



Elnet til fremtiden

- Og fortsat i verdensklasse



ELNET | OUTLOOK

OKTOBER 2018

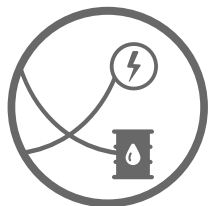


Energisektoren befinder sig i en brydningstid. Det skyldes særligt omstillingen til grønnere energi og en hastig teknologisk udvikling. Det har stor betydning for elsystemet og det elnet, der binder det hele sammen. Derfor er der lige nu også flere temaer om fremtidens elnet, som diskuteres, fx: Har vi de rigtige værktøjer til at imødegå fremtidens udfordringer? Er net-selskabernes roller og opgaver skåret rigtigt til? Har vi den rigtige værdikæde i elsektoren? osv.

Dette *ELNET Outlook* tager udgangspunkt i det helt afgørende spørgsmål: Hvordan bevarer vi den høje leverings sikkerhed, vi har i dag, så vi sikrer, at danskerne trygt kan gå den grønne omstilling i møde? Outlook'et ser således ind i fremtidens elnet og giver et bud på en række overvejelser og tiltag, som er nødvendige i de kommende år, så danskerne kan være sikre på, at de har leverings sikkert *Elnet til fremtiden*. ”



Som danskere behøver vi i dag ikke at bekymre os om, hvorvidt der er strøm i stikkontakten. Det er der **99,99 procent af tiden**. Det skyldes, at vi har et veldrevet elnet i verdensklasse, hvor borgere og erhvervsliv nyder godt af en **rekordhøj leverings sikkerhed** til en **absolut konkurrencedygtig pris**. Det er båret af, at **netselskaberne har øget deres produktivitet med godt 2 pct. om året**, siden man i 2006 begyndte at måle deres effektivitet.



Vi ser ind i en fremtid, hvor **klimamål** og en **rivende teknologiudvikling** gør, at energisystemet udvikler sig hurtigere end nogensinde. **Elproduktionen bliver fortsat grønnere**, produktionspriserne falder, og **nye teknologier** såsom **elbiler, varmepumper, batterier og solceller** vil finde stadig større udbredelse i både hjem og virksomheder. Vi vil se en **elektrificering, som fortrænger fossile brændsler**. Den fremtid stiller **store krav til elnettet, der skal videreudvikles, udbygges og digitaliseres**. Netselskaberne skal **facilitere nye måder at producere og bruge strøm** på, samtidigt med at de skal binde elsystemet effektivt sammen fra yderste stikledning og helt op til transmissionsnettet.



Udgangspunktet for at videreudvikle **det danske energisystem** er godt. Så godt, at det **ifølge World Energy Council er verdens bedste**. Det danske elnet er opbygget, drevet og videreudviklet i fællesseje mellem danskerne – det er **den danske energimodel**. Netselskaberne har således over 100 års erfaring med at levere strøm og tryghed til det danske samfund, og de er i fuld gang med at opgradere og digitalisere elnettet, så de fortsat kan gøre det i morgen.

En succesfuld omstilling kræver, at **både lovgivning, regulering og netselskabernes ydelser tilpasses fremtiden**. Og som vi ser det, er samarbejde mellem myndigheder, markedsaktører, Energinet, netselskaber og ikke mindst kunderne vejen til at sikre et **trygt og grønt Danmark i fremtiden**.

Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

**Markeds-
tendenser**



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

**Case:
Udfordring**



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

**Case:
Løsning**



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!





Elnettet i dag: Hvor er vi? Og hvilken fremtid ser vi ind i?

Danskerne har i dag et elnet i verdensklasse

Danskerne har i dag strøm i stikkontakten 99,99 procent af tiden. Vi har et veldrevet og effektivt elnet med en kvalitet i verdensklasse til en absolut konkurrencedygtig pris. Det gør Danmark til et attraktivt sted at være for virksomheder, ligesom det er en del af fundamentet for et trygt og moderne liv for alle danskere.

Det danske elnet har en lang historie. Det er opbygget og ejet af danskerne i fællesskab, og det er gennem mere end 100 år ansvarligt udviklet og udbygget for at kunne sætte strøm til Danmark.

Vi er således vant til, at samfundet udvikler sig, og at det samme gælder elproduktionen og elforbruget. Og vi er også vant til trygt at forvente, at net-selskaberne tilpasser elnettet i takt med udviklingen. Det gjorde de fx op igennem 1960'erne, 70'erne og 80'erne, hvor elforbruget steg voldsomt, og igen op gennem 90'erne og 00'erne, hvor kabellægningen blev intensiveret for at øge leveringsikkerheden.

Hvilken fremtid ser elnettet ind i?

Kravene til, hvad elnettet skal kunne for at levere el uden afbrud til konkurrencedygtige priser, har dog ændret sig markant de senere år. Helt overordnet tegner der sig tre markedstendenser og to regulatoriske tendenser, som vil påvirke elnettet i fremtiden.

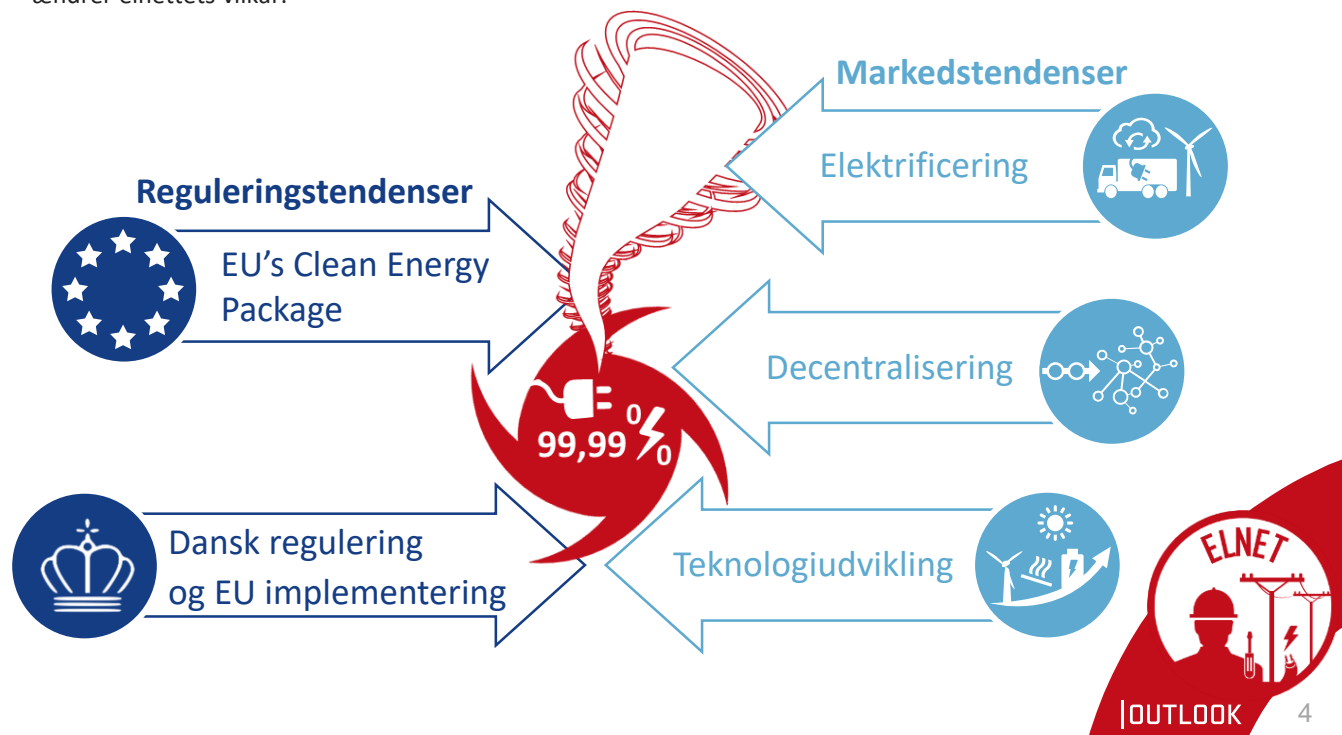
De tre markedstendenser er *elektrificering*, *decentralisering* og *hastig teknologiudvikling*. De betyder, at den samlede distribution af el stiger markant, samtidig med at mere lokal produktion og nye teknologier vender op og ned på elsektorens værdikæde.

Dermed får eldistributionsnettet en mere fremtrædende rolle, hvor det bl.a. skal kunne facilitere, at kunder helt ude i det sidste led af energisystemet er aktive deltagere i et digitalt samspil med elsektoren og den grønne omstilling. Nettet bliver en platform for et avanceret netværk af mange forskellige små og store elproducenter og -forbrugere og har ikke længere alene simpel og ensrettet "eltrafik".

Den udvikling sker hurtigere end nogensinde – og den er mere kompleks end nogensinde. Et elnet til fremtiden kræver derfor indsats fra flere sider, for at vi samlet formår at håndtere de mange omvæltninger, der med hidtil uset styrke og hastighed ændrer elnettets vilkår.

Dette outlook ser på eldistributionsnettet på de danske villaveje. Konklusionen er, at det ikke vil kunne håndtere den ventede stigning i elforbrug og -produktion – *medmindre vi tænker nyt*. Derfor skal vi udvikle nye redskaber og tilpasse reguleringen, så den matcher de store omvæltninger og markedstendenserne.

De to vigtigste reguleringstendenser er *EU's Clean Energy Package* og *den danske regulering*. Konkret er EU i gang med en omfattende revision af spillereglerne for elsektoren, mens den nationale regulering omvendt ikke synes at tage hurtigt nok bestik af forandringerne.





Elnet til fremtiden kræver handling i dag

Nye tiltag skal fremtidssikre elnettet

For at vi kan løse morgendagens udfordringer, kræver det handling allerede i dag. I dette outlook fokuserer vi på hvilke redskaber, vi skal forbedre eller udvikle for at bevare den høje leveringssikkerhed i lyset af de tendenser vi ser. Konkret tager vi udgangspunkt i en almindelig dansk villavej, hvor beboerne får elbiler, varmepumper og solceller på taget. Det er der ikke plads til i nettet, medmindre vi tænker nyt. Og "nyt" er ikke blot at forstærke nettet.

Den løbende fornyelse af elnettet gør naturligvis sin del og giver os i fremtiden et net med væsentlig højere ydeevne end i dag. Men det er ikke nok, og det er dyrt at forcere investeringer i fornyelse. I mellemtiden hjælper detaljerede måledata os til at udnytte det eksisterende net meget bedre og gør os også i stand til at dimensionere nyt net meget mere præcist. Ikke mindst er der også behov for at aktivere og benytte kundernes fleksibilitet, hvis vi skal gennemføre den grønne omstilling til den lavest mulige omkostning for danskerne. Det skal ske ved videreudvikling af tarifieringen og udvikling af et marked for fleksibilitetsydelse.

Udviklingen skal ske i dialog mellem kunder, markedsaktører, myndigheder, Energinet og netselskaber, og gå hånd i hånd med en opdatering af den eksisterende lovgivning og regulering. Særligt vil det igangværende DSO/TSO-samarbejde være et ståsted for en række af de tiltag, som vi forudser, at branchen skal sikre.

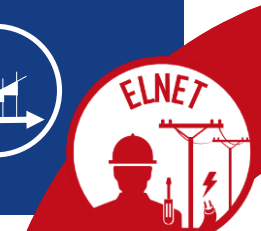
DET SIKRER BRANCHEN



- Udrulning af fjernaflæste målere og indførelse af flexafregning senest i 2020
- Tidsdifferentierede nettariffrer i forbindelse med indførelse af flexafregning
- Videreudvikling af en fremtidssikret, omkostningsægte tarifiering, der også understøtter grøn omstilling og netkundernes fleksibilitet
- Videreudvikling af intelligente vilkår for tilslutning af forbrug og produktion, herunder belønning af netkunder ved accept af afbrydelighed
- Tilslutning af batterier og lokale energifællesskaber med fokus på værdiskabende samspil med elnettet
- Understøttelse af standardiseret dataplatform for validering af apparatmålinger, der kan bringe fleksibilitet til markedet
- En moderne markedsmodel, som kan understøtte flaskehalshåndtering i distributionsnettet ved aktiv brug af markeder for fleksibilitet
- Et forpligtende DSO/TSO-samarbejde, der er på forkant med EU's Clean Energy Package
- En styrket tværgående indsats mod cybertruslen
- Et fremtidssikkert elnet, der fortsat er i verdensklasse med tårnhøj leveringssikkerhed, og som er drevet effektivt på et forretningsmæssigt grundlag

DET SIKRER MYNDIGHEDERNE

- En struktureret og involverende proces med aktører omkring udarbejdelse af langsigtede analyseforudsætninger, som kan indgå i sektorens investeringsplaner og danne grundlag for udvikling af regulering
- Fremadskuende økonomisk regulering senest fra 2023, der i takt med markedstendenser og på baggrund af analyseforudsætninger understøtter fremtidige behov
- Moderne benchmarking baseret på centrale performancemål, som inkluderer hensyn til grøn omstilling, strukturudvikling, rammevilkår og kundebehov
- Modernisering af rammeloavgivning for tarifiering, så netselskaberne kan udvikle en fremtidssikret, omkostningsægte tarifiering, der understøtter grøn omstilling og fleksibilitet
- Præcisering af rammerne for, at netselskaberne kan stille standardiserede, uvaliderede måledata hurtigt til rådighed for kunder og markedsaktører
- Definition og fastsættelse af rammevilkår for batterier og lokale energifællesskabers samspil med elnettet
- Et solidt fundament for den fremtidige drift og udvikling af elnettet, herunder rammer for fremtidige bevillinger og måleansvar



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

**Markeds-
tendenser**



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

**Case:
Udfordring**



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

**Case:
Løsning**



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!





Tendens 1: Elektrificering – el er fremtidens grønne energibærere

Klimamål kræver energiomstilling

Med Parisaftalen forpligtede størstedelen af verdens udledere af drivhusgasser sig til at begrænse den globale temperaturstigning til under to grader. Kombineret med faldende VE-elproduktionspriser og muligheden for at transportere strøm billigt, har det allerede fået verdens industri til at satse på el som fremtidens energibærere, herunder på grøn elproduktion og på el som et fremtidigt brændsel til transport- og varmeformål.

I Danmark er 70 pct. af vores el i dag grøn (Energistyrelsen 2018a), og med den nye energiaftalen fra 2018 forventes al el at komme fra vedvarende energikilder i 2030. Med energiaftalen arbejder alle Folketingets partier endvidere for, at Danmark senest i 2050 er netto-nuludleder. Det betyder, at vi kommer til at bruge mere el, fordi el er det klimavenlige alternativ til fossile brændsler som kul og olie.

Elektrificering af varme og transport

Der er i varme- og transportsektoren et betydeligt potentiale for at erstatte fossile brændsler med grøn el. De nye typer af elforbrugere såsom elbiler, elbusser, ellastbiler, elfærger, varmepumper og elkedler vil endvidere oftest være tilsluttet eldistributionsnettet.

Konkret udgør varmepumper allerede et konkurrencedygtigt alternativ, når olie- eller gasfyret skal udskiftes. Derudover forventes elkedler og kollektive varmepumper i fremtiden at blive en fremherskende produktionsteknologi i den kollektive varmeforsyning.

På transportsiden forventes privat transport at blive den største driver for elektrificering. Vi har allerede set udmeldinger om, at førende bilproducenter satser massivt på elbiler i fremtidens produktionslinjer. Senest har regeringen i sit klima- og luftudspil foreslået et stop for salg af benzin- og dieselmotorer i 2030. Det kan betyde, at der i 2030 vil være over én million elbiler, plug-in hybridbiler eller tilsvarende grønne biler i Danmark (Regeringen 2018).

Samlet set forventes elforbruget leveret fra eldistributionsnettet til varme og transport at blive firedoblet i 2030 og syvdoblet i 2040 (Energistyrelsen 2018b samt egne beregninger).

Nye krav til eldistributionsnettet

Denne betydelige stigning i elforbruget stiller nye krav til det eksisterende eldistributionsnet, der skal transportere mere strøm. En del af løsningen bliver, at det med nye værktøjer skal operere tættere på kapacitetsgrænsen, så den grønne omstilling kan realiseres til den lavest mulige omkostning for danskerne.

Gennembrud for elbusser i København

København tager et stort skridt mod renere luft og mindre støj, når 15 pct. af busdriften i 2019 gøres elektrisk.



Foto: Movia.

En million danske elbiler i 2030

I sit klima- og luftudspil fra oktober 2018 foreslår regeringen et stop for salg af benzin- og dieselmotorer i 2030. Det kan betyde, at der i 2030 vil være over én million elbiler, plug-in hybridbiler eller tilsvarende grønne biler i Danmark.



Foto: Lars Just.



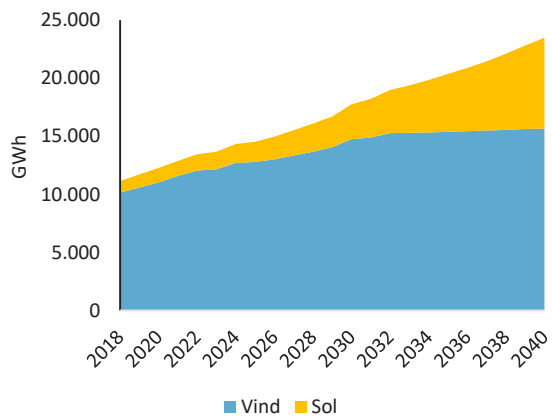
Tendens 2: Decentralisering – ny rolle for eldistributionsnettet

Mere decentral strøm

Tidligere blev strømmen især produceret på de store, centrale kraftværker, der er tilsluttet transmissionsnettet. Den blev herfra transporteret videre ned gennem eldistributionsnettet og ud til kunden.

På rejsen mod et lavemissionssamfund er stadig mere strøm blevet produceret fra vedvarende energikilder, der ofte er tilsluttet direkte i eldistributionsnettet. Allerede i dag er mere end 50 pct. af elproduktionen tilsluttet i eldistributionsnettet. Den tendens forventes at fortsætte. Konkret forventes der i 2040 at blive produceret ca. dobbelt så meget fra vind og sol tilsluttet i eldistributionsnettet som i dag.

Elproduktion i distributionsnettet



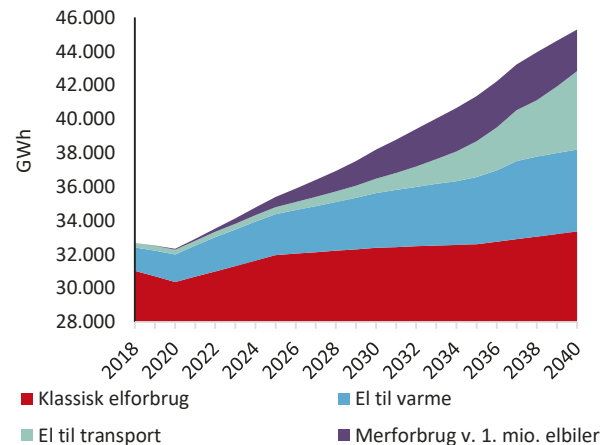
Kilde: Energistyrelsen 2018b samt egne beregninger

Flere kundetyper og øget forbrug

Teknologiudvikling og digitalisering vil øge forskellene i netkundernes behov. Mange husstande vil sætte solceller på taget og dermed i perioder sende strøm ind på nettet og eventuelt opad i elsystemet. Andre vil anskaffe sig en elbil eller en varmepumpe og dermed øge elforbruget markant. Konkret forventes elforbruget fra eldistributionsnettet i 2040 at være ca. 40 procent højere end i dag.

Uanset hvilken retning elektronerne løber, så fylder de i elnettet. Derudover vil produktion og forbrug variere over døgnet og året samt over forskellige geografiske lokationer. Samlet betyder det, at der vil være behov for større kapacitet i eldistributionsnettet i fremtiden sammenlignet med i dag.

Elforbrug fra distributionsnettet



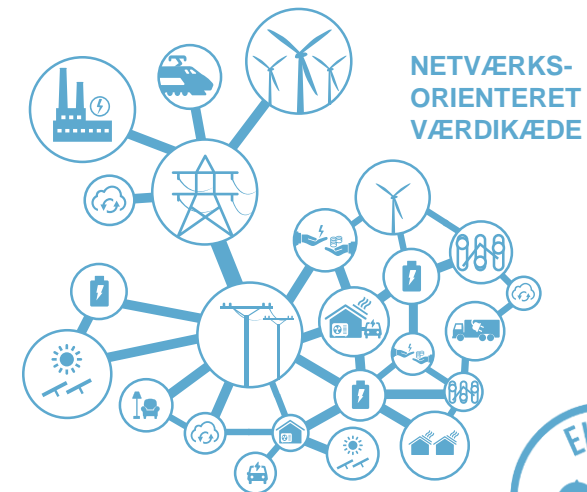
Kilde: Energistyrelsen 2018b, Regeringen 2018 samt egne beregninger

Elnettet som neutralt bindeled

Samtidig øger udviklingen også mulighederne for, at kunderne kan deltage i den grønne omstilling med eksempelvis fleksibelt elforbrug og batterier. Netværkskabernes rolle udvider sig derfor fra at måle og transportere strøm i én retning fra A til B til at være et avanceret bindeled og netværk mellem mange typer af netkunder. Nettet bliver dermed en afgørende og neutral platform for, at kundernes behov og fleksibilitet effektivt kan nyttiggøres og skabe værdi på elmarkederne.



KLASSISK ENSRETTET VÆRDIKÆDE



NETVÆRKS-ORIENTERET VÆRDIKÆDE



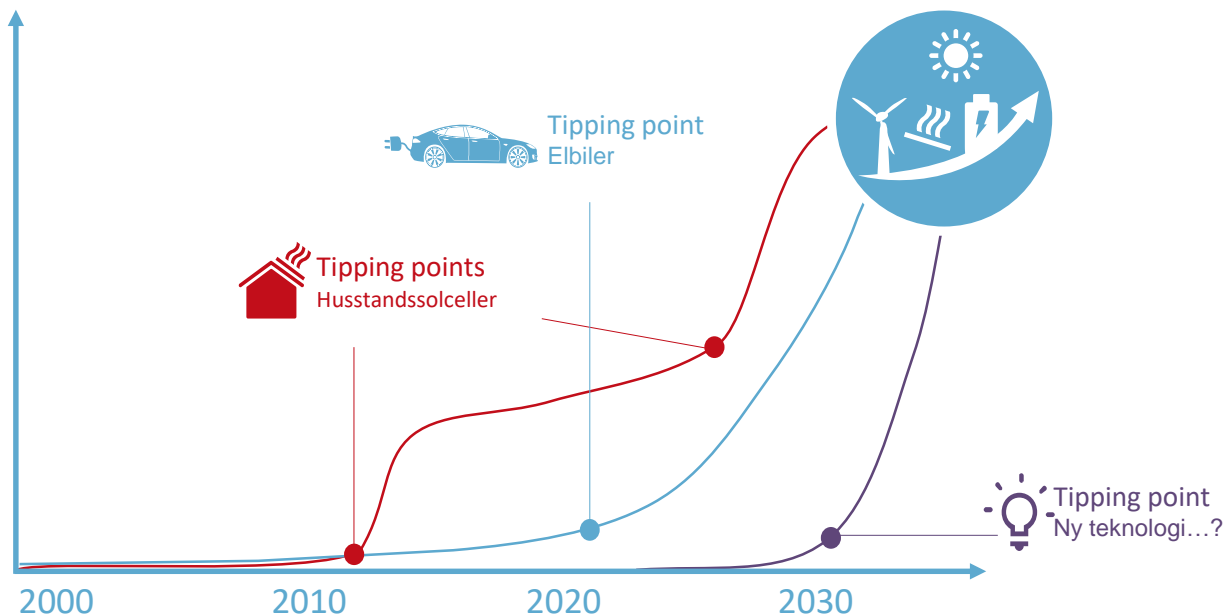


Tendens 3: Hastig teknologiudvikling – en game changer!

Nye teknologier kan vinde hurtigt frem

Husstandssolceller, elbiler, batterier, blockchain... Fremtiden har altid budt på uvished om, hvornår det næste teknologiske nybrud kommer. Men bliver en ny teknologi først privatøkonomisk rentabel, så kan det gå stærkt. Dette sås bl.a. i Danmark i perioden omkring 2012, hvor husstandssolceller havde så betydelige afgiftsfordele, at de var særdeles privatøkonomisk rentable. Her blev der opsat 80.000 anlæg på lidt over et år. Lovgivningen blev ændret pga. et betydeligt tabt skatteprovenu, der opstod, fordi solcelleejerne ikke skulle betalte elafgift af deres egetforbrug.

Illustration af teknologispring



Figuren illustrerer, at nye teknologier kan vinde indpas med høj – og endda i nogle tilfælde eksponentiel – fart. Den illustrerer bl.a. også, at prisen på solceller med batterier i det nuværende danske elafgiftssystem forventes at være faldet så meget, at de ifølge beregninger fra Dansk Energi er en privatøkonomisk god forretning omkring 2025 (Dansk Energi 2018a). Det kan betyde en eksponentiel stigning i antallet af anlæg.

Derudover illustrerer figuren, at el- og hybridbiler skal have tipping point omkring 2021, hvis Danmark skal nå 1 mio. el- og hybridbiler i 2030 med et indfasningsforløb, som svarer til norske. I Norge er nybilsalget af el- og hybridbiler siden 2011 vokset til 45-50 pct. i 2018.

Udviklingshastighed giver stort udfaldsrum

Teknologiudviklingen går nu så hurtigt, at der må forventes at komme adskillige teknologiske nybrud indenfor en netinvesteringscyklus på typisk 40-50 år. Når netselskaberne fx anlægger netstationer og kabler i et boligområde, skal de altså dimensionere anlæggene, så der er mulighed for at tilpasse dem til adskillige teknologiske nybrud, inden de efter 40-50 år skal udskiftes, og der igen er mulighed for at foretage en opgradering.

Det er et markant nyt vilkår, som stiller større krav til forecasts og til at finde nye, innovative måder at udnytte elnettet optimalt og fleksibelt på. Og det stiller ikke mindst større krav til en regulering, der ser fremad og er tilpasset den nye virkelighed. For elnettet skal effektivt kunne håndtere alle situationer, så den enkelte dansker kan føle sig tryk ved, at der altid er strøm i stikkontakten.

Digitalisering giver nye muligheder

Samtidig giver digitaliseringen, og herunder mange forskellige typer data fra de fjernaflæste elmålere både ved kunden og i nettet, nye muligheder for at udnytte og drive elnettet mere effektivt – og for i højere grad at gøre kunder og nye aktører til aktive spillere i markedet.

Det er en nødvendig forudsætning for at kunne håndtere alle udfaldsrum og holde omkostningerne nede i fremtidens energisystem. Men det stiller også øgede krav til datakvalitet og cybersikkerhed, så den enkelte kunde kan føle sig tryk ved, at deres data håndteres korrekt og sikkert.



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

**Markeds-
tendenser**



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

**Case:
Udfordring**



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

**Case:
Løsning**



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering

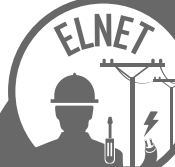


EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden

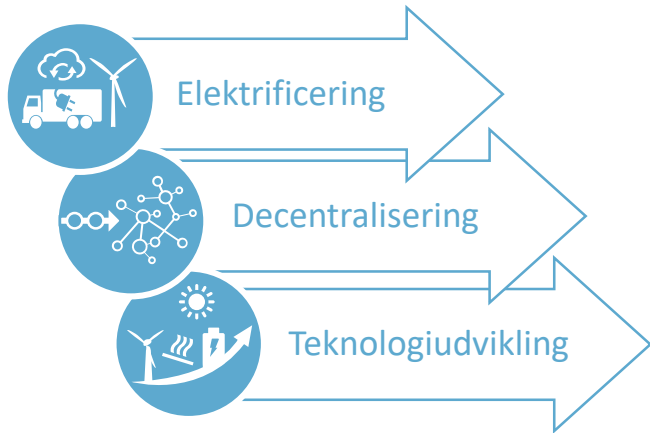


Elnet til fremtiden kræver handling i dag!

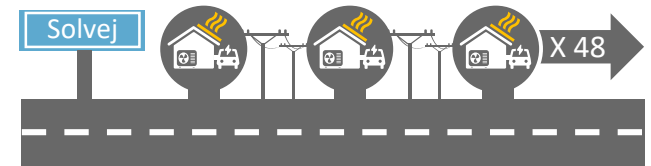




Case: Er der tilstrækkelig kapacitet i elnettet på Solvej?



Case: Villavejen Solvej Er der **tilstrækkelig kapacitet** i nettet?



Velkommen til Solvej

Hvordan bevarer vi den høje leveringssikkerhed, vi har i dag? For at finde svaret på dette spørgsmål, har vi gennemført nettekniske analyser af en ældre, gennemsnitlig lavspændingsradial, som svarer til elnettet på en helt almindelig villavej, som vi kalder "Solvej".

Vi har udsat Solvej for almindeligt elforbrug samt nye belastninger fra elbiler, varmepumper og solceller. Analysen bygger på et omfattende datamateriale med anonymiserede tidsseriedata fra EVONETs ca. 280.000 fjernaflæste målere. Analysemetoden er beskrevet i appendiks (Dansk Energi 2018b).

Knap halvdelen af lavspændingsnettet i Danmark ligger i parcelhusområder, svarende til ca. 38.000 km net. Den anden halvdel af lavspændingsnettet finder vi i landområder samt i tættere bebyggelse og byer samt erhvervsområder.

Land- og byområder samt mellemspændingsnet ser vi ikke nærmere på i denne analyse, men disse områder vil forventeligt være genstand for senere analyser.

Net-dimensionering før og nu

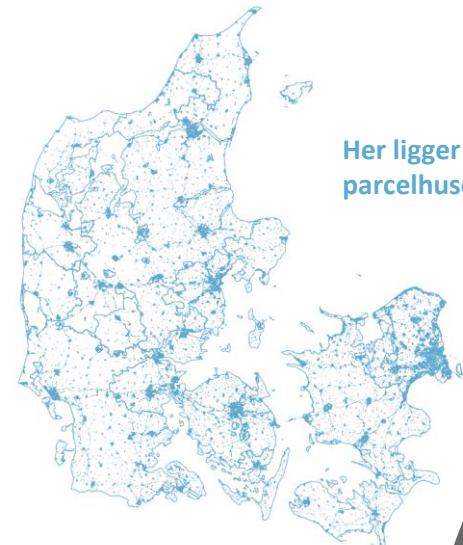
Solvej er repræsentativ for ca. 75 pct. af lavspændingsnettet i parcelhuskvartererne i Danmark (ca. 29.000 km net). Elnettet her er typisk etableret fra 60'erne og frem til starten af 00'erne. I denne periode var kriterierne for dimensionering af lavspændingsnettet stort set uændrede.

Fra starten af 00'erne begyndte man at benytte et nyt dimensioneringskriterie (spændingskvalitetskriteriet), der førte til, at der blev lagt kabler med større kapacitet. Samtidigt blev der koblet færre huse til hver enkelt radial. På Solvej er der således koblet 48 huse på hver radial, mens der på nyere veje kun er koblet 35 huse på.

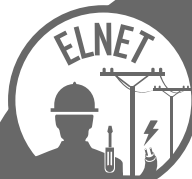
I de seneste år er der kommet nye typer belastninger til – fx induktionskomfurer, elbiler, varmepumper og solceller. Det tager netselskaberne højde for ved i dag at lægge kabler med endnu større kapacitet. Dermed har det allernyeste lavspændingsnet væsentligt højere kapacitet end nettet på Solvej.

Hvor mange danskere bor der på Solvej?

På landsplan ligger der godt **1,2 mio. parcelhuse på de danske villaveje**. Solvej og tilsvarende villaveje med ældre net er klart de mest udbredte og tæller knap 1,1 mio. huse. De resterende godt 100.000 parcelhuse ligger på veje med nyere elnet.



Her ligger de **1,2 mio. parcelhuse** i Danmark

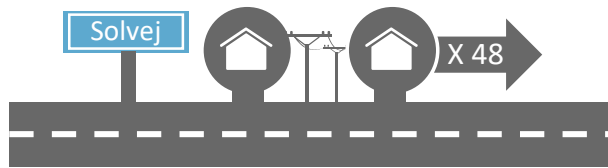




Solvej bliver overbelastet af nyt forbrug

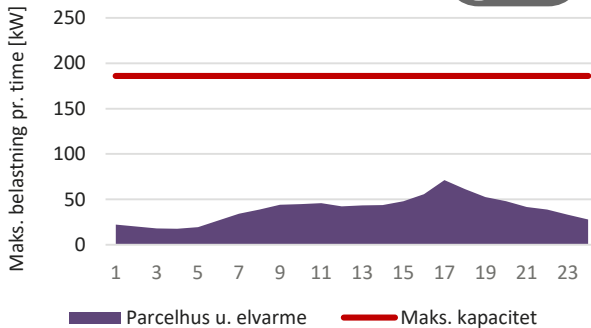
Klassisk elforbrug er intet problem

Indtil videre har der været tilstrækkelig kapacitet i elnettet på Solvej til at dække et klassisk elforbrug.



For huse med fx olie- eller gasfyr ser belastningsprofilen på Solvej ud som vist herunder:

Klassisk elforbrug på Solvej (Vinter)



Den velkendte "kogespids" ses tydeligt i tidsrummet omkring kl. 17, hvor familien er vendt hjem fra skole og arbejde, og elkømfuret kører på højtryk. Med det klassiske forbrug alene er der i dag stadig langt op til kapacitetsgrænsen for elnettet på Solvej – selv i kogespidsen.

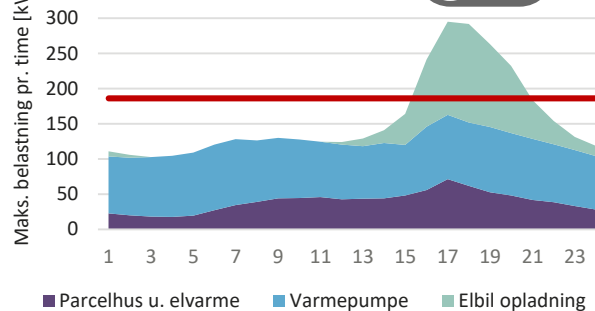
Nyt forbrug overbelastet nettet

Vi forudsætter nu, at samtlige husstande på Solvej anskaffer sig en elbil og udskifter olie- eller gasfyr med en varmepumpe. Analyseforudsætningerne (Energistyrelsen, 2018) indikerer, at dette vil være tilfældet for mange villaveje.



Når vi sætter strøm til både elbiler og varmepumper sammen med det øvrige husstandsforbrug en halvmørk vinterdag i januar, så har vi et overbelastningsproblem på Solvej. Dette er vist i figuren herunder:

Nyt forbrug på Solvej (Vinter)



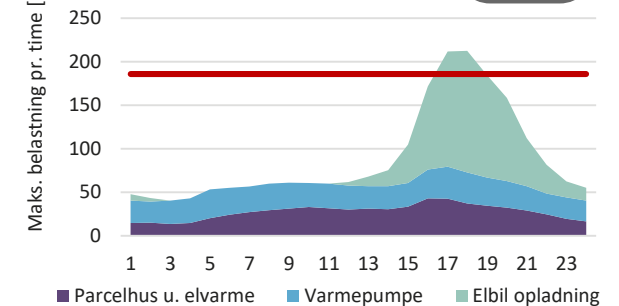
Konkret sker der det, at overbelastningssikringen på radialen vil brænde over, og der opstår et strøm-afbrud på vejen. Overbelastningen vil forekomme, selv hvis vi fjerner forbruget fra varmepumper.

Problemet eksisterer i tidsrummet fra kl. ca. 15 til 21. Det skyldes, at den gængse adfærd typisk vil være at man sætter elbilen til ladning i ladestander- en, lige efter man er kommet hjem fra arbejde. Det sker samtidigt med, at husstanden i forvejen bruger en masse strøm til madlavning, lys og elektronik.

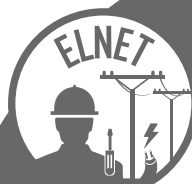
Også problemer om sommeren

Om sommeren er problemet på Solvej ikke helt så stort som om vinteren, hvor varmebehovet er størst, men det eksisterer fortsat. Her er problemet imidlertid begrænset til tidsrummet mellem kl. 16-19.30 som vist i denne figur:

Nyt forbrug på Solvej (Sommer)



Uanset om det er vinter eller sommer, skal vi altså finde en løsning på et fremtidigt overbelastnings- problem på Solvej for at undgå strøm-afbrud hos beboerne.





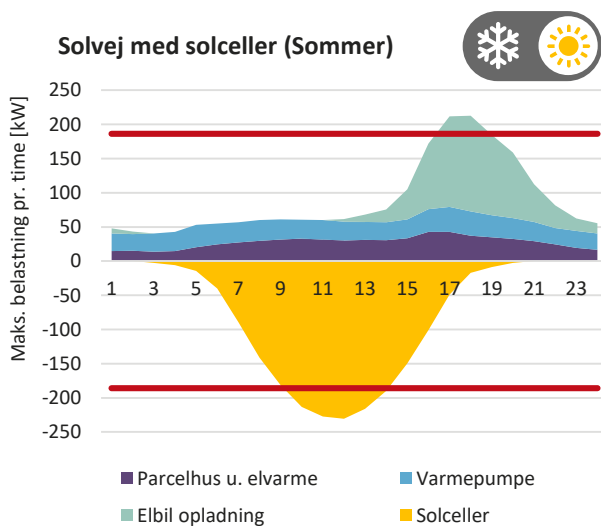
Solceller kan også skabe problemer og kun helt nyt net klarer udfordringen

Solceller kan også overbelaste Solvej

Kan overbelastningsproblemerne på vejen løses, hvis der ligger solceller alle hustagene på Solvej?



Først må vi konstatere, at solceller ikke er til megen hjælp på overbelastningsproblemet en halvmørk vinterdag i januar. Derfor ser vi her alene på belastningsprofilen om sommeren som vist i figuren herunder:



Vi kan konstatere, at det nu ikke alene er forbruget, der udgør en potentiel overbelastning. Også produktionen fra solceller kan i sig selv overbelaste elnettet på Solvej, fordi denne skal transporteres ud af villa-vejen og højere op i elsystemet.

Overbelastningsproblemet er derfor nu reelt udvidet til tidsrummet kl. ca. 9.00-19.00, hvor der simpelthen ikke er tilstrækkelig stor samtidighed mellem produktionen fra solcellerne og forbruget til at løse overbelastningsproblemet. Derfor er der også om sommeren risiko for strømafbud på Solvej.

Kan nyere net klare udfordringen?

Ændringen i netdimensioneringskriterierne, som blev indført fra starten af 00'erne, medførte bl.a. krav om færre huse pr. radial. Det betyder, at overbelastningsrisikoen i de ca. 8.000 km lavspændingsnet, der er etableret i de seneste 15 år, er mindre. Men den eksisterer dog fortsat.

Helt nyt net dimensioneres i dag efter endnu strengere belastningskrav, hvilket bl.a. betyder, at der i dag lægges kabler med større kapacitet, end det var praksis blot få år tilbage.

De nugældende dimensioneringskriterier er højst opfyldt for ca. 1.000 km lavspændingsnet på de nyeste danske villaveje. Dvs. for kun knap 3 pct. af elnettet på de danske villaveje.

Vores analyser viser, at et helt nyt net med stor sandsynlighed kan klare belastningen på en villavej, hvor samtlige husstande har investeret i elbil, varmepumpe og solceller.

Men med de nuværende markedstendenser er det således kun det allernyeste net, der klarer de potentielle belastninger fra danskernes fremtidige elforbrug og egenproduktion.

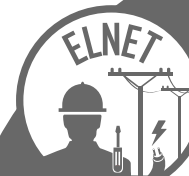
Det kan naturligvis ikke udelukkes, at fremtidige teknologispring i elbilopladningseffekt eller solcellekapacitet – eller noget helt tredje og uforudset – kan bringe nye udfordringer med sig.

Udfordringer i mange år endnu

Først om ca. 25 år vil det eksisterende net på Solvej være helt fornyet. Og først i ca. 2060 – dvs. efter en fuld reinvesteringscyklus – har vi et lavspændingsnet, der er dimensioneret efter de allernyeste kriterier og dermed samlet set kan klare den potentielle belastning fra markedstendenserne.

Vi må altså finde på nye løsninger på problemerne på Solvej og de ca. 8.000 km nyere lavspændingsnet i de danske villaveje, hvis vi skal undgå en aggressiv og dyr forcering af investeringer i fornyelse af nettet.

En del af svaret ligger i, at elnettatarifferne skal designes, så husholdningerne belønnes for at oplade elbilen og bruge varmepumpen på andre tidspunkter end i kogespidsen. Omvendt skal de også betales mere for at bruge elnettet, når det er mest belastet. Dermed kan en del af en dyr og forceret opgradering af elnettet undgås – hvilket er til gavn for kunderne.



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

Markeds- tendenser



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

Case: Udfordring

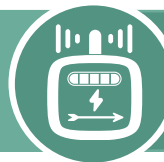


Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

Case: Løsning



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!



Den samlede løsning på kapacitetsudfordringer

Netselskabernes værktøjskasse

Netselskaberne har overordnet fire værktøjer til at løse kapacitetsudfordringer i nettet på Solvej og andre svært belastede net: 1) Løbende fornyelse af nettet, 2) Optimering af kapacitetsudnyttelse via målinger fra de fjernaflæste elmålere, 3) Aktivering af fleksibilitet og 4) Forceret fornyelse af nettet. Værktøjerne skal bruges i et interaktivt samspil, så kunderne sikres leveringssikkerhed til lavest mulig pris. Herunder præsenteres de fire værktøjer kort.

1) Løbende fornyelse af nettet: Når nettet er udtjent, medfører netfornyelse i sig selv en opgradering til højere kapacitet. Derfor er den løbende fornyelse et primært værktøj til at imødegå kapacitetsudfordringer på lang sigt. Men det tager mange år at gennemløbe en investeringscyklus, så de svært belastede net er fuldt rustede til at fremtidens udfordringer. Derfor skal flere værktøjer i brug på kortere sigt, *men som også skal tænkes ind forud for eller i forbindelse med fornyelse.*

2) Optimering af kapacitet via målinger: Ud fra detaljerede spændings- og effektmålinger fra de fjernaflæste målere hos kunderne vil netselskaberne løbende følge med i tilstanden og belastningen på helt specifikke radialer i nettet. Det gør netselskaberne i stand til at drive nettet meget tættere på kapacitetsgrænsen. Med disse præcise data kan netselskaberne opdage fejl eller risiko for overbelastning, allerede inden de resulterer i strømafbud. Dermed er øjeblikmålinger afgørende for netselskaberne til at imødegå kapacitetsudfordringer. Derudover er netselskabernes målinger en forudsætning for aktivering af fleksibilitet.

3) Aktivering af fleksibilitet: Tidsdifferentierede tariffer bruges til at sende et signal til kunderne om, hvornår nettet er særligt belastet og dermed, hvornår fleksibilitet har størst værdi. Hvis tariftsignaler ikke er nok, kan netselskabet benytte markedsløsninger for fleksibilitet, fx aftaler med aggregatorer eller operatører af batterier.

Der kan også være tale om afbrydelighedsaftaler med enkelte kunder eller aftaler om specifikke effektbehov.

4) Forceret fornyelse af nettet: Hvis måling, tariffer og aftaler ikke er tilstrækkeligt til at løse kapacitetsudfordringer, må netselskabet forcere netfornyelsen. Det er voldsomt dyrt at forcere investeringer i fornyelse af net med mange års restlevetid. Derfor er der stort behov for de værktøjer, der kan imødegå udfordringen på kortere sigt. Dette værktøj er reelt en fremrykning af værktøj 1, og det uddybes derfor ikke særskilt i det følgende. For at accelerere aktiveringen af fleksibilitet er der særligt behov for to trin, som branchen allerede har i gangsat: Udvikling af moderne tarifiering og nyt markedssetup for fleksibilitet





Øgede investeringer til fornyelse af nettet i vente

Voksende netinvesteringer i vente

Solvej er en "aldrende dame", der successivt trækker sig tilbage i takt med den løbende fornyelse af lavspændingsnettet. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at det net, der anlægges i dag, er et net med en helt anden kapacitet og konfiguration end de kabler, der blev lagt før i tiden, og som ofte var i materialer som papir, olie eller kobber.

Når netselskaberne i dag lægger tykkere kabler i pex eller aluminium og samtidig kobler færre huse på hver station, er der altså tale om en kombination af ny teknologi og bedre kvalitet, som samlet set resulterer i et stærkere og mere robust net.

Dertil kommer, at netselskabernes investeringer typisk er cykliske, dvs. falder i bølger alt efter hvornår, der historisk har fundet en omfattende fornyelse sted.

Derfor ser mange netselskaber ind i markant voksende investeringer til fornyelse af nettet i den kommende net-generation, hvis de skal kunne garantere en leveringssikkerhed i fremtiden på niveau med den, vi oplever i dag. De øgede investeringer kommer, uanset at vi får gjort forbruget fleksibelt, dog i et mindre omfang end hvis fleksibiliteten ikke aktiveres.

Eksemplet med Dinel, Konstant og Trefor i boksen peger på en fordobling af investeringerne omkring 2030 og godt en tredobling frem mod 2050.

Fremrykning af investeringer er dyrt

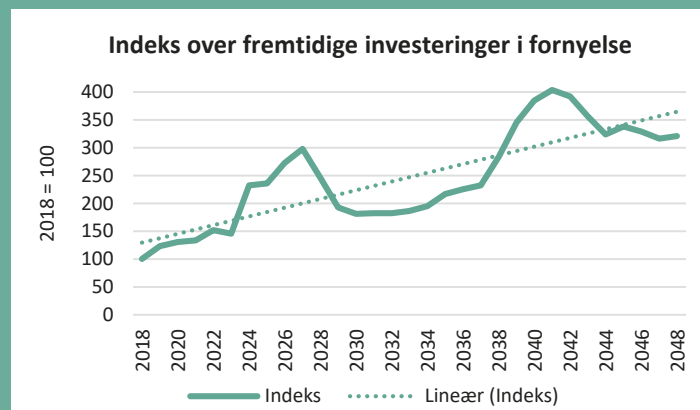
Enhver fremrykning af en investering er forbundet med en omkostning. I et voksende investeringsscenario er nutidsomkostningen ved en fremrykning højere end i et konstant eller aftagende scenario. Dertil kommer evt. restafskrivninger på nedtagne anlæg.

Ser vi på nutidsomkostningen ved at fremrykke forventede investeringer til fornyelse hos netselskaberne Dinel, Konstant og Trefor i bare 10 år for at kunne håndtere flere elbiler og varmepumper, beløber det sig til en meromkostning på ca. 2 mia. kr. ved en rente på 5 procent. Der er altså sund økonomi i at vente så længe, det er forsvarligt, med at forny et fungerende net.

Derfor er der tale om en nøje afvejning, når netselskaberne træffer beslutning om en fornyelse af net-anlæg. Det beror på en løbende, teknisk/økonomisk vurdering af tilstanden af netanlæggene og af fejlriskoen ved fortsat belastning. Grundlaget for disse vurderinger sker på baggrund af belastningsdata fra de fjernaflæste målere hos kunderne.

Dertil kommer påvirkninger fra andre faktorer, herunder fx by- og erhvervsudvikling samt muligheden for synergi med andre entreprenørarbejder i området.

Forventet udvikling i investeringer til fornyelse hos netselskaberne Dinel, Konstant og Trefor ved opretholdelse af dagens høje leveringskvalitet



Dinel, Konstant og Trefor har på baggrund af tilstandsanalyser af eksisterende anlæg og fejlstatistikker foretaget en langsigtsgbudgettering af forventede investeringer til fornyelse. Samlet set viser forventningen fra de tre netselskaber en fordobling af investeringsniveauet frem mod 2030 og godt en tredobling frem mod 2050. Endvidere viser fremskrivningen, at netselskabernes investeringer i betydelig grad er cykliske.





Netdimensionering og -planlægning er ikke en eksakt videnskab

Planlægning under usikkerhed

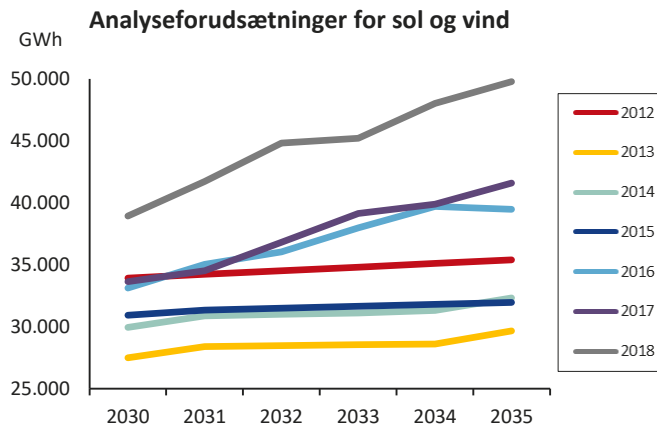
Netinvesteringer har en levetid på 40-50 år. Derfor er det afgørende for robustheden af en netinvestering, at den planlægges under nøje iagttagelse af fremtidige forventninger til belastning fra forbrug og produktion.

Selvom der gøres en stor indsats for at fastlægge præcise prognoser for den fremtidige belastning af nettet, vil der altid være en stor usikkerhed, når der skal netplanlægges op til 40-50 år ud i fremtiden.

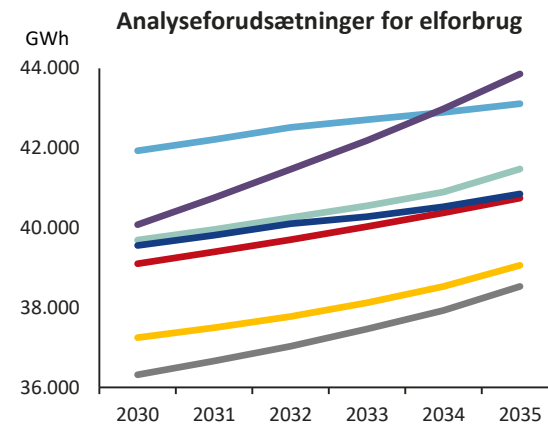
En sammenligning af analyseforudsætningerne fra de seneste 7 år viser betydelige usikkerheder i prognoserne. På forbrugssiden viser de forskellige prognoser en usikkerhed i 2035 på op til godt 16 procent af dagens forbrug.

På produktionssiden er den relative usikkerhed meget større. Her viser prognoserne en usikkerhed i samlet VE-produktion fra sol og vind på op til ca. 140 procent af dagens produktion fra disse teknologier. For det enkelte netselskab kan usikkerheden være endnu større og afhænger særligt af den lokale demografiske og industrielle udvikling, samt ikke mindst af udviklingen i den decentrale VE-produktion i området.

Det er derfor afgørende, at vi – sektor og myndigheder i samarbejde – oparbejder et solidt, konsolideret billede af fremtidens behov, så alle aktører i elsystemet har et fælles referencegrundlag for deres planlægning. Det bør ske ved at etablere en struktureret og inddragende proces for udarbejdelsen af de årlige analyseforudsætninger, som Energistyrelsen står for.



Kilde: Energistyrelsen 2018b, Energinet 2012-2017 samt egne beregninger



Hvorfor ikke højeste fællesnævner?

Selvom graveomkostningerne er betydelige i forbindelse med netfornyelse og -udbygning, er det langt fra uden betydning for de samlede investeringsomkostninger hvilke prognoser og tekniske forudsætninger, et nyt net dimensioneres efter. Det er således ikke økonomisk forsvarligt blot at planlægge efter højest mulige belastningssandsynlighed tillagt en stor sikkerhedsmargin.

Hvis nyt lavspændingsnet fx skulle dimensioneres med en sikkerhedsmargin på to gange den pt. maksimalt sandsynlige belastning fra elbiler, varmepumper og solceller, ville det rundt regnet kræve dobbelt så mange netstationer (å ca. 300.000 kr./stk.) som i dag og betydeligt mere kabel (å ca. 400.000 kr./km).

Derfor er det afgørende, at netselskaberne både nu og i fremtiden også har mulighed for at trække på solide analyseforudsætninger og fleksible ressourcer i driften og planlægningen af elnettet.

Software bliver gradvist klogere

Som i casen om Solvej, er det detaljerede effektmålinger fra de fjernaflæste elmålere, der indgår i datagrundlaget for netselskabernes dimensionering af nye net. Efterhånden, som der indhentes målinger fra nye teknologier, aggregeres disse og lægges ind i som belastningsforudsætninger i dimensioneringssoftwaren. På den måde udvikles netselskabernes planlægningsværktøj i takt med, at belastninger fra ændrede forbrugs- og produktionsmønstre måles og analyseres.





Måleren er fundament for effektivitet, kvalitet og tryghed

Elreguleringsudvalget anbefalede, at det omkring år 2020 skal undersøges, om det vil være hensigtsmæssigt at flytte netselskabernes måleransvar. Derfor er det relevant at dykke ned i net-selskabernes varetagelse af måleopgaven og i forståelsen af, hvad måledata bruges til.

Måling er en kritisk netselskabsopgave

De tre markedstendenser – elektrificering, decentralisering og hastig teknologiudvikling – betyder, at netselskaberne får behov for at drive nettet tættere på belastningsgrænsen. Det kræver desuden endnu mere detaljeret viden om fremtidige udfaldsrum i forbindelse med investeringer for, at markedstendenser kan imødegås til lavest mulige omkostninger for netkunderne.

Hvis netselskaberne ikke havde måleopgaven, ville de være nødt til at opsætte et parallelt målesystem, der kunne understøtte effektive investeringer og for at de kan drive nettet tættere på belastningsgrænsen. Som minimum ville netselskaberne skulle opsætte henved 400.000 nye elmålere på kabelskabsniveau alene for at opretholde data-grundlaget for netdriften. Hertil kommer et behov for at spejle en stor del af de individuelle målinger på tilslutningsniveau for at være i stand til at konstatere spændingsudsving og imødegå fejl og dermed begrænse udetid i nettet.

Detaljerede måledata, som løbende kan tilpasses efter konkrete og lokale driftssituationer, er således kritiske i forhold til at sikre fortsat høj leveringsikkerhed til kunderne.

Neutral validering beskytter kunderne

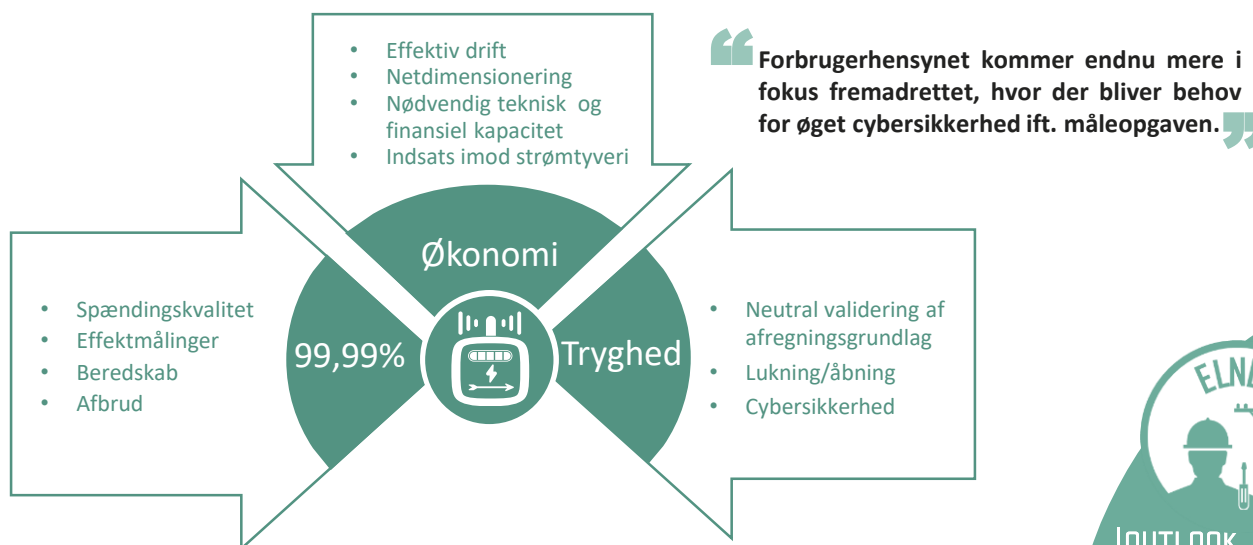
Det er centralt at vide, at måling af kundernes kWh-forbrug kun udgør et lille udsnit af de typer målinger, som hentes fra de fjernaflæste målere. Der hentes mange andre typer målinger fra målerne til sikring af drift, vedligeholdelse og udbygning af distributionsnettet. Eksempelvis data for spændingskvalitet, effekt, afbrud m.m. Ikke desto mindre er netselskabernes neutrale validering af de afregningsdata, som markedsaktørerne udskriver regninger på grundlag af, et vigtigt element i den samlede forbrugerbeskyttelse i markedet.

Netselskabernes validering og viderefremstilling af måledata til DataHub sker med vedvarende høj kvalitet og rettidighed, hvilket er afgørende for den grundlæggende detail- og balanceafregningsmodel i elmarkedet. Det er også netselskabernes opgave at åbne og lukke strømmen hos kunderne, fx ved indflytninger eller manglende betaling.

Heri ligger også en neutral forbrugerbeskyttelsesfunktion, idet markedsaktører ikke kan forskelsbehandle kunder fx på basis af tidligere oplevelser med de pågældende kunder. Det sikrer kunden en fair behandling i elmarkedet via netselskabet.

Behov for styrket indsats overfor cybertruslen

Cyberangreb, som rettes mod samfundskritisk el-infrastruktur, herunder målerinfrastruktur og SCADA-systemer, truer leveringssikkerheden og kan ramme vitale samfundsfunktioner med betydelige menneskelige, økonomiske og materielle omkostninger til følge. Netselskaberne tager cybertruslen meget alvorligt, og cyber- og informationssikkerhed udgør i dag en kerneopgave for netselskaberne med en betydelig ressourceindsats. Branchen er endvidere i færd med at tage initiativ til en styrket, tværgående indsats på dette område.





Fleksibiliteten hos kunderne er der: Men den skal aktiveres og fastholdes!

Fleksibiliteten er allerede dokumenteret

I projekterne EcoGrid EU og EcoGrid 2.0 (EcoGrid 2018) har en lang række aktører sammen med 800 bornholmere over en årrække vist, at forbrugsfleksibilitet ikke er "fugle på taget".

Erfaringerne viser, at forbrugsadfærden rent faktisk kan påvirkes i en retning, der understøtter funktionen af elnettet og af elsystemet i det hele taget.

I EcoGrid EU var det overladt til kunderne selv at reagere på tidsdifferentierede prissignaler, mens det i EcoGrid 2.0 er aggregatorer, der puljer og styrer elforbruget fra kundernes varmepumper og elradiatorer. Et vigtigt omdrejningspunkt er brugen af data fra netselskabernes elmålere til aktørernes verificering af fleksibiliteten og til avanceret data-behandling.

De færreste ville finde det komfortabelt at holde komfuret og lyset slukket for at undgå strømafbud. Men erfaringerne viser, at de færreste opdager, hvis opladningen af elbilen udskydes et par timer, eller varmepumpen skrues ned for effekten, mens komfuret kører på højtryk i kogespidsen.

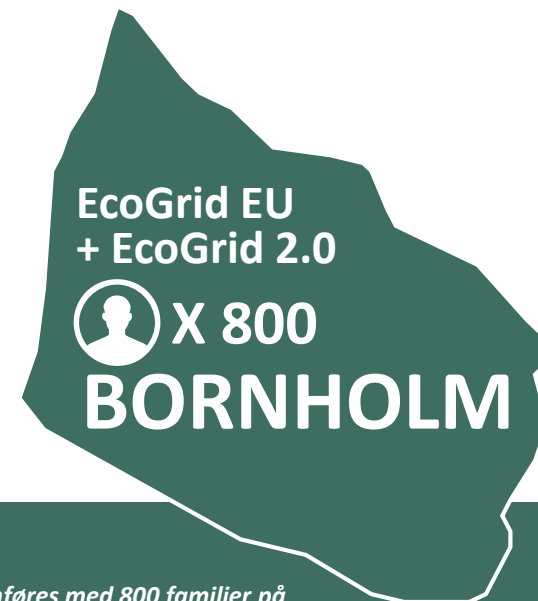
Prissignaler virker

Konklusionen fra EcoGrid EU var, at kunderne kan bringes til at reagere på tidsdifferentierede prissignaler. Effekten syntes dog at være forbundet med en betydelig "nyhedens interesse", som gradvist aftog, og det samme gjorde effekten på forbrugsprofilerne derfor også.

Aggregatorer forstærker og fastholder effekt

Modsat viser de foreløbige erfaringer fra EcoGrid 2.0, at man kan opnå en vedvarende effekt af prissignaler, hvis aggregatorer påtager sig at optimere forbruget på kundernes vegne. Dvs., uden at den enkelte kunde selv skal beskæftige sig med den løbende justering og timing af elforbruget.

Det demonstrerer et afgørende potentiale for fleksibilitet i elnettet. Samlet handler det derfor om at finde løsninger, som hverken forudsætter omfattende bevidste adfærdændringer, eller går ud over komforten hos den enkelte kunde.



Uddrag af artikel om EcoGrid 2.0

Forsknings- og udviklingsprojektet EcoGrid 2.0, der gennemføres med 800 familier på Bornholm, viser, at elkunder kan gøre driften af det danske elsystem billigere ved at lade deres varmepumper og el-radiatorer styre af aggregatorer.

Teknisk kan det nu lade sig gøre at styre varmepumper og el-radiatorer i private hjem og sommerhuse, så deres forbrug kan skubbes i tid. Dermed kan apparaterne hjælpe elsystemet med at indpasse mere grøn energi og blive billigere i drift. Det viser forsknings- og udviklingsprojektet EcoGrid 2.0, hvor 800 familier fra Allinge-Sandvig til Dueodde på test-øen Bornholm stiller deres varmeapparater til rådighed for praktikere og forskere.

– Vi har vist, at vi både kan skruer op og ned for elforbruget, uden forbrugerne mister komfort. Resultaterne er robuste og rigtig spændende, siger forsknings- og teknologidirektør Jørgen S. Christensen fra Dansk Energi, der er projektleder for EcoGrid 2.0, i forbindelse med et velbesøgt midtvejsseminar med statusoplæg og en livedemonstration af, hvordan styringen foregår i praksis.

Bornholms Energi & Forsyning har med direkte kontakt til de mange husstande en central rolle i EcoGrid 2.0, der også omfatter vidt forskellige parter som DTU, Inero, IBM, Krukow, CBS og 2+1. De 800 EcoGrid-huse på Bornholm er forsynet med styrebokse og sensorer, så to såkaldte aggregatorer, IBM og Inero, kan fjernstyre varmen inden for de komfortgrænser, hr. og fru Bornholm definerer. Styringen kan både hjælpe elsystemet med at holde balancen mellem produktion og forbrug og Bornholms Energi & Forsynings lokale distributionsnet med at holde forbruget under belastningsgrænserne i lavspændingsnettet.





Tidsdifferentierede nettariffer skal vise elnettes begrænsninger

Trin 1

Udvikling af moderne tarifiering



I fremtiden er det lige så vigtigt, *hvornår* kunden bruger strøm, som *hvor meget* kunden bruger ”

Markedstendenserne medfører nyt forbrug og nye belastningsmønstre i elnettet. Nye spidsbelastninger vil skabe store investeringsbehov, hvis ikke en del af belastningen flyttes til andre tidspunkter.

Tariffer skal give målrettede prissignaler

Tarifferne kommer derfor i fremtiden til at være et vigtigt redskab til at give prissignaler til netkunderne i højere grad end blot en fordeling af nettets omkostninger på kundesegmenter. Dette kan ske ved tidstariffer, effekttarifiering, aftaler om begrænset netadgang og andre prissignaler, der honorerer fleksibilitet. Eksempelvis ved, at kunderne skal betale mindre for at bruge nettet i perioder med rigelig kapacitet.

Tariffen skal fortsat være omkostningsægte, så kunderne samlet set betaler for de omkostninger, de giver anledning til. I fremtiden afhænger netkundernes betaling bare mere af hvor og hvornår forbruget finder sted, og ikke alene af det samlede forbrug over fx et helt år.

Tarifiering skal følge med tiden

Tarifieringen kan ikke låses fast for bestandigt. Det er nødvendigt for netselskaberne at være omstillingsparate og i stadig højere grad løbende tilpasse og målrette tarifiering til fremtidens behov, herunder nye forbrugs- og produktionsmønstre.

I Danmark er vi langt fremme med en fælles branchemodel for nettariffer, som allerede understøtter tidsdifferentiering. Netselskabernes fælles målsætning er, at nettariffen tidsdifferentieres i forbindelse med indførelsen af flexafregning senest i 2020.

Dermed kan tarifferne i sig selv give incitamenter til kunderne om at bidrage til at afhjælpe det lokale nets begrænsninger, når nye belastninger fra elbiler, varmepumper og solceller kommer. Det bliver man som netkunde så også belønnet for gennem de tidsdifferentierede tariffer.

Enkelhed og styrke

Tariffen skal i sidste ende være forståelig og give mening i markedet. Det er forudsætningen for, at kunderne eller aggregatorerne kan agere efter den. Det kræver både, at udformningen ikke bliver for kompleks, og at tarifsignalet har en vis styrke. Samlet skal netselskaberne prissætte brugen af nettet og deres behov for fleksibilitet sådan, at det er markedet, dvs. netkunderne og deres leverandører, der i den enkelte situation definerer den konkrete løsning og adfærd. Det indebærer bl.a., at det prissignal med størst styrke vinder, hvis flere signaler, fx elpris og nettarif, peger i hver sin retning.



Inddrag kunderne

Tarifiering skal give mening for netkunderne. Det gælder både DSO- og TSO-tariffer. Dansk Energi og Energinet har igangsat et fælles tarifprojekt, hvor der frem mod 2020 tænkes tariffer på tværs med interessent- og kundeinddragelse i centrum.

Projektets omdrejningspunkter er:

Der afholdes interviews med kerneinteressenter, og aktiv dialog med interessenter og myndigheder.

Et nyt tarifdesign har stor betydning for den grønne omstilling, og kunderne vil gerne bidrage.

Fleksibilitet i forbruget vil efterhånden føre til lavere samlede omkostninger for alle kunder

Tarifferne skal tænkes sammen, så kunderne oplever sammenhængende tarifsignaler på tværs af DSO og TSO.

Tarifferne skal give mening for kunderne.

Tarifiering drejer sig også om fordeling af omkostninger, så når de sænkes ét sted, må de i udgangspunktet hæves et andet.





Nyt marked skal booste fleksibilitet

Trin 2

Netselskaberne, Dansk Energi og Energinet designer nyt markedssetup for fleksibilitet



Hvordan skaber vi et marked og hvilken rolle får aggregatorer?



Det er netselskabernes opgave at fastsætte tariffer, som tydeligt signalerer værdien af fleksibilitet i el-distributionsnettet og dermed skaber det grundlæggende incitament til fleksibilitet. Det er imidlertid markedet, der ud fra prissignalerne skal skabe forretningsmodeller og levere ydelser, der svarer på og skaber kontant kundeværdi ud fra dette incitament.

Foreløbige erfaringer med EcoGrid 2.0 viser, at incitament kan omsættes til mærkbare, vedvarende ændringer i netbelastningen ved, at aggregatorer påtager sig den tekniske styring af apparater. Dermed kan de optimere det samlede prissignal fra elpris og nettariffer på vegne af kunderne. På den måde opnår både kunder og elsystem besparelser.

Måling er en forudsætning

Markedsudviklingen peger indtil videre på, at aggregatorer typisk segmenterer og specialiserer sig på bestemte forbrugsteknologier, fx porteføljer af el-biler eller varmepumper. Det skyldes formentlig, at det kræver en betydelig grad af teknisk indsigt at kunne tilbyde sine kunder en samlet attraktiv og komfortabel service, herunder typisk også en finan-

siering af elbilen eller varmepumpen.

Hvis den enkelte aggregator skal kunne skabe kontant værdi for sine kunder, forudsætter det, at den apparatspecifikke forbrugsprofil kan isoleres fra resten af kundens elforbrug. Hvis den enkelte profil ikke kan isoleres validt, vil en aggregator ikke kunne demonstrere sin egen værdiskabelse, og dermed er der ikke grundlag for en forretningsmodel.

Nyt markedssetup vil accelerere værdiskabelse

I mange elbiler og varmepumper er der allerede integrerede målere til styring og monitoring. Målingerne herfra lever imidlertid ikke op til de strenge præcisions-, validerings- og kontrolkrav, der gælder for afregningsmålinger i elmarkedet ifølge EU-regler.

Derfor er apparatmålinger i dag reelt ikke anvendelige til at afregne ydelser i elmarkedet. Den enkelte aggregator kan således ikke skabe konkret værdi af målingerne i form af fleksibilitet ved fx at styre forbrug efter elpris eller tidsdifferentierede nettariffer.

På denne baggrund er der behov for at udvikle et markedssetup, hvor apparatmålinger reelt kan nyttiggøres som fordelingsmålere, hvor hovedmåleren garanterer for den validiteten af den samlede måling hos netkunden.

En alternativ vej at gå er at benytte standardprofiler for forskellige apparater og statistiske modeller til at isolere fx et elbilforbrug fra kundernes almindelige forbrug. Det er denne valideringsmetode, der benyttes i EcoGrid 2.0.



Nyt initiativ

Et helt nyt initiativ fra netselskaberne, Dansk Energi og Energinet skal

Undersøge og teste, hvordan apparatmålinger fra fx aggregatorer kan bringes i spil i elmarkedet til isolering af apparatforbrug bag en hovedmåler, som netselskabet har ansvaret for.



Udvikle og teste et nyt markeds- og aftalesetup, der gør det muligt for markedsaktører at levere geografisk afgrænsede fleksibilitetsydelser til netselskaber eller til Energinet.

Foreløbige resultater forventes indenfor 12 måneder og en række forskellige aktører vil blive tæt inddraget undervejs.



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

**Markeds-
tendenser**



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

**Case:
Udfordring**



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

**Case:
Løsning**



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering

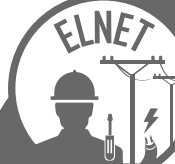


EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

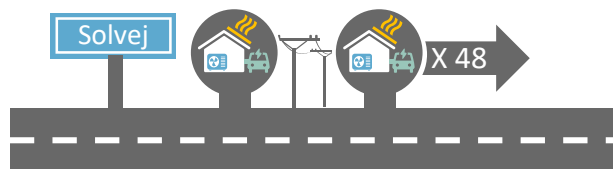
Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!

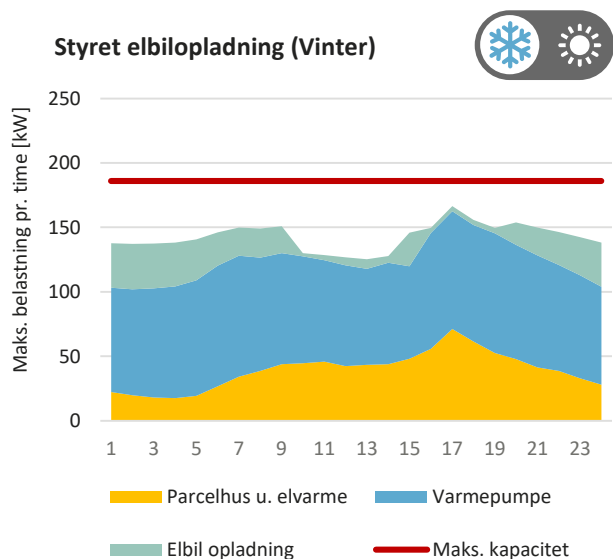


Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej



Fleksibilitet er afgørende

Ser vi på vintersituationen igen på Solvej, så vil tidsdifferentierede nettariffer og intelligent styret opladning af elbiler kunne løse problemet. Hvis vi antager, at der kun er et begrænset antal elbiler, som oplades i tidsrummet 9-14, hvor de fleste biler er parkeret ved ejernes arbejdspladser, så kunne en fleksibel belastningsprofil se ud som vist i figuren:

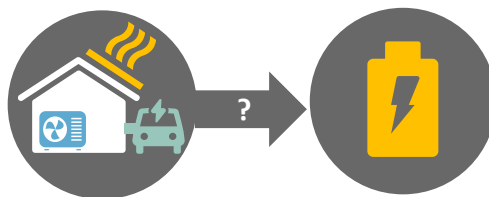


Om det er kunderne selv eller en aggregator, der leverer fleksibiliteten på Solvej ved at styre flere elbilopladninger, er ikke afgørende for netselskabet. Men det er afgørende, at der er tale om en varig og sikker effekt, hvis netselskabet skal undgå at forcere en fornyelse af nettet. Det hjælper ikke meget, hvis fleksibiliteten kun leveres hver anden dag.

Erfaringerne fra EcoGrid 2.0 peger som nævnt på, at effekten kan fastholdes, hvis det er aggregatorer, der styrer forbruget på vegne af kunderne. Dette kan organiseres ud fra tidsdifferentierede tariffer alene eller i kombination med effektbegrænsningsaftaler mellem aggregatorer og netselskab. På den måde kan aggregatorer levere besparelser til både kunder og netselskab og være med til at sikre effektiv udnyttelse af eksisterende net.

Sommerudfordringen kan også løses fleksibelt

Når vi har opnået en fleksibel opladning af elbilerne på Solvej, vil udfordringen om sommeren være begrænset til en risiko for overbelastning fra solceller. Husholdningsbatterier eller et større batteri lokalt i elnettet vil her kunne udgøre et aktiv i forhold til at imødegå risikoen. Det skyldes, at batterier vil kunne lagre noget af elproduktionen fra solcellerne til senere brug enten på Solvej eller andre steder i elsystemet. Det afgørende er, at effektgrænsen for radialen ikke overskrides.



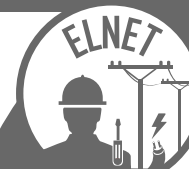
Derfor vil der formentlig være behov for en aggregator, der kan sikre tilstrækkelig samtidighed mellem afladning fra batteri og forbrug til at undgå overbelastning. På den måde kan individuelle eller decentrale batterier være med til at løse udfordringen på Solvej, også når solen skinner.

Batterier er relevante – også uden solceller

Batterier kan sammen med tariffer og andre fleksibilitetsaftaler også være med til at løse et overbelastningsproblem fra forbrug. Hvis der fx købes el ind til opladning af batterier midt på dagen, hvor der er rigelig kapacitet i nettet, og de aflades til forbrug senere på dagen, hvor nettariffen og måske også elprisen er højere, vil dette også kunne skabe værdi. Som nævnt er det ikke den konkrete tekniske løsning, der er afgørende for netselskabet, men at man kan stole på, at ydelsen rent faktisk leveres. De mest effektive tekniske fleksibilitetsløsninger skal udvikles af markedet som svar på de signaler, netselskaberne udtrykker via tariffer og gennem individuelle aftaler med aggregatorer, andre markedsaktører eller direkte med kunderne.

Konklusion: Der er håb for Solvej!
Vi kan bevare den høje leverings-sikkerhed til konkurrencedygtig pris, hvis vi bruger værktøjerne rigtigt!

Solvej



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

Markeds-
tendenser



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

Case:
Udfordring



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

Case:
Løsning



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!



EU sætter retning efter markedstendenserne

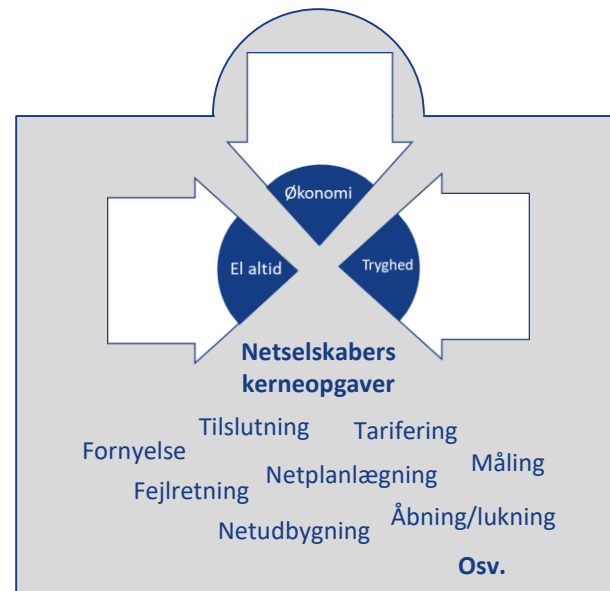
EU's Clean Energy Package: "Consumer Centered Clean Energy Transition"

EU's Clean Energy Package

Elektrificering, decentralisering og hastig teknologi-udvikling medfører ændringer for hele energisystemet. Fra EU's side forholder man sig til tendenserne i "Clean Energy Package", som indeholder et nyt eldirektiv og en tilhørende forordning. Clean Energy Package sætter således retning for hele elsystemet og definerer bl.a. netselskabernes fremtidige vilkår. Derfor er det afgørende, at dansk lovgivning tilpasses hertil, jf. figuren nedenfor.

Ånden i Clean Energy Package er fremadskuende, og det er nødvendigt at videreføre den samme ånd i dansk lovgivning, når reglerne i nær fremtid skal implementeres.

I figuren har vi beskrevet de væsentligste elementer set med netselskabsbriller og angivet, hvor vi mener, indsatsen særligt skal lægges.

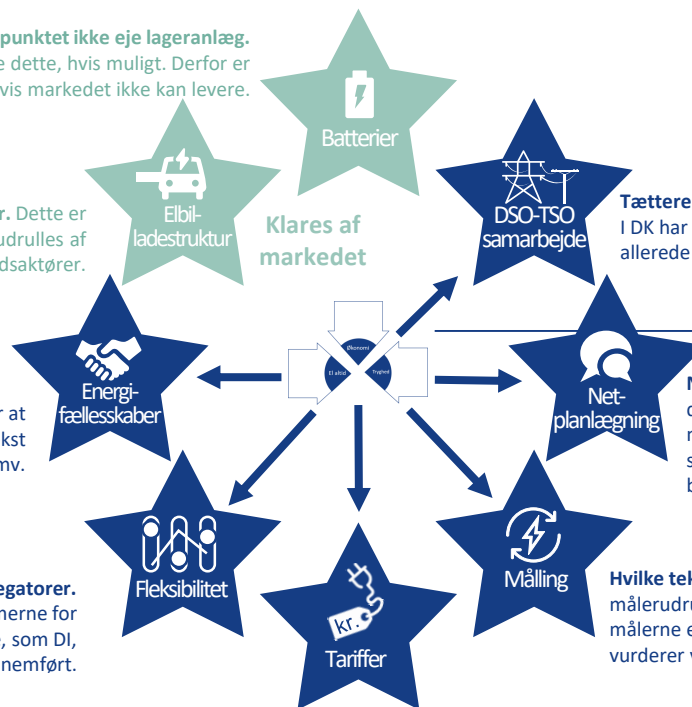


Netselskaberne må i udgangspunktet ikke eje lageranlæg.
I DK er der i branchen enighed om, at markedet skal levere dette, hvis muligt. Derfor er der alene behov for at overveje netselskabernes rolle, hvis markedet ikke kan levere.

Netselskaberne må ikke eje ladeinfrastruktur. Dette er ikke relevant i DK, da denne allerede udrulles af markedsaktører.

Rettigheder for "lokale energifællesskaber". Der er behov for at definere forskellige typer af energifællesskaber i en dansk kontekst og se på, om der er behov for at tilpasse den danske lovgivning mv.

Etablering af nationale rammer for forbrugsfleksibilitet og aggregatorer. Dansk Energi og Energinet arbejder sammen videre med rammerne for fleksibilitet og aggregatorer, bl.a. som opfølgning på et arbejde, som DI, Energinet og Dansk Energi tidligere har gennemført.



Tættere DSO-/TSO-samarbejde.
I DK har Energinet, netselskaberne og Dansk Energi allerede oprettet en ny, udvidet samarbejdsstruktur.

Netselskaberne skal fremadrettet offentliggøre netudbygningsplaner. De danske netselskaber er enige i, at langsigtet netplanlægning er en nødvendighed for at håndtere markedstendenserne, og at den fremadrettet skal være transparent. Det bør endvidere undersøges, om planerne kan benyttes i en mere fremadskuende økonomisk regulering.

Hvilke tekniske krav skal fjernaflæste målere opfylde? I DK er målerudrulningen allerede langt fremme, og de tekniske krav til målerne er fastsat i målerbekendtgørelsen fra 2013. Disse krav vurderer vi fortsat er robuste og tidssvarende.

Tarifieringen skal give prissignaler til forbrugerne om at bruge elnettet bedst muligt. Netselskaberne og Energinet koordinerer og overvejer pt. fremtidigt tarifdesign. Der kan være et behov for justering af de danske lovgivningsmæssige rammer for, at tariffene bedre kan belønne fleksibilitet og dermed understøtte en omkostningseffektiv grøn omstilling.

Dansk regulering bør følge med EU og være fremadskuende

Den økonomiske regulering i dag

Den danske økonomiske regulering af netselskaberne består helt overordnet af indtægtsrammer, benchmarking og rammer for tarifiering af kunderne.

I dag er reguleringen relativt bagudskuende. Indtægtsrammerne fastsættes på baggrund af det enkelte netselskabs historiske omkostninger. Benchmarkingen benytter moderne statistiske metoder men kører mekanisk og har fokus på, hvilke aktiver netselskabet historisk har investeret i, fremfor at tage en mere helhedsorienteret vurdering af hvilke kundeventde ydelser, netselskaberne skal levere. Og endelig trænger de lovgivningsmæssige rammer for tarifieringen til en opdatering, så tarifieringen bedre kan anvendes til at tilskynde til fleksibilitet. Det er forventningen, at der snart nedsættes en tværministeriel arbejdsgruppe, som skal se på, om rammerne for tarifiering skal opdateres.

Behov for fremadskuende regulering...

Da reguleringen sætter den ramme, som elnettet skal videreudvikles indenfor, er det naturligvis vigtigt, at den er tidssvarende og ser fremad på de opgaver, som netselskaberne skal løse i fremtiden.

Det kræver i sagens natur, at den løbende bliver tilpasset. Det gælder både den økonomiske regulering, men også reguleringen i en række af snitfladerne mellem netselskaberne og markeder. I forhold til sidstnævnte er der særligt et behov for at opdatere lovgivningen hvad angår batterier og lokale energifællesskaber. Det kan som nævnt på foregående side naturligt ske i forbindelse med, at EU's Clean Energy Package implementeres i en dansk kontekst.

... herunder indtægtsrammer...

For indtægtsrammereguleringens vedkommende er den største begrænsning i dag, at den nuværende regulering i overvejende grad tager afsæt i gårsdagens frem for i morgendagens energisystem. Det gør den ved at fastsætte indtægtsrammerne på baggrund af historiske omkostninger. Fx fastsættes indtægtsrammerne for perioden 2018-2022 på baggrund af omkostningerne i 2012-2014. Det bliver en udfordring, når energisystemet er i så hastig forandring, og 'i går' derfor ikke på samme måde kan bruges til at forudsige 'i morgen'.

For at undgå at begrænse netselskaberne i at tilpasse elnettet, så det kan håndtere fremtidens krav, er det derfor nødvendigt at gøre reguleringen mere fremadskuende. Det er i tråd med ånden i EU's Clean Energy Package, der netop også sætter rammerne for fremtidens elsystem i lyset af relevante markedstendenser.

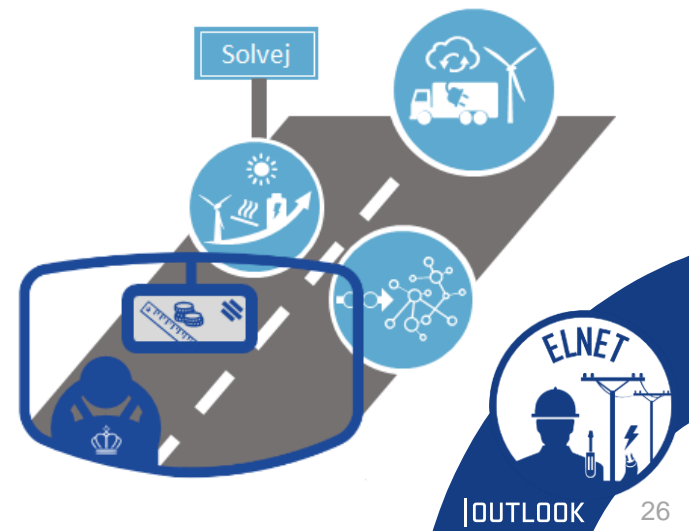
Det kan konkret ske ved, at myndigheder, netselskaber m.fl. i samarbejde får et mere solidt fælles billede af fremtiden. Det kan fx indebære styrket samarbejde om Energistyrelsens analyseforudsætninger og dialog om netselskabernes netudbygningsplaner. Sidstnævnte er i tråd med den fremtidige regulering af Energinet, hvor indtægtsrammerne bl.a. kan fastsættes på baggrund af investeringsplaner. Det er også i tråd med, at der med EU's Clean Energy Package sættes fokus på netselskabernes fremtidige netudbygningsplaner. Det er således oplagt, at disse benyttes i reguleringen.

Regulering gennem bakspejlet kan ikke løse udfordringerne på Solvej. Det er tid til at se ud gennem forruden!

... samt benchmarking og tarifiering

Ligeledes bør benchmarkingen udvikles, så den i højere grad ser fremad. Det kan fx ske ved at supplere den eksisterende mekaniske benchmarking-model med performancemål, der har fokus på kundernes behov, dvs. på, hvad nettet konkret skal levere. Dertil kommer, at benchmarkingen som redskab meget hurtigt skal gentænkes alene af den grund, at antallet af selskaber skrumper.

Endelig er der som nævnt behov for, at lovgivningen omkring tarifiering får det varslede servicetjek. Lovgivningen bør opdateres, så den kan rumme et fremtidsrettet tarifdesign, hvor netselskabernes opkrævning af indtægtsrammen fra de enkelte kundetyper sker, så kunden har incitament til en adfærd, der minimerer omkostningerne ved den grønne omstilling. Lovgivningen bør således fx kunne rumme, at tarifieringen kan understøtte fleksibilitet i forbruget, så elnettet udnyttes bedst muligt, ligesom den bør tage stilling til egenproducenter og nye typer teknologi.



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

Markeds-
tendenser



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

Case:
Udfordring



Markedstendenser presser villavejen Solvej

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

Case:
Løsning



Sådan håndterer vi udfordringen på Solvej

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!



Elnet til fremtiden: Hvilke tiltag kræver det i dag?

Et elnet til fremtiden kræver nye tiltag

For at vi kan løse morgendagens udfordringer, kræver det handling allerede i dag. Dette outlook har fokuseret på hvilke redskaber, netselskaberne skal forbedre eller udvikle, for at danskerne kan bevare en rekordhøj leveringssikkerhed set i lyset af en elektrificering, decentralisering og hastig teknologiudvikling.

Den løbende fornyelse af elnettet gør naturligvis sin del og giver os i fremtiden et net med væsentlig højere ydeevne end i dag. Men det er ikke nok, og det er dyrt at forcere investeringer i fornyelse. I mellemtiden hjælper detaljerede måledata os til at udnytte det eksisterende net meget bedre, og gør os også i stand til at dimensionere nyt net meget mere præcist. Ikke mindst er der behov for at aktivere og benytte kundernes fleksibilitet, hvis vi skal gennemføre den grønne omstilling til den lavest mulige omkostning for danskerne. Det skal ske ved videreudvikling af tarifieringen og udvikling af et nyt marked for fleksibilitetsydelse.

Udviklingen bør ske i dialog mellem kunder, markedsaktører, myndigheder, Energinet og netselskaber, og gå hånd i hånd med en opdatering af den eksisterende lovgivning og regulering. Særligt vil det igangværende DSO-TSO-samarbejde være omdrejningspunktet for en række af de tiltag, som vi forudser, at branchen skal sikre.

DET SIKRER BRANCHEN



- Udrulning af fjernaflæste målere og indførelse af flexafregning senest i 2020
- Tidsdifferentierede nettariffer i forbindelse med indførelse af flexafregning
- Videreudvikling af en fremtidssikret, omkostningsægte tarifiering, der også understøtter grøn omstilling og netkundernes fleksibilitet
- Videreudvikling af intelligente vilkår for tilslutning af forbrug og produktion, herunder belønning af netkunder ved accept af afbrydelighed
- Tilslutning af batterier og lokale energifællesskaber med fokus på værdiskabende samspil med elnettet
- Understøttelse af standardiseret dataplatform for validering af apparatmålinger, der kan bringe fleksibilitet til markedet
- En moderne markedsmodel, som kan understøtte flaskehalshåndtering i distributionsnettet ved aktiv brug af markeder for fleksibilitet
- Et forpligtende DSO/TSO-samarbejde, der er på forkant med EU's Clean Energy Package
- En styrket tværgående indsats mod cybertruslen
- Et fremtidssikkert elnet, der fortsat er i verdensklasse med tårnhøj leveringssikkerhed, og som er drevet effektivt på et forretningsmæssigt grundlag

DET SIKRER MYNDIGHEDERNE

- En struktureret og involverende proces med aktører omkring udarbejdelse af langsigtede analyseforudsætninger, som kan indgå i sektorens investeringsplaner og danne grundlag for udvikling af regulering
- Fremadskuende økonomisk regulering senest fra 2023, der i takt med markedstendenser og på baggrund af analyseforudsætninger understøtter fremtidige behov
- Moderne benchmarking baseret på centrale performancemål, som inkluderer hensyn til grøn omstilling, strukturudvikling, rammevilkår og kundebehov
- Modernisering af rammelovgivning for tarifiering, så netselskaberne kan udvikle en fremtidssikret, omkostningsægte tarifiering, der understøtter grøn omstilling og fleksibilitet
- Præcisering af rammerne for, at netselskaberne kan stille standardiserede, uvaliderede måledata hurtigt til rådighed for kunder og markedsaktører
- Definition og fastsættelse af rammevilkår for batterier og lokale energifællesskabers samspil med elnettet
- Et solidt fundament for den fremtidige drift og udvikling af elnettet, herunder rammer for fremtidige bevillinger og måleansvar



Summary



Hovedkonklusioner og anbefalinger

Markeds-
tendenser



Elektrificering



Decentralisering



Teknologi

Case:
Udfordring



Markedstendenser presser villavejen "Solvej"

Løsninger



Fornyelse



Måling



Fleksibilitet

Case:
Løsning



Sådan håndterer vi udfordringen på "Solvej"

Regulering



EU's svar på markedstendenser – og hvad gør vi i Danmark?

Fremtiden



Elnet til fremtiden kræver handling i dag!

Referencer



Kilder og appendiks



Følg kilderne i analysen

Dansk Energi 2018a: Afregning for individuelle solcelleanlæg. Se <https://www.danskeenergi.dk/nyheder/analyse-solceller-kommer-tilbage-pa-danske-tage>

Dansk Energi 2018b: Netteknisk analyse af lavspændingsradialer. Se appendiks.

EcoGrid 2018: EcoGrid 2.0 – Brug energien smartere (2016-2019). Se <http://www.ecogrid.dk>, herunder henvisning til afrapportering af EcoGrid EU (2011-2015)

Energinet 2012-2017: Analyseforudsætninger 2012-2017. Energinet. Se <https://energinet.dk/Analyse-og-Forskning/Analyseforudsætninger>

Energistyrelsen 2018a: Basisfremskrivning 2018. Energistyrelsen. Se <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger>

Energistyrelsen 2018b: Analyseforudsætninger 2018 – Høringsudgave. Energistyrelsen. Se <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energinet>

Green Emotion/Dansk Energi 2013: Grid Impact studies of electric vehicles. Se <http://www.greenemotion-project.eu/dissemination/deliverables-infrastructure-solutions.php>

RA594: Belastningsprofiler til dimensionering af lavspændingsnettet, Del 1: Generering af belastningsprofiler og sammenligning med velandekoefficienter. Se <https://www.danskeenergi.dk/udgivelser/belastningsprofiler-til-dimensionering-lavspaendingsnettet-del-1>

RA595: Belastningsprofiler til dimensionering af lavspændingsnettet, Del 2: Metode til aggregering af belastningsprofiler. Se <https://www.danskeenergi.dk/udgivelser/belastningsprofiler-til-dimensionering-lavspaendingsnet-del-2>

Regeringen 2018: Sammen om en grønnere fremtid: Klima- og luftudspil. Regeringen. Se <https://www.regeringen.dk/nyheder/miljoe-og-klimaudspil/>

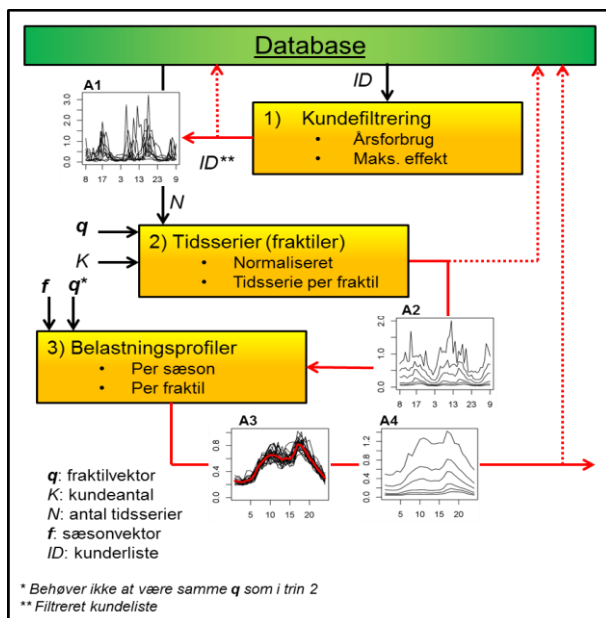




Netteknisk analyse af lavspændingsradialer

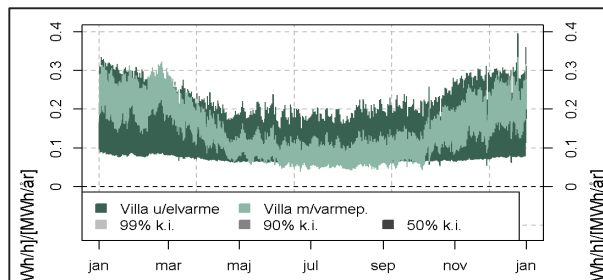
Metoden til generering af belastningsprofiler

Metoden er beskrevet i rapporter RA594 og RA595, som bruges til dimensionering af lavspændingsnettet i dag. Dette er kort beskrivelse af disse to rapporter. I figuren nedenfor kan metoden til udarbejdelsen af belastningsprofilerne ses. I det efterfølgende afsnit beskrives figuren nærmere.



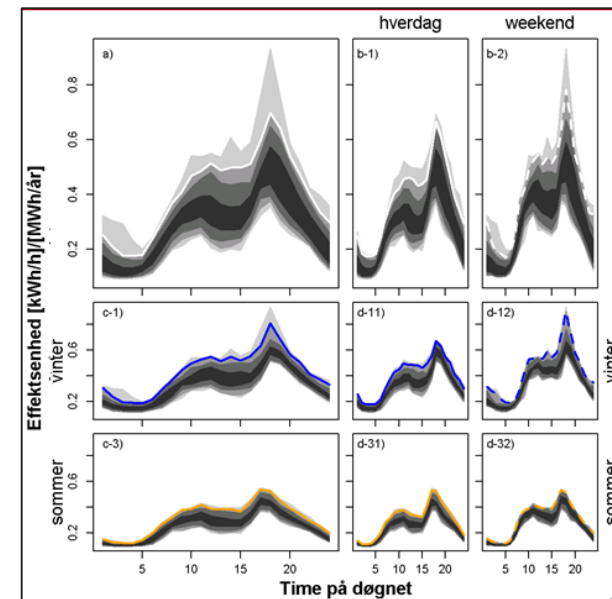
Database

Databasen indeholder anonymiserede tidsserier med opløsning på timeniveau fra fjernaflæste elmålere for et år. Mængden svarer til ca. 8 % af det danske forbrug. Et eksempel på et års data, som ligger i databasen er vist i figuren nedenfor:



Kundefiltrering, tidserier og belastningsprofiler

Ud fra kunders årsforbrug og tilsvarende makseffekt er døgnprofiler bestemt som 95%-fraktile over året. Derudover har vi også genereret døgnprofiler fordelt på årstiderne. I figuren nedenfor kan man se døgnvariationerne for sommer og vinter, samt en samlet profil for begge årstider. For den videre brug af døgnprofilerne anvendes 99% fraktile, markeret med de hvide, blå og gule kurver.

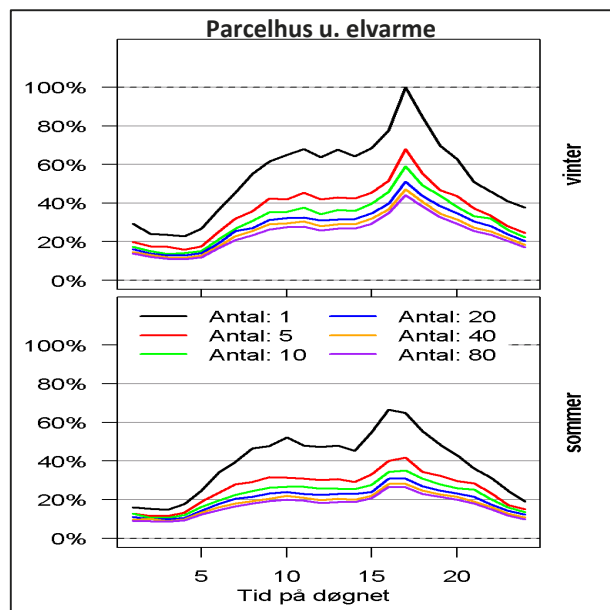




Analysemetoder ift. solceller og elbiler

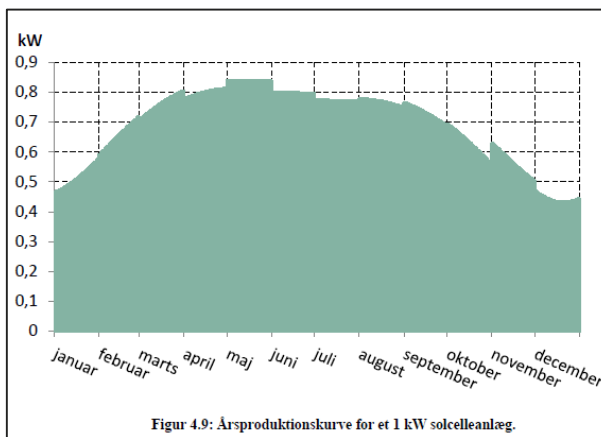
Aggregering af flere ens kunder

Når der er flere ens kunder, vil de ikke forbruge strømmen på samme tid. Derfor er der en såkaldt udligning mellem kunderne desto flere, der er. Dette er der også taget højde for i den metode, som er anvendt. På figuren er der et eksempel for 1, 5, 10, 20, 40 og 80 parcelhuse. For få antal parcelhuse er belastningen større pr. hus, end hvis der er 80 parcelhuse. Dette er pga. udligningen mellem parcelhusene. De forbruger ikke strøm samme tid, fx laver de ikke mad og ser tv eller benytter elektronik i hjemmet på samme tidspunkt.



Solceller

Solcelleprofilerne er udarbejdet ud fra en antagelse om skyfri himmel for et helt år for at identificere den maksimale belastning, som lavspændingsnettet vil blive udsat for. På figuren nedenfor vises produktionen for et solcelleanlæg på 1 kW ud fra en måling af solindfaldet over et år. De forskellige "hop" skyldes luftens uklarhed, som er regnet som et månedsgennemsnit. I analysen er benyttet et 6 kW anlæg ved at opskalere data fra 1 kW anlæg.



Figur 4.9: Årsproduktionskurve for et 1 kW solcelleanlæg.

Elbiler

Metoderne for elbiler er fra det EU-støttede Green Emotion projekt (Green Emotion/Dansk Energi 2013). Dette er en kort beskrivelse af denne metode.

Idet der ikke findes tilstrækkelige reelle data om elbilers belastning af nettet til at kunne udarbejde brugbare belastningsprofiler, anvendes simuleringer, hvor der er foretaget en række antagelser.

Det er antaget, at en elbil oplader med 3,7 kW ved 230 V. Det er ydermere antaget, at alle elbiler kører hjemmefra om morgenen, kommer hjem om eftermiddagen eller aftenen, og at elbilerne ikke oplades andre steder end i hjemmet. Deres kørselsbehov og antal kilometer, de kører, er baseret på tal fra Danmarks statistik. Batteristørrelsen er ikke afgørende, da opladningsbehovet er det samme givet et specifikt kørselsbehov.

En højere opladningseffekt fx på 11 kW vil påvirke opladningsprofilen, Effekttøkket for den enkelte elbil bliver højere. Til gengæld bliver opladningstiden kortere, og dermed vil færre elbiler oplade på samme tid. Den samlede energi, der skal lades er uafhængig af ladeeffekten.

Det skal bemærkes, at et parcelhus har et leveringsomfang svarende til 17,3 kW i alt. Hvis man har en 11 kW oplader, er der ikke meget plads til fx en varmepumpe i en parcelhuset, hvilket vil skabe et behov for at begrænse opladningseffekten.

