



Elektrificering

Perspektiver for elektrificeringens indflydelse på installationsfagene

RAPPORTEN ER UDARBEJDET AF EA ENERGY ANALYSES FOR TEKNIQ ARBEJDSGIVERNE



Ea Energianalyse

TEKNIQ ARBEJDSGIVERNE

Introduktion

I Danmark har alle folketingets partier en ambition om uafhængighed af fossile brændsler i 2050, og energiaftalen fra 2018 sætter et mål om 55% vedvarende energi i Danmark i 2030, hvor el-og fjernvarmesektoren bliver næsten 100% baseret på vedvarende energi. Elektrificering (dvs. omstilling af andet energiforbrug til el) forventes at være en af hjørnestenene i den grønne omstilling og en udvikling, der kan få stor indflydelse på installationsfagernes arbejdsopgaver.

Ea Energianalyse har i den forbindelse gennemført en analyse af perspektiver for elektrificeringens indflydelse på installationsfagene i Danmark. Analysen har særlig fokus på, hvad tendenser og politiske beslutninger kan komme til at betyde for danske installatører, når vi ser ind i en fremtid med stigende elektrificering af samfundet og den individuelle opvarmning. Dette undersøges bl.a. ved scenariefremskrivninger af investeringer i forskellige typer teknologier: luft-vand og luft-luft varmepumper, elbiler og ladestandere, køling og ventilation, gasopvarmning, elvarme og solenergi.

Analysen er udarbejdet for TEKNIQ Arbejdsgiverne.

Juni 2019

Udarbejdet af:
Ea Energianalyse
Gammeltorv 8, 6. tv.
1457 København K
T: 60 39 17 16
E-mail: info@eaea.dk
Web: www.eaea.dk





Resume og konklusioner

RESUME

Folketinget har, bl.a. med Energifaftalen fra juni 2018, besluttet, at Danmark skal arbejde for netto-nuludledning af klimagasser i 2050.

Klimamålsætningerne i Danmark og internationalt har haft stor betydning for den udvikling, der er set i energisektoren de senere år, og som ventes at fortsætte. Vind og sol er i dag de mest konkurrencedygtige alternativer til traditionel kulraftbaseret elproduktion, og VE kan i 2030 udgøre 50%-60% af elforsyningen i Europa og næsten 100% af elforsyningen i Danmark. Forventningerne baseres dels på klimaambitionerne og dels på, at vind og sol fremadrettet ventes etableret i større parker på kommerciel basis – uden statslige tilskud.

Samtidig er teknologierne til udnyttelse af el til opvarmning, indeklima, transport og visse industrielle processer under hastig markedsmodning og billiggørelse. De vedvarende energikilders dominans i elmarkedet ventes at medføre, at elpriserne bliver holdt i ro og vil svinge omkring en gennemsnitspris på ca. 35 øre i elspotmarkedet. Prisen på olie og gas ventes af det Internationale Energiagentur at stige svagt frem mod 2030.

EU-kommissionen fremlagde op til COP24 i december 2018 en strategi for, hvordan EU kan blive CO₂ neutral i 2050. Afgørende virkemidler for at udfase fossile brændsler er effektivisering og øget elektrificering i alle sektorer. Strategien ventes at sætte en vigtig ramme for EU's udviklingsindsats de kommende år.

I Danmark opvarmes størstedelen af husholdningerne og servicesektoren med fjernvarme. Historisk er fjernvarme produceret som billig varme i samproduktion med elektricitet. På grund af den nye konkurrence fra vind og sol i elmarkedet, og ønsket om udfasning af fossile brændsler, er kraftvarmens konkurrencedygtighed ændret, og fjernvarme ventes i fremtiden i højere grad produceret på bl.a. store varmepumper. Denne udvikling vil tage tid, og det er stadig usikkert, i hvilket omfang fjernvarmen efter 2030 bevarer sin konkurrencefordel, sammenlignet med individuelle løsninger som fx varmepumper.

Elektrificeringen i varme- og transportsektorerne kan medføre betydelige udfordringer for elnetselskaberne – med mindre smarte løsninger med fleksibelt elforbrug hurtigt vinder indpas. Sådanne løsninger tilpasser fx elbilernes opladning

og varmepumpernes drift til både kundernes behov, elpriserne hurtige fluktuationer og begrænsningerne i de lokale elnet. Derfor forventes det, at der indføres nye markedsprodukter til styring, og nye tarifmodeller for el- og gasnetselskaberne. Herved vil elinfrastrukturen blive udnyttet bedre end i dag, og det ventes ikke at elektrificeringen i sig selv vil medføre tariffstigninger målt i øre/kWh.

I denne analyse fokuseres der på effekterne af elektrificeringen inden for varmepumpeteknologier, elbiler og ladestander, gasopvarmning samt udvikling af solceller. Endvidere berøres køling og ventilation samt digitalisering i rapporten.

KONKLUSIONER

Udviklingen i elsystemet med en stærkt stigende andel vind, og i de senere år også sol, gælder både Danmark og nabolandene, og udviklingen ventes forstærket de kommende år. Det stiller store krav til fleksibilitet og automatik, idet elforbrugere i stigende grad skal bidrage til at sikre systemets balance. Dermed kan elinfrastrukturen udnyttes klogt, så behovet for forstærkninger af elnettet mindskes betydeligt.

De samlede udgifter til energiforsyning udgør knap 20.000 kr. for en dansk gennemsnitshusstand, og denne omkostning behøver ikke at stige under den grønne omstilling. Fjernvarme er den helt dominerende opvarmingskilde i Danmark, og vil sandsynligvis svagt udbygge sin markedsandel, især i nybyggeri.

I Danmark er bygningers energimæssige ydeevne reguleret ved brug af energirammen, som er en ramme for hvor meget primærenergi (kWh/m²), der må tilføres til bygningsdrift per år. Til beregningen af primærenergi anvendes energifaktorer, hvor faktoren for el blev sænket fra 2,5 til 1,9 med BR18, hvilket gør det lettere at opfylde energirammen med fx varmepumpeløsninger. Fjernvarme indgår med faktor 0,85 og olie og naturgas indgår med faktor 1.

Både regeringen og byggebranchen arbejder mod at tilføje en frivillig bæredygtighedsklasse i Bygningsreglementet, som sammen med Bygningsklasse 2020 støtter branchen i at være mere ambitiøse end minimumskravene.

En ny analyse, fremlagt af interesseorganisationen Synergi, peger på, at den grønne omstilling kan gennemføres samfundsøkonomisk optimalt ved en energispareindsats i bygninger og erhverv på ca. 30% frem mod 2030 som supplement til udbygningen med vedvarende energi.

Den stigende mængde vind og sol i elsystemet har både en kortsigtet og en langsigtet effekt på elprisen og på energisystemet som helhed. Dels vil vi se flere og mere markante pris-svingninger, og dels skal der findes nye metoder til at sikre forsyningsikkerheden.

På grund af den grønne omstilling og forventningen om konkurrencedygtig elektricitet, ventes elektrificering at blive en dominerende trend til opvarmning, transport og erhverv.

I denne analyserapport er der med udgangspunkt i EU's målsætninger og strategier, samt de danske rammer for energisektoren, udviklet en række scenarier frem mod 2030 til vurdering af elektrificeringens hastighed og konsekvens indenfor opvarmning og transport. For udvalgte teknologier er der udarbejdet tre sandsynlige scenarier for, hvordan salget kan udvikle sig frem mod 2030: Et scenarie baseret på Energistyrelsens basisscenarie, et scenarie med en hurtig elektrificering samt et balanceret scenarie. Hovedresultater ses i Tabel 1.

Luft-vand varmepumper

Scenarierne viser en fortsat stabilt hurtig udvikling i salget af varmepumper. Udfasning af oliefyr fortsætter, og eldrevne samt hybridvarmepumper ventes at kunne brede sig også ind i naturgasområderne, hvis varmepumpeinstallationen kan gennemføres for 65.000 – 85.000 kr. inkl. moms.

Luft-luft varmepumper

Salget af luft-luft varmepumper er vanskeligere at forudsige, idet denne varmepumpetype ofte er boligens sekundære varmekilde, og også anvendes til køling visse sommerdage. Denne varmepumpetype ventes i det balancerede scenarie at få markant større udbredelse, også i fjernvarmeområder. Luft-luft varmepumper forventes også fremadrettet at være den klart mest udbredte varmepumpetype.

Elbiler og ladestander

Internationalt har elbiler oplevet stor markedsvækst i 2018, og denne udvikling ventes at fortsætte frem mod 2030 – også i Danmark. I gennemsnit ventes der installeret knap én ladestander per. elbil. I det balancerede scenarie ventes der at være knapt 400.000 elbiler på de danske veje i 2030.

Gasopvarmning

Naturgas opvarmer i dag ca. 400.000 boliger. El- og hybridvarmepumper vil i det balancerede scenarie langsomt fortrænge naturgasfyr, således at der i 2030 er ca. 30.000 færre gasopvarmede boliger end i dag.

Solceller

Udbygning med solceller ventes at stige hurtigt, men primært som markanlæg. Individuelle solceller vil kun stige langsomt på grund af lang tilbagebetalingstid. Tagbaserede solceller skal på timebasis sælge overskydende produktion til markedet, og kan ikke spare eltariffer og -afgifter på denne del. Derfor er tilbagebetalingstiden ofte over tyve år, og salget ventes kun at vokse langsomt.

Køling og ventilation

Der er ikke i rapporten udarbejdet egentlige scenarier for ventilation, men komfortkrav og sammenhæng med energisparefokus vil med stor sandsynlighed betyde øget opmærksomhed på ventilation og køling både i nybyggeri og i eksisterende arbejdspladser og boliger.

En del af den ventede vækst i luft-luft varmepumper skyldes teknologiens brugbarhed som køleapparat i varme sommerdøgn.

Scenarieopsamling

I det balancerede scenarie viser tabellen, at salget af varmepumper vil være ca. 30% højere i 2030 end i dag, imens salget af elbiler (og dermed ladeaggregater) vil være tyve gange højere. I det balancerede scenarie er salget af gasfyr 10%-15% lavere end i dag.

Den gennemsnitlige danske husholdning har en regning til el- og varmforsyning på godt 20.000 kr./år, domineret af variable omkostninger til energi, afgifter og tariffer. I fremtiden bliver energiregningen måske lidt lavere, og faste omkostninger – herunder omkostninger til installation og udstyr – vil i højere grad dominere. Det betyder, at installationsfagernes andel i borgernes og virksomheders energibetaling vil være stigende.

Tabel 1: Årligt salg i 2020 og 2030 afhængig af scenarie

| | Balanceret | | Hurtig |
|-----------------------|------------|---------|---------|
| | 2020 | 2030 | 2030 |
| LV Varmepumper | 11.000 | 20.000 | 30.000 |
| LL Varmepumper | 40.000 | 50.000 | 80.000 |
| Hybridvarmepumper | 150 | 1.500 | 4.500 |
| Naturgasfyr | 22.000 | 17.000 | 12.000 |
| Tagbaserede Solceller | 3.000 | 4.000 | 5.000 |
| Elbiler | 4.600 | 100.000 | 163.000 |

På baggrund af de balancerede scenarier vurderes installationsfagernes omsætning til varmeinstallationer og til etablering af elbilstilslutninger at stige hvert år. Omsætningen vil i

2030 være 1,5 - 2 mia. kr. højere end i 2020. Hertil kommer sandsynligvis øget efterspørgsel efter køling samt elektrificeringsteknologier i service og industri, og de vil i 2030 være 1,5 - 2 mia. kr. højere end i 2020.

ANBEFALINGER

Ønsket om hurtig grøn omstilling og digitaliseringen kræver kompetencer til hurtig og omkostningseffektiv installation og service af nye produkter.

Installationsbranchen bør aktivt opsøge og deltage i udviklings-, demonstrations- og formidlingsprojekter, for at tilægge sig nyeste viden. Herunder er hybridvarmepumper i gasområder et potentielt vækstområde.

Varmepumpesalg har indtil videre fortrængt især olie og elvarme. Konkurrencen med naturgas er sværere, og kræver lavere omkostninger.

Efter fuld udfasning af PSO-tariffen og nedsættelse af elvarmeafgiften, kan varmepumpeløsninger i nogle tilfælde konkurrere også i naturgasområderne med ca. 400.000 forbrugere.

Anbefaling: Hvis – i takt med udbredelsen - de samlede omkostninger til varmepumpeinstallationer reduceres fx gennem højere grad af standardisering i installationsprocessen, så vil varmepumper i højere grad konkurrere med naturgas. I denne sammenhæng kan der være grund til at søge inspiration fra udviklingen i Sverige, som har et mere udbygget marked for varmepumper end Danmark.

Fremtidens elsystem vil kræve fleksible forbrugere, hvor bl.a. elbils- og varmepumpekunder med fordel kan bidrage.

Installationsbranchen bør samarbejde bl.a. med elnetselskaber, elhandelsselskaber og myndigheder om at afklare rammer, teknologi og standarder for næste generation af fleksible elforbrugere, herunder varmepumper og elbilsinstallationer.

Næste skridt i den grønne omstilling bliver i høj grad fortrængning af olie til transport og naturgas til opvarmning.

Installationsbranchen kan med fordel presse på, for at opnå krav til planmæssige rammer for en ladeinfrastruktur f.eks som led i den kommunale udstedelse af byggetilladelser.

Indhold

Rapporten indledes med et indblik i energisektoren i dag og forventninger til udviklingen frem mod 2030.

Der er lavet syv separate teknologianalyser, som vurderer sandsynlige udviklingsforløb for udbredelsen af de forskellige teknologier.

Metoden og de bagvedliggende antagelser præsenteres i kapitlet Metode -elektrificeringsscenerier.

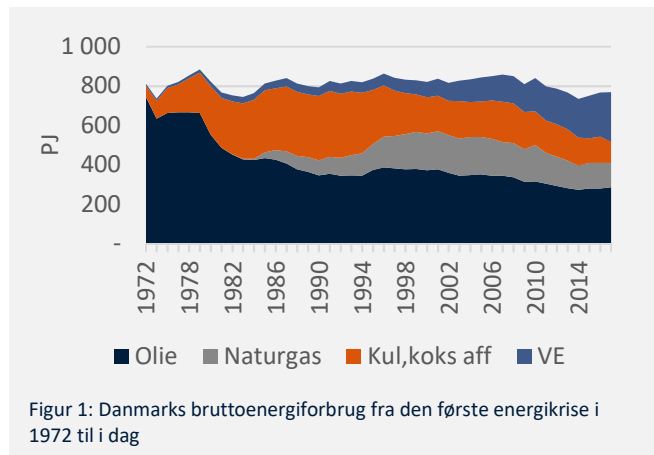


| | | |
|---|------------------------------------|----|
| ● | Resume og konklusioner | 2 |
| ● | Energisektoren i Danmark | 6 |
| ● | Energipolitiske rammer mod 2030 | 10 |
| ● | Metode - elektrificeringsscenerier | 14 |
| ● | Teknologianalyser | |
| ● | Luft-vand varmepumper | 17 |
| ● | Luft-luft varmepumper | 21 |
| ● | Elbiler og ladestandere | 24 |
| ● | Køling og ventilation | 28 |
| ● | Gasopvarmning | 31 |
| ● | Elvarme | 36 |
| ● | Solenergi | 38 |



1. Energisektoren i Danmark

Den danske energisektor tegnes af en række teknologier og energiformer og domineres stadig af fossile brændsler i form af olie, gas og kul. Anvendelsen af vedvarende energi er stigende, og udgør nu ca. 35% af bruttoenergiforbruget.



Figur 1: Danmarks bruttoenergiforbrug fra den første energikrise i 1972 til i dag

Der udledes drivhusgasser når fossile energikilder anvendes i energiproduktionen, hvilket påvirker klimaet negativt. Derfor er det politisk bestemt at udslippet af drivhusgasser fra energiproduktionen skal reduceres, både i Danmark og globalt og at Danmark skal være netto-nul udleder af klimagas-ser i 2050.

Mindst 55 pct. af Danmarks energibehov skal dækkes af vedvarende energi i 2030, hvor el- og fjernvarmesektoren ventes at være næsten 100 % baseret på vedvarende energi. Endvidere er der ved skatte- og afgiftspolitikken incitament til at også individuel opvarmning og transportsektoren gradvist udfaser de fossile brændsler.

Elektrificering (dvs. omstilling af andet energiforbrug til el) forventes i stigende grad at blive en af hjørnesteenene i den grønne omstilling og en udvikling der kan få stor indflydelse på installationsfagenes arbejdsopgaver.

1.1 ELFORSYNING

Efter 2. Verdenskrig blev den danske elproduktion i stigende grad koncentreret på færre og større oliefyrede kraftværker bundet sammen gennem det overordnede eltransmissionsnet. Med oliekriserne i 1970'erne og den energipolitiske fokus på diversificering, blev elproduktionen omlagt fra olie til kul, og udbygning med kraftvarme tog fart.

Op gennem 1990'erne blev elforsyningen igen decentraliseret, især ved indførelse af naturgas i elproduktionen og indpasningen af vindkraft. Vindkraft udgør i dag knap 45% af elforsyningen, og er nu en dominerende elproduktionsteknologi i Danmark og i Europa. De seneste 10 år er naturgassens andel af elproduktionen igen begyndt at falde på grund af øget konkurrence fra især vind, men også fra sol.

Elsektoren blev omkring årtusindskiftet liberaliseret, hvilket betyder at elproduktion og elhandel er i konkurrence, imens transport af el gennem transmissions- og distributionsnettene er monopolopgaver og ikke er konkurrenceudsat. Endvidere er der indført et systemansvarligt selskab, der har til opgave at sikre forsyningssikkerheden, og bidrage til udvikling af elmarkedet.

1.2 VARMEFORSYNING

Oliekriserne i 1970'erne førte til et politisk ønske om at nedbringe afhængigheden af olieforbrug fra udlandet. Opvarmning udgjorde før oliekriserne ca. halvdelen af landets samlede energiforbrug, hvoraf ca. 90 % var baseret på olie – dels i individuelle oliefyr og blokvarmecentraler, men også i oliefyrede fjern- og kraftvarmeværker. Fjernvarmen dækkede ca. 25 % af opvarmningsbehovet, og heraf var ca. 1/3 fra olie- eller kulfyrede kraftvarmeværker.

Oliens meget store andel af varmeforbruget var årsagen til, at varmforsyningen blev et væsentligt indsatsområde i om-lægningen af energiforsyningen væk fra importeret olie. Formålet var at øge forsyningssikkerheden gennem en flerstrengt forsyning, som i højere grad var baseret på indenlandske energikilder. Bl.a. skulle der etableres ledningsnet til anvendelse af naturgas fra Nordsøen, fjernvarmen skulle udbygges, og kraftvarmen fra de centrale kraftværker og affaldsværkerne skulle yderligere udnyttes. Vurderingen var, at der var behov for effektive planlægningsrammer til den store opgave, hvilket er baggrunden for, at Danmark i 1979 fik sin første varmforsyningslov. Den offentlige varmeplanlægning bidrog efterfølgende til en kraftig vækst i fjernvarmforsyningen på op igennem 80'erne og 90'erne.

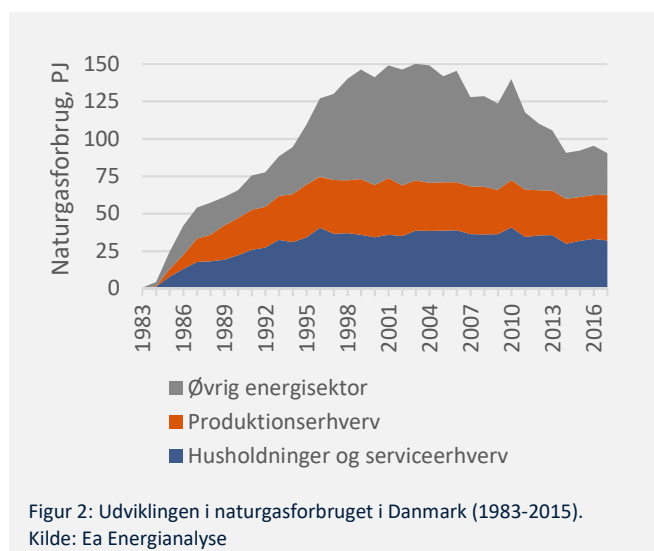
Med varmforsyningsloven fik forsyningsselskaberne de facto monopol på den kollektive forsyning i deres respektive forsyningsområder. De blev samtidig underlagt hvile-i-sig-selv-princippet således at ingen profit, men kun nærmere

angivne nødvendige omkostninger kunne indregnes i prisen for varmen.

I 1990'erne blev fokus på samproduktion yderligere styrket. Bl.a. blev varmforsyningsloven ændret i 1990 med et formål om at fremme omstilling af fjernvarmeproduktionen til kraftvarme, hvor det var samfundsøkonomisk gunstigt. Der blev også indført tiltag med henblik på at øge tilslutningen til de kollektive systemer og øge omstillingen til renere brændsler. Samtidig blev varmeplanlægningen decentraliseret til kommunerne.

1.3 GASFORSYNING

Naturgas har indgået i den danske energiforsyning siden midten af 1980'erne, hvor gasnettet blev etableret. Forbruget kan fordeles på tre hovedsegmenter, som er vist i Figur 2: husholdninger og serviceerhverv, produktionserhverv og øvrig energisektor (el og fjernvarme).



Gasforbruget vandt hurtigt indpas i den danske energiforsyning, og forbruget steg op gennem 1980'erne og 1990'erne (Figur 2). Især gasforbruget til el- og fjernvarmeproduktion oplevede en markant stigning op igennem 1990'erne, men toppede omkring år 2000, hvorefter forbruget har været faldende. Gasforbruget for både husholdninger og produktionserhverv har siden midten af 1990'erne ligget nogenlunde konstant.

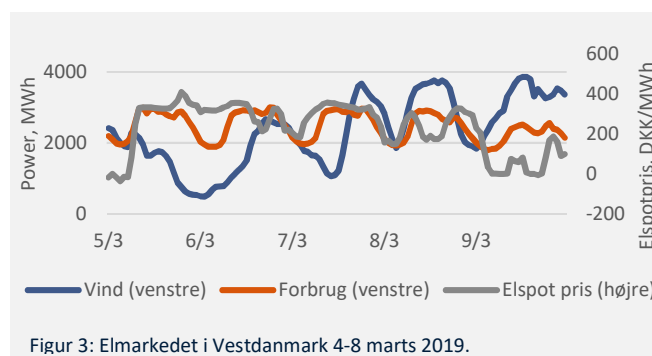
1.4 DET FLEKSIBLE ENERGISYSTEM

Udviklingen i elsystemet med en stærkt stigende andel vind, og i de senere år også sol, gælder både Danmark og nabolandene.

Den stigende mængde vind og sol i elsystemet har både en kortsigtet og en langsigtet effekt på elprisen og på energisystemet som helhed.

Kortsigtet effekt

På særligt vindrige dage produceres der allerede i dag mere vindenergi i Nordtyskland og Vestdanmark end det samlede elforbrug i disse to områder. I Figur 3 ses at vindkraft på få timer kan svinge fra næsten nul til at overstige efterspørgslen, hvilket stiller store krav til kraftværkernes fleksibilitet og til eltransmissionsnettet. Når eksportkapaciteten i transmissionsnettet er begrænset, betyder det store udbud af el, at prisen i elmarkedet umiddelbart falder. I nogle tilfælde endda til negative elpriser. Ved negative elpriser bliver forbrugere betalt for at "skaffe overskudsel af vejen". Samtidig kan den systemansvarlige have store udfordringer med at sikre at udbud og efterspørgsel efter el svarer til hinanden, og vil være interesseret i forbrugere og producenter, der kan reagere hurtigt, som svar på vindens og solens fluktuationer.

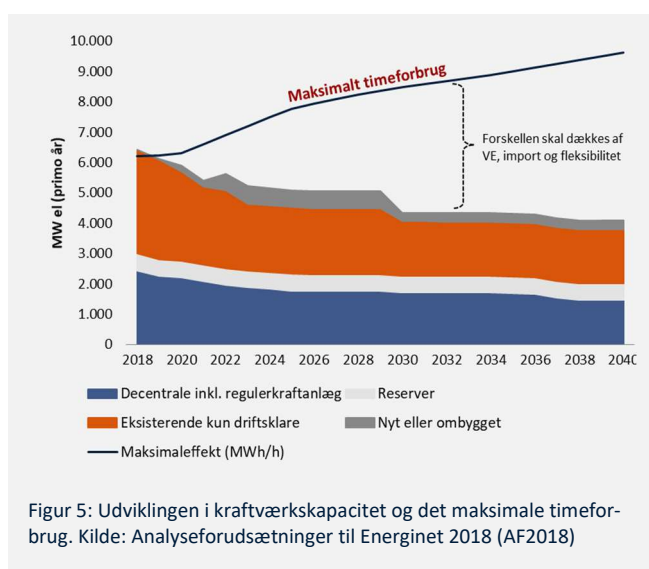


Langsigtet effekt

Efterhånden som vind og sol udgør en større og større del af elforbruget, bliver de traditionelle centrale og decentrale produktionsanlæg presset ud af markedet. De får færre driftstimer og indtægterne falder. I Danmark og over hele Nordeuropa er kraftværkskapaciteten faldende i sådan en grad, at de systemansvarlige selskaber nøje vurderer om forsyningsikkerheden bliver svækket uacceptabelt. Reduktion af traditionel kraftværkskapacitet sker samtidig med, at elforbruget er stigende. I en række lande har myndighederne nu indført særlig regulering, der skal sikre at en vis kraftværkskapacitet fortsat er til rådighed, når det ikke blæser og solen ikke skinner.

De Nordiske lande, blandt andre, vurderer indtil videre, at forsynings sikkerheden kan opretholdes uden indførelse af særlige kapacitetsmekanismer, bl.a. ved udvikling af øget fleksibilitet i forbruget, og ved øget sammenkobling af elsystemerne mellem landene.

Som Figur 5 viser, ventes Danmarks traditionelle kraftværkskapacitet i netop disse år, for første gang siden elektrificering af landet, at være mindre end det maksimale timeforbrug. I mange timer med højt forbrug vil dette fremadrettet skulle dækkes af vind og sol eller af import. I andre timer vil efterspørgslen være højere end udbuddet, og elpriserne kan stige helt op til maksimumprisen på 5 Euro per kWh (37,5 kr./kWh).

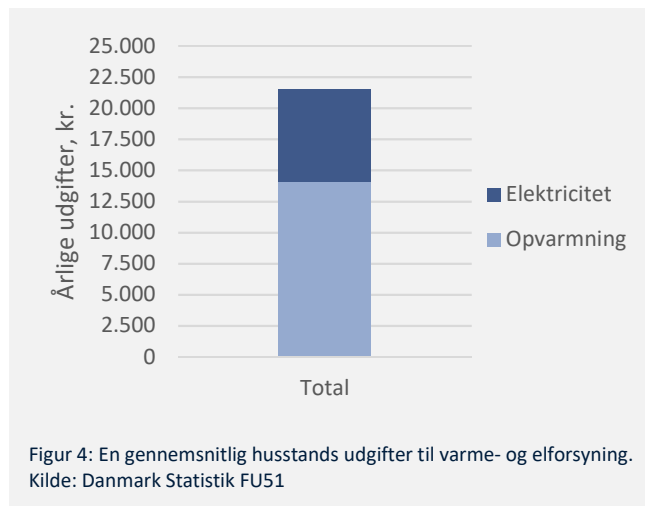


Figur 5: Udviklingen i kraftværkskapacitet og det maksimale timeforbrug. Kilde: Analyseforudsætninger til Energinet 2018 (AF2018)

Et elmarked med prissignaler, der svinger mellem negative elpriser og elpriser på helt op til 37,5 kr./kWh, vil fremme fleksibelt forbrug. Allerede i dag har en række fjernvarmeselskaber etableret elkedler, der erstatter traditionelle kedler i varmeproduktionen når elpriserne er lave, og der er virksomheder der planlægger med reduceret elforbrug, når elpriserne er høje. Der har endnu ikke været mange timer med tårnhøje elpriser. Modelanalyser viser imidlertid, at vi kan forvente 10-20 timer om året med elpriser i nærheden af maksimum, hvis der ikke vedtages særlige støtteordninger til at fastholde de traditionelle kraftværker.

Gaspriser mod 2030

Forbrugerpriser på elektricitet og gas dannes af markedspriser med reference i internationale børser, tariffer der dækker transport og systemomkostninger, samt skatter, afgifter og moms.



Figur 4: En gennemsnitlig husstands udgifter til varme- og elforsyning. Kilde: Danmark Statistik FU51

Engrospriserne på naturgas har de senere år svinget omkring 2 kr. per m³. På grund af transporttariffer, afgifter, moms og avancer, ligger forbrugerprisen oppe på ca. 8 kr./m³.

Ifølge langsigtede prisfremskrivninger udarbejdet af IEA, kan engrosprisen på naturgas ventes at stige svagt frem mod 2030, til måske 2.50 kr./m³. På grund af afvikling af gasselskabernes gæld, kan der forventes et tilsvarende fald i tarifferne, således at forbrugerprisen de kommende 10 år sandsynligvis er nogenlunde uforandret.

Elpriser

Som vist i Figur 3, er priserne i elmarkedet stærkt svingende, afhængig af udbud og efterspørgsel i den enkelte time. Gennemsnitsprisen i både Vest- og Østdanmark lå i 2018 på knap 400 kr./MWh, og er i de første måneder af 2019 faldet til ca. 300 kr./MWh, bl.a. på grund af forventning om større mængde nedbør til de norske og svenske vandkraftværker.

Elforbruget i hele Europa er i vækst, hvilket forventes at fortsætte. Elektrificering af transport- industri- og opvarmning vil kun forstærke denne vækst. I stort set alle de europæiske lande mødes væksten af et tilsvarende udbud, især i form af sol og vind.

Ea Energianalyse har modelleret udviklingen frem mod 2040, der viser at elpriserne med stor sandsynlighed vil bevæge sig i et område omkring 350 kr./MWh, bl.a. afhængig af prisudviklingen i det europæiske CO₂-kvotemarked.

Eftersom de danske forbrugerpriser også tillægges PSO-tariffer og elafgifter, og da det er politisk aftalt at PSO-tariffen bortfalder og at Elvarmeafgiften nedsættes, vil forbrugerpriserne i Danmark til elvarmepumper i gennemsnit falde med ca. 40 øre/kWh fra 2018 og frem mod 2025.

1.5 ENERGIFORBRUG OG ØKONOMI

Udgifter til forsyning

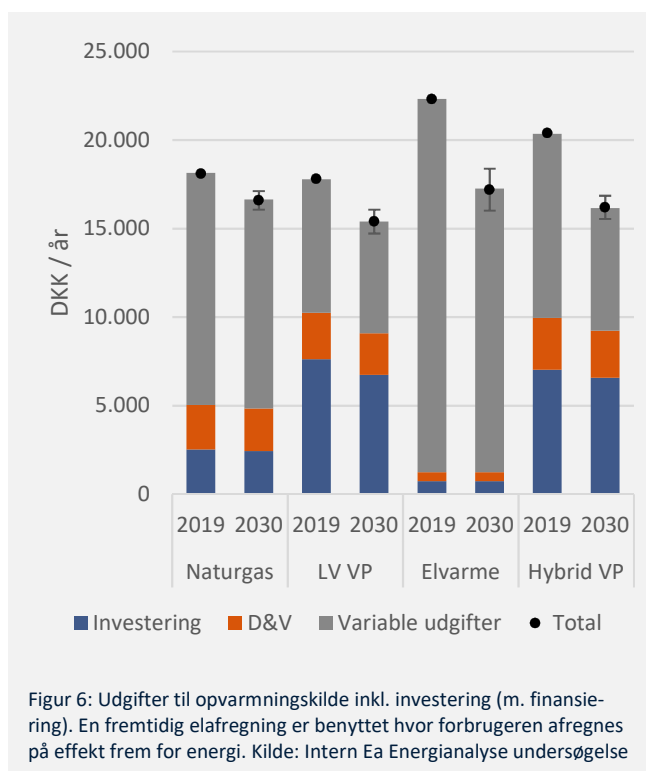
I 2016 brugte en husstand 20.000 - 30.000 kr. på varme- og elforsyning, hvor varmforsyningen tegner sig for to tredjedele af omkostningerne. Figur 4 viser forsyningsregningens fordeling for en gennemsnitlig husstand (inklusiv etagelejligheder). For en énfamiliebolig lå omkostningen på ca. 25.000 kr.

Ved elektrificering af forsyningsbranchen forventes et øget skift til elbaserede opvarmingskilder og derved en reduktion i brændsler som naturgas og olie. I et ekstremt scenarie ville alle brændselsbaserede teknologier konvertere til elektricitet.

De beregnede årlige udgifter for fire opvarmningsteknologier, der indgår i scenarieberegningerne til denne rapport, vises for en standardbolig i figur 6. Investeringen er fordelt over anlæggenes levetid. Af de fire teknologier vurderes luftvand varmepumper til at give den bedste brugerøkonomi i 2030. Omkostningerne til en olieopvarmet bolig er ca. 5.000 kr. højere end den naturgasopvarmede.

Figuren tegner et billede af danskernes forsyningsregning i dag og forventninger til udviklingen for 2030. Hvor udgifterne i dag er dominerede af variable omkostninger, afgifter og tariffer, forventes det at brændsler vil få en faldende markedsandel i fremtiden og at de faste omkostninger, herunder

produkt- og installationsomkostninger, i højere grad vil dominere forbrugernes forsyningsøkonomi, hvilket betyder stigende markedsandele for installatører.



Figur 6: Udgifter til opvarmingskilde inkl. investering (m. finansiering). En fremtidig elafregning er benyttet hvor forbrugeren afregnes på effekt frem for energi. Kilde: Intern Ea Energianalyse undersøgelse



2. Energipolitiske rammer mod 2030

Siden Kyoto-aftalen blev indgået i 1997 med mål om at nedbringe udledningen af drivhusgasser, har et stort flertal af alle verdens lande jævnligt mødtes til såkaldte klimatopmøder, for at drøfte af mål og midler til at undgå ukontrollable temperaturstigninger. Ved det 21. klimatopmøde i Paris (COP21) blev landene enige om juridisk bindende aftaler, der skal sikre maksimalt to graders temperaturstigning, og landene blev enige om at arbejde for maksimalt halvanden graders stigning. EU og EU-landene har været drivende i processen frem mod Paris-aftalen.

2.1 KLIMAMÅL I EU MOD 2030

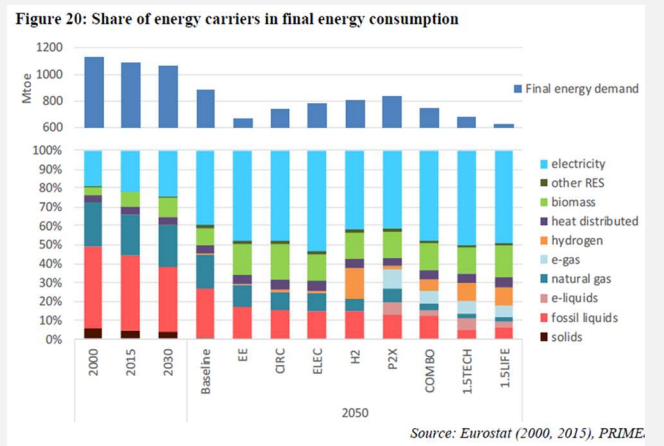
Danmarks klimaindsats er tæt forbundet med udviklingen på EU-plan og EU's 2030-ramme for klima- og energipolitik danner derfor også ramme for den danske indsats. Det er EU's målsætning at reducere drivhusgasudledningen med 20 procent i 2020 og mindst 40 procent i 2030 og ambitionsniveauet ser ud til at være stigende. I marts 2019 vedtog Europa-Parlamentet en ny resolution, som fremsætter ønske om at hæve det mellemlange mål for 2030 til 55 procent og at EU skal være klimaneutralt i 2050, hvilket også er blandt Paris-aftalens målsætninger. Investeringer i vedvarende energi, energieffektiviseringer og elektrificering er blandt de afgørende midler for at nå målet, og særligt elektrificering vil ifølge resolutionen komme til at spille en nøglerolle i bygninger, industri og transport.

Europa-Parlaments resolution kom som en reaktion på EU-Kommissionens langsigtede vision og strategi for et klimaneutralt EU frem mod 2050, som udkom i november 2018.

Nye Scenarier fra EU-Kommissionen

Den 28. november 2018 udgav EU-Kommissionen deres langsigtede vision og strategi for et klimaneutralt EU frem mod 2050. Strategien bygger på analyser af baseline samt otte scenarier for, hvordan medlemslandene kan reducere drivhusgasudledningen mellem 80 og 100 procent i forhold til 1990, og i bedste fald opfylde Paris-aftalens mål om at holde de globale temperaturstigninger godt under 2°C. Kun i de to mest ambitiøse scenarier når man helt i hus med et klimaneutralt EU i 2050.

Scenarierne undersøger forskellige veje mod målet drevet af specifikke teknologier og kombinationer af disse. Baseline scenariet fungerer som sammenligningsgrundlag for de



Figur 7: Udvalgte scenarier fra EU-Kommissionens langsigtede strategi for et klimaneutralt EU før udgangen af 2050. Kilde: EU Kommission, "2050 long-term strategy".

øvrige scenarier da det afspejler den nuværende udvikling i EU, baseret på eksisterende politikker og politikker som er underbehandling i EU Parlamentet og -Rådet. De teknologispecifikke scenarier er henholdsvis elektrificering, brint, elektrofuels, energieffektivitet, cirkulær økonomi, 'Combo' (en kombination af teknologier, hvor 2-graders målet nås) og 1,5 Tech og 1,5 Life, der med Combo som udgangspunkt, yderligere fokuserer på henholdsvis Carbon Capture Storage (CCS) og cirkulær økonomi og livsstilsændringer.

Figur 7 viser energifordelingen i slutforbruget for EU-landene i hhv. 2000, 2015 og 2030. Hertil kommer en række scenarier for 2050. Fælles for alle scenarierne er en stigende andel af vedvarende energi, reduktion i fossile brændsler og udbredt elektrificering.

2.2 2030 SCENARIER FRA ENERGINET

Energinet har ansvaret for udviklingen af det danske el- og gassystem. Danmark og EU står foran store forandringer i den kommende årrække med stigende mængder vedvarende energi og hurtig teknologisk udvikling. I 2016 udarbejdede Energinet derfor fire mulige scenarier for det europæiske energisystem i 2030. De fire scenarier beskrives herunder:

Moderate nationer: Præget af et trægt EU-samarbejde med langsomme beslutninger. Investeringsniveauet for grønne teknologier er lavt, og energi fylder generelt ikke meget hos

den almindelige borger. Der er ingen gennembrud i elektrificering af transport eller varme.

Moderat Europa: Større grøn omstilling end *moderate nationer*-scenariet, men stadig begrænsede tiltag mod mere vedvarende energi. Fjernvarme, varmepumper og elbiler vinder frem hos forbrugere og vindenergi øges.

Grønne nationer: Ambitiøst scenarie hvor EU's ambition om 80-95% reduktion i drivhusgasser fastholdes. Der er fokus på vedvarende energi samt fleksibilitet i forbruget. Opvarmning udenfor fjernvarmeområder leveres ofte med varmepumpe og nogle husstande med naturgasfyr tilkøber en varme-pumpeunit så de opnår en el/gas hybridløsning. Halvdelen af alle biler i 2025 er elbiler og de fleste har solceller.

Grønt Europa: International enighed om ambitiøs indsats på klimaområdet er opnået, og der arbejdes mod 80-95% reduktion i drivhusgasser. Vedvarende energiresourcer optimeres på tværs af lande, og der er gode muligheder for eksport af energi til andre lande. For den almindelige borger er næsten alle nye løsninger grønne, fx vil alt bilsalg efter 2025 bestå af el- eller hybridbiler.

Af scenarierne er det kun "Grønne nationer" og "Grønt Europa" som opfylder kravet om en temperaturstigning på maksimal 2°C. Alle scenarier på nær "Moderate nationer" forudsiger en stigning i elbilsalg og varmepumper.

2.3 ENERGIAFTALE 2018

Med energiaftalen fra d. 29. juni 2018 med deltagelse af alle folketingets partier, er der enighed om at Danmark skal være et lavemissionssamfund i 2050, og det er aftalt at 55% af energiforbruget i Danmark skal dækkes af vedvarende energi i 2030. Det skal bl.a. ske ved en kraftig omstilling inden for el- og fjernvarmeproduktion. Allerede i 2030 forventes 100% af elforbruget og 90% af fjernvarmeforbruget i Danmark at være forsynet med vedvarende energi. Der sigtes mod en betydelig havmølleudbygning, og der er aftalt et samlet loft for antal landmøller i Danmark i 2030.

Ikke-kvotebelagt sektormålsætning

For den ikke-kvotebelagte sektor har Danmark forpligtiget sig til at reducere CO₂-udledningen med 39% i 2030, sammenlignet med 2005. Energitung industri er kvotebelagt, mens den ikke-kvotebelagte sektor hovedsageligt består af transport, landbrug samt husholdninger og service. Netop disse sektorer behandles i regeringens Klima- og luftudspil, der blev fremlagt i oktober 2018. Mest markant er målsætningen om en mio. elbiler og andre grønne biler i 2030, og at

alle nye biler er lavemissionsbiler fra 2030 og nulemissionsbiler fra 2035, samt at ingen busser i byerne må udlede luftforurening eller CO₂ fra 2030.

VLAK-regeringen har nedsat en kommission der inden udgangen af 2020 skal fremlægge forslag til, hvordan målsætningerne på transportområdet kan nås og finansieres.

2.4 ENERGIBESPARELSER

Den nuværende energispareordning, der økonomisk har et omfang på ca. 1,2 mia. kr./år, udløber i 2020 og afvikles ifølge energiaftalen herefter. Der indføres i stedet en markedsbaseret tilskudspulje i 2021-2024, som målrettes besparelser i procesenergi i industri- og serviceerhverv og energiforbrug i bygninger indenfor et samlet loft på 500 mio. kr./år. Heraf afsættes 200 mio. kr./år til bygninger. Der er dermed tale om en væsentligt mindre indsats i kroner og øre end hidtil.

2.5 AFGIFTER OG TILSKUD

Vind, sol og visse andre VE-teknologier med elproduktion ventes fremadrettet at skulle konkurrere på baggrund af teknologineutrale udbud. Det forventes, at resultatet fra disse udbud indgår som prisloft for andre VE teknologier, herunder biomasse og biogas. Elvarmeafgiften sænkes betydeligt til ca. 15 øre/kWh, hvilket vil forbedre økonomien i elvarmepumper og elpaneler.

Udover de politisk aftalte rammer, er det væsentligt for den grønne omstilling, at der globalt har fundet en markant teknologiudvikling sted de senere år, således at vind og sol nu ofte kan levere billigere elektricitet end kul, gas, olie og akraft. Desuden er prisen på batterier også faldende, så elbiler, der kører 20.000 – 25.000 km om året eller mere, allerede i dag potentielt leverer billigere transport end tilsvarende benzin- og dieslbiler. Elbilerne er dog stadig dyrere i indkøb, og ladeinfrastruktur kan være en udfordring. Udviklingen mod billigere elbiler ventes at fortsætte, og forventes yderligere fremmet, fx gennem en mere målrettet afgiftspolitik end i dag.

2.6 FLEXAFREGNING

Inden udgangen af 2020 vil alle private husstande få fjernaflest deres elforbrug på timebasis med mulighed for flexafregning. Flexafregning kræver en smart elmåler, som det er pålagt energiselskaberne at installere i alle hjem inden udgangen af 2020.

Den nye model indføres gradvist indtil udgangen af 2020 og erstatter afregningsmodellen, hvor kunderne betalte samme pris i alle timer. I stedet kan net- og elselskaberne selv bestemme tariffen, så prisen på el vil afhænge af, hvornår det bliver brugt og forbrugerne får mulighed for at justere deres elforbrug og fx sænke forbruget i de spidsbelastede timer mellem klokken 17 og 20.

2.7 BYGNINGSREGLEMENTET

Byggeloven er den rammelov, som formulerer det overordnede formål med lovgivningen på byggeområdet. Bygningsreglementet udspecificerer byggelovens krav og indeholder de nærmere detaljerede krav, som alle byggearbejder skal leve op til, heriblandt krav til bygningers energimæssige ydeevne. Bygningsreglementet er sidst ændret pr. 1. juli 2018 (BR18), hvilket betyder, at alle nye byggesager skal følge BR18 herefter.

Bygningers energimæssige ydeevne er reguleret ved brug af energirammen, som er en ramme for hvor meget primærenergi (kWh/m²), der må benyttes i bygningen til bygningsdrift per år. Energirammen omfatter leveret energi til ejendommen til opvarmning, ventilation, varmt vand, køling og eventuel belsning, ganget med den relevante energifaktor for hver energibærer. Energifaktoren udtrykker primærenergiforbruget ved forskellige forsyningsformer¹. Anlæg til vedvarende energi på bygninger eller i forbindelse med bygninger kan indregnes i energirammeberegningen for den pågældende bygning. Derfor benyttes solceller ofte i forbindelse med nybyggeri.

Nye bygninger skal overholde energirammen, mens øvrigt byggearbejde kan benytte alternativer, såsom renoveringsklasserne (BR18 §280-282), som er en energiramme for eksisterende bygninger.

Formålet med bygningsreglementets krav til energiforbrug er at begrænse primærenergiforbruget til bygningsdrift. Udregningen til energirammen afspejler, hvor stort et energiforbrug der kræves, for at producere den slutenergi, der driver bygningen. El har historisk haft en højere energifaktor end fjernvarme i Bygningsreglementet, hvilket betyder, at en ændring af opvarmingskilde fra fx fjernvarme til direkte elvarme medfører et væsentligt højere primærenergiforbrug.

Med BR18 blev den primære energifaktor for el sat ned fra 2,5 til 1,9¹, hvilket gør det lettere at opfylde energirammen med fx varmepumpeløsninger.

Vilje til højere standarder

Som en del af energiforliget i 2008, blev det besluttet gradvist at øge energikravene til nye bygninger. Stramningen skulle udmøntes i en sænkning af primærenergiforbrugsgrensen (kWh/m²) på mindst 25 procent i 2010, 2015 og 2020. I 2017 blev planen ændret, så Bygningsklasse 2020 i stedet blev gjort frivillig.

Et bredt udsnit af den danske byggebranche udgav i juni 2018 et oplæg til en frivillig bæredygtighedsklasse i Bygningsreglementet, som blev sendt til Transport-, bygnings- og boligminister Ole Birk Olesen. Hvor bygningsreglementet indeholder minimumskravene til byggeri, kan frivillige klasser (som Bygningsklasse 2020 og en Bæredygtighedsklasse) give bygherrer mulighed for at bygge mere ambitiøst end minimumskravene. Oplægget var udtryk for branchens opbakning til at fremme bæredygtighed i byggeriet og et ønske om at styrke den danske byggebranches udvikling og konkurrenceevne.

I september 2018 udgav VLAK-regeringen "Strategi for cirkulær økonomi", som beskriver regeringens strategi for at fremme omstillingen til en mere cirkulær økonomi. Strategien går ud på at igangsætte 15 initiativer fordelt på seks indsatsområder, heriblandt at få mere værdi ud af bygninger og biomasse (indsatsområde 6). Et af initiativerne under indsatsområdet er at udvikle en frivillig bæredygtighedsklasse (initiativ nr. 13) til bygningsreglementet for at styrke cirkulær økonomi i byggeriet. Sigtet var at undersøge, om "indlejret energi" (dvs. summen af den energi, som er blevet brugt til produktion og affaldshåndtering) skal kunne bruges i forbindelse med energirammeberegningen for byggeri.

I marts 2019 udtalte den daværende transport-, bygnings- og boligminister, at han forventede snart at kunne præsentere en frivillig bæredygtighedsklasse til byggeriet.

2.8 DIGITALISERING

Digitaliseringen er i færd med at blive et grundvilkår for udviklingen i hele samfundet, og vil med al sandsynlighed også spille en stor rolle indenfor energisektoren i de kommende

¹ Energifaktoren er 0,85 for fjernvarme, 1,0 for naturgas og olieforvarmning og 1,9 for elopvarmning, herunder

varmepumper Fjernvarmefaktoren er 1,0 ved brug af renoveringsklasserne (BR18, §§250-256).

mange år. Digitalisering er et samlede begreb for en lang række tekniske udviklinger og fornyelser og deres samspil med eksisterende systemer. Eksempler er implementeringen af intelligens og netværksfunktionalitet i fysiske komponenter og systemer - det såkaldte Internet of Things. Andre anvendelser er mobilapplikationer der faciliterer styringen af robotteknologi og digitale teknologier til avanceret styring af forbrug af vand, varme og elektricitet i husstande. Udviklingen åbner op for øget automatisering, højere effektivitet og meget større datagrundlag for analyser og optimering, og repræsenterer både udfordringer og muligheder for installationsbranchen. Nye teknologier kræver mere viden og nye færdigheder, men åbner også op for store nye markeder, som installatører kan drage nytte af.

Fælles for de mange forskellige anvendelser af digitale teknologier indenfor energianvendelse i hjemmet og i erhverv er, at de tillader mere avanceret styring og samspil mellem enheder og integrationen af forskellige funktioner. Digitalisering går på tværs af teknologier og tillader grundlæggende et øget samspil og koordinering mellem mange forskellige områder af vores liv og forbrug.

På trods af potentialerne i digitaliseringen kan udbredelsen dog hæmmes, hvis brugere oplever, at de mister kontrollen over systemerne, eller hvis de ikke har tilstrækkelig tiltro til, at det vil virke efter hensigten. Systemerne er heller ikke altid kompatible med eksisterende anlæg, og vil i det tilfælde kunne kræve udskiftning af adskillige flere komponenter.

Hvad enten det er installation af nye målere, opsætning af smarte systemer kontrolleret ved hjælp af mobilapps eller anvendelse og opsætning af robotteknologi hos virksomheder og i det offentlige, så er der stort potentiale for efterspørgsel af dygtige installatører med forstand på IT og digitale teknologier.



3. Metode - elektrificeringsscenerier

Udviklingen i energisektoren frem mod 2030 er i denne analyse rapport konkretiseret i en række scenarier for opvarmningsteknologier og transport, og konsekvenserne for installationsfagene vurderes. For luft-vand og luft-luft varmepumper, elbiler og ladestandere, gasopvarmning og solceller er følgende 3 scenarier tegnet:

Basisfremskrivning: Dette scenarie tager udgangspunkt i Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018 og optræder her som et baseline scenarie. Fremskrivningen er baseret på "frozen policy", hvor det antages et fravær af nye politiske tiltag frem mod 2030. Der kommer ikke nye tiltag.

Hurtig Elektrificering: Baseres på regnearksværktøjer udviklet af Ea Energianalyse, med antagelse om en forholdsvis optimistisk efterspørgselsudvikling for varmepumpeteknologier og elbiler.

Balanceret: Baseret på de samme værktøjer, men med en balanceret vurdering af efterspørgselsudviklingen for elteknologier.

3.1 ANTAGELSER OG METODE

Opridsning af "Balanceret"- og "Hurtig elektrificering" scenarierne:

Luft-vand varmepumper: Balanceret og Hurtig Elektrificeringsscenerierne benytter samme fremskrivningsmetode, som tager udgangspunkt i det forventede salg af luft-vand varmepumper frem mod 2030. En grundlæggende antagelse er, at luft-vand varmepumper er den teknologi, som i højere grad efterspørges, og som derfor overtager markedet fra andre opvarmningsformer.

Historiske luft-vand varmepumpesalgstal for 2009-2018 fremskrives på baggrund af en logistisk vækst (S-kurver) indenfor et vurderet markedspotentiale. Væksten beskrives ved en antagelse af, hvor hurtigt et givent marked vil vokse under givne rammer kombineret med antagelser om teknologiens mulige udbredelse i et mættet marked; den maksimale markedsandel. I starten styres salget af varmepumper i høj grad af konverteringer fra andre teknologier (Luft-vand) eller af ønsket om supplerende varme/køling (luft-luft), men som tiden går, vil en større andel købes til udskiftning af udtjente varmepumper. Når markedet er mættet, består salget hovedsageligt af udskiftninger, ikke konverteringer.

Udskiftninger af varmepumper spiller kun en lille rolle i scenarierne i denne rapport.

For luft-vand varmepumper er den maksimale markedsandel i høj grad begrænset af fjernvarmens dominans. Fjernvarme forsyner i dag 65% af den nuværende boligbestand, og markedsandelen er voksende. Det antages som hovedregel, at fjernvarmekunder ikke har økonomisk fordel af at skifte til luft-vand varmepumper, men at luft-luft varmepumper kan finde udbredelse også i fjernvarmeområder.

I Balanceret-scenariet er markedet vurderet mættet, når 25% af husstandene har installeret luft-vand varmepumper. Det antages, at salget kan stige med 10% per år, idet ikke kun olie- og elvarmekunder, men også naturgaskunder og kunder med træpillefyr vil finde interesse for varmepumpeløsninger. I Hurtig Elektrificering-scenariet opnås markedsætning ved 35% og salget kan stige med hele 20% om året. Hurtig elektrificering vil sandsynligvis kræve nye politiske initiativer for at øge elektrificeringshastigheden.

I Basisfremskrivningen opdeles ikke mellem forskellige typer varmepumper, og derfor er en fast fordelingsnøgle baseret på historiske data benyttet, for at opdele luft-luft og luft-vand varmepumper.

Naturgasfyr, træpillefyr, elvarme, fjernvarme og oliefor: Fremskrivningerne for naturgasfyr, træpillefyr, elvarme og oliefor benytter alle samme grundlæggende metode (fjernvarme beskrives senere). Først udregnes det forventede antal installationer som skifter til luft-vand varmepumper. En andel af de solgte varmepumper installeres i eksisterende boliger mens en andel installeres i nybyggeri. Antallet af teknologiskift er lig den andel af solgte varmepumper som ikke stammer fra nybyg. Modellen udregner antallet af skift for de individuelle opvarmningsformer vha. en fordelingsnøgle, hvor det bl.a. forventes at nye varmepumper f.eks. i højere grad vil overtage oliefor end naturgaskunder.

Den forventede bestand for en given varmekilde i et givent år udregnes som bestanden i det foregående år tillagt nye installationer fra nybyggeri og fratrukket evt. skift til luft-vand varmepumper:

$$\begin{array}{r} \text{Totale bestand i forrige år} \\ + \text{ Nye installationer fra nybyg} \\ - \text{ Skift til varmepumper} \\ \hline \text{Forventet bestand i pågældende år} \end{array}$$

Tilkomsten af installationer for en given teknologi i nybyggeri, fremskrives vha. historiske tendenser fra Danmarks Statistik.

Fjernvarmekunder forventes ikke i stort omfang at skifte til individuelle varmepumper. Fremskrivningen for fjernvarme er i perioden styret af det forventede antal nye installationer fra nybyggeri.

Hybrid-varmepumper og luft-luft varmepumper: Det antages at en andel af de naturgaskunder som skifter til varmepumper vælger en hybrid-varmepumpe frem for en traditionel luft-vand varmepumpe. Det vurderes, at der er ca. 500 hybrid-varmepumper i drift i dag, og i kommende år forventes antallet af naturgaskunder, som skifter og vælger en hybrid-løsning, at stige fra 0% i 2019 til 30% i 2030 i begge scenarier. Dog er det totale antal af varmepumper i Hurtig elektrificering-scenariet højere og dermed bliver antallet af hybridvarmepumper også højere.

Ofte er luft-luft varmepumper en sekundær opvarmningskilde i helårshuse, og den erstatter derfor generelt ikke en anden opvarmningsform fuldkomment. En stigning i antallet af luft-luft varmepumper forventes derfor ikke at reducere antallet af anlæg for andre teknologier, og luft-luft varmepumper behandles derfor uafhængigt af de resterende teknologier. Fremskrivningen er drevet af de forventede salgstal, som udregnes som en logistisk vækst med samme metode som luft-vand varmepumper. Derudover forventes i fremtiden et mersalg af luft-luft varmepumper udelukkende til brug som køling. Dette mersalg antages at stige til 10% i 2030.

Solceller: Da solceller ikke er en opvarmningsform som de resterende teknologier, håndteres denne teknologi anderledes. Scenarierne for Balanceret- og Hurtig elektrificering tager udgangspunkt i Energistyrelsens "Analyseforudsætninger til Energinet 2018". Energistyrelsen har ansvar for at fastlægge forudsætningerne, som beskriver det danske energisystems udvikling frem mod 2040 og som benyttes af Energinet, det danske transmissionsselskab, til at planlægge fremtidens infrastruktur.

Basisfremskrivningsscenariet

² Energistyrelsen, "Basisfremskrivning 2018"

³<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisshyfremskrivninger>

Energistyrelsens basisfremskrivning (BF18) er et vigtigt planlægningsinstrument i dansk energi- og klimapolitik² og benyttes som baseline-scenarie i denne analyse. Fremskrivningen er en faglig vurdering af udviklingen for energiforbrug og -produktion samt drivhusgasudledninger frem mod 2030 under forudsætningen af politisk fastfrysning af tiltag. Her antages det, at de rammevilkår som gælder i dag, også gælder frem til 2030 og at der ikke kommer nye politiske initiativer eller teknologiske udbrud. Dog forventes markederne at forsatte deres nuværende tendenser, dvs. at nuværende udviklingstrends, for fx brændselspriser, økonomisk vækst, pris for solceller/elbiler, fortsætter. Derfor fungerer scenariet som et baseline-scenarie for, hvorvidt klimamål opfyldes med de nuværende rammer.

Energistyrelsens fremskrivning opgøres i energimængder (PJ), som så er blevet konverterede til et antal installationer. Konverteringen benytter forholdet mellem det endelige energiforbrug for en given opvarmningsform og antallet af installationer i Energistyrelsens "Opvarmningsundersøgelse 2017" fremskrevet til referenceåret 2019. Der indregnes en effektivisering i det endelige energiforbrug på 0,5% per år for alle teknologier.

3.2 DATAKILDER

I modellen anvendes en række datakilder. Disse er:

Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2018: Udarbejdes under antagelse af fastfrosne rammevilkår for klimaområdet. Dette er et vigtigt planlægningsinstrument i dansk energi- og klimapolitik og benyttes til at bestemme nye politiske tiltag og deres påvirkning.³

Energistyrelsens, Analyseforudsætninger 2018: Analyseforudsætningerne er ikke baseret på "frozen policy" som Basisfremskrivning, og er i stedet et "bedste bud" på udviklingen frem til 2040. Analyseforudsætningerne udarbejdes til Energinet.dk, som benytter dem i analyser og planlægningsarbejde.⁴ I denne analyse er de benyttet til at udarbejde scenarierne for solceller.

Energistyrelsen, "Opvarmningsundersøgelsen 2017": Opvarmningsundersøgelsen blev foretaget af Energistyrelsen på baggrund af en spørgeskemaundersøgelse udført af

⁴<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energinet>

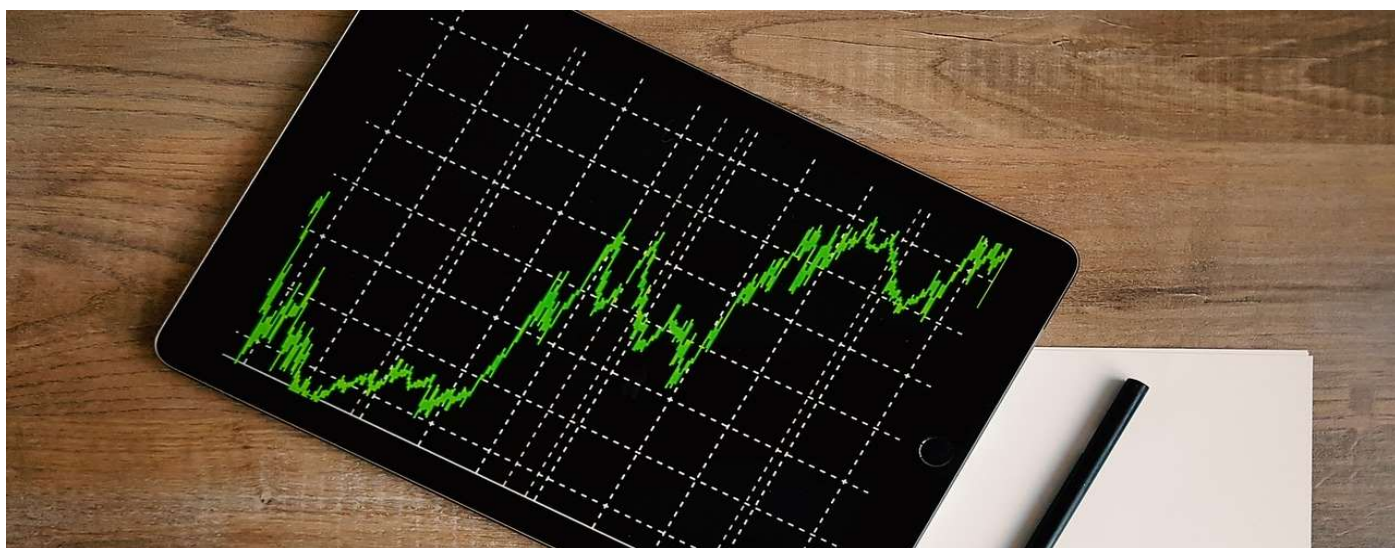
Danmarks Statistik. Undersøgelsen belyser anvendelse og udbredelse af diverse varmekilder i Danmark og modtog ca. 3.400 besvarelser. På det grundlag er bestanden af de forskellige varmekilder beregnet. Disse beregninger fremskrives til 2019 og udgør udgangspunktet for bestanden af varmekilder i Fremskrivningsmodellen. De medtagne varmekilder er dem, der bliver beskrevet som "primære", dog med undtagelse af luft-luft varmepumper, hvor "sekundære" også medtages. Varmekilder angivet med anvendelser "Sekundære varmekilder", "Aldrig/næsten aldrig" og "Ved ikke" er udeladt. Anvendelserne "Når der er brændsel" og "For hyggenes skyld" er ikke medtaget. Antallet opjusteres forholdsmæssigt så det stemmer med antal boliger i Danmark.

Danmarks Statistik, Tabel BOL102: Fra Danmarks Statistik udtrækkes oplysninger om opvarmningsformer fordelt på forskellige typer bebyggelse. Data i Danmarks Statistik tager bl.a. udgangspunkt i BBR, hvor datakvaliteten for historiske tal er mangelfuld, hvorfor den eksisterende bestand

vurderes ud fra Opvarmningsundersøgelsen. Vi antager imidlertid, at indrapporteringen af varmekilder i nybyggeri er retvisende, og informationen anvendes derfor til at fremskrive de forventede varmekilder i nybyggeri frem til 2030.

Energistyrelsen, "Varmepumper installeret halvårligt fra 2009 til første halvår 2018": Fra denne rapport udtrækkes information om det historiske salg af luft-luft og luft-vand varmepumper. Disse tal fremskrives og anvendes som grundlag for salg af varmepumper frem mod 2030.

Dansk Byggeri, "Konjunkturanalyse marts 2019": Fra denne rapport er antallet af nybyggeri for årene 2018-2020 taget. Efter 2020 antages det, at der bliver bygget ca. 30.000 nye boliger samt 1.000 sommerhuse hvert år.



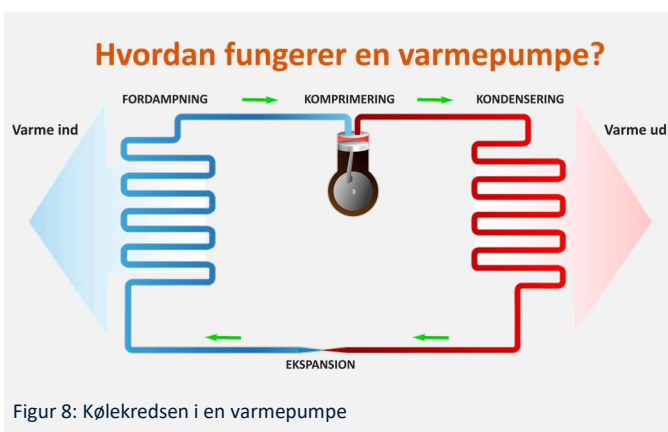


4. Luft-vand varmepumper

4.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Varmepumper har fået meget opmærksomhed i de seneste år og med god grund. Elektrificering af opvarmning er et vigtigt element i Danmark og EU's planer for en grønnere energisektor.

Kort fortalt flytter en varmepumpe energi fra et lavt temperaturniveau til et højere temperaturniveau vha. en kølekreds (Figur 8) som så leveres til slutbrugen. Kølekredsen drives med elektricitet. En varmepumpe kan sammenlignes med et køleskab – blot omvendt. Et køleskab fjerner varme fra dens indre mens en varmepumpe tilføjer varme indendørs.



Figur 8: Kølekredsen i en varmepumpe

Der er flere forskellige typer varmepumper, hvor forskellen på dem primært ligger i, hvad varmekilden er, og hvilket medie varmen leveres til.

En luft-vand varmepumpe optager varme fra luften gennem en udendørsdel, hvor den optagede energi bruges til at opvarme vand, deraf navnet. Denne type varmepumpe kan forsyne en husstand med både varmt brugsvand og varme og er derfor et centralvarmeanlæg på lige fod med fx et naturgasfyr.

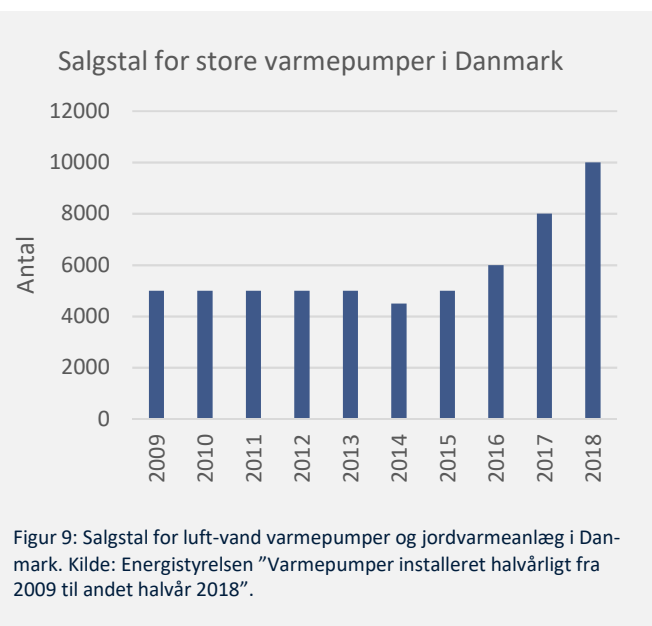
Et jordvarmeanlæg er en anden type varmepumpe som også fungerer som et centralt varmeanlæg, men denne optager varmen fra jorden i stedet for luften. Det antages dog at luft-vand varmepumper udgør størstedelen af salget, da disse er billigere og nemmere at installere sammenlignet med

jordvarmeanlæg. Hertil kommer luft-luft varmepumper, der behandles i kapitel 5. I dette afsnit fokuseres der på luft-vand varmepumper.

Varmepumpens store fordel er, at outputenergien (varme) er større end den mekaniske energi (elektricitet), og den har derfor en effektivitet, kaldet COP, højere end 1. En varmepumpe med en COP på 3 producerer 3 kWh af varme for hver kWh el, den forbruger. COP-værdien varierer afhængig af det specifikke anlæg og driftstemperaturen, hvor COP'en falder ved koldere udetemperaturer. Derudover falder COP'en ved høje driftstemperaturer og derfor er en luft-vand varmepumpe mere effektiv kombineret med gulvvarme frem for radiatorer, da gulvvarme kræver lavere temperaturer end radiatorvarme.

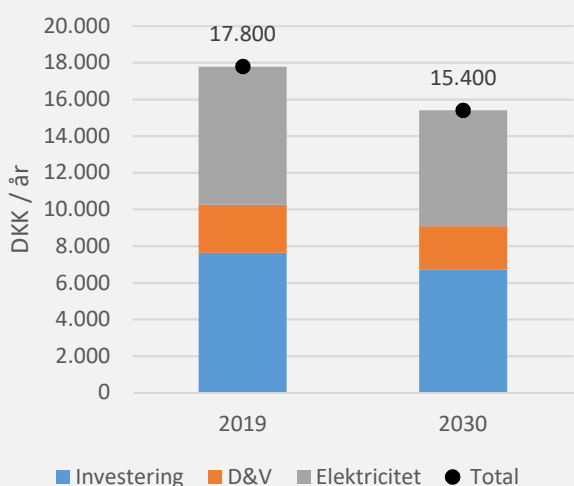
4.2 TENDENSER

Som det fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er der sket en kraftig stigning i salget af store varmepumper, hvilket dækker over jordvarmeanlæg og luft-vand varmepumper i Danmark siden 2016. Salget af store varmepumper er vokset fra ca. 5.000 per år i 2015 til ca. 10.000 per år i 2018, altså en fordobling på blot tre år. Til sammenligning sælges ca. 15-20.000 naturgasfyr hvert år⁵, hovedsageligt til udskiftning af udtjente naturgasfyr. Det forventes, at salget af luft-vand varmepumper i dag hovedsageligt, består af



Figur 9: Salgstal for luft-vand varmepumper og jordvarmeanlæg i Danmark. Kilde: Energistyrelsen "Varmepumper installeret halvårligt fra 2009 til andet halvår 2018".

⁵ Dansk Energi, Varme Outlook 2018, 2018



Figur 10: Årlige omkostninger for en luft-vand varmepumpe i 2019 vs. 2030. I 2030 antages det at elprisafregningen er ændret til en effektiv betaling frem for energibetaling.

boliger som konverterer til en luft-vand varmepumpe fra en anden varmekilde. I fremtiden vil behovet for udskiftning af udtjente varmepumper stige og derved øge salget yderligere.

I Energistyrelsens basisfremskrivning ses det at træpille-, olie- og naturgasforbruget vil falde årligt og overtages af elforbrug og varme fra varmepumper.⁶

Udover individuelle varmepumper forventes også en stigning i installationer af store varmepumper i fjernvarmenettet. Varmepumper er blevet mere attraktive efter den politiske beslutning om at udfase PSO-afgiften i 2016 og den gradvise sænkelse af elvarmeafgiften, som blev påbegyndt i 2018. Dertil kommer at en række gas- og biomassekraftvarmeværker har mistet elproduktionstilskuddet og derfor er på udkig efter nye og billigere kilder til varmeforsyning. I Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018 fremlægges en forventet stigning fra ca. 50 MW i 2018 til knap 300 MW installeret kapacitet i fjernvarmenettet i 2030⁷.

4.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Der er der både økonomiske og ikke-økonomiske faktorer, som kan påvirke den faktiske udvikling.

Økonomiske faktorer

Luft-vand varmepumper kommer med en betydelig kapital- og installationsudgift. I en undersøgelse lavet i et samarbejde mellem YouGov og Dansk Byggeri svarede 24%, at en barriere for investering i vedvarende energianlæg i bygninger er de store investeringsomkostninger, mens 16% svarede at der er en stor usikkerhed omkring økonomien.⁸ Selvom varmepumpen over levetiden kan levere billig opvarmning, har de høje investeringsomkostninger en afskrækkende effekt på mange forbrugere⁹, hvilket kan være en barriere når valget f.eks. står imellem en varmepumpe og et nyt naturgasfyr. En luft-vand varmepumpe koster ifølge oplysninger ca. 80.000-100.000 DKK inkl. moms og installation for et almindeligt hus på 130 kvm¹⁰, afhængig af producent og det specifikke tilbud. Scenarieregningerne i denne rapport baseres på en forventning om at priserne vil falde, således at varmepumper også bliver attraktive for naturgaskunder. På fx det svenske marked, hvor varmepumper har en stor udbredelse, ligger priserne på 65.000 – 80.000 DKK inkl. installation for en tilsvarende varmepumpe.¹¹

Da varmepumper har el som input, er elprisen et vigtigt element for økonomien og dermed en drivende faktor i, hvorvidt en luft-vand varmepumpe er rentabel. Forbrugere med elvarme betaler en reduceret elafgift for forbrug, der ligger udover en normal husstands elforbrug (4.000 kWh). I 2019 er den reducerede elafgift 25,9 øre/kWh før moms, hvor den almindelige elafgift er 88,4 øre/kWh. Figur 10 viser de årlige omkostninger for en luft-vand varmepumpe i 2019 sammenlignet med 2030. Her antages et standard-parcelhus med et varmeforbrug på ca. 18.000 kWh/år og en varmepumpe med en gennemsnitlig COP på 2.8. Investeringen afbetales over varmepumpens levetid (15 år) med en rente på 4%. De variable udgifter dækker udgifter til elektricitet og svarer til ca. 7.500 og 6.300 DKK for hhv. 2019 og 2030. De lave eludgifter i 2030 skyldes at der forventes en ændring i, hvordan el afregnes i den nærmere fremtid.

Varmepumper har primært været et attraktivt alternativ til dyrere opvarmningsformer, herunder oliefyre og elvarmepaneler, men fremadrettet forventes varmepumper i højere grad også at konkurrere med naturgasfyr. Den årlige udgift til naturgas er i 2019 ca. 13.000 kr. inkl. moms. En varmepumpe er en større investering end et naturgasfyr, men har

⁶ Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2018, 2018

⁷ Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2018, 2018

⁸ Dansk Byggeri, Byggeriets Energianalyse 2019, 2019

⁹ IEA, Renewable heat policies, 2018

¹⁰ <https://www.greenmatch.dk/blog/2014/01/hvad-koster-en-luft-til-vand-varmepumpe>

¹¹ Bosch, Sverige

lavere driftsomkostninger, og derfor kan varmepumper konkurrere med naturgas over anlæggets levetid, især når 2030 nærmer sig hvor varmepumpe investeringen og elpriserne forventes falde.

Hvorvidt varmepumper overtager naturgaskunder, vil dog afhænge af, hvordan priser og afgifter på naturgas udvikler sig. Dyrere naturgas vil gøre varmepumper mere attraktive. Gashybridvarmepumper er en kombination mellem gasfyr og varmepumper, som formentlig vil få en vis udbredelse i naturgasforsynede områder. Gashybridvarmepumper er nærmere beskrevet i kapitel 8.

Ikke-økonomiske faktorer

Klimaforandringer er blandt de politiske emner, der i dag står allerhøjest på befolkningens dagsorden. Der er kommet kraftig fokus på omstillingen til vedvarende energi og udfasning af fossile brændsler, hvilket skaber et ønske hos mange forbrugere om selv at bidrage. Valg af varmeforsyning er et blandt flere områder, hvor den miljøbevidste forbruger kan sætte et klimaaftryk. Det er desuden blevet populært at investere i grøn teknologi, hvilket forventes at øge efterspørgslen på varmepumper. Naturgas og luft-vand varmepumper er konkurrenter, da deres levetidsomkostninger i 2019 er meget lig hinanden, men ønsket om at være grøn kan give det skub, der gør, at man vælger varmepumpen frem for naturgasfyr.

Desuden er det ikke usandsynligt at et nyt bygningsreglement vil stille strengere krav til opvarmningskilder i nye huse. Fx er der forbud mod installation af nye oliefyre, hvis boligen ligger i et naturgas- eller fjernvarmeområde. Derudover må der kun installeres naturgasfyr i boligområder, hvor der foreligger en projektkodkendelse om individuel naturgasforsyning udarbejdet inden 1. januar 2013.¹²

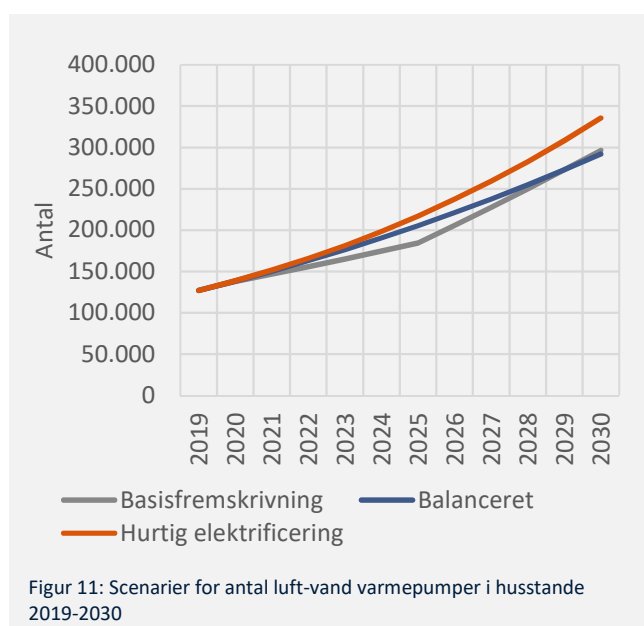
Nogle forbrugere fravælger en varmepumpe af æstetiske årsager. Det skyldes bl.a. at udedelen for en luft-vand varmepumpe har en størrelse så den er svær at gemme og samtidig må forsiden ikke dækkes da det forhindrer luftstrømmen. Nogle forbrugere afskrækkes også af frygt for støjgener fra udedelen.

Derudover kan en luft-vand varmepumpe ikke installeres i alle boliger, da det kræver, at der er et hensigtsmæssigt sted at placere udedelen.

4.4 SCENARIER

Figur 11 viser fremskrivningsscenarierne for hhv. luft-vand, hybrid og luft-luft varmepumper frem til 2030.

Som forklaret i Afsnit 3, tager alle fremskrivninger af centralvarmeanlæg udgangspunkt i salget af luft-vand varmepumper, som vises i Figur 9. Salgstallene fremskrives vha. en S-kurve og derefter fordeles dette salg på nybyg og den eksisterende boligmasse.



Figur 11: Scenarier for antal luft-vand varmepumper i husstande 2019-2030



Figur 12: Eksempel på udendørsdelen af en luft-vand varmepumpe.

¹² Bygningsreglementet 2018

Før en fremskrivning kan udarbejdes, er det nødvendigt at bestemme det nuværende antal anlæg. Antallet af luft-vand varmepumper installeret i 2017 estimeres ud fra Opvarmningsanalysen 2017 til ca. 106.000, og vha. salgstillene estimeres den nuværende bestand til ca. 125.000 anlæg.

Der er udarbejdet tre forskellige scenarier. Det grundlæggende scenarie er baseret på Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018. De to andre scenarier, "Hurtig elektrificering" og "Balanceret", tager udgangspunkt i Energistyrelsens salgstal og Danmarks Statistik for nybyggeri.

Ifølge Danmarks Statistik har 11-15% af nybyggeri (ikke sommerhuse og fritidsboliger) i årene 2015-2017 en varmepumpe som varmekilde. Det antages, at langt størstedelen af disse er luft-vand varmepumper.

Salgstillene for luft-vand varmepumper forventes at stige fra ca. 10.000 i 2019 til ca. 19.000 eller 28.000 om året i 2030 for hhv. "Balanceret"- og "Hurtig Elektrificering"- scenarierne. Metoden for fremskrivningen er beskrevet i Afsnit 3.

Baseret på dette, forventes Luft-vand varmepumper at stige fra ca. 125.000 anlæg i 2019 til mellem 290.000 og 340.000 anlæg i 2030, afhængig af det specifikke scenarie. Hvis det antages, at der er ca. 2.700.000 boliger i 2030, vil det betyde,

at minimum 10% har en luft-vand varmepumpe som opvarmningsform.

4.5 OPSAMLING

Interessen for luft-vand varmepumper er i de seneste år steget kraftigt, og teknologien vil spille en vigtig rolle i forbindelse med elektrificering af opvarmningssektoren.

Salget af luft-vand varmepumper er steget fra ca. 5.000 til 10.000 mellem 2015 og 2018, og det forventes at salget vil stige yderligere i de kommende år.

Luft-vand varmepumper har høje investeringsomkostninger sammenlignet med andre opvarmningsformer, men fallende samlede installationspriser kombineret med lave driftsomkostninger kan betyde, at denne teknologi nu ikke kun konkurrerer med dyre opvarmningsformer som olie eller elvarme, men også bliver konkurrencedygtig overfor naturgas og i nogle områder også fjernvarme. Dog kan de høje investeringspriser relativt til andre teknologier præsentere en barriere for hurtig udrulning.

Det forventes at der i 2030 kan være mellem 290.000 og 340.000 anlæg i Danmark.



5. Luft-luft varmepumper

5.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Luft-luft varmepumper fungerer som luft-vand varmepumper også ved at udnytte energien i luften udenfor. Ved hjælp af en fordampner modtages varmen i den luft udenfor, som overføres til et varmelegeme indenfor. Processen vil i de fleste tilfælde kræve elektricitet, og har normalt en høj virkningsgrad. Varmen leveres lokalt, hvor indendørsdelen er installeret, og derfor er det vigtigt, at en luft-luft varmepumpe installeres centralt i forhold til det areal, der skal opvarmes. En luft-luft varmepumpe kan ikke levere varmt brugsvand eller tilsluttes bygningens vandbårne radiatorsystem.

En luft-luft varmepumpe er ikke et centralvarmeanlæg, men ofte en supplerende varmekilde. Ifølge Energistyrelsens Opvarmningsanalyse 2017 benyttes kun 7% af luft-luft varmepumper som den eneste opvarmningsform i en husstand, hvor de resterende optræder i kombination med en anden kilde. Kombinationen mellem traditionel elvarme og en luft-luft varmepumpe ses især ofte.¹³

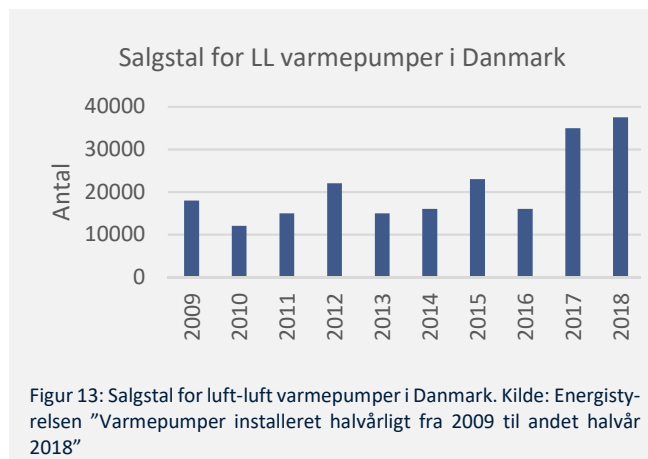
Omvendt har luft-luft varmepumpen mulighed for at fungere som et køleanlæg.

Trods dens begrænsninger i forhold til en luft-vand varmepumpe, har luft-luft varmepumpen en mulighed, som luft-vand varmepumpen ikke har, da den kan skifte flowretningen, så varmen optages i indendørsdelen i stedet og leveres gennem udendørsdelen. På den måde kan varmepumpen fungere som et køleanlæg.

Derudover kan en luft-luft varmepumpe bidrage til et sundt indeklima, da det indbyggede luftfilter kan fjerne pollen, støv, bakterier og lugt fra luften.

5.2 TENDENSER

Fra 2006 til 2016 blev antallet af varmepumper ca. fordoblet i 21 europæiske lande, og en betydelig del af stigningen vedrører luft-luft varmepumper. Som det fremgår af Figur 13, har der også været en kraftig stigning i salget i Danmark,



Figur 13: Salgstal for luft-luft varmepumper i Danmark. Kilde: Energistyrelsen "Varmepumper installeret halvårligt fra 2009 til andet halvår 2018"

særligt i de sidste par år. Salget af luft-luft varmepumper er steget fra ca. 17.000 i 2009 til mere end 35.000 i 2018.

Som med luft-vand varmepumper forventes salget at stige yderligere, da det vurderes at flere boligejere vil vælge at supplere deres primære varmekilde med en luft-luft varmepumpe. Derved vil antallet af installationsopgaver også stige.

Den kraftige stigning skyldes, at luft-luft varmepumper er faldet i pris og er billige i drift. En luft-luft varmepumpe kan i dag fås til mellem 12.000 og 25.000 kr. inkl. installation og moms afhængig af kvalitet og størrelse.¹⁴

I sommer- og fritidshuse ses luft-luft varmepumper, suppleret med elektrisk vandvarmer, oftere som den primære varmekilde. Tidligere har elvarme domineret sommerhuse, men da en luft-luft varmepumpe kan levere mere varme per kilowatt-time af elektricitet, vokser deres popularitet. Andelen af nybyggede sommerhuse/fritidshuse der har en varmepumpe som primær varmekilde er steget fra 8% i 2009 til ca. 50% i 2017, mens andelen med elvarme er faldet fra ca. 70% til 40% i samme periode.

5.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Investeringen for en luft-luft varmepumpe er væsentligt lavere end andre former for varmepumper, hvilket også

¹³ Energistyrelsen, Opvarmningsanalysen 2017

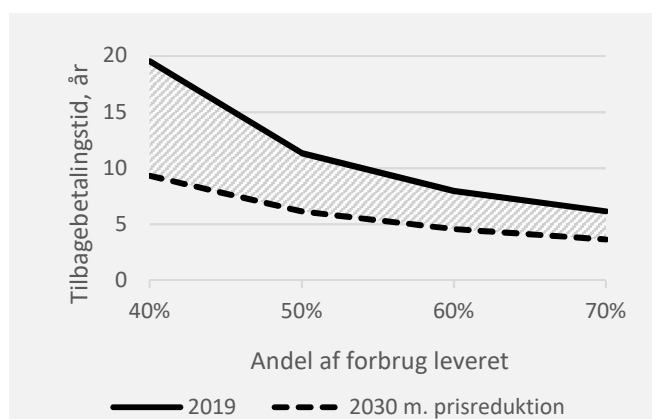
¹⁴ <https://www.greenmatch.dk/varmepumpe/luft-til-luft-varmepumpe>

forklarer deres større popularitet. Hvis priserne falder yderligere, forventes flere forbrugere at få øjnene op for deres fordele, herunder også deres køleevne.

Da en luft-luft varmepumpe drives af elektricitet, har elprisen naturligvis en effekt på folks villighed til at investere, og en forventning om lavere elpriser kan øge incitamentet betragteligt. Boliger med elvarme betaler i dag en reduceret elafgift, og denne ordning er for nyligt blevet udvidet til også at omfatte sommerhuse, hvilket gør varme fra en luft-luft varmepumpe endnu billigere.

Da luft-luft varmepumper ofte installeres som en supplerende varmekilde, er det ikke elprisen alene, der er vigtig, men i stedet elprisen i forhold til prisen på den varme, den erstatter. Derfor er prisudviklingen på primære varmekilder en vigtig faktor for, hvorvidt forbrugere supplerer deres nuværende anlæg med en luft-luft varmepumpe. Stiger prisen fx på naturgas, forventes en større andel at investere i en billig luft-luft varmepumpe fremfor at skifte deres anlæg fuldstændigt.

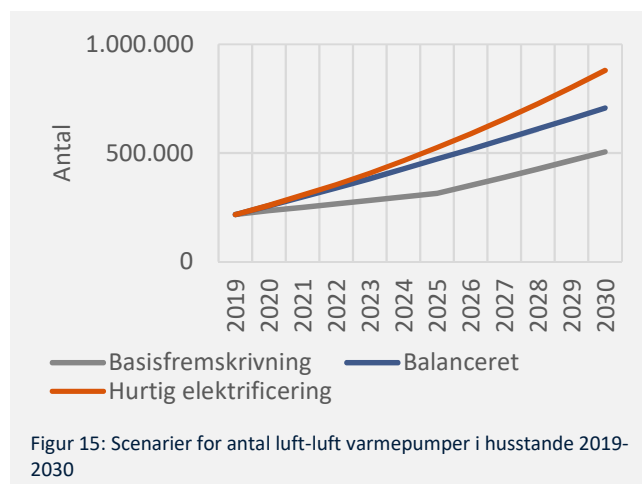
Rentabilitet for en luft-luft varmepumpe er i høj grad afhængig af, hvor stor en andel af varmebehovet luft-luft varmepumpen leverer, samt hvilken varmekilde den fortrænger. Figur 14 viser tilbagebetalingen som funktion af andelen af varmebehovet, varmepumpen forsyner. Der tages udgangspunkt i en gennemsnitlig husstand med naturgas, og der regnes med en gennemsnitlig COP på 5. Tilbagebetalingstiden falder hvis andelen af dækket varmebehov stiger. Ved 50% er tilbagebetalingstiden mellem 6 og 11 år, afhængig af investeringens størrelse, som forventes at falde fra gennemsnitligt ca. 16.000 DKK til 12.000 DKK i 2030. Supplerer luft-luft varmepumpen en dyrere primær varmekilde, som elvarme eller et oliefyr, forbedres rentabiliteten.



Figur 14: Tilbagebetalingstiden for en luft-luft varmepumpe er afhængig af den andel af varmebehovet, den leverer. Der antages et gennemsnitligt hus med varmebehov på ca. 18.000 kWh med naturgas som primær varmeinstallation.

Køling i almindelige husstande har hidtil ikke været normen, da Danmark generelt har milde somre. Sommeren 2018 var ekstrem varm og mange fik øjnene op for værdien af køling. En varm sommer som den i 2018 kan derfor give et skub i salget af luft-luft varmepumper med køling for øje. I disse tilfælde vurderes elprisen kun at have begrænset indflydelse.

5.4 SCENARIER



Figur 15: Scenarier for antal luft-luft varmepumper i husstande 2019-2030

Ifølge Opvarmningsanalysen var det samlede antal installerede luft-luft varmepumper 140.000 i 2017. Vha. salgstallene fra Energistyrelsen estimeres antallet i 2019 til 217.000.

Som beskrevet i Afsnit 3, skal luft-luft varmepumper behandles separat fra de resterende opvarmningskilder, da de ofte ikke er en primær varmekilde og derfor ikke erstatter et andet anlæg.

I både "Balanceret" og "Hurtig elektrificering"-scenarierne benyttes en fremskrivning af salgstallene, hvor der også tages højde for, at nogle forbrugere i fremtiden vil vælge en luft-luft varmepumpe pga. dens køleevne. Fremskrivningen af de historiske salgstal korrigeres, så de afspejler den øgede interesse for køling, der forventes at give et mersalg på 10% i 2030. Mængden af varmepumper solgt til køling er derfor højere i "Hurtig elektrificering"-scenariet, da det totale salg er højere sammenlignet med "Balanceret"-scenariet.

Det forventes at salget vil stige fra 39.000 i 2019 til 48.000 og 78.000 i 2030 for hhv. "Balanceret" og "Hurtig elektrificering". Scenarierne forudsiger at bestanden af luft-luft varmepumper i 2030 vil stige til mellem ca. 340.000 og 830.000 anlæg i 2030, afhængig af det specifikke scenarie.

Antaget at antallet af boliger er ca. 2.700.000, svarer dette til at op til 13-30% af boligerne vil indeholde en luft-luft varmepumpe i 2030.

5.5 OPSAMLING

Som med luft-vand varmepumper har luft-luft varmepumper også set en kraftig stigning i salgstallene de senere år. Luft-luft varmepumper kan ikke producere varmt brugsvand, men er en billig supplerende varmekilde. Derfor forventes flere husstande at vælge at supplere deres eksisterende varmekilde med en luft-luft varmepumpe for at sænke deres varmeomkostninger. Rentabiliteten af en luft-luft varmepumpe afhænger i høj grad af hvilken energikilde den fortrænger.

Luft-luft varmepumper har den fordel at de også kan levere køling og det forventes, at dette vil resultere i et mersalg i fremtiden.

I sommer- og fritidshuse overtager luft-luft varmepumper fra traditionel elvarme, som den primære varmekilde, da varmepumper har lavere driftsomkostninger.

Det totale antal luft-luft varmepumper forventes at stige fra ca. 217.000 i 2019 til 500.000-800.000 i 2030.



6. Elbiler og ladestandere

6.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Der er en række forskellige typer ladestandere til både private hjem og offentlige områder. Hastigheden, hvormed ladestandere kan oplade et batteri, måles generelt i kilowatt (kW) og afhænger af styrken af den elektriske strøm (ofte angivet i ampere) samt antallet af faser (1, 2 eller 3).

Private hjem

På nuværende tidspunkt kan mange danske husstande maksimalt trække 25-35 ampere, også nybyggeri. Det er muligt for en elkunde at øge mængden af tilgængelige ampere, men det er dyrt og koster over ca. 1.000 kr. (ekskl. moms) pr. ekstra ampere.

Hvor en normal stikkontakt i hjemmet er 1-faset, kan nogle enheder også bruge 2- eller 3-fasede stikkontakter (f.eks. som elektriske ovne). Ladestandere til private hjem i dag er oftest 11 kW (3-faset med 16 ampere), mens nogle er 3,7 kW (1-faset med 16 ampere). Afhængigt af installationstypen, vil installation af ladestanderen i et privat hjem koste mellem 6000-8.000 kr. Man kan så vælge at købe ladeboksen, som koster mellem 6.500-9.500 kr., eller vælge at leje boksene til ca. 100 kr. pr. måned. Det estimeres, at mindre end 5% vælger en 22 kW ladestander (3-faset med 32 ampere), da det typisk øger installationsomkostningen med ca. 15.000 kr.

Med næsten 20.000 elektriske køretøjer (rene elbiler og plug-in hybridbiler) i Danmark i dag, er det rimeligt at antage, at der også er flere tusinde private ladestandere.

Offentlige ladestandere

I slutningen af 2018 var der mere end 2.500 offentligt tilgængelige ladestandere i Danmark, hvoraf de fleste ejes af Clever eller E.On. De eksisterende ladestandere varierer fra en effekt på minimum 11 kW til en standard effekt på 22 kW. Derudover er der få ladestandere på op til 50 og 100+ kW.

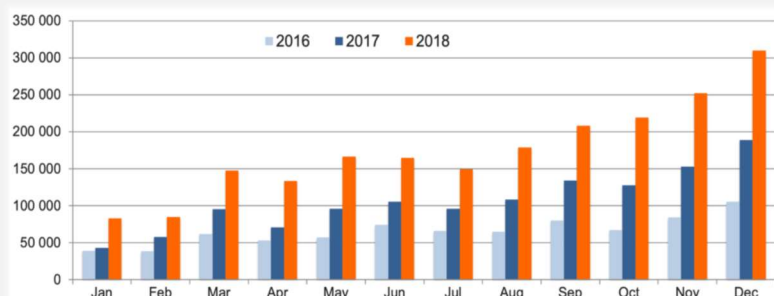
Tesla har i øjeblikket 10 superstationer i Danmark, der kan levere over 100 kW. Frem mod 2020 arbejder E.on og Clever på at etablere et netværk af ladestandere, der kan levere 350 kW, mens Tesla har

meddelt, at deres superladestandere snart vil kunne levere 250 kW. I praksis betyder højere kapacitet, at bilerne kan lades hurtigere, hvis de er forberedt til det.

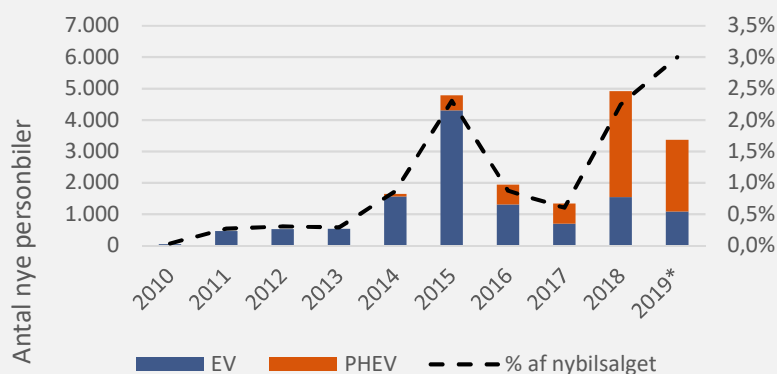
Det er sandsynligt, at langt de fleste elbilsbrugere ikke er villige til at vente en time eller mere på en opladning ved en offentlig ladestander og derfor også vil have ladestandere til rådighed enten hjemme og/eller på deres arbejdsplads hvis muligt.

6.2 TENDENSER

Drevet af kraftigt faldende batteripriser, og et stigende antal tilgængelige modeller, har det globale salg af elbiler haft stabil vækst de seneste år. Elbilmarkedet steg næsten 60% globalt fra 2017 til 2018 (se Figur 16), hvor stigningen var 35% i Europa. I Danmark har udviklingen været mere afdæmpet, og spørgsmålet bliver så, hvornår elbilerne får udbredelse i Danmark?



Figur 16: Udvikling i salg af elbiler globalt (2016-2018). Kilde: EV-volumes.dk



Figur 17: Udvikling i salg af elektriske personbiler i Danmark. Kilde: Dansk Elbil Alliance, Bilstatistik.dk og De Danske Bilimportør.

Som vist på Figur 17, har elbilsalget i Danmark været meget varierende, hvilket hovedsageligt skyldes skiftende afgifter på personbiler. Det blev især tydeligt i sidste halvdel af 2015, hvor der opstod en kraftig stigning i salget af Tesla pga. politiske udmeldinger om ændringer i registreringsafgiften ved årsskiftet. Alligevel var mere end 2% af det nye private bilsalg i 2018 elektrisk, enten rene elbiler eller plug-in hybridbiler, hvilket er steget til over 3% i de første 3 måneder af 2019 (se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Udviklingen indikerer, at den globale tendens også er på vej i Danmark.

I dag har de fleste danske ejere af batteridrevne køretøjer en ladestander/ladeboks derhjemme, som sørger for størstedelen af opladningen. Afhængigt af ejerens boligtype (fx lejlighed eller hus), deres kørselsbehov og lign. benyttes også forskellige typer offentlige ladestander.

6.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Antallet af batteridrevne køretøjer på de danske veje er, ikke overraskende, den primære faktor, der styrer udviklingen af antallet af ladestander. Dette aspekt beskrives mere detaljeret i scenarieafsnittet.

Dernæst har det betydning, hvor mange ladestander der er nødvendige per bil, hvilket i høj grad vil afhænge af hvor ejeren bor.

Enfamiliehuse

De fire mest solgte elbiler i Danmark gennem første kvartal af 2019 er Kia Niro, Tesla Model 3, Hyundai Kona og Nissan Leaf¹⁵. De har alle batteristørrelser på over 60 kWh, mens den maksimale opladningseffekt, som de fleste af disse

køretøjer kan klare, er ca. 100 kW i dag. Dog er det værd at bemærke, at dette maksimum ikke kan opretholdes i hele opladningsperioden, da det vil beskadige batteriet. Det betyder, at det tager længere tid at oplade batteriet. For eksempel estimerer Kia, at 64 kWh batteriet i Kia Niro kan oplades til 80% på 75 minutter med en 50 kW oplader, men det sparer kun 15 minutter med en 100 kW oplader¹⁶.

Da installationen af en ladestander i et hus generelt er ligetil, er det sandsynligt at de fleste ejere af en elbil eller plug-in hybridbil vil ønske at kunne oplade derhjemme.

Lejligheder og rækkehuse med fælles parkeringspladser

Lejligheder og rækkehuse med private parkeringspladser er et mere kompliceret segment end ved enfamiliehuse, primært grundet problemer relateret til deling af omkostninger, men også tekniske problemer.

Ser man fx på en bygning begrænset til 80 ampere, er det muligt at opsætte tre eller fire ladestander, som kan levere varierende effekt afhængigt af, hvor meget strøm der bliver brugt i lejlighederne. Ved at monitorere elanvendelsen i bygningen kan ladestanderne fx levere mindre, når beboerne bruger elektricitet til madlavning, elevatorer mv. For denne type ladestander vil intelligent styring være et vigtigt

redskab, så det er muligt at styre ladestanderne enkeltvis og ligeledes afkoble opladningen, når det er nødvendigt.

Ejerforeningen vil skulle bestemme, hvordan omkostningerne til ladestanderne skal fordeles. Fx hvem der betaler for de første fire ladestationer? Hvem betaler, når de næste fire ladestationer er påkrævede, og som ovenikøbet også kræver



Figur 18: Eksempel på en typisk ladeboks i private hjem. Credit: E.on 2019



Figur 19: Eksempel på en typisk offentlig ladestander. Credit: Clever A/S 2019

¹⁵ Dansk Elbil Alliance, 2019

¹⁶ Kia, 2019

en forøgelse af bygningens ampere-begrænsning med ca. 50 ampere?

Det forventes, at lejligheder og rækkehuse med tilhørende parkeringspladser sandsynligvis kræver ca. en oplader pr. elbil eller plug-in hybridbil, afhængig af den specifikke ejerskabsaftale og hvordan tingene fungerer i praksis. Man kunne forestille sig en ladestander med mange udgange, hvilket ville give mulighed for en vis effekt, når alle oplader, og højere effekt, når færre oplader på samme tid. Denne løsning ville betyde færre ladestander pr. køretøj.

Lejligheder og rækkehuse med gadeparkering

Ejendomme uden private parkeringspladser er det sværeste segment at udvikle individuelle ladestander til, og det forventes at være det sidste segment, som vil adoptere rene elbiler i stor skala, da brugerne sandsynligvis vil være afhængige af et omfattende offentligt opladningsnetværk og/eller udviklingen i supercharger-stationer. Man kunne også forestille sig, at beboere i lejligheder og tæt bebyggelse måske i højere grad end andre vil benytte sig af delebiler og lignende.

Det er også muligt, at segmentet vil fokusere mere på plug-in hybridbiler, da det giver mulighed for at parkere frit, og i stedet stole på offentligt opladningsnetværk og/eller potentielt arbejdsbaseret opladning for at oplade deres relativt små batterier, når det er muligt.

Inden for den nuværende analyse antages det, at segmentet vil investere i langt under en oplader pr. elektrisk køretøj.

Indkøbscentre, restauranter, osv.

Indkøbscentre, restauranter, og lign. forventes at være et stort marked for ladestander fremadrettet, hvilket skyldes at de har betydelige ressourcer til at investere i ladeinfrastrukturen; de ville kunne tilbyde en ekstra service mens deres kunder handler, spiser, og lign., og de kan trække store mængder elektricitet og har ofte allerede mange ampere tilgængelige. På samme måde kan dedikerede parkeringshuse i byområder også give lignende opladningsydelser fremadrettet.

Arbejdspladsen

Installatører oplever allerede en efterspørgsel på opladningsmuligheder hos virksomheder, der ønsker at give deres medarbejdere et personalegode. Hvis et stort antal køretøjer oplades på én gang, vil det kræve koordineret opladning, men da der er tale om arbejdspladser, kan det potentielt kobles til medarbejdernes kalendere, så opladningen planlægges efter, hvornår medarbejderen forventer at køre

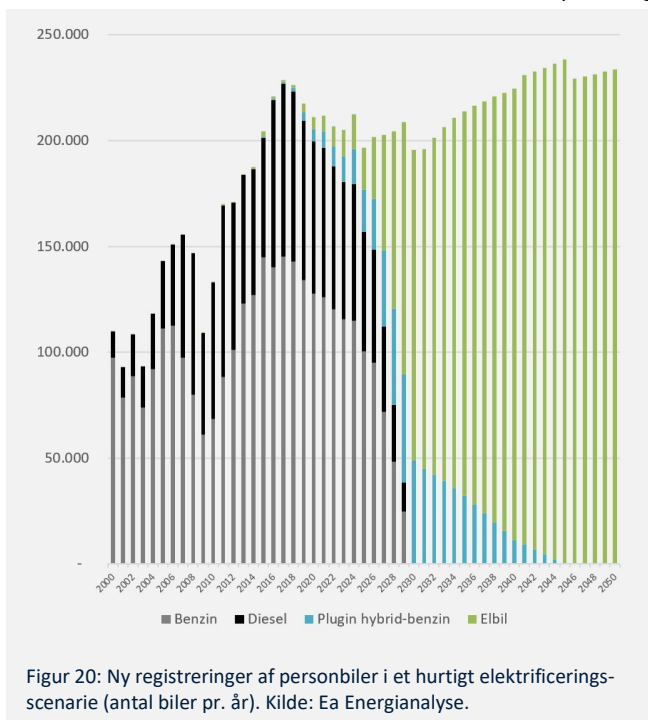
hjem, har eksterne møder, osv. Dermed er det muligt at prioritere den nødvendige opladningseffekt baseret på antallet af elbiler til opladning og de enkelte medarbejders behov.

Superchargers

Som nævnt tidligere er superchargers allerede i stand til at levere 100 kW. Nye "modulære" ladestander begynder at komme på markedet, hvilket vil muliggøre distribution af opladningseffekten og derved gøre det billigere at tilføje yderligere ladestander. For eksempel vil en supercharger, med et givet antal ampere tilgængelig, i fremtiden være i stand til at sprede disse ampere mellem flere individuelle ladestander, afhængigt af hvor mange køretøjer der oplader på samme tid.

Danske eksperter vurderer, at det frem mod 2030 vil blive muligt at oplade det som svarer til ca. 600 km på 10 minutter. Hvis vi antager et energibehov på 150 Wh/km, svarer det til, at der oplades 90 kWh med en opladningseffekt på ca. 540 kW. Porsche og BMW har allerede afsløret en fælles prototype, der i dag umiddelbart er i stand til at oplade med mere end 400 kW.

Udviklingen vil dog kræve meget høj effekt, især hvis mere end en elbil oplades samtidig og derfor er det sandsynligt at store stationære batterier installeres ved ladestationerne for at sikre, at den høje effekt kan leveres i korte perioder og for at undgå overbelastning af nettet. Dvs. i stedet for at forøge mængden af elektricitet der trækkes fra elnettet når mange elbiler oplader på en gang, vil nogle af elbilerne oplade via det stationære batteri. Når der kun er få elbiler til opladning,



Figur 20: Ny registreringer af personbiler i et hurtigt elektrificerings-scenarie (antal biler pr. år). Kilde: Ea Energianalyse.

kan batteriet også genoplade. På denne måde vil den maksimale mængde af elektricitet, der trækkes fra ladestationen, være betydeligt lavere, og det totale forbrug spredt langt mere ligeligt ud over dagen.

Behovet for stationære batterier vil være afhængigt af lade-standerens størrelse, og hvorvidt den er forbundet til transmissions- eller distributionssystemet.

6.4 SCENARIER

VLAK-regeringen fremførte i 2018 en ambition om at forbyde salg af benzin- og dieselkøretøjer inden år 2030. Figur 20 viser udviklingen fra 2010 til 2050 i et hurtig-elektrificerings scenarie for salget af personbiler og varebiler der opfylder dette mål i 2030.

Den tilsvarende udvikling i hele personbilsflåden er vist i Figur 21. Scenariet peger på, at der i 2030 (angivet med den røde stiplede linje) vil være over en halv million elektriske personbiler og ca. 275.000 plug-in hybridbiler.

Et meget mere konservativt bud findes i Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018, som i stedet estimerer ca. 140.000 el-biler og yderligere 24.000 el-varebiler i 2030.

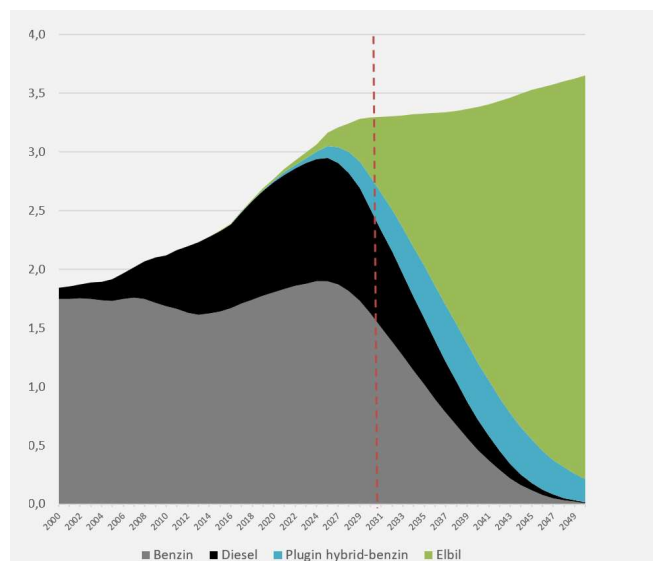
De tre scenarier (hurtig, basis og balanceret) for det samlede antal elektriske person- og varebiler i 2030 er vist i Figur 22. Balanceret-scenariet er et simpelt gennemsnit af de to scenarier.

I 2030 vil der i Balanceret-scenariet være en samlet elektrisk flåde på ca. 370.000 personbiler og varebiler.

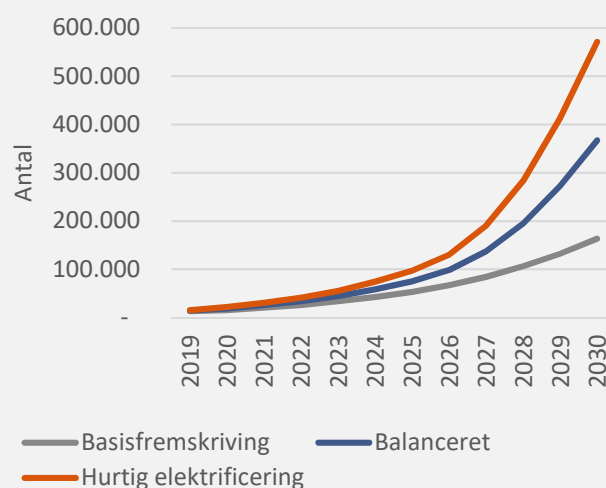
6.5 OPSAMLING

I løbet af de næste 10 år forventes det, at både batteristørrelse og ladningseffekt vil stige, mens de maksimale opladningstider forventes at falde. I analysen antages det at:

- alle køretøjsejere med private parkeringsforhold vil investere i en oplader
- der i lejligheder og rækkehuse med egne parkeringspladser vil være mindre end en oplader pr. elektrisk køretøj
- der vil være betydeligt mindre end en oplader pr. elektrisk køretøj hvor ejerne bor i lejligheder med gadeparkering



Figur 21: Bestand af personbiler i et hurtigt elektrificerings-scenarie. Kilde: Ea Energianalyse.



Figur 22: Fremskrivning af antal rene elbiler (personbiler og varebiler)

- offentligt tilgængelige ladestander og ladestander på arbejdspladser bliver udbredte.

De ovenstående punkter resulterer i en antagelse om, at ca. en oplader per elbil (ikke plug-in hybridbiler) er sandsynlig frem mod 2030. En opdateret artikel offentliggjort af McKinsey i oktober 2018 kom til næsten samme konklusion. I deres basisscenarie for elbilsudbredelse anslog de, at der kan være 15 millioner elbiler i EU inden 2030, hvilket vil kræve omkring 15 millioner ladestationer.



7. Køling og ventilation

7.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Kvaliteten af luften i boliger kan opdeles i temperaturstyring og indeklime. Temperaturstyring handler om at have køling, når det er for varmt, og opvarmning, når det er for koldt. Godt indeklime handler om at sikre en god luftkvalitet med højt iltindhold og lavt CO₂-indhold, hvilket kræver en løbende udskiftning af luften i et rum. En luft-luft varmepumpe kan levere både køling og varme, men kan ikke sørge for udskiftning af luften.

En effektiv styring af indeklimaet og luftkvaliteten kræver et ventilationssystem, der trækker "brugt" luft ud af bygningen og fører frisk luft ind. Nogle ventilationssystemer kan også genanvende varmen i luften der ventileres ud af huset og overføre den til den friske luft der suges ind i huset. Dermed bidrager ventilationsanlægget til en energieffektiv drift af bygningen.

7.2 TENDENSER

Mekanisk ventilation af bygninger har længe haft en udbredelse i danske bygninger, særligt i erhvervslivet, mens køling er et relativt uudnyttet område. De sidste par år er man dog i branchen begyndt at mærke en ændring, og forventningen er, at køling vil opnå langt større udbredelse i fremtiden i takt med, at der opleves varmere sommerdage, og det derfor ses mere som et forventeligt niveau af komfort end en særlig luksus.

Der kan være betydelige fordele ved at sikre et behageligt indeklime med god ventilation. Det er veldokumenteret, at dårlig luft kan medføre gener som for eksempel koncentrationsbesvær, hovedpine og træthed. Flere og flere virksomheder er blevet bevidste om de problemer og vælger derfor at investere i bedre indeklime og temperaturstyring.

Køling kan ligeledes have markante fordele på særligt varme dage, i form af højere produktivitet og komfort. Det gælder især på kontorer i det offentlige og private erhvervsliv, men kan også vise sig at blive mere og mere relevant i boliger.

For at Danmark kan opfylde klimamålene, vil fortsatte energieffektiviseringer blive nødvendige. Dette stigende behov skal dækkes så effektivt som muligt, og vil give muligheder



for at integrere køling og ventilation, når bygninger renoveres i forbindelse med energieffektiviseringer. Moderne varmevekslere kan integreres i forbindelse med ventilation og kan lede til betragtelig varmegenvinding. Teknologierne har udviklet sig betragteligt de sidste år, og anlæg der er bare fem-syv år gamle kan have store energieffektiviseringspotentialer, og udskiftning af gamle ventilations- og kølingsanlæg kan være et stort område for installatører.

I allerede eksisterende byggerier kan man overordnet set opdele indsatsen på to områder: installation af nyt ventilations- og køleudstyr, og optimering af eksisterende systemer.

Selvom der naturligvis kan gøres meget for køling og ventilation i den eksisterende bygningsmasse, så er potentialerne særligt store og omkostningseffektive, hvis løsninger er indtænkt i bygningens design og funktion fra starten af. I nybyggeri kan køle- og ventilationssystemer indtænkes i bygningens grundlæggende design og ud fra de forventede behov. Det giver billigere og mere effektive løsninger, end når allerede eksisterende bygninger skal have opgraderet deres køle- og ventilationssystemer. Ved hensigtsmæssig isolering, afskærmning af bygningen fra solen og lignende tiltag kan dimensioneringen af køle- og ventilationssystemerne gøres betragteligt mindre.

Med intelligent og behovsbaseret styring kan energiforbruget mindskes yderligere. I gammeldags, mere simple ventilationssystemer er designet tilpasset det rum som ventileres og hvor mange mennesker der kan opholde sig i det. Ventilationen er derefter sat til at køre efter det maksimale

nødvendige forbrug, og kører konstant på det niveau, hvilket typisk resulterer i overventilering. Et behovsstyret ventilationsystem kan derfor markant reducere energiforbruget.

Fjernkøling

Et alternativ til individuel køling, som endnu kun har vundet begrænset udbredelse, er fjernkøling via et distributionsnet lig fjernvarmenettet. I stedet for at sende varmt vand rundt i nettet, distribueres i stedet koldt vand der kan anvendes til køling i bygninger. Mange fjernvarmeselskaber er begyndt at tilbyde deres kunder adgang til fjernkøleforsyning.

Størstedelen af kølingen er baseret på køling med havvand, den såkaldte frikøling, mens el og overskudsvarme anvendes til spidslastkøling. Det kolde havvand distribueres ud til de tilsluttede bygninger via et lukket kølekredsløb, hvor det anvendes til at køle bygningen.

Sparepotentialer ved bedre anvendelse af køling og ventilation

Der kan være store besparelser at hente, ved at forbedre driften af eksisterende køle- og ventilationsanlæg, der ikke er indstillede til de aktuelle behov. De største besparelser vil typisk kunne realiseres ved at indstille anlægget sådan, at overskydende og unødvendig køling holdes til et minimum.

I dag udgøres en stor del af det samlede energiforbrug i erhvervslivet i Danmark allerede af ventilationssystemer. Der bruges ca. 3.000 GWh strøm på ventilation og analyser peger på, at omtrent 800 GWh, altså ca. 25%, vil kunne spares ved investeringer med en typisk tilbagebetalingstid på under fire år¹⁷.

Ved at reducere driftstiden kan elforbruget mindskes. Her er der en direkte lineær sammenhæng mellem reduktion af driftstiden og reduktion af elforbruget, så en reduktion af driftstiden på 10% også reducerer forbruget med 10%. En meget større effekt fås imidlertid ved at reducere luftmængderne, der udskiftes ved ventilation. En 20% reduktion i luftmængden kan give en elbesparelse på op mod 45%, og der er dermed store besparelspotentialer ved en mere optimeret og reduceret drift.

I de sidste ti år har ventilationsrelaterede opgaver udgjort omtrent en femtedel af den samlede omsætning i VVS-branchen, hvilket i 2018 svarede til ca. 5,2 mia. kr.¹⁸.

7.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Salget af kølings- og ventilationssystemer er i kraftig vækst, særligt i erhvervslivet. Vi oplever i stigende grad særligt varme sommerdage, og dermed øges behovet for bedre køling og ventilation. I takt med at ventilation og køling bliver standard på arbejdspladser, og i stort omfang allerede er det i fx biler, vil flere ønske et tilsvarende godt indeklima i deres hjem. Forventninger til komfort kan derfor være en stor driver for større udbredelse af ventilation og køling, der kan levere klimastyring.

Der er også et stigende fokus på at forbedre isolering af huse, og bygningsreglementerne stiller store krav til kvaliteten og niveauet af isoleringen. Disse forbedringer af isoleringen kan dog give udfordringer med at sikre et ordentligt indeklima – hvilket er et problem, der i stigende grad er fokus på. Bedre isolering af huse og det stigende behov for at forbedre indeklimaet kan derfor også styrke efterspørgslen efter ventilation.

Prisen på køle- og ventilationssystemer har også stor betydning for deres udbredelse. Da en luft-luft varmepumpe kan levere både varme og køling, kan man godt forvente en stigende efterspørgsel efter denne teknologi i fremtiden. Når man allerede skal investere i individuel varmforsyning og så også kan få køling med i købet, så vil der være et stort incitament til at vælge sådan en løsning.

7.4 OPSAMLING

Køling og ventilation har i Danmark hidtil haft størst udbredelse i erhvervslivet og industrien. Der er dog grunde til at forvente, at efterspørgslen efter køling og ventilation i private husstande vil stige i fremtiden. De væsentligste grunde er:

- Stigende temperaturer i fremtiden og flere ekstremt varme sommerdage vil øge behovet.
- Den stigende udbredelse på arbejdspladser og i moderne biler af ventilation og AC-anlæg, kan forventes at øge privatpersoners forventninger til komfort.
- I forbindelse med en stigende udbredelse af varmepumper som varmekilde, kan det forventes, at en

¹⁷ Dansk Energi 2016: "Den lille blå om ventilation"

¹⁸ Tekniq, 2019: "Markedsanalyse, marts 2019"

andel af købte varmepumper vil være luft-luft, for også at kunne drage nytte af deres køleegenskaber.

- Eksisterende køle- og ventilationssystemer vil ofte også repræsentere betydelige energisparepotentialer, da der er sket betragtelige udviklinger det sidste årti, og udskiftning af eksisterende anlæg kan derfor blive en del af energisparetiltag, som vil give installatører mere arbejde.
- Der bruges ca. 3.000 GWh strøm på ventilation og analyser peger på, at omtrent 800 GWh, altså ca. 25%, vil kunne spares ved investeringer med en typisk tilbagebetalingstid på under fire år.
- Teknologierne har udviklet sig betragteligt de sidste år, og anlæg der er bare fem-syv år gamle kan have store energieffektiviseringspotentialer, og udskiftning af gamle ventilations- og kølingsanlæg kan være et stort område for installatører.



8. Gasopvarmning

8.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Naturgas anvendes til opvarmningsformål både i virksomheder, til produktion af fjernvarme og husholdninger. I industrien anvendes gas primært til fremstilling af procesvarme, mens langt størstedelen af gasforbruget i husholdninger og serviceerhverv går til opvarmning af bygninger.

Gasfyr til opvarmning af boliger har igennem tiden gennemgået forskellige typer teknologisk udvikling. Gamle kedler var ofte såkaldte atmosfæriske kedler, hvor energien i røgdampen ikke udnyttes, mens mere moderne kondenserende kedler formår at reducere røggastabet betragteligt ved at styre luftindtaget og sænke returvandstemperaturen i varmekredsløbet. Gamle kondenserende gaskedler havde en total virkningsgrad omkring 85%¹⁹, mens moderne kondenserende kedler ligger på omkring 99%.

Med udgangspunkt i Opvarmningsanalysen (2017) vurderes det, at ca. 420.000 husstande er opvarmet med naturgas i dag. I de sidste 15 år har gasforbruget til husholdninger og serviceerhverv været svagt faldende, samtidig med, at der er sket en mindre stigning i antallet af private gaskunder.

Der er væsentlig usikkerhed i energibranchen omkring naturgassens fremtid, og mange observatører har udtrykt en forventning om, at naturgas indenfor en relativt kort periode vil være udfaset i det danske varmesystem. En analyse foretaget af Ea Energianalyse for HMN Naturgas peger dog på, at gas kan spille en vigtig rolle i opvarmningen helt frem til 2050, ikke mindst på grund af nye teknologiske muligheder i form af de såkaldte hybridvarmepumper, der kombinerer en lille elvarmepumpe med et gasfyr.

Historien

Den første oliekrise i 1973/74 rystede Vesten, og gjorde samfundet generelt opmærksom på, hvor afhængige vi var af import af olie fra Mellemøsten. Efter oliekrisen så afhængigheden ud til kun at være et kortvarigt problem, indtil den anden oliekrise i 1979, da Shahan i Iran blev væltet, og året efter da krigen mellem Iran og Irak brød ud.

Den danske varmeforsyning i mange år været baseret på olie, men oliekriserne gjorde det klart, at det ikke kunne fortsætte. Man nedsatte derfor Samordningsgruppen, som begyndte at udvikle et nyt varmesystem, og udbygningen af et distributionsnet til naturgas.

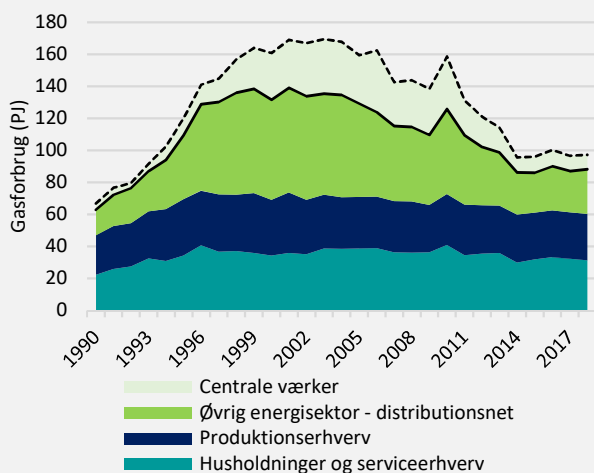


Figur 23: Moderne gasfyr optager ikke meget plads i hjemmet.

Landet blev inddelt i tre forskellige typer varmezoner: kollektiv forsyning med fjernvarme, kollektiv forsyning med naturgas og områder med individuel varmeforsyning. Mange områder blev med lovkrav omlagt til fjernvarme og naturgas, og olien blev pålagt høje afgifter. Disse tiltag ledte til en dramatisk omstilling af varmesystemet, hvor en stor del af olien blev erstattet med først fjernvarme og sidenhen også naturgas. Figuren nedenfor viser udviklingen over de sidste 40 år.

Den største udbygning af naturgassen foregik i 1990'erne, hvor flere hundredetusinde husstande overgik fra olie til gas. Siden da er der kommet stadig flere naturgaskunder til, men udbygningsraten er mindsket betragteligt.

¹⁹ DGC, 2015: "Gasfyrede villakedlers virkningsgrad i praksis".



Figur 24: Naturgasforbrug 1990 – 2018 opdelt på sektorer.
Kilde: Ea Energianalyse

Selvom naturgassen har haft stor succes med at fortrænge olie som varmekilde i de danske hjem, har der været usikkerhed om, hvorvidt fjernvarmen ville erstatte naturgassen på sigt, eller om varmepumper og andre elektriske varmekilder overtager den individuelle opvarmning.

8.2 TENDENSER

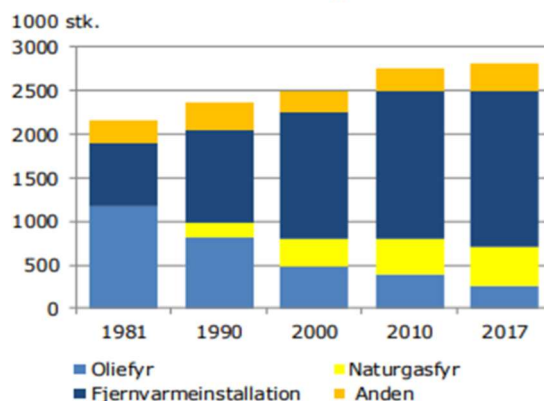
I et studie²⁰ af den forventede udvikling i antallet af gaskunder i Danmark foretaget af Ea Energianalyse i 2018 fandt man, at der med den nuværende lovgivning stadig kan forventes at være mindst 300.000 gaskunder i 2050. Resultatet går markant mod tidligere studier og den udbredte opfattelse, at gas er på vej ud af varmforsyningen. Den primære årsag til resultatet er udviklingen af hybridvarmepumper.

Figur 24 viser den voldsomme vækst i naturgasforbruget i energisektoren i løbet af 1990'erne. En væsentlig ting at bemærke er det store skifte i anvendelsen af gassen. Transportsektoren forventes at blive et område, hvor der kan komme en betragtelig vækst i forbruget, hvorimod man regner med en moderat nedgang i gasforbruget i produktions erhvervene og den individuelle opvarmning i hjemmene og en udfasning i den centraliserede varmeproduktion.

Hybridvarmepumper – en spændende ny teknologi

Hybridvarmepumper kører det meste af tiden på elvarmepumpedelen, og skifter til gasfyr når udetemperaturerne er

Varmeanstaltninger i boliger



Figur 25: Fordelingen af varmekilde i boliger.
Kilde: Energistatistik 2017

særligt lave eller når elprisen er meget høj. Gasdelen af hybridvarmepumpen står typisk også for opvarmning af varmt vand til forbrug. Kombinationen af de to teknologier gør på den ene side, at gasforbruget reduceres med ca. 80% og på den anden, at elvarmepumpen kan dimensioneres betragteligt mindre og billigere, end hvis den skulle kunne håndtere varmeforbruget på alle årets dage. Ulempen er dog at hybridvarmepumpen er noget dyrere end et almindeligt gasfyr.

Et typisk gasfyr er udtjent efter ca. 20 år, og frem mod 2050 må man derfor forvente at alle nuværende gasfyr skal udskiftes. Hvis hybridvarmepumper får et kommercielt gennembrud, er det sandsynligt, at en del gasfyr vil blive erstattet med hybridvarmepumper i løbet af de næste 25 år. Med tiden vil naturgas i princippet også kunne udskiftes med biogas og syntetiske gasser og dermed blive helt grøn. Det forventes dog, at biogas og syntetiske gasser i højere grad vil blive brugt i fx transportsektoren, med mindre det lykkes at producere væsentligt større mængder end i dag.

8.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Spørgsmålet om, hvorvidt naturgas vil fortsætte med at spille en betydelig rolle i den danske varmforsyning, afhænger både af den teknologiske udvikling og prisen på energi – men især af den fremtidige regulering. Politiske beslutninger om tariffer, afgiftsniveauer og lovgivning om varmforsyning kan have afgørende indflydelse på økonomien for anvendelse af gas til opvarmning.

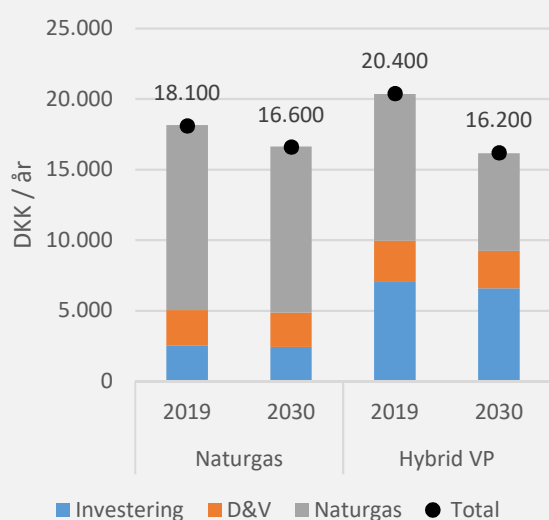
²⁰ Ea Energianalyse, 2018: "Scenarier for antal gaskunder i Danmark mod år 2100"

Der kommer kun i meget begrænset omfang nye gaskunder til og kun i eksisterende gasområder. Antallet af fremtidige gaskunder afhænger derfor i høj grad af, om eksisterende gaskunder vælger at forblive gaskunder, eller om de skifter til alternative opvarmningsformer.

Politisk bestemte afgiftsændringer og omlægninger af naturgasområder til fjernvarme kan reducere antallet af fremtidige gaskunder betydeligt. En lang række konverteringsprojekter blev lagt i støbeskeen for 5-10 år siden, men det har været vanskeligt for mange fjernvarmeselskaber at vise god samfundsøkonomi i projekterne og i de projekter, som er gennemførte, har kunderne ofte været langsomme om at skifte forsyning. Konverteringer til fjernvarme er derfor gået langsommere end forventet.

Prisniveauet for konkurrerende teknologier har selvsagt stor betydning, men viden om alternativerne er ligeledes afgørende. På det individuelle plan træffes beslutningen typisk først, når et gammelt fyr står for udskiftning eller er brudt sammen.

Den teknologiske udvikling for de forskellige opvarmnings-teknologier har stor indflydelse på deres prisniveauer. Hybridvarmepumperne ser på papiret ud til at kunne erstatte en stor del af de eksisterende gasfyr i fremtiden, og dermed medvirke til at fastholde en del af gaskunderne, som det fremgår af Figur 26. Et gennemsnitligt naturgasfyr har i dag en omkostning på ca. 18.100 kroner om året, annualiseret over dets levetid, hvoraf de variable omkostninger udgør ca. 70%. For en hybridvarmepumpe udgøres ca. en tredjedel af prisen i dag af investeringen, og den samlede omkostning er ca. 21.000 om året. Allerede i 2030 forventes hybridvarmepumpen at være ca. 900 kr. billigere om året end et rent



Figur 26: Årlige omkostninger for gasfyr og hybridvarmepumpe i 2019 vs. 2030.

gasfyr, med en årlig omkostning på 15.700 kr. Den kraftige nedgang i prisen skyldes i høj grad forventningen om stigende gaspriser og faldende elpriser, hvilket gør at de højere investeringsomkostninger bedre kan retfærdiggøres. Der er derfor et klart grundlag for, at hybridvarmepumper mange steder vil kunne overtage fra gasfyr.

Ultimativt bestemmes det individuelle valg dog ikke kun ud fra økonomi, men også ud fra kendskab til teknologien og komfortønsker, så det er ikke givet, at forbrugerne vælger denne mulighed fremfor en anden. Denne usikkerhed vil vi se nærmere på i tre scenarier.

8.4 SCENARIER

Scenarierne er et forsøg på at opridse tre mulige udviklingsstier, som antallet af gaskunder i Danmark kan følge.

Det antages i alle scenarier, at afgiftsstrukturen ikke ændres over perioden. Det er en fundamental antagelse i modellen, at gasfyr erstattes af varmepumper, i det omfang varmepumper leverer bedre økonomi.

Det grundlæggende scenarie, der benyttes som udgangspunkt for sammenligningen, er Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018. I scenariet forventes naturgasinstallationer i danske husstande at falde markant mellem 2025 og 2030. Basisfremskrivningen forholder sig kun til det samlede forbrug fordelt på forskellige grupperinger, og der er derfor anvendt en omregningsfaktor for at vurdere antallet af husstande med gasforsyning.

De to andre scenarier, "Hurtig elektrificering" og "Balance-ret", tager udgangspunkt i Opvarmningsanalysen (2017) for opvarmningsformen i eksisterende bebyggelser og BBR-data for nye bebyggelser.

Antallet af gasforsynede husstande beregnes ud fra en antagelse om, at der hvert år vil være en fast andel af den eksisterende bestand af gasfyr som er udtjente, og som derfor vil kunne udskiftes med enten et nyt gasfyr eller en anden teknologiløsning. Det vurderes, at den primære erstatning for eksisterende gasfyr vil være luft-vand varmepumper, hvoraf hybridvarmepumper vil få en større rolle, jo længere frem mod 2030 vi kommer, og at kun en lille del vil blive erstattet med fjernvarme. Hastigheden hvormed

varmepumper overtager den individuelle varmforsyning er det, der adskiller de to andre scenarier, hvor "Hurtig elektrificering" har den hurtigste udskiftningsrate.

Figur 27 viser udviklingen i naturgasfyr i de tre scenarier.

Forskellen i udviklingen af antallet af naturgasfyr er meget lille mellem de to scenarier "Hurtigt elektrificering" og "Balanceret". I begge scenarier vil de mange nye varmepumper først erstatte eksisterende oliefyr, træpillefyrede kedler og elvarmforsyning og først derefter erstatte naturgasfyr. Der til kommer, at mange nye husstande vil blive forsynede af varmepumper, og at en stor del af væksten i antallet derfor vil komme herfra.

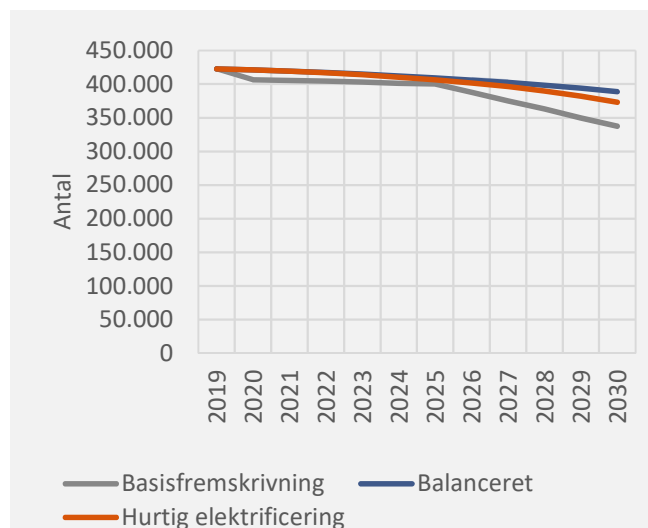
Basisfremskrivningen er anderledes markant i sin vurdering af naturgasforbruget i husholdninger frem mod 2030, og forventer en nedgang i gasforbruget svarende til ca. 14.000 installationer om året per år fra 2025 til 2030.

En del af nedgangen i naturgasforbruget kan forklares ud fra en forventning om mere effektiv isolering og mindre varme-forbrug, samt mere effektive gasfyr, og reduktionen i antal af gasinstallationer kan derfor ikke forventes at være helt så dramatisk, som scenariet lægger op til. En del af naturgassen kan også over tid erstattes af biogas, som også vil kunne anvendes i den eksisterende gasinfrastruktur. Grøn gas vil formentlig særligt blive efterspurgt af virksomheder, der ønsker at kunne certificere deres produktion som grøn. Det forventes i Basisfremskrivningen, at omkring 18% af gassen i naturgasnettet vil være grøn gas i 2030. I praksis kan indholdet af grøn gas blive væsentligt højere, da der i disse år sker en betydelig udbygning af biogasanlæg. Den enkelte forbruger kan mod en meromkostning sikre sig fx 100% grøn gas ved køb af certifikater.

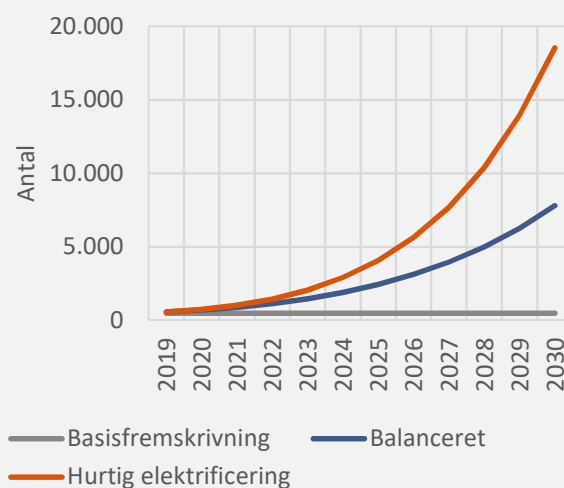
Den udslagsgivende faktor vil derfor med al sandsynlighed blive prisforskellen mellem naturgasbaseret fjernvarmeproduktion og fjernvarme produceret på store varmepumper hos fjernvarmeselskaberne, og her er forventningen, at gasfyr og gas fortsat vil være en relativt billig varmforsyningsform frem mod 2030. Det forventes derfor ikke, at selv en meget stor udbygning af varmepumper vil erstatte særligt mange naturgasfyr i perioden.

Hybridvarmepumper er et andet alternativ til rene gasinstallationer, som potentielt kan få stor udbredelse i perioden. Figur 28 viser udviklingen i antallet af hybridvarmepumper i de tre scenarier frem mod 2030.

I "Hurtig elektrificering" scenariet ses en kraftig vækst over perioden. Hvor der i dag kun er ca. 500 hybridvarmepumper, angiver dette scenarie, at der i 2030 kunne være 14.000, og



Figur 27: Fremskrivning af antal naturgaskunder for de tre scenarier.



Figur 28: Fremskrivning af antallet af hybridvarmepumper for de tre scenarier.

indikerer en betydelig vækst der vil kunne fortsætte også derefter.

"Balanceret" scenariet er mere forsigtigt, og angiver at der frem mod 2030 kan forventes at være ca. 6.000 hybridvarmepumper. Også i dette scenarie er der dog en betydelig vækst i slutningen af perioden, som ligeledes vil kunne forventes at vare ved langt ud over 2030.

I Basisfremskrivningen optræder hybridvarmepumper ikke som en selvstændig post, og er derfor angivet som værende nul over hele perioden.

Scenarieanalyserne giver ikke anledning til at tro, at naturgasforsynede husholdninger er på vej ud af den danske varmforsyning indenfor de næste ti år. Endvidere indikerer scenarierne, at der er en mulighed for, at antallet af

hybridvarmepumper stiger betragteligt frem mod 2030. Hybridvarmepumper vil dog fortsat kun udgøre et begrænset udsnit af varmeinstallationerne i 2030.

8.5 OPSAMLING

Anvendelse af gas til opvarmning har haft en fremtrædende rolle i den danske varmeforsyning siden 1990'erne. Siden da er antallet af gasfyr i danske hjem steget og har i stort omfang erstattet oliefyr.

Ud fra Basisfremskrivningen forventes det, at antallet af gasfyr falder med ca. 85.000 frem mod 2030 og går ekstra hurtigt ned efter 2025. I scenariet "Balanceret" forventes antallet af gasfyr at falde med ca. 35.000 frem mod 2030, mens det i "Hurtig elektrificering" scenariet forventes at falde med ca. 50.000 gasfyr frem mod 2030.

Der vil med andre ord i alle tre scenarier stadigvæk være mange gasfyr tilbage i de private husstande i 2030. Hastigheden hvormed de bortfalder afhænger primært af prisniveauet i forhold til varmepumper, som står til at overtage meget af den individuelle varmeforsyning. Investeringsomkostningerne er en relativt lille del af de samlede årlige omkostninger ved gasfyr, og udviklingen i gasprisen i forhold til elprisen har derfor stor betydning for udviklingen.

Hybridvarmepumper har potentiale til med tiden at få en stor markedsandel i forhold til gasfyr, da de forventes at falde markant i pris frem mod 2030. I "Hurtig elektrificering" scenariet slår varmepumper stærkt igennem, og antallet af hybridvarmepumper vokser hurtigt fra ca. 500 til næsten 20.000. I "Balanceret" scenariet sker udviklingen langsommere, og der forventes at være knap 8.000 hybridvarmepumper i 2030.



9. Elvarme

9.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Traditionel elvarme vandt en del udbredelse i 1970'erne og 1980'erne i nybyggeri og som erstatning for oliefyr. Elbaseret opvarmning vil typisk bestå af en elpatron i en vandvarmer til varmt brugsvand og elradiatorer til rumvarme. Badeværelser har ofte elvarme i gulvet opnået vha. et nedstøbt trådned.

En elpatron er en elektrisk vandvarmer som installeres i en vandbeholder, som konverterer elektricitet til varme. Der findes to forskellige typer elradiatorer:

- Trådbaseret: Varmen genereres af ståltråde, som minder om dem i en brødrister, og som har en meget hurtig reaktionsevne. Denne type er den mest almindelige.
- Oliefyldt: Radiatoren er fyldt med en olie, som opvarmes. Denne type er langsommere til at varme op, men også langsommere til at køle. Oliefyldte radiatorer er ikke så udbredte.

Elvarme er billig og hurtig i installation, men til gengæld dyr i drift og derfor bedst egnet som opvarmningsform i velisolerede bygninger eller i sommerhuse med lavt forbrug.

Elvarme konverterer 1 kWh el til 1 kWh varme. Til sammenligning konverterer en luft-vand varmepumpe 1 kWh el til ca. 3 kWh varme.

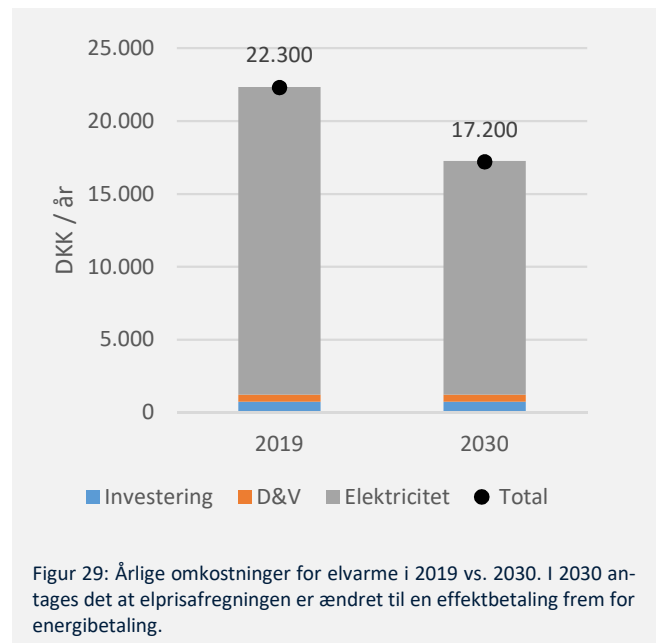
9.2 TENDENSER

I 2016 var der ca. 204.000 huse i Danmark opvarmet med elpaneler²¹. Elvarmeforbuddet fra 1988 forhindrer etablering af et nyt elvarmesystem som primær opvarmningskilde i både nyt og eksisterende byggeri i Danmark, hvis huset ligger i et område forsynet med naturgas eller fjernvarme, hvilket omfatter 75% af alle huse i Danmark. Dog er huse bygget i lavenergiklasse, sommerhuse og fritidshuse undtaget forbuddet, da deres energitab er meget lavt. Ifølge Danmarks Statistik blev ca. 550 nybyggede huse installeret med elvarme i 2017, hvoraf 470 var sommer- eller fritidshuse. Kun 17 parcelhuse blev bygget med elvarme. Nybyggede

helårsboliger med elvarme har siden 2009 kun udgjort -0-2% af nybyggeriet.

9.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Først og fremmest er udviklingen styret af elvarmeforbuddet. Der kan kun installeres elvarme i en meget lille population af huse, og medmindre forbuddet trækkes tilbage, forventes nye elvarmeinstallationer at være begrænsede til hovedsageligt sommer- og fritidshuse. Dog er luft-luft varmepumper allerede ved at overtage dette marked. Siden 2009 er andelen af nybyggede sommerhuse med varmepumper steget fra ca. 8% i 2009 til 50% i 2017, mens andelen med elvarme er faldet fra ca. 70% til 40%.



Figur 29: Årlige omkostninger for elvarme i 2019 vs. 2030. I 2030 antages det at elprisaftregningen er ændret til en effektbetaling frem for energibetaling.

Anskaffelse af et elvarmeanlæg inkl. installation er billigt ift. andre opvarmningsformer, hvor det estimeres at anlæg i et nybygget hus koster omkring 20.000 kr.²² Ved installation af elvarme i en eksisterende husstand, som har et vandbåret varmesystem, antages det at man blot vil installere en vandbeholder med elpatron til at forsyne radiatorerne med varmt vand. Da investering i og installation af elvarme er meget billig, er det ikke dette aspekt, som driver økonomien. Elvarme forsynes med elektricitet, og elprisen har derfor stor

²¹ <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/opvarmning-sundersoegelsen.pdf>

²² Technology data catalogue for individual heating installations, 2018

betydning for rentabiliteten. Ligesom eldrevne varmepumper får elvarme rabat på elafgifter og betaler derfor kun ca. 25,9 øre/kWh i stedet for 88,4 øre/kWh før moms, hvilket reducerer den samlede elpris til ca. 1,50 kr./kWh inkl. moms.

Figur 29 viser den årlige økonomi ved elvarme for en gennemsnitlig husstand med et årligt varmeforbrug på ca. 18.000 kWh. Udgifterne til elektricitet udgør ca. 95% af alle udgifterne, og sammenlignet med andre varmekilder er de årlige udgifter høje. I 2030 forventes de variable udgifter at falde med ca. 5.000 kr., men teknologien er stadig den dyreste ift. de opvarmningskilder, som behandles i de øvrige kapitler.

Da energiforbruget i nybyggeri er meget lavere, vil regnestykket se mere fordelagtigt ud for elvarme her. For et nyt hus med et årligt varmebehov på 5,2 MWh ville elvarme koste blot 7.700 kr./år i 2030. Det kan dog være vanskeligt at overholde energirammebegrænsningerne i nybyggeri i lavenergiklassen med direkte elvarme, og derfor er det sandsynligt at fjernvarme eller varmepumpeløsninger vil blive foretrukket.

Det vurderes, at udbygning med elvarme primært vil være begrænset til sommer- og fritidshuse, men selv her forventes forbrugerne hovedsageligt at vælge varmepumpeløsninger til levering af rumvarme, fx luft-luft varmepumper.

9.4 OPSAMLING

Antallet af husstande med elvarme steg kraftig i 1970'erne, men i 1988 blev der indført et forbud mod elvarme for husstande i områder forsynet af naturgas eller fjernvarme. Dog er lavenergihuse og sommer-/fritidshuse undtaget. Dette stoppede udbygningen af elvarme i helårsboliger

Fordelen ved elvarme er den lave investeringsomkostning for selve anlægget, mens ulempen er højere driftsomkostninger og større træk på elnettet. Selv hvis forbuddet ophæves, forventes husstande at fravælge elvarme, da alternative

opvarmningskilder har lavere årlige udgifter. Fx forventes helårsboliger at vælge en luft-vand varmepumpe i stedet, da disse kan producere tre gange så meget varme for den samme mængde energi tilført systemet. Dog kan elvarme være mere økonomisk attraktivt for lavenergihuse, men her sætter bygningens energiramme begrænsninger for brugen af elvarme.

I sommer- og fritidshuse forventes luft-luft varmepumper i



Figur 30: Eksempel på elradiator.



Figur 31: Eksempler på el-vandvarmere.

høje grad at erstatte elvarme i fremtiden.





10. Solenergi

10.1 KORT OM TEKNOLOGIEN

Solenergi kan både høstes som elektricitet og som varme vha. to forskellige teknologier: Solceller og solfangere. Solceller producerer elektricitet fra solens stråler vha. den fotovoltaiske effekt. Solfangere absorberer solens energi som termisk energi, og overfører det til en frostsikret væske, som cirkulerer i en lukket kreds mellem panelet og en varmeveksler.

Udnyttelsen af solenergi er naturligt begrænset til de perioder, hvor solen skinner. I hverdagene betyder det, at energien primært produceres, mens husstanden typisk ikke er hjemme. Energi fra et solvarmeanlæg lagres i husstandens varmtvandsbeholder og kan derfor benyttes døgnet rundt, men energien produceret af solceller skal forbruges med det samme eller føres ud på nettet, medmindre husstanden har et batteri installeret.

10.2 TENDENSER

Solceller

I 2012 eksploderede salget af solcelleanlæg i de danske husstande. Årsagen var faldende priser på solceller og en fordelagtig ordning, hvor husstande kunne modregne deres fulde årsforbrug af el med el fra deres private solcelleanlæg. Ordningen blev kort efter trukket tilbage, da den medførte et stort afgiftstab for staten, hvilket medførte en kraftig opbremsning i salget. De kortvarige gunstige forhold nåede at resultere i 70.000 nye anlæg i løbet af et enkelt år.²³

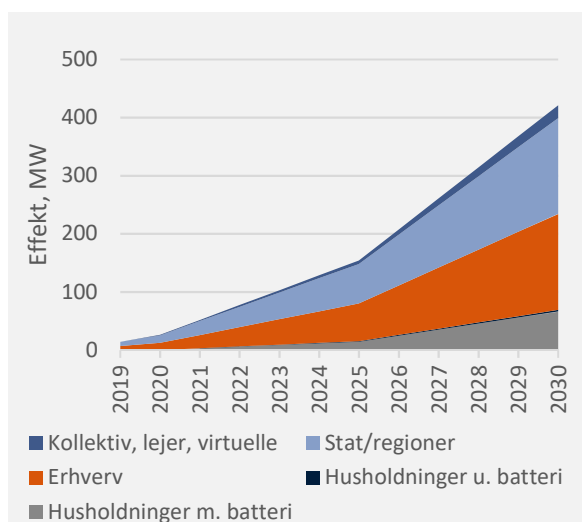
Ved indgangen til 2019 var den totale installerede kapacitet af solceller i Danmark 1000 MW og det samlede antal anlæg godt og vel 100.000.

Uden nye tiltag eller støtte til solcelleudbygningen forventes den samlede kapacitet, ifølge Energistyrelsens basisfremskrivning²⁴, at stige med ca. 400 MW frem mod 2030. Figur 32 viser, hvilke sektorer der forventes at installere nye anlæg. Kun 16% (69 MW) af de nybyggede anlæg stammer fra husholdninger (med og uden batteri), mens den resterende

udbygning primært stammer fra erhverv og staten/regioner (kontorer, hospitaler, uddannelsesinstitutioner mm.) i 2030.

Hvis man antager, at et gennemsnitligt husstands anlæg har en effekt på 6 kW, svarer basisfremskrivningens forudsætning om 69MW ny kapacitet frem mod 2030 til 11.500 nye husstands anlæg frem mod 2030. Af disse er kun 3 MW (500 anlæg) ny kapacitet i boliger uden batterier. Særligt i forbindelse med nybyggeri forventes solceller dog brugt til at sikre overholdelsen af bygningsreglementets krav til bygningens energiramme.

Når langt størstedelen af udbygningen med solceller forventes at ske på erhvervsbyggeri og offentlige bygninger, hænger det sammen med afregningsvilkårene for solceller. For nye solcelleanlæg foretages enten øjebliksafregning eller afregning indenfor den enkelte klokke-tid. En stor driver for økonomien i solcelleanlæg er sparede afgifter og nettariffer, men for husholdninger udgør forbruget af egenproduktion typisk kun 20% på årsbasis.²⁵ Resten af solcelleproduktionen, de 80%, skal sælges til elmarkedet til en lav afregning. Hvis en husstand ejer et



Figur 32: Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018 forventet nyinstalleret kapacitet opdelt på kategorier. Bemærk, husholdninger u. batteri er meget begrænset.

²³ Ea Energianalyse og PlanEnergi, Kortlægningsrapport Strategisk energiplanlægning i Aarhus, 2018

²⁴ Energistyrelsens basisfremskrivning er en faglig vurdering af, hvordan energiforbrug og energiproduktion samt udledning af drivhusgasser vil udvikle sig frem mod 2030.

²⁵ Energistyrelsen, "Forudsætningsnotat til Basisfremskrivning 2018"

husstands batteri, stiger egetforbruget til 50%, men til gengæld har man også merudgiften til batteriet.

For solcelleanlæg placeret på store bygninger – fx kontorer, butikker, offentlige bygninger – vil egetforbruget typisk være væsentligt højere og økonomien derfor også blive kraftigt forbedret. Dog skal det bemærkes, at der gælder særlige regler for kommunale solcelleanlæg, idet de skal selskabsudskilles fra kommunen, og dermed ikke får afgiftsfordel ved egetforbrug. Egetforbruget på disse bygninger forventes i intervallet 50-90% uden batterier.

Basisfremskrivningen forventer ca. 300 MW større anlæg installeret i erhverv og staten/regioner. Antager vi skønsmæssigt, at disse anlæg i gennemsnit har en kapacitet på 25 kW, svarer det til 13.000 nye anlæg, således at det samlede antal nye anlæg når op på knap 25.000 for perioden 2020 til 2030. Sammenlignet med udviklingen i 2012, er 25.000 nye solcelleanlæg spredt over de næste 11 år ikke meget.

Grundet batteriers høje priser, er antallet af husstands batterier er i dag meget begrænset, men priserne er faldet eksponentielt siden 2008, og udviklingen forventes at fortsætte, hvor særligt Li-ion-batterier aftager hurtigt i pris og forventes at koste ca. 2-300 USD/kWh i 2020. Samtidig er levetiden steget eksponentielt.²⁶ Dog er et solcelleanlæg med Li-batteri i dag en betydelig investering, hvor et komplet 6 kWp anlæg med 5kWh batteri koster ca. 110.000-130.000 kr. inkl. installation. Dansk Energi forventer at prisen for solcelleanlæg falder med 30% og anlæg med batteri med 25% frem mod 2025.²⁷ Derudover mener Dansk Energi, at husstands anlæg med batterier i 2025 vil være næsten lige så attraktive som solcelleanlæg under udbruddet i 2012.

Basisfremskrivningen fremlægger en meget begrænset udbygning af solceller, men der er indikationer for at udbygningen kan blive væsentlig højere. Perspektiver for udbygning gælder i særlig grad markanlæg. Der er betydelige stordriftsfordele ved disse anlæg, som derfor kan præstere en bedre økonomi.

Solvarmeanlæg

²⁶ Energinet.dk, Batterier i husholdninger, 2016

²⁷ Dansk energi, Afregning for individuelle solcelleanlæg, 2018

²⁸ Teknologisk Institute, Solvarme, <https://www.teknologisk.dk/ydelsers/solvarme/35186>.

Der er ca. 40.000 solvarmeanlæg i Danmark, hvoraf størstedelen producerer varmt brugsvand og kun en mindre andel både varmt brugsvand og rumvarme.²⁸

Solvarmeanlæg i Danmark bruges især i forbindelse med fjernvarmesystemerne, hvor kraftvarmeværkerne bliver pressede af lavere elpriser og bortfaldne tilskud. Antallet af solvarmeanlæg tilkoblet fjernvarmenettet er steget fra ca. 10 anlæg til over 100 fra 2006 til 2016.²⁹ Derudover er fjernvarmesektoren, ligesom de øvrige energidistributører, forpligtet til at levere energibesparelser under energispareordningen, som løber til og med 2020. Energi fra solvarmeanlæg har i den forbindelse været anset som en energibesparelse³⁰ (anlæg godkendt senest den 30. juni 2018). Danmark er pt. et af de førende lande indenfor storskala solvarme i fjernvarmesektoren.

10.3 HVAD STYRER UDVIKLINGEN?

Der er flere aspekter, som kan påvirke udviklingen, herunder både økonomiske og ikke-økonomiske aspekter.

Solceller – økonomiske faktorer

Der er ingen tvivl om, at økonomien betyder meget, når en forbruger overvejer at investere i et solcelleanlæg. Selve anlægsprisen samt installationsomkostningerne er høje, og selvom om miljø- og klima står højt på dagsordenen for mange forbrugere, viser historien, at der skal være en økonomisk gevinst over en rimelig tidshorizont, før forbrugerne investerer. Er denne forudsætning til stede, kan udviklingen til gengæld gå rigtigt hurtigt.

I en undersøgelse lavet i samarbejde mellem YouGov og Dansk Byggeri svarede 24%, at en barriere for investering i vedvarende energianlæg i bygninger er den store kapitaludgift, mens 16% svarede, at der er en stor usikkerhed omkring økonomien.³¹

Solceller har set skiftende afregningsordninger, hvilket giver usikkerhed omkring rentabiliteten i længden. Selvom solcelleanlæggene bliver billigere i fremtiden og rentabiliteten

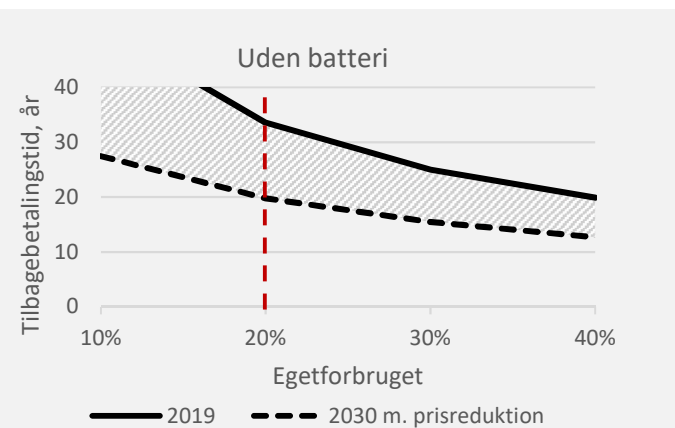
²⁹ PlanEnergi, Solvarme i Danmark 1988-2018, <http://planenergi.dk/arbejdsomraader/fjernvarme/solvarme/solvarme-i-danmark-1988-2018/>

³⁰ Energistyrelsen, Aftale af 16. december 2016 om Energiselskabernes energispareindsats

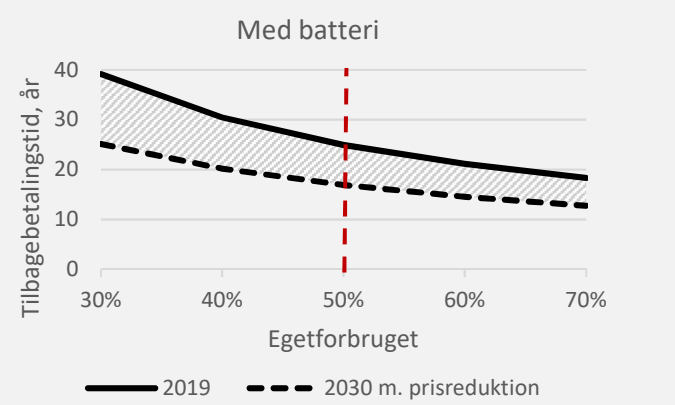
³¹ Dansk Byggeri, Byggeriets Energianalyse 2019, 2019

stiger, forventes en vis træghed grundet den store kapitaludgift og tvivl om afregningsordningerne.

Udover kapitaludgiften har de løbende gevinster og udgifter også stor betydning. For solceller findes gevinsten ved egenproduktion af el og derved en reduktion af el købt fra nettet. Produktion fra et solcelleanlæg afregnes øjeblikkeligt eller inden for den enkelte time. Solcellestrøm skal derfor forbru-



Figur 33: Tilbagebetalingstiden afhængig af egetforbruget. Det forventes at en husstand uden batteri ville have et egetforbrug på ca. 20%.



Figur 34: Tilbagebetalingstiden afhængig af egetforbruget. Det forventes at en husstand med batteri ville have et egetforbrug på ca. 50%

ges med det samme, lagres i et batteri eller sælges til nettet.

Figur 33 og Figur 34 viser tilbagebetalingstiden for et 6 kW solcelleanlæg med og uden batteri, afhængig af hvor stort egetforbrug en husstand har. Det forventes, at det

gennemsnitlige egetforbrug er 20% eller 50% for hhv. uden og med et batteri. Den øverste kurve i hver figur tager udgangspunkt i forventede elpriser og investeringsomkostninger i 2019, mens den nederste kurve benytter fremskrevne elpriser for 2030, samt et prisfald på 50% og 40% for hhv. et anlæg uden og med batteri. Disse prisfald er baserede på en forsættelse af historiske pristendenser. Selvom store prisfald er tilbagebetalingstiden ca. 15-20 år, både med og uden batteri. Tilbagebetalingstiden reduceres ved større egetforbrug, men generelt bekræfter dette blot at udviklingen af husstandssolcelle anlæg vil være begrænset.

Selvom tilbagebetalingstiderne er lange, forbedrer et husstands batteri alligevel denne med 5 år i 2030. Dog er fremtiden for batterier generelt stadig pålagt en del usikkerhed og de er fortsat dyre, selvom priserne er faldende.³² Udregningen tager udgangspunkt i, at batteriet skal tilbagebetales baseret alene på den værdi det tilføjer et solcelleanlæg, men batterier kan også have værdi i andre sammenhænge, f.eks. udnyttelse af variable elpriser og opladning af elbiler. Derfor er der andre tendenser, som kan øge interessen for husstands batterier uafhængigt af solceller. Nogle forbrugere vil måske installere batterier af andre årsager end i kombination med et solcelleanlæg, og derefter overveje solceller som en billig opladningsmetode. Det forventes, at øget interesse for batterier naturligt vil øge interessen for solceller. Fremtiden for solceller er derfor i høj grad afhængig af fremtiden for batterier.

Det er ikke kun husstande, som har udfordringer med økonomien i et solcelleanlæg. Danske installatører får i stigende grad forespørgsler fra etageejendomme og boligselskaber, som ønsker at forbedre bygningens energimæssige tilstand, vha. installerede solceller, og derved sælge strøm til deres beboere. Den nuværende afregningsmåde er imidlertid lovgivningsmæssigt ufordelagtig, da hver lejer betaler for deres eget elforbrug og derfor ikke kan få gavn af solcellerne.

Solceller – ikke økonomiske faktorer

Udover de økonomiske faktorer er der også nogle ikke-økonomiske faktorer, som kan påvirke udviklingen af solcelleanlæg. Grønne initiativer, hvor forbrugere er mere villige til at investere i en grøn teknologi selvom økonomien er usikker, er i højere grad blevet populære. Dertil kommer forbrugere,

³² Energinet.dk, Batterier i husholdninger, 2016

som har et ønske om at være selvforsynende og uafhængige af systemet.

Derudover har såkaldte solcelletage fået mere opmærksomhed den seneste tid, hvor solcellerne bliver en integreret del af selve taget, f.eks. Teslas Solar Roof eller Ennogies solcelletag. Denne udvikling kan potentielt øge efterspørgslen af solceller for husstande, da disse er visuelt mere attraktive og man "sparer" et tag. Udviklingen er dog stadig usikker, men værd af holde øje med, da især Ennogies løsning kan konkurrere med traditionelle solceller på prisen.³³

Endelig tæller solceller med i energirammen ved nybyggeri, og kan ofte være en attraktiv måde at opfylde bygningens energiramme på.

Solvarme

Udviklingen af solvarme påvirkes af mange af de samme faktorer som solceller. Selvom et solvarmeanlæg er billigere end et solcelleanlæg, udgør det stadig en stor udgift for en forbruger. Priserne falder med størrelsen af solvarmeanlægget, hvilket også forklarer, hvorfor fjernvarmeproducenter har større interesse i anlæggene, end den individuelle forbruger har.

Et solvarmeanlægs rentabilitet er afhængig af prisen for den varme, anlægget fortrænger. Det estimeres, at et 4.2 kW solvarmeanlæg med finansiering koster ca. 1,17 kr./kWh,³⁴ hvilket skal sammenholdes med prisen for varme fra f.eks. et gasfyr, hvor de variable omkostninger er ca. 0,86 kr./kWh.³⁵ Derfor er solvarmeanlæg kun rentable, hvis den alternative opvarmingskilde er dyr.

En stor udvikling i solvarmeanlæg på husstande forventes dog ikke i den nærmeste fremtid, medmindre anlægspri- serne falder drastisk. Hvis interessen for solceller stiger, falder interessen for solvarme desuden, da de ofte konkurrerer om den samme plads på et husstandstag.³⁶

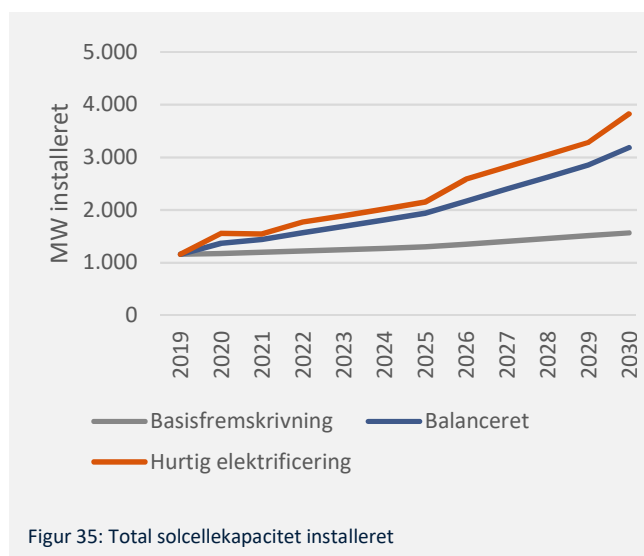
10.4 SCENARIER

³³ Ingeniøren, "Solcelletaget er på vej ud til masserne" <https://ing.dk/artikel/solcelletaget-paa-vej-ud-masserne-211332>.

³⁴ Et anlæg til et enfamiliehus koster ca. 27.000 kr. Solvarmen koster ca. 1,17 kr/kWh med finansiering. Kilde: Technology Data for Individual Heating Installations

I det følgende beskrives scenarierne for solceller.

Der er udarbejdet tre scenarier. Baseline scenariet tager udgangspunkt i Energistyrelsens Basisfremskrivning 2018. De to scenarier "Balanceret" og "Hurtig elektrificering" tager udgangspunkt i Energistyrelsens Analyseforudsætninger 2018, hvor "Hurtig elektrificering" antager en øget vækst. Analyseforudsætninger benyttes til at planlægge forsyningssystemet og er derfor et "bedste bud" for udviklingen. I modsætning til Basisfremskrivningen, antages der ikke politisk fastfrysning af tiltag



Figur 35: Total solcellekapacitet installeret

Både Analyseforudsætningerne og Basisfremskrivningen forventer meget begrænset udbygning på husstandsområdet. Den store forskel ligger især i antallet af markanlæg. Figur 35



³⁵ Intern undersøgelse.

³⁶ Energistyrelsen og Energinet, Technology Data for Individual Heating Installations, 2016

viser den totale udbygning opgjort i MW. Det estimeres, at den installerede kapacitet vil stige fra ca. 1.000 MW til mellem 1.400-4.000, hvor der forventes tættere på de 4.000 MW.

10.5 OPSAMLING

Solceller har set skiftende afregningsordninger. Solcelle taganlæg oplevede stor udbygning i 2012 grundet faldende anlægspriser samt en favorabel afregningsordning. Ordningen blev stoppet og salget faldt kraftigt. Solceller afregnes nu efter flex-princippet, hvor overskydende produktion sælges til markedspris. Derfor er rentabiliteten afhængig af hvor meget af produktionen kan bruges lokalt time for time.

Fremtiden for husstands anlæg er derfor også knyttet til fremtiden af batterier, da batterier kan øge egetforbruget

markant. Batterier er stadig dyre og derfor er antallet af anlæg yderst begrænset. Beregninger i denne rapport viser ikke at solcelleanlæg med batterier får et egentligt gennembrud frem mod 2030. Dog tæller solceller positivt i bygningens energiramme hvilket kan give noget salg i forbindelse med nybyggeri.

Udbygning af solceller i de kommende år forventes i stedet i stat, regioner og erhverv. Derudover forventes en stigning i markananlæg.

En fremskrivning af den samlede solcelle kapacitet forudsiger en stigning fra ca. 1000 MW i 2019 til 1.400-4.000 MW i 2030, hvor det balanceret bud er 3.200 MW.

Der forventes ikke betydelig udbygning af solvarmeanlæg.



Analysen er udarbejdet af Ea
Energianalyse for TEKNIQ
Arbejdsgiverne.

Juni 2019

Indhold

Elektrificering forventes at være en af hjør-
nestenene i den grønne omstilling og en
udvikling, der kan få stor indflydelse på in-
stallationsfagernes arbejdsopgaver.

I denne rapport fremlægges syv separate
teknologianalyser, som vurderer sandsyn-
lige udviklingsforløb for udbredelsen af de
forskellige teknologier i Danmark, når vi ser
ind i en fremtid med stigende elektrifice-
ring af samfundet og den individuelle op-
varmning. Det drejer sig om luft-luft varme-
pumper, luft-vand varmepumper, elbiler og
ladestandere, køling og ventilation, gasop-
varmning, elvarme og solenergi.



Ea Energy Analyses

TEKNIQ ARBEJDSGIVERNE