiller sig lidt. Derfor anbefaler Klimakommissionen, at vi arbejder på, at gøre vores elforbrug mere fleksibelt, bl.a. vha. intelligente energisystemer (Klimakommissionen 2010: 62-64).

Det intelligente energisystem handler kort sagt om, at koble elforbrug og elproduktion sammen på en "smart" måde. Ved at gøre dette, kan systemet bedre selvregulere forbruget i forhold til produktionen, således at forbruget kan sænkes, når der er spidsbelastningsperioder, eller sættes i gang, når der produceres ekstra meget energi, f.eks. når det blæser ekstra kraftigt (Intelligent Energi,

² Ved elektrificering af andre sektorer skal det forstås således at mange andre sektorer, såsom varme og transport sektoren, ligeledes skal udfase brugen af fossil energi. Dette regnes med at gøres ved at have elektricitet som den bærende energikilde - ergo vil en stigning i elforbruget ses generelt (Klimakommissionen, 2010: 25).

2014: 5). Således har et intelligent energisystem to overordnede formål: At reducere elforbruget, samt at udligne elforbruget, enten på mikro skala (Mikro Grid) eller på makroskala (Makro Grid, Smart Grid/cities). Her er der for nyligt begyndt at komme fokus på intelligente løsninger på mikro skala, kaldet "Mikro Grid". Disse lokale løsninger gør det muligt for forbrugeren, at bidrage mere aktivt til energiomstillingen, med et fleksibelt elforbrug (Lantero, 2014). Det intelligente energisystem opererer, modsat det traditionelle el-system, med en tovejskommunikation. Tovejskommunikationen gør det nemmere for forbrugeren, at agere aktivt og effektivt på, hvornår de vil bruge deres strøm, samt giver den dem muligheden for at agere som forbruger og producent samtidigt. (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9).

Hermed vil fremtidens energisystem nødvendiggøre, at forbrugeren tager mere aktive og ansvarsbevidste valg om deres elforbrug, hvilket langt fra er noget, der gøres i det nuværende system. Her fastholdes forbrugeren tværtimod i en passiv rolle, hvoraf kun få forbrugere har et håndgribeligt forhold til den el de forbruger (Nielsen, 2015). Dette er problematisk, da der i fremtiden skal skabes et mere fleksibelt forbrug, hvilket lægger et nyt ansvar over på forbrugeren (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9). Her er det projektgruppens overbevisning, at dette ikke er en nem overgang fra en passiv til aktiv forbrugerrolle. Derfor ønskes der med dette projekt, at undersøge, hvordan noget uhåndgribeligt som el, kan formidles ud til forbrugeren, således at deres bevidsthed omkring deres elforbrug øges. Dette vil i projektet gøres gennem udviklingen af et visuelt artefakt, der kan formidle informationer om systemet ud til forbrugeren, og derigennem give forbrugeren mulighed for at agere mere hensigtsmæssigt i forhold til deres brug af fluktuerende energikilder.

1.3 Problemformulering

Med henblik på at arbejde med ovenstående problemstilling, vil projektet tage udgangspunkt i følgende problemformulering:

1. Hvordan kan el-systemet gøres mere håndgribeligt for den enkelte el-forbruger, gennem designet af et fysisk artefakt, således at forbrugeren kan agere mere hensigtsmæssigt i forhold til brugen af el, sådan at de fluktuerende energikilder udnyttes mere effektivt?

1.3.1 Arbejdsspørgsmål

Herunder vil følgende arbejdsspørgsmål behandles igennem opgaven:

- Hvordan er det nuværende energisystem opbygget, og hvordan vil fremtidens energisystem være opbygget?
- Hvilke udfordringer eksisterer der i fremtidens intelligente el-system?
- Hvilket forhold har forbrugeren til elektricitet?
- Hvordan kan projektgruppens designforslag til konstruktionen af et artefakt være med til at påvirke brugeren til at have et mere aktivt og ansvarsfuldt adfærd overfor deres elforbrug?

1.4 Introduktion til designet

Som nævnt i problemformuleringen, ønsker projektgruppen i følgende rapport, at udarbejde et designforslag til et fysisk artefakt. Dette fysiske artefakt vil kort introduceres her. Gennem rapporten vil der refereres til dette design, som enten artefaktet eller designet. En uddybende forklaring af design hypotese, designvalg, design beskrivelse samt andre overvejelser bag designet, beskrives længere nede i rapporten (fra kapitel 5).

Projektgruppens designforslag har til formål, at gøre el-forbrugeren mere opmærksom på deres elforbrug, således at el-forbrugeren er bedre udrustet til at bruge elektricitet på de mest hensigtsmæssige tidspunkter. Ud over dette har artefaktet til formål, at gøre hele el-systemet mere håndgribeligt for forbrugeren. Artefaktet gør dette ved at visualisere mængden af energi, der kommer fra "gode" vedvarende eller "dårlige" fossile energikilder. Dette gøres ved hjælp af en simpel farve lyskæde, der rangerer fra rød til grøn. Jo grønnere farve, jo grønnere energi produceres der.

Artefaktets formål er dermed at forbedre udnyttelsen af fluktuerende energikilder. Artefaktet er vist i illustration 1 nedenfor.



Illustration 1: Billede af det endelige artefakt

1.5. Semesterbinding

I følgende afsnit, vil der redegøres for de to fag, som projektet er skrevet i. Det ene fag er obligatorisk, mens det andet er selvvalgt.

1.5.1 Subjektivitet, Teknologi & Samfund

Den obligatoriske semesterbinding i dimensionen Subjektivitet, Teknologi og Samfund (STS) er defineret således i stk. 5 i § 11 i Humtek Studieordningen:

“Dimensionen Subjektivitet, Teknologi og Samfund er forankret i en humanvidenskabelig tradition og har fokus på relationer mellem teknologier, mennesker, kulturer og samfund. Dimensionen trækker derfor især på humanvidenskabelige teorier og begreber samt videnskabsteoretiske problemstillinger knyttet hertil, og fokuserer på metoder og værktøjer til analyse og forståelse af historiske, kulturelle, subjektive og samfundsmæssige sammenhænge. Dimensionen omfatter de samfundsmæssige drivkræfter bag teknologiudvikling, herunder virksomheders og det offentliges rolle heri, samt forandringer i hverdagsliv som følge af teknologisk udvikling, herunder teknologiers og teknologiske forandringsprocessers samspil med brugere, læreprocesser, planlægning, ledelse og magtforhold.” (Roskilde Universitet, 2016: 4).

I projektrapporten vil denne dimension opfyldes, idet at projektet fokuserer på at undersøge relationen mellem el-systemet og energiforbruget hos den enkelte forbruger. Altså vil fokus være på det enkelte menneskes (subjektets) relation til teknologien (el-systemet). Det ønskes at undersøge, hvordan teknologisystemets opbygning har en indflydelse på forbrugers rolle, særligt i forhold til den manglende ansvarsfølelse forbrugeren kan have overfor konsekvenserne ved u hensigtsmæssigt forbrug af el. Endvidere ønskes det at undersøge, hvordan energisystemets omstilling til et fossilfrit system vil påvirke relationen til subjektet, samt hvordan dette vil ændre fremtidens forbrugerrolle. Herunder undersøges det, hvilken indflydelse der kan ses på relationen mellem subjekt og teknologi. Dette gælder hos brugeren med et el-system, der ligeledes baseres på fluktuerende vedvarende energikilder.

Yderligere ønsker projektet at undersøge, om konstruktionen af en ny relation til teknologien (el-systemet) gennem et artefakt (designet), kan skabe en mere ansvarsbevidst forbruger. Dette vil sættes i et socioteknisk perspektiv, idet at energisystemet skal til at starte på en forandringsproces, der har stor påvirkning på fremtidens forbrugerrolle. Her er ønsket, at undersøge, om skabelsen af en ny relation til artefaktet kan lette forbrugers overgang fra én forbrugerrolle til en anden, parallelt med teknologiudviklingen.

Der vil inddrages videnskabsteoretiske problemstillinger i forhold til skabelsen af et nyt artefakt. Dette vil ske i form af et fænomenologisk perspektiv på artefaktets rolle i samspil med forbrugeren. I samme sammenhæng, vil en aktør-netværks analyse også inddrages. Man kunne her bruge følgende model, til at forklare hvordan forholdet mellem mennesker og teknologi forholder sig:

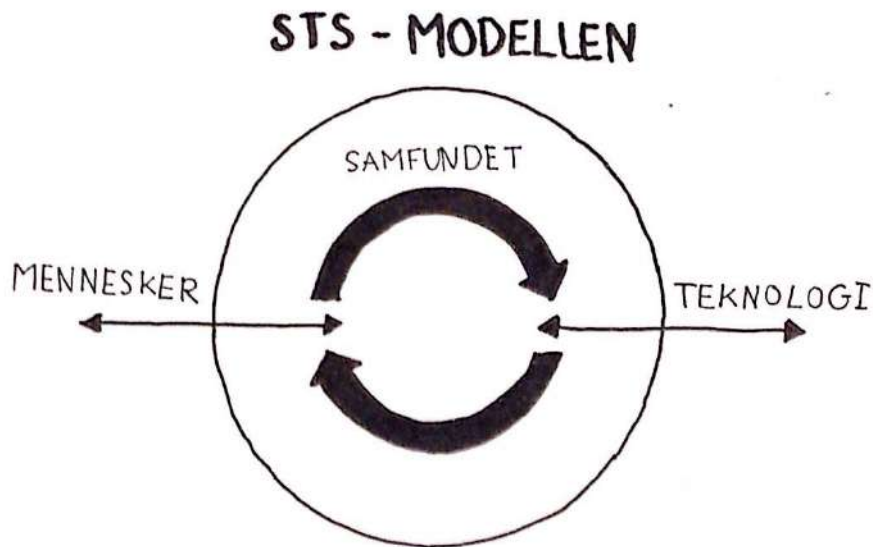


Illustration 2: Egen illustration af STS-modellen (Inspireret af Schraube, 2015)

Ovenstående model illustrerer sammenhængen mellem mennesker og teknologi - i dette tilfælde, forbruger og artefakt - samt den sammenhæng disse har på samfundet. På modellen ses det at mennesket og teknologien er i et gensidigt forhold, da “[...] mennesket skaber en teknologi, der genskaber mennesket” (Schraube, 2015). Dette vil sige, at mennesket agerer med den teknologi, som mennesket skaber, og dette danner nye normer og værdier, der tilsammen danner rammer for menneskets interaktion med omverdenen. I dette projekt er der tale om et artefakt, der kan påvirke forbrugers interaktion med el-systemet.

1.5.2 Design og Konstruktion

I projektet vil projektgruppen opfylde den valgfrie dimension ved inddragelsen af dimensionen Design og Konstruktion (D&K). I Humtek studieordningen stk. 3 i § 11 er Design og Konstruktion dimensionen defineret således:

“Dimensionen Design og Konstruktion er forankret i en designvidenskabelig tradition og har fokus på udvikling og evaluering af systemer, processer og artefakter. Dimensionen trækker derfor især på teorier og begreber indenfor design og arkitektur samt videnskabsteoretiske problemstillinger knyttet hertil, og fokuserer på metoder og værktøjer, der har til formål at understøtte og organisere designprocesser. Dimensionen omfatter design af hele eller dele af systemer og artefakter og omfatter fx konstruktionen af et artefakt, og evalueringen af

dette. Dimensionen omfatter endvidere visuelle, auditive, æstetiske og andre egenskaber ved systemer og artefakter, som virker ved at påvirke sansning, perception og kognitive processer hos brugere.” (Roskilde Universitet, 2016: 4).

I projektet vil denne dimension Design og Konstruktion (D&K) opfyldes, ved at fremstille et løsningsorienteret designforslag til udformningen af et artefakt. Artefaktet arbejder med brugerens forhold til et komplekst system. Formålet med artefaktet er, at visualisere komplekse informationer ud til forbrugeren, således at brugerens perception omkring det bagvedliggende system påvirkes. Hermed ønsker projektgruppen, at påvirke forbrugeren kognitive opfattelse af den el, de forbruger. Projektgruppen vil altså fremlægge et forslag til en konstruktion af et artefakt, som gruppen mener kan opfylde disse ønsker.

Derfor vil designmetoder, såsom Hevners Design metode, benyttes som retningslinje for designprocessen. Designprocessen vil beskrives i et uddybende afsnit senere i rapporten (kapitel 5). Projektgruppen har arbejdet ud fra en design hypotese og har haft et ønske om, at konstruere en prototype af artefaktet. Således kan designet bedre vurderes, i forhold til hvordan brugeren tager imod produktet, samt hvilke konsekvenser designløsningen kan have på brugerens hverdagsliv. Derigennem kan projektgruppen vurdere, om den opstillede design hypotese holder eller ej.



2. Metode

I dette afsnit vil projektgruppen redegøre for valget af metoder, samt tilgangen til projektet. De valgte metoder vil forklares, og det vil uddybes, hvordan disse bidrager til udformningen af projektet.

2.1 Tilgang til projektet

Projektets fremgangsmåde er præget af forskellige metodiske tilgange til projektet, hvilket vil uddybes herunder. Det skal dog nævnes, at projektgruppen overordnet har været inspireret af en socialkonstruktivistisk tilgang til projektet, da projektet skrives indenfor en uddannelse, der i høj grad er præget af denne tilgang til viden og teknologi. Dette skyldes blandt andet, at den Humanistisk-teknologiske bacheloruddannelse arbejder ud fra en tværvideenskabelig tilgang, der arbejder med designvidenskab, teknisk videnskab og humanvidenskab. Derfor har projektgruppens forforståelse og tilgang også været præget af dette. Her er det især den socialkonstruktivistiske forståelse om, at den menneskelige erkendelse er socialt konstrueret, og at der derfor ikke er en objektiv sandhed, men at alt opleves forskelligt fra person til person, der vil skinne igennem i denne projektrapport (Fuglsang, 2013: 41-42).

Derudover har projektgruppen haft en hermeneutisk tilgang til projektets arbejde med teori. Det vil sige, at der hele tiden bygges viden op ud fra den eksisterende viden der besiddes, hvor der efterfølgende stilles spørgsmål til denne viden, og vidensgrundlaget udvides hermed på ny. Ifølge Hans-Georg Gadamer handler hermeneutik om, at man har en forforståelse for en sag, som danner grundlaget for, hvordan man mener at sagen hænger sammen (Norlyk & Martinsen, 2011). Dette betyder, at man starter med en hypotese, der danner grundlag for forståelsen af sagen, som man undersøger igennem forskning, og ved hele tiden at stille nye spørgsmål til den pågældende viden. I projektgruppens projekt anvendes denne tilgang løbende, da der konstant findes ny viden, der sættes i perspektiv til den eksisterende viden. Eksempelvis startede projektgruppen ud med, at lave research inden for feltet, hvorefter der blev foretaget et ekspertinterview. Ekspertinterviewet blev foretaget for at udvide vidensgrundlaget med hjælp fra en ekspert, der gav en mere dybdegående viden indenfor området.

Grunden til at projektgruppen har valgt den hermeneutiske tilgang i projektet er fordi, at det er vigtigt at forstå, at “[...] ikke ethvert udsagn er direkte forståeligt, oversætteligt, eller modtageligt” (Højberg, 2013: 291-292). Dermed er det vigtigt for projektgruppen, at kunne stille spørgsmålstegn

ved det, som ikke forstås, og søge viden omkring dette, så omverden bedre kan forstås (Højberg, 2013: 290-293). I dette projekt er det vigtigt at kunne forstå, hvad et el-system er, og hvordan vi griber det an. Dette gør det lettere, at indføre denne viden i designprocessen, og dermed gøre artefaktet simpelt og ligetil. I forhold til rapportens analyser, er den hermeneutiske tilgang meget tydelig, idet at det samme felt behandles flere gange, men hele tiden med nye perspektiver og nye begrebsrammer. Således opstår ny viden flere steder i rapporten, som ikke altid differentierer sig markant fra hinanden, men stadigvæk giver et uddybende vidensgrundlag

2.1.1 Abduktiv forskningsmetode

Ifølge den amerikanske forsker Charles Sanders Pierce, er der mange måder, at gribe en problemstilling an på. En af disse er den abduktive metode, hvor der opstilles en hypotese og derefter findes mulige svar og løsninger til den pågældende hypotese og dens problemstilling (Laursen, 2004). Herefter udføres research, for derefter at kunne besvare problemstillingen.

Den abduktive forskningsmetode er en metode, der hjælper til at fortolke ting på forskellig vis, hvilket efterfølgende be- eller afkræftes (Laursen, 2004).

Det kan siges, at den abduktive metode er en blanding af den deduktive og den induktive metode. I den induktive metode startes det med at undersøge et problem, og derefter opstilles en problemstilling (baseret på fakta og research). Omvendt starter den deduktive metode ud fra en problemstilling, som der igennem research be- eller afkræftes (Laursen, 2004).

Brugen af den abduktive metode ses i dette projekt, ved at projektgruppen ved start opstiller en hypotese om, at de danske el-forbrugere ikke har et bevidst forhold til el-systemet og dets sammenhæng med klimaforandringerne. Dermed skitserede projektgruppen et design, som mentes at kunne løse denne hypotese, ved visuelt at illustrere information om el-systemet. Derigennem skal der kunne skabes mere bevidsthed omkring el-systemet og derved gøre systemet mere håndgribeligt for den enkelte el-forbruger.

2.1.2 En visuel tilgang

Som gennemgående tema i opgaven har visualisering spillet en stor rolle, både i forhold til rapporten og i forhold til løsningsforslaget. Det samlede output af projektarbejdet kan siges, at være en tredeling mellem en skriftlig vidensrapport, et visuelt artefakt og en række illustrationer. Formålet med denne tredeling har været, at sigte efter at lave et brugbart, samlet produkt, der f.eks. kunne præsenteres som et projekt for en virksomhed e.l. Illustrationerne er til for at skabe bedre forståelse for indholdet i rapporten, men kan ligeledes bruges i en folder, der kunne vedhæftes artefaktet. Her

bliver illustrationerne en forlængelse af ønsket om, at gøre det abstrakte mere håndgribeligt. Dette ønske kommer til udtryk i artefaktet, som forsøger at simplificere et abstrakt system, ned til en farveskala. Visualisering kan kritiseres for at være reduktionistisk, i og med, at mange data udelades i simplificeringen. Her har gruppen bestræbt sig for, at selve vidensrapporten fungerer som det detaljerede bindeled, der kobler analyser og teori, sammen med visualiseringerne.

2.2 Interview metode (Kvalitativ metode)

I projektet er den kvalitative interview-metode anvendt. Denne metode gav projektgruppen mulighed for, at spørge ind til det relevante, og dermed gå i dybden med respondentens synspunkt (Møller, 2012: 86). Metoden gav projektgruppen et indblik i el-forbrugeres standpunkt mht. deres elforbrug, forståelse af hele el-systemet, samt projektgruppens design.

Projektgruppen har indenfor denne metode anvendt det semistrukturerede interview. Dette er et interview, der tager udgangspunkt i en række klargjorte spørgsmål, men hvor der er plads til afvigelser fra interviewguiden (Kuada, 2012: 113). I sådan et interview vides det, hvad der vil spørges om, og en forventning om svarenes essens eksisterer.

Dog skal det nævnes, at den anvendte interviewmetode har den ulempe, at de interviewede informanter kan være præget af et ønske om, at præstere. Dette kan skyldes nervøsitet, presset af at blive udspurgt af en fremmed, eller andet. Dette påvirker objektiviteten i interviewet, hvilket medfører, at den information man får ud af interviewet, er "bløde data", hvor subjektiviteten i dataene skal huskes, når de bruges i en bestemt kontekst. (Kuada, 2015).

Projektgruppen foretog et ekspertinterview, samt to interview med el-forbrugere. Ekspertinterviewet blev afholdt med Kasper Dam Mikkelsen, som er ekspert inden for "Environment and Smart Cities" hos Clean Tech. Han var oplagt at interviewe, da han har en stor viden omkring "Smart Grid" teknologierne og "smart cities". Her kunne projektgruppen eksempelvis spørge ham, om hvorvidt han kunne se designforslaget på markedet. Ekspert interviewet gav projektgruppen bedre mulighed for at evaluere designløsningen og eventuelt inddrage feedback i videreudviklingen af designet.

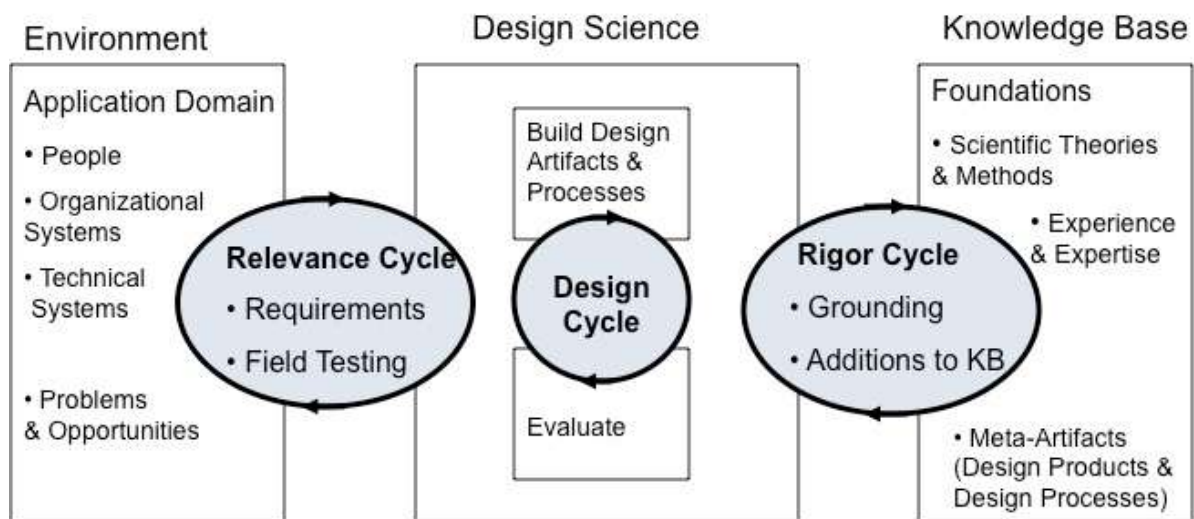
2.3 Hevners design model:

Eftersom at design spiller en stor rolle i denne rapport, har projektet ladet sig inspirere af Alan R. Hevners design model. Modellen henvender til et designvidenskabeligt felt, og processen er iterativ. En iterativ proces går ud på, at man reevaluerer designet løbende, efter at have modtaget feedback, indtil designet opfylder de krav, der stilles til det (Hevner, 2007: 88-89).

”Design science research is motivated by the desire to improve the environment by the introduction of new and innovative artifacts and the processes for building these artifacts” (Hevner, 2007: 88-89).

Hevner fortæller her, at designvidenskab er motiveret af behovet for forbedringen af et bestemt miljø, ved at introducere nye artefakter, hvilket var målet med projektgruppens design (Hevner, 2007:89).

Processen er illustreret på følgende måde:



Figur 1: Hevners design model (Hevner, 2007: 88)

Som det ses på figuren, er modellen opdelt i tre dele eller cyklusser. Disse er relevans-, design- og rigor- cyklusserne, og de har hver sin rolle i modellen (Hevner, 2007: 88).

2.3.1 Del 1 af model - Relevans cyklus

Den første af de tre cyklusser er relevans cyklusen, der forbinder miljøet og designet. Meningen med denne cyklus er, at sørge for at designet hele tiden forholder sig 'relevant' til brugerne og deres

behov (Hevner, 2007: 89). Dette vil sige, at i tilfælde af at nye iterationer finder sted, er man nået frem til nye problemstillinger eller behov i miljøet.

Måden dette anvendes i projektet, er som sagt igennem feltarbejdet. I dette tilfælde er det bl.a. de interviews der er blevet foretaget, som har givet projektgruppen viden omkring forbrugerens forhold til el-systemet. Dette gav gruppen indblik i, hvorvidt det ville være muligt, at indføre designet i forbrugernes hjem.

2.3.2 Del 2 af modellen – Rigor cyklus

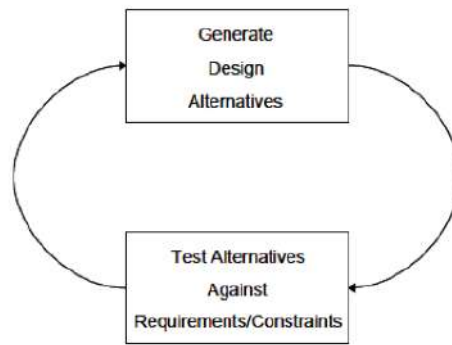
Rigor cyklussens rolle i processen er, at sørge for, at designet er innovativt og nyt, ved at anvende research og eksisterende viden (Hevner, 2007: 90). Cyklussen forbinder design -forskningen og -processen med det vidensgrundlag, der bliver lagt for det pågældende design. Ved at skabe et solidt vidensgrundlag, kan man sørge for, at designet bliver etableret på baggrund af solide metoder, teorier, erfaringer, baggrundsviden og designprocesser – og også eventuelle iterationer af designet (Hevner, 2007: 90).

I projektet var målsætningen bl.a. at designet skulle differentiere sig fra eksisterende løsninger. Derfor har projektgruppen foretaget en omfattende undersøgelse af det eksisterende marked. Dette omfatter research på internettet og de ekspertinterview, hvor projektgruppen bestræbte, at koble Kaspers viden om feltet til rapporten. Den inddragede teori kan ligeledes siges, at være en del af denne cyklus, i og med at man her forholder os til allerede eksisterende viden.

2.3.3 Del 3 af modellen – Design cyklus

Design cyklussen er der, hvor konstrueringen og evalueringen af designet finder sted. Den feedback, man får i denne fase, er selvfølgelig meget central, da den skal bruges til forbedringer af designet (Hevner, 2007: 90).

Det ses på model 2, at cyklussen er illustreret på én måde, men den kan også illustreres således:



Figur 2: Hevners design cyklus (Hevner, 2004: 89, i Hevner, 2007: 90)

På modellen ses det, at designet konstrueres i første (øverste) fase, hvorefter designet føres videre til feedback-fasen (nederst), der stiller krav om modificering til designet. Denne cyklus gentages, indtil designet opfylder de krav, der stilles til det (Hevner, 2007: 90).

Den feedback gruppen har fået fra de interview, er en del af den information der bidrager med viden til evalueringen af designet. Denne viden beskriver hvilke behov og krav forbrugeren har, og dermed kan designet tilpasses forbrugeren.

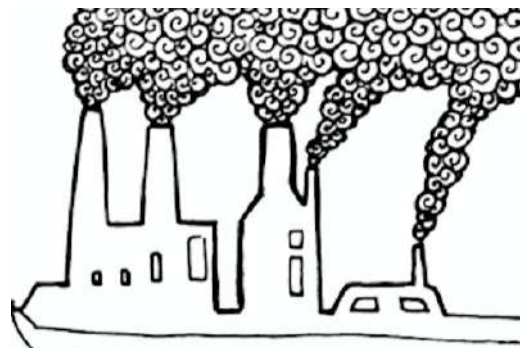
2.4 Afgrænsninger

I dette projekt har projektgruppen afgrænset sig fra visse tilgange og taget bestemte beslutninger, der har ført projektet i en bestemt retning. Afgrænsningerne er med til at gøre projektet mere afklaret, og dog går projektgruppen glip af andre muligheder, som kunne have givet projektet en anden drejning. I dette afsnit vil det kort beskrives, hvilke andre perspektiver og teorier der kunne være inddraget i projektet, og hvad dette kan have betydet for opgaven.

I forhold til teori inddragelse diskuterede projektgruppen, om teori om socialkonstruktivisme, kritisk realisme eller SCOT, skulle inddrages. Projektgruppen nåede frem til den konklusion, at disse tilgange ville bidrage med spændende vinkler, men at de ikke differentierede sig meget fra den øvrige teori, for at kunne lede til ny viden. Et ønske eksisterede om, at inddrage mere teori om kognitive adfærdsændringer og social action, men her var tid og plads i opgaven en forhindring. Til en videre udvikling af projektet, ville det give mening, at have mere etnologisk teori og metoder, til at fremme adfærdsændring. I denne opgave dækkes denne dimension af de fænomenologiske analyser, baseret på kvalitative interviews.

I projektrapporten er det valgt, at undersøge brugerens behov gennem inddragelsen af socioteknisk og fænomenologisk teori, samt brugen af en Aktør-netværk analyse. Analyser ud fra disse teorier, fokuserer især på den sociale relation mellem individet og det teknologiske system; el-systemet. Fokus her har især været på at undersøge, hvilke nye behov systemet sætter til brugeren i fremtiden, og fokus har derfor ikke været specificeret til hvilke behov brugeren har. Det kunne have tilføjet en interessant dimension til projektet, hvis der i højere grad havde været fokus på brugerens behov, uafhængigt af systemet, eksempelvis gennem udarbejdelsen af case studier. Herigennem kan det nærmere verificeres eller falsificeres, om designet har den ønskede adfærdsændrende effekt, som især kunne spille en relevant rolle i designprocessen.

Endvidere har projektgruppen i det redegørende afsnit omkring energisystemets opbygning og om fremtidens el-system, afgrænset os fra mange af de tekniske dele herunder. Dette omhandler eksempelvis hele opsætningen af handel med el på engrosmarkedet og de tekniske aspekter af, at få et intelligent el-system til at fungere. Dette har projektgruppen bl.a. gjort, da det blev vurderet til ikke at være relevant i forhold til hvordan det kunne bidrage til rapporten.



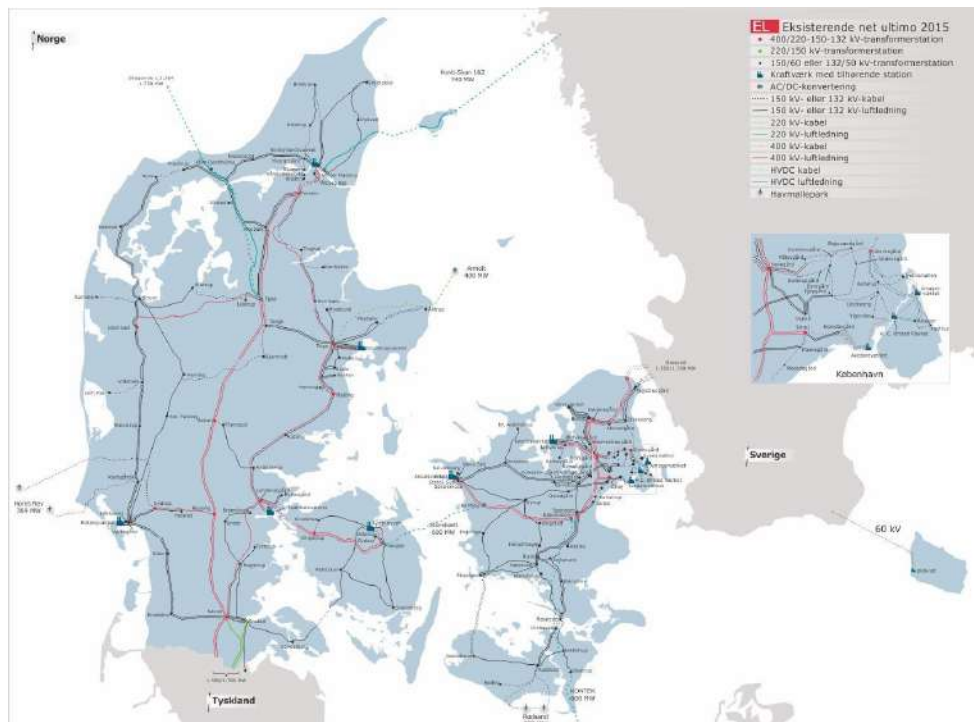
2. Energisystemets opbygning

2.1 Det danske el-system

Det nuværende danske el-system består af flere forskellige komponenter, herunder produktionen af elektricitet, distributionen af el gennem transmissionsnettet, handlen med el på engrosmarkedet og til sidst forbrugeren, der i sidste ende bruger elektriciteten (Energinet A, 2016). I følgende afsnit vil de forskellige komponenter forklares, således at læseren kan opnå en forståelse af det komplekse el-systems opbygning.

2.1.1 Det danske transmissionsnet

Det danske el-system er et sammenhængende system, der distribuerer elektricitet ud til alle danske forbrugere. El-systemet består af et transmissionsnet, der består af mere end 4.000 km ledninger, der transporterer elektriciteten rundt i Danmark og ud til forbrugerne (Energinet A, 2016: 2). I praksis består el-systemet af to sammenkoblede transmissionsområder; Vestdanmark og Østdanmark. De to områder blev koblet sammen i 2010, da en fast jævnstrømsforbindelse blev etableret over Storebælt. Ud over det nationale transmissionsnet, bestående af Vest og Øst Danmark, indgår Danmark også i et internationalt transmissionsnet. Danmark er en del af det internationale transmissionsnet, idet Danmark er forbundet til udlandet via fem el-forbindelser. Forbindelserne går henholdsvis til Sverige, Norge, og Tyskland. Det danske transmissionsnet er illustreret nedenfor i figur 3 (Energinet A, 2016: 2).



Figur 3: Det danske transmissionsnet (Energinet A, 2016: 2)

2.1.2 Fra producent til forbruger

Den fysiske transport af elektricitet igennem transmissionsnettet er kun et aspekt af el-systemets opbygning. Et andet aspekt er de mange forskellige led, som elektriciteten og dataet herom skal passere igennem. Al kommunikation og data flow igennem det danske el-system understøttes af det danske it-system DataHub. DataHub indsamler store mængder af data om det danske el-system, herunder oplysninger omkring kunder, forbrug og pris. DataHub er hermed den centrale aktør der håndterer al datakommunikation mellem de forskellige aktører på el-markedet (Energinet A, 2016: 3).

Den 1. april 2016 blev DataHub opgraderet til en engrosmodel. Det ændrede rollerne på energimarkedet, og satte el-leverandøren i centrum på engrosmarkedet³. Dette betyder, at det i dag kun er el-leverandøren, der har kontakt med slutkunden og er ansvarlig for fakturering af elafgifter med slutkunden, med efterfølgende afregning til energinet.dk og netvirksomheden, der afregner med SKAT. Med andre ord betyder den nye engrosmodel, at slutkunden kun får en regning (Energinet A, 2016: 3).

³ Engrosmarkedet er en betegnelse for det marked hvor der handles med elektricitet. I Danmark sker handlen med el, på engrosmarked, via den nordiske elbørs Nord Pool (Energinet A, 2016: 3).

Netvirksomheden ejer, driver og vedligeholder el-systemets distributionsnet i et geografisk afgrænset område. Netvirksomhederne har ansvaret for at distribuere elektriciteten ud til slutforbrugeren. Hermed har de også ansvaret for at levere forbrugsmålinger til DataHub, således at el-leverandøren har et grundlag for at afregne elprisen med sine kunder. Netvirksomheden opkræver elafgifter hos el-leverandøren (Energinet A, 2016: 4).

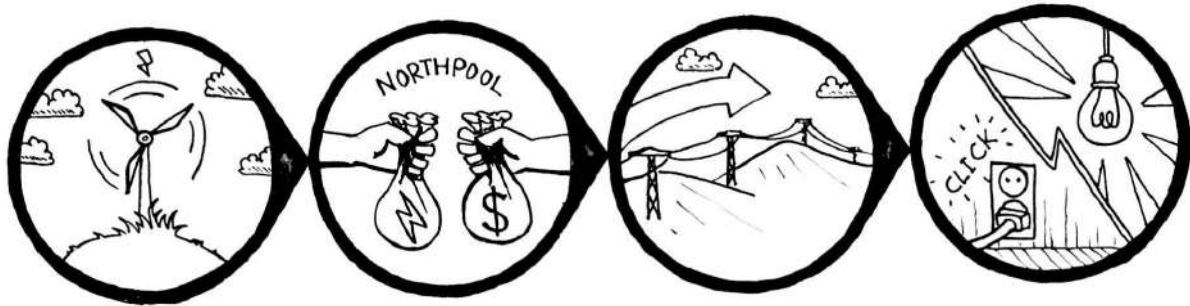


Illustration 3: Egen illustration af el-systemets værdikæde (Inspireret fra Energinet A, 2016: 4)

Før elektricitet kommer ud til slutforbrugeren skal elektriciteten igennem en lang række aktører, dette ses igennem el-systemets værdikæde vist i illustration 3. Først produceres elektriciteten af el-leverandøren der så levere elektriciteten videre til engrosmarkedet hvor der handles med el. Herefter distribuere elektriciteten ud til forbrugeren af netvirksomheden gennem transmissionsnettet, hvor det til sidst forbruges og betales af slutforbrugeren på detailmarkedet. På nuværende tidspunkt er el ikke en ressource der kan lagres på økonomisk rentable vis, hvilket betyder, at ligeså snart el produceres, skal det ligeledes forbruges. Derfor har man etableret et engrosmarked, hvor øjeblikkelig handel med el muliggøres (Energinet A, 2016: 6). Efter engrosmodellen blev implementeret i april 2016, ændrede el-leverandørens rolle idet at engrosmodellen medførte et skift fra forsyningspligt til leveringspligt (Energinet A, 2016: 4). Den nye leveringspligt betyder, at alle el-leverandører har pligt til, mod betaling, at levere den mængde elektricitet slutforbrugeren anmoder om. Dette betyder at slutforbrugerne ikke specifikt kan vælge, hvem der skal producere deres el, eller hvor den kommer fra, da al el "blandes" i markedet. Dog har slutforbrugeren nu, modsat før leveringspligten blev implementeret, muligheden for aktivt at vælge, hvem der skal levere deres el. Håbet med denne model er at fremme konkurrencen på distributionsdelen og el-markedet generelt (Nordkraft, Agnete, 2014).

2.1.3 Engrosmarkedet – handlen med elektricitet

Ud over at el er svært at oplagre, eksisterer der ligeledes ingen kvalitativ differentiering på el. Dette betyder at i praksis, vil al el "blandes", når det distribueres ud i transmissionsnettet. Altså "blandes" el fra både vedvarende energikilder og fra fossile energikilder. Dette betyder, at el-markedet er bygget op omkring én fælles el-pulje (Energinet A, 2016: 6). Handlen af denne el sker i Danmark primært gennem det nordiske el-børs Nord Pool (Energinet, u.å.). Dog er det planlagt, at det nordiske marked, samt resten af EU's el-markeder skal sammenkobles til et europæisk marked (Energinet A, 2016: 7).

Derudover betyder udfordringen ved ikke at have mulighed for på økonomisk rentable vis at lagre el, at når el-leverandøren køber en bestemt mængde el, forpligter leverandøren til at bruge denne mængde el i leveringsøjeblikket. Det vil sige, at når leverandøren køber elektricitet, forpligter leverandørens også til at levere den opkøbte mængde el ind i el-nettet på et specifikt tidspunkt (leveringsøjeblikket) (Energinet A, 2016: 6).

Ved overgangen fra en forsyningspligt til en leveringspligt blev der skabt mere konkurrence på el-markedet, hvilket bidrager til, at der hele tiden produceres el ud fra de produktionsmetoder, der har færrest produktionsomkostninger. Dette sikrer en transparens i prismaarkedet, hvor el-leverandører har mulighed for at underbyde hinanden. Derudover sikrer dette, samt sammenkoblingen mellem forskellige el-markeder, at produktionskapaciteten udnyttes bedst muligt, da el kan føres fra lavprismråder til højpris områder (Energinet A, 2016: 6).

2.2 Prissætningen af elektricitet

Selve handlen af elektricitet foregår, som tidligere nævnt, gennem engrosmarkedet. Her er der flere forskellige faktorer, der har en indflydelse på hvordan prisen på el fastsættes, hvilket vil beskrives mere i dybden i følgende afsnit.

Da el som tidligere nævnt "blandes", når det skal distribueres ud igennem transmissionsnettet, kan der ikke skelnes om den energi man modtager fra nettet er baseret på fossile eller vedvarende kilder (Energinet A, 2016: 6). Til trods for at de to energityper ikke kan skelnes fra hinanden i praksis på distributionsnettet, eksisterer der stadig et skel imellem de to i forhold til prissætningen af el. Ifølge Energistyrelsen er vedvarende energikilder billigere end fossile energikilder (Jensen, Erik 2014).

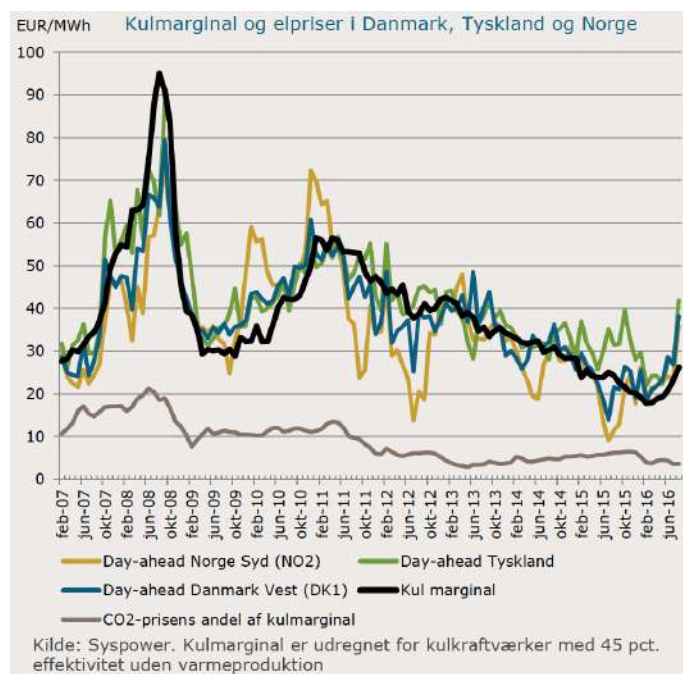
Dette afspejles ligeledes i de forskellige faktorer, som har en betydning på prissættelsen af elektriciteten. De væsentligste faktorer er brændsels- og CO2-kvotepriser, import- og eksportkapaciteten, nedbørmængden i norden, herunder niveauet i de nordiske vandmagasiner, samt slutforbrugerens elforbrug i et repræsentativt område. De faktorer der har størst betydning for elpriserne, er brændsels- og CO2-kvotepriser, samt på kort sigt variationerne i vedvarende energikilder (vand og vind) (Energinet B, 2016: 2). I følgende afsnit vil de forskellige faktorerers betydning for prissætningen af danske elpriser uddybes yderligere.

2.2.1 Fossile brændsels- og CO2-kvotepriser

To faktorer der har stor påvirkning på prissættelsen af el i nuværende energisystem, er prisen på fossile brændsler og CO2-kvoteprisen (Energinet B, 2016: 7). Særligt prisen på fossile brændsler, såsom kul, har en stor påvirkning på prissættelsen af el. Grunden til dette ligger bl.a. i at mange nuværende energisystemer i Europa er baseret på kulkraft. Dette betyder at hvis kul priserne stiger, vil marginalomkostningerne⁴ hos kulkraftværkerne ligeledes stige. Dette betyder, at det vil være dyrere for producenten at producere el, hvilket så vil føre til en stigning i elprisen (Energinet B, 2016: 8).

En anden faktor der ligeledes påvirker elprisen, er prisen på CO2-kvoter. Dette kommer til udtryk i kulmarginalen. Kulmarginalen er en betegnelse for omkostningerne for produktionen af elektricitet på et kulkraftværk inklusiv indkøbet af CO2-kvoter. Med andre ord indikerer kulmarginalen altså både prisen på kul samt prisen på CO2 -kvoter (Meibom, et al., 2014: 6). Derfor vil kulmarginalen stige, hvis CO2-kvoteprisen stiger, hvilket vil påvirke den samlede kulmarginal og i sidste ende elprisen. Sammenhængen mellem kulmarginalen og elprisen ses tydeligt i figur 4 Her ses det at bl.a. Day-ahead elprisen overordnet følger kulmarginalen (Energinet B, 2016: 8).

⁴ Marginalomkostninger er en betegnelse for de samlede omkostninger ved produktionen af yderligere en enhed (Israelsen, 2009)



Figur 4: Kulmarginal og elpris i Danmark, Tyskland og Norge (Energinet B, 2016: 8)

2.2.2 Variationerne i mængden af vedvarende energi

En vedvarende energikilde der har stor betydning for prissætningen af el, er vand. Vandkraft er en af de største vedvarende energikilder i Europa. I 2013 blev 16% af EU's samlede elproduktion dækket af vandkraft og over 50% af den vedvarende energiproduktion kom herfra (Vattenfall, 2016). Dermed har mængden af nedbør stor indflydelse på, hvor stor en mængde el der kan produceres baseret på vandkraft. Hvis der forekommer et vådår (et år med store mængder nedbør) vil elprisen falde, hvor at den modsat vil stige markant, hvis et tørtår (et år med lille mængde nedbør) finder sted. Dette skyldes, at når der er meget vand kan der også produceres meget billig energi via vandkraft (Energinet B, 2016: 9).

Ligeledes gør det sig gældende, at hvis der kan produceres meget el via vindenergi, vil prisen også falde. Dette har dog ikke så stor betydning på elprisen i Danmark da Danmark blot er en lille spiller i det europæiske marked. Altså er Danmark et af de lande med størst vindproduktion i forhold til elforbrug, men er stadig et relativt lille land, hvilket medfører at den danske vindenergiproduktion kun har en begrænset påvirkning på det "store" engrosmarked, hvor prisen fastsættes (Energinet B, 2016: 11).

2.2.3 Sammenkoblingen af forskellige energisystemer

Som tidligere nævnt er det danske energisystem koblet sammen med en række andre nabolande. De kommende år vil en række nye forbindelser blive etableret, eksempelvis COBRA-forbindelsen mellem Danmark og Holland, samt Kriegers Flak forbindelsen til Tyskland og den forventede Viking Link mellem Danmark og Storbritannien. Disse udlandsforbindelser har en påvirkning på den nordiske el pris, da det øger import og eksport kapaciteten med nye lande. Eksempelvis er elprisen generelt set højere i f.eks. England og Holland hvilket vil, alt andet lige, øge elpriserne i Danmark og Norden. Yderligere vil en f.eks. Norsk forbindelse til England betyde, at mere af den store mængde el, der produceres fra vandkraft, vil gå til England. Dermed vil priserne i Norden, der ellers har været relativt lave pga. den store mængde vandkraft til rådighed, balanceres med resten af det nordeuropæiske marked, hvilket vil betyde en prisstigning (Energinet B, 2016: 10).

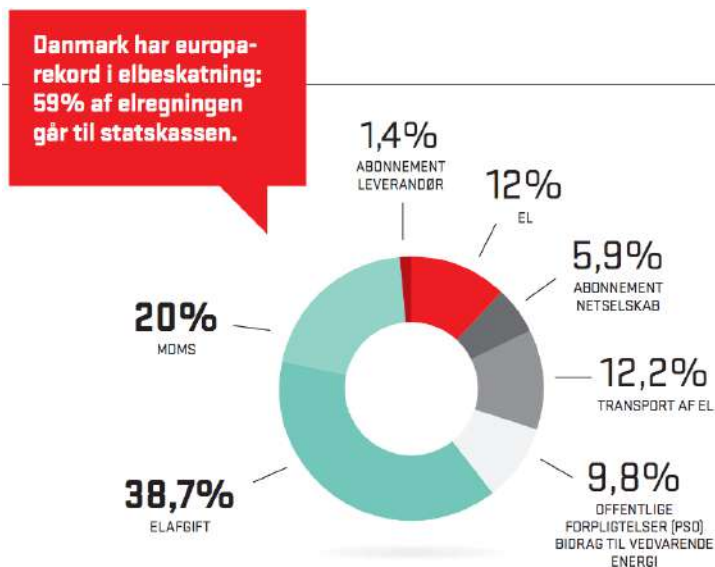
2.2.4 Slutforbrugerens elforbrug

En samlet stigning i f.eks. Nordens slutforbrugerens elforbrug har ligeledes en indflydelse på elprisen. En stigning i elforbruget vil ligeledes betyde en stigning i pris. Dette skyldes i høj grad at de vedvarende energikilder er begrænsede og at hvis der derfor opstår perioder, hvor elforbruget bliver så højt at vedvarende energikilder ikke kan dække det primære behov, da må der importeres dyrere fossile energi, eller el fra andre lande, for at møde behovet. Dette ses især i Norden i særlig kolde perioder, hvor at en stigning i energiforbruget forekommer, som f.eks. vindkraft eller vandkraft for opmagasinerede vandreservoirerne ikke kan dække (Energinet B, 2016: 8).

En samlet oversigt over de forskellige faktorerens betydning for elprisen kan ses i bilag 1.

2.2.5 Elementer i slutforbrugerens elregning

Udover ovenstående faktorer, der påvirker prisen af den el, der bliver handlet med på engrosmarkedet, betaler slutforbrugeren også for en række andre elementer. Selve prisen på el har været faldende over de sidste år, hvilket ikke har været afspejlet i den pris slutforbrugeren betaler, bl.a. fordi el-skatteerne samtidigt er steget. Dette betyder, at den samlede pris slutforbrugeren betaler via sin elregning er højere i 2016 end i 2011, trods for at elprisen i samme periode har været faldende (Dansk Energi, 2016: 7).



Figur 5: Dansk elbeskatning (Dansk Energi, 2016: 7)

Figur 5 ovenfor illustrerer de forskellige komponenter, slutforbrugeren betaler for, udover selve prisen på el. Som det ligeledes fremgår af figuren ovenfor, er 59% af den elregning slutforbrugeren betaler elbeskatning, herunder PSO⁵ afgiften, der består af 9.8% af den samlede elregning (Dansk Energi, 2016: 8). Dette betyder, at selve prisen på el og de faktorer, der har betydning for prissættelsen af el, i mindre grad afspejler den pris, vi som slutforbrugere reelt betaler.

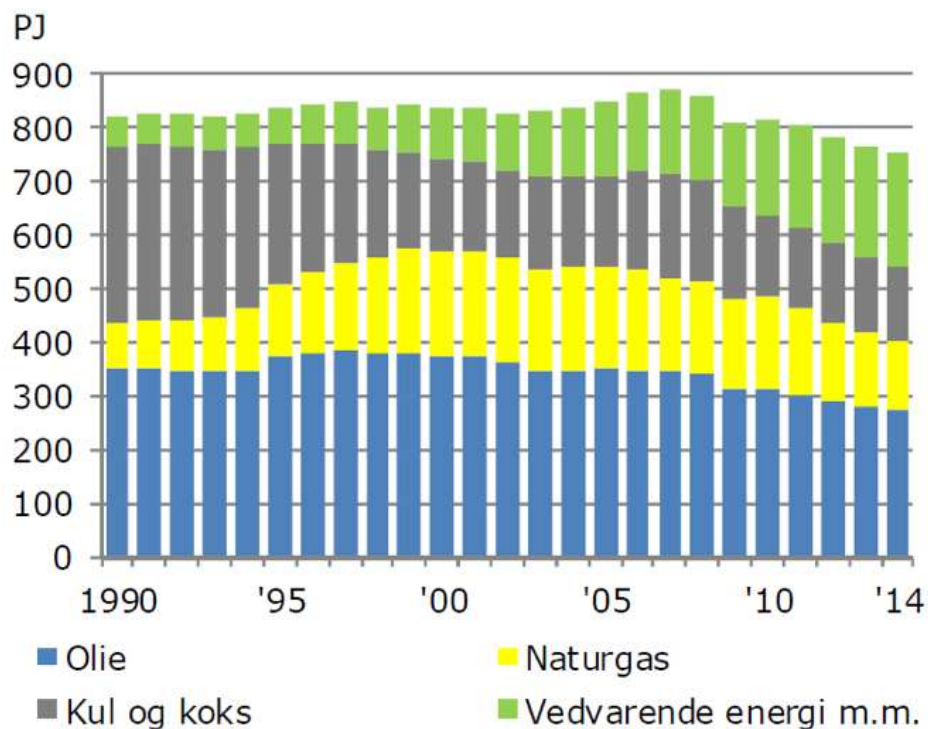
2.3 Udfordringer ved fremtidens el-system

Der eksistere en række udfordringer i nuværende el-system, som fremtidens el-system skal overkomme. Dette omhandler især slutforbrugernes passive forbrugersrolle, der har et varierende forbrug, regeringens ønske om et fossilfrit samfund i år 2050 og dermed udfordringen i at omlægge el-systemet til at være primært baseret på fluktuerende energikilder. I følgende afsnit vil udfordringen ved fremtidens el-system, sættes i sammenhæng med nuværende el-systemopbygning.

⁵ PSO-afgiften, også kaldet PSO-tarif, er en afgift som el-forbrugere betaler igennem deres el-regninger. Det står for "Public Service Obligation", og går til at sikre miljøvenlig el-produktion, samt research om dette. (Energinet, 2013).

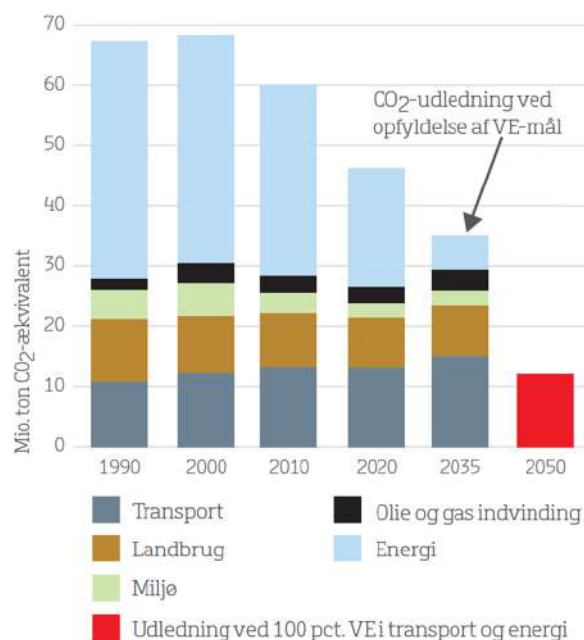
2.3.1 Regeringens 2050 plan

I 2011 fremlagde den daværende regering en energistrategi for Danmarks energisektor frem til år 2050. Med denne energiplan var regeringens mål at opnå uafhængighed af fossile brændsler. Planen fremlægger en række initiativer til hvordan energiproduktionen kan omlægges fra at være baseret på fossile til vedvarende energikilder. Ønsket om at starte denne energiomstilling opstår på baggrund af to primære årsager: ønsket om at opnå en større forsyningsikkerhed samt ønsket om at være med til at reducere klimakonsekvenserne (Regeringen, 2011: 3).



Figur 6: Danmarks energiproduktion (Energistyrelsen, 2015: 21)

Figur 6 ovenfor illustrerer hvilke energikilder Danmarks energiproduktion har været baseret på fra henholdsvis 1990 til 2014. Det ses tydeligt på grafen at Danmarks energiproduktion i høj grad er afhængig af fossile brændsler, såsom olie, naturgas og kul (Energistyrelsen, 2015: 21). Disse fossile brændsler er den primære kilde til udledning af drivhusgasser, idet at afbrændingen af de fossile brændsler udleder massive mængder CO₂ til atmosfæren (IPCC, 2014: 5). En forøgelse af CO₂ i atmosfæren vil på grund af drivhuseffekten medføre temperaturstigninger på klodens overflade, hvilket vil lede til en global opvarmning (Hansen, 2013).



Figur 7: Drivhusgasudledning forventet frem til 2050 (Regeringen, 2013: 15)

For at opfylde Regeringens plan om at være et fossilfrit samfund i år 2050, må en række omstillinger i gang. Som illustreret i figur 7 skal der ske markante omstillinger og reduktioner af CO₂-udledningen for at kunne opnå regeringens mål i året 2050. Som det ligeledes fremgår af figuren er energisektoren en af de største kilder til CO₂-udledningen i Danmark, hvilket gør energisektoren til et oplagt startpunkt for at starte klimaomstillingen så 2050 målet kan opnås (Regeringen, 2013: 15).

Klimaforandringerne er dog ikke det eneste årsag til at Regeringen ser grund til at sætte en energiomstilling i gang. Energisektoren er, som tidligere vist, stærkt afhængig af fossile brændsler. Dette skaber en udfordring i at have en stabil forsyningssikkerhed. Dette sker da befolkningsvæksten stiger, mens ulande bliver industrialiserede, og dermed stiger også efterspørgslen på el, samtidigt med at de fossile brændsels reserver mindskes og indskrænkes til færre og færre lande. Dette skaber en politisk og økonomisk sårbarhed i forhold til at have en stabil forsyningssikkerhed af de fossile ressourcer. Dette opstår desuden idet at magtbalancen bliver mere og mere ustabil, da de få lande der har ressourcen har mulighed for at udøve politiske- og markedsfølsom magt ved eksempelvis at presse priserne op (Regeringen, 2011: 7).

Hermed er ønsket om at reducere klimaændringerne og skabe en stabil forsyningssikkerhed, så man undgår at være afhængig af udenlandske producenter der får mere og mere politisk magt, de to væsentligste faktorer der ligger til grund for regeringens plan om et fossilfrit samfund i år 2050 (Regeringen, 2013: 55).

2.4 Delkonklusion

Ovenstående afsnit fungerer som en grundviden til læseren, således at der er mulighed for et bedre indblik i energisystemets opbygning.

Afsnittene illustrerer hvordan at el-systemet består af mange forskellige komponenter, og at elektriciteten ligeledes skal igennem mange forskellige led før strømmen ender hos slutforbrugeren. Først skal strømmen produceres, derefter handles den på engrosmarkedet, hvorefter den distribueres ud igennem det omfattende transmissionsnet af netvirksomhederne, for til sidst at kunne bruges hos slutforbrugeren (Energinet A, 2016: 3-5).

Hvert enkelt af disse led er i sig selv et led der har en kompleks opbygning der består af mange forskellige delelementer og systemer. Eksempelvis er opbygningen af engrosmarkedet et stort og komplekst system, hvor mange forskellige aktører indgår (Energinet A, 2016: 5-6).

Ligeledes er den måde prissætningen af elektricitet noget der påvirkes af en lang række forskellige faktorer. Her har især brændsels- og CO₂-kvote priserne stor påvirkning på nuværende el-systems elpris. Jo højere disse er, jo højere vil elprisen tillige være (Energinet B, 2016: 8). Derudover har andre faktorer såsom mængden af vedvarende energi der produceres, sammenkoblingen af el-systemet med andre internationale el-systemer, samt den mængde energi der forbruges også en indflydelse på elektricitetsens pris. Eksempelvis vil store mængder af vedvarende energi være med til at sænke prisen, hvor modsat vil et højt energiforbrug få elpriserne til at stige. Traditionelt set har man i Skandinavien haft lave elpriser på grund af gode forhold for produktionen af vedvarende energi (Energinet B, 2016: 9-11). Dette ses dog ikke i den elpris de danske forbrugere betaler, da 59% af prisen består af el-beskatning (Dansk Energi, 2016: 8). Hermed kan det konkluderes at der ikke kan ses en direkte sammenhæng mellem prisen på el og den mængde af vedvarende energi der produceres, idet at prisen på el afhænger af mange forskellige faktorer.

Endvidere skal det til slut nævnes at energisystemet er et system der står overfor store ændringer i fremtiden, idet en energiomstilling fra et fossilt til et fossilfrit system er igangsat gennem regeringens 2050 plan. Baggrunden for denne energiomstilling kommer især fra to faktorer: Ønsket om forsyningssikkerhed og ønsket om at mindske klimaforandringerne (Regeringen, 2011: 3). Dog er systemet, som tidligere påvist, et komplekst system der består af mange forskellige elementer. Konkluderende kan det siges at der eksistere mange elementer i energisystemet, der skal omlægges, og store forandringer vil derfor ske i fremtidens energisystem. I denne sammenhæng spiller energiforbrugeren kun en lille rolle i det store system.

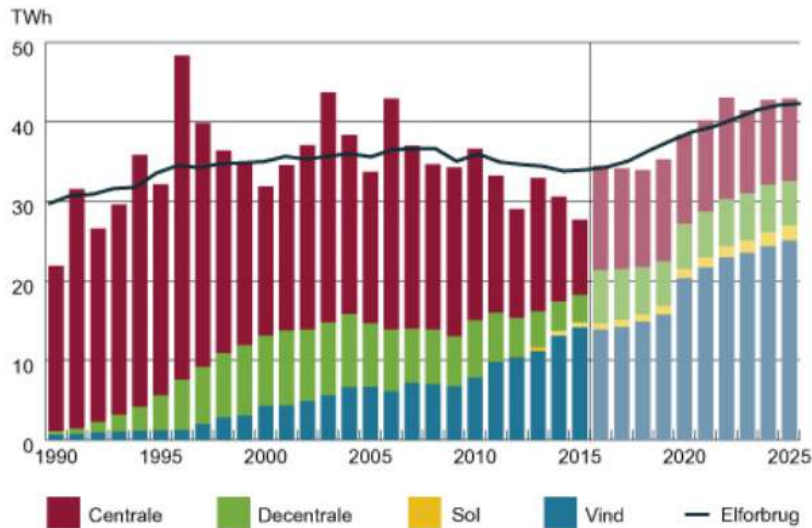
3. Fremtidens energisystem

I dette afsnit fremgår en redegørelse for hvordan man kan sikre, at de problemstillinger der er mht. energisystemet kan overkommes, således at fremtidens system kan være mest effektivt. Der vil i denne forbindelse være en præsentation af forskellig data og grafer, der udgør det vidensgrundlag bag dette afsnit.

Fremtidens energisystem står overfor en række nye udfordringer, hvis regeringens 2050 plan skal opfyldes. Dette er både gældende indenfor den måde der forbruges og produceres el. For at regeringens plan skal kunne lykkes, må energiproduktionen i højere grad omlægges til at bestå af vedvarende energikilder, fremfor fossile. Yderligere skal det overvejes om forbrugeren skal fastholdes som en passiv bruger af systemet, eller skal blive en mere aktivt aktør i systemet, eksempelvis gennem udbygningen af et intelligent el-system (Dansk Energi og Energinet, A, u.å.: 9).

3.1 Det danske elforbrug

Den samlede danske elforbrug har siden 1990 været stigende, hvor forbruget toppede i 2008 og har efterfølgende faldet med 7 pct. indtil 2015. En ny stigning forventes fra 2015 frem til 2025, på ca. 22 % (Energinet C, 2016: 2). Stigning forventes da en elektrificering forventes at tage sted inden for flere andre områder, såsom indenfor varme og transport. Da fremtidens energisystem i langt højere grad skal benytte elektricitet som den dominerende energikilde, vil en elektrificering ske af andre sektorer. Med elektrificering skal det forstås at andre sektorer, såsom varme og transport, ligeledes skal omlægges til at benytte elektricitet som den dominerende energikilde. Dette betyder at der vil ske en stigning i elforbruget generelt, da der også skal bruges strøm til opladning af elbiler og driften af varmepumper, i fremtidens energisystem (Klimakommissionen, 2010: 25).



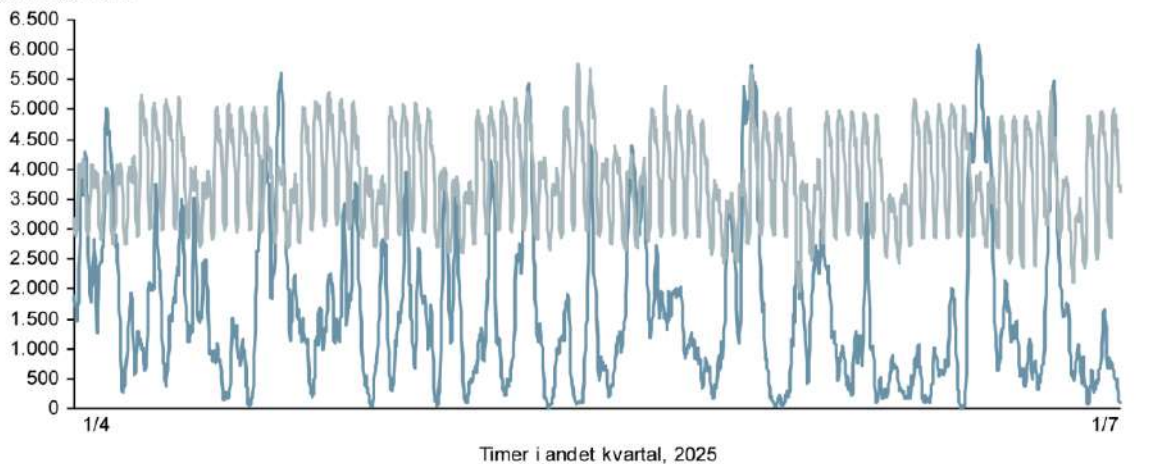
Figur 8: El-forbrug og -produktion i Danmark (Energinet C, 2016)

Det stigende elforbrug er illustreret i figur 8 ovenfor, og betyder et stigende behov for en stabil energiforsyning. Her eksisterer der dog nye udfordringer idet at slutforbrugerens elforbrug er varierende ligesom fremtidens el-produktion, der skal baseres mere og mere på fluktuerende vedvarende kilder. Vores hverdagsliv er i høj grad sammenkoblet med hvor meget elektricitet, som vi bruger på forskellige tidspunkter. Som det ses i figur 9 nedenfor er vores elforbrug yderst fluktuerende, da vi forbruger mest elektricitet i dagstimerne, og især omkring aftensmad. Det skaber såkaldte spidsbelastningsperioder, hvor energiforbruget er ekstra højt (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9-10).

Ved en kraftig udbygning af vindkraftkapaciteten vil der i meget vindfyldte perioder blive produceret betydelige mængder el, der med fordel kan anvendes af et fleksibelt og intelligent styret elforbrug

MWh per time fremskrevet til 2025 baseret på 2010 forbrug og vindproduktion

Estimeret produktion og forbrug i 2025



Figur 9: Forventet el-produktion og elforbrug fordelt på timer i 2. kvartal 2025 (Energinet & Dansk Energi A, u.å.: 9-10)

3.2 Elektricitets fluktuerende karakter

I fremtidens energisystem, vil der være tidspunkter, hvor at energiforbrugets spidsbelastningsperioder ikke kan dækkes af energiproduktionen fra vindkraft pga. vindkrafts fluktuerende karakter. Denne problematik ses ligeledes i figur 9 (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9-10).

I det nuværende energisystem har balancen mellem energiproduktion og forbrug været opretholdt ved at energiproduktionen fyldte energiforbruget, samt ved aktivt at bruge import- og eksportforbindelser til udlandet i perioder med lav eller høj energiproduktion. Derudover har el-systemet traditionelt set været et envejssystem, da elektriciteten udelukkende har været transporteret fra systemet ud til forbrugeren. Dertil har det været afgørende, hele tiden at have centrale kraftværker kørende, for at fastholde en stabil elforsyning. Dette er alle byggesten for systemets opbygning, der i fremtiden må ændres, hvis Danmarks energimål om en fossilfri fremtid skal kunne opfyldes. Disse ændringer nødvendiggør valg omkring fremtidens energisystems opbygning (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9). Eksempelvis skal der arbejdes med problemstillingen omkring, hvordan man opnår en mere effektiv måde at anvende den fluktuerende vindenergi, således at den vedvarende energikilde bedre kan udnyttes. Dette kunne f.eks. være gennem lagring af energi i meget vindfyldte perioder, hvor det kan "gemmes" til mindre vindfyldte perioder. Samtidigt skal forbruget gøres mere fleksibelt, f.eks. gennem et intelligent styrret energiforbrug, således at spidsbelastningsperioder undgås og energi dermed udnyttes bedre (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 11). Til sidst skal det overvejes at omlægge systemet til udelukkende at være et tovejsystem, der åbner mere op for muligheden for bedre udnyttelse af elproduktion fra andre kilder. I nuværende system er dette i sjældne tilfælde muligt, hvis eksempelvis en husholdning med egen solcelleproduktion producerer mere strøm end husholdningen kan forbruge. I sådanne tilfælde er det muligt for husejerne at levere overskudsstrømmen tilbage til el-systemet. Dette sker dog kun for 6% af alle husholdninger med solceller (Mortensen, 2013). Der eksisterer dog en ubalance ifh.t. hvad el kan sælges og købes for, eftersom prisen på selve strømmen kun udgør en meget lille del af den samlede elregning (Dansk Energi, 2016: 8). Fremtidens tovejs el-system vil i højere grad ligge vægt på inddragelse af brugerne, så de har bedre muligheder for at levere energi til systemet fra egen energiproduktion. Således kan der opnås en større forsyningssikkerhed i perioder hvor el-systemet kommercielt ikke har mulighed for at sikre forsyningen. Dette kunne ligeledes ske ved udbygningen af et intelligent el-system (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 11).

3.3 Brugerens forhold til elektricitet

I Danmark har vi strøm i stikkontakten 99.997% af tilfældene, hvilket betyder der i gennemsnit kun er 15 minutter om året hvor der ikke er strøm i de danske stikkontakter. Til sammenligning er der i gennemsnit 105 minutters strømafbrydelse i Italien og 151 minutter hvor Sverige er uden strøm (Dansk Energi, 2016: 12). Altså kan det roligt siges at de danske forbrugere er vant til at der altid er strøm i stikkontakten. I Danmark er vi ligesom resten af Skandinavien rigtig gode til at forbruge elektricitet, og har et af de højeste elforbrug per capita i verden (IEA Statistics, 2014). Der forbruges meget elektricitet, både nødvendig og unødvendig strøm. Eksempelvis bruger en gennemsnitlig dansk husstand 39% af deres elforbrug på underholdning - et forbrug der i nogens øjne ville kategoriseres som overflødigt (Dansk Energi, 2016: 14). Kombinationen af det høje forbrug og den evige energiforsyning medfører at de danske elforbrugere ikke har en stor forståelse for den elektricitet der kommer ud af stikkontakten. Det er ikke mange danske el-forbrugere som har et ansvarsfuldt forhold til deres elforbrug. Dette ses til dels i de interviews projektgruppen har foretaget, samt en meningsmåling fra YouGov, foretaget af Dansk Kommunikationsforening. Meningsmålingen viser at mange danskere føler at klimaforandringerne er et problem, der skal gøres noget ved, men hvor kun få rent faktisk er villige til at lave en ændring i deres adfærd for at opnå denne ændring. Dette er især et problem inden for energisektoren, hvor forbrugeren har en passiv rolle i forhold til systemet (Nielsen, 2015). Dette bekræfter Henrik Ingerslev, der simpelt svare "Nej, det gør jeg egentlig ikke." da han blev spurgt om han forholder sig til den strøm han bruger. (Ingerslev, 00.30-00.32 i interview lydfil)

Dette er et stor dilemma i fremtidens intelligente energisystem, da der i dette nye energisystem sættes nye krav til forbrugeren, for at implementeringen kan lykkedes. Det tovejssystem der er indlejret i det intelligente energisystem åbner op for forbrugeren mulighed for at påvirke systemet (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9). Hvordan forbrugeren i fremtiden har mulighed for at påvirke systemet, beskrives i afsnittet omkring Smart Grid.

Muligheden for at påvirke systemet kan dog forventes at have indflydelse på, hvordan brugerens forhold til systemet er. Ved at give brugerne muligheden for indflydelse skabes der ligeledes en ansvarsfølelse hos forbrugeren - hvilket flytter deres forbrugere rolle fra passiv til aktiv.

3.4 Smart Grid

En måde at etablere et intelligent el-system kunne være gennem implementeringen af Smart Grid (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 12).

Smart Grid begrebet er en betegnelse for et intelligent el-system, der kan betragtes på to forskellige niveauer; Makro og Mikro. I denne rapport vil der skelnes imellem disse to begreber, og begge vil uddybes i følgende afsnit.

3.4.1 Makro Grid (Smart Grid)

I denne opgave arbejder projektgruppen med følgende definition af Smart Grid begrebet:

“Intelligent el-system, der kan integrere alle tilkoblede brugers adfærd og handlinger - både dem der producere el, dem der forbruger el og dem der gør begge dele - for effektivt at kunne levere en bæredygtig, økonomisk og sikker elforsyning” (www.smartgrids.eu i Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 12)

Altså er Smart Grid begrebet et begreb, der dækker over hele det intelligente el-system. Med andre ord dækker begrebet over hele makro systemet, og er altså et begreb der omhandler hele det overordnede el-system (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 12). Dermed arbejder Smart Grid begrebet som udgangspunkt med makro systemet, altså både produktion, transmissionsnettet og distributionsnetværket af elektricitet (Sabonnadière & Hadjsaïd, 2013: 2-3).

Et Makro Grid er kendetegnet ved at være et “smart system” der intelligent, via et ICT software⁶, kommunikerer data mellem forbruger og producenter, således at systemet bedre effektivt kan styre produktionen, distributionen og forbruget af el (Sabonnadière & Hadjsaïd, 2013: 17). Denne kommunikation skaber således et intelligent tovejssystem der både integrerer forbrugere, producenter og, modsat nuværende system, muliggør en fusion af disse to (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 12). Således vil energisystemets værdikæde vendes, således at slutforbrugeren kan producere energi, der kan sendes tilbage igennem værdikæden. Dette er vist i illustration 4, hvor det tydelig ses, at der i sidste forbrugsled nu er mulighed for både forbrug og produktion på samme tid.

⁶ ICT software er et generelt term for Information og Kommunikations teknologier, begrebet inkludere alle former for teknologi der kan kommunikere informationer (Rouse, 2005).

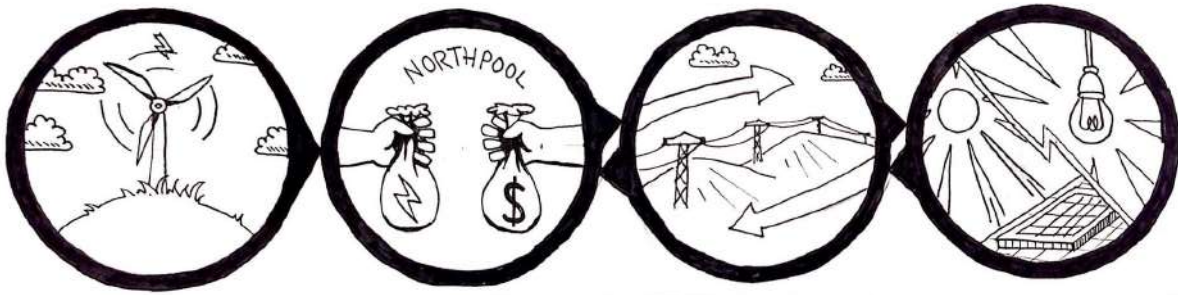
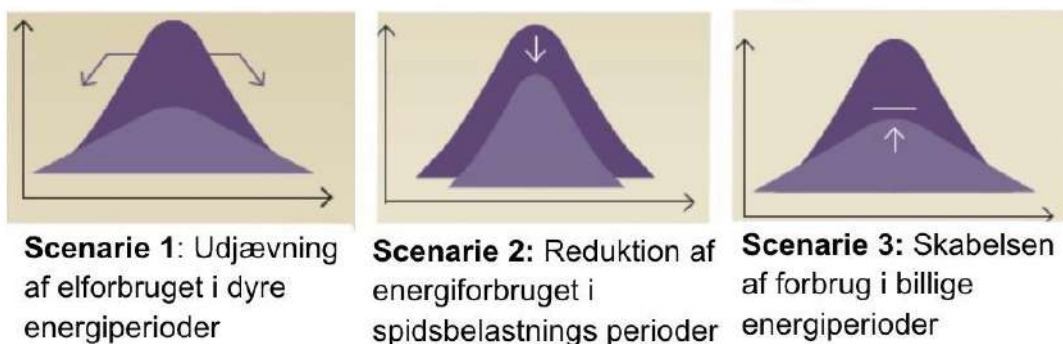


Illustration 4: Egen illustration af el-systemets værdikæde i fremtidens tovejssystem

Idéen bag Makro Grid'et er, at systemet skal være i stand til at udligne elforbruget, således at spidsbelastningsperioderne fordeles, sådan at færre perioder eksisterer, hvor den fluktuerende energiproduktion, fra vedvarende energikilder såsom vind og vand, ikke kan dække energiforbruger (Intelligent Energi, 2014: 5). Tovejskommunikationen i Makro Grid'et gør det muligt for systemet, at indhente information om forbrugernes elforbrug og el-produktion, da tovejskommunikationen også muliggør en ny rolle som både producent og forbruger. Informationen kan systemet således bruge til i perioder hvor el belastningen er stor eller ekstra dyr at flytte forbruget, eksempelvis ved at reducere eller helt slukke for udendørsbelysning, eller udskyde op- og tøjvasken (Intelligent Energi, 2014: 5).

Dette kan på fordelagtig vis udnyttes ved at sænke forbruget i perioder med høje energipriser, pga. høj el belastning, ved at øge eller skabe forbrug i perioder med lave energipriser, eller som før nævnt, ved at sænke forbruget i spidsbelastningsperioder, så den fluktuerende energi har mulighed for at dække hele forbruget. Disse tre scenarier er illustreret i figur 10 nedenfor (Intelligent Energi, 2014: 5).



Figur 10: Intelligent indvending i el-forbruget i forskellige scenarier (Intelligent Energi, 2014: 5)

3.4.2 Mikro grid

Modsat Makro Grid, arbejder Mikro Grid'et på et mere lokalt niveau. De to grid typer hænger tæt sammen, da et Makro Grid i princippet består af en masse små lokale netværk, Mikro Grid.

Grid'et er også kendt som "the building blocks of Smart Grids", da Mikro Grid'et lige præcis er alle de mindre netværk der tilsammen udgør det overordnede Makro Grid (Smart Grid) (Hatzigiorgiou, 2013: 2). Sammenhængen mellem de to grid er vist i illustration 5 nedenfor.

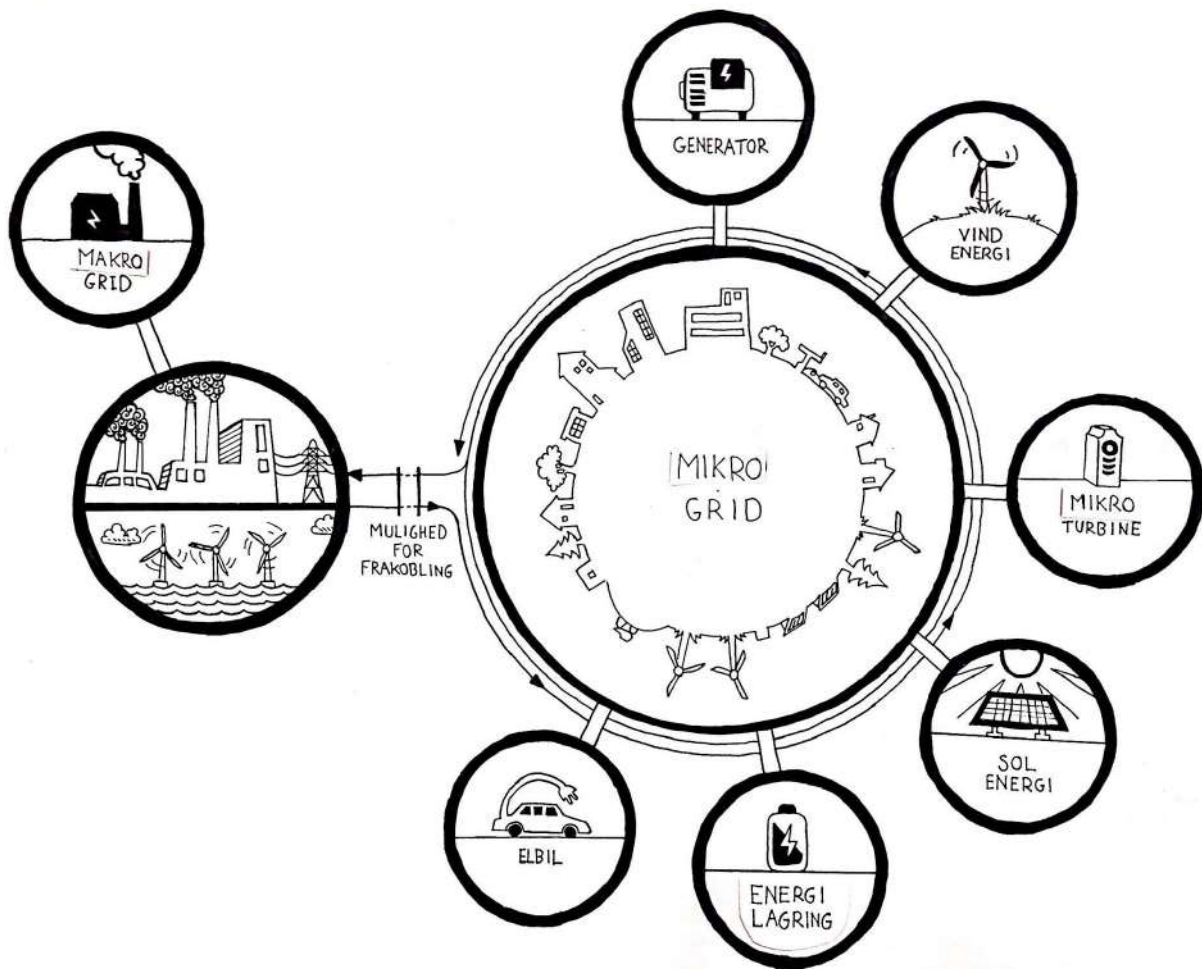


Illustration 5: Egen illustration af Mikro Grid'et og sammenhæng til Makro Grid'et (Inspireret af Greenenergycorp.com, 2016)

Et Mikro Grid kan afkobles fra Makro Grid'et, og opererer uafhængigt af det store Makro Grid i sit eget selvstændige netværk (Mikro Grid). Oftest arbejder de to Grid typer sammen, men Mikro Grid'ets mulighed for at operere uafhængigt af Makro Grid'et kan være med til at styrke Makro Grid'et. Dette er eksempelvis en stor fordel i kriseperioder, hvor strømafbrydelser opstår pga. eksempelvis storme eller andre natur katastrofer. Dette er dog ikke den eneste fordel ved at have et Mikro Grid i lokal samfundet. Et Mikro Grid åbner op for mere effektivt at udnytte en lokal vedvarende energiresource, der ellers ville være betragtet som for lille eller utilregnelig til at inkludere i Makro Grid'et. Herigennem har lokal samfundet mulighed for at være mere energi uafhængig og mere miljøvenlige. Derigennem kan lokalsamfundet reducere deres energi

omkostninger, samt der kan blive mere offentlig plads til rådighed, f.eks. grundet et mindre behov for offentlige solcellefarme, og/eller vindmølleparker (Lantero, 2014).

3.4.3 Udfordringer ved implementeringen af Smart Grid

Der eksisterer en række udfordringer, som de forskellige Smart Grid (Mikro og Makro Grid) skal overvinde, før de succesfuldt kan implementeres ind i det danske samfund. Samtidigt er det vigtigt at huske, at dette kun er en implementering der kan lykkes, hvis store økonomiske investeringer laves i at gennemføre implementeringen. For det første er de intelligente "grids" bygget på, at enheder i nettet har mulighed for at kommunikere data tilbage igennem systemet - det såkaldte tovejssystem (Energinet og Dansk Energi, A, u.å.: 15). For at dette kan lade sig gøre, skal der eksempelvis implementeres kommunikationssoftware i mange af husholdningens apparater, såsom belysning, vaskemaskine og køleskabe (Holm og Møllerhøj, 2013).

Måle og kommunikations enheder skal ligeledes etableres i transmissionsnettet, så data informationer om distributionen af el også indgår i systemet (Energinet og Dansk Energi, A, u.å.:15).

Til sidst skal det nævnes, at en ny kritik om implementeringen af Smart Grid er voksende, vedrørende it-sikkerheden. Tovejskommunikationen i et Smart Grid el-system ville i høj grad ske via it-systemer. Dette medfører en ny risiko, der ellers ikke har været til stor bekymring i energisektoren, nemlig risikoen for at blive hacket. Cyberkriminalitet er stigende, og det frygtes derfor at man i fremtiden måske kan opleve strømafbrydelser i specifikke områder pga. hackerangreb (Holm & Møllerhøj, 2013). Dette er ligeledes en vigtig faktor at have med, når Smart Grid teknologien skal implementeres ind i fremtidens energisystem.

3.5 Delkonklusion

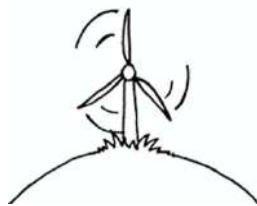
Historisk set har elforbruget været stigende, en tendens man ligeledes forventer at se i fremtiden. Det stigende energiforbrug opstår idet at det forventes at mange andre sektorer skal elektrificeres i fremtiden. En elektrificering af samfundet, omfatter omlægningen af f.eks. varme og transportsektoren, således at el er den bærende energikilde indenfor disse sektorer. Denne omstilling sker på baggrund af regeringens 2050 plan, der sætter gang i en energiomstilling fra et fossilt til et fossilfrit samfund. Dette har indflydelse på fremtidens energisystem. For at ønsket om et fossilfrit samfund kan lykkes, skal energisystemet i højere grad være baseret på vedvarende energikilder. Denne type energikilde har dog en fluktuerende egenskab tilknyttet sig, da der kun kan produceres strøm når den vedvarende ressource er til stede. Ligeledes er elforbruget i høj grad

præget af at have et varierende forbrugsmønster. Der eksisterer spidsbelastningsperioder, hvor elforbruget er ekstra højt. Disse perioder opstår især på tidspunkter, hvor mange forbrugere bruger strøm på samme tid, eksempelvis ved 17-18 tiden, når der skal laves aftensmad i diverse husstande. Her opstår der et væsentligt problem for fremtidens energisystem, idet det skal kombinere en fluktuerende energiproduktion med et varierende energiforbrug. Dette ville føre til et ustabil energisystem, der ikke altid kan møde behovet for strøm. Dette kan dog ændres ved indførelsen af et intelligent energisystem.

Der kan kigges på et intelligent el-system på to forskellige niveauer; mikro og makro. På et makro niveau er der tale om et intelligent system der kan integrere brugerens adfærd og handlinger ind i systemet. Dette vil ske ved hjælp af et tovejssystem, der kan transportere informationer om energiforbrug og produktion begge veje gennem systemet. Mikro grid'et vil i sådan et system kunne fungere som selvstændige mindre lokale systemer der individuelt kan have en lokal energiproduktion. Mikro Grid'et kan både agere selvstændigt, men ligeledes også indgå i det store intelligente el-system. Især Mikro Grid'et åbner op for muligheden for at give forbrugeren en mere aktiv rolle, hvilket fremtidens energi-system i høj grad har brug for.

Nuværende el-system har brugeren en meget passiv forhold til deres energiforbrug, hvilket fremtidens system i høj grad bryder med, da en sætter nye krav til en mere aktiv forbrugersrolle. Dette sker bl.a. gennem Mikro Grid hvor brugeren får en aktiv mulighed for at agere som både forbruger og producent.

Der eksisterer dog mange udfordringer ved implementeringen af intelligente energisystems løsninger, såsom Mikro Grid'et. Eksempelvis skal kommunikations-software implementeres ind i en række apparater i designfasen. Dertil opstår nye problematikker, såsom chancen for hacking af systemet. Ergo er der lang vej til at disse teknologier kan implementeres ind i systemet, og dermed også lang vej fra den nuværende passive forbrugersrolle til fremtidens aktive forbrugersrolle.



4. Teoretisk refleksion over artefaktets rolle i det dertilhørende miljø

Ovenstående kapitel redegør for el-systemets opbygning og udvikling fra det traditionelle envejssystem, baseret på fossile brændsler, mod et tovejssystem, baseret på flere fluktuerende, vedvarende energikilder. Det følgende vil ligeledes beskæftige sig med el-systemet, men ud fra en analyserende vinkel, hvor forbrugerrollen også inddrages. Via teori om sociotekniske systemer (multi-level modellen) vil el-systemet, som et socioteknisk system analyseres. Herefter vil en lignende analyse inddrage Aktør-netværk teorien, for at belyse de vigtigste aktører i el-systemet. Til sidst vil inddragelse af et fænomenologisk perspektiv undersøge forbrugerens kognitive opfattelse af el-systemet.

Dette kapitel kan siges, at være en del af rigor-cyklussen i den anvendte design metode, eftersom der her med udgangspunkt i forskellige videnskabsteoretiske retninger, på hermeneutisk vis, forsøges at skabe et bredere perspektiv på forbrugeren (målgruppen) og det miljø de indgår i (el-systemet). Netop fordi teorien rettes mod målgruppen og miljøet, er der også tale om et arbejde i relevans-cyklussen.

Det primære mål med dette afsnit er, at give en stærkere og bredere forståelse for feltet, som artefaktet skal indgå i. Dette vil gøres gennem refleksioner og analyser, der henter frameworks og referencerammer fra den udvalgte teori. Afsnittet kan siges, at have en mere filosofisk, refleksiv karakter, eftersom der her arbejdes med teoretiske analyser. Det bestræbes dog, at afsnittet har reele tråde til virkeligheden, gennem inddragelse af de tre interviews, foretaget i intensivperioden, samt viden fra ovenstående redegørende afsnit.

4.1 Energisystemets sociotekniske system

Dette afsnit undersøger el-systemet som et socioteknisk system og dets bagvedliggende sociotekniske regime. Sidst i afsnittet undersøges det, hvilken rolle Smart Grid konceptet har i forhold til at foretage en transitionsproces mod et mere bæredygtigt el-system.

I kapitlet "Bæredygtig omstilling af samfundets produktions- og forbrugssystemer" fra fagbogen "Planlægning i teori og praksis" beskrives det, at energisektoren har gennemgået en inkrementel udvikling indenfor det allerede etablerede teknologispør (Søndergaard et al., 2007: 292). F.eks. er kraftværker blevet til kraftvarmeværker, hvor overskudsvarme fra elproduktionen udnyttes via

fjernvarme, og energieffektiviteten er dermed blevet bedre. Incitamentet til denne systemoptimering har været en række landskabsændringer i det sociotekniske system, heriblandt oliekrisen i 73-74, hvor både kraftværker og kraftvarmeværker blev omstillet fra olie til kul og affald (Søndergaard et al., 2007: 298). Landskabsændringer er eksterne, sociopolitiske eller miljømæssige forandringer i et ellers relativt stabilt, men dynamisk topografi, der kan have den effekt, at de påvirker det sociotekniske regime til at åbne op for nye teknologspor og nicher (Søndergaard et al., 2007: 297). Andre eksempler på landskabsændringer, der påvirker el-systemets sociotekniske system, er orkanen Katrina i 2005 og politikeren Al Gores dokumentar; *An inconvenient truth* fra 2006, som begge er eksterne faktorer, der har påvirket det sociotekniske regime. I el-systemets tilfælde ledte det til, at Anders Fogh i 2009 udtaler, at han havde undervurderet klimaforandringerne, for derefter at fremlægge ambitioner om et fossiltfrit Danmark i år 2050 (Jensen et al., 2014: 76). Dette har skabt en åbning i det sociotekniske regime og et momentum - det der i denne terminologi kaldes et *Window of Opportunity*, for en række nicheteknologier. Nicheteknologier såsom vindkraft og solceller, der desuden har haft den fordel, at de ikke brød radikalt med det dominerende teknologspor, og derfor nemmere kunne integreres ind i det allerede eksisterende el-system (Søndergaard et al., 2007: 296).

4.1.1 Energisystemets sociotekniske regime og sporafhængighed

Anders Fogh kan i ovenstående eksempel siges, at være en vigtig aktør i det sociotekniske regime. I det næste afsnit om Aktør-netværk teori (4.2) bliver det undersøgt, hvilke dominerende, menneskelige aktører, der findes i el-systemet, og disse aktører kan ligeledes siges, at udgøre det sociotekniske regime, der i fælles konstitution opretholder el-systemet. Men hvad er et socioteknik regime helt præcist? I en artikel i *Research Policy* definerer F.W. Geels sociotekniske regimer som:

“[...] a semi-coherent set of rules carried by different social groups. By providing orientation and coordination to the activities of relevant actor groups, socio-technical regimes account for the stability of socio-technical systems.” (Geels, 2004: 33 i Søndergaard et al., 2007: 295).

Regimet udgøres således af en konfiguration af sociale aktører og deres praksisser, såsom rutiner, normer, antagelser, kompetencer, teknisk-videnskabelig viden og sociale regler: Og det er disse regimer, der opretholder det sociotekniske system. Regimet udgøres således af både kognitive, normative og regulative/formelle regler og aktører (Søndergaard et al., 2007: 293-294).

Udover den sociale dimension, er der den materielle, tekniske struktur i det sociotekniske system, hvor delelementer afhænger af hinanden (Søndergaard et al., 2007: 293). I el-systemet er det overvejende denne materielle struktur, der er så omfattende, at den bidrager til et lock-in, dvs. en fastlåshed i et teknologispor, også kaldt en sporafhængighed. For eksempel har forbrændingsanlæggene været dyre at etablere, og det kan derfor ikke betale sig, at udfase brugen af dem, før de har tjent sig selv hjem. Dertil er der det enormt omfattende el-net, der forbinder næsten alle husholdninger i Danmark med el-leverandørerne, både indlands og udlands. Det sociotekniske regime er dog også med til at fastholde en sporafhængighed; f.eks. gennem lovgivningen mod at sælge strøm uden om el-systemet, samt den nuværende regerings bestræbelse på at fjerne PSO-afgiften, en bestræbelse, der vil skabe implikationer for både vindkraft og solcelleanlæg. Dette initiativ er et udtryk for Venstre-regeringens bidrag til en fastholdelse af sporafhængigheden i energisektoren (Wittrup, 2016, Blichert & Sparre, 2016, og Energihjem, 2012). Dertil er der tendens til, at der er aktører i det sociotekniske regime, der indgår i netværk, etableret i systemet, “[...] som skaber stor gensidig afhængighed og som vil agere med udgangspunkt i interesser knyttet til bevarelsen af nuværende system.” (Søndergaard et al., 2007: 293). Dette kunne f.eks. være de aktører, der driver virksomhed i de delelementer, der udgør den materielle del af det sociotekniske system, herunder de mange netvirksomheder. At staten har “foræret” halvdelen af DONG til investeringsbanken Goldman Sachs, kan siges at være et udtryk for, at der eksisterer stærke økonomiske interesser i dette sociotekniske regime: At en investeringsbank, der har til hovedopgave at skabe profit, får så stor indflydelse på el-systemet, kan nemlig forestilles, at bidrage til sporafhængighed. Årsagen til dette er, at neoliberalistiske økonomiske kræfter ofte står i konflikt med miljøtiltag, og at disse aktører kan forestilles, i den grad at have interesse i bevarelsen af det nuværende system, eftersom dette system muliggør profitskabelse til fordel for netvirksomhederne (Berlinske, 2016, Gjertsen, 2010 og Kaarsberg, 2016). Sporafhængighed betyder helt kort, at produktions- og forbrugssystemet er vanskeligt at omstille (Søndergaard et al., 2007: 293).

4.1.2 Radikalt eller inkrementelt teknologi-sporskifte?

Det sociotekniske regime kan altså siges, at have skabt en sporafhængighed i el-systemet, hvilket har betydet, at de miljømæssige og sociopolitiske landskabsændringer kun har ført til en systemoptimering af el-systemet (inkrementel innovation), men ikke til en direkte system innovation (radikal innovation). I “Bæredygtig omstilling af samfundets produktions- og forbrugssystemer” påpeges det, at systemoptimeringer ikke er nok, hvis kullet skal udfases som energikilde. I stedet er der behov for system-innovationer, dvs. teknologispor, der bryder radikalt med de dominerende

teknologispor (Søndergaard et al., 2007: 292). Spørgsmålet bliver da, hvornår der skelnes mellem system innovation og system optimering, og om de nye nicheteknologier falder i den ene eller anden kategori. Det kan påstås, at de nicheteknologier der vinder plads i det sociotekniske system, netop bliver en del af systemet, fordi de kan integreres ind i det nuværende el-system, og fordi de kan være med til at bibeholde den nuværende værdikædes struktur. Vindmøller, solceller, vandkraft, biogas og atomkraft er alle teknologier, der kan opføres som centraliserede el-leverandører, og kan således let kobles på det eksisterende el-system. Smart Grid konceptet er en nicheteknologi, der ligeledes kan fastholde det dominerende teknologispor, da det kan bruges til at imødekomme nogle af de udfordringer, som udfasningen af fossile brændsler medfører. Dog kan Smart Grid konceptet også føre til en system innovation (radikal innovation), der kan bryde med det nuværende teknologispor, hvis dette bliver en målsætning for det sociotekniske regime. I fællesrapporten fra Energinet og Dansk Energi, peges der på, Smart Grid konceptet stiller energisystemet overfor en skillevej. Enten kan der vælges den

“[...] traditionel[le] udbygningsstrategi, hvor el-systemet forstærkes, og el-kunderne fastholdes som “passive” forbrugere, mens det andet spor vil medføre etablering af et intelligent el-system, et Smart Grid, som med måling, styring og automatik skaber et dynamisk samspil mellem el-systemet og forbrugerne.” (Energinet & Dansk Energi, A, u.å: 9).

I Energinet og Dansk Energis roadmap for udrulningen af Smart Grid i Danmark, beskrives forbrugerens rolle således:

“Kunderne bliver en vigtig aktør i fremtidens Smart Grid. Kunderne [...] skal kunne se et økonomisk incitament i at blive en aktiv leverandør af fleksibelt elforbrug på el- og fleksibilitetsmarkederne. Her vil timeafregning, Datahub'en og engrosmodellen blive afgørende elementer for kundens deltagelse.” (Energinet & Dansk Energi, B, u.å.: 3).

Dette citat peger på, at den primære ændring ved at følge det førnævnte, alternative teknologispor (med Smart Grid konceptet integreret), består i, at forbrugeren kan levere strømmen tilbage til el-systemet. Hermed opstår et tovejssystem, hvor forbrugeren får en ny rolle i værdikæden. Denne transition er også beskrevet i det redegørende afsnit om fremtidens elnet. Her kan forbrugeren både agere som første led (producent) eller sidste led (forbruger) i værdikæden. Dog kan forbrugerne stadig ikke sende strøm direkte til hinanden, hvorfor engrosmarkedet, transmissionsnettet og netvirksomhederne vil forblive et obligatorisk passagepunkt. Dette udnyttes af aktører i det

sociotekniske regime, da det i 2012 vedtages at foretage et skift fra Nettomålerordningen til Nettoafregningen: Hvor man før kunne låne el til engrosmarkedet og derefter få den gratis tilbage, skal der nu ske en afregning, hvor overskuds el sælges til engrosmarkedet for 1,30 kroner og købes tilbage for 2,20 kroner (Energihjem, 2012).

Således kan selv Smart Grid konceptet, som er blevet beskrevet, som et alternativt spor, også risikere at være en systemoptimering, hvor det sociotekniske regime består, og hvor Smart Grid'et ikke bryder med det dominerende teknologispør. Man kan dog også forholde sig kritisk til det sociotekniske regime, og dets kompleksitet, da denne kompleksitet kan medvirke at den bæredygtige omstilling bliver bremset.

I princippet kan et el-system være baseret på en deleøkonomisk forretningsmodel med decentrale elleverandøre, hvor naboen kan sælge sin strøm direkte på et frit marked, og hvor infrastrukturen opretholdes enten af private aktører eller af staten (her vil der dog skulle løses en problemstilling i fh.t. risikoen for konstant materiel omstrukturering). Her vil markedet gennem miljøregulering; afgifter og støtteordninger kunne påvirkes i en grønnere retning, uden at den enkelte forbruger skal betale mere. Et sådan system skal være intelligent, og derfor giver det mening, at det hele etableres i et Smart Grid. I en sådan situation vil Smart Grid-nichen lægge pres på det nuværende regime, og skabe et nyt teknologispør.

4.1.3 Smart Grid

Smart Grid teknologien er stadig en niche., de den stadig er i en udvikling- og læringsfase, hvilket betyder, at den ikke har vundet indtog i det sociotekniske system endnu. På mikro niveau, skyldes dette bl.a. at Mikro Grid'et ikke kan implementeres som en tilføjelse, men skal tænkes ind i designfasen. Fordelene ved denne teknologi tyder dog på, at vi i fremtiden vil se konceptet føre en kreativ destruktion⁷ på teknologier, der ikke indtænker Smart Grid konceptet.

Om vi med Smart Grid konceptet vil se en systeminnovation, i stedet for en systemoptimering, af el-systemet, kan have en betydning for omstillingen, fordi der potentielt kan frigives nogle ressourcer, der kan bruges til at fremme den bæredygtige omstilling. De enkelte beboere vil have større incitament til f.eks. at implementere solceller eller andre decentrale energiproduktioner, hvis dette var økonomisk bæredygtigt. Dog vil Smart Grid konceptet, uanset om det bryder eller forenes med det dominerende teknologispør, bidrage til et mere energi effektivt samfund.

⁷ Betegnelsen for den proces der sker, når et artefakt tager et andet artefakts plads på markedet. Schumpeter mente, at gamle teknologier blev erstattet af nye teknologier, for også at give plads til nye designcykluser. Dette kan skyldes at teknologien er mere effektiv, og/eller at den kan løse nogle problemer som førhenværende teknologier ikke har kunnet løse (Heidemann, 2007).

Det kan dog påstås, at der i transitionsprocessen, hvori vindkraft får en større rolle, elektrificeringen forøges og Smart Grid konceptet endnu ikke er implementeret, kan opstå en ubalance mellem produktion og forbrug, der gør, at der stadig skal importeres strøm eller produceres strøm på fossile brændsler, for at dække energibehovet. Hvis designforslaget kan gøre el-forbrugeren mere fleksibel, ville det spille en rolle i transitionsprocessen. Brugerpraksis er ifølge Geels en af de vigtigste aspekter af det sociotekniske regime (Jensen et al., 2014: 85). Som klimakommissionen også anbefaler, er brugerens fleksibilitet derfor en del af løsningen (Klimakommissionen 2010: 62-64).

4.1.4 Delkonklusion

I ovenstående bliver det beskrevet, hvordan der eksisterer en sporafhængighed i el-systemet, som et sociotekniske system. Grunden til dette er dels det sociotekniske regime, men i lige så høj grad de materielle delkomponenter, der omfatter både el-leverandørerne og infrastrukturen omkring el. Disse komponenter er omkostningsfulde at etablere, og der er derfor stor interesse i at beholde dem, som de er. Blandt det sociotekniske regime er der også aktører, som ønsker at bibeholde det sociotekniske system, fordi de har interesse i at opretholde et system, der økonomisk tilgodeser dem. Sideløbende har der været en række landskabsændringer, som har udfordret og presset det sociotekniske system, og dette har ledt til et *Window of Opportunity* for nicheteknologier såsom, fjernvarme, vindkraft og solceller (Jensen et al. 2014: 74). Disse har kunne implementeres ind i systemet, fordi de ikke bryder radikalt med det dominerende teknologispor og der er derfor tale om en systemoptimering af el-systemet (Søndergaard et. al, 2007: 296).

Den nyeste niche, der er i fremgang, men som endnu ikke har vundet indtog i det sociotekniske system, er Smart Grid teknologien. Smart Grid muliggør, at forbrugeren kan indgå i værdikæden, som både elforbruger og elleverandør. På trods af denne mulighed for et tovejssystem, fastholdes forbrugeren i bunden af værdikæden gennem f.eks. ordninger som Nettoafregningen, som skaber en prisforskel på salg af privat overskuds el og køb af el fra engrosmarkedet. Der eksisterer endnu en mulighed; nemlig at nichen kan muliggøre samhandel mellem forbrugere, der selv producerede strøm, til retfærdige priser, hvilket ville skabe incitament til implementeringen af bæredygtige energiproduktioner. Om Smart Grid formår at udfordre det sociotekniske regime på denne måde, vides ikke. Men det må antages, at et sådant sporskifte ville kræve en omfattende transitionsproces, og i denne omstilling ville designforslaget kunne spille en rolle, idet problemstillingen med fluktuerende energikilder vil forblive at være en udfordring.

Dog peger teori om sociotekniske regimer på, at det altid vil være lettest at implementerer nicher, der ikke bryder radikalt med de dominerende teknologispør, og derfor må det antages, at Smart Grid konceptet fremover blot vil medvirke som en system optimering af el-systemet, hvor forbrug og produktion balanceres bedre, og hvor der skabes et tovejssystem mellem leverandør og forbruger. I dette scenarie spiller projektets designløsning en rolle, eftersom forbrug og produktion vil bevæge sig længere fra hinanden i fremtidens el-system, selv med en system optimering af el-systemet.

4.2 Aktør-netværk analyse

I ovenstående afsnit påpeges det, at der er kræfter i det sociotekniske regime, der bidrager til en sporafhængighed, og derved modarbejder den bæredygtige omstilling. Dette afsnit vil gå mere i dybden med det sociotekniske regime, og med de nogle gange modstridende interesser, der eksisterer heri. Aktør-netværk teori (ANT) vil bruges som et metodologisk repertoire, med det formål, at udfordre eller udvide det nuværende perspektiv, så designet bliver så gennemtænkt som muligt. Indledningsvis vil det kort blive opridset, hvad der karakteriserer ANT.

For det første skal det påpeges, at ANT ikke skal forstås som en teori, da det ikke er normativt, og da dets metoder er under konstant forandring for at tilpasse sig den givne kontekst (Mol, 2010: 75). ANT skal forstås som et begrebsapparat, der kan bidrage til en ny indgangsvinkel til at engagere sig forskningsmæssigt i et miljø (Mol, 2010: 63). Med normativ menes, at ANT ikke siger noget om, hvordan mennesket eller forskeren bør være eller agere, men samtidig opfatter ANT viden som performativ, og ANT bryder med andre normative opfattelser om, f.eks. at mennesker er øverst i en hierarkisk ordning af jordens skabninger (Mol, 2010: 65). Det særlige ved ANT er, at der ikke skelnes væsentligt mellem ikke-menneskelige aktører og menneskelige aktører, hvorfor der også bruges fællesbetegnelsen aktant (Latour, 2005: 214). Dette specificeres blandt andet i ANT-principperet om generaliseret symmetri, hvor à priori antagelser (f.eks. antagelsen om at mennesket har større indflydelse end en teknologi) afvises som belæg for forklaring, og hvor menneskelig intentionel gøren og materielle kausale relationer sidestilles (Latour, 2005: 76). ANT opfatter verden som et netværk af aktanter, der indbyrdes indgår i stærke eller svage relationer, og metodisk betyder dette, at forskningen altid vil starte in medias res, hvilket gør det svært at begrænse forskning. Til sidst kan det nævnes, at diverse cases gennem ANT ofte har belyst relationen mellem mennesker og teknologi gennem begrebet mediering. Mediering kan forstås på mange måder, hvoraf Bruno Latour (manden bag ANT) fremhæver fire forståelser (Latour, 1999: 178-187). Det er særligt disse forståelser for

teknologisk mediering, der vil benyttes i dette afsnit. Relationen mellem forbruger og el-systemet undersøges, samt hvordan designet kunne påvirke denne relation.

I Latours tekst; Pandora's hope, fra 1999, skriver han:

“Why is it so difficult to measure, with any precision, the mediating role of techniques? Because the action we are trying to measure is subject to blackboxing, a process that makes the joint production of actors and artifacts entirely opaque.” (Latour, 1999: 183).

Ovenstående beskrivelse passer til el-systemet, hvor stikkontakten, den del af el-systemet, som forbrugeren direkte agerer med, ikke afslører noget om de bagvedliggende systemprocesser, hverken sociale eller materielle. Hermed opstår en black box, idet det er svært, at opnå viden om det bagvedliggende system. Da viden er performativ, altså at viden er en fortsat social bedrift, som har en adfærdsmæssig konsekvens, er det problematisk, at en black box eksisterer i el-systemet, da det forhindrer brugeren i at agere hensigtsmæssigt. Hertil påpeger Latour, at selve det black box'ede artefakts betydning, kan være determineret af dets funktion, og at selve dets eksistens kan være glemt, indtil det ikke længere virker (Latour, 1999: 183). En artikel i Ingeniøren om Kenya beskriver, at netop pga. de tilbagevendende strømsvigt i det østafrikanske land, har befolkningen en større viden og refleksion over deres strømforbrug end danskere har. Postulatet i artiklen er, at netop incitamentet til at implementere Mikro Grid i lokalsamfund eller eget hjem mangler, da der i Danmark er mangel på refleksion og viden om el-systemet (Entwistle, 2013). Latour påpeger, at der opstår en krise, når et artefakt svigter, som tvinger brugeren til at genåbne black box'en og forholde sig til de enkelte aktanter, der indgår i black box'en, og dette viser eksemplet med Kenyanerne (Latour, 1999: 183-185). I Danmark og i Europa kunne det forestilles, at sådan en situation vil opstå, hvis energiomstillingen ikke var gennemført, før de fossile brændsler, som kul og naturgas, slipper op. Dette er et urealistisk scenarie, da Danmark er nået langt i forhold til den planlagte omstillingen, dog kan det hypotetiske scenarie hjælpe til at åbne black box'en (Regeringen, 2011). Ud fra dette scenarie, kan det gennemgås de trin, der ligger til grund for black box'en, hvis sidste led er strømmen i vores stikkontakt, og derved kan vi identificere nogle af de aktanter, der i sidste ende kan være problematiske (Latour, 1999:183-185):

I “Pandora's hope” beskriver Latour en type teknologisk mediering, som det han kalder reversible blackboxing, og som tager udgangspunkt i den krise der opstår, når en aktant stopper med at virke (Latour, 1999: 184). Det beskrives, hvordan adskillige aktanter gennem syv trin kan ende med at fremgå som en enkelt aktant. De syv trin omfatter en slags mobilisering eller sammensmeltning,

både af de fysiske aktanter, men også af de mere abstrakte aktanter. Der kan f.eks. være tale om absent-presence, hvor en aktant ikke nødvendigvis er til stede længere, rent fysisk, men stadig har en effekt. Det kan i dette tilfælde være de aktører, der lagde grund for den fysiske viden, der har muliggjort el-systemet, f.eks. Hans Christian Ørsted, George Ohm mm. Alle de mobiliserede aktanter har som udgangspunkt forskellige funktioner, effekter, intentioner eller mål, og inden mobiliseringen fungerer de uafhængigt af hinanden. Ofte sker mobiliseringen, fordi en aktant møder en forhindring i at opnå sit mål. Aktanten mobiliserer sig derfor med nye aktanter, enten gennem hvad der kaldes en detour eller et subprogram, for at opnå målet på andenvis. De forskellige forklaringer på mediering giver herfra forskellige forklaringer for, hvordan de oprindelige mål kan bibeholdes og hvordan nye mål kan opstå i mobiliseringen - det er dette Latour bl.a. kalder goal translation (Latour, 1999: 179). Ligeledes kan selve udtrykket og meningen, oversættes i mobiliseringen. I kompositionen opstår således et mål, som kun kan opnås i det netværk, der udgøres af alle aktanterne. Dog bliver de enkelte aktanters mål i sidste ende usynlige (Latour, 1999: 178-190). I en reversibel blackboxing handler det således om, at identificere de mobiliserede aktanter og deres mål eller funktioner. Som tidligere nævnt, er der ingen grænse for, hvor mange involverede aktanter man kan identificere, og det handler derfor om, at identificere de mest relevante.

4.2.1 Identifikation af de mest relevante aktanter

Det kan siges, at el-systemet som en black box, afgrænses ved stikkontakten. For forbrugeren, kan stikkontakten opfattes som en lade-station eller en konstant kilde til strøm (den fænomenologiske oplevelse af el). Bag stikkontakten er der hele infrastrukturen, som muliggøre, at elektriciteten findes i hjemmet. Dette ses i illustration 6 nedefor, hvor forbrugeren kun interagerer med stikkontakten, og ikke har de bagvedliggende aktører og processer med i sine overvejelser, da disse er konstitueret i en black box.

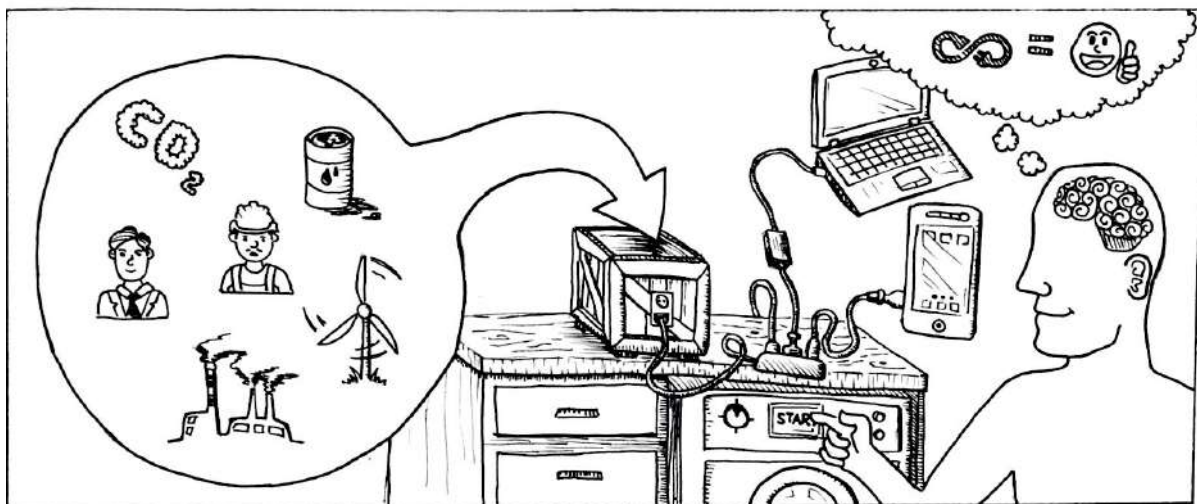


Illustration 6: Egen illustration af el-systemets black box

Efter elmåleren er der hele det system, som transporterer el fra produktionen til forbrugeren, og som det står beskrevet i afsnit 2.1.1 under Energisystemets opbygning. Dette system er et obligatorisk passagepunkt, og det er enormt omfattende både materielt og rent organisationsmæssigt - også mange menneskelige aktører er mobiliseret i dette netværk. En del af organiseringen heri handler f.eks. om at sørge for, at alle betaler for el ud fra samme vilkår, eftersom at det centraliserede el-distribution har været dyrt at etablere og vedligeholde, og skal afbetales kollektivt, for at det kan løbe rundt. Siden engrosmarkedets indførelse er et marked opstået, hvor de forskellige netvirksomheder konkurrerer om, at kunne levere den billigste energi med størst fortjeneste. Hermed er der ikke blot en intention om at levere el, men også en intention om profit og selvoprettelse på det danske marked. De danske netvirksomheder køber deres el på engrosmarkedet gennem den nordiske elbørs Nord Pool, hvor el udbydes fra forskellige el-leverandører fra forskellige lande, både private og statsejede. Dette er endnu et obligatorisk passagepunkt, som har den effekt, at el mixes, og at der derfor efterfølgende ikke sondres mellem f.eks. sort og grøn energi. Nord Pool er ejet af de nordiske stater med det formål, at sikre leveringsikkerhed og fremme samhandel. Sidst i den lineære produktionskæde, finder vi el-leverandørerne. Disse kan være både private eller statsejede, så også her er der et ønske om profit og selvoprettelse. Staten har historisk investeret i store og dyre centrale anlæg, f.eks. forbrændingsanlæg, som efterlader en gæld, hvorfor staten har en interesse i, at fortsætte med at holde disse værker kørende så længe som muligt. Dette beskrives i ovenstående afsnit. Danmark har med disse kraftvarmeværker, sammenlignet med andre lande, været meget energieffektiv, eftersom overskudsvarme fra el-produktionen har kunne sendes via fjernvarme til opvarmning af husstande.

Med en lav pris på kul, har dette været rentabelt, men ifh.t. udfasningen af brugen af fossile brændsler skaber dette en problemstilling.

I figur 5 i afsnittet 2.2.4 Elementer i slutforbrugerens elregning, ses den procentvise fordeling af vores elregning. Her fremgår det også, at en stor del af regningen består af moms, afgifter og PSO-betaling (public service obligation). Sidstnævnte viser, at politiske målsætninger, i dette tilfælde om, at fremme brugen af vedvarende energikilder, også afspejles igennem elregningen. Det er dog blevet kritiseret, at der betales en PSO-afgift, når den nuværende regeringen forsøger at bremse den kraftige fremgang i vindmølleindustrien, men omvendt kan denne bestræbelse også siges, at være affødt af et ønske om, at fjerne PSO-afgiften (Jensen, 2016 og Blichert & Sparre 2016). Her er der altså nogle politiske konflikter og aktanter, der internt modstrider hinanden.

Så hvad viser ovenstående analyse? Dels kan det postuleres, i lighed med det ovenstående afsnit om socioteknisk sporafhængighed, at det nuværende el-system ikke på alle fronter stemmer overens med de behov, som i denne rapport beskæftiges med. Eksempelvis ville det være mere hensigtsmæssigt, hvis det var lovligt, at etablere en form for deleøkonomi i el-systemet, hvor overskudsproduktionen fra f.eks. solceller kunne sendes direkte til naboen, i stedet for at sende det tilbage til el-systemet. Hermed kunne de obligatoriske passagepunkter undgås, og mange aktanter kan udelades. Dette ville som før nævnt mindske mængden af mål, konstitueret i black box'en, og give muligheden for at fokusere på nogle udvalgte mål, f.eks. ønsket om bæredygtig omstilling. PSO afgiften er positiv, men at omstillingen skal finansieres gennem afgifter, gør at regeringen, som det ses i dag, kan gøre det til en opgave at fjerne dette økonomiske grundlag (Jensen, 2016 og Blichert & Sparre 2016). Ved at undlade denne nogle af disse obligatoriske passagepunkter, kan et økonomisk incitament til at implementerer en privat, vedvarende energiproduktion, være den primære drivkraft bag omstillingen.

Til sidst kan ANT terminologien give en forståelse for den relation, der opstår mellem forbrugeren, og det artefakt der i denne rapport arbejdes med. Her opstår ligeledes en koalition mellem forbrugeren og designet, hvor to aktanter med to mål mødes og transformeres til en tredje aktant med et oversat eller transformeret (translated) mål (Latour, 1999: 179). Således bringer designet en ny aktant ind i hjemmet, med det primære mål, at gøre forbruget mere hensigtsmæssigt. Dog kan der opstå sekundære mål i relationen, som f.eks. at spare penge eller energi, eller blot at handle hensigtsmæssigt i forhold til miljøet, mere generelt. Således kan selve udtrykket og meningen oversættes i mobiliseringen. Artefaktet vil have en effekt på forbrugeren, i og med at forbrugeren vil transformeres i relationen. Med andre ord vil artefaktet virke som en påmindelse om, at el-systemet

er konstitueret i en black box, og at der er forskel på grøn og sort energi. Samtidig vil den transformerede aktant have større indsigt i el-systemet, i og med, at forbrugeren nu kan agere på baggrund af informationer, der før var utilgængelige.

4.2.2 Delkonklusion

I ovenstående bliver det begrebsliggjort at el-systemet er en black box, konstitueret af aktører med nogen gange modstridende forskellige interesser. Pludselig er elektriciteten et produkt af en række magtbalancer, hvor prisen i virkeligheden afspejler mange obligatoriske passagepunkter, heriblandt netvirksomhederne. Denne konstituering har både konsekvenser for vores elregning, men også for gennemsigtigheden i systemet og dets black box, hvilket betyder, at der opstår en u hensigtsmæssig distance mellem forbrugeren og el-produktionen. Ligesom i afsnittet om sociotekniske systemer, peges der på, at visse obligatoriske passagepunkter kunne undgås, f.eks. gennem en form for deleøkonomisk ordning, og at dette kan føre til en mere målrettet omstilling, eftersom modstridende interesser kunne udelades af systemet. Samtidig peges der også på, at designet kan have relevans i forhold til at åbne black box'en. Casen fra Kenya indikerer, at der er et behov for, at åbne black box'en, hvis vi som enkeltindivider skal engagere os i omstillingen, men at vi pga. el-systemets velfungeren, ikke formår at gøre dette på egen hånd. Derfor er det relevant, at arbejde med vores designhypotese.

4.3 Designets relevans i et fænomenologisk perspektiv

I dette afsnit har vi ladet os inspirere af den fænomenologiske tilgang til teknologi. Fænomenologien leder som regel til forskningen af fænomener fra et førstehåndsperspektiv, og derfor vil der i dette afsnit også blive draget referencer til de to forbrugere, som vi har interviewet. Interviewguiderne kan ses i bilag 1, hvor der desuden kan findes et direkte link til lydfilerne.

4.3.1 Subjektet fremmedgøres overfor el-systemet

Fænomenologi er en videnskabsteori inden for moderne filosofi, og blev grundlagt af Edmund Husserl. Teorien opstod i år 1900 ca., og var bl.a. et modsvar på tidens positivistiske, dikotomiske adskillelse af subjekt og objekt. Teorien siger, at man som menneske altid skal undersøge det, der viser sig for bevidstheden, dvs. alt det man oplever, drømmer, erfarer, etc. (Zahavi, 2003).

Historisk set har fænomenologiske undersøgelser, særligt dem af Heidegger, stillet sig kritisk overfor teknologi, da teknologi ud fra et fænomenologisk synspunkt skaber en fremmedgørelse for subjektet (Rosenberger et al., 2015: 12). Fra dette perspektiv, bør denne kritik indtænkes i designets udførelse,

så det på bedst vis kan undgås, at teknologien virker fremmedgørende. Et postfænomenologisk argument ville omvendt være mindre teknologiforskrækket og påpege, at dette syn på teknologi er romantisk. For postfænomenologen ville det argumenteres for, at subjektet og verden konstitueres gennem den teknologiske formidling eller mediering, snarere end at der eksisterer en forudbestemt objektiv verden og et forudbestemt subjekt, og at den fænomenologiske tilgang til teknologi som et “[...] broad, social and cultural phenomenon [...]” (Rosenberger et al., 2015: 10), giver fænomenologerne et virkelighedsfjernt og romantisk syn på teknologi (Rosenberger et al., 2015: 10-12).

Dog kan det kritiske perspektiv i denne sammenhæng passende anvendes på relationen mellem forbrugeren og el-systemet. El-systemet er et makro system, som bliver objektiveret og styret over hovedet på forbrugeren, gennem metadiskussioner og uden den enkelte forbruger har mulighed for at gå til sagen selv. Med en forsyningssikkerhed på 99,997 % hos forbrugeren, er der ikke et incitament til at tænke over, hvordan el-systemet hænger sammen - det fungerer bare (Dansk energi, 2016: 13, & Kasper, 2016: 22:42). Der er tale om et medieret forbrug. Med medieret forbrug menes, at selve forbruget går igennem et andet device, f.eks. en computer eller elkoger, og at det er disse primære produkter, forbrugeren forholder sig til. For at bruge et post-fænomenologisk begreb, kan man sige, at relationen kan karakteriseres som en baggrundsrelation, hvor teknologien har en passiv indflydelse på miljøet, men hvor den former landskabet, uden at tage subjektets opmærksomhed (Rosenberger et al., 2015: 18-19).

Når der forbruges el, kan det ikke vides, hvordan netop denne el er produceret. Alt el blandes på markedet inden det når ud til forbrugeren, og der kan derfor ikke skelnes mellem f.eks. el produceret fra fossile brændsler eller på biomasse (se evt. afsnit 2.1.2: Fra producent til forbruger). Det kan heller ikke vides, hvor meget elektriciteten præcist koster, da prisen oftest er fastsat for elforbrugeren. Denne distancering bliver også et klimaspørgsmål, da forbrugeren ikke kan forholde sig til, om energien er bæredygtig (grøn energi) eller klimaskadelig (sort, fossil energi). Forbrugeren kan ikke opleve, at strøm har forskellige kvaliteter, eller at der er en række forudsætningerne for, at el er tilgængeligt. Dette er vist i illustration 7, nedenfor, hvor el-systemet er gemt væk fra forbrugers synsfelt. I tankeboblen fremgår det, at forbrugeren er tilfreds, så længe der er strøm.

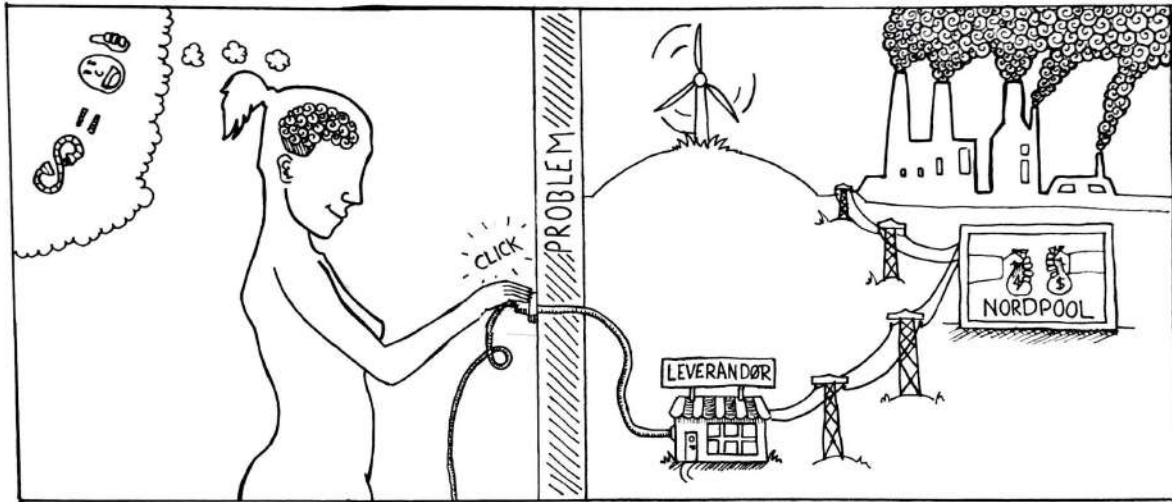


Illustration 7: Egen illustration af forbrugers fænomenologiske opfattelse af el-systemet

Ovenstående er baseret på det faktum, at strøm sjældent opleves som mere end en fysisk stikkontakt, et grønt lyn i hjørnet af telefonen og computeren, eller i form af tal på en elregning. Der gives derfor ikke incitament til at tænke over, hvor strømmen kommer fra, eller hvilke sekundære effekter, strømmens livscyklus måtte frembringe. Dette kan være en af forklaringerne bag Peter Gundelachs udtale om, at:

“Den igangværende grønne omstilling af energisystemet foregår, set fra den almindelige danskers position, “automatisk” (Nielsen, 2015).

For interviewpersonerne kom dette til udtryk ved, at de begge mente at løsningen fandtes uden for deres sfære. Christian mente f.eks., at der burde være en slags top-down regulering på området (Pedersen, 2016: 4:30-5:20). Det kan påstås, at der eksisterer et system og en teknologi, der fremmedgøre subjektet for de bagvedliggende processer, der ligger til grund for, at forbrugeren altid har strøm i stikkontakten, og det er derfor lettest, at overlade omstillingen hele systemet. Strømmen er altid tilgængelig, og forbrugeren opfatter ikke nødvendigvis sig selv, som værende en del af systemet. Elektricitet er blevet forvandlet til en black box, hvor alle mellemlid i det bagvedliggende energisystem er udeladt.

4.3.2 Subjektets fremmedgørelse overfor klimaforandringerne

En lignende fænomenologisk tilgang kigger på oplevelsen af, at tage forholdsregler til fordel for miljøet. Denne kritik retter sig ikke direkte mod teknologi, men mere mod hele klimadebatten, som de fleste også har svært ved at forholde sig til. Klimaforandringerne opleves som et abstrakt og

uhåndgribeligt fænomen. Enkeltindivider oplever ofte sig selv som værende uden stor indflydelse, hvilket kan tænkes, at medvirke til fænomener som The Tragedy of The Commons og argumenter som "det betyder ikke noget om jeg omstiller mig, når vi ikke gør det allesammen" (Withgott, 2014: 4). Informanterne udtrykte dette således:

"Men om jeg som enkeltindivid gør det eller, det tror jeg ikke gør den særlig store. Eller det har det jo ikke - den store indflydelse på noget som helst. [...] Jeg kan godt synes, at det er skide godt at have sparerpærer og hvad det er, men hvis jeg er den eneste der gør det, så gør det jo ikke nogen forskel: Så er det ligegyldigt." (Pedersen, 2016: 7:05 - 7:42).

Christian mener således, at han har en viden og bevidsthed omkring konsekvenserne, men samtidig er dobbeltmoralisk:

"[...] men jeg er jo også lidt dobbeltmoralisk i forhold til det [klimaforandringerne red.], fordi jeg sætter mig tit på en flyver, og flyver til et andet sted i verden." (Pedersen, 2016: 8:13-8:20)

Henrik siger i nogenlunde samme stil:

"Jeg tror blandt andet, at det er en eller anden form for menneskelig dovenskab, at... At jeg vil også have et eller andet positivt ud af det. Og så er det noget med, at de der klimaforandringer, kan jeg alligevel ikke. Altså der er jeg alligevel et så lille tandhjul i det, at det kan jeg ikke rigtigt forholde mig til, tror jeg. Men der kan jeg bedre forholde mig til det, hvis jeg har nogle kontante "benefits", altså nogle fordele ud af det, også for mig." (Ingerslev, 2016: 12:00-12:20)

Denne holdning kan skyldes, at den kausale sammenhæng mellem handling og konsekvens er meget tydelig. Derudover er der ofte en forsinkelse fra en handling til en konsekvens, hvilket forstærker oplevelsen af ikke at have indflydelse på den store sammenhæng. F.eks. betyder et stort overforbrug af el ikke, at en oversvømmelse i baghaven finder sted samme dag. Der er tale om fælleshandlingsproblemer, hvor det er mange menneskers samlede adfærd, der udgør et problem, som derfor kun kan løses i fællesskab. I forhold til fremmedgørelsen overfor el-systemet, eksisterer der altså her en lidt anderledes problemstilling, hvor det er oplevelsen, eller manglen på samme, af en sammenhæng mellem adfærd og klimaforandringer, der kommer i fokus. I Bjørn Schiemers fagbog "Fænomenologi, Teorier og Metoder", beskrives det, at det, at sanse atmosfærer, handler om:

“[...] at fornemme og være opmærksom på, hvordan vi kropsligt befinder os i en omgivelse.”
(Schiemer, 2013: 221).

Der er altså tale om en flydende og upræcis eksistensform. Dette bliver også eksemplificeret i det følgende citat fra Lars Aagaard fra Dansk Energi, bragt i Politiken:

“Vi har således gjort rigtig meget for at gøre elforsyningen mere klimavenlig med vind og sol gennem et langt sejt træk, men uden at forstyrre danskerne ret meget. Der kommer renere el ud af kontakten, og man oplever, at det bare er noget, politikerne fixer. Men når det begynder at handle om de valg, der træffes inden for ligusterhækken, det vil sige om vor egen levevis, så synes det at komme for tæt på.” (Aagaard i Nielsen, 2015).

Endnu vigtigere er derfor problemstillingen om, at forbrugeren ikke kan opleve effekten, når vedkommende tager forholdsregler for at modvirke klimaforandringerne. I forlængelse af det sidste citat fra Henrik, kunne man påstå, at netop pga. fraværet af negativ respons ved uhensigtsmæssig adfærd, er der nødt til at være en form for positiv respons ved hensigtsmæssig adfærd. Dette er fordi der ellers mangler en forbindelse mellem adfærd og oplevelsen af konsekvenser. Fordi der er tale om en kultur, hvor det er helt almene og fastlåste vaner, prioriteringer, rutiner og normer, der nogle gange kan være uhensigtsmæssige, da kan der være tale om en følelse af at måtte gøre et offer, hvis der skal handles mere hensigtsmæssigt. Hermed opstår en konflikt mellem lyst/oplevelse og etik/rationalitet. Dette leder Christian til følelsen af at være dobbeltmoralisk og til hvad Henrik kalder at være en pladderromantikker:

“På en eller anden måde er jeg lidt pladderromantikker, og på en eller anden måde kunne jeg godt have et ønske om at bruge så energirigtig strøm som muligt, altså så meget vedvarende energi som muligt, [men red.] jeg er ikke rigtigt hoppet på nogle af de der bølger omkring vind strøm og guld strøm og grøn strøm og hvad det ellers hedder alt sammen.”
(Ingerslev, 2016: 0.37-1:00).

For Henrik er komfort i sidste ende en langt højere prioritet, selvom han giver udtryk for at dele en moral, som stemmer overens med Brundlands bæredygtighedsforståelse⁸. F.eks. svarer Henrik på spørgsmålet:

“[interviewer]: Men er klimaforandringerne stadig noget, du, går og er bekymret over, eller tænker over? [Henrik]: Ja, altså på den måde at jeg vil også godt have, at mine børn og børnebørn, og måske også oldebørn, hvis der kommer sådan nogle, har en mulighed for at få, ikke nødvendigvis det samme liv som jeg har, men alligevel noget der ligner. Så jo, på den måde - jeg vil ikke sige bekymret - du kan nok ikke se det i min adfærd, [...] men jo, det betyder noget for mig [...]” (Ingerslev, 2016: 12:20 -12:53).

Ud fra et fokus på den subjektive erfaring, kan det derfor være hensigtsmæssigt at arbejde med at give feedback på den slags handling, der er bedst for miljøet, men som samtidigt kan opleves som et offer eller kompromis med normer, rutiner, vaner eller lyst. Det er tydeligt, at der er en villighed til at gøre det rigtige: Christian køber sparepærer, og A-mærkede produkter, og slukker altid lyset, uden at der ligger et økonomisk rationale bag det. Ligeledes har Henrik en adfærd, der bryder med grundforståelsen om et homo economicus.⁹ F.eks. har Henrik installeret solceller og solvarme med udgangspunkt i at gøre noget godt for miljøet, snarere end at tjene penge på det. Begge informanter giver således udtryk for, at de vil have muligheden for, at tage et valg selv, og at dette ikke skal bryde med deres øvrige behov (Pedersen, 2016: 15:08 - 15:30 & Ingerslev, 2016: 3:14-3:32). Man kan sige, at netop el-systemets nuværende opbygning gør det vanskeligt, at foretage “gode, grønne valg”. I stedet er der kun mulighed for, at forsøge at begrænse sit forbrug, eller handle mere omfattende, ligesom Henrik, og f.eks. investere i private anlæg.

Ovenstående problemstilling minder om en case omkring affaldssituationen i Danmark, hvor vi sammenlignet med vores nabolande, har været meget sent ude med affaldssortering. Grunden til dette har bl.a. været en konsensus i det administrative om, at det ville Danskerne ikke. Kasper Dam Mikkelsen forklarer dette således:

“Det jo lidt det samme, man er oppe i mod ved affalds sortering. Tyskland og Sverige har gjort det i årevis. Det er først nu, man sådan for alvor begynder at gøre det i Danmark, og en

⁸ I Brundland rapporten bliver bæredygtig udvikling defineret som følgende: *“En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.”* (WCED, 1987, i Kemp, 2000: 15)

⁹ Homo economicus er betegnelsen for en forståelse af mennesket som rationelt, selvinteresseret og egennyttmaksimerende. Betegnelsen indeholder dog også et filosofisk problem, eftersom mennesket ikke udelukkende er homo economicus, hvilket ovenstående også er et eksempel på (Wiewiura, 2013).

af diskussioner har jo været: Jamen det vil danskerne ikke. Det har der været nogle erfaringer med, at det går ikke så godt, og der har været nogle fordomme omkring det. Nu viser det sig rent faktisk, at fint, vi fortæller dem gennem de kanaler man nu har, i brochurer og så videre, at affald er guld, og at der er en samfundsmæssig værdi i, at det bliver sorteret, så sker det jo rent faktisk i større grad end forventet.” (Mikkelsen, 2016: 20:51-21:36).

Affaldssystemet er på en måde også en black box, i og med at du bærer skraldet til containeren, hvorfra skraldet forsvinder automatisk: Du behøver ikke forholde dig til de mange bagvedliggende processer; afhentningen, sorteringen, afbrændingen osv. Dog har nordiske borgere, der er blevet præsenteret for muligheden for at sortere affaldet, rent faktisk vist sig, at gøre sig umage med at sortere deres affald, selvom det i princippet ikke giver nogen form for feedback. Dette kan siges, at være et empowerment¹⁰, der bygger på, at borgeren i sidste ende har en interesse i at handle rigtigt. Hvis man ligeledes kunne skabe en form for empowerment i el-systemet, da kunne man forestille sig, at man ligeledes kunne få borgere til at ændre adfærd, udelukkende fordi de ønsker at handle hensigtsmæssigt.

4.3.3 Delkonklusion

Ved at lade sig inspirere af fænomenologiens fokus på den subjektive oplevelse, åbnes muligheden for, at kritisere det nuværende el-system, ud fra en præmis om, at forbrugers skal gøres til en mere aktiv forbruger, der bedre kan handle hensigtsmæssigt i forhold til miljøet. Det giver mening i dette perspektiv, at forbrugeren kan føle sig fremmedgjort overfor både elproduktionen og klimaændringerne. Derfor vil grundproblemet i dette perspektiv være, at el-systemet er blevet uhåndgribeligt, og løsningen vil være, at gøre systemet lettere tilgængeligt, og forsøge at skabe et værktøj eller en ændring, som muliggør, at hele systemet bliver bragt ned på et håndgribeligt plan, hvor forbrugeren, subjektet, kan være med, og kropsligt opleve og forholde sig til det. Både med hensyn til el-systemet, men også med hensyn til de kausale sammenhænge mellem adfærd og konsekvenser for miljøet. Positiv feedback, information eller anden indsigt i systemets delkomponenter kan være redskaber, der kan være med til at gøre forbrugeren mere aktiv. Gennem empowerment vil forbrugeren få mulighed for at skabe overensstemmelse mellem behov og moral.

¹⁰ Empowerment er “evnen til at få kontrol over og tage ansvaret for sit eget liv og sin situation, fx i relation til arbejde, familie og politisk indflydelse ” (Den Danske Ordbog, u.å.).

5. Design af artefaktet

Dette afsnit omhandler artefaktet og de overvejelser vi har gjort os i designprocessen. Artefaktet er et forsøg på at integrere de konklusioner, som ovenstående analyser er nået frem til, i et materielt produkt. I starten af dette afsnit fremgår en kort redegørelse for de indledende design valg, som projektgruppen har fortaget sig, samt en beskrivelse af de to designidéer projektgruppen startede ud med.

Derefter bliver projektgruppens overvejelser omkring designvalg præsenteret.

Efterfølgende argumenteres der for de designvalg, der er foretaget i forhold til det endelige artefakt, hvor både den tekniske og fysiske udførelse af designet beskrives. Til sidst følger en evaluering af designet, og et perspektiverende afsnit om mulighederne for videreudviklingen af artefaktet.

5.1 Design hypotese & indledende design valg

Danmarks traditionelle udbygningsstrategi af el-systemet skaber en passiv forbruger (Energinet C, 2010: 9). Det vil sige, at forbrugeren ikke har særlig stor medbestemmelse i hvorfra energien de benytter, bliver produceret. Ligeledes har forbrugeren et minimalt forhold til den benyttede energi. Elektriciteten bliver en uhåndgribelig ressource, der blot får hverdagslivet til at fungere. Ved at implementere et nyt intelligent el-system, som en vej mod et mere fossilfrit energisystem, forsøges det, at opnå et bedre sammenspil mellem el-systemet og el-forbrugerne. Altså en overgang til en mere aktiv forbrugers rolle, der med et nyt perspektiv, interesserer sig mere i produktionen og brugen af el (Energinet C, 2010: 11)

Transitionen mellem de to teknologspor vil selvfølgelig ikke forekomme i løbet af en dag - det vil være en omfattende omstillingsproces, at gennemføre en succesfuld overgang fra den traditionelle udbygning af el-systemet, til et intelligent el-system. Projektgruppen mener en af disse udfordringer kan blive, hvordan forbrugernes adfærd kan ændres, fra et passivt standpunkt, til et mere aktivt. Sådant en ændring kan skabe forvirring hos de forbrugere, der skal forholde sig til det nye perspektiv og de funktioner, det intelligente el-system vil tilføje, som en nødvendighed for, at fungere optimalt. Derfor mener projektgruppen, at det er vigtigt, at der designes brugervenlige teknologier, der kan støtte op omkring denne omfattende udvikling, og gøre det mindre smertefrit for el-forbrugeren.

Altså har projektgruppen en hypotese om, at hvis forbrugeren på en ny visuel måde får håndgribelig viden om det komplekse el-system de indgår i, da vil forbrugeren være bedre i stand til at have et aktivt og ansvarsfyldt forhold til den elektricitet de forbruger.

5.1.1 Første design idé

Med denne problemstilling i baghovedet, fandt projektgruppen på to design idéer der kan simplificere og videregive data og viden om el-systemet, ud til forbrugeren. Den første idé var en applikation til smartphones eller tablets, der kan tilbyde et bredt udvalg af funktioner, som at interagere med forbrugers elektronik, og opsamle relevant data, præsenteret gennem en nemt forståelig brugerflade. En af disse funktioner ville eksempelvis være, at vise, hvor meget de individuelle elektroniske enheder i husstanden forbruger af energi i løbet af en dag, via simple, forståelige diagrammer, grafer eller lignende. Der er mange muligheder ved sådan en applikation, men hovedinteressen var at finde på løsninger, der kan hjælpe forbrugeren til at engagere sig mere i eget elforbrug. Første udkast til denne idé kan ses i illustration 8 nedenfor.

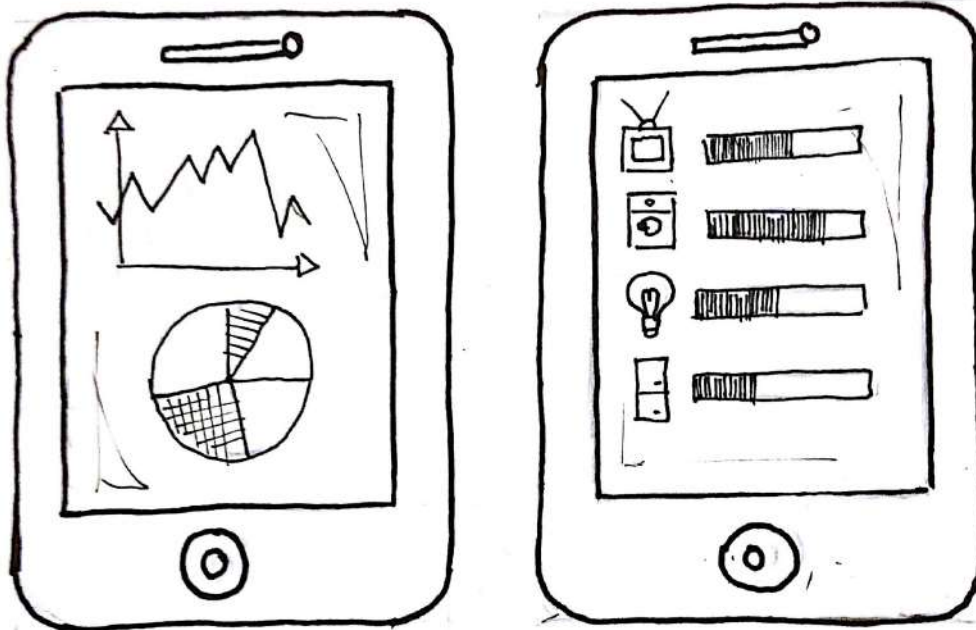


Illustration 8: Egen illustration af første design idé

En søgning om lignende designløsninger, gjorde dog projektgruppen opmærksom på, at andre applikationer, der mindede om denne ide, allerede eksisterede på markedet. Eksempelvis DONG Energy's applikation "Min Energi", der viser data om burgerens elforbrug. Applikationen kan vise det årlige elforbrug, samt sammenligne elforbruget med andres (App Store, 2016). Billeder af applikations brugerflade er vist i bilag 2.

Andre lignende initiativer fandtes ligeledes i form af NorthQ's intelligente energistyrings-system. NorthQ's system har til formål, at gøre forbrugeren bevidst om, hvor meget strøm de bruger hvornår, samt på hvilke områder forbrugeren kan spare energi. Systemet kan styres eksternt via

applikationen 'HomeManager'. 'HomeManager' viser simpelt, ved hjælp af grafer, brugeren hvornår og hvad de bruger elektricitet på. Her er det ligeledes muligt at sammenligne eget elforbrug med andres (NorthQ, 2016). Billeder af applikationens brugerflade er vist i bilag 3.

Da to applikationer allerede eksisterer på markedet, hvis fokus er meget lig projektgruppens første opstillede design idé, vurderede gruppen, at udførelsen af denne idé ikke ville differentiere nok med de eksisterende løsninger, til at designet ville have en relevans på markedet. Yderligere fandt projektgruppen idéen om et fysisk artefakt, der ikke krævede teknisk kunnen, og derfor kunne være attraktiv til et bredere kundesegment, mere appellerende, hvilket førte til anden design idé.

5.1.2 Anden design idé

Anden idé, er en simplificering af samme design koncept, som ved første design idé. Formålet er her, at få samme effekt med et tættere forhold mellem el-forbruger og elforbrug, uden at produktet bliver for teknisk avanceret.

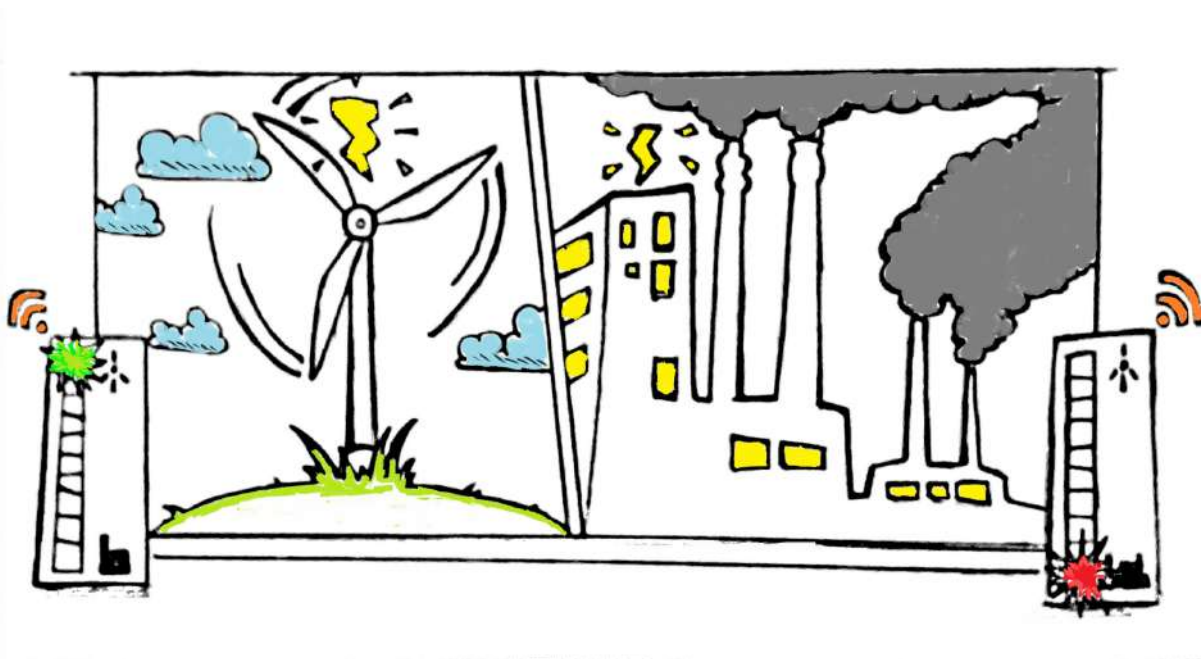


Illustration 9: Egen illustration over anden design idé

Idéen til anden design idé blev således et fysisk produkt, der er bygget op omkring at vise forbrugeren, hvornår det er mest hensigtsmæssigt at bruge elektricitet, med hensyn til pris og bærerdugtighed. Her opstod en ny design hypotese, om at der var en klar sammenhæng mellem prisen på el, og den energikilde elektriciteten kommer fra (vedvarende eller fossil energi). Denne antagelse skulle senere vise sig at være forkert, hvilket uddybes i afsnittet "5.4 Evaluering af design".

Derfor blev det endelige valg, at designe en boks, der kan hente data omkring prisen på el, og omsætte denne viden til en farve på en lysdiode. Farven på lysdiodestriben rangere fra grøn til rød og indikerer, hvornår der produceres grøn energi kontra sort energi fra fossilebrændsler.

5.2 Design beskrivelse og argumentation for design valg

I dette afsnit vil vi beskrive og argumentere for de forskellige designvalg, der blev foretaget gennem designprocessen.

5.2.1 Design der appellerer til forbrugeren

I afsnittet "3.3 Brugernes forhold til elektricitet" nævnes det, hvordan slutforbrugeren traditionelt set har haft et passivt forhold til el, der ikke har været særlig ansvarsbevidst. Det forsøges at ændrer på dette med designløsningen. Hensigten er, at skabe en mere aktiv interaktion mellem forbruger og el-systemet. Med denne vision lavede projektgruppe nogen overvejelser om, hvordan designet kunne opnå dette. Grundidéen blev, at visuelt simplificere en bestemt del af el-systemet, for at give forbrugeren et bedre forhold og indblik til det ellers komplekse system. Denne simplifikation vil have en stor betydning på både de æstetiske og funktionelle designvalg, for at skabe et mere sammenhængende simpelt udtryk.

Projektgruppen mente, ud fra egne erfaringer og empiri (fra interview), at en del af grunden til mange el-forbrugere fastholdes i en passiv forbrugersrolle, var den begrænsede viden de besidder, om det el-system, de indgår i. Derudover arbejdede projektgruppen ud fra en grundantagelse om, at det er forholdsvis svært, at tilegne sig viden om systemet, uden at investere meget tid i denne proces.

5.2.2 Materialer

Nuværende design består hovedsageligt af krydsfinértræ, da det er et materiale, der er nemt og billigt at lave forskellige prototyper af, ved brug af laser-skærer. Træet har også en æstetisk kvalitet bag sig, som vi vil komme ind på senere i afsnittet.

5.2.3 Display

Designets display output består af en kæde lysdioder. Heraf vil seks dioder lyse. I bunden lyser dioderne rødt, og stigende bliver de mere og mere grønne afhængigt af, hvor meget grøn energi der

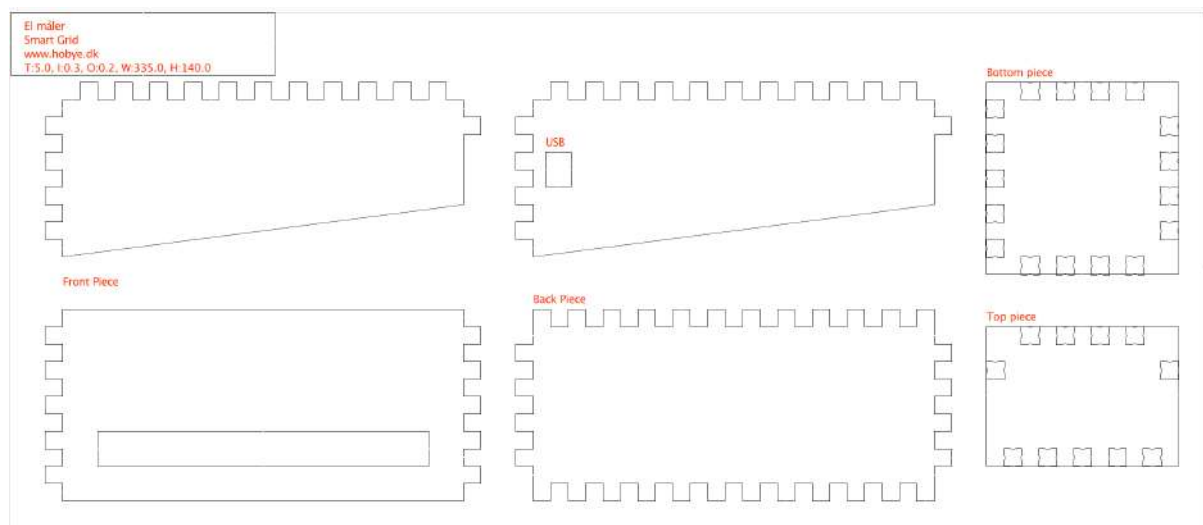
produceres. Så hvis der primært produceres fossil energi, vil dioderne holde sig i de rødlige nuancer, nederst. Dermed er der en overensstemmelse mellem den farve, der vises og den type energi der produceres.

5.2.4 Strømforsyning

I starten af designudviklingen, ville projektgruppen benytte et batteri som strømforsyning til artefaktet, da brugeren hermed nemmere kunne vælge, hvor artefaktet skulle placeres. Efterhånden spillede den idé ikke overens med visionen om et simplificeret udtryk, da det frygtedes, at brugeren ville synes, at det var for besværligt, at oplade eller skifte batteri. Derfor blev strømforsyningen til artefaktet ændret fra batteri til almindelig ledning.

5.2.5 Designets ydre konstruktion

Udformningen af designets yvendige boks er lavet ved hjælp af Fabmaker API'en (Application programming interface), udviklet af Mads Hoby. Fabmaker er et processing bibliotek, som nogle af gruppens medlemmer tidligere har brugt under en HumTek workshop¹¹. Processing interfacen gør det lettere, at designe former og modeller med præcise mål, der nemt kan "snappes" sammen, ligesom puslespilsbrikker. Formerne kan gemmes som en pdf-fil, så de let kan skæres på en laser cutter. Programmet opererer med et gitter-system, der kan tilpasse tykkelse på det materiale, man ønsker at skære sit produkt i på laser-skæreren (Hoby, M., 2016). Selve koden bag udskæringskabelonen kan ses i bilag 5. Et skærbillede af PDF-filen til artefaktets ydre boks kan ses nedenfor:



Figur 11: Skærbillede af udskæringskabelonen til artefaktets ydre

¹¹ Workshopen "FabLab LEGO kit" på 2. semester.

5.2.6 Det æstetiske udseende

Udtrykt igennem følgende punkter, har det æstetiske udseende spillet en gennemgående rolle, for at give forbrugeren en følelse af overskuelighed, ved brug af artefaktet. I punktet "Materialer" beskrives den funktionelle brug af træ til at konstruere designet, men som nævnt, omfattes også en æstetisk værdi for brugen af træ. Træet har indenfor skandinavisk arkitektur og design, været betragtet som et stærkt symbol på naturlige kvaliteter og miljøvenlighed (Stangelang, 2015). Derfor mente projektgruppen, at dette materiales æstetiske udtryk ville spille godt sammen med det miljøorienterede fokus projektet behandler.

For at tydeliggøre designets output til brugeren, er der gjort brug af visuelle udtryk, som figurer og farver, til at indikere, hvornår størstedelen af brugernes energiforbrug kan dækkes af grøn energi. På nedenstående Illustration 9 kan det ses, at laser-skæreren er benyttet til at indgrave en figur af en vindmølle i toppen af boksen, ved siden af lysdiodestriben, og et kraftværk i bunden. Disse to figurer er ofte benyttet til at symbolisere energiproduktions metoderne: Fossil- og vedvarende (grøn) energi. Brugen af farverne rød og grøn i lysdiodestriben, og deres komplimentære forhold, giver associationer til lyskrydset og påvirker derigennem brugeren ubevidst.



Illustration 10: Billede af det færdige artefakt

Som det fremgår i ovenstående billedet er det tydeligt, at der er foretaget nogle æstetiske designvalg bag artefaktets ydre udformning. På kassens forside er der en hældning, for at skabe en bedre indfaldsvinkel til lysdioderne, hvis den står placeret under øjenhøjde. Dette gør desuden designets æstetiske ydre mere indbydende, da det giver et mere dynamisk udtryk. Hældningen skaber ligeledes en mere solid platform, der opretholder et godt balancepunkt i artefaktet, således at det ikke vælter, hvis brugeren stiller artefaktet på en flad overflade.

5.3 Udførelsen af artefaktet

Projektgruppens mål var fra start af, at udvikle en prototype af artefaktet løbende med udførelsen af projektet. Denne proces har været delt op i to del-komponenter; konstruktionen af det fysiske artefakt og konstruktionen af det tekniske indmad og kode.

5.3.1 Den fysiske udførelse af artefaktet

Gennem design processen, har den funktionelle idé bag designets været forholdsvis konsekvent, hvor selve det fysiske udseende har haft en løbende ændring. I første iteration af artefaktets ydre (illustration 11), var boksen større og havde et mere groft ydre. Dette var ikke et bevidst valg, men skyldtes at de variabler, der var der var anvendt til boksens ydre takker, ikke stemte overens med materiales tykkelse. Derudover var selve lysdiodestriben længere, da 1. iteration havde flere lysdioder indtænkt. Dette blev dog ændret, for at mindske artefaktets størrelse. Yderligere blev kassens ydre udformning tilpasset materialets tykkelse, således at takkerne ikke stak ud.

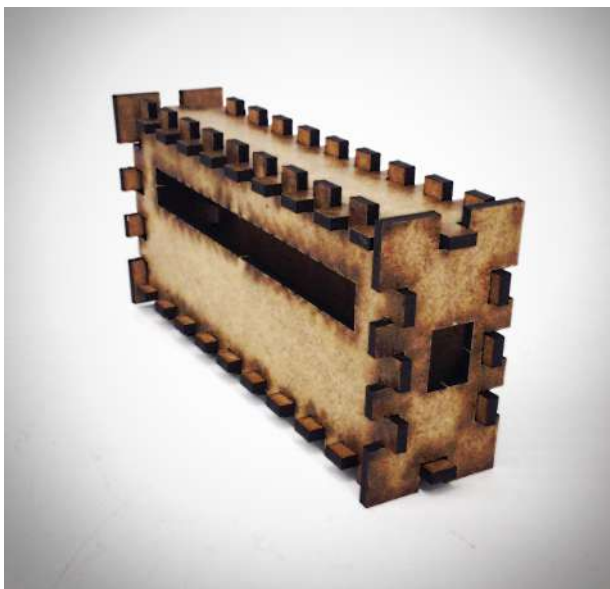


Illustration 11: Billeder af 1. design iteration

Ved anden design iteration, blev ovenstående "fejl" tilpasset. Derudover blev fronten vinklet, samt frontens sider blev strømlinet, således at mængden af takker på fronten minimeres. Dette blev gjort af æstetiske årsager. Til sidst blev strømforsyningens udgangshul flyttet fra bunden af artefaktet til den ene langside, således at artefaktet ikke skulle stå ustabilt, oven på en strømforsyningsledning. Dette er vist i illustration 12 nedenfor:

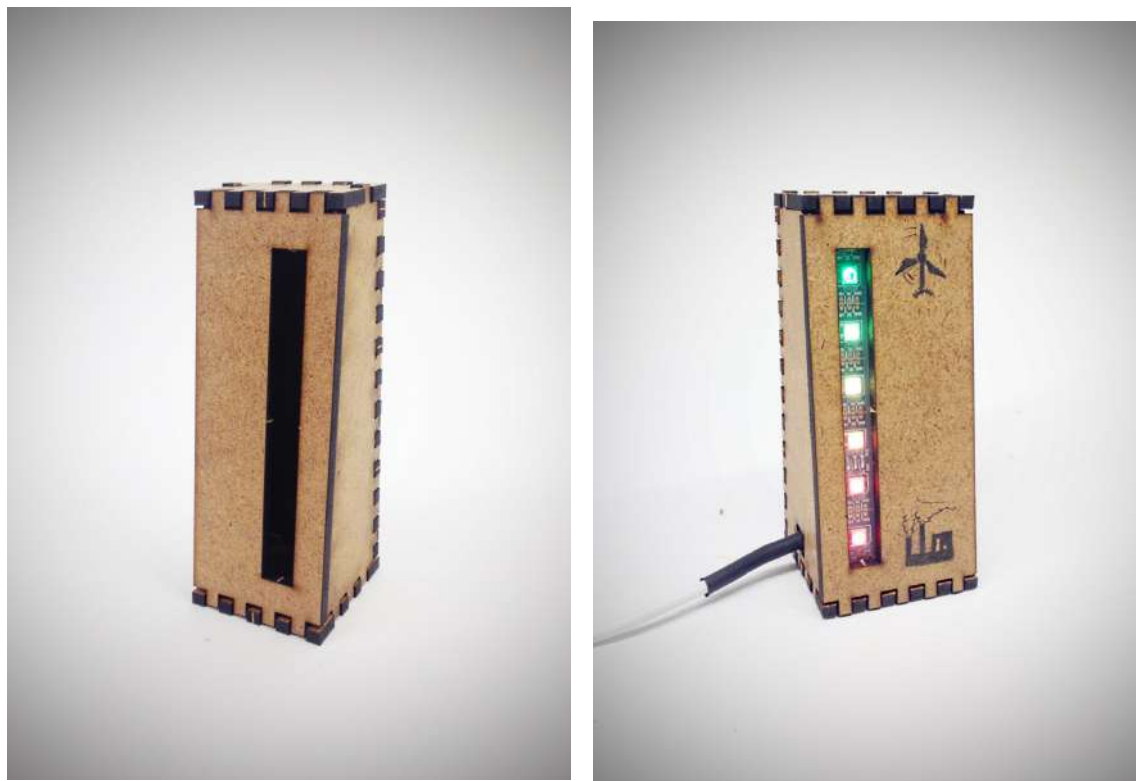


Illustration 12: Billeder af 2. design iteration

5.3.2 Den tekniske udførelse af artefaktet

I følgende afsnit vil det præsenteres, hvordan designets tekniske del er blevet til. Her forklares der bl.a., hvordan de forskellige data er blevet hentet, og hvad disse bruges til.

Illustration 13 viser hvordan den tekniske indmad, er struktureret og tilsluttet ind i selve artefaktets ydre. Her ses strømforsyningens tilkobling til arduino boardet, samt arduino boardets opsætning til lysdioderne.

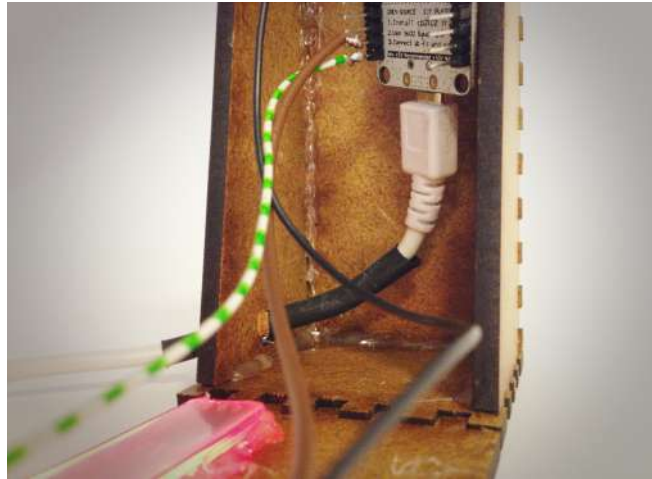
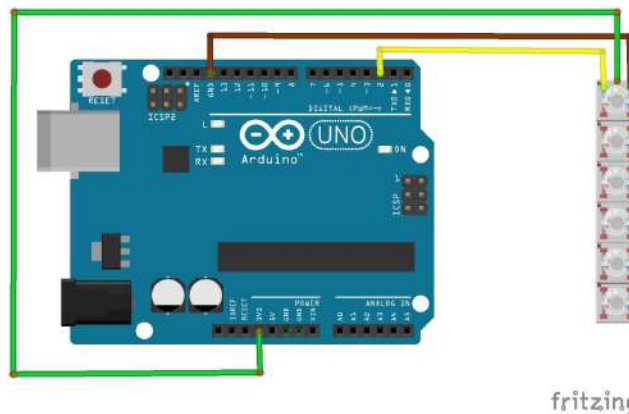


Illustration 13: Billede af artefaktets indre



Figur 12: Illustration af den tekniske opsætning af arduino boardet (lavet via Fritzing)

I figur 12 vises selve opsætningen af arduino boardet, hvor det ses at lysdioderne er tilkoblet benene ground, D2 og 3V3 (power).

På arduino boardet benyttes der en WIFI transmitter, så arduino boardet trådløst kan tilsluttes internettet. Selve arduino boardet fungerer som en selvstændig computer, når den får tilført strøm. I det følgende vil vi foretage en kort beskrivelse af arduino programkoden, som får designet til at udfører den ønskede opgave, med at illustrere en specifik farve i forhold til en specifik data.

Arduino boardets wifi transmitter

En vigtig funktion ved designet er, at det hele tiden kan opdateres i forhold til det nyeste data fra el-systemet. Derfor er arduino boardet tilkoblet internettet via en wifi transmitter. I koden, bliver boardet bedt om at koble sig til et nærliggende wifi-netværk, og oprette forbindelse til dette. Dette har den ulempe, at boardet skal installeres til den pågældende internet router, eftersom navnet på netværket og koden til netværket skal stå i selve arduino koden. Dette fremgår af følgende afsnit i

koden, hvor "SSID" kræver navnet på det pågældende netværk, og hvor "passpasspass" kræver koden hertil.

```
WiFiMulti.addAP("SSID", "passpasspass");
```

For at kunne koble til internettet, skal boardet derfor kobles til en computer via et USB-miniUSB stik, hvor der via arduino programmet indtastes disse data. Dette er en kompliceret proces, og kræver derfor boardet bliver installeret af en kyndig installatør. Hvis artefaktet skulle tage højde for denne ulempe, skulle artefaktet have en bedre brugergrænseflade. Dette kunne være et GUI (graphic user interface), hvor man via sin computer kunne tilgå arduinoboardet gennem bluetooth, og herfra indtaste sine oplysninger.

Nedhentningen af data

Den vigtigste data, der benyttes, indhentes fra virksomheden ENTSOE (European Network of Transmission System Operators). Her har projektgruppen oprettet et abonnement. Oprindeligt ville projektgruppen internetscrape det data, der skulle bruges, fra en af de mange websider der udbyder data om elpriser, dvs. skrive en kode, der hentede en udvalgt mængde data, der var tilgængelig på siden. Dette viste sig at være vanskeligt, da dataene ofte var et produkt af et JavaScript, der fungerer som et slags oversættelsesprogram af en mængde utilgængelig data. Dette gjorde internetscrape metoden for svær at benytte sig af, og i stedet valgte vi derfor alternativ metoden, hvor vi sender der en forespørgsel på det data, der skal bruges, til ENTSOES url, sammen med et token, som vi har fået gennem vores abonnement. Forespørgslen ser således ud:

```
/api?securityToken=e0948857-e059-49a6-a919-9c54c1b59255&documentType=A65&processType=A16&outBiddingZone_Domain=10Y1001A1001A65H&periodStart=201601012300&periodEnd=201601022300
```

I ovenstående sendes en forespørgsel på et system total load (Type = A65) til Danmark (BiddingZone_Domain=10Y1001A1001A65H). Samtidig sendes en forespørgsel på data for en specifik periode, her fra d. 1 januar 2016 kl 23:00 til d. 2. januar 2016 kl 23 (periodStart=201601012300&periodEnd=201601022300). For at denne forespørgsel er opdateret til at spørge om den nuværende dato, er en kode konstrueret til at sørge for dette. Dette forklares nærmere i følgende afsnit. Dog skal det først nævnes, at denne form for data-hentning, er vanskelig. For det første arbejder ENTSOE med en url, der er krypteret. Kort sagt, er der ikke tale om en http,

men en https side, dvs. en Hypertext Transfer Protocol Secure. Dette gjorde det vanskeligt at sende forespørgslen om dataene direkte fra arduino-board, og nødvendiggjorde at der oprettedes en proxy, dvs. en slags mellemlid på en privat server. Til dette benyttede projektgruppen den tilknyttede Fablab vejleder Mads Hoby's private server.

```
WiFi.hostByName("proxyenergy.hoby.dk", webserver_ip);
```

Dette fremgår bl.a. i den samlede kode, der kan ses i bilag 6, da en forsinkelse på mindst 5 sekunder var nødvendig at inkorporere i koden, for at undgå en overbelastning af serveren. Her opstår en problemstilling i forhold til, hvis produktet skulle produceres i større skala. Her ville vi være afhængig af en stærk serverkraft og mange abonnenter hos ENTSOE.

Dato forespørgelse

For at kunne sende en ajour forespørgsel til ENTSOE, blev en kode, der kunne indgå i forespørgslen, konstrueret:

Først defineres en variabel kaldet "month" og en String kaldet "monthStr":

```
int month = 1;
String monthStr = "";
monthStr = monthStr + month;
```

Eftersom forespørgslen kræver to cifre, skal koden sætte et nul foran månederne 1-9:

```
if (month < 10)
{
    monthStr = "0" + monthStr;
}
```

Når koden kender måneden, og har skrevet det i den rigtige form, bliver måneden oprettet som en string. Forespørgslen oprettes som en variabel (link), og herefter kan forespørgslen sættes sammen med datoen. Dette ses i koden nedenfor:

```
String link = "GET /api?securityToken=e0948857-e059-49a6-a919-9c54c1b59255&documentType=A65&processType=A16&outBiddingZone_Domain=10Y1001A1001A65H&periodStart=201601012300&periodEnd=2016";
```



```
String link = "GET
```

```
Link = link + monthStr + "022300 HTTP/1.1";
```

Ovenstående viser, hvordan der sørges for, at få data fra den rigtige måned, og det er den samme teknik, der skal bruges til at finde dato og minut.

Dataene omsat til et lysdiode output

Tanken var, at arduino-boardet skulle sortere ovenstående data, sådan at prisen blev "oversat" til en farve. Derfor var opgaven, at finde en gennemsnitspris på el, og aflæse hvor den nuværende pris lå i forhold til denne. Alt efter hvor meget prisen varierede i forhold til gennemsnitsprisen, ville den blive kategoriseret i en af seks kategorier. Herefter skulle kategorien afgøre, hvor på skalaen lysdioderne skulle aktiveres. Som det fremgår i det følgende afsnit, blev hypotesen, om en sammenhæng mellem prisen på el og mængden af vedvarende energi i stikkontakten, falsificeret. Derfor er denne del af koden, ufærdiggjort. Dog kan det præsenteres, hvordan arduino-boardet almindeligvis kommunikerer med lysdioderne. Den samlede del af denne arduino kode kan ses i bilag 7.

I det følgende kode brudstykke, bliver alle seks dioder aktiveret i en skala mellem grøn og rød:

```
void setup() {  
    strip.begin();  
    strip.show();  
}  
void loop() {  
    strip.setPixelColor(0, 0, 150, 0); //Grøn  
    strip.setPixelColor(1, 75, 150, 0); // Lys grøn  
    strip.setPixelColor(2, 150, 150, 0); // Meget lys grøn/gul  
    strip.setPixelColor(3, 150, 75, 0); //Gul  
    strip.setPixelColor(4, 150, 40, 0); //Orange  
    strip.setPixelColor(5, 150, 0, 0); //Rød  
  
    //Denne kode sætter farverne på hver enkelt lysdiode i vores NeoPixel Strip  
    strip.setBrightness(25); // Sætter skarpheden på lyset i lysdioderne (fra 0 til 255)  
    strip.show();  
}
```

5.4 Evaluering af designet

I dette afsnit vil der fremgå en præsentation af de overvejelser, der har været i forhold til evaluering af designet. Der vil dertil præsenteres afsnit omkring hvorvidt designet i praksis lever op til projektgruppens forventninger. Derefter vil designet evalueres i forhold til den feedback projektgruppen fik – både fra ekspertinterview og forbruger-interview.

5.4.1 Uoverensstemmelse mellem den tekniske design hypotese og virkeligheden

Ved starten af designprocessen, havde projektgruppen en udfordring i forhold til hvordan artefaktet skulle visualisere mængden af energi, produceret fra vedvarende kontra fossile energikilder. Hvordan dette konkret skulle gøres, samt hvilke data, der i praksis skulle benyttes til at illustrere dette, viste sig at være en udfordring. I overvejelserne omkring hvordan dette problem kunne overkommes, opstillede projektgruppen en hypotese om, at der var en sammenhæng mellem hvilken energikilde elektriciteten er produceret ud fra og prisen på el. Projektgruppen antog på baggrund af en research, at jo billigere prisen på el var, jo mere energi var produceret ud fra vedvarende energikilder. Således ville artefaktet med farver illustrere prisen på el, og herigennem illustrere mængden af vedvarende eller fossil energi produceret. Denne antagelse var tildels rigtig, da det er korrekt, at mængden af vedvarende energi produceret har en sænkende effekt på elprisen (Energinet B, 2016: 9). Dog viste en uddybende research at afsløre, at mængden af vedvarende energi produceret, kun i praksis har en lille effekt på den samlede danske elpris. Dette skyldes, at der er en lang række andre faktorer, der ligeledes påvirker prisen på el, hvor at mængden af vedvarende energi produceret er en af de faktorer, der påvirker elprisen i mindre grad. Andre faktorer påvirker elprisen i højere grad, eksempelvis består over halvdelen af den endelige danske elpris af elafgifter, som har klart den største påvirkning på elektricitetsens pris (Dansk Energi, 2016: 7-8). Dette var ligeledes noget Kasper gjorde projektgruppen opmærksom på ved ekspertinterview:

“Det er selvfølgelig vigtigt, at den præmis i ligger ind om, at når elprisen er høj, så er det på grund af fossil energi, og når den er lav, er det på grund af vedvarende energi, i praksis er det rigtigt. Grundpræmissen er ikke altid korrekt, da 95-98% af tiden, der er el prisen faktisk den samme, da der kan være andre faktorer, der påvirker prisen skævt nogle gange.”
(Mikkelsen, 2016: 32:06-32:37).

Hermed passede den oprindelige opstillede hypotese ikke, hvilket medførte, at den nuværende kode ikke i praksis får artefaktets lysdioder til at vise, hvor grøn eller sort energien er, på det givne

tidspunkt, men blot viser svingninger i prisen på el. Da nuværende elpris er stabil i Danmark, og kun i lille grad differentieres, vil artefaktets farveskala ligge mere konstant i det røde felt. Dette vil ske, da kun få ændringer i elprisen finder sted. Samtidigt vil de få ændringer der finder sted, og eksempelvis kan få artefaktet til at lyse i den grønne ende af farveskalaen, ikke nødvendigvis hænge sammen med mængden af vedvarende energi produceret, da mange andre faktorer har større indvirkning på elprisen. Disse faktorer nævnes i afsnit 2.2 Prissætningen af el (se evt. skema i bilag 2). Dette er dog noget projektgruppen nu er opmærksom på, og vil til videre arbejde på at forbedre artefaktet, således at artefaktet i praksis viser mængden af vedvarende energi produceret på det givne tidspunkt.

5.4.2 Feedback til designet fra forbrugerene

Som tidligere nævnt har projektgruppen foretaget to kvalitative interviews med hvad projektgruppen anser for at være potentielle brugere af artefaktet. Disse interviews havde bl.a. det formål, at få informanternes konstruktive feedback til artefaktets udførelse. Begge informanter var positive overfor grundidéen i artefaktet, dog med konstruktive kritikpunkter. Henrik gav udtryk for, at han ikke ønskede flere devices, da han i forvejen havde mange "dimser" i hjemmet. I stedet ønskede han, at idéen bag artefaktet blev integreret ind i allerede eksisterende devices, f.eks. telefonen eller fjernsynet (Ingerslev, 2016: 15:05-15:45). Derudover mente han, at det var vigtigt, at installationen af devicet var simpel, og at artefaktet nemt kunne implementeres i hjemmet (Ingerslev, 2016: 14:50-15:05). Til sidst synes han, at det var afgørende, at han selv fik noget konkret ud af det:

"[...]der kan jeg bedre forholde mig til det, hvis jeg har nogle kontante benefits, altså nogle fordele ud af det også for mig." (Ingerslev, 2016: 12:13-12:19).

Christian kunne også godt se sig selv som bruger af artefaktet, men han mente, at det var afgørende, at han kunne se en konkret effekt i den store miljøsammenhæng. Hvis han kunne se, at hans adfærdsændring udgjorde en forskel, da ville han aktivt opsøge artefaktet (Pedersen 2016: 14:20-14:55). Christian mente ikke, at det er det økonomiske rationale, der i denne sammenhæng har den afgørende betydning (Pedersen 2016: 9:50-10:30).

Udover feedback fra enkle udvalgte forbrugere, havde det været interessant at lave en decideret case. Her kunne det gennem forskellige observations-teknikker afprøves, om det færdige artefakt ville have en reel effekt i brugerens hjem. Brugeren kunne efterfølgende give mere uddybende

feedback på artefaktet. Således kunne projektgruppen opnå en mere værdifuld viden om, hvorvidt produktet i praksis levede op til projektgruppens forventninger og antagelser. Dette er dog noget projektgruppen ikke har været i stand til at udføre i dette projekt, da det viste sig at være en for omfattende opgave.

5.4.3 Feedback til designet fra ekspert

Projektgruppen foretog ligeledes et ekspert interview med Kasper Dam Mikkelsen, Head of Department, Environment and Smart City i CLEAN. CLEAN er en platform og projektorganisation med fokus på grønne projekter og partnerskaber.

Et af Kaspers største kritikpunkter var, at brugeren oftest er ligeglade med deres elforbrug:

“[...] for det her er aldrig vigtigt, hvis dit hjem er varmt og det er sikkert og det sker i en anden verden. Nu siger jeg bare app , men det kan jo også være noget helt andet. Så tror jeg ikke på, at du får andet end de allermest motiverede, til at gå og detailhuse med vaskemaskinen og styrer hjemmet kun ud fra energiforbruget. Det er simpelthen for perifert.” (Mikkelsen, 2016: 15:22-15:49).

Dette afspejler de pointer, der fremhæves i det fænomenologiske afsnit om, at brugeren sjældent føler, at vedkommende gør en forskel, samtidig med at der er andre behov og interesser, der har højere prioritet. Kasper mente, lidt i forlængelse af Christians pointe, at det økonomiske incitament, ikke spiller en stor rolle. Han mener i stedet, at bør der bør arbejdes med at give feedback, f.eks. formidlet gennem en form for gamification:

“[...] i mit hoved, der ville det være fedt, med noget gamefication, noget smiley, få en eller anden feedback, som rent faktisk agerer, som det skal.” (Mikkelsen, 2016: 34:36-34:46).

I designet er dette aspekt ikke indtænkt, da forbrugerens adfærd ikke har betydning for, hvordan designet agerer. Hvis Kaspers feedback skulle indtænkes, så skulle artefaktet f.eks. kunne hente data fra forbrugerens elmåler, og ud fra denne give en mere personlig feedback. Gamification handler bl.a. om at give feedback på særlig adfærd og gennem et flow, fremme følelsen af progression (Gabe & Christopher, 2011 & Csikszentmihalyi, 1990). Dette kunne være et meningssskabende element i forhold til at agere hensigtsmæssigt i forhold til miljøet.

5.5 Videreudvikling af designet (Perspektivering)

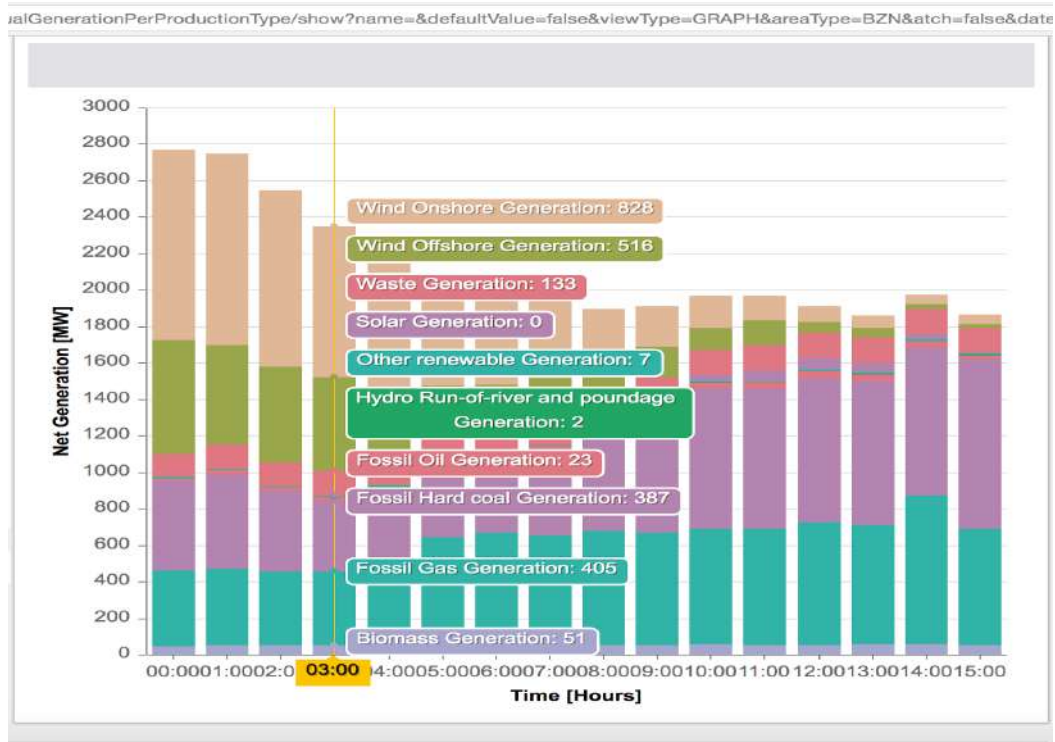
Der er mange muligheder for hvordan designet kan videreudvikles. I det projektgruppen indtil videre kun har lavet 1 irritation af designet, forventes en naturlig videreudvikling i designets udformning.

5.5.1 Æstetik udvikling

Det nuværende æstetiske udtryk er i høj grad præget af at være en "hjemmelavet" prototype. I en videre udvikling ville det være naturligt, at arbejde med det æstetiske udtryk, så artefaktets ydre ville appellere til en bredere målgruppe. Netop fordi designet er et fysisk artefakt og ikke en applikation, er det vigtigt at udnytte de muligheder, der følger denne fysiske form. Eksempelvis giver det muligheden for at skabe et æstetisk smukt artefakt, der kan pynte i hjemmet. Derudover er der muligheden for at materialisere en holdning igennem artefaktet, da forbrugeren får mulighed for at illustrere, både overfor sig selv og overfor andre, at de går op i miljøet.

5.5.2 Funktionalitet

Oplagt ville det være at arbejde videre med at få den tekniske del af nuværende designløsning, til at stemme overens med projektgruppens intentioner, i praksis. Dette kunne eksempelvis gøres ved at forbinde lysdioderne til el produceret ud fra diverse energikilder, i stedet for elprisen. ENTSOE, hvor den nuværende kodes data om elpris hentes fra, har også data over, hvor meget energi der produceres fra forskellige energikilder. Dette ses blandt andet nedenfor, hvor mængden af energi produceret, i Danmark, fra forskellige energikilder er illustreret. Dataene illustreret i figur 13, nedenfor er taget for den 17 december kl 03:00.



Figur 13: Mængde af energi produceret ud fra energikilder d. 17 december (ENTSOE, 2016)

Ved at forbinde lysdioderne til data om hvilken energikilde produktionen kommer fra, vil artefaktet i praksis bedre illustrere, hvornår der produceres vedvarende eller fossil energi, modsat nuværende udgave, der illustrerer elprisen.

Endvidere blev det efterspurgt, at designet blev mere konkret i forhold til elforbrug, således at det blev mere personligt og håndgribeligt i forhold til forbrugerens private elforbrug. Her foreslog Henrik (en af de interviewede forbrugere), at man kunne integrere grundidéen bag designet ind i allerede eksisterende devices i hjemmet. Her foreslog han eksempelvis TV'et eller en applikation til smartphonen. (Ingeslev, 2016: 15:05-15:40). Dette var en idé, projektgruppen ligeledes arbejdede med ved første design idé. Dog blev det besluttet, ikke at gå videre med denne idé, idet der allerede fandtes to applikationer på markedet, der i høj grad havde de efterspurgte funktioner (DONG Energy's "Min energi" og NorthQ's "HomeManager"). Det kan dog overvejes, om feedbacken kan udnyttes på anden vis, eksempelvis ved at lave en designudvikling, hvor farve indikatorerne fra det fysiske artefakt (lysdioderne) kan implementeres direkte ind i displayet på andre husholdningsapparater, såsom vaskemaskinen, tørretumbleren og opvaskemaskinen. Dette er vist i illustration 14 nedenfor.

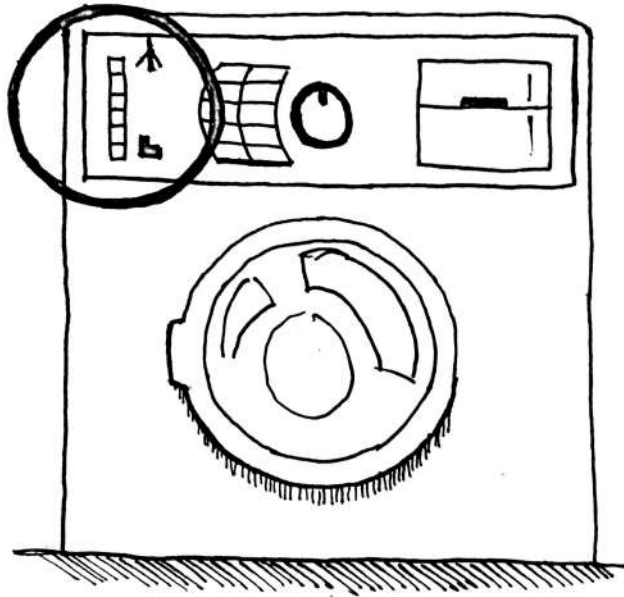


Illustration 14: Egen illustration af en mulig videreudvikling af designet

Man kunne ligeledes forestille sig et artefakt, der kunne suppleres af en applikation, sådan at applikationen og artefaktet spillede sammen, men samtidig muliggjorde, at man kunne vælge det ene fra.

5.5.4 Strategi for implementering

Hvis det kan bevises at designløsningen har en reel effekt, og der er et marked for produktet, ville det være oplagt at lægge en plan for, hvordan designet kan udbredes på markedet.

Hertil er der mange overvejelser: Hvis artefaktet skal masseproduceres, skal der lægges et budget for produktionsomkostninger og fortjeneste, samt afgøres hvordan dette skal finansieres. I forlængelse af teori om sociotekniske systemer, f.eks. transition management, bliver det klart, at det er vigtigt, at have kollationer med aktører i det eksisterende sociotekniske regime. F.eks. kunne projektet, som Kasper også foreslår, præsenteres som en kampagne for DONG Energy eller en lignende aktør. Her kunne artefaktet spille ind som en materiel forlængelse af deres egen applikation, med hensigt at sprede kendskab til applikationen og derigennem opmærksomheden på eget elforbrug. Her ville projektgruppens rolle tage form som en slags projektledere, mens DONG Energy skulle stå for finansieringen og markedsføringen. Alternativt skulle disse dimensioner; finansiering og markedsføring løses på anden vis.

Dog ville det være muligt, at lægge en plan for antallet af enheder, der skulle produceres, samt hvordan disse enheder skulle produceres. Fablab, som har faciliteret redskaber til produktionen af prototypen, tillader ikke masseproduktion, hvorfor produktionen skulle flyttes. Samtidig skulle der

findes en ny løsning på nedhentningen af data, da proxy'en fra vores private server, ikke kunne fortsættes med at benyttes. Alt i alt, kan det siges, at hele den dimension, der hedder forretning, herunder service og økonomi, er udeladt i denne rapport, men kan inkluderes i en videreudvikling.

6. Kritik og refleksions punkter

I følgende afsnit vil en række kritik og refleksions punkter til projektet uddybes. Dette omhandler en fænomenologisk kritik af udførelsen af artefaktet

6.1. Kritik af artefakt

Projektgruppen har i opgaven fremhævet, hvordan den fænomenologiske teori bekræfter projektgruppens hypotese, angående forbrugerens manglede forhold til deres elforbrug. Dette gør teorien især, idet at et klassisk fænomenologisk synspunkt mener at teknologi skaber en fremmedgørelse overfor subjektet (Rosenberger et al., 2015: 12). Dette ses især ved el-forbrugerens forhold til energisystemet, da energisystemet, som teknologi, bliver en black box, som forbrugeren ikke kan forholde sig til.

Denne fænomenologiske teknologi kritik kan ligeledes vendes mod eget design, idet det også er et teknologisk artefakt. Det kan således hævdes, at en simplificering af el-systemet, ned til en enkelt farveskala, er reduktionistisk og fremmedgørende, idet det afskærer forbrugeren fra en række data og informationer om el-systemets tekniske opbygning. Brugeren ser kun artefaktets simple farve output, og har minimal indsigt i teknologien og dataene bag dette farve output. Således opstår der et paradoks i designet, idet at artefaktets funktion er at skabe gennemsigtighed til energisystemets tekniske opbygning, men samtidigt ikke besidder gennemsigtighed i egen teknisk opbygning.

Modsat kan det argumenteres for, at denne rapport er med til at skabe gennemsigtighed i eget artefakt. Et gennemgående tema i rapporten har været visualisering og hermed fungerer selve rapporten som en uddybende vidensrapport, der ligeledes skaber gennemsigtighed i projektet. Således agerer rapporten som bindeled mellem vores teknologiske visuelle artefakt, og læseren. Eftersom rapporten er skrevet som en ekspertrapport, har det været vigtigt at underbygge rapporten med visuelle illustrationer. Hermed kan det argumenteres for, at rapporten er med til at åbne artefaktets black box og skabe gennemsigtighed i eget arbejde. Dog betyder dette også en overvægt af fagtermer f.eks., hvorfor vi har bestræbt os for at fremme forståelsen til ikke-fagpersoner gennem kommunikative illustrationer.

7. Konklusion

Regeringen startede i 2008 en klimaomstilling indenfor energisektoren, da det ikke længere var muligt at ignorere de klimaforandringer, der opstår ved udledningen af drivhusgasser fra afbrændingen af fossile brændsler, indenfor denne sektor. Samtidigt kunne det faktum, at de fossile ressource opbruges hurtigere end nye reserver kan findes, ikke længere ignoreres (Klimakommission, 2010: 11-12 i Jensen, et al., 2014: 78-79).

Udledningen af drivhusgasser er et stort problem indenfor energisektoren, da det nuværende el-system afhænger af fossile energikilder til produktionen af el, for at dække det danske el behov (Energistyrelsen, 2015: 21). Grundet de negative miljøkonsekvenser indlejret i de fossile energikilder, har regeringen opstillet et mål om, at Danmark skal være fossilfri i år 2050 (Regeringen, 2011). For at dette mål kan lykkes, skal fossile brændsler erstattes af vedvarende energikilder. Hermed skal el-systemet indenfor den nærmeste fremtid gennemgå en vanskelig omstilling, eftersom el-systemet er et komplekst system. El-systemet består af mange forskellige delelementer, hvor mange forskellige aktører eksisterer og har vidt forskellige interesser (Søndergaard et al., 2007: 293). Dette komplicerer omlægningen af el-systemet.

Yderligere eksisterer der en problematik i den fluktuerende effekt, der er indlejret i de vedvarende energikilder, eftersom at der kun kan produceres vindenergi, når det blæser. Samtidigt har el-forbrugerne et varierende elforbrug, da der er stor forskel på, hvor meget elektricitet en husstand bruger om dagen kontra om natten. Hermed opstår spidsbelastningsperioder - perioder, hvor de vedvarende energikilder ikke kan dække det varierende el-forbrug (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 9-10). Dermed opstår der nye behov i fremtidens el-system, hvor der er brug for at elforbruget er mere fleksibelt, således at det nemmere kan tilpasses den fluktuerende energiproduktion, samt en mere intelligent styring af el -produktion og -forbrug (Klimakommissionen, 2010: 62-64). Hermed skal en stor omstilling ske i nuværende system, især i forhold til produktionen og brugen af el. I nuværende system følger el-produktionen el-forbruget, hvor der i fremtidens el-system er et behov for at forbruget i højere grad tilpasses produktionen (Energinet & Dansk Energi, A, u.å.: 11). Dette er en stor omstilling for selve systemet, men en ligeså stor omstilling for forbrugeren, der benytter sig af systemet. Der er et behov for en mere aktiv forbrugerrolle, der tager mere ansvarsbevidste valg i forhold til deres elforbrug, således at spidsbelastningsperioderne kan udlignes og en større fleksibilitet kan integreres ind i el-systemet.

En black box eksisterer i el-systemet, hvilket betyder, at der er en mangel på gennemsigtighed i systemet, i forhold til de delelementer, aktører og processer, der eksisterer i el-systemet. Selv hvis forbrugeren ønsker at være aktiv, i form af at agere hensigtsmæssigt i forhold til de fluktuerende, bæredygtige energikilder, er dette vanskeligt. I både afsnittet om sociotekniske systemer og Aktør-netværks analysen, forsøger projektgruppen derfor at åbne denne black box, for at analysere det bagvedliggende system - både i forhold til dets materielle svagheder, men også særligt i forhold til de interesser og mål, som de bagvedliggende aktanter besidder. I denne proces konkluderes det, at der er aktører i el-systemet, som omstillingen er bedre foruden, men at systemet kun kan forventes at foretage en sysmeoptimering (en inkrementel innovation) da sporafhængigheden er for omfattende. Hertil vil Smart Grid konceptet spille en vigtig rolle, i forhold til at tilpasse det traditionelle el-system til moderne forhold. I omstillingsprocessen, forventes projektgruppens designforslag, at kunne spille en rolle i forhold til at gøre forbrugeren til en aktiv forbruger, der medregner tilstedeværelsen af vedvarende energi i sit forbrug. Dette sker alt sammen på baggrund af den omfattende tekniske redegørelse af el-systemet.

Ud fra et fænomenologisk perspektiv, undersøges forbrugeren subjektive opfattelse af el-systemer, gennem inddragelser af to interviews. Ud fra analysen kan det konkluderes, at elforbrugeren har et uhåndgribeligt forhold til el-systemet grundet denne black box, hvilket gør det vanskeligt for forbrugeren at tage hensigtsmæssige valg, i forhold til brugen af elektricitet, selv hvis forbrugeren har en intention herom. Ligeledes har forbrugeren et uhåndgribeligt forhold til klimaforandringerne, og forbrugeren har en vag opfattelse, af deres egen rolle i omstillingen. Disse pointer peger på, at projektgruppens design kan have en relevans, dels i forhold til at håndgribeliggøre de bagvedliggende processer i el-systemet, sådan at forbrugeren har muligheden for at agere hensigtsmæssigt. Og dels i forhold til at påminde forbrugeren om de kausale sammenhænge, der eksisterer mellem adfærd og klimaforandringer.

Hermed konkluderer projektgruppen, at det er vigtigt, at etablere et mere håndgribeligt og håndterbart forhold mellem elforbrugeren og el-systemet. Således kan omlægningen af systemet gøres lettere, idet el-forbrugeren mere aktivt kan indgå i systemet og hermed hjælpe omstillingen på vej. Det er af projektgruppens overbevisning, at dette bedst gøres gennem visualisering. I projektrapporten opstilles der derfor et designforslag til et artefakt, der visuelt illustrerer mængden af elektricitet, produceret fra vedvarende eller fossile energikilder, på et givent tidspunkt. Dette gøres ved hjælp af en simpel lysdiodestrøbe, der har en farveskala, der rangerer fra grøn til rød - jo grønnere artefaktet lyser, jo mere grøn energi produceres fra vedvarende energikilder, og omvendt.

Hermed formidler artefaktet kompleks, u håndgribelig data ud til forbrugeren, på en intuitiv og forståelig måde. Herigennem kan el-forbrugeren opnå mere viden om det komplekse el-system, som brugeren indgår i, og har dermed en bedre mulighed for at foretage mere ansvarsbevidste valg i forhold til deres el-forbrug. Hermed er det projektgruppens antagelse, at visualiseringen kan påvirke brugerens adfærd, således at forbrugeren er bedre egnet til at påtage sig den nye, mere fleksible og aktive brugerrolle, som fremtidens el-system har behov for. Det kan således siges, at projektgruppens artefakt er et produkt af en omfattende analyse af el-systemet. Artefaktet er en kritik og et forbedringsforslag til det nuværende el-system. Samtidig er artefaktet et forsøg på at fremme og assistere den transitionsproces, el-systemet forventes at gennemgå. Rapportens teori-afsnit antyder hermed, at artefaktet kan spille en rolle som delelement i fremtidens intelligente el-system, der i højere grad inddrager elforbrugeren som elproducent, eksempelvis via lokale Mikro Grid løsninger.

Til sidst må projektgruppen erkende, at den tekniske opgave i at visualisere komplekse data ud til forbrugeren på en simpel måde, var en større og mere kompleks opgave, end gruppen først havde regnet med. Dette medførte, at projektgruppen ved starten af projektet fik opstillet en forkert design-hypotese om sammenhængen mellem elpris og hvilken energikilde elektriciteten er produceret fra. Resultatet blev, at artefaktets tekniske opbygning i praksis ikke opfylder projektgruppens intentioner. Dette er ikke i overensstemmelse med, at artefaktet ikke kan leve op til projektgruppens intentioner, men blot at den tekniske opbygning bag artefaktet skal justeres.

8. Litteratur

Andersen, Ulrik (2016) Boligejere kan ikke redde elsystemet ved at slukke fryseren, Ingeniøren. Tilgængelig på <https://ing.dk/artikel/rapport-boligejere-kan-ikke-redde-elsystemet-ved-slukke-fryseren-184400> [Sidst besøgt d. 25/10 2016]

App Store (2016). Min Energi i App Store. Apple App Store. Tilgængelig på: <https://itunes.apple.com/dk/app/min-energi/id968241989?mt=8> [Sidst besøgt d. 17/12 2016].

Arrouas, M. (2011). Dit hjem skal styres af intelligente målere. Politiken. Tilgængelig på: <http://politiken.dk/forbrugogliv/boligogdesign/energi/ECE1163796/dit-hjem-skal-styres-af-intelligente-maalere/> [Sidst besøgt d. 17/10 2016].

Berlinske (2016) Selskaber tjener milliarder på elmonopol, Berlinske. Tilgængelig på: <http://www.b.dk/nationalt/selskaber-tjener-milliarder-paa-elmonopol>, [Sidst besøgt d. 17/12 2016]

Blichert, Jasmina & Sparre, Sofie (2016) Regeringen vil droppe kystnære vindmøller, TV2. Tilgængelig på <http://nyheder.tv2.dk/politik/2016-05-13-regeringen-vil-droppe-kystnaere-vindmoeller>, [Sidst besøgt d. 15/12 2016]

Bondo, Peter & Als Egebo, Lone - Klimaforandringer i Arktis: Drivhuseffekten. Tilgængelig på: http://www.emu.dk/sites/default/files/Kap_2o_0.pdf [Sidst besøgt d. 19/12 2016]

Csikszentmihalyi, Mihaly (1990) Flow - The Psychology of Optimal Experiences, Harper Collins E-books, 1990

Cleantech | CLEAN. (2016). Om Clean. Tilgængelig på: <http://cleancluster.dk/om-clean/> [Sidst besøgt d. 24/10 2016].

Dansk Energi (2016) Følg strømmen: din elguide. Tilgængelig på: http://www.vestforsyning.dk/media/137152/din_elguide.pdf [Sidst besøgt d. 8/12 2016]

DONG Energy (2016) Udvikling af fremtidens energisystem . Tilgængelig på: <http://www.dongenergy.com/da/vores-forretning/distribution-customer-solutions/hvad-vi-laver/udvikling-af-fremtidens-energisystem> [Sidst besøgt d. 25/10 2016].

Den Danske Ordbog, (u.å.) Empowerment, Ordnet.dk. Tilgængelig på:

<http://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=empowerment> [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Energinet (u.å.) Engrosmarked. Energinet.dk. Tilgængelig på:

<http://www.energinet.dk/DA/El/Engrosmarked/Sider/default.aspx> [Sidst besøgt d. 4/12 2016]

Energinet (2013) PSO-afgift/tariff, Energinet.dk Tilgængelig på:

<http://www.energinet.dk/da/el/engrosmarked/tariffer-og-priser/pso-tariffen/Sider/default.aspx>

[Sidst besøgt d.20/12/16]

Energinet A (2016) Introduktion til elmarked. Energinet.dk. Tilgængelig på:

<http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/El/Introduktion%20til%20elmarkedet.pdf> [Sidst besøgt d. 4/12 2016]

Energinet B (2016) Hvad påvirker elpriserne i Danmark? Energinet.dk. Tilgængelig på:

<http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/El/14-24552-14%20-%20Hvad%20p%C3%A5virker%20elprisen%20i%20Danmark%20-%20sept2016.pdf> [Sidst besøgt d.

8/12 2016]

Energinet C (2016) Miljørapport for dansk el og kraftvarme - sammenfatning for statusåret 2015.

Energinet.dk. Tilgængelig på:

<http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Klimaogmiljo/Milj%c3%b8rapport%20for%20dansk%20el%20og%20kraftvarme%20-%20Sammenfatning%20for%20status%c3%a5ret%202015.pdf> [Sidst besøgt d. 9/11 2016].

Energinet & Dansk Energi A, (u.å.) Smart Grid i Danmark. Energinet.dk. Tilgængelig på:

<https://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/El/Det%20intelligente%20elsystem%20-%20SmartGrid%20i%20Danmark%20rapport.pdf> [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

Energinet & Dansk Energi B, (u.å.) Delrapport Arbejdsgruppe 24 Roadmap for Smart Grid i Danmark med særlig vægt på netselskabernes rolle. Energinet.dk. Tilgængelig på:

<http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Forskning/DanGrid-GR24.pdf>

[Sidst besøgt d. 16/12 2016]

EnergiHjem (2012) Sådan fungerer den nye nettoafregning til solceller, energihjem.dk, Tilgængelig på:

<http://www.energiHjem.dk/sadan-fungerer-den-nye-nettoafregning-til-solceller/>, [Sidst besøgt d. 15/12 2016]

Energistyrelsen (2015) Energistatistik 2014, Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. Tilgængelig på:

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik_2014.pdf [Sidst besøgt d. 19/12 2016]

Entwistle, Johanne Mose (2013) Kan Danmark lære noget om smart grid af Kenya? Ingeniøren.

Tilgængelig på: <https://ing.dk/blog/kan-danmark-laere-noget-om-smart-grid-af-kenya-164110> [Sidst besøgt d. 11/12 2016]

Fuglsang, Lars; Bitsch Olsen, Poul; Rasborg, Klaus (red.) (2013) Videnskabsteori i

samfundsvidenskaberne, 3.udgave, Samfundslitteratur 2013, s.41-42, s.290-293 og s.366

Geels, F.W. (2004): From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Re-search Policy vol. 33, nr. 6-7: s.897-920

Gjertsen, Marchen Neel (2010) Liberaliseringen af el har givet højere priser, Information. Tilgængelig

på: <https://www.information.dk/indland/2010/02/liberaliseringen-el-givet-hoejere-priser>, [Sidst besøgt d. 17/12 2016]

Greenenergycorp.com (2016) Microgrid Overview. Tilgængelig på:

<http://www.greenenergycorp.com/about-us/about-us/technology/> [Sidst besøgt d. 21/ 2016]

Hansen, Aksel Walløe (2013) Drivhuseffekten. Gyldendal – den store Danske. Tilgængelig på:

http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Astronomi/Jorden/Atmosfæren/drivhuseffekten [Sidst besøgt d. 9/12 2016]

Hansen, Ole Erik & Stærdahl, Jens (1997) International Miljøregulering i et magtteoretisk perspektiv,

uddrag fra Miljøregulering: tværfaglige studier v. Jesper Holm, Bente Kjærgård & Kaare Pedersen,

Roskilde: Roskilde Universitetsforlag, 1997

Hatziargyriou, N. (2013). Microgrids: Architectures and Control. 1st ed. [ebog] Wiley-IEEE Press.
Tilgængelig på: <http://site.ebrary.com/lib/rubruc/reader.action?docID=10815834> [Sidst besøgt d. 12/12 2016].

Heidemann, Anders Hamilton (2007), Brugerdreven innovation - fra teori til praksis. Tilgængelig på <http://pure.au.dk/portal-asb-student/files/1477/000160884-160884.pdf> [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Hevner, Alan, (2007). Design science in information systems research. Tilgængelig på: http://wise.vub.ac.be/thesis_info/design_science.pdf [Sidst besøgt d. 25/10 2016]

Hevner, Alan, (2007). A Three Cycle View of Design Science Research, Scandinavian Journal of Information Systems: Vol. 19: Issue. 2, Article 4.

Hobye, Mads (2016) Fabmaker - About. mFab. Tilgængelig på: <http://fabmaker.hobye.dk/> [Sidst besøgt d. 25/10 2016]

Holm, Erik & Møllerhøj, Jakob (2013) Din elmåler er bytte for it-kriminelle, Ingeniøren. Tilgængelig på <https://ing.dk/artikel/din-elmaler-er-bytte-it-kriminelle-136034> [Sidst besøgt d. 25/10 2016]

IEA Statistics (2014) Electric power consumption (kWh per capita). OECD/IEA. World Bank Data.
Tilgængelig på: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC> [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

IPCC (2014) Climate change 2014. Synthesis report. Approved Summary for Policymakers. IPCC Fifth Assessment Synthesis Report. Tilgængelig på: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

Ingerslev, Henrik (2016) Forbruger interview foretaget 15/12 via skype. Tilgængelig på: <https://soundcloud.com/user-873843760/henrik/s-A6Upw>

Intelligent Energi (2014) Sådan bliver bygninger aktive medspillere i Det Intelligente Energisystem. Dansk Energi, brancheforeningen Intelligent Energi. Tilgængelig på: <http://www.ienergi.dk/~media/ienergi->

[dk/1generelle dokumenter/intelligente bygninger i fremtidens energisystem.ashx](http://denstoredanske.dk/1generelle_dokumenter/intelligente_bygninger_i_fremtidens_energisystem.ashx) [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Israelsen, Poul (2009) Omkostninger. Gyldendal. Den store danske. Tilgængelig på:

[http://denstoredanske.dk/Samfund, jura og politik/%C3%98konomi/Regnskab og revision/omkostninger](http://denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/%C3%98konomi/Regnskab_og_revision/omkostninger) [Sidst besøgt d. 8/12 2016]

Jensen, Erik (2014) Ny undersøgelse: Energien fra vindmøller er klart den billigste. Politiken.

Tilgængelig på: <http://politiken.dk/indland/article5526507.ece> [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

Jensen, Jesper Ole, Jensen, Ole Michael, Gram-Hanssen, Kirsten, (2014). Omstilling til bæredygtigt byggeri, uddrag fra Omstilling af bolig og byggeri, Frydelund, side 73 -100.

Jensen, Louise Brodthagen (2016) Forstå PSO-afgiften på fem minutter: Hvorfor betaler du for

vindmøller? Dr.dk, Tilgængelig på: <https://www.dr.dk/nyheder/indland/forstaa-psy-afgiften-paa-fem-minutter-hvorfor-betaler-du-vindmoeller>, [Sidst besøgt d. 16/12 2016]

Kaarsberg, Simon Claësson (2016) Teksam 1b, afsluttende besvarelse - Essay om bæredygtig omstilling - Politik og global miljøplanlægning, Essay-eksamen i Teksam I + II - Kursus 1b - Bæredygtig omstilling - politik & planlægning, afleveret d. 6/12 -2016, Roskilde Universitet

Kemp (2000) Bæredygtigheds Etik. Naturrådet, Dansk Natur Politik - I Bæredygtighedens Tegn. s. 14-23. Tilgængelig på:

<http://www.naturraadet.dk/udgivelser/Naturr%C3%A5det%20temarapport%20202000%20-%20i%20b%C3%A6redygtighedens%20perspektiv.pdf> [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Kuada, John (2015) Research Methodology, 1.udgave, s.89-110

Lantero, Allison (2014) How Microgrids work. U.S. Department of Energy. Energy.gov. Tilgængelig på:

<http://energy.gov/articles/how-microgrids-work> [Sidst besøgt d. 12/12 2016]

Latour, Bruno (2005) Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network theory. OUP

Oxford. Tilgængelig i online version med login på:

<http://site.ebrary.com.molly.ruc.dk/lib/rubruc/reader.action?docID=10233636> [Sidst besøgt d.

11/12 2016]

Latour, Bruno (1999) A collective of humans and nonhumans. Pandora's Hope, Essays on the reality of science studies. s. 174-202

Laursen Holmgaard , Martin (2004) Den tredelte læringsmodel, Tilgængelig på:

<http://www.abduktiv.dk/abduktive-læringsprocesser/den-3-delte-læringsproces/> [Sidste besøg d. 15/12 2016]

Meibom, Peter, Skjold, Jesper Henry & Karsten Capion (2014) Analyse nr. 16: Elprisscenarier 2017-2035. Dansk Energi. Tilgængelig på:

http://www.danskeenergi.dk/~media/DE_MJE/Analyser/Analyse16-Elprisscenarier2017-2035.ashx [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Mikkelsen, Kasper Dam (2016) Ekspert interview foretaget d. 14/11. Tilgængelig på:

<https://soundcloud.com/user-873843760/kasper/s-tpEqv>

Mol, Annemarie (2010) Actor-Network Theory: Sensitive Terms and Enduring Tensions. Gert Albert & Steffen Sigmund (udg): Soziologische Theorie Kontrovers. s. 253-269.

Mortensen, Henrik Nordstrøm (2013) Kun få solcelleejere får kontanter for strømmen. Ingeniøren.

Tilgængelig på: <https://ing.dk/artikel/kun-faa-solcelleejere-faar-kontanter-stroemmen-163588> [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

Nordkraft, Agnete (2014) Forsyningspligten ophæves. Bech-Bruun. Tilgængelig på:

<http://www.bechbruun.com/da/Videncenter/Nyheder/2014/Juni/Forsyningspligten+ophves> [Sidst besøgt d. 4/12 2016]

NorthQ (2016) NorthQ: Save Energy and Control Your Home. Tilgængelig på: <http://northq.com/>

[Sidst besøgt d. 29/11 2016]

Nielsen, Jørgen Steen (2015) Danskerne bekymrer sig om klimaet, men ændrer ikke vaner. Politiken.

Tilgængelig på: <https://www.information.dk/indland/2015/05/danskerne-bekymrer-klimaet-aendrer-vaner> [Sidst besøgt d. 13/12 2016]

Nielsen, Jørgen S. (2009) To graders målet og CO2-budgettet. Informationen. Tilgængelig

på: <https://www.information.dk/2009/10/to-grades-maalet-co2-budgettet> [Sidst besøgt d. 17/12 2016]

Pedersen, Christian Kragh(2016) Forbruger interview foretager 15/12. Tilgængelig på: <https://soundcloud.com/user-873843760/christian/s-R9S3e>

Rasmussen, F. (2009) Fluktuationer. Den Store Danske. Tilgængelig på: http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Fysik/Statistisk_fysik_og_termodynamik/fluktuationer [Sidst besøgt d. 25/10 2016]

Regeringen (2011) Energistrategi 2050 – fra kul, olie og gas til grøn energi. Tilgængelig på: http://www.stm.dk/multimedia/Energistrategi_2050.pdf [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Regeringen (2013) På vej mod et samfund uden drivhusgasser. Regeringens klimaplan. Tilgængelig på: <http://www.ft.dk/samling/20121/almDel/miu/bilag/371/1272513.pdf> [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Roskilde Universitet (2016) Studleordning for Den Humanistisk-Teknologiske Bacheloruddannelse af 20. februar 2013. Bachelorstudienævnet for Den Humanistisk-Teknologiske Bacheloruddannelse. Tilgængelig på: https://intra.ruc.dk/fileadmin/assets/humtek/regler_forordninger_etc/Studieordning_for_den_Humanistisk_Teknologiske_Bacheloruddannelse_1_februar_2016_01.pdf [Sidst besøgt d. 21/12 2016]

Rouse, Margeret (2005) ICT (information and communication technology - or technologies) TechTarget. Tilgængelig på: <http://searchcio.techtarget.com/definition/ICT-information-and-communications-technology-or-technologies> [Sidst besøgt d. 12/12 2016]

Sabonnadière, J. and Hadjsaïd, N. (2013). Smart Grids. 1st ed. [ebog] Wiley. Tilgængelig på: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ruc/reader.action?docID=1117265> [Sidst besøgt d. 12/12 2016].

Schraube, Ernst (2015) STS Intro Leture, 14.09.15. Roskilde Univesitet

Søndergaard, Bent, Ole Erik Hansen & Jens Stærdahl (2007) Planlægning i teori og praksis. Samfundslitteratur. Kapitel Bæredygtig omstilling af samfundets produktions- og forbrugssystemer, s. 289-307.

Vattenfall (2016) Fakta om vandkraft. Vattenfall A/S. Tilgængelig på:
<https://corporate.vattenfall.dk/om-energi/el-og-varmeproduktion/vandkraft-fakta/> [Sidst besøgt d. 8/12 2016]

Wiewiura, Joachim (2013) Er mennesket økonomisk? Baggrund. Tilgængelig på
<http://baggrund.com/er-mennesket-oekonomisk/>, [Sidst besøgt d. 18/12 2016]

Withgott, Jay & Laposata, Matthew (2014) Essential Environment: The science behind the stories, Fourth edition; Pearson New International Edition 2014.

Wittrup, Sanne (2016) Energiminister vil have øjeblikkeligt stop for støtte til solceller, Ingeniøren. Tilgængelig på
<https://ing.dk/artikel/energiminister-vil-have-oejeblikkeligt-stop-stoette-til-solceller-183912>, [sidst besøgt d. 15/12 2016]

Zichermann, Gabe & Cunningham, Christopher (2011) Gamification by design, O'Reilly, 2011

9. Bilag

Bilag 1: Interviews

Link til optagelserne fra alle tre interviews kan findes på vores soundcloud:

<https://soundcloud.com/user-873843760/tracks>

Interviewguide til ekspertinterview - semistruktureret interview

Måltrettet Kasper Dam Mikkelsen, Head of Department, Environment and Smart City, CLEAN

1. Hvilke ulemper er der ved det nuværende energisystems opbygning?
2. Hvilken rolle spiller forbrugeren i energisektoren, ud fra et miljømæssigt og økonomisk bæredygtighedsaspekt?
3. Hvorfor er Smart Grid-konceptet ikke mere udbredt?
 - a. Hvilke ulemper/udfordringer ser du i Smart Grid-konceptet?
 - b. Hvad mener du skal til for at konceptet kan bliver mere udbredt.
4. Hvordan kunne vores design være med til at ændre brugerens adfærd i en positiv retning?.
 - a. Hvad skulle der til for, at vores prototype kunne bruges i kommerciel sammenhæng?
 - b. Kender du til andre microgrid/smartgrid innovationer, der har samme funktion som vores design?
5. Har du nogle kritikpunkter til vores projekt?

Interviewnterviewguide til interview af forbrugeren - semistruktureret interview

Måltrettet Henrik og Christian:

Christian er familiefar og husejer. Henrik er også familiefar og husejer, og han ejer desuden eget solcelle-anlæg og har en stor interesse og viden om teknologi.

(Intro til projektet - generelt)

- Tænker du over hvor den el du bruger kommer fra?
 - (Hvad er dit forhold til el?)
- Vil du, så godt du kan, helt kort beskrive sammenhængen fra el bliver produceret, til det kan hentes i din stikkontakt?
- Betyder svingningerne i prisen på el noget for, hvornår du bruger strøm?
 - (Hvis du kunne følge disse svingninger - ville du da tilpasse dit forbrug?)
- Tror du en ændring i dit energiforbrug ville have en betydning for omstillingen af energisystemet til et mere bæredygtigt system?
 - (Hvor stor tror du klimaeffekten er?)
- Hvordan oplever du sammenhængen mellem din adfærd og konsekvenserne for klimaet?
 - Hvordan oplever du klimaforandringerne?
- Hvad ville betyde mest for dig - idéen om at spare penge eller idéen om at begrænse brugen af fossile brændsler?

(Efter præsentation af design:)

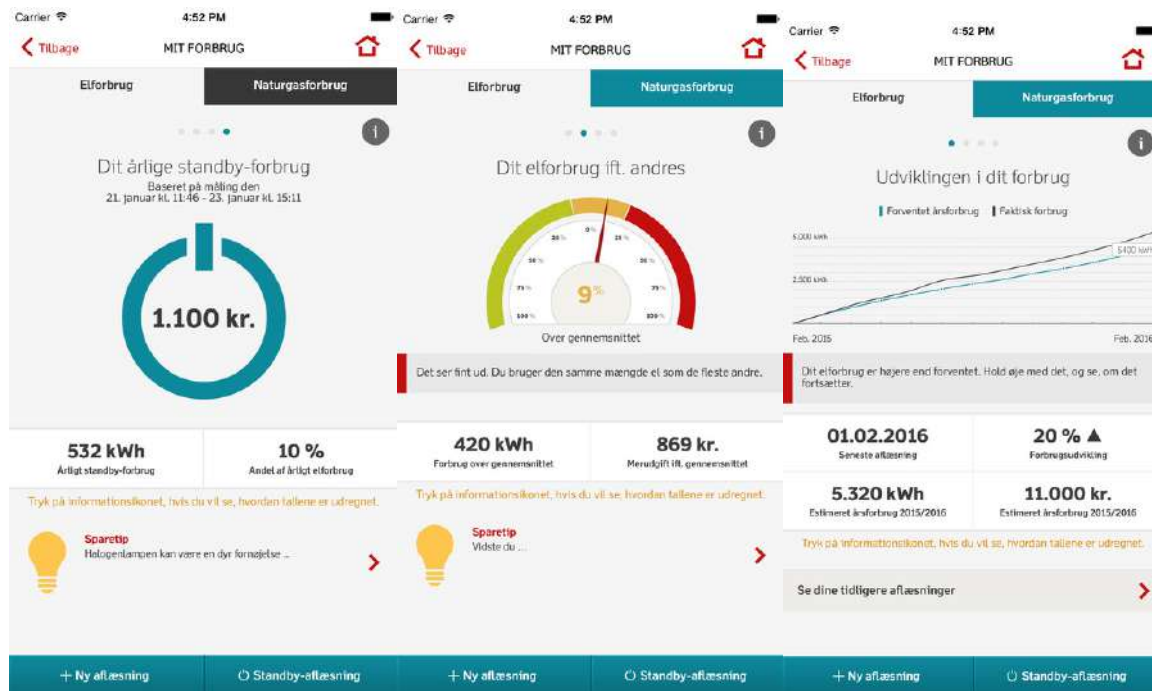
- Forstår du hensigten med vores design? (og selve designet)
- Tror du, at dit forbrug ville ændre sig, hvis vores design var i dit hjem?
 - (Hvorfor?)
- Kan du se meningen i at skulle implementere dette i dit hjem?
- Ville du aktivt opsøge designet, hvis det fandtes på markedet - og ville du betale penge for det?

Bilag 2: Faktorere der påvirker prisen på elektricitet

Priseeffekt på middelpriiserne i Danmark	Stor betydning (5-15 øre/kWh)	Nogen betydning (1-2 øre/kWh)	Mindre betydning (0,1-0,3 øre/kWh)
Forøgelse af elpriserne	<ul style="list-style-type: none"> • Dobbelt kulpris i forhold til foråret 2016 (12 -> 24 kr./GJ) • CO₂-kvotepris på 30 €/ton (ca. 6 €/ton i foråret 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • COBRACable (DK-NL) 700 MW • Viking Link (DK-UK) 1.400 MW • Norge-UK 1.400 MW • 3 pct. øget elforbrug i Norden (ca. 12 TWh/år) 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 pct. øget elforbrug i Danmark (ca. 1,1 TWh/år / ca. 125 MW konstant forbrug)
Sænkning af elpriserne	<ul style="list-style-type: none"> • Vådår i stedet for tørår 	<ul style="list-style-type: none"> • 10-20 pct. ekstra vindkraft i Norden, Tyskland og Holland 	<ul style="list-style-type: none"> • 10-20 pct. ekstra vindkraft i Danmark

(Energinet B, 2016: 7)

Bilag 3: Min Energi applikations brugerflade



(App Store, 2016)

Bilag 4: NorthQ's Homemanager applikations brugerflade



(NorthQ, 2016)

Bilag 5: FabMaker processing kode til artefaktets ydre konstruktion

/*

Generic Fablab Mechano interface by Mads Høbye CC:NC-BY-SA

Todo:

- Cheatsheet
- arduino box
- gear moving parts around(maybe matching the holes)
- bendable
- strawbees
- fingerBox
- calculate size for objects.
- update api:
- turn tackylines into a draw module with types of lines.Linetype straight tacky inverted reversed

```
-- Move generators into separate spreadsheet.
```

```
*/
```

```
import processing.pdf.*;
```

```
// material thickness - the grid system is equal to the thickness of the material
```

```
// the parent mfab class used as a neutral container or canvas. (materialthickness,inset,offset)
```

```
mfab canvas = createCanvas(5.0f, 0.3f, 0.2f, 67, 28, "El måler", "Smart Grid");
```

```
void setup() {
```

```
  size(800, 800, P2D );
```

```
  setupElements();
```

```
}
```

```
void setupElements()
```

```
{
```

```
  setupMFab();
```

```
  // Side piece 1.
```

```
  mfab sidePiece1 = canvas.addTackyLine(3, 5, 23, 0);
```

```
  sidePiece1.addTackyLine(23, 0, 3, 90);
```

```
  sidePiece1.addLine(23, 3, 3, 90);
```

```
  sidePiece1.addTackyLine(0, 9, 9, 270);
```

```
  sidePiece1.addLine(0, 9, 23.2, 352.6);
```

```
  // Side piece 2.
```

```
  mfab sidePiece2 = canvas.addTackyLine(30, 5, 23, 0);
```

```
  sidePiece2.addTackyLine(23, 0, 3, 90);
```

```
  sidePiece1.addLine(50, 3, 3, 90);
```

```
  sidePiece2.addTackyLine(0, 9, 9, 270);
```

```
  sidePiece2.addLine(0, 9, 23.2, 352.6);
```



```

// USB Hole.
sidePiece2.addRectPiece(0.7, 3, 1.5, 2, "USB");

// Front piece.
mfab frontPiece = canvas.addTackyRectPiece(3, 16, 23, 11, "Front Piece");
frontPiece.addRectPiece(2, 8, 19, 2, "");
frontPiece.top.lType= LTSTRAIGHT;
frontPiece.bottom.lType= LTSTRAIGHT;

// Back piece.
mfab backPiece = canvas.addTackyRectPiece(30, 17, 23, 9, "Back Piece");
backPiece.top.lType= LTINVERSED;
backPiece.bottom.lType= LTINVERSED;

// Bottom piece.
mfab bottomPiece = canvas.addRectPiece(56, 4, 11, 11, "Bottom piece");
bottomPiece.addMountHoleRow(2, 0, 9, 0);
bottomPiece.addMountHoleRow(2, 10, 9, 0);
bottomPiece.addMountHoleRow(1, 1, 11, 90);
bottomPiece.addMountHoleRow(11, 2, 9, 90);

// Top piece.
mfab topPiece = canvas.addRectPiece(56, 18, 11, 8, "Top piece");
topPiece.addMountHole(0, 2);
topPiece.addMountHole(10, 2);
topPiece.addMountHoleRow(2, 0, 9, 0);
topPiece.addMountHoleRow(1, 7, 11, 0);
}

void draw() {
  drawMFab();
}

```

Bilag 6: Wifi koden til Arduino

```
#include <ESP8266WiFi.h> // her inkludere vi et library kaldet ESP8266WiFi.ino
#include <WiFiClient.h>

WiFiClient myClient;
IPAddress webserver_ip;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("\n\rStart...");
  pinMode(2, INPUT_PULLUP);
  WiFi.begin("EmbedNet", "orangerø8ot");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  WiFi.hostByName("proxyenergy.hobye.dk", webserver_ip);
  Serial.println(webserver_ip);
  // timer = millis() + 20000;
}

void loop() {
  Serial.print("connecting to ");
  if (!myClient.connect(webserver_ip, 80)) {
    Serial.println("connection failed");
    Serial.println("wait 5 sec...");
    delay(5000);
    return;
  }
}
```

```

}
else
{
    Serial.print("Asking server.. ");
    int month = 1;
    String monthStr = "";
    monthStr = monthStr + month;
    if (month < 10)
    {
        monthStr = "0" + monthStr;
    }
    String link = "GET /api?securityToken=e0948857-e059-49a6-a919-
9c54c1b59255&documentType=A65&processType=A16&outBiddingZone_Domain=10Y1001A1001A
65H&periodStart=201601012300&periodEnd=2016";
    link = link + monthStr + "022300 HTTP/1.1";
    Serial.println(link);

    myClient.println(link);
    myClient.println("Host: proxyenergy.hobye.dk");
    myClient.println("User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows; U; Windows NT 6.1; en-US; rv:1.9.1.5)
Gecko/20091102 Firefox/3.5.5 (.NET CLR 3.5.30729)");
    myClient.println("Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8");
    myClient.println("Connection: close");
    myClient.println();
    delay(1000);
}
//read back one line from server
while (myClient.available())
{
    String line = myClient.readStringUntil('\n');
    int posStart = line.indexOf("<quantity>");
    if (posStart >= 0)
    {
        int posEnd = line.indexOf("</quantity>");

```

```

    String dataStr = line.substring(posStart + 10, posEnd);
    Serial.println(dataStr);
    int data = dataStr.toInt();
    int numPixels = 20;
    int dataScaled = map(data, 2000, 6000, 0, numPixels);
    Serial.println("-----");
    for (int i = 0; i < numPixels; i++)
    {
        if (dataScaled > i)
        {
            Serial.print("X"); // rød neopixel color her
        }
        else
        {
            Serial.print("Y"); // sort neopixel color her
        }
    }
    // her lave neopixel.show
    Serial.println();
    Serial.println("-----");
    break;
}
myClient.stop();
Serial.println("wait 5 sec..."); // VIGTIGT Må ikke fjernes da det vil overbelaste Mads server.
delay(60000);
}

```

Bilag 7: LED-koden til Arduino

```

#include <Adafruit_NeoPixel.h> // Der tilføjer vi et library kalde Adafruit_NeoPixel som vi skal have
for at bruge mange af vores funktioner
#ifdef __AVR__

```

```

#include <avr/power.h>

#endif

#define PIN D2 // Fortæller hvilke ben der sendes information til (der er to ben med navnet D2!)
Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(6, PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800); // 6 er antallet af
LED'er på vores design.

void setup() {
  strip.begin();
  strip.show();
}

void loop() {
  strip.setPixelColor(0, 0, 150, 0); //grøn
  strip.setPixelColor(1, 75, 150, 0); // 2. grøn
  strip.setPixelColor(2, 150, 150, 0); //gul
  strip.setPixelColor(3, 150, 75, 0); //orange
  strip.setPixelColor(4, 150, 40, 0); //rød
  strip.setPixelColor(5, 150, 0, 0); //meget rød
  //Denne kode sætter farverne på hver enkelt lysdiode i vores NeoPixel Strip
  strip.setBrightness(25); // Sætter skarpheden på lyset i lysdioderne (fra 0 til 255)

  strip.show();
}

```