



NOTAT

NY METODE FOR OPGØRELSE AF MAKSIMALT EFFEKTFORBRUG I ANALYSEFORUDSÆTNINGERNE

INDHOLD

1. Indledende overvejelser om maksimalt effektforbrug	2
1.1 Baggrund for ny metode for fremskrivning af det maksimale effektforbrug	2
2. Ny metode til bestemmelse af maksimumeffektforbrug	2
3. Metode for anvendelse af modelresultater fra SIFRE	3
3.1 Markedsbalancer	4
3.2 Standardbalancer	6
3.3 Anvendelse af planlægningsbalancer	7
4. Løsninger på identificerede behov	7
5. Metodeændringens konsekvenser for valg af løsninger i eltransmissionssystemet	8
6. Centrale resultater	8
6.1 Det maksimale effekttræk for forbrugskategorier i AF20 isoleret set	8
6.2 Sammensætningen af forbruget i den maksimale forbrugssituation	10
6.3 Væsentlige parametre der påvirker maksimumeffekten	11
6.3.1 Forbrugsprofiler for forbrug med fast profil	12
6.3.2 Modellering af elkedler og store varmepumper	16
6.3.3 Modellering af Power-to-X	18

1. Indledende overvejelser om maksimalt effektforbrug

En vigtig del af Energinets arbejde med at sikre et passende niveau af forsyningsikkerhed – både nu og i fremtiden, er at planlægge og etablere et tilstrækkeligt eltransmissionsnet, der kan sikre de nødvendige transporter i systemet. Til dette formål er det vigtigt, at Energinet har et kvalificeret bud på den maksimale belastning af systemet, herunder størrelsen af det maksimale effektforbrug.

1.1 Baggrund for ny metode for fremskrivning af det maksimale effektforbrug

Tidligere er der anvendt en metode til bestemmelse af det maksimale effektforbrug, som tog udgangspunkt i målt forbrug. Med andre ord, var metoden baseret på historiske data. Denne tilgang medførte imidlertid en række begrænsninger og ulemper. De bunder i, at der i analyseforudsætningerne ses en kraftig vækst i "nye" typer af forbrug til fx elbiler, datacentre, Power-to-X og kollektive varmepumper i de kommende år.

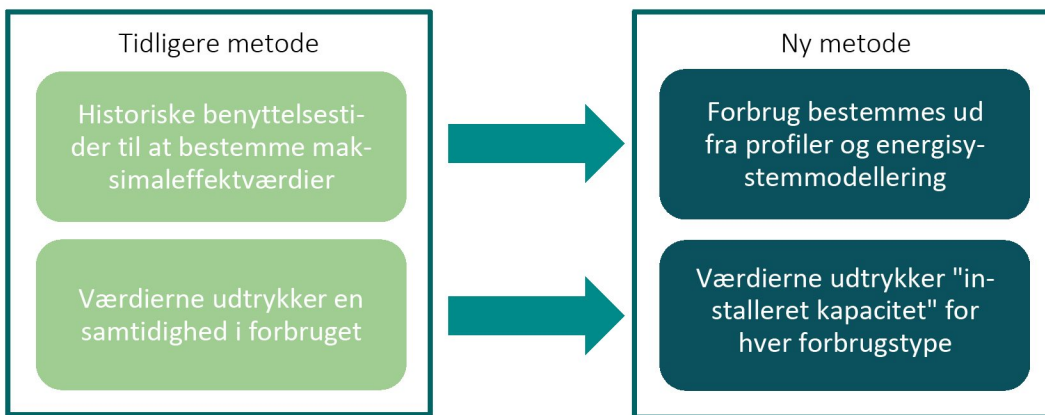
Disse forbrugskategorier, som ikke nødvendigvis har samme forbrugsprofil som det historiske elforbrug (primært klassisk forbrug), er derfor ikke favnet af en metode, som er baseret på historiske data. Derfor har Energistyrelsen og Energinet vurderet, at der er behov for en ny tilgang til bestemmelse af det maksimale effektforbrug. En ny tilgang giver i øvrigt bedre sammenhæng mellem metoden for bestemmelsen af maksimaleffekten fra SIFRE og den maksimal-effekt, som forekommer i effektilstrækkelighedsvurderinger i Energinet.

Et resultat af metodeændringen er, at maksimaleffekten fremadrettet vil være et resultat af Energinets anvendelse af Analyseforudsætningerne. Maksimaleffekten offentliggøres derfor af Energinet efter Energistyrelsens offentliggørelse af Analyseforudsætningerne. I dette notat beskrives den nye tilgang til bestemmelse af maksimaleffekt til netplanlægning, og hvordan det håndteres i forhånd til Analyseforudsætningerne 2020 (AF20). Energistyrelsen og Energinet vil løbende evaluere tilgangen og foretage metodiske justeringer efter behov.

2. Ny metode til bestemmelse af makismaleffektforbrug

Den nye metode til bestemmelse af maksimaleffekt, som den er anvendt for AF20, er baseret på et modeloutput fra Energinets markedssimuleringsværktøj [SIFRE](#), der bruges og har været brugt i Energinet i en længere årrække til at simulere det danske energisystem. Maksimaleffekten vil, med den nye metode, blive et resultat af de energi- og kapacitetsfremskrivninger, der findes i Analyseforudsætningerne, markedsoptimeringsalgoritmen der tager højde for både el- og varmeproduktion i energisystemet, samt de faste profiler der defineres som input til modellen for nogle forbrugstyper (fx klassisk elforbrug og elbiler) og produktion (fx vind og sol).

For at imødekomme behovet i netplanlægning vil outputtet fra den nye metode ikke længere være sammensætningen af forbruget i den maksimale forbrugssituation, men det maksimale effekttræk fra de enkelte forbrugskategorier isoleret set. Dette er illustreret i Figur 1.



Figur 1 Illustration af ny og gammel metode, samt hvordan værdierne skal forstås.

En konsekvens af metoden er, at samtidigheden i forbruget nu bestemmes i en markedssimulering fremfor historiske målte værdier. Ved at bruge SIFRE vil maksimaleffekten herved være et udtryk for et normalår og ikke længere udtrykke en 10 års begivenhed som hidtil. Ligeledes vil forbruget i timen heller ikke afspejle eventuelle variationer inden for timen, som hidtil er søgt repræsenteret ved en faktor på 2 pct., der blev lagt til timeværdierne.

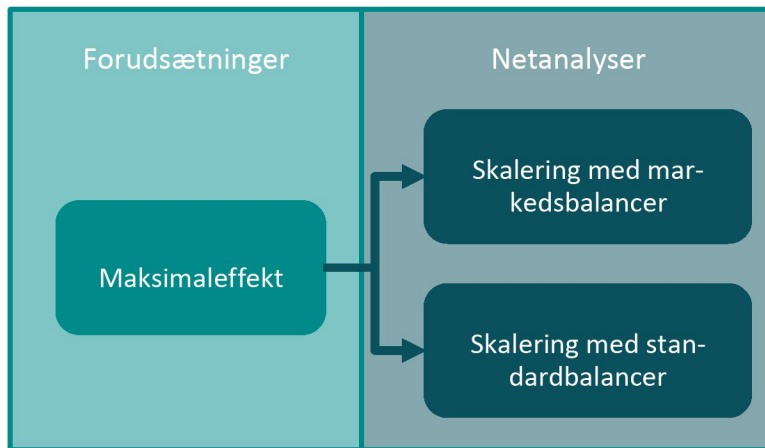
Energinet vurderer, at det vil være mere retvisende at håndtere sådanne ekstremer igennem konkrete analysemetoder fremfor at inkludere ekstremer i forudsætningsgrundlaget. Et skifte fra 10 års hændelser til gennemsnitsbetragtninger vurderes derfor ikke at udfordre netttilstrækkeligheden, så længe data bearbejdes med det in mente. Denne behandling søges blandt andet opfyldt ved hjælp af følsomhedsanalyser og standardbalancer, som uddybes i afsnit 3.3.

Desuden vil en kobling imellem SIFRE og maksimaleffekt:

- Styrke konsistensen i metoder på tværs af analyser og forudsætninger.
- Give et mere retvisende og detaljeret billede af flows i transmissionsnettet.
- Give bedre sammenhæng mellem markeds- og netanalyser, hvilket muliggør bedre tolkning af load flow-beregninger.

3. Metode for anvendelse af modelresultater fra SIFRE

Overordnet set bygger Energinets netplanlægning på at analysere konsekvenserne ved fejl og mangler i transmissionsnettet i givne driftssituationer. Disse driftssituationer analyseres ved en række planlægningsbalancer, hvor maksimaleffekten indgår som et input. Energinet arbejder med to typer planlægningsbalancer: markedsbalancer og standardbalancer. For begge typer balancer gælder det, at udgangspunktet er den installerede effekt for produktionsenheder og maksimaleffekten for forbrugsenheder. Balancerne angiver, hvordan disse værdier hver især skal skaleres i den driftssituation, der analyseres. Dette er illustreret i Figur 2.



Figur 2 Sammenhæng mellem maksimaleffekt og planlægningsbalancer til netanalyser.

Med den nye metode ses det maksimale effekttræk for hver enkelt forbrugskategori i AF20 isoleret set. Kategorierne behandles forskelligt, afhængigt af kendskabet til kapaciteten som ligger til grund for det forventede forbrug.

Hovedparten af forbruget er ikke direkte overførbart til en installeret kapacitet. For disse kategorier bruges årsværdierne for forbruget i AF20 og den anvendte profil for fordelingen af dette i SIFRE som et estimat for maksimaleffekten. Dette er også tilgangen for kategorierne store datacentre og banetransport, på trods af at det for disse i højere grad er muligt at koble forbrugsfremskrivningen i AF20 til installeret kapacitet.

For kategorierne Power-to-X samt store varmepumper og elkedler i fjernvarmen er tilgangen til maksimaleffekt en anden. Her anvendes den installerede kapacitet i AF20 direkte som det maksimale effekttræk. Baseret på disse kapaciteter giver SIFRE et estimat for forbruget. Det er dette forbrug, som lægges til grund for Energinets planlægning.

Maksimaleffekten knyttet til AF20 findes i afsnit 6. Her findes også en uddybning af væsentlige parametre, der påvirker maksimaleffekten.

3.1 Markedsbalancer

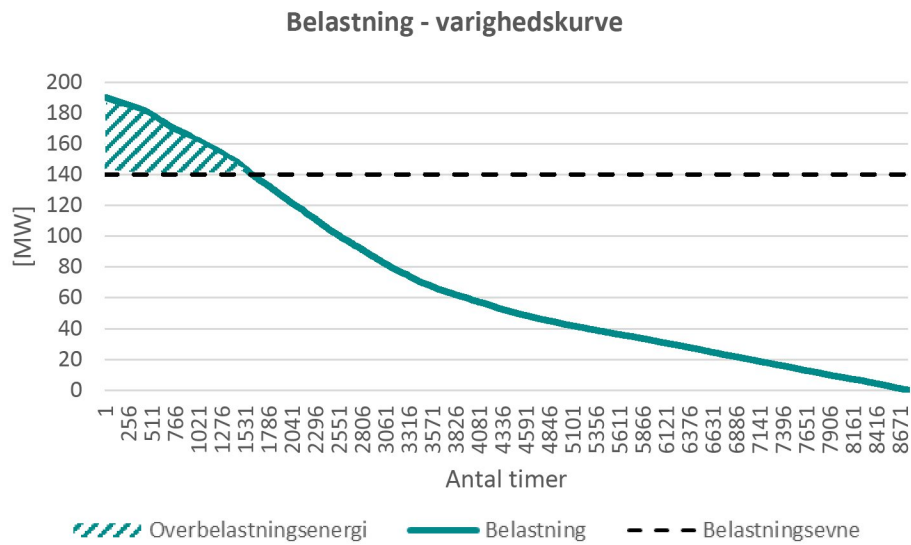
Markedsbalancerne baserer sig på de samme markedssimuleringer, som danner grundlag for opgørelsen af maksimaleffekten. Simuleringerne i SIFRE giver et bedste bud på, hvordan forbrug, produktion og marked spiller sammen time for time for et givent år. Herved opnås 8.760 markedsbalancer for hvert analyseår. Når markedsbalancerne indlæses i netmodellen, skaleres maksimaleffekten for de forskellige forbrugsenheder, så forbruget svarer til det, der fremkommer i markedsmodellen. Derfor vil den nye metode til at opgøre maksimaleffekten ikke have betydning for resultaterne for markedsbalancerne.

En samlet netanalyse af markedsbalancerne kaldes en årskørsel. En årskørsel leverer belastningsresultater for hver time i et analyseår. Herved opnås et overblik over varigheden af de enkelte belastninger og deres udvikling over tid.

På Figur 3 ses en illustration af de resultater, der kommer ud af en årskørsel. Der opnås en belastning af en given komponent for hver time – på figuren illustreret med en varighedskurve.

Dette billede kan tegnes for alle komponenter i transmissionsnettet for både intakt net og N-1¹ for alle analyseår. Den vandrette streg indikerer belastningsevnen for komponenten. Hvis belastningen overstiger denne linje, er der tale om en overbelastning. Det skraverede område repræsenterer den energimængde, der ligger i overbelastningen og omtales overbelastningsenergi.

Med de nuværende metoder er det ikke muligt for Energinets netmodel at identificere, om en overbelastning i en given time opstår som følge af fleksibelt forbrug og derefter afkoble forbruget for at se, om det fjerner overbelastningen. Det er derfor, for nuværende, nødt til at være en manuel vurdering, om et behov kan fjernes, hvis en forbrugskategori er afbrydelig.



Figur 3 Illustration af output af netanalyser fra årskørsler.

Årskørslerne anvendes til den primære behovsafdækning i form af fx overbelastningsenergien. Der er dog nogle forhold, der gør, at behovsafdækningen samt analyse af løsningsmuligheder ikke alene foretages ud fra årskørslerne, men også ved brug af standardbalancerne som er beskrevet i næste afsnit:

- 1) Markedssimuleringerne, der danner grundlag for årskørslerne, baserer sig på et normalt klimaår. Det vil sige, at der ikke tages højde for ekstreme vejrforhold eller ekstreme sammensætninger af forbrug og produktion.
- 2) Markedssimuleringerne baserer sig på gennemsnitlige profiler for fx forbrug og produktion, der fordeles på alle forbrugs- og produktionsenheder, når der udarbejdes netanalyser. Dermed når solcelleproduktionen fx aldrig op på 100 pct., fordi der, hvis man kigger på tværs af fx det vestdanske prisområde, aldrig vil være fuld produktion på alle solcellerne på en gang. Der vil dog lokalt forekomme maksimal produktion på anlæggene i nogle timer – disse lokale forhold tages der ikke højde for i årskørslerne.
- 3) Der er forskellige [netdimensioneringskriterier](#) for forbrug, produktion og handelsforbindelser. I forbindelse med en årskørsel kan det ikke entydigt vurderes, hvilket parameter der giver anledning til en given overbelastning og dermed, hvilket kriterie belastningen skal holdes op imod.

¹ N-1 repræsenterer det værste udfald af en komponent i nettet – altså det udfald der giver det højeste flow igennem en given forbindelse eller transformer.

- 4) Energinet har, for nuværende, ikke beregningskapacitet til at udarbejde en fuld konsekvensvurdering af samtlige N-2² kombinationer, og der laves derfor ikke fulde N-2 analyser på årskørslerne. N-2 situationer er dog afgørende – især når det drejer sig om forsyning.

3.2 Standardbalancer

For at imødekomme ovenstående udfordringer anvendes standardbalancerne som supplement til årskørslerne. I afsnit 3.3 er det beskrevet, hvilken rolle de forskellige typer balancer spiller i Energinets analyser og beslutningsgrundlag. Standardbalancerne opstilles på baggrund af markedsbalancerne og repræsenterer realistiske, men mere ekstreme sammensætninger af forbrug og produktion.

Standardbalancerne har til formål at teste transmissionssystemet i forhold til forsyningssikkerhed og indpasning af produktionskapacitet, herunder fra VE-anlæg. Balancerne er opstillet på en måde, så det mere entydigt kan fastlægges, om det er forbrug eller produktion, der giver anledning til en overbelastning, og dermed hvilket kriterie der skal anvendes. Derudover er omfanget af balancer mere begrænset end årskørslerne, hvorved det er muligt at udarbejde en komplet N-2 analyse af standardbalancerne.

For at teste transmissionssystemet i forhold til forsyningssikkerhed og indpasning af produktionskapacitet opstilles to typer standardbalancer:

- **Forsyningsbalancer – maksimalt forbrug og lav lokal produktion**
Formålet med balancerne til at teste transmissionssystemet i forhold til forsyningssikkerhed er at undersøge, om forbruget kan forsynes fra 400 kV-nettet og ned igennem systemet. Derfor undersøges i denne type balance maksimalt forbrug samtidig med lav lokal produktion. Der undersøges både maksimalt forbrug med og uden bidrag fra Power-to-X, store elkedler og varmepumper. Dermed kan standardbalancerne give et udfaldsrum i forhold til, hvorvidt Power-to-X, store elkedler og varmepumper regnes som fuldt fleksible i forhold til belastningen af transmissionsnettet eller ej.
- **Produktionsbalancer – høj produktion og lavt forbrug**
Formålet med balancerne, der skal teste indpasning af produktionskapaciteten, er at undersøge, om produktionen kan flyttes fra produktionsstedet mod forbrug og udlandsforbindelser. Derfor undersøges forskellige varianter af høj produktion samtidig med lavt forbrug. Fremadrettet er det især den stigende VE-kapacitet, der kan udfordre transmissionsnettet. Der opstilles derfor forskellige produktionsbalancer, hvor der undersøges maksimal: landvindsproduktion, solcelleproduktion og produktionsoverskud i distributionsnettet. Produktionsoverskud defineres som forskellen mellem produktion og forbrug. De forskellige typer produktionsbalancer skal sikre, at der tages højde for forskellige sammensætninger af produktion og forbrug i forskellige geografiske områder, og at produktionen kan aftages – uanset sammensætningen.

Der bliver aldrig mere eller mindre hverken forbrug, produktion eller udveksling for hver kategori end det, der forekommer i markedsbalancerne, men sammensætningen heraf kan være mere ekstrem for transmissionsnettet.

² N-2 repræsenterer den værste kombination af to udfald af komponenter i nettet – altså de to udfald, der giver det højeste flow igennem en given forbindelse eller transformer.

3.3 Anvendelse af planlægningsbalancer

De to typer planlægningsbalancer udfylder forskellige funktioner i Energinets arbejde. Markedsbalancerne spiller en større og større rolle, efterhånden som beregningskapaciteten stiger, og tilgangen til netplanlægning bevæger sig i en retning, hvor der er større fokus på hyppighed, størrelse og alvorlighed af begrænsninger i transmissionsnettet – fx gennem opgørelse af overbelastningsenergien. Markedsbalancerne anvendes til at:

- Identificere behov i behovsanalysen
- Vurdere kritikaliteten af det identificerede behov
- Analysere forskellige løsningsmuligheder

Standardbalancerne anvendes som supplement til:

- N-2 beregninger – især i forhold til forsyning af forbrug
- Screeningsstudier for tilslutning af nyt forbrug eller produktion
- Robusthedstjek af løsninger – det vil bero på en vurdering af de konkrete forhold i området, om det giver mening at inddrage dem

Den ændrede metode til bestemmelse af maksimaleffekten vil som beskrevet ikke have betydning for markedsbalancerne, men vil medføre en bedre konsistens mellem markedsbalancerne og standardbalancerne. Den nye metode gør det muligt at opstille mere retvisende standardbalancer for forskellige driftssituationer – ikke kun for situationer med højt forbrug, men også for situationer med fx høj VE-produktion og lavt forbrug.

4. Løsninger på identificerede behov

Maksimaleffekten danner i sidste ende grundlag for en række identificerede behov – senest offentliggjort i Energinets [planarbejde 2020](#). Mulige løsninger på disse behov i eltransmissionsnettet består overordnet af to typer tiltag; netforstærkninger og alternativer til disse.

Alternativer til netforstærkninger kan dække over fx tilslutningsbetingelser, markedstiltag eller driftstiltag. Netforstærkningstiltag vil øge overføringskapaciteten i eltransmissionsnettet fx via opgraderinger af eksisterende anlæg eller via egentlige netudbygninger. Modsat vil de alternative tiltag hertil ikke påvirke overføringskapaciteten i eltransmissionsnettet.

Energinet arbejder med alternativer til netforstærkninger på to niveauer:

- I konkrete projekter, som igangsættes som følge af en konkret flaskehals i eltransmissionsnettet, hvor forskellige løsningsalternativer til håndtering af flaskehalsen analyseres.
- I konceptuelle studier af generelle tiltag, der vil påvirke behovene i eltransmissionsnettet bredt set.

Sidstnævnte vil påvirke rammerne generelt for Energinets behovsanalyser fremadrettet. Det være sig fx gennem yderligere forbrugsfleksibilitet eller placeringer af fremtidig elproduktion og -forbrug. Konsekvenserne af sådanne tiltag vil løbende skulle indarbejdes i rammerne og metoderne for netplanlægning og derigennem Energinets behovsanalyser. Der arbejdes således med kendte tiltag og potentielle tiltag. Kendte tiltag inddrages på lige fod med andre forudsætninger i behovsanalysen. Derved lægges tiltagene til grund for behovsanalysen og vil forventeligt reducere behovet for yderligere tiltag i eltransmissionsnettet. Potentielle tiltag, der

ikke er besluttet endnu, indregnes ikke i behovsanalysen, da det er u hensigtsmæssigt i behovsanalysen at foregribe løsninger, som endnu ikke er vedtaget. Når tiltagene inddrages på projektniveau, vil det ofte være i kombination med netforstærkningstiltag. Herved kan tiltagene være direkte med til at reducere behovet for investeringer i eltransmissionsnettet.

Energinet arbejder løbende med konceptuelle og generelle tiltag som supplement eller alternativ til netforstærkninger. Følgende er eksempler på sådanne tiltag, som vil indgå i planlægningen fremadrettet, hvis de besluttes³:

- Nyt netprodukt *begrænset netadgang*
- Muligheder for lokal fleksibilitet
- Revision af budzoner
- Ny tarifmodel

5. Metodeændringens konsekvenser for valg af løsninger i eltransmissionssystemet

Da det kun er standardbalancerne og ikke markedsbalancerne, der påvirkes af den nye metode, er forventningen overordnet set, at ændringen vil have begrænset betydning for de konkrete løsningsvalg. Metodeændringen giver bedre indblik i, hvad maksimaleffekten reelt udtrykker og gør det muligt at udarbejde mere retvisende variationsstudier af fx fleksibelt forbrug.

Energinet arbejder løbende med at forbedre vores planlægningsmetodiker til gavn for troværdigheden og robustheden af de valgte løsninger, der præsenteres i den overordnede plan for en langsigtet netstruktur.

Ændringen af metoden til bestemmelse af maksimaleffekt vil ikke have betydning for, hvilke typer løsninger Energinet betragter ved identificerede behov i eltransmissionssystemet. Valget af konkrete løsninger til håndtering af identificerede behov kan potentielt ændre sig som konsekvens af metodeændringen. På nuværende tidspunkt kan der ikke konkluderes noget generelt herom. Den samfundsøkonomisk bedste løsning vil under alle omstændigheder afhænge af de konkrete forhold for det enkelte behov og de relevante løsningstiltag.

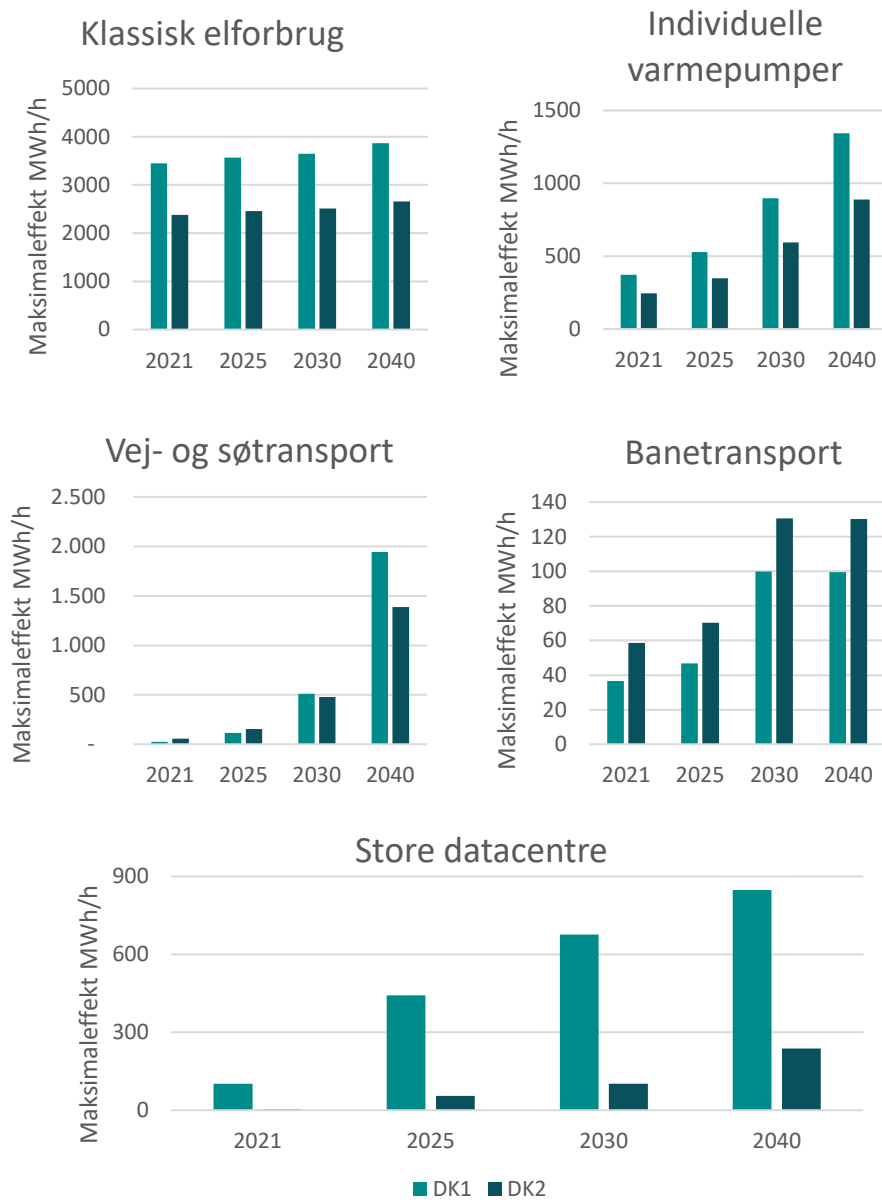
Ved udarbejdelse af behovsanalysen er det både behovet i sig selv og behovsomfanget, som potentielt kan blive påvirket af metodeændringen. Således kan valget af løsning til håndtering af identificerede flaskehalse/overbelastninger i det danske eltransmissionsnet ligeledes vise sig anderledes som konsekvens af metodeændringen for maksimaleffekt.

6. Centrale resultater

6.1 Det maksimale effekttræk for forbrugskategorier i AF20 isoleret set

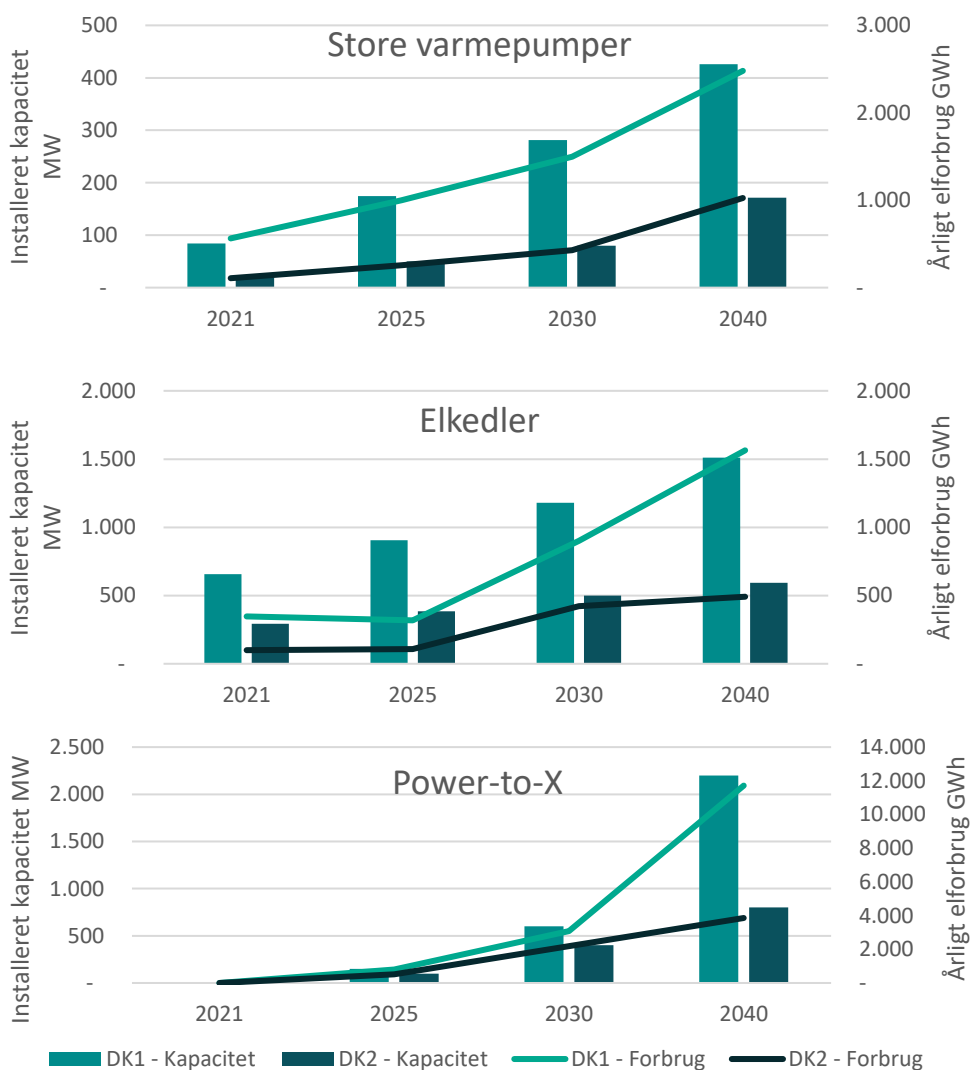
Figur 4 viser det maksimale effekttræk for de forbrugskategorier, som modelleres med en fast profil i SIFRE. Maksimaleffekten er vist i udvalgte nedslagsår. Alle modellerede år er baseret på året 2008, som anvendes som normalår. Det maksimale effekttræk for kategorierne set isoleret siger ikke noget om samtidigheden – og dermed størrelsen af det samlede elforbrug i en given time.

³ Læs mere om disse og andre potentielle fremtidige tiltag i [Langsigtede udviklingsbehov i elnettet](#)



Figur 4 Maksimaleffekt for forbrugskategorier med fast profil i SIFRE-kørsler.

Figur 5 viser maksimaleffekten (den installerede kapacitet som angivet i AF20) og det resulterende årlige elforbrug for de forbrugskategorier, som simuleres i SIFRE. Maksimaleffekten og forbruget er vist i udvalgte nedslagsår. Alle modellerede år er baseret på året 2008, som anvendes som normalår.



Figur 5 Maksimaleffekt (installeret kapacitet i AF20) og resulterende elforbrug i SIFRE for de forbrugskategorier som simuleres i SIFRE.

6.2 Sammensætningen af forbruget i den maksimale forbrugssituation

Med den nye metode siger de enkelte værdier for maksimaleffekten ikke noget om samtidigheden mellem kategorierne og dermed størrelsen af det samlede forbrug i de timer på året, hvor forbruget forventes at være størst. Størrelsen af det samlede forbrug er dog fortsat væsentligt for Energinets arbejde. Figur 6 viser sammensætningen af forbruget i den maksimale forbrugssituation i SIFRE i udvalgte nedslagsår. Alle modellerede år er baseret på året 2008, som anvendes som normalår.

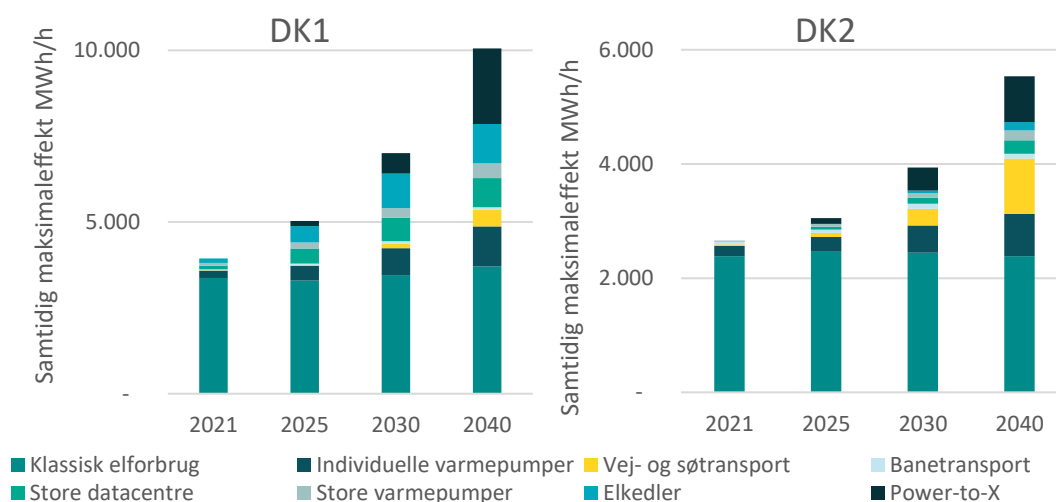
I markedsbalancerne anvendes forbrugets størrelse i timen med det højeste samlede forbrug direkte, som også beskrevet tidligere. Det er dog alle markedsbalancerne, der analyseres og ikke kun den ene time med det største forbrug, jf. beskrivelsen i afsnit 3.1. Her fremgår det også, hvordan betydningen af fleksibilitet fra fx Power-to-X, elkedler og varmepumper under-

søges. Det er væsentligt at få afdækket, da disse forbrugstyper kommer til at fylde meget, særligt på den lange bane. I nogle situationer og områder vil dette forbrug dog også bidrage til at aflaste nettet som følge af høj VE-produktion, der ofte vil være sammenfaldende med lave priser – og dermed højt forbrug fra de fleksible forbrugstyper.

I standardbalancerne for forbrug er der fokus på at undersøge tilstrækkeligheden i de lokale forsyningsnet – altså særligt 132 kV- og 150 kV-nettet. Derfor er det vigtigt at repræsentere det største forventede forbrug i distributionsnettene. I standardbalancerne for forbrug anvendes derfor det højeste samlede forbrug i SIFRE for kategorierne klassisk elforbrug, individuelle varmepumper og vej- og søtransport – disse tre typer omtales også samlet som det distribuerede forbrug.

For banetransport anvendes maksimalforbruget i de 10 pct. timer, hvor det samlede forbrug er størst – dette for at sikre at de lokale konsekvenser af denne forbrugstype kan undersøges tilstrækkeligt. For datacentre anvendes den installerede kapacitet for de kendte anlæg for at sikre, at det er muligt at understøtte den kapacitet, som anlæggene har kontrakt på. For de mere usikre anlæg på den længere bane anvendes det maksimale forbrug, der forekommer i SIFRE.

Som tidligere nævnt opstilles forbrugsbalancer både med og uden de store fleksible forbrugskategorier: elkedler, store varmepumper og Power-to-X. Det er for at kortlægge konsekvenserne, hvis disse forbrugstyper skulle forsynes samtidig med højt forbrug på de øvrige typer. Der er ikke nødvendigvis et forbrug til disse typer i den time, hvor det distribuerede forbrug er størst. Derfor anvendes i stedet det maksimale forbrug, der forekommer i de 10 pct. timer, hvor det samlede forbrug er størst.



Figur 6 Sammensætningen af forbruget i den maksimale forbrugssituation (timen med det højeste forbrug) i SIFRE.

6.3 Væsentlige parametre der påvirker maksimaleffekten

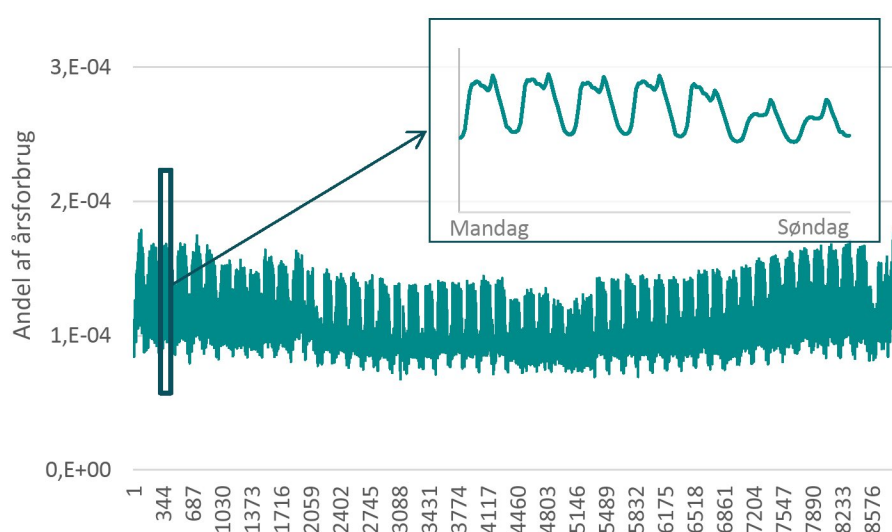
Foruden data fra AF20 er antagelser om forbrugsprofiler og modellering af øvrigt forbrug – og derigennem samtidigheden af elforbruget – væsentlige for metodens resultater.

6.3.1 Forbrugsprofiler for forbrug med fast profil

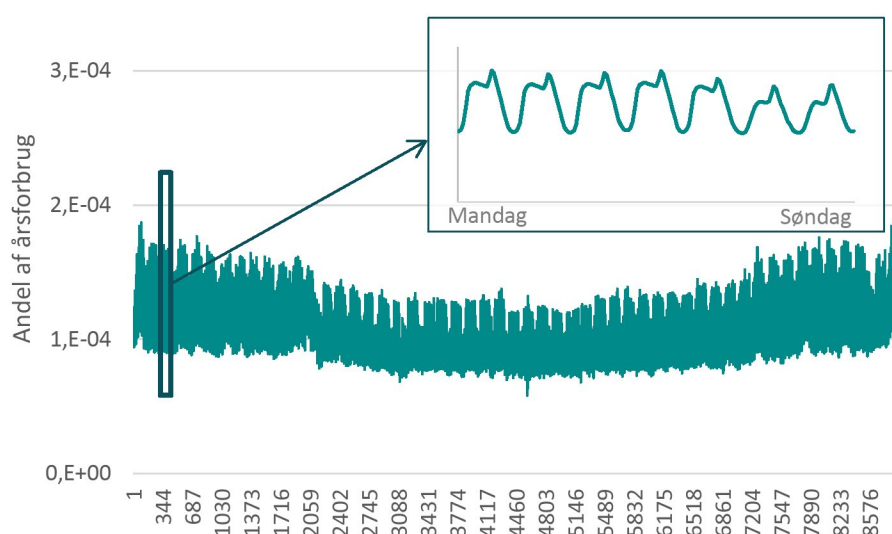
Energinet anvender profiler genereret via en model udviklet i regi af ENTSO-E, TRAPUNTA⁴. Modellen giver en forventet profil for en bestemt forbrugskategori i et givent år og klimaår. Modellen kombinerer tidsserier for historisk forbrug og vejr med prognoser for fremtiden. For hver af kategorierne præsenteret i Figur 4 genereres en profil for henholdsvis DK1 og DK2 for klimaåret 2008. De anvendte profiler er ens for alle årene frem til 2040.

Klassisk elforbrug

Profilen for det klassiske forbrug er vist herunder. Profilen er karakteriseret ved at have en tydelig forskel mellem hverdage og weekender/helligdage, samt tydelig "kogespids" hen på aftenen. Sammenlignet med andre forbrugskategorier ses der ikke stor forskel mellem minimum og maksimum. Der ses en mindre udtalt sæsonvariation med højere forbrug om vinteren end om sommeren.



Figur 7 Års- og ugeprofil for det klassiske forbrug i DK1.

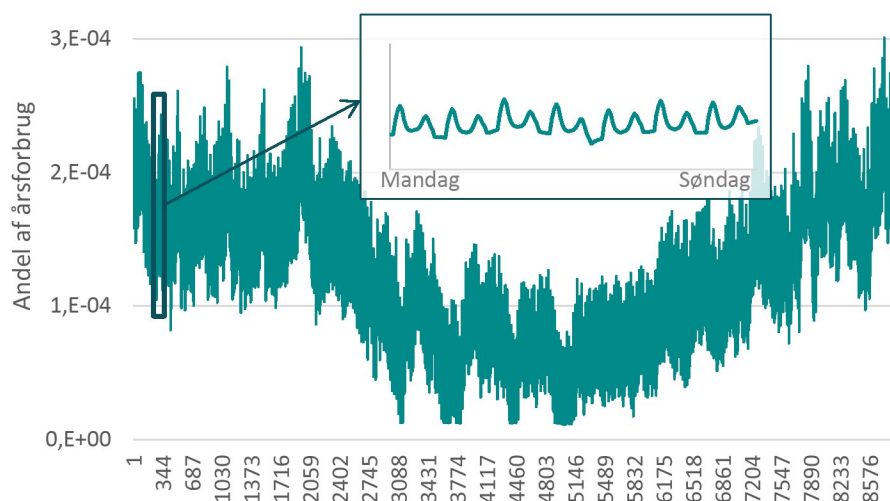


Figur 8 Års- og ugeprofil for det klassiske forbrug i DK2.

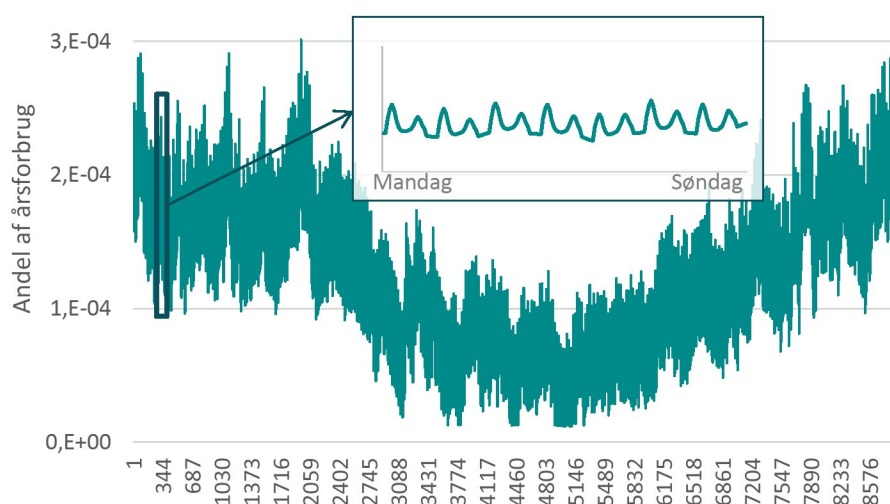
⁴ [TRAPUNTA - Milano Multiphysics](#)

Individuelle varmepumper

Profilen for elforbruget til individuelle varmepumper er vist herunder. Profilen har ikke en karakteristisk ugeprofil, men derimod tydeligt højere forbrug morgen og aften alle dage. Der ses en tydelig sæsonvariation med højere forbrug om vinteren end om sommeren.



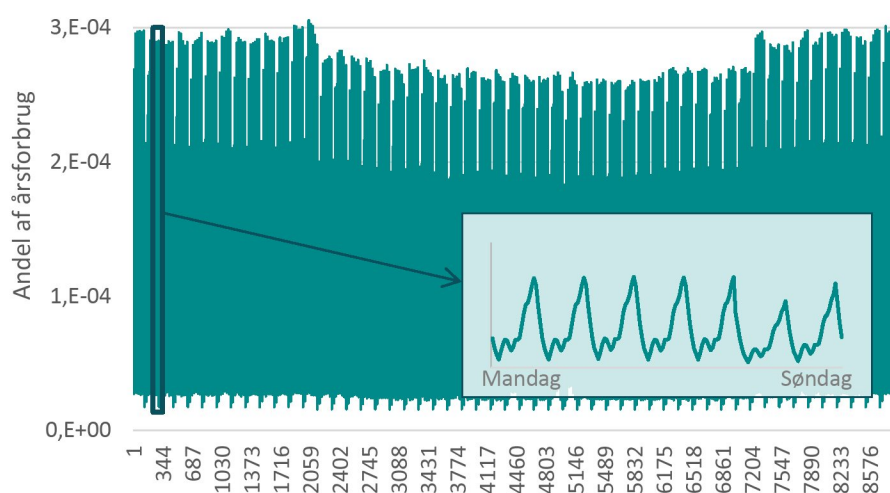
Figur 9 Års- og ugeprofil for elforbrug til individuelle varmepumper (husholdninger og erhverv) i DK1.



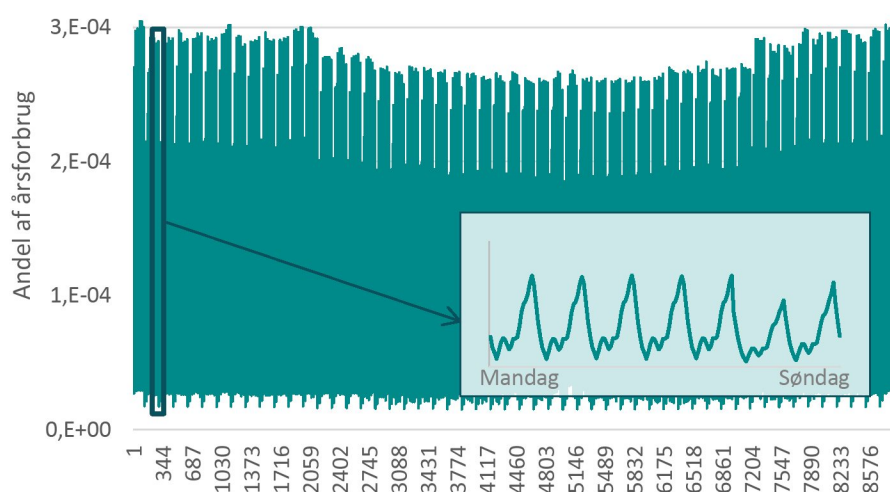
Figur 10 Års- og ugeprofil for elforbrug til individuelle varmepumper (husholdninger og erhverv) i DK2.

Vej- og søtransport

Profilen for elforbruget til vej- og søtransport er vist herunder. Profilen er genereret med udgangspunkt i vejtransport, men anvendes også som estimat for søtransportens forbrug. I AF20 udgør søtransport en gradvist faldende andel af elforbruget til vej- og søtransport frem mod 2040, fra ca. 6 pct. i dag til under 1 pct. i 2040. Forbruget har en mindre tydelig ugeprofil og et tydeligt højere forbrug om aftenen og natten alle dage. Der ses ikke en tydelig sæsonvariation.



Figur 11 Års- og ugeprofil for elforbrug til vej- og søtransport i DK1

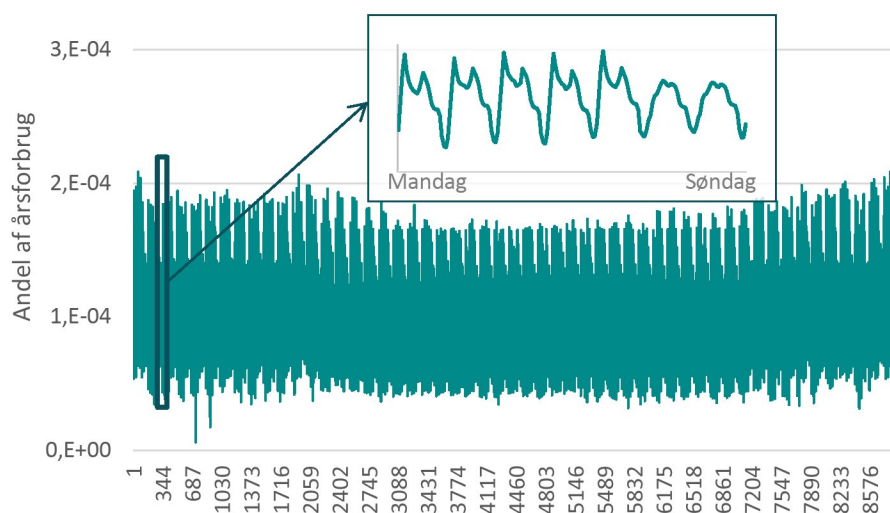


Figur 12 Års- og ugeprofil for elforbrug til vej- og søtransport i DK2.

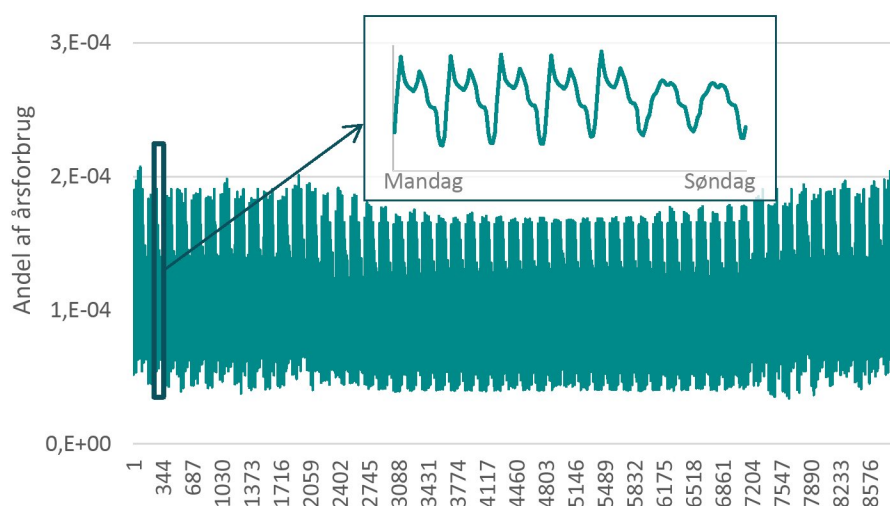
Banetransport

Profilen for elforbruget til banetransport er vist herunder. Profilen er genereret med udgangspunkt i fjernbanen, men anvendes også som estimat for det øvrige elforbrug til banetransport.

Forbruget har en tydelig ugeprofil og et tydeligt højere forbrug om morgenen på hverdage og i dagtimer generelt alle dage. Der ses ikke en tydelig sæsonvariation.



Figur 13 Års- og ugeprofil for elforbrug til banetransport i DK1.

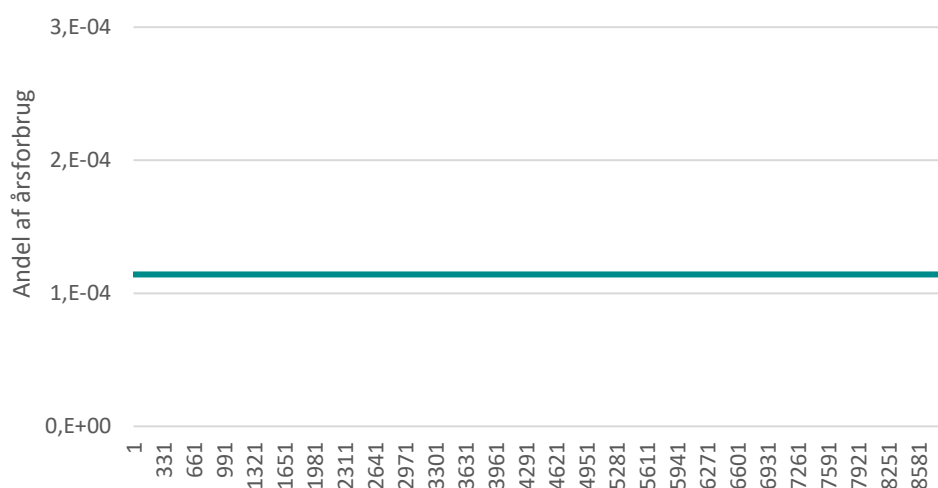


Figur 14 Års- og ugeprofil for elforbrug til banetransport i DK2.

Store datacentre

Profilen for elforbruget til store datacentre er vist herunder. Profilen er som den eneste ikke genereret med TRAPUNTA, men antaget at være konstant i alle årets timer. Denne antagelse gælder for både DK1 og DK2. Antagelsen bygger på samme rapport, som ligger til grund for forbrugsfremskrivningen i AF20⁵.

⁵ [Temaanalyse om store datacentre \(ens.dk\)](#)



Figur 15 Årsprofil for elforbrug til store datacentre i DK1 og DK2.

6.3.2 Modellering af elkedler og store varmepumper

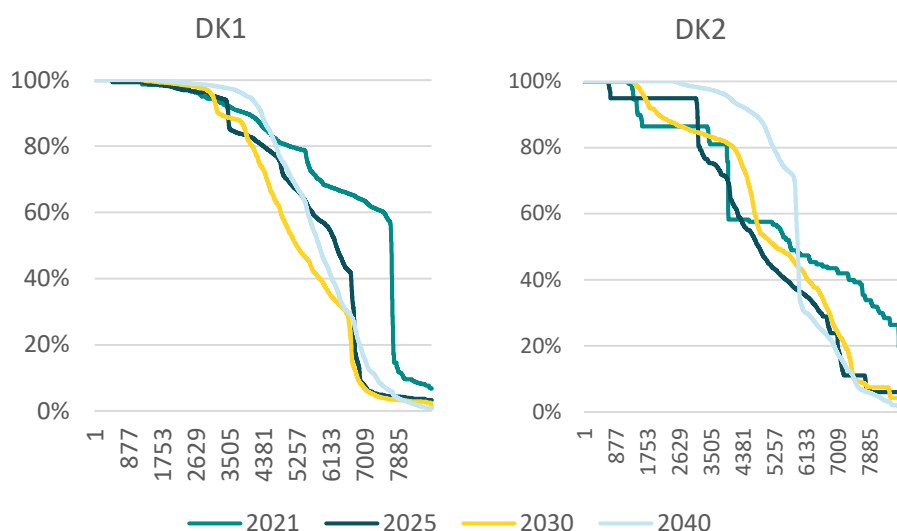
SIFRE modellerer day-ahead-markedet og baserer sig således på princippet om priskryds mellem forbrug og produktion⁶. For modellering af elkedler og store varmepumper i fjernvarmen betyder det, at den installerede kapacitet af elkedler og varmepumper, som angivet i AF20, kun anvendes til varmeproduktion, hvis det kan betale sig med elpriserne på det givne tidspunkt⁷.

Fjernvarmeområderne i SIFRE er søgt repræsenteret så virkelighedsnært som muligt, og der er derfor en række alternative varmeproducerende enheder tilknyttet områder med varmepumper og elkedler. Det betyder, at det typisk kun er ved relativt lave elpriser, det vil være fordelagtigt at anvende elkedler og varmepumper.

Figuren herunder viser varighedskurver for forbrugsprofiler for den samlede installerede varmepumpekapacitet i fjernvarmen i udvalgte nedslagsår. Det ses, at den installerede kapacitet (>80 pct.) anvendes i en stor del af årets timer, og at det kun er i få timer, at varmepumper ikke spiller en rolle i varmeforsyningen. Der er forskel på forbrugsmønstret fra år til år, afhængigt af det øvrige system, men der er ikke en tydelig udvikling over tid.

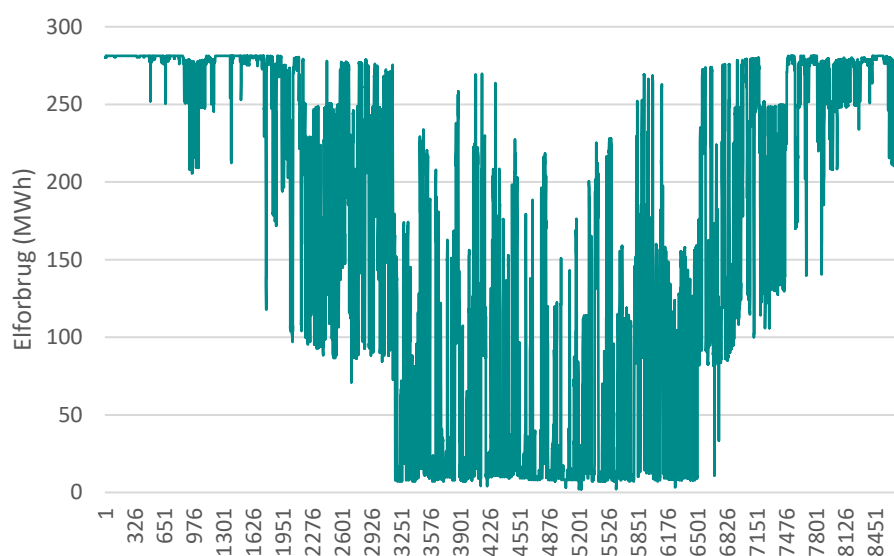
⁶ Dokumentation for opbygningen af SIFRE: <https://energinet.dk/-/media/0C7AA9C78EBE428580CAB85E120129CB.PDF>

⁷ Elpriser på baggrund af AF20 findes her: [Analyseforudsætninger 2020 | Energinet](#)



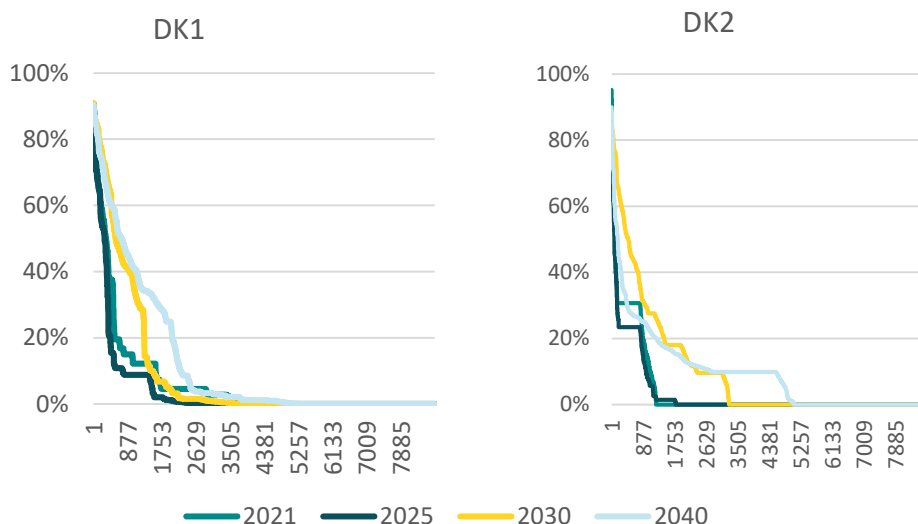
Figur 16 Forbrugets andel af den installerede kapacitet for store varmepumper i fjernvarmen i SIFRE.

Figuren herunder viser et eksempel på en årsprofil for store varmepumper i fjernvarmen. Det ses, at der er en tydelig sæsonvariation med højere forbrug om vinteren.



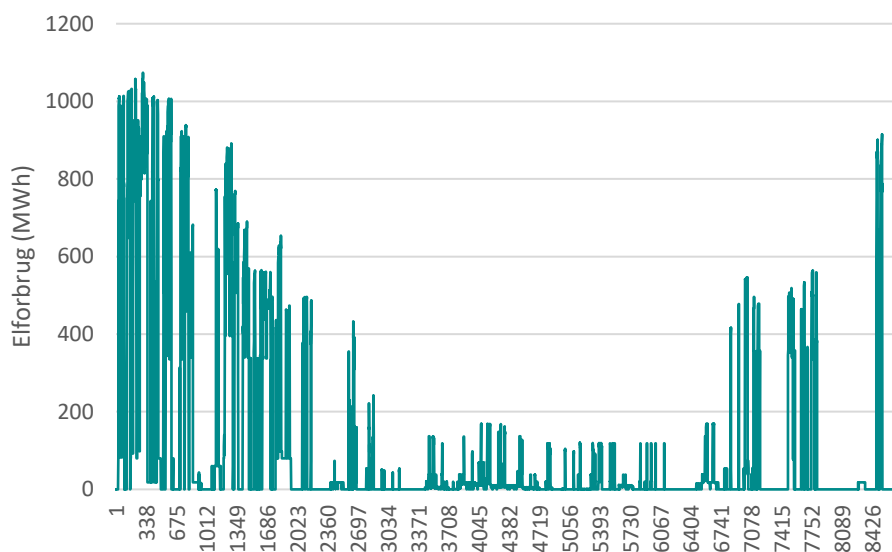
Figur 17 Eksempel på årsprofil for store varmepumper i fjernvarmen genereret i SIFRE. Eksemplet viser summen af alle varmepumper DK1 i 2030. Varmepumperne er placeret i forskellige varmeområder.

Figuren herunder viser varighedskurver for forbrugsprofiler for den samlede installerede elkedelkapacitet i fjernvarmen i udvalgte nedslagsår. Det ses, at den fulde installerede kapacitet ikke er i spil på samme tid i day-ahead-markedssimuleringerne. Det ses også, at det kun er i meget få af årets timer, at en stor andel af den samlede kapacitet er i spil på samme tid. Til gengæld er alle elkedler slukket i mange af årets timer. Som for varmepumper er der forskel på forbrugsmønstret fra år til år, afhængigt af det øvrige system. For elkedler ses en udvikling over tid, hvor elkedler i tiden efter 2030 får flere driftstimer i day-ahead-markedet.



Figur 18 Forbrugets andel af den installerede kapacitet for elkedler i fjernvarmen i SIFRE.

Figuren herunder viser et eksempel på en årsprofil for elkedler i fjernvarmen. Som for varmepumper ses det, at der er en tydelig sæsonvariation med højere forbrug om vinteren.



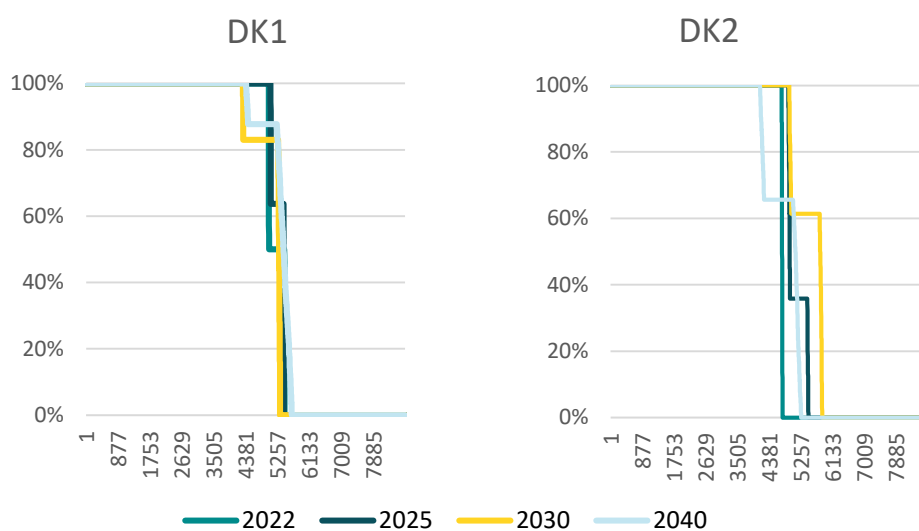
Figur 19 Eksempel på årsprofil for elkedler i fjernvarmen genereret i SIFRE. Eksemplet viser summen af alle elkedler i DK1 i 2030. Elkedlerne er placeret i forskellige varmeområder.

6.3.3 Modellering af Power-to-X

Princippet bag Power-to-X-modelleringen er den samme som for elkedler og varmepumper – Power-to-X producerer, når elpriserne gør, at det kan betale sig. For Power-to-X er der tilføjet en omkostningsreduktion, som sikrer, at den installerede kapacitet opnår ca. 5.000 fuldlasttimer om året, som angivet i AF20. Variationerne i det øvrige system gør, at omkostningsreduktionen svinger fra år til år.

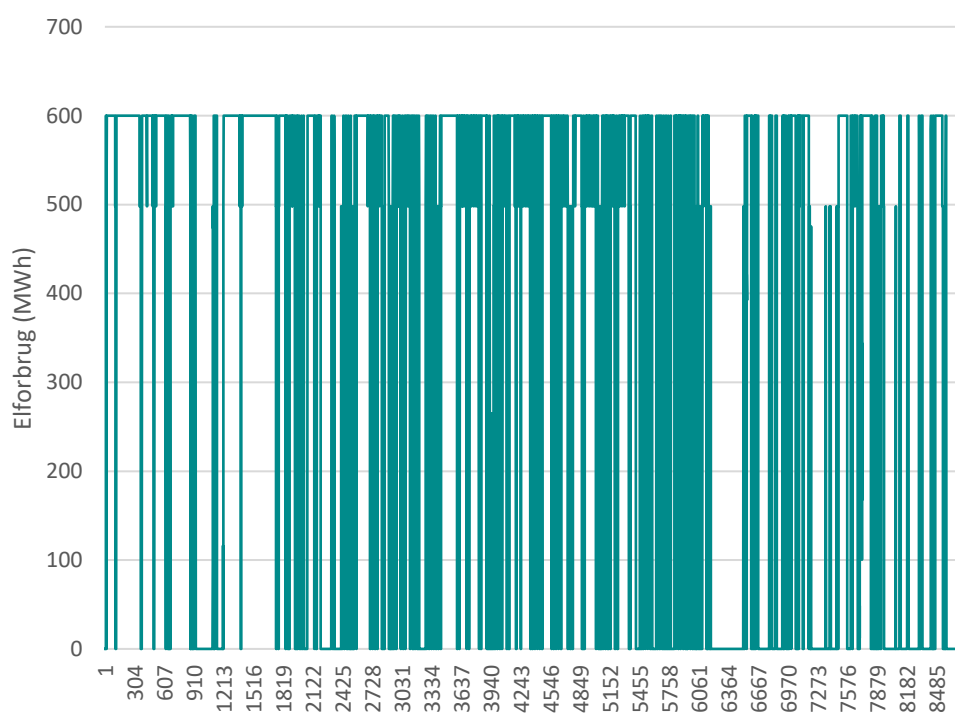
Figuren herunder viser varighedskurver for forbrugsprofiler for den samlede installerede Power-to-X-kapacitet i udvalgte nedslagsår. Det ses, at den installerede kapacitet reagerer meget

ens. Det betyder, at den samlede kapacitet i størstedelen af årets timer enten er tændt eller slukket.



Figur 20 Forbrugets andel af den installerede kapacitet for Power-to-X i SIFRE.

Figuren herunder viser et eksempel på en årsprofil for Power-to-X. Der ses ikke en tydelig sæsonvariation.



Figur 21 Eksempel på årsprofil for Power-to-X genereret i SIFRE. Eksemplet viser summen af alle anlæg i DK1 i 2030.