

Analyse af grænsesænkning for fjernaflæsning og timeafregning

Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tel. +45 70 10 22 44
Fax +45 76 24 51 80

info@energinet.dk
www.energinet.dk
cvr-nr. 28 98 06 71

Resume	2
1. Baggrund	4
2. Kort om prisfleksibelt elforbrug	7
3. Antagelser og beregningsforudsætninger	9
4. Generel grænsesænkning samt elvarme	19
4.1 Data	19
4.2 Resultater	20
4.2.1 Samfundsøkonomisk analyse	20
4.2.2 Brugerøkonomi	21
4.2.3 Selskabsøkonomi	22
4.3 Følsomhedsanalyse	22
4.3.1 Spotpriser	22
4.3.2 Break-even beregning	23
5. Elbiler	24
5.1 Datagrundlag	24
5.2 Vurdering af intelligente elmåleres samfundsøkonomiske værdi for målepunkter med elbil	26
5.3 Vurdering af intelligente elmåleres brugerøkonomiske værdi for målepunkter med elbil	27
5.4 Diskussion	28
6. Individuelle varmepumper tilknyttet et vandbåret system	30
6.1 Datagrundlag	30
6.2 Vurdering af intelligente elmåleres samfundsøkonomiske værdi for målepunkter med varmepumpe	32
6.3 Vurdering af intelligente elmåleres brugerøkonomiske værdi for målepunkter med varmepumpe	33
6.4 Diskussion	34
7. Konklusion	35
Bilag 1	36
Bilag 2	38
Bilag 3	39

10. juni 2009
MLP/KPH

notat

Resume

Til at integrere mere vindkraft i Danmark, har udbygning og forstærkning af elnettet til udlandet været en anvendt løsning. Men der er et stigende behov for at bringe andre virkemidler i spil. En mulighed er at åbne for anvendelsen af det prisfleksible elforbrug i Danmark. Det kan medvirke til at afhjælpe problemerne med kritisk eloverløb, skabe en højere værdi af vindkraften og samtidig nyttiggøre vindenergi i andre sektorer, der har potentiale til store reduktioner af CO₂.

Samtidig vil et mere prisfleksibelt elforbrug bidrage til at gøre elmarkedet mere effektivt. Et prisfleksibelt forbrug kan medvirke til at øge forsynings sikkerheden, og forbrugerne gives en reel mulighed for at reducere deres omkostninger til indkøb af elektricitet.

Hensigten med denne analyse har været, at belyse omkostninger og gevinster ved at ændre på de nuværende regler for, hvornår netvirksomhederne er pålagt at aflæse og afregne forbrugerne i forhold til deres elforbrug time-for-time.

I rapporten er følgende fem scenarier analyseret:

1. En grænsesænkning fra de nuværende 100.000 kWh til 50.000 kWh.
2. En grænsesænkning fra de nuværende 100.000 kWh til 20.000 kWh.

Frem for et scenarium med en yderligere grænsesænkning til 10.000 kWh, har arbejdsgruppen valgt at analysere følgende udvalgte forbrugssegmenter, der antageligt har en høj andel af potentielt prisfleksibelt elforbrug:

3. Elvarmeforbrugere
4. Elbiler
5. Individuelle varmepumper

Til analyse af en generel grænsesænkning og elvarme, er der i analysen taget udgangspunkt i den beregningsmodel, som tidligere er udviklet af Energistyrelsen fra 2008. For at sikre sammenlignelighed vil beregningerne i størst mulig omfang være baseret på samme antagelser og forudsætninger. Dog er investerings- og driftsomkostninger tilpasset de nye scenarier, og data er opdateret.

Analysens hovedkonklusion er, at der i dag ikke er en umiddelbar samfundsøkonomisk begrundelse for at sænke grænsen fra de nuværende 100.000 kWh, idet værdien af det prisfleksible forbrug ikke står mål med de investerings- og driftsomkostninger, som er påkrævet. Denne hovedkonklusion er et her og nu-billede og fremkommer blandt andet som følge af, at styringsautomatik har høje priser, og at der ikke vil være knaphed på kapacitet i den kommende 10-års periode. Da blandt andet prisen på styringsautomatik kan forventes at falde, da kapacitetsoverskuddet kan blive mindre end forudset, vil det være oplagt med få års mellemrum at gentage analysen.

Analysen viser også, at prisfleksibelt elforbrug fra elbiler og varmepumper i et længere tidsperspektiv og under visse betingelser, kan resultere i en samfundsøkonomisk gevinst som følge af lavere markedspriser samt færre investeringer i kapacitet på kraftværker og i transmissions- og distributionsnettet. Prisfleksibelt

elforbrug fra disse forbrugssegmenter kan dermed være et nyttigt redskab til at skabe et mere dynamisk og velfungerende elsystem i fremtiden, hvor integration af mere vindkraft er centralt i bestræbelserne på at opfylde de danske målsætninger på klimaområdet.

1. Baggrund

Andelen af vedvarende energi – især vindkraft – vil blive kraftigt udbygget. Det øger behovet for et effektivt og fleksibelt elsystem, der er i stand til at modtage den producerede energi og transportere den hen, hvor den skaber størst værdi.

Danmark har allerede indtaget en førende position i indpasning af energi fra vedvarende energikilder – ikke mindst vindkraft. Men udfordringerne ved at indpasse yderligere vindkraft fortsætter, idet flere vindmøller giver større uvished om mængden af produceret el. En markant udbygning af vindkraften i Nordeuropa betyder ifølge Energinet.dk, at det på sigt vil blive sværere at løse de langsigtede udfordringer med kritisk eloverløb, når vindkraftproduktionen er høj.

Hidtil har særlig udbygning og forstærkning af elnettet til udlandet været en anvendt løsning. Men der er et stigende behov for at bringe andre teknologiske løsninger i spil. En mulighed er at åbne for anvendelsen af det fleksible og intelligente elforbrug i Danmark. Det kan eksempelvis være med elbiler og individuelle varmepumper. Disse forbrugssegmenter kan medvirke til at løse udfordringer med kritisk eloverløb i et langsigtet perspektiv, skabe en højere værdi af vindkraften og samtidig nyttiggøre vindkraften i sektorer, der har potentiale til store reduktioner af CO₂.

I et kortere tidsperspektiv vil et mere prisfleksibelt elforbrug bidrage til at gøre elmarkedet mere effektivt og velfungerende. Forbrugerne har mulighed for at reducere deres omkostninger til indkøb af elektricitet, og et udjævnet forbrug kan medvirke til at øge forsyningssikkerheden. Forbrugeren vil dermed indirekte på kort sigt påvirke efterspørgslen af kapacitet i nedadgående retning, når belastningen er anstrengt, og prisen derfor er høj, og i opadgående retning, når prisen er lav. Dette indikerer, at der er et vist produktionsoverskud i markedet fx når det er prognosticeret, at vindmøllerne producerer meget. På længere sigt vil det føre til relativt færre omkostninger til investeringer i ny kraftværkskapacitet, når der ikke i samme omfang efterspørges dyr spidslastkapacitet.

I dag er kun forbrugere med et årligt forbrug på mere end 100.000 kWh pålagt timeafregning, som åbner mulighed for realisering af et prisfleksibelt elforbrug. Beregninger fra Energistyrelsen viser imidlertid, at også forbrugere med et årligt forbrug under 100.000 kWh i dag kunne have en potentiel økonomisk fordel af at tilrettelægge forbruget prisfleksibelt. På den baggrund har ministeren efter drøftelse med parterne bag den energipolitiske aftale af 21. februar 2008 besluttet at få analyseret omkostninger og fordele ved en sænkning af grænsen for timeafregning.

En arbejdsgruppe med repræsentanter fra Energinet.dk (formandskabet), Energistyrelsen, Dansk Energi og Energitilsynet blev nedsat for at undersøge mulighederne for en sænkning af grænsen for timeafregning. Arbejdsgruppen fremlægger med denne redegørelse anbefalinger til tiltag for fremme af prisfleksibelt elforbrug.

Præcisering af kommissorium

I arbejdsgruppens kommissorium står anført, jf. Bilag 1, at undersøgelsen skal inddrage de bruger-, selskabs- og samfundsøkonomiske omkostninger og fordele ved at sænke grænsen for timeafregning til 50.000 kWh. Dernæst omkostningerne og fordele ved at nedsætte grænsen til henholdsvis 20.000 og 10.000 kWh.

Arbejdsgruppen har været indforstået med at analysere den samfundsmæssige værdi af prisfølsomt elforbrug på følgende scenarier:

1. En grænsesænkning fra de nuværende 100.000 kWh til 50.000
2. En grænsesænkning fra de nuværende 100.000 kWh til 20.000

Frem for et scenarium med en yderligere grænsesænkning til 10.000 kWh har gruppen valgt at analysere følgende udvalgte forbrugssegmenter:

3. Elvarmeforbrugere
4. Elbiler
5. Individuelle varmepumper

Valget er begrundet med, at netop disse forbrugsgrupper antageligt har en høj andel af prisfleksibelt elforbrug, som kan være samfundsøkonomisk fordelagtigt at få belyst.

Afgrænsning

Der er tidligere redegjort grundigt for prisfleksibelt elforbrug, dets positive konsekvenser samt de selskabsøkonomiske aspekter. Nærværende afrapportering vil derfor lægge mindre vægt på at redegøre for disse konsekvenser. Der henvises til eksisterende litteratur¹ for en nærmere beskrivelse og uddybende information herom.

Der kan opstå synergieffekter, når et forbrugssted både har en elbil og anvender elvarme. Det har dog ikke været muligt at belyse sådanne synergieffekter, idet beregningerne er gennemført med to separate modeller.

Energitilsynet har, på opfordring fra arbejdsgruppen, udarbejdet et notat, der beskriver muligheden for forhøjelse af indtægtsrammen i forbindelse med ændrede krav til funktionaliteten af en elmåler eller pålæg om udskiftning af elmålere. Idet Dansk Energi ikke fuldt ud deler den udlægning, som notatet fra Energitilsynet indeholder, er notatet valgt vedlagt som bilag. Se venligst bilag 3.

Beregninger

Til analyse af henholdsvis en generel grænsesænkning til 50.000 kWh og 20.000 kWh samt for elvarmeforbrugere er der i analysen taget udgangspunkt i en beregningsmodel, som tidligere er udviklet af Energistyrelsen i en udredning fra efteråret 2008, jf. kildehenvisningen i fodnote 1. For at sikre sammenlign-

¹ Energistyrelsen 2008, *Notat om intelligent elforbrug*
Energistyrelsen 2006, *Redegørelse om mulighederne for anvendelse af prisfleksibelt elforbrug i det danske elsystem.*
Elkraft 2005, *Priselastisk elforbrug*
Elkraft 2004, *Dansk TSO-handlingsplan for prisfleksibelt elforbrug*

lighed vil beregningerne i størst mulig omfang være baseret på samme antagelser og forudsætninger som i Energistyrelsens analyse.

Scenarierne for elbiler og individuelle varmepumper vil blive analyseret ved brug af Energinet.dk's model *SIVAEL*².

Definition

Med *prisfleksibelt* elforbrug menes i denne analyse, en ændring i elforbrug på kort tid foranlediget af forbrugeren selv som reaktion på et aktuelt prissignal, eksempelvis markedsprisen. Til prisfleksibelt elforbrug indgår alene en elmåler, der kan sikre timeaflysning og -afregning.

Med *intelligent* elforbrug menes en automatisk styring i tillæg til en fjernaflæst elmåler. Intelligensen består således i, at forbrugeren ikke nødvendigvis selv behøver reagere på et aktuelt prissignal.

² Læs mere om SIVAEL på

<http://www.energinet.dk/da/menu/Plan!%c3%a6gning/Analysemodeller/Sivael/SIVAEL.htm>

2. Kort om prisleksibelt elforbrug

Prisleksibelt elforbrug refererer til en ændring i elkunders forbrug på kort tid, som reaktion på et aktuelt prissignal, eksempelvis markedsprisen. I Danmark bliver markedsprisen for el dannet på den nordiske elbørs Nord Pool ved at sammenholde udbud og efterspørgsel.

Med prisleksibelt elforbrug har forbrugerne mulighed for at planlægge (dele af) deres forbrug på døgnbasis. Hvis forbrugeren ikke er villig til at betale markedsprisen i en given time, er det ved fleksibelt elforbrug muligt at nedsætte eller flytte forbruget til et tidspunkt, hvor forbrugeren's nytte af elektricitet er sammenfaldende med eller højere end spotprisen.

Som nævnt i indledningen er kun forbrugssteder over 100.000 kWh pålagt timeaflesning og -afregning, der åbner mulighed for at agere prisleksibelt. Denne gruppe omfatter ca. 50 % af det samlede elforbrug i Danmark.

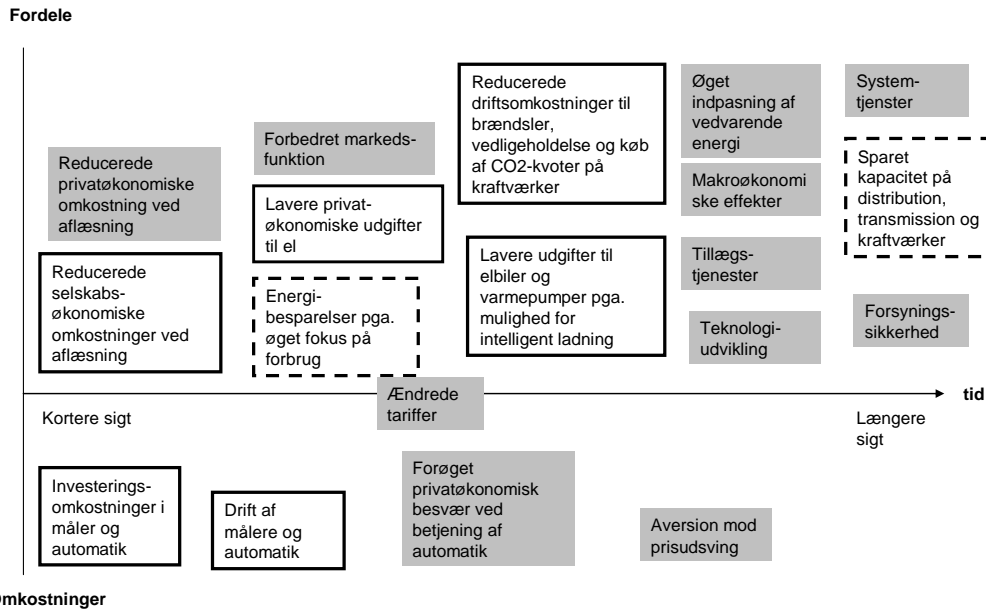
Øvrige elforbrugere er *skabelonkunder* og følger samme forbrugsprofil som netområdets resterende elforbrug. Men med et skabelonforbrug har elkunder kun i begrænset omfang incitament til at reagere på høje eller lave priser i elmarkedet.

Investeringer i løsninger, der kan sikre et prisleksibelt forbrug, er forbundet med ikke ubetydelige omkostninger. Endvidere er det en barriere, at omkostninger og gevinster ikke nødvendigvis fuldt ud tilfalder samme part. Derfor er det relevant at betragte udrulning af nye elmålere i et overordnet samfundsøkonomisk perspektiv.

Hvis dele af denne gruppe ophørte med skabelonafregning og i stedet overgik til timemåling og -afregning efter spotmarkedsprisen vil det åbne op for et større potentiale af prisleksibelt elforbrug med de positive konsekvenser det indebærer. For forbrugerne er der penge at spare ved ikke at placere elforbruget i de dyreste timer. Netselskaberne har både positive og negative konsekvenser, eksempelvis en lettere aflæsning af elmåleren, nemmere afregning af kunderne, færre oplysnings- og klageomkostninger etc., men også øgede omkostninger til kontrol og datahåndtering. For den systemansvarlige er prisleksibelt forbrug et middel til at reducere behovet for spidslastkapacitet, og det øger samtidig muligheden for indpasning af mere vindkraft. For en nærmere gennemgang af de nævnte konsekvenser henvises til tidligere litteratur på området, jf. fodnote 1.

De samlede konsekvenser ved ændrede regler for timeaflesning og -afregning er samlet i nedenstående figur.

Oversigt over kvantificerede (sort) og ikke-kvantificerede (grå) fordele og ulemper ved intelligente elmålere



Figur 1. Konsekvenser af prisfleksibelt elforbrug.

Kasserne, der er hvide er kvantificerede, men de grå er ikke-kvantificerede. Kasser, der er markeret med en stiplede linje, er medtaget i dele af analysen (det gælder kapacitetsbesparelser, som kun er medtaget i analysen af elbiler, samt energibesparelser, som kun er medtaget i analysen for en grænsesænkning til 50.000 MW, 20.000 MW og elvarmekunder).

I kapitel 3 er der redegjort nærmere for figurens indhold, med størst fokus på de effekter der indgår i analysens beregninger. De ikke-kvantificerede gevinster og omkostninger er kort beskrevet i slutningen af kapitel 3.

3. Antagelser og beregningsforudsætninger

I dette afsnit vil der blive gjort rede for de antagelser og forudsætninger, der ligger til grund for beregning af de anførte fem scenarier.

Indledningsvist angiver Tabel 1 kort antal af forbrugssteder og forbrug, som bliver berørt ved en generel grænsesækning samt for elvarme. Det har ikke været muligt at udarbejde tilsvarende oplysninger for elbiler og individuelle varmepumper.

Tabel 1. Antal forbrugssteder opdelt efter forbrugsstørrelse.

	Samlet årlig elforbrug, MWh	Andel af samlet forbrug i DK, %	Antal forbrugssteder, stk.
50-100 MWh	1.794	5,3 %	25.270
20-100 MWh	4.180	12,3 %	102.064
Boliger med elvarme	1.311	3,8 %	140.100

Tidsperspektiv og kapacitetsbetragtninger

En væsentlig parameter i belysning af prisfleksibelt elforbrug er tidshorisonten. Det skyldes, at flere af de antagelser og forudsætninger, der bliver anlagt i analysen, er tidsafhængige.

Ved at lade forbrugerne reagere på spotpriser, flyttes/reduceres forbruget fra timer, der normalt vil kræve aktivering af ekstra kapacitet – både i produktion og transmission i et langsigtet perspektiv. Men i et *kortsigtet* perspektiv, som i nærværende analyse er defineret som en periode på mindre end 10 år, vil der ikke ske en særskilt værdisætning af denne sparede kapacitet. Det begrundes med, at kapacitetsbesparelser, via prisfleksibelt elforbrug, ikke automatisk vil betyde sparede investeringsudgifter i ekstra kapacitet. En sådan betragtning vil kun være relevant i en situation, hvor Danmark var et lukket elsystem, og den opstillede effekt var knap. Men Danmark er via eksisterende stærke udlandsforbindelser og tilhørende veldimensioneret transmissionsnet solidt integreret til resten af det nordiske marked og er derfor ikke i knaphed – hverken på installeret effekt eller transmissionskapacitet. På den baggrund anser Energinet.dk det ikke som et problem i almindelighed at kunne håndtere spidslastperioder, hverken i dag eller i den kommende 10-års periode – dog kun hvis der ikke sker et massivt fremstød af elbiler og individuelle varmepumper.

Som forudsætning for de videre beregninger vil time aflæsning og -afregning ved en generel grænsesækning til 50.000 og 20.000 kWh samt for elvarmeforbrugere blive betragtet i et *kort* tidsperspektiv, hvor analysen alene ser på en udrulning, som starter nu og har en levetid på 10 år. Det betyder, at de konklusioner, der bliver draget i analysen, vil være et her og nu-billede.

Da kapacitetsoverskuddet kan blive mindre, eksempelvis som følge af elbiler etc., vil det være oplagt med få års mellemrum at revurdere de her anførte forudsætninger og beregninger.

Da det især for elbiler og varmepumper gælder, at deres opladnings- henholdsvis forbrugsprofil har stor påvirkning på distributionsnettet, transmissionsnettet

og elproduktionen, betyder en prisfleksibel opladning i forhold til ikke-optimeret opladning på lang sigt, at der kan spares udbygning af både distributions- og transmissionsnettet samt af kraftværkerne, som øget forbrug i forbrugsspidserne alt andet lige ellers ville nødvendiggøre. Disse tilpasninger i kapaciteten finder imidlertid først sted på lang sigt. Derfor omhandler analysen inden for elbiler og varmepumper det lange sigte.

Den tidsmæssige definition af det lange sigte afhænger i høj grad af, hvilken udbygningstakt med elbiler man forventer. Derfor er der i afsnittene 5 og 6 beskrevet mulige udbygningstakter for elbiler og varmepumper. At se udbygningen med elbiler og varmepumper i et langsigtet perspektiv sikrer desuden konsistens med data fra Energinet.dk's rapport "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark" fra marts 2009, som ligger til grund for beregningerne.

Elmålere

En forudsætning for at opnå et prisfleksibelt elforbrug er, at der bliver opsat en elmåler, som kan hjemtage timeværdier af forbrugsstedets elforbrug time for time.

Der er i dag allerede planlagt og iværksat udrulning for ca. 1,3 af de omkring 3 millioner forbrugssteder i Danmark, jf. Bilag 2. Det vil være en antagelse i denne analyse, at de målere, der allerede er opsat, alle kan anvendes til timeaf-læsning og -afregning. For de øvrige forbrugssteder antages det, at der er tale om nye investeringer, som netvirksomhederne ikke allerede har projekteret målerudskiftning for og derfor ikke vil være udskiftet inden for en kort tidsperiode.

De allerede opstillede målere er således allerede indregnet i analysen, så den gennemsnitlige måleromkostning reduceres forholdsmæssigt.

Estimer for investeringsomkostning pr. elmåler

I denne analyse er Dansk Energi fremkommet med et bud på estimer for elmålere, driftsomkostninger og -besparelser, der er baseret på resultater fra Capgemini-undersøgelsen³. Estimerne bør ikke betragtes som eksakte værdier, men som skøn. Der er stadig kun få erfaringer herhjemme omkring driften af fjernaflæste elmålere, hvorfor usikkerheden er stor.

Scenariet med grænse på 20.000 kWh/år er et projekt, der omfatter ca. 100.000 nuværende skabelonkunder, det vil sige et projekt, der er ca. 30 gange mindre end Capgemini-undersøgelsens projekt.

Scenariet med grænse på 50.000 kWh/år er et projekt, der omfatter ca. 25.000 nuværende skabelonkunder, det vil sige et projekt, der er ca. 120 gange mindre end Capgemini-undersøgelsens projekt.

For elvarme er antallet af forbrugssteder ca. 140.000. Omkostninger ved separat udrulning til disse skabelonkunder vil derfor være baseret på samme estimer som ved udrulning ved en grænsesænkning til 20.000 kWh/år, idet for-

³ En undersøgelse Dansk Energi fik foretaget.

skellen i antallet af forbrugskunder vurderet som marginal og uden større praktisk betydning for de estimerede omkostninger.

Omkring investeringsomkostningerne er Capgemini-undersøgelsen (med 100 % udrulning i Danmark) baseret på den forudsætning, at én ansat kan nå at installere 10 målere pr. dag i byområde og 4 målere pr. dag i landområde. Hvis den ansatte skal køre mellem hver installation i stedet for at skulle udskifte i hvert eneste hus, vurderes den ansatte kun at kunne nå det halve i scenariet med en grænse på 20.000 kWh/år, det vil sige 6 målere pr. dag i byområde og alternativt 4 målere pr. dag i landområde (i landområder vurderes det ikke at være stor forskel mellem plukvis og geografisk udrulning).

Hvis grænsen sættes til 50.000 kWh/år, bliver det ikke ret meget mere besværlig, selvom afstanden mellem målere, der skal udskiftes, bliver lidt større. Ved grænsen på 50.000 kWh/år vurderes den ansatte at kunne nå 5 målere pr. dag i byområde og alternativt 4 målere pr. dag i landområde. Samme antagelser er gjort i analysen for elbiler og varmepumper.

Den således mindre effektive udskiftning vurderes at betyde følgende for investeringsomkostningerne pr. måler:

Capgemini-undersøgelsen:	1.356 kroner
Grænse på 20.000 kWh/år + elvarme:	1.609 kroner
Grænse på 50.000 kWh/år:	1.728 kroner
Elbiler og varmepumper:	1.728 kroner ⁴

Kommentar

Arbejdsgruppen forventer en reduktion i måleromkostningen over tid. Da analysen for elbiler og varmepumper er en langsigtet analyse, er målerprisen som et forsigtigt skøn reduceret med 20 %. De første målere vil derfor være til "fuld pris", mens investeringen på 20-årigt sigte antageligt er faldet til ca. det halve. Reduktionen med 20 % er derfor begrundet i, at beregningen gælder for den *gennemsnitlige* elbil henover de næste to årtier.

Levetid

Levetiden af elmålere vil være afhængig af en fortsat teknologisk udvikling. Nye muligheder og tekniske løsninger vil på sigt udkonkurrere de målere, der bliver installeret i dag. Eksempelvis kan aflæsning og overvågning af el-, vand- og fjernvarmeforbrug, samt alarmer i tilfælde af brand, tyveri eller sprængte vandrør være nye tiltag, som fremtidens elmåler kan indeholde. Derfor er den *økonomiske* levetid⁵ for en elmåler antaget at være 10 år i denne analyse. Det er noget lavere end den levetid, Energistyrelsen og Capgemini har anvendt (henholdsvis 12 år og 20 år)⁶.

En elmåler, der sender data af det faktiske timeforbrug, kan i sig selv sikre en større opmærksomhed af det samlede elforbrug, og dermed et (begrænset)

⁴ Denne måleromkostning er i analysen for elbiler og varmepumper lagt ud over målerens levetid og reduceret forholdsmæssigt pga. allerede opsatte målere som nævnt ovenfor, og giver derfor en årlig omkostning på 86 kr. pr. år.

⁵ Den økonomiske levetid er den tid, det økonomisk er lønsomt at beholde et produkt, mens den tekniske levetid er den tid, et produkt kan fungere.

⁶ Det fremgår af modelberegningerne, at målerens levetid ikke påvirker konklusionerne nævneværdigt.

fleksibelt elforbrug – her antaget at være 20 % af det potentielle, fleksible elforbrug i lighed med Energistyrelsens tidligere analyse fra 2008.

Driftsomkostninger og -besparelser

Med fjernaflæste elmålere vil netvirksomhederne kunne opnå en mere effektiv drift ved elektronisk behandling af måledata, fjernaflæsning i forbindelse med ejerskifte, reduceret tab fra dårlige betalere, reduceret nettab ved øget overvågning etc. Samtidig vil øget overvågning af distributionsnettet betyde, at distributionselskaberne på sigt kan få et bedre overblik over udbygningsbehov i nettet og ad den vej spare udbygningsomkostninger ved at sikre en så optimal udnyttelse af distributionsnettet som muligt.

For at begrænse de administrative omkostninger ved hjemtagning af timeværdier er det endvidere en forudsætning, at kravene til datahjemtagning er gjort mere smidig. Det betyder mere lempelige krav for videreforsendelse af validerede måledata fra netselskaber til modtagere af disse data (elleverandører, balanceansvarlige og systemansvaret).

Driftsomkostninger per elmåler

I Capgemini-undersøgelsen forudsættes et antal fuldtidspersoner til drift af informationssystem, der er nødvendigt til hjemtagning, validering og videreforsendelse af data. Dette antal kan skaleres ned, hvis projektet bliver mange gange mindre, end en fuld udrulning vil indebære. Men nedskaleringen i antal ansatte til opgaven vurderes at være relativt mindre end nedskaleringen af projektet målt i omfattede kunder.

For den således mindre skala vurderes de løbende omkostninger pr. måler til at øges i forhold til Capgemini-undersøgelse på følgende vis:

Capgemini-undersøgelsen:	119 kroner/år
Grænse på 20.000 kWh/år + elvarme:	335 kroner/år
Grænse på 50.000 kWh/år:	611 kroner/år
Elbiler og varmepumper:	335 kroner/ år

Løbende gevinster

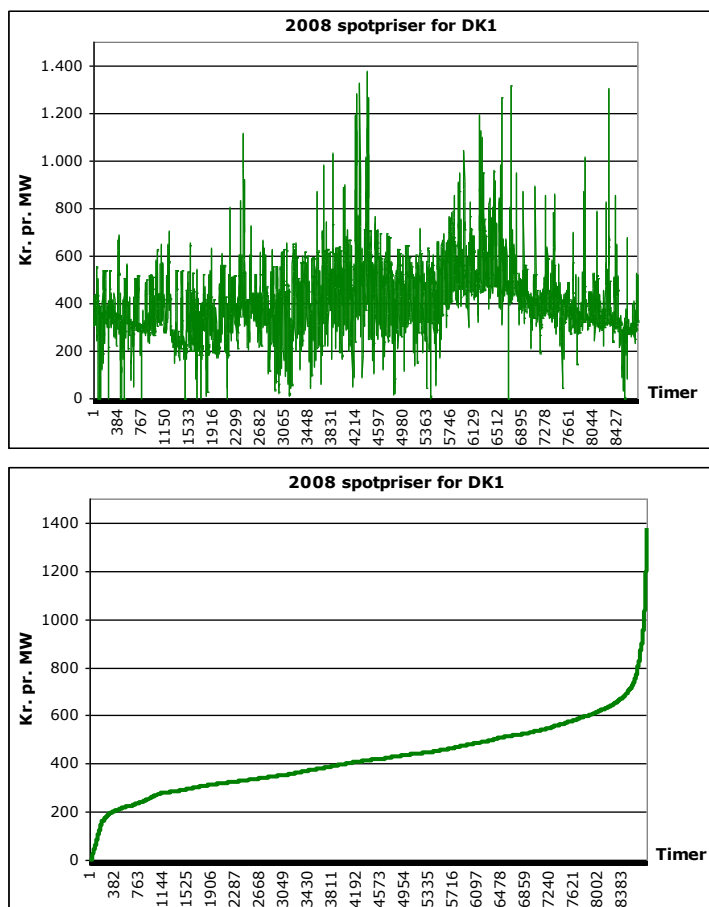
Omkring de løbende gevinster vurderes disse at gøre sig gældende i lige høj grad pr. måler i Capgemini-undersøgelsen og de to scenarier:

Capgemini-undersøgelsen:	82 kroner/år
Grænse på 20.000 kWh/år+ elvarme:	82 kroner/år
Grænse på 50.000 kWh/år:	82 kroner/år
Elvarme, elbiler og varmepumper:	82 kroner/år

Spotpriser

Ved at udsætte/reducere elforbruget i timer med høje elpriser til tidspunkter med lave elpriser, kan forbrugerne spare penge. Men for at agere prisfleksibelt skal forbrugsstederne have et prissignal, som de kan ændre adfærd på basis af. I denne analyse vil DK1⁷ 2008-spotpriser fra Nord Pool blive anvendt til at estimere værdien af forbrugsflytning. Priserne er gengivet i nedenstående figurer.

⁷ Prisområde i Nord Pool Spot der dækker Vestdanmark.



Figur 2. 2008 Nord Pool-spotpriser for DK1.

Prisfluktuationer kan variere betydeligt fra år til år. De anvendte timepriser fra 2008 er ikke nødvendigvis udtryk for de prisændringer, der opstår på elmarkedet. Som følsomhedsberegning vil DK1 2007 spotpriser fra Nord Pool blive anvendt.

Teoretisk set vil en forbrugsflytning medføre, at prisen i den høje time bliver marginalt reduceret og tilsvarende marginalt højere i timen, hvor forbruget flyttes til. En sådan prisændring vil ikke kun være gældende for selve forbrugsflytningen, men for *alle* forbrugssteder, som bliver afregnet efter Nord Pool spotpris. Det har imidlertid ikke været muligt at modellere sådanne udfald inden for rammerne af denne analyse. Det vurderes her, at forbrugsflytningen i scenarierne med grænsesækning og elvarmeforbrugere kun vil medføre en marginal priseffekt. Det begrundes med, at kun 12 % af forbruget antages at være prisfleksibelt ved en generel grænsesækning, hvoraf kun 20 % af det potentielle forbrug er antaget at blive aktiveret alene ved en timeaflest måler (dette er i overensstemmelse med Energistyrelsens analyse fra 2008, hvilket der bliver redegjort for længere fremme i rapporten). På den baggrund er det vurderet, at der ikke vil være nævneværdige påvirkninger på spot-prisdannelsen.

Værdien af forbrugsflytningen vil derfor alene være repræsenteret ved prisforskellen mellem timer med høje og lave timepriser fra 2008-spotpriserne.

Kontraktforhold

For at forbrugeren har et økonomisk incitament til at planlægge forbruget prisfleksibelt er det hensigtsmæssigt med mere dynamik på detailmarkedet. Det kunne eksempelvis være, at forbrugeren egenhændigt indgik en spotkontrakt eller alternativt bibeholdt deres fastpriskontrakt, men overlod styringen af det fleksible elforbrug til en elhandler – mod en økonomisk kompensation. Sidstnævnte model eksisterer i dag i udlandet og kan sikre forbrugerne den tryghed, som en fastprisaftale indebærer samtidig med, at det prisfleksible forbrug bliver aktiveret.

Det vil være en forudsætning i denne analyse, at nye produkter bliver udviklet af elhandlere og -leverandører, der gør prisfleksibel adfærd hos elforbrugere muligt/fordelagtigt. Hvordan dette sker, vil ikke blive berørt nærmere her. I stedet henvises til de ideer og anbefalinger, der fremkommer fra den arbejdsgruppe og som belyser en markedsrettet understøttelse af prisfleksibelt elforbrug.

Automatik

Som udgangspunkt vil der *ikke* blive anvendt automatik til styring af elforbruget. Det begrundes med, at automatisk styring kan opfattes som et ekstra modul, som forbrugsstederne egenhændigt kan investere i, uafhængigt af opsætning af en elmåler, der gør timeaflysning og -afregning mulig.

For at opnå den fulde effekt af et decideret fleksibelt og intelligent elforbrug er yderligere investeringer nødvendige for at elektriske apparater udkobler eller ændrer forbrug afhængig af prisforholdene. Det vil kræve ekstra investeringer til kommunikationsudstyr samt installationer, som reagerer på et relevant pris-signal, fx spotprisen under hensyntagen til forbrugernes komfort.

Tre uafhængige parter er bedt estimere priser til materialer og installation af automatik styring af elforbruget ved en grænsesænkning til 50.000 og 20.000 kWh. Tabel 2 sammenfatter de indkomne bud.

Tabel 2. Vurdering af priser på automatisk styring af elforbrug.

	<i>Forbrugere 50-100 MWh</i>	Forbrugere 20-100 MWh
Elsparefonden ⁸	5.000 ↑	5.000 ↓
Sydenergi	12.000	10.000
Develco	26.000	14.500
Estimat	Ca. 14.000	Ca. 10.000

Som angivet i tabellen, vil prisen til automatisk styring være ca. 14.000 kroner for forbrugssteder mellem 50-100 MWh og ca. 10.000 kroner for forbrugssteder mellem 20-100 MWh.

⁸ Elsparefonden estimerer forudsætter eksisterende internetopkobling, der kan bruges til styring.

De anførte estimater er behæftet med betydelig usikkerhed. Teknologien gennemgår en løbende udvikling, hvilket også afspejler sig i de varierende prisestimater. Som anført i afsnittet "Tidsperspektiv og kapacitetsbetragtninger" på side 9, er beregningerne i denne analyse et her og nu-billede. Da blandt andet prisen på styringsautomatik må forventes at falde, vil det også her være oplagt inden for en årrække at revurdere de her anførte forudsætninger og beregninger.

Energistyrelsen har tidligere fastsat omkostninger til automatik for elvarme til 3.000 samt drift af automatik på 200 kr. pr. forbrugssted. Disse værdier vil blive genanvendt her.

Prisfleksibel andel

En central parameter ved analyse af prisfleksibelt elforbrug er, hvor stor en andel af det faktiske forbrug, der reelt er fleksibelt og derfor er muligt at flytte, reducere eller forøge. På baggrund af interviews med 25 større virksomheder vurderer Norenergi⁹, at 7 % af maksimalbelastningen er potentielt prisfleksibelt. Energistyrelsen har i deres analyse fra 2008 vurderet, at 12 % for det gennemsnitlige forbrug og 33 % af elvarmeforbruget som potentielt fleksibelt. Endvidere er det antaget, at forbruget kan flyttes i op til 12 timer. Disse antagelser vil også blive anvendt i denne analyse

Så i teorien kan mellem 7-12 % af forbruget potentielt være prisfleksibelt, men i praksis kunne der argumenteres for, at det måske er et optimistisk skøn. Idet ikke al forbrug altid vil være fleksibelt (eksempelvis grundet forbrugernes komfort), vil det skønsmæssigt blive antaget, at 70 % af det teoretiske potentiale kan forventes at blive realiseret. Det er også i overensstemmelse med Energi-styrelsens tidligere antagelser.

I beregningerne for elbiler og varmepumper anvendes ikke en prisfleksibel andel, men en simulering i SIVAEL.

Regulerkraft og reserver

Elforbrug kan, på lige vilkår med produktionsregulering, stilles til rådighed for Energinet.dk som en ydelse til at bibeholde balancen i elsystemet. Allerede i dag kan forbrugsbalanceansvarlige samle og indbyde forbrug som regulerkraft på den fælles nordiske NOIS-liste¹⁰ for regulerkraft.

En aktivering af reduktion/afbrydelse skal i henhold til de gældende fælles nordiske regler omfatte mindst 10 MW elforbrug, som skal effektueres indenfor 15 minutter. Er der behov for regulering af frekvensen i det fælles nordiske synkron system, aktiveres de regulerkraftbud på NOIS-listen, der er mest fordelagtige under hensyn til netbegrænsninger.

Som andre regulerkraftydelse vil øget/reduceret forbrug blive afregnet, via den energibetaling, der finder sted på regulerkraftmarkedet, eventuelt kombineret med en fast kapacitetsbetaling.

⁹ www.elforsk-marketedesign.net/images/uploads/2005/s_051025_Danska_erfarenheter_2.pdf

¹⁰ Nordic Operational Information System - en fælles platform, som indeholder alle regulerkraftbud fra leverandører i Norge, Sverige, Finland og Danmark.

Forbrug som regulerkraft er dog stadig på udviklingsstadiet. Energinet.dk har igangsat et par forskningsprojekter, der sigter på at øge konkurrencen på markedet. Resultaterne er stadig sparsomme, og forbrug som regulerkraft er fortsat konfronteret med flere udfordringer. Det gælder fx:

- at mindste budstørrelse er 10 MW.
- at prisfleksibelt elforbrug til regulerkraft fra flere forbrugssteder skal samles hos én fælles balanceansvarlig aktør.
- høje omkostninger til både onlinemåling og afbrydersystem i de enkelte forbrugsenheder.
- regulerkraft opnår ofte kun en begrænset merpris i forhold til spotpris (i gennemsnit 13 % ekstra for opregulering og 9 % ekstra for nedregulering i 2008).

På kort sigt vurderes det her, at forbrug som regulerkraft kun repræsenterer et forholdsvist begrænset potentiale, som ikke vil blive tillagt en egentlig økonomisk værdi ved en grænsesænkning til henholdsvis 50 MWh og 20 MWh. Der til er de nuværende erfaringer utilstrækkelige.

I et længere tidsperspektiv forventer Energinet.dk, at såvel varmepumper og elbiler bliver en mere central faktor med hensyn til systemydelse, herunder regulerkraft og reserver. Regulerkraft for elbiler og varmepumper vil blive beskrevet særskilt i deres respektive kapitler senere i rapporten.

Kalkulationsrente

Finansministeriet har siden 1999 fastsat den samfundsmæssige kalkulationsrente til 6 %, hvilket Energistyrelsen også har lagt til grund for deres beregninger. Det menes, at Finansministeriet er ved at revidere deres anbefaling, hvorfor denne analyse vil anvende 5 %.

Særlige antagelser for elbiler og varmepumper

For både beregningerne om elbiler og varmepumper gælder det, at den forsimplede beregningsmetode, nemlig divisionen af samlede fordele i 2025 med antallet er henholdsvis elbiler og varmepumper giver et godt bud på værdien af den enkelte elbil og varmepumpe i dag.

Bag den forsimplede beregningsmetode ligger en antagelse om, at

1. hver varmepumpe henholdsvis elbil bidrager med samme samfundsøkonomiske værdi,
2. og at værdien af en varmepumpes henholdsvis elbils fleksibilitet i 2025 er ligeså stor som værdien af deres fleksibilitet i dag.

Ad. 1: Denne antagelse betyder, at resultatet er et underkantsskøn, da det er klart, at den marginale nytte af prisfleksibiliteten aftager med mængden af prisfleksible forbrugskilder. Derfor skønnes det, at de første varmepumper henholdsvis elbiler har en større værdi end den gennemsnitlige varmepumpe henholdsvis elbil i 2025.

Ad. 2: Denne antagelse er gjort, fordi udviklingen mod 2025 trækker i to retninger:

1. Der bliver større mængder fluktuerende vedvarende energi i elnettet, der alt andet lige kan føre til forøgede udsving i elpriserne og dermed give en prisfleksibel varmepumpeinstallation større værdi, da den kan udnytte perioderne med lave priser.
2. Der bliver flere prisfleksible forbrugskilder. Dette trækker i retning af, at værdien af en varmepumpes henholdsvis elbils fleksibilitet falder over tid. Samlet set vurderes det, at disse to effekter udligner hinanden, og varmepumpens henholdsvis elbilens værdi antages derfor som konstant over tid.

Energibesparelser

Prisfleksibelt elforbrug kan afstedkomme en generel energibesparelse. Virksomheder, offentlige myndigheder og private husstande bliver generelt mere opmærksomme på deres samlede energiforbrug og kan via egen monitorering og automatisk regulering begrænse det samlede elforbrug.

I analysen er der regnet med, at en (samtidig) automatiseret styring af elforbruget (ikke at forveksle med selve timeaflysningen af forbruget), kan resultere i 2 % besparelse af det samlede elforbrug – dog ikke for elbiler, varmepumper og elvarme. At en elmåler alene næppe sikrer varige besparelser, er påvist i PSO-projektet *Energiudsigten*. Her gav selv en meget høj information om spotpriser og miljøpåvirkninger kun en meget lille ændring i adfærden.

Opsummering af antagelser og beregningsforudsætninger

I nedenstående Tabel 3 er de anførte antagelser og beregningsforudsætninger opsummeret.

Tabel 3. Generelle antagelser og beregningsforudsætning.

Årstal, spotpriser for DK1	2010 - fra SIVAEL
Antal timer forbruget kan udskydes	12
Andel forbrugslytning opnået ved målere alene	20 %
Prisfleksibel andel af elvarmeforbrug	33 %
Prisfleksibel andel af elforbrug ekskl. elvarme	12 %
Effektivitet	70 %
Rente	5 %
Levetid af målere, år	10
Levetid af automatik, år	10
Energibesparelse ved automatik	2 %
Igangsatte og planlagte udskiftninger af elmålere, stk.	1.343.000
Forbrugssteder, stk.	3.236.500

Ikke-kvantificerede effekter ved prisfleksibelt elforbrug

Som vist i figur 1 er der en lang række effekter, som ikke er kvantificerede. Disse er kort beskrevet nedenfor.

Forbedret markedsfunktion: Det nordiske kraftmarked kan betragtes som et oligopol-marked, hvor visse producenter i kraft af deres størrelse er i stand til at påvirke prisen. Forbrugsreduktioner ved høje markedspriser vil dermed medvirke til at reducere risikoen for at producenterne udøver markedsmagt.

Prisfleksibelt forbrug til gavn for alle forbrugere. Ved at lade forbrugerne agere prisfleksibelt, kan der opnås lavere elpriser til gavn for *alle* forbrugere. Disse

værdier er ikke medregnet ved installation af automatisk styring af elforbruget som supplement til en elmåler.

Mere korrekt prisdannelse: Med øget prisleksibelt elforbrug vil der naturligt være en større opmærksomhed på elmarkedsprisen. Når forbrugeren reagerer på prisen, afspejler det betalingsvilligheden for el, hvilket sikrer en mere korrekt prisdannelse på spotmarkedet. Der er derfor en fordel forbundet med afregning af reelt forbrug i stedet for efter skabelon. Værdien af markedsragt og forbedret markedsfunktion er ikke værdisat.

Forsyningsikkerhed: Reduceret forbrug ved høje timepriser kan begrænse situationer, hvor transmissionssystemet og distributionssystemet er truet af kollaps. Derved kan prisleksibelt elforbrug øge den overordnede forsyningsikkerhed. Værdien af reduceret risiko for, at nettet går ned og forbedret forsyningsikkerhed, er ikke værdisat.

Ændrede tariffer: Et reduceret elforbrug som følge af en automatiseret styring kan betyde færre variable omkostninger til vedligehold af distributions- og transmissionssystemet og dermed lavere tariffer for forbrugerne. Det vurderes, at besparelserne er marginale.

Der kan være en mindre kapacitetsfordele som følge af fleksibelt elforbrug på både distribution, transmission og produktion – selv i en situation med tilstrækkelig kapacitet, som det er tilfældet ved en generel grænsesænkning. Alt andet lige vil en mere jævn drift betyde, at de nuværende investeringer kan holde længere tid, inden der skal reinvesteres. Det har ikke været muligt at belyse disse besparelser nærmere.

Tillægstjenester: Tillægstjenester kan være i form af afregning af andre ydelser (fx vand), tyverisikring, energiovervågning og detaljerede oplysninger om energiforbrug til grønne regnskaber eller muligheden for bedre energimærkning af bygningers energiforbrug. Desuden kan der være kunder, der er villige til at betale for en intelligent elmåler, hvis de ser en fordel i energiovervågning. For at tilgodese disse kunders behov kan det være nødvendigt med en form for frivillige løsninger eller en markedsbaseret udrulning. Værdien af disse tillægstjenester er ikke værdisat.

Reduceret privatøkonomisk besvær ved aflæsning: Forbrugeren slipper for at skulle aflæse måleren, da aflæsning sker automatisk.

Forøget privatøkonomisk besvær ved betjening af automatik. Når forbrugeren skal betjene automatikken for at reagere på elprisen, mister forbrugeren muligvis komfort.

4. Generel grænsesænkning samt elvarme

4.1 Data

Dansk Energi har opdateret det datagrundlag, som Energistyrelsen tidligere har baseret deres analyse på. Opdateringen er sket ved at trække oplysninger fra elværksstatistikken for de seneste seks år, delt op på netvirksomhedernes egne fordelinger inden for grænseniveauer. Tabel 4 gengiver forbruget og forbrugssteder for de to scenarier med en grænsesænkning samt for scenariet for elvarmeforbrugere.

Tabel 4. Antal forbrugssteder opdelt efter forbrugsstørrelse.

	Samlet elforbrug, MWh	Andel af samlet forbrug i DK, %	Antal forbrugssteder, stk.
50-100 MWh	1.794	5,3 %	25.270
20-100 MWh	4.180	12,3 %	102.064
Boliger med elvarme	1.311	3,8 %	140.100

I det nye datagrundlag ses en væsentlig ændring i antallet af boliger med elvarme. Elforbruget er halveret samtidig med, at antallet af elvarmekunder er steget fra ca. 115.000 til ca. 140.000. Det har ikke været muligt at fremkomme med en forklaring på de divergerende data. Det anvendte materiale i denne analyse er af arbejdsgruppen vurderet at være retvisende. For de to øvrige grupper er der kun sket mindre ændringer i forhold til Energistyrelsens tidligere data.

For at anskueliggøre, hvilke virksomheder der vil blive berørt ved en grænsesænkning, er antallet af berørte forbrugssteder opgjort på brancheniveau i nedenstående tabel.

Tabel 5. Forbrug opdelt på brancher (x 1.000 forbrugssteder).

	<20 MWh	20-50 MWh	50-100 MWh	>100 MWh
Boliger, i alt	2.734	17	2	2
Landbrug, i alt	111	14	3	5
Gartneri, i alt	2	0	0	0
Nærings- og nydelsesmiddelindustri, i alt	2	1	1	2
Tekstil-, beklædnings- og læderindustri, i alt	1	0	0	0
Træindustri, i alt	2	0	0	1
Papir- og grafisk industri, i alt	2	0	0	1
Kemisk industri, i alt	1	0	0	1
Sten-, ler- og glasindustri, i alt	2	0	0	1
Jern- og metalværker, i alt	1	0	0	0
Støberier - tidl. under anden kat	0	0	0	0
Jern- og metalindustri i øvrigt - tidl 3800total	6	2	1	2
Møbelindu., legetøjsfab., guld og sølv m.v., i alt	2	0	0	1
Fremstillingsvirksomhed, i alt	19	5	3	8
Bygge- og anlægsvirksomhed, i alt	23	2	1	1
Detailhandel, i alt	35	10	3	5
Engroshandel og køle/frysehuse, i alt	12	3	1	2
Bank- og forsikringsvirks. samt forr. i alt	21	4	2	2
Offentlige foretagender, i alt	81	12	5	7
Gade- og vejbelysning, i alt	16	3	0	0
Total	3.097	77	25	37

Af Tabel 5 fremgår det, at ca. 25.000 forbrugssteder vil blive berørt ved en grænsesænkning for timeafmåling til 50.000 kWh. Gruppen er primært repræsenteret af offentlige foretagender, landbrug, detailhandel og fremstillingsvirksomheder.

En yderligere sænkning til 20.000 kWh vil berøre yderligere 77.000 forbrugssteder, primært inden for samme kategorier som ved 50.000 kWh.

4.2 Resultater

På baggrund af det opdaterede datagrundlag fra elværksstatistikken er beregninger gennemført på tilsvarende vis som i Energistyrelsen analyse fra 2008.

De gjorte antagelser og forudsætninger afspejler værdien og kvaliteten af de gennemførte beregninger, som vil blive præsenteret nedenfor. Grundlæggende er det vanskeligt at gennemføre sådanne beregninger, idet dristige antagelser og forudsætninger om fleksibelt forbrug er nødvendig, samtidig med at hensynet til forbrugernes komfort og pristryghed skal være varetaget. Antagelser og forudsætninger er usikre, og resultaterne bør derfor anvendes med forsigtighed.

4.2.1 Samfundsøkonomisk analyse

I den samfundsøkonomiske analyse er det forudsat, at alle forbrugere alene får etableret en timeafmålt elmåler. Resultatet af de samfundsøkonomiske beregninger er gengivet i tabellen nedenfor.

Tabel 6. Samfundsøkonomisk værdi ved opsætning af timeafmålte elmålere.

	Enhed	Forbrugere 50-100 MWh	Forbrugere 20-100 MWh	Boliger med elvarme
Samlet elforbrug	GWh	1.794	4.180	1.311
Antal forbrugere	Stk.	25.270	102.064	140.100
Prisfleksibelt potentiale	GWh	215	502	433
Timemålerpris	Kr. pr. forbrugssted	1.728	1.609	1.609
Driftsomkostning	Kr. pr. forbrugssted	611	335	335
Driftsbesparelse	Kr. pr. forbrugssted	82	82	82
Målere	Mkr./år	- 11,1	- 27,6	- 37,8
Forbrugsflytning	Mkr./år	3,5	8,1	7,0
Total	Mkr./år	- 7,7	- 19,5	- 30,9

Som det fremgår af Tabel 6, er det forbundet med økonomiske omkostninger for samfundet ved at sænke grænsen til såvel 50.000 kWh og 20.000 kWh for opsætning af fjernaflæste elmålere, idet investeringsomkostningen ikke står mål med den værdi, som forbrugsflytninger medfører. Heller ikke udrulning til elvarmeforbrugere er fordelagtigt i denne analyse.

En fjernaflæst elmåler er antaget kun at bidrage med et begrænset aktivering af det prisfleksible elforbrug. En 100 % udnyttelse er antaget at kræve et system, der automatisk reagerer på et relevant prissignal. Tabel 7 viser den samfundsøkonomiske værdi ved opsætning af timeafmålte elmålere *samt* investeringer og drift i automatik til styring af det prisfleksible elforbrug efter spotprisen.

Tabel 7. Samfundsøkonomisk værdi ved opsætning af timeafmålede elmålere *plus* automatik.

	<i>Enhed</i>	<i>Forbrugere 50-100 MWh</i>	<i>Forbrugere 20-100 MWh</i>	<i>Boliger med elvarme</i>
Samlet elforbrug	GWh	1.794	4.180	1.311
Antal forbrugere	Stk.	25.270	102.064	140.100
Prisfleksibelt potentiale	GWh	215	502	433
Timemålerpris	kr. pr. forbrugssted	1.728	1.609	1.609
Driftsomkostning	kr. pr. forbrugssted	611	335	335
Driftsbesparelse	kr. pr. forbrugssted	82	82	82
Pris for automatik	kr. pr. forbruger	14.000	10.000	3.000
Potentiel elbesparelse ved automatik	GWh	36	84	-
Målere	Mkr./år	-11,1	-27,6	-37,8
Automatik	Mkr./år	-50,9	-152,6	-82,5
Forbrugsflytning	Mkr./år	17,3	40,4	34,8
Besparelse	Mkr./år	15,1	35,2	0,0
Total	Mkr./år	-29,6	-104,6	-85,5

Beregningen viser, at der er et markant samfundsøkonomisk årligt tab ved at opsætte automatik som supplement til timemålere. Den ekstra forbrugsflytning, som automatikken giver anledning til, kan således ikke – på nuværende tidspunkt – opveje de investeringsomkostninger, der vil være påkrævet.

4.2.2 Brugerøkonomi

En overgang fra skabelonafregning til timemåling og -afregning vil betyde, at forbrugere bliver afregnet ud fra deres faktiske adfærd og ikke som en gennemsnitlig forbruger (skabelonkunde). Forbrugssteder, der er i stand til at placere forbrug i timer med lave spotpriser, vil opnå en privatøkonomisk gevinst, mens forbrugere, der bidrager til spidslastforbrug og ikke agerer prisfleksibelt, risikerer en større elregning.

Ud fra de gennemførte beregningerne i den samfundsøkonomiske analyse, er forbrugsflytningen beregnet for de tre scenarier, jf. Tabel 6. Ved at dele gevinsten ud på de berørte forbrugssteder i de respektive scenarier, er det muligt at give et simpelt overslag af de brugerøkonomiske konsekvenser ved at agere prisfleksibelt. Resultatet er gengivet i Tabel 8 nedenfor.

Tabel 8. Brugerøkonomi for forbrugssteder med prisfleksibelt elforbrug.

	<i>Enhed</i>	<i>Forbrugere 50-100 MWh</i>	<i>Forbrugere 20-100 MWh</i>	<i>Boliger med elvarme</i>
Antal forbrugere	Stk.	25.270	102.064	140.100
Forbrugsflytning	Mkr./år	3,5	8,1	7,0
Gevinst pr. forbrugssted	Kr./år	137	79	50

De direkte besparelser ved at agere prisfleksibelt virker således i dag begrænsede, hvilket også tidligere analyser kan bekræfte, jf. eksempelvis Energistyrelsens notat om intelligent elforbrug fra 2008.

De privatøkonomiske gevinster af prisfleksibelt elforbrug kan forøges ved at supplere elmåleren med en automatisk styring af elforbruget, der kan sikre

varige energibesparelser, plus besparelser på de tariffer blandt andet Energinet.dk opkræver¹¹.

De kunder, som sparer energi, vil opleve en omkostningsreduktion på fx 2 % på hele deres energiregning. På den korte tidshorisont vil nogle af besparelserne ikke optræde i samfundsøkonomien, da omkostningerne vil blive væltet over på de øvrige kunder, men på langt sigt vil besparelserne optræde i alle led. Hertil kommer, at forbrugsreduktionen på 2 % slår igennem på den samlede spotpris for alle elkunder.

Opsætning af automatik til styring af elforbruget bør dog opfattes som et supplement til opsætning af fjernaflæste elmålere.

Foruden selve gevinsten af forbrugsflytningen ved at agere prisfleksibelt, risikerer forbrugerne at skulle afholde omkostninger til en elmåler samt drift heraf. Disse beløb er der tidligere redegjort for på side 10 i kapitel 3.

4.2.3 Selskabsøkonomi

Netvirksomhederne vil opleve en række konsekvenser ved en radikal ændring af de nuværende regler for, hvornår timeaflesning og -afregning er påkrævet. Såvel Energistyrelsen som Capgemini har nyligt redegjort grundigt for disse konsekvenser – dog med forskellige resultater, hvilket illustrerer den store usikkerhed, som er knyttet til en større udrulning af elmålere.

Ejerforholdene for netselskaberne er i dag forskellige, da der findes både forbrugerejede, kommunaltejede og kommercielle netselskaber. Denne forskel i ejer- og kapitalstruktur kan muligvis forklare forskellen på forskellige kvantificeringer af de selskabsøkonomiske fordele og ulemper ved intelligente elmålere, det vil sige fjernaflæste målere og automatik.

Opsætning af fjernaflæste elmålere sker allerede i vidt omfang herhjemme. Men de driftsøkonomiske konsekvenser er stadig sparsomme, og arbejdsgruppen har ikke haft mulighed til at opnå indsigt i de fåtallige erfaringer eller et datagrundlag fra netselskaber, som har implementeret eller påtænker at implementere timemåling.

Det har ikke været muligt inden for rammerne af denne analyse at kaste mere lys over de selskabsøkonomiske konsekvenser for netvirksomhederne, end hvad de eksisterende analyser på området formår, hvorfor der henvises til disse¹².

4.3 Følsomhedsanalyse

4.3.1 Spotpriser

I denne analyse er spotpriser for DK1 for 2008 anvendt til at estimere værdien af forbrugsflytning som følge af prisfleksibel adfærd. Men som angivet, er 2008 ikke nødvendigvis repræsentativ for de prisfluktuationer, som der kan opstå i

¹¹ I sådanne tilfælde vil andre forbrugere skulle kompensere for dette forhold gennem forhøjede tariffer, idet de bagvedliggende omkostninger stadig skal dækkes.

¹² Energistyrelsen 2008, Notat om intelligent elforbrug.
Capgemini, 2008, Smart meter business case scenario for Denmark.

elmarkedet. Derfor er der i Tabel 9 gengivet resultat af følsomhedsberegninger med markedspriser fra Nord Pool Spot for 2007.

Tabel 9. Samfundsøkonomisk værdi ved opsætning af timeafmålte elmålere ved brug af 2007-spotpriser fra DK1.

	Enhed	Forbrugere 50-100 MWh	Forbrugere 20-100 MWh	Boliger med elvarme
Målere	Mkr./år	- 11,1	- 27,6	- 37,8
Forbrugsflytning	Mkr./år	2,6	6,0	5,2
Total	Mkr./år	-8,6	-21,6	-32,7

De ændrede spotpriser reducerer værdien af forbrugsflytningen ved at agere prisfleksibelt. Det er stadig ikke samfundsøkonomisk lønsomt at iværksætte timeafregning for de analyserede scenarier, idet investerings- og driftsomkostninger fortsat overstiger værdibesparelsen af det prisfleksible forbrug.

4.3.2 Break-even beregning

Der er tidligere redegjort for, at netvirksomhederne vil kunne opnå en mere effektiv drift ved installation af fjernaflæste elmålere, samtidig med at der er en ikke ubetydelig andel driftsomkostninger til at hjemtagning og validering af data. De hjemlige erfaringer er dog stadig begrænsede, og usikkerheden er fortsat stor for disse parametre.

I denne analyse er der anvendt omkostningsestimater baseret på Capgemini-undersøgelsen, der inkluderer et mere smidigt system for aflæsning, end de gældende regler foreskriver i dag.

Som følsomhedsberegning er det beregnet, hvad de gennemsnitlige omkostninger pr. forbrugssted beløber sig til, under de givne beregningsforudsætninger og antagelser. Resultatet er denne break-even beregning er præsenteret i Tabel 10 nedenfor.

Tabel 10. Break-even beregning.

	Enhed	Forbrugere 50-100 MWh	Forbrugere 20-100 MWh	Boliger med elvarme
Total	Mkr./år	-7,7	-19,5	-30,9
Antal forbrugere	Stk.	25.270	102.064	140.100
Break-even værdi	Kr./år	-303	-191	-220

Tabel 10 illustrerer, at der skal være en reduktion i omkostninger på ca. 200-300 kr. pr. forbrugssted, førend udrulning i de belyste scenarier bliver rentabel samfundsøkonomisk set.

Alternativt skal investering i automatik til styring af elforbruget resultere i større besparelser end de angivne meromkostninger. Med de angivne resultater i Tabel 7 vurderes dette at tage endnu et stykke tid, idet investering i automatik *plus* driftsomkostninger skal reduceres med mere end 50 %, førend det bevirker et positivt resultat for en grænsesækning til 50.000 kWh. For de øvrige scenarier er kravet til prisreduktioner endnu større.

5. Elbiler

5.1 Datagrundlag

Beregningen af værdien af intelligent elforbrug ved husholdninger med elbil er baseret på Energinet.dk's rapport "Effektiv anvendelse af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009. I den analyse vurderes den samfundsøkonomiske værdi af elbiler i 2025 under antagelse af et udbygningsscenarie, hvor 15 % af vejtransportens samlede energiforbrug dækkes af el. Dette elforbrug er fordelt på 25 % eldrevet transportarbejde for personbiler, 15 % eldrevne varebiler og 15 % eldrevne busser. Lastbilernes transportarbejde omlægges ikke til el. Det samlede elforbrug til eldrevne køretøjer i udbygningseksemplet med elbiler svarer til et elforbrug på 2,6 TWh/år.

Hvor mange køretøjer dette svarer til afhænger af, hvilke biltyper der indføres, men det forventes at være omkring 600.000-900.000 køretøjer. I denne analyse er antallet af eldrevne køretøjer, og dermed antallet af målepunkter, derfor sat til 700.000. Det antages forsimplet, at der er ét målepunkt pr. køretøj.

Der er i økonomiberegningen for elbilerne antaget en investeringspris for 2020 baseret på rapporten "Alternative drivmidler i transportsektoren".¹³

For at kunne opgøre værdien, som en intelligent elmåling tilfører ved et målepunkt med en elbil, sammenlignes to opladningskoncepter (for en mere detaljeret beskrivelse henvises til Energinet.dk-rapporten "Effektiv anvendelse af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009).

Ladekoncept 1 – simpel opladning:

Elbilerne oplades, når forbrugerne ønsker det uden hensyn til den øjeblikkelige elpris. Opladningen forventes typisk at finde sted, når folk kommer hjem fra arbejde, i tidsrummet kl. 17.00-21.00.

Ved en simpel opladning, hvor elbilerne lader jævnt fra kl. 17.00-21.00, fås det mest u hensigtsmæssige forløb. Her vil der være behov for at øge den maksimale effekt med ca. 1.000 MW¹⁴. Det svarer til to store centrale kraftværksblokke eller en udvidelse af kapaciteten til udlandet svarende til omkring to nye udvekslingsforbindelser.

Ladekoncept 2 – intelligent opladning:

Elbilerne oplader, når elektriciteten er billigst – typisk i situationer med stor vindkraftproduktion. Her sker opladningen, når elektriciteten er billigst, typisk efter midnat og frem til kl. 07.00.

Ved at optimere ladeforløbet til de timer i døgnet, der forventes at være de billigste, vil opladningen medføre et behov for at øge den maksimale effekt med ca. 500 MW.

¹³ Enheden kan omregnes til kr./GJ mekanisk energi under antagelsen, at en gennemsnitsbil kører 18.000 km på 6,5 GJ, jf. rapporten "Alternative drivmidler i transportsektoren", Energistyrelsen 2008.

¹⁴ Dette kan ifølge Dansk Energi være et konservativt estimat, hvilket vil bevirke et underkantsskøn.

Ladekoncept 3 – intelligent opladning med el til nettet:

Elbilerne oplader, når elprisen er lav. Derudover kan elbilens batteri levere strøm tilbage i elsystemet, når elprisen er høj. Dermed kan elbilens batteri bidrage til at balancere det samlede elsystem – typisk i tidsrummet 09.00-13.00 og tidsrummet 16.00-20.00. Her udnyttes det, at bilerne kan levere effekt til nettet. Ved dette ladekoncept kan opladningen potentielt ske uden at udbygge med elkapacitet i forhold til referencen uden elbiler. Det er her antaget, at elbilerne via markedssignaler prioriterer at levere effekt til nettet i de timer, hvor elprisen er høj (og residualforbruget er særligt højt). I dette ladekoncept antages det endvidere, at elbilerne kan levere regulerkraftydelse til elsystemet.

Fordelene ved anvendelsen af en intelligent elmåler fordeler sig på følgende faktorer:

1. Sparede elsystemomkostninger til brændselsudgift, sparet køb af CO₂-kvoter samt sparet drift og vedligehold på spidslastkraftværker
2. Sparet distributions-, transmissions- og kraftværkskapacitet
3. Mulighed for, at elbiler kan levere regulerkraft

Ad. 1.:

Denne værdi fremkommer af en modellering i SIVAEL, der beregner kørselsmønstre for kraftværkerne under antagelse om elbiler med og uden intelligent ladning (henholdsvis koncept 1 og 2., det vil sige ekskl. regulerkraft). SIVAEL medtager sparede brændselsudgifter og udgifter til CO₂-kvoter, sparet nettoimport, samt sparet drift og vedligehold på kraftværkerne. Denne værdi kunne også udtrykkes som en reduceret markedspris. For elbiler har Energinet.dk beregnet denne værdi til 430 mio. kr. pr. år i 2025

Ad. 2.:

De forskellige opladningsforløb har stor betydning for behovet for kapacitet til at distribuere el-effekten ud til forbrug via distributions- og transmissionsnettet, samt for udbygningen med termisk kapacitet.

Ved ladekoncept 1 vil elforbruget ske uden hensyn til den øvrige belastning af elsystemet og medføre et øget elforbrug i spidslastperioden. På distributionsniveau kan der være behov for at forstærke elsystemet, idet forbruget typisk vil ligge samtidig med et spidslastforbrug i perioden mellem kl. 16.00-19.00. Ved at placere ladning på tidspunkter med lave elpriser (ladekoncepterne 2 og 3) vil opladningen typisk ligge uden for spidsbelastningen. Energinet.dk har vurderet, at denne værdi svarer til en besparelse på 1.000 MW, svarende til to store centrale kraftværksblokke eller en udvidelse af kapaciteten til udlandet svarende til omkring to nye udvekslingsforbindelser. Den samlede besparelse på produktions-, distributions- og transmissionskapacitet er vurderet til omkring 400 mio. kr. pr. år. Det vil sige ca. 570 kr. pr. målepunkt med elbil. Dette kan være et underkantsskøn. DONG Energy Distribution har f.eks. vurderet en større påvirkning af distributionsnettet ved en opladning, hvor alle elbiler oplader samlet med maksimal effekt. Da opladningsmønstrene ikke er kendte, er der usikkerhed omkring effekten på distributionsnettet ved opladning uden fjernaflæst måler og automatik.

Ad. 3.:

Elbiler har et stort potentiale for at levere regulerkraft. Der er dog store usikkerheder forbundet med at vurdere værdien af elbilernes regulerkraftegenskaber. I ladekoncepterne 1 og 2 er det ikke antaget, at elbilen kan levere nogen form for systemydelse. Ved ladekoncept 3 anslås den samlede regulerkraftværdi (samfundsøkonomisk set) for elbilerne til at være mellem 50-150 kr./MWh i udbygningseksempel med elbiler. Værdien af regulerkraftydelse er vurderet til ca. 460 mio. kr. pr. år i 2025 for ladekoncept 3, det vil sige ca. 657 kr. pr. elbil pr. år – øvrige systembærende egenskaber¹⁵ er ikke kvantificeret.

Det vurderes ikke, at levering af regulerkraft fordyrer elmålerens eller automatikkens pris.

I det følgende sammenlignes de forskellige opladningskoncepter for at beskrive den samfundsøkonomiske værdi af, at elbiler ved hjælp af fjernaflæst måler og automatik kan oplades intelligent.

5.2 Vurdering af intelligente elmåleres samfundsøkonomiske værdi for målepunkter med elbil

Tabel 11. Forskel mellem koncept 1 og koncept 2 ladning af elbiler.

Sparede elsystemomkostninger	430 mio. kr.
Sparet kapacitet	400 mio. kr.
I alt	830 mio. kr.

Tabel 11 viser de samlede samfundsøkonomiske fordele ved at gå fra ladekoncept 1 til 2. Fordelene består af sparede elsystemomkostninger og sparet kapacitet (jf. Ad. 1 og ad. 2), det vil sige ca. 830 mio. kr. pr. år i 2025 for 700.000 elbiler. Pr. målepunkt udgør besparelsen derfor 1.185 kr. pr. år.

Ved at optimere opladningsforløbet til elsystemets tilstand kan der altså spares relativt store investeringer eller reinvesteringer i kraftværkskapacitet på langt sigt.

I Tabel 12 er fordelene pr. målepunkt pr. år sammenholdt med udgifterne pr. målepunkt, jf. afsnit 2 om generelle antagelser.

Tabel 12. Samfundsøkonomisk overskud pr. målepunkt med elbil pr. år.

Måleromkostninger	-86 kr.
Automatikomkostninger	-311 kr.
Selskabsøkonomiske fordele (afregning)	82 kr.
Drift af måler	- 335 kr.
Drift af automatik (elforbrug)	-200 kr.
Samfundsøkonomiske fordele	1185 kr.
Samlet samfundsøkonomisk værdi	335 kr.

¹⁵ Eksempelvis MegaVar

Som tabel 13 viser, er der et samfundsøkonomisk overskud på 335 kr. pr. år ved at installere timeaflyste målere og automatik ved målepunkter, der har elbil.

Den yderligere værdi af at gå fra koncept 2 til 3, det vil sige ved at levere regulerkrafttydelser, udgør 460 mio. kr. pr. år i 2025 for 700.000 eldrevne køretøjer, som vist i Tabel 13.

Tabel 13. Forskel mellem ladekoncept 1 og ladekoncept 3

Sparede elsystemomkostninger	430 mio. kr.
Sparet distributionskapacitet	400 mio. kr.
Regulerkraft	460 mio. kr.
I alt	1.290 mio. kr

Pr. elbil udgør værdien af regulerkraft 657 kr. yderligere pr. år. Det samlede skøn er dermed 1.842 kr. pr. år pr. målepunkt i 2025 ved at gå fra simpel til intelligent ladning, som vist i Tabel 14.

Tabel 14. Samfundsøkonomisk overskud pr. målepunkt med elbil pr. år (med regulerkraft).

Måleromkostninger	-86 kr.
Automatikkomkostninger	-311 kr.
Selskabsøkonomiske fordele (afregning)	82 kr.
Drift af måler	- 335 kr.
Drift af automatik (elforbrug)	-200 kr.
Samfundsøkonomiske fordele	1842 kr.
Samlet samfundsøkonomisk værdi	992 kr.

I tilfældet uden regulerkraft er den samlede samfundsøkonomiske værdi pr. elbil 335 kr. pr. år som vist i tabel 13, mens den samlede samfundsøkonomiske værdi er 992 kr. år pr. elbil, hvis regulerkrafttydelser regnes med, som vist i Tabel 14.

5.3 Vurdering af intelligente elmåleres brugerøkonomiske værdi for målepunkter med elbil

Den privatøkonomiske fordel udgøres af forskellen mellem udgifterne til el ved de forskellige ladekoncepter, som er vurderet ved SIVAEL-timepriser for 2025. "Ladekoncept 1" beregnes til en elpris, der er gennemsnittet af den dyreste tredjedel af årets timer i 2025. "Ladekoncept 2" beregnes til gennemsnittet af den billigste tredjedel af årets timer i 2025.¹⁶ 2025 er valgt, så der er overensstemmelse med de øvrige økonomiske beregninger fra Energinet.dk's analyse "Effektiv indpasning af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009. Der anvendes 2025-priser for at sikre konsistens med analysen i Energinet.dk's rapport.

¹⁶ Det er en forsimpning af at anvende elpriser fra *døgnets* dyreste henholdsvis billigste tredjedel. Denne forsimpning er mulig, da der ikke er nogen stor vinter/sommer-variation i elpriserne.

De gennemsnitlige priser er vist i Tabel 15.

Tabel 15: Gennemsnitlige elpriser ved ladekoncept 1 og ladekoncept 2.

Elpris ved simpel ladning pr. kWh	0,53	Kr. pr. kWh
Elpris ved intelligent ladning pr. kWh	0,34	Kr. pr. kWh

Da forbrugeren ikke ændrer sit samlede elforbrug, men kun flytter det til billige timer, ændres afgifts- og tarifbetalingen ikke. I Tabel 16 er beregningen af elforbruget pr. elbil vist på årsbasis.

Tabel 16: Elbilens samlede årlige elforbrug.

Elforbrug elbiler samlet	2.650 GWh
Elforbrug elbiler pr. målepunkt pr. år	3.786 kWh

Forskellen mellem at lægge dette elforbrug i timer med den dyre gennemsnitspris fra Tabel 15 ovenfor i forhold til at lægge dem i de billige timer er vist i Tabel 17 nedenfor. Omkostninger til anskaffelse og drift af automatik regnes med som forbrugers omkostninger.

Tabel 17. Privatøkonomisk overskud pr. målepunkt med elbil pr. år.

Udgifter til el - Elbil koncept 1	2.001 kr.
Udgifter til el - Elbil koncept 2	1.294 kr.
Difference	707 kr.
Drift af automatik (elforbrug)	-200 kr.
Køb af automatik	-311 kr.
Privatøkonomisk fordel pr. år	196 kr.

Der er altså en privatøkonomisk fordel på ca. 200 kr. årligt ved at anvende en intelligent elmåler for forbrugere med en varmepumpe. Denne værdi er mindre end den samfundsøkonomiske fordel på ca. 335 kr. årligt (uden regulerkraft).

5.4 Diskussion

Det er helt centralt for analysen af elbiler, at den brugerøkonomiske fordel er langt mindre end den samfundsøkonomiske, og at der derfor er behov for at se på incitamentstrukturen for den private forbruger, hvis de samfundsøkonomiske gevinster skal høstes. For at sikre de samfundsøkonomiske gevinster for elbiler kræves der timeaflysning, og at kunderne responderer på variationer i den pris, forbrugeren ser.

Hvornår de samfundsøkonomiske fordele indtræder i stor skala afhænger i høj grad af udbygningstakten med varmepumper.

I Risøs elforbrugsfremskrivning 2009 for Energinet.dk er der et regneeksempel på en udrulning med elbiler på grundlag af, at 20 % af nybilsalget består af elbiler fra 2010 og frem. I 2010 har antallet af elbiler rundet 20.000, i 2015 ligger det på ca. 140.000 elbiler, i 2020 over 250.000 elbiler og ca. en halv million elbiler i 2030.

Energinet.dk's rapport "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark" vurderer, at der i 2025 er 600.000-900.000 elbiler på gaden. Der er ikke taget stilling til et udrulningsforløb frem til rapportens målår 2025.

IEA's ekspertgruppe under "Electric and Hybrid Vehicle Implementing Agreement"¹⁷ ser batteriproduktionen som en flaskehals og har derfor en forholdsvis konservativ vurdering, der dog kun rækker frem til 2015: IEA vurderer, at hybridbiler¹⁸ (hvoraf mange modeller er "plug-in") udgør under 10 % af nybilsalget i 2015 globalt set, mens elbilernes andel af nybilsalget ligger væsentligt derunder.

Better Place Denmark forudser en kraftigere stigningstakt, hvor nysalget af elbiler kan overstige salget af konventionelle biler mellem 2015 og 2020. (Det årlige nybilsalg af personbiler i Danmark lå i 2007 på omkring 150.000 biler).¹⁹

Der er således vidt forskellige vurderinger af, i hvilken takt elbilerne slår igennem.

Det står dog klart, at det giver en stor samfundsøkonomisk besparelse at gøre elbilers opladning intelligent. Det er dog svært at vurdere, hvor stor en mængde elbiler, der skal til, før denne effekt slår igennem, og hvornår denne mængde elbiler er til stede i den danske bilpark. Derfor er det centralt, at elbiler fra start af bliver intelligent integreret i elnettet, så de kan udfolde deres fulde samfundsøkonomiske potentiale fra dag 1.

Det er altså den gennemsnitlige elbil, der betragtes.

Arbejdsgruppen forventer, at udgifterne til ekstra kapacitet ved simpel opladning vil sætte ind i distributionsnettet først, da "first movers" på elbilsmarkedet muligvis vil bo i klynger. Dermed kan også en lav gennemtrængning af elbiler være årsag til belastninger i distributionsnettet, hvis elbilerne ikke har mulighed for intelligent ladning. Samme situation opstår, hvis hurtigladning bliver til en tilgængelig teknologi.

¹⁷ <http://www.ieahev.org/index.html>

¹⁸ Hybridbiler har både en elmotor og en konventionel forbrændingsmotor. Hybridbiler uden "plug-in" kan ikke oplades med el fra nettet og svarer derfor blot til mere effektive konventionelle biler, da de kan udnytte bremseenergien, mens "plug-in" hybrider kan køre i ren elbilsdrift med el fra elnettet på en given strækning, afhængig af batteriets kapacitet

¹⁹ Foredrag med Jens Moberg, adm. direktør, Better Place Danmark.

6. Individuelle varmepumper tilknyttet et vandbåret system

6.1 Datagrundlag

Beregningen af værdien af intelligent elforbrug ved individuelle varmepumpeinstallationer er baseret på Energinet.dk's rapport "Effektiv anvendelse af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009. I den analyse vurderes den samfundsøkonomiske værdi af individuelle varmepumper i 2025 under antagelse af et udbygningsscenarie, hvor der installeres 34 PJ individuelle varmepumper i Danmark, svarende til 50 % af varmebehovet udenfor fjernvarmeområderne eller ca. 500.000 installerede varmepumper.

Der findes flere forskellige typer varmepumper til individuel opvarmning. De forskellige varmepumper har forskellige potentialer i forhold til at gøre elforbruget mere fleksibelt og de kan dermed bidrage til i højere grad at udnytte elektriciteten, når den er billig – typisk i situationer med overskud af vindkraft.

I denne analyse er kun varmepumper tilknyttet til et vandbåret system analyseret, da det kunne være denne type varmepumpe, der kan bidrage med fleksibilitet til elsystemet, hvis den kombineres med en intelligent elmåler. Varmepumper, der ikke er tilsluttet et vandbåret system (såkaldte luft-til-luft varmepumper), kan ikke oplagre varmen og tænder og slukker derfor i takt med varmebehovet i husstanden. Derfor vil denne type varmepumper ikke kunne bidrage med fleksibilitet i forhold til elprisen. En central antagelse er også, at huset er i stand til at bibeholde en konstant temperatur ved hjælp af det vandbårne varmesystem i de timer, hvor varmepumpen er slukket. Dette kræver god isolering af huset.

For at kunne opgøre den værdi, som en intelligent elmåling tilfører ved et målepunkt med en varmepumpe, sammenlignes to driftskoncepter (for en mere detaljeret beskrivelse henvises til Energinet.dk-rapporten "Effektiv anvendelse af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009).

Driftskoncept 1: Uden intelligent elmåler

Der er i dette koncept ikke mulighed for at tilpasse varmeproduktionen til elsystemets tilstand og elmarkedets prissignaler.

Elforbruget følger varmebehovet time for time. Varmepumperne vil typisk ikke kunne klare hele varmebehovet i særligt kolde timer, og det vil i disse timer typisk være nødvendigt at supplere varmepumpen med en anden varmeproduktion fra eksempelvis elvarmepaneller.

Driftskoncept 2: Med intelligent elmåler

I dette driftskoncept kan den vandbårne varmepumpeløsning lagre varmen og dermed reagere på elmarkedets prissignaler. Det antages, at varmen kan produceres optimeret til elprisen hen over døgnet. I vinterperioden, hvor varmepumpen har mange driftstimer i døgnet, vil muligheden for at optimere til døgnprofilen være relativt begrænset. I særligt kolde perioder suppleres varmepumpen med en elpatron.²⁰

Forskellen mellem driftskoncept 1 og driftskoncept 2 udgør de samfundsøkonomiske fordele ved intelligent elmåling for målepunkter med varmepumpe. Fordelene fordeler sig på følgende faktorer:

1. Sparede driftsomkostninger til brændselsudgift, sparet køb af CO₂-kvoter samt sparet drift og vedligehold på spidslastkraftværker
2. Sparet distributionskapacitet og sparet udbygning af transmissions- og kraftværkskapacitet
3. Mulighed for at varmepumper kan levere regulerkraft.

Ad. 1.:

Denne værdi fremkommer af en modellering i SIVAEL, der beregner kørselsmønstre for kraftværkerne under antagelse om varmepumper med og uden intelligent elforbrug (henholdsvis koncepterne 1 og 2.). Forskellen kan også fortolkes som et fald i markedspriserne for el. Energinet.dk vurderer, at de driftsomkostninger udgør 380 mio. kr. pr. år i 2025.

Ad. 2.:

En markant udbygning med individuelle varmepumper kan visse steder medføre et behov for forstærkning af elnettet på distributionsniveau. Driftskonceptet har stor betydning for, hvilken merbelastning af elnettet der kan forventes. I driftskoncept 2 er der fleksibilitet i elforbruget, og driften kan i meget højere grad tilpasses øvrig spidsbelastning i elforsyningen – og dermed minimere behovet for forstærkning af elnettet. I driftskoncept 1 er der ikke samme fleksibilitet.

I driftskoncept 1 er der behov for mere termisk kapacitet end i driftskoncept 2 på grund af den manglende fleksibilitet på forbrugssiden. Produktion, som skal dække dette elforbrug, skal leveres fra termiske kraftværker eller via udlandsforbindelser.

Elforbruget fratrukket den produktion, der leveres fra vindkraften, betegnes residualforbruget. Produktion, som skal dække dette elforbrug, skal leveres fra termiske kraftværker eller via udlandsforbindelser. Det er derfor relevant at se på, hvor meget ekstra termisk kapacitet det vil kræve at forsyne varmepumper, hvis forsyningssikkerheden (effekttilstrækkeligheden) skal være fastholdt.

²⁰ I denne analyse er forskellen på de to driftskoncepter, hvorvidt der er en intelligent elmåler tilknyttet systemet, da analysen ikke medtager installationsomkostninger for selve varmepumpen. Beregningerne bygger på analyser fra Energinet.dk-rapporten "Effektiv anvendelse af vindkraftbaseret el i Danmark" fra februar 2009, som antager, at intelligente målere er udrullet. I Energinet.dk's analyse fortolkes forskellen på driftskoncepterne som forskellen på luftbårne og vandbårne varmepumpeteknologier.

Forskellen i de 100 timer om året, hvor der er størst behov for supplement til vindkraftproduktionen mellem driftskoncept 1, som ikke har mulighed for at afbryde varmeproduktionen, og driftskoncept 2, hvor der er mulighed for at afbryde elforbruget i længere tid, er næsten 1 GW for Vestdanmark. Dette svarer til produktionskapaciteten på to store centrale kraftværksblokke. Værdien af den samlede besparelse på distributions-, transmissions- og særligt produktionsniveau er vurderet til 400 mio. kr. i 2025, ligesom i analysen for elbiler ovenfor. Dette svarer til 800 kr. pr. målepunkt med varmepumpe, der er tilsluttet et vandbåret system i en velisoleret bolig.

Ad. 3.:

De individuelle varmepumper kombineret med intelligente elmålere kan regulere elforbruget inden for et minut. Ved at pulje et større antal individuelle varmepumper med mulighed for styring af en balanceansvarlig aktør eller direkte via markedssignaler kan de principielt bidrage til at levere balanceringsydelse. Der er dog ikke indregnet en værdi af denne mulighed.

For individuelle varmepumper er levering af regulerkraft ikke kvantificeret. Det vurderes ikke, at levering af regulerkraft fordyrer elmålerens pris væsentligt; derimod vil automatikken fordyres. Derfor er det vigtigt, at der ved standardisering af målere tages højde for, at der skal kunne tilføjes automatik, der gør levering af regulerkraftydelse mulig.

6.2 Vurdering af intelligente elmåleres samfundsøkonomiske værdi for målepunkter med varmepumpe

Forskellen mellem intelligent og simpel drift af varmepumper er sammenfattet i følgende Tabel 18.

Tabel 18. Samfundsøkonomisk forskel mellem driftskoncept 1 og driftskoncept 2.

Sparede driftsomkostninger	380 mio. kr.
Sparet kapacitet	400 mio. kr.
I alt	780 mio. kr.

Som tabellen viser, er den kvantificerede reduktion af omkostninger ved den intelligente drift af varmepumper (driftskoncept 2) beregnet til ca. 780 mio. kr./år sammenlignet med den simple drift af varmepumperne (driftskoncept 1). Pr. målepunkt udgør den samfundsøkonomiske besparelse derfor 1.560 kr. pr. år.

Som for beregningerne for elbiler gælder det, at der er store usikkerheder forbundet med kvantificeringen af de enkelte komponenter af den samlede samfundsøkonomiske besparelse.

Tabel 19. Samfundsøkonomisk overskud pr. målepunkt med varmepumpe pr. år.

Måleromkostninger	-82 kr.
Automatikomkostninger	-311 kr.
Selskabsøkonomiske fordele (afregning)	75 kr.

Drift af måler	-335 kr.
Drift af automatik (elforbrug)	-200 kr.
Samfundsøkonomiske fordele	1560 kr.
Samlet samfundsøkonomisk værdi	707 kr.

Som tabel 6 viser, er det samfundsøkonomiske overskud ved at anvende en intelligent elmåler ved målepunkter med en varmepumpe ca. 700 kr. årligt.

6.3 Vurdering af intelligente elmåleres brugerøkonomiske værdi for målepunkter med varmepumpe

Den privatøkonomiske fordel udgøres af forskellen mellem udgifterne til el ved de forskellige ladekoncepter, som er vurderet ved SIVAEL-timepriser for 2025. "Driftskoncept 1" beregnes til en elpris, der er gennemsnittet af den dyreste tredjedel af årets timer i 2025. "Driftskoncept 2" beregnes til gennemsnittet af den billigste tredjedel af årets timer i 2025.²¹ 2025 er valgt, så der er overensstemmelse med de øvrige økonomiske beregninger fra Energinet.dk's analyse "Effektiv indpasning af vindbaseret el i Danmark" fra februar 2009. Der anvendes 2025-priser for at sikre konsistens med analysen i Energinet.dk's rapport.

De gennemsnitlige priser er vist i Tabel 20.

Tabel 20: Gennemsnitlige elpriser ved driftskoncept 1 og driftskoncept 2.

Elpris ved driftskoncept 1 pr. kWh	0,53	Kr. pr. kWh
Elpris ved driftskoncept pr. kWh	0,34	Kr. pr. kWh

Da forbrugeren ikke ændrer sit samlede elforbrug, men kun flytter det til billigere timer, ændres afgifts- og tariffbetalingen ikke. I Tabel 21 er beregningen af elforbruget pr. varmepumpe vist på årsbasis.

Tabel 21: Beregning af varmepumpers gennemsnitlige, årlige elforbrug.

Individuelle varmepumpers virkningsgrad (COP-faktor ²²)	3,5
Varmeforbrug varmepumper samlet	34 PJ
Elforbrug varmepumper samlet	2.698 GWh
Elforbrug varmepumper pr. målepunkt pr. år	5.397 kWh

Forskellen mellem at lægge dette elforbrug i timer med den dyre gennemsnitspris fra Tabel 20 ovenfor i forhold til at lægge dem i de billige timer er vist i Tabel 22 nedenfor.

Tabel 22: Privatøkonomisk overskud pr. målepunkt med varmepumpe pr. år.

Udgifter til el - Varmepumpe koncept 1	2.852 kr.
Udgifter til el - Varmepumpe koncept 2	1.844 kr.
Difference	1.008 kr.
Drift af automatik (elforbrug)	-200 kr.

²¹ Det er en forsimpning af at anvende elpriser fra *døgnet*s dyreste henholdsvis billigste tredjedel. Denne forsimpning er mulig, da der ikke er nogen stor vinter/sommer-variation i elpriserne.

²² Coefficient of Performance – et mål for varmepumpens effektivitet

Køb af automatik	-311 kr.
Privatøkonomisk fordel pr. år	497 kr.

Der er altså en privatøkonomisk fordel på ca. 500 kr. årligt ved at anvende en intelligent elmåler for forbrugere med en varmepumpe. Denne værdi er mindre end den samfundsøkonomiske fordel på ca. 700 kr. årligt.

Som ved analysen af elbiler er den samfundsøkonomiske fordel altså større end den privatøkonomiske.

6.4 Diskussion

Som nævnt under analysen af elbiler er det også for varmepumper helt centralt, at der derfor er behov for at se på incitamentstrukturen for den private forbruger, hvis de brugerøkonomiske og de samfundsøkonomiske gevinster skal høstes. For at sikre de samfundsøkonomiske og privatøkonomiske gevinster for varmepumper kræves der timeaflysning, og at kunderne responderer på variationer i den pris, som forbrugeren ser.

Hvornår de samfundsøkonomiske fordele indtræder i stor skala afhænger i høj grad af udbygningstakten med varmepumper.

For de individuelle varmepumper tilsluttet et vandbåret system er der i Energinet.dk's rapport antaget en udbygningstakt, der resulterer i ca. en halv million individuelle varmepumper i 2030.

Risøs elforbrugsfremskrivning 2009 for Energinet.dk antager en udbygning med varmepumper i forbindelse med, at boligerne bliver bedre isoleret. Fremskrivningen tager udgangspunkt i, at der introduceres varmepumper i omkring 1/3 af de olieopvarmede huse eller i ca. 100.000 boliger, svarende til et samlet elforbrug på ca. 1/2 Twh. Dog er der i Risøs fremskrivning ikke taget stilling til, hvilken type varmepumper der er tale om. For denne analyse er det væsentligt, at varmepumperne er tilsluttet et vandbåret system – ellers er deres fleksibilitet forholdsvis lille, selv hvis en elmåler og automatik opsættes.

Disse skøn over udbygningstakten med varmepumper er dog som skønnene over udviklingen af elbiler behæftet med stor usikkerhed.

7. Konklusion

Denne analyse har haft til formål at belyse omkostninger og gevinster ved at ændre på de nuværende regler for, hvornår netvirksomhederne skal installere elmålere til timeaflysning og -afregning.

Beregninger i denne analyse har vist, at det på nuværende tidspunkt og med de anførte antagelser og forudsætninger ikke er samfundsøkonomisk rentabelt at sænke grænsen for timeaflysning og -afregning fra de nuværende 100.000 kWh. Det skyldes, at besparelsen af det prisfleksible elforbrug ikke kan honorere de investerings- og driftsomkostninger, som udrulninger og drift af timeaflyste elmålere indebærer – selv under et mere lempeligt system for aflæsning, end tilfældet er i dag. Heller ikke udrulning for elvarmeforbrugere har vist sig rentabelt i denne analyse.

Denne konklusion er et her og nu billede og fremkommer blandt andet som følge af, at styringsautomatik har høje priser, og som følge af, at det prisfleksible forbrug ikke vil give anledning til sparede kapacitetsinvesteringer i den kommende 10-års periode. Da blandt andet prisen på styringsautomatik kan falde, og da kapacitetsoverskuddet kan blive mindre, vil det være oplagt med få års mellemrum at gentage analysen.

Derimod viser analysen, at en prisfleksibel adfærd for elbiler og individuelle varmepumper i et vandbåret system kan være samfundsøkonomisk rentabel. Gevinsterne for elbiler og vandbårne varmepumper opstår på kort sigt ved at placere elforbrug i timer uden for spidslastperioder, hvor markedsprisen er lave, samt via sparede drift og vedligehold på spidslastkraftværker. På længere sigt kan der opstå yderligere gevinster i form af færre investeringer i kapacitet på kraftværker, samt i transmissions- og distributionsnettet. Endelig forventes elbiler og vandbårne varmepumper – på endnu længere sigt – at kunne levere systemydelse.

Analysen illustrerer, i lighed med tidligere analyser, at de brugerøkonomiske fordele af at agere prisfleksibelt er begrænsede. De selskabsøkonomiske konsekvenser er tidligere belyst grundigt af såvel Energistyrelsen og i Capgemini-undersøgelsen, og de er derfor ikke nærmere belyst her.

Kvaliteten og værdien af resultaterne i denne analyse er ikke bedre end de input, der ligger til grund for beregningerne. Prisfleksibelt elforbrug er ikke en eksakt videnskab. Analysen indeholder mange usikkerheder og flere diskutabile forudsætninger og antagelser. Det taler for en forsigtig anvendelse af de foreliggende resultater.

Sammenfattende konkluderer arbejdsgruppen, at prisfleksibelt elforbrug for elbiler og individuelle varmepumper kan blive et nyttigt redskab til at skabe et mere dynamisk og velfungerende elsystem i fremtiden, hvor integration af mere vindkraft er centralt i bestræbelserne på at opfylde de danske målsætninger på klimaområdet. På den baggrund anbefaler arbejdsgruppen, at der bliver udarbejdet en handlingsplan med konkrete initiativer, der kan sikre, at disse forbrugssegmenter kan komme til at agere mere prisfleksibelt i fremtidens elsystem.

Bilag 1

KOMMISSORIUM

29. januar 2009
J.nr. 2206/1198-
0002
Ref. TS

Side 36/2

Arbejdsgruppe vedrørende fjernaflæsning og timeafregning for el

Indledning og baggrund

Der er ca. 3 millioner forbrugssteder i Danmark. Det er i dag kun forbrugere med et årligt forbrug på mere end 100.000 kWh, der er pålagt timeafregning, hvilket forudsætter daglig fjernaflæsning af timeværdier. Dette omfatter ca. 50.000 forbrugere, der tilsammen aftager ca. 55 pct. af det samlede elforbrug i Danmark. En forudsætning for realisering af det intelligente elforbrug er at forbrugeren som minimum timeafregnes. Herudover kræver det, at kunden vælger en spotpriskontrakt, og at kunden faktisk reagerer på timepriserne.

Beregninger foretaget af Energistyrelsen viser, at omkostningerne, der er forbundet med at udskifte alle øvrige elmålere til fjernaflæste målere ikke i dag er samfundsøkonomisk fordelagtigt. På nuværende tidspunkt tilsiger samfundsøkonomien således ikke at iværksætte en landsdækkende målerudskiftning med henblik på en realisering af det intelligente elforbrug.

Beregninger viser imidlertid, at der er forbrugere med et årligt forbrug under 100.000 kWh, som i dag ville have glæde af at blive afregnet i forhold til sit faktiske forbrug og have mulighed for at tilrettelægge forbruget prisfleksibelt. På længere sigt kan reaktioner på prisændringer, der opstår i driftsdøgnet (reserve-, regulerkraft- og intraday markedet) give anledning til yderligere fordele.

På denne baggrund har ministeren efter drøftelse med parterne bag den energipolitiske aftale af 21. februar 2008 besluttet at nedsætte grænsen for, hvilke forbrugere der skal timemåles.

Der igangsættes et analysearbejde, der skal vurdere omkostningerne og fordele ved en sænkning af grænsen for timeafregning fra den nuværende grænse med et årsforbrug på 100.000 kWh til et lavere niveau.

Dette notat beskriver rammerne for et sådant arbejde.

Arbejdsgruppe

Der nedsættes en arbejdsgruppe til at forestå arbejdet. Arbejdsgruppen sammensættes af repræsentanter for myndighederne, branchen og tilknyttede relevante interesseorganisationer.

Arbejdsgruppen sammensættes som følger:

- Energinet.dk (formandskab)
- Energistyrelsen
- Dansk Energi - Net
- Energitilsynet
- Forbrugerrådet

Rammer og kommissorium for arbejdet

Undersøgelsen skal afdække, om der er forbrugere med et årligt forbrug under 100.000 kWh, som kan have fordele af at blive afregnet i forhold til sit faktiske forbrug time-for-time og har mulighed for at tilrettelægge forbruget prisfleksibelt. Endvidere i hvilket omfang disse forbrugere har mulighed for via de balancansvarlige at tilbyde reserve- og regulerkraft i intraday markedet.

Arbejdsgruppen skal for det første undersøge de bruger-, selskabs- og samfundsøkonomiske omkostninger og fordele ved at sænke grænsen for timeafregning til 50.000 kWh.

Dernæst omkostningerne og fordele ved at nedsætte grænsen til henholdsvis 20.000 og 10.000 kWh.

Det skal undersøges, til hvilket niveau et prisfleksibelt elforbrug og elbesparelser kan betale prisen på måleren. Det skal også vurderes, i hvilken udbygnings-takt tiltagene kan iværksættes og realiseres.

Tidsplan

Arbejdet igangsættes primo februar 2009 og afsluttes med en redegørelse til forelæggelse for parterne bag energiaftalen senest den 1. juni 2009.

Driftsbudget

Der forventes ikke at være behov for at tilknytte konsulentbistand til projektet. Det forudsættes, at medlemmerne af arbejdsgruppen selv afholder de nødvendige midler til rejser og mødeaktiviteter etc.

Bilag 2

Oversigt af allerede planlagte investeringer i nye elmålere fremsendt af Mikael Tøgeby, Ea Energianalyse A/S.

Interval meters in Denmark

Seven Danish distribution companies are currently working to implement interval meters. The new meters are able to collect data per hour, but are typically planned to be used with monthly readings.

Tabel 23. Current plans for interval meters in Denmark.

Syd Energi	260,000
Odense Energi	33,000
Energi Fyn	84,000
DONG Energy	20,000 +100.000 by 2010
Hillerød	13,000 by 2011 (electricity, district heating, water)
Roskilde	22,000 (electricity, district heating, water)
Trefor	130,000 by 2008-2010 (electricity, district heating, water)
Energi Horsens	53,000
HEF	76,000
Østjysk Energi	56,000
EnergiMidt	172,000
Elro	50,000
Energi Randers	39,000
Total	1,343,000 meters

Bilag 3

Indtægtsrammeregulering og intelligent elforbrug

De virksomheder, der står for transmission og distribution af elektricitet og har monopol på området (såkaldt naturligt monopol²³) reguleres via såkaldte indtægtsrammer. Det skyldes, at deres priser ikke bestemmes af markedskræfterne. Derfor er disse selskaber underlagt en anden økonomisk regulering i form af indtægtsrammer.

Energitilsynet fastsætter ved rammerne et loft for, hvor meget det enkelte net-selskab må opkræve (have i indtægter) over de priser, som forbrugerne betaler, for at infrastrukturen (nettet) kan anvendes til levering af elektricitet. Rammerne skal samtidig fastsættes ud fra en vurdering af, hvor effektivt net-selskaberne driver nettene.

Formålet

Hensigten med indtægtsrammereguleringen er at sikre forbrugeren mod selskabernes eventuelle udnyttelse af deres monopolstatus. Endvidere skal reguleringen dels skabe gennemsigtighed mellem de forskellige netselskaber, dels skabe incitament til effektivisering i selskaberne.

Smart meters

Som reguleringen er i dag skal ordinære udskiftninger af målere holdes indenfor den i elforsyningslovens § 70 nævnte indtægtsramme. Hermed menes, at omkostninger ved sådanne udskiftninger allerede anses for at være dækket af indtægtsrammen.

Netvirksomheder, der er af egen drift beslutter at udskifte de gamle manuelt aflæste målere med ny teknologi, vil selv skulle bære omkostningerne hertil inden for deres indtægtsramme. De må derfor formodes at foretage udskiftningen, når det er økonomisk fordelagtigt for dem, enten som led i den almindelige udskiftning, eller fordi der opnås andre fordele herved. Det kunne være en bedre styring af netydelsen og dermed en reduktion af nettabet, eller det kunne være, at andre fx gas-, vand- og varmeselskaber vil betale for de oplysninger, der kan skaffes via fjernaflæste målere. Det kunne også være, at elhandels-selskaberne har en interesse i oplysningerne fra timeaflysningen til brug for optimering af deres elkøbsaftaler på børsen.

Såfremt det fra myndighedernes side besluttet at pålægge²⁴ netvirksomhederne at udskifte alle mekaniske målere med intelligente målere med de ovenfor nævnte funktionskrav inden for en given periode, vil et sådant pålæg betyde, at Energitilsynet kan forhøje netvirksomhedernes indtægtsrammer med dokumenterede meromkostninger, som følger af pålægget. Det indebærer, at meromkostningerne vil kunne overvælttes på forbrugerne gennem højere tariffer.

²³ Ved et naturligt monopol forstås en virksomhed, hvor det er samfundsmæssigt optimalt kun at have én udbyder. Det kan skyldes, at de nødvendige investeringer og deraf følgende faste omkostninger er så store, at der kun bør være én udbyder på området for at sikre en effektiv samfundsmæssig ressourceanvendelse.

²⁴ Der skal specifikt være tale om et pålæg, hvis indtægtsrammen skal kunne forhøjes. Såfremt der ikke er et myndighedspålæg, bæres omkostningen inden for indtægtsrammerne, idet netselskaberne er forpligtet i henhold til elforsyningslovens § 20, stk. 1, nr. 4, til at måle levering og aftag af elektricitet i nettet.

Såfremt myndighederne alene beslutter, at intelligente målere som minimum skal opfylde givne funktionskrav, men ikke kombinerer funktionskravene med et pålæg om udskiftning, vil Energitilsynet kunne forhøje indtægtsrammerne med dokumenterede merudgifter, såfremt funktionskravene medfører en væsentlig merudgift i forhold til dagens standard for fjernaflæste målere. Hvis der ikke er tale om en væsentlig merudgift, vil indtægtsrammerne ikke kunne forhøjes.

Såfremt standarderne for intelligente målere alene udmeldes som vejledende anbefalinger, vil de ikke give anledning til forhøjelse af indtægtsrammerne.