



**Indikatorer til justering av  
inntektsrammene**

**På oppdrag fra Energistyrelsen**  
November 2015

THEMA Rapport 2015-33

**Om prosjektet****Om rapporten**

Prosjektnummer:	ENS-15-01	Rapportnavn:	Indikatorer til justering av inntektsrammene
Prosjektnavn:	Indikatorer til justering af indtægtsrammerne	Rapportnummer:	2015-33
Oppdragsgiver:	Energistyrelsen	ISBN-nummer	978-82-93150-83-1
Prosjektleder:	Åsmund Jenssen	Tilgjengelighet:	Offentlig
Prosjektdeltakere:	Christoffer Noreng Anders Lund Eriksrud	Ferdigstilt:	11. november 2015

**Brief summary in English**

The Danish electricity network regulation is currently being revised. A building block of the revised system is the use of automatic indicators to reflect changes in the activity level in the revenue caps. The analysis is carried out in cooperation between Implement and THEMA Consulting. With contributions from a number of network companies and the Danish Energy Association, we have identified a number of possible cost drivers and possible indicators for the correction of these cost drivers. We have also studied the experience of other regulations, which have also used automatic indicators. The most relevant experience comes from Germany and Norway.

**Om THEMA Consulting Group**

Øvre Vollgate 6  
0158 Oslo, Norway  
Foretaksnummer: NO 895 144 932  
[www.thema.no](http://www.thema.no)

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybdekunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.

*Ansvarsfraskrivelse: THEMA Consulting Group AS (THEMA) tar ikke ansvar for eventuelle utelatelser eller feilinformasjon i denne rapporten. Analysene, funnene og anbefalingene er basert på offentlig tilgjengelig informasjon og kommersielle rapporter. Visse utsagn kan være uttalelser om fremtidige forventninger som er basert på THEMAs gjeldende markedssyn, -modellering og –antagelser, og involverer kjente og ukjente risikofaktorer og usikkerhet som kan føre til at faktisk utfall kan avvike vesentlig fra det som er uttrykt eller underforstått i våre uttalelser. THEMA fraskriver seg ethvert ansvar overfor tredjepart.*

## INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	2
1.1	Bakgrunn og problemstilling.....	2
1.2	Om rapporten .....	2
2	INDIKATORENES ROLLE I REGULERINGEN.....	4
2.1	El-reguleringsudvalgets modell .....	4
2.2	Samspillet mellom indikatorene og den øvrige reguleringen .....	5
2.3	Viktige spørsmål ved valg av indikatorer og justeringsmekanismer .....	5
2.4	Krav til gode indikatorer .....	7
3	DATAGRUNNLAG OG ANALYSERESULTATER .....	8
3.1	Innledende vurdering av mulige indikatorer.....	8
3.2	Datamateriale .....	10
3.3	Statistisk analyse .....	16
3.4	Oppsummering .....	18
4	MULIGE FORSLAG TIL INDIKATOR OG BACK-TESTING .....	20
4.1	Prediksjon av forventende kostnader med endring i aktivitetsnivå .....	20
4.2	Multiplikative modeller.....	21
4.3	Back-testing .....	23
5	OPPSUMMERING .....	30
	REFERANSER .....	32
	VEDLEGG 1: ERFARINGER FRA ANDRE LAND.....	33
	VEDLEGG 2: DATA .....	36

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn og problemstilling

El-reguleringsudvalget har foreslått endringer i reguleringen av inntektsrammene for danske elnettselskaper. Et av forslagene til endringer består i at inntektsrammene skal justeres automatisk med utgangspunkt i endringer i nettselskapenes aktivitetsnivå. Til dette formålet trengs det én eller flere indikatorer som måler endringer i aktivitetsnivå, samt et sett av regler for hvordan utviklingen i indikatorene skal påvirke inntektsrammene. I den gjeldende reguleringen justeres inntektsrammene på grunnlag av utviklingen i levert energi.

Overordnet skal indikatorene bidra til å oppfylle følgende mål:

- Nettselskapene skal få en rimelig risikojustert avkastning på fremadrettede investeringer. Når aktivitetsnivået øker, kan det oppstå behov for investeringer (for eksempel ved tilknytning av nye kunder). Det er da viktig at inntektsrammene justeres slik at omkostningene ved effektive og nødvendige investeringer dekkes. Også driftsomkostningene kan påvirkes. Det kan også være at endringer i aktivitetsnivået medfører reduserte omkostninger. Både investeringer og driftsomkostninger skal derfor omfattes av justeringene, og det kan være behov for både opp- og nedjusteringer av inntektene.
- Det er et ønske om at indikatorene skal være eksogene i størst mulig grad for å gi nettselskapene incitament til å velge de mest effektive løsningene, uavhengig av om løsningene innebærer investeringer i fysiske nett eller endringer i driften. Det vil si at nettselskapenes inntektsrammer skal endres i takt med utviklingen i ytre faktorer som nettselskapene ikke selv kan påvirke.
- Indikatorene skal redusere de administrative omkostningene ved reguleringen, herunder bidra til å redusere omfanget av søknader om omkostningsdekning ved nødvendige nyinvesteringer.

Spørsmålet vi analyserer i denne rapporten, er hvordan indikatorer til justering av inntektsrammene kan utformes på en måte som ivaretar målene for reguleringen slik de er formulert av El-reguleringsudvalget. Analysen er gjennomført på grunnlag av data for danske elnettselskaper for perioden 2007-2014.

Indikatorene vi anbefaler, skal kunne brukes direkte i reguleringen. Som følge av endringer i teknologi, sikkerhetskrav og andre faktorer kan imidlertid sammenhengen mellom indikatorer og omkostninger i nettet komme til å endre seg i de kommende årene. Et annet moment er at informasjonsgrunnlaget i dag er begrenset. Indikatorene vi foreslår, vil derfor trolig ha begrenset varighet og bør oppdateres med utvidet datagrunnlag. Vi diskuterer også i rapporten hvordan myndighetene kan arbeide videre med å forbedre indikatorene i fremtiden.

Vi bruker i denne rapporten begrepet indikatorer om faktorene som danner grunnlag for justering av inntektsrammene, slik levert energi er en indikator i dag). Begrepet justeringsmekanisme bruker vi om hvordan indikatorene benyttes til å endre inntektsrammene, for eksempel ved at én prosent endring i indikatoren gir en spesifikk prosentvis endring i omkostningsrammene.

## 1.2 Om rapporten

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Energistyrelsen, og er utarbeidet av THEMA i samarbeid med Implement Consulting Group. Rapporten har følgende innhold:

- I kapittel 2 beskriver vi hvordan indikatorene kan inngå i den samlede reguleringen og kriterier for valg av indikatorer. Avslutningsvis i kapitlet ser vi på hva som kan være mulige indikatorer i den danske reguleringen.

- I kapittel 3 beskriver vi datagrunnlaget som er innsamlet fra Energitilsynet, Energistyrelsen og nettselskapene. Videre viser vi resultater fra den kvantitative og statistiske analysen av utviklingen i omkostninger og mulige indikatorer.
- I kapittel 4 presenterer vi våre forslag til indikatorer og viser konsekvensene for inntektsrammene ved backtesting på historiske data for nettselskapene.
- I kapittel 5 oppsummerer vi resultatene fra analysen. I den forbindelse gir vi også våre forslag til videre arbeid og datainnsamling frem mot neste reguleringsperiode.

I et eget vedlegg beskriver vi også kort erfaringer fra andre land som har brukt lignende mekanismer i reguleringen av elnett.

Hovedkonklusjonene og anbefalingene er også oppsummert i en sammendragsrapport på dansk.

I arbeidet med rapporten har konsulentene gjennomført workshops og møter med Energistyrelsen, Energitilsynet, Dansk Energi og danske nettselskaper, som har bidratt med innspill og kommentarer til analyseopplegg og resultater. Disse har også bistått med data og annen informasjon. Alle konklusjoner står imidlertid for konsulentenes regning.

## 2 INDIKATORENES ROLLE I REGULERINGEN

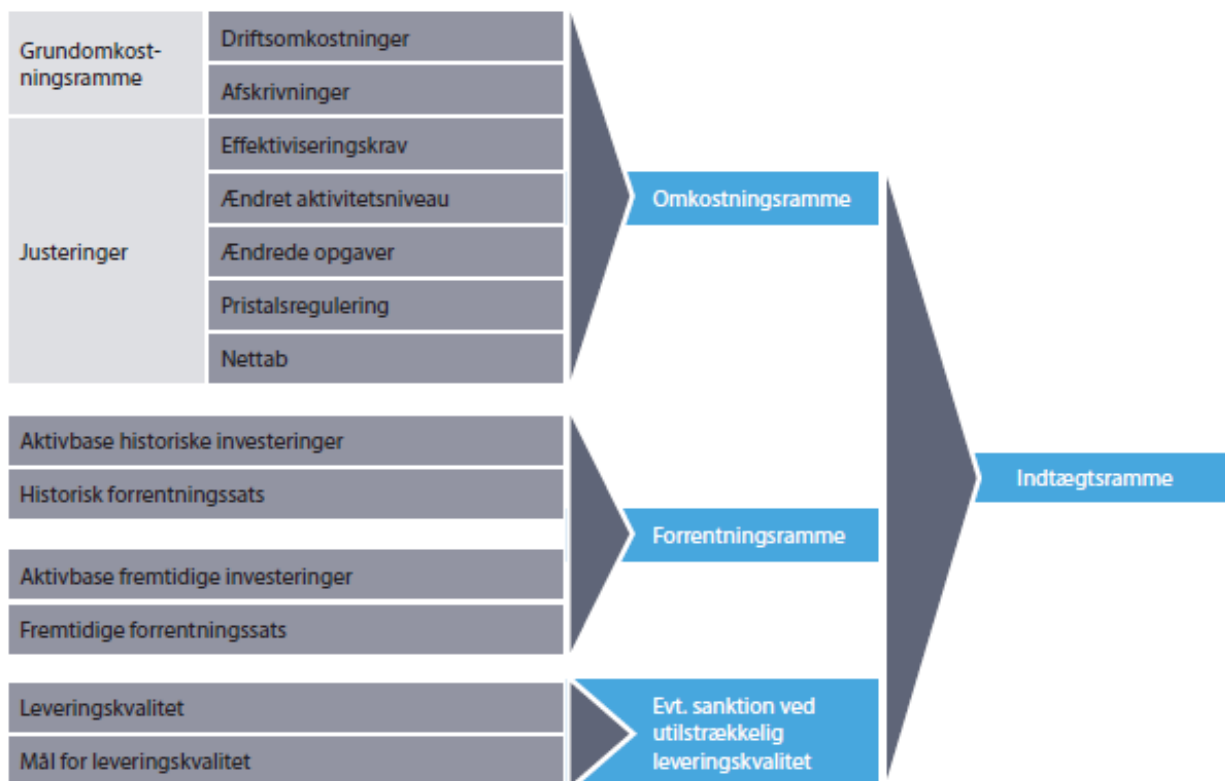
I dette kapitlet beskriver vi innledningsvis EI-reguleringsudvalgets forslag til reguleringsmodell og hvordan indikatorene kan inngå i den samlede reguleringen. Deretter beskriver vi kriteriene for valg av indikatorer nærmere. Videre beskriver vi kort erfaringene med bruk av automatiske indikatorer i Tyskland og Norge, som begge benytter eller har benyttet lignende mekanismer i sine modeller for inntektsrammeregulering. Avslutningsvis gir vi en overordnet og teoretisk vurdering av aktuelle indikatorer før vi gjør en empirisk analyse av indikatorene i neste kapittel.

### 2.1 EI-reguleringsudvalgets modell

Hovedprinsippet for EI-reguleringsudvalgets forslag til endret nettregulering er incitamentsbasert rammestyring. Inntektsrammen fastsettes som summen av en omkostningsramme og en forrentningsramme, samt eventuelle sanksjoner ved utilstrekkelig leveringskvalitet. Reguleringen skal baseres på femårige perioder, med justeringer innad i reguleringsperioden basert på blant annet effektiviseringskrav, endringer i aktivitetsnivå og oppgaver og nettap.

Figuren nedenfor viser oppbyggingen av den danske nettreguleringen slik den er foreslått av EI-reguleringsudvalget.

**Figur 1: Foreslått oppbygging av den danske nettreguleringen**



Kilde: EI-reguleringsudvalget

I figuren nedenfor viser vi den foreslåtte inntektsrammeformelen.

**Figur 2: Foreslått inntektsrammeformel**

$$\begin{aligned} \text{Indtægtsramme} = & \text{omkostningsramme } ((\text{afskrivninger}_{gen} + \text{driftsom-} \\ & \text{kostninger}_{gen}) \times \text{prisudvikling} - \text{effektiviseringskrav} +/- \text{ændrede opgaver} \\ & +/- \text{ændret aktivitetsniveau} +/- \text{nettab}) + \text{forrentning } (RAB_{his} \\ & \times \text{MIN } ((\text{lang byggeobligationsrente} + \text{tillæg}); \text{selskabsspecifikt loft}) + RAB_{frem} \\ & \times \text{WACC}) - \text{sanktion for utilstrækkelig leveringskvalitet} \end{aligned}$$

Kilde: EI-reguleringsudvalget

## 2.2 Samspillet mellom indikatorene og den øvrige reguleringen

Indikatorene kan samspille med den øvrige reguleringen på flere måter. Et særlig viktig spørsmål er om indikatorene skal kompensere for omkostningsendringer over lange perioder, eller om de bare skal virke frem til neste reguleringsperiode og tilhørende oppdateringer av omkostningsgrunnlaget for inntektsrammene. Det er vanlig i andre reguleringsystemer å oppdatere grunnlaget for inntektsrammene med jevne mellomrom (jf. reguleringen i Tyskland, UK, Sverige og Norge), men det er ikke gitt at det skal være tilfelle i den danske reguleringen. Det avhenger i noen grad av kvaliteten på indikatorene vi finner frem til.

Videre kan det være aktuelt å gjøre etterberegninger av kompensasjonsbeløpene gjennom indikatorene ved overgangen til en ny reguleringsperiode. Dersom kompensasjonen har vært for høy eller for lav, kan det gis et fradrag eller tillegg i inntektsrammen for den neste perioden (jf. det som ofte omtales som en «Regulatory Account»).

Det er endelig også et spørsmål om inntektsrammeendringene som følge av indikatorene skal være grunnlag for effektiviseringskrav eller ikke. I den tyske reguleringen (se nærmere beskrivelse nedenfor) gjøres det fradrag for effektiviseringskrav ved beregning av inntektsrammetillegg som følge av utviklingen i automatiske indikatorer. Det sentrale vurderingskriteriet vil være hvordan nettselskapenes forventede avkastning påvirkes med og uten effektiviseringskrav. Dersom det er snakk om påvirkbare omkostninger som ellers er gjenstand for effektiviseringskrav, kan det være rimelig å bruke effektiviseringskrav også på justeringsbeløpene.

I denne rapporten tar vi ikke stilling til hvordan den øvrige reguleringen skal utformes, herunder spørsmålet om kalibrering av inntektsrammene og eventuelle effektiviseringskrav til inntektsrammejusteringene. I stedet legger vi til grunn at vi skal finne de best mulige indikatorene og tilhørende justeringsmekanismer og at det er opp til reguleringsmyndigheten hvordan våre forslag skal samspille med den øvrige reguleringen.

## 2.3 Viktige spørsmål ved valg av indikatorer og justeringsmekanismer

Vi har ovenfor presisert at vår oppgave består i å finne de beste indikatorene og ikke vurdere samspillet med den øvrige reguleringen. Det er imidlertid flere konkrete spørsmål vi må ta stilling til som har å gjøre med hvordan justeringsmekanismene skal utformes i praksis, uavhengig av den øvrige reguleringen. I det følgende går vi gjennom noen av de viktige prinsipielle spørsmålene som vi må ta stilling til i den videre analysen.

### 2.3.1 Hva skal kompenseres gjennom indikatorer, og hva skal overveltes?

Det er ikke gitt at alle endringer i aktivitetsnivå skal kompenseres gjennom indikatorer. Det er to hovedgrunner til at noen omkostningsendringer bør overveltes direkte til kundene eller håndteres gjennom særskilte søknader:

- Nettselskapene kan ikke påvirke de aktuelle omkostningene.
- Det mangler data for å definere de nødvendige indikatorene.

Det er gode prinsipielle argumenter for at omkostninger som nettselskapene ikke har kontroll over, bør overveltes til kundene. Eksempler kan være omkostninger til overliggende nett og skatter. Dersom slike omkostninger ikke overveltes, vil det påføre nettselskapene risiko som må kompenseres på andre måter. En særskilt diskusjon gjelder håndtering av nettap, som vi kommer tilbake til i neste kapittel.

Det kan også være at det er vanskelig å finne gode indikatorer for noen typer investeringer. Vi vet at for eksempel krav om kabellegging vil påvirke omkostningene i nettselskapene. Utrulling av fjernavleste målere er en annen faktor som gir økte investeringer i en periode. Krav om kabellegging eller utrulling av fjernavleste målere vil indirekte påvirke kostnadsutviklingen i datagrunnlaget og potensielle indikatorer som er en effekt vi ikke klarer å isolere. Justeringsmekanismen virker som kun den marginale endringen i kostnadsbasen som følge av endring i indikatoren. Hvis nye eller tilsvarende krav øker investeringsbehovet eller kostnader vil ikke generelle indikatorene klare å fange opp kostnadsutviklingen og det kan derfor være aktuelt med andre metoder for å kompensere nettselskapene (særskilte søknader etc.).

### 2.3.2 Skal indikatorene påvirke hele inntektsrammen eller de enkelte delene?

Indikatorene kan brukes til å justere inntektsrammen samlet eller forrentnings- og omkostningsrammen hver for seg. Det kan også være mulig å justere deler av omkostningsrammen.

Hensynet til enkelhet kan tale for å finne et sett av indikatorer som brukes til å justere den samlede rammen. Det kan imidlertid gå på bekostning av treffsikkerheten. Et argument for å skille mellom de forskjellige delene av inntektsrammen, er at omkostningselementene påvirkes på forskjellig måte av eksterne faktorer. For eksempel er det en fysisk sammenheng mellom levert energi og tapene i nettet. Tilslutning av nye kunder vil tilsvarende øke omkostningene til administrasjon og kundehåndtering, og kan også kreve økt kapasitet i nettet som gir opphav til økte kapitalomkostninger og vedlikeholdsomkostninger.

### 2.3.3 Skal indikatorene måles brutto eller netto?

For noen indikatorer vil vi ideelt sett ønske å korrigere for brutto- og nettovirkninger. For eksempel kan økning i forbruket i ett område motvirkes av nedgang i et annet område, slik at nettoeffekten er beskjeden eller til og med null. For nettomkostningene vil det imidlertid være bruttovirkningene som er relevante, i hvert fall på kort og mellomlang sikt. Hvorvidt vi faktisk vil kunne fange opp slike forhold, avhenger av tilgangen på data.

### 2.3.4 Skal indikatorene virke symmetrisk?

Indikatorene kan brukes til å justere inntektsrammene opp eller ned avhengig av om indikatorene utvikler seg i positiv eller negativ retning. Et viktig spørsmål er hvordan nettomkostningene faktisk påvirkes av utviklingen i en indikator. For eksempel vil redusert forbruk umiddelbart gi en reduksjon i nettapene, mens fraflytting av kunder vil redusere omkostningene først over en lengre tidsperiode.

Hvorvidt indikatorene virker symmetrisk eller ikke, vil påvirke risikoen nettselskapene står overfor. Den tyske reguleringen opererer med en minimumsoperator ved at det bare er vekst i en indikator som påvirker inntektsrammen. Ved nedgang i en indikator blir ikke inntektsrammen redusert, men veksten blir i stedet null.

### 2.3.5 Skal inntektsrammen justeres multiplikativt eller additivt?

Endelig er det et spørsmål om inntektsrammen skal justeres multiplikativt eller additivt.

Med en multiplikativ justering mener vi en mekanisme der én prosent endring i indikatoren utløser en gitt prosentvis endring i inntektsrammen (eller en del av inntektsrammen). Den tyske reguleringen baserer seg på en slik multiplikativ justering. Det samme gjelder den norske reguleringen fra 1997-2001.



Fordelen med en multiplikativ justering er at den automatisk kompenserer for strukturelle omkostningsforskjeller mellom nettselskaper, for eksempel en høy andel nettanlegg i byer. Multiplikativ justering er også egnet dersom vi bare har relativt grov informasjon om omkostningsvirkningen av en indikator. En ulempe er at selskaper kan få svært ulik nominell utvikling i inntektsrammen, selv om den underliggende indikatoren utvikler seg likt. Den praktiske betydningen av dette skal likevel ikke overdrives. Hvis selskapene har like kostnader pr. enhet av den aktuelle indikatoren i utgangspunktet, vil også den relative endringen være lik.<sup>1</sup> En annen mulig ulempe er at en multiplikativ justering også kompenserer selskapene for ineffektivitet, fordi et lite effektivt selskap vil få en høyere økning i inntektsrammen. Her må vi imidlertid vurdere de samlede incentivene i reguleringen, herunder benchmarkingen.

Med en additiv justering vil en gitt utvikling i en indikator utløse et kronebeløp i endring i inntektsrammen (eller en del av rammen). En slik justering krever imidlertid presis informasjon om omkostningsvirkningen av en endring, herunder eventuelle faktorer som korrigerer for geografiske forskjeller.

## 2.4 Krav til gode indikatorer

Indikatorerne skal som nevnt innledningsvis bidra til å oppfylle mål knyttet til avkastning på fremadrettede investeringer og incentiver til å velge effektive løsninger, og de skal ha lave administrative omkostninger. På det grunnlaget kan vi sette opp følgende kriterier for valg av indikatorer:

- Samsvar med bakenforliggende omkostningsdrivere i nettet.
- Eksogenitet, det vil si at nettselskapene i minst mulig grad skal kunne påvirke indikatorene.
- Tilgang på data.
- Enkelhet.

I vurderingen av aktuelle indikatorer må vi også ta med i betraktningen at omkostningsdriverne ventelig vil endre seg over tid, for eksempel som følge av nye krav til sikkerhet og miljø og teknologiske endringer (elbiler, solceller med mer). Også datatilgangen vil endre seg. Selv om vi ideelt sett skulle ha indikatorer som er langsiktige og forutsigbare, så innebærer dette at det kan være vanskelig og ikke nødvendigvis ønskelig å finne indikatorer som har lang holdbarhet.

---

<sup>1</sup> Anta som en illustrasjon at et selskap A har 100 i omkostninger og 10 målere og at et annet selskap B har 200 i omkostninger og 20 målere, og anta videre at inntektsrammen er lik omkostningene. Begge selskaper får så 5 nye målere. Den relative økningen er 50 prosent for selskap A og 25 prosent for selskap B. Hvis vi bruker den relative veksten direkte til å justere inntektsrammene, vil både A og B få en økning på 50 i inntekter, det vil si samme nominelle inntektsøkning for det samme antallet målere.

### 3 DATAGRUNNLAG OG ANALYSERESULTATER

I dette kapitlet beskriver vi datagrunnlaget som vi har hatt tilgjengelig og resultatene fra den statistiske analysen av aktuelle indikatorer. Vi gjør innledningsvis en overordnet vurdering av mulige indikatorer og identifiserer et mindre utvalg som vi tar med i den videre analysen. Deretter beskriver vi i detalj dataene som er mottatt og samlet inn fra forskjellige kilder før vi går gjennom den statistiske analysen.

#### 3.1 Innledende vurdering av mulige indikatorer

Basert på diskusjoner med nettselskaper, Energistyrelsen og gjennomgang av eksisterende litteratur har vi utarbeidet en bruttoliste over mulige indikatorer. Listen omfatter både indikatorer som er relevante i dag og indikatorer som kan få betydning i fremtiden (og som kommer i tillegg til eksisterende indikatorer). Bruttolisten er vist i tabellen nedenfor:

**Tabell 1: Bruttoliste over indikatorer**

Eksisterende indikatorer	Mulige fremtidige indikatorer
Kapasitet i nettstasjoner Nettap Antall nyttilslutninger Antall desentrale VE-kunder Indeksering Antall kunder Nettomlegging pga. gjestepriussipp Levert energi (inkl. solceller) Kundesammensetning Peak-belastning Nettets alder Km nett Antall nettstasjoner	Krav til energibesparelser Klimasikring Økte krav til leveringskvalitet Økte krav fra omverdenen (for eksempel smarte målere, luftledninger/kabling, IT-sikkerhet, bruk av ny teknologi) Desentrale batterier Elbiler og annen elektrifisering Miljøkrav (SF6, oljekabler etc.) Annen desentral produksjon (brenselceller)

Som bruttolisten indikerer, er de underliggende omkostningsforholdene i nettvirksomheten svært komplekse, og det er neppe praktisk ønskelig eller mulig å lage en justeringsmekanisme basert på et stort antall indikatorer og detaljerte omkostningsfunksjoner. Det er også mange av de aktuelle indikatorene som vi ikke har data for, og hvor vi uansett mangler kunnskap om sammenhengen mellom indikatorene og nettomkostningene. Det gjelder pr. definisjon de mulige fremtidige indikatorene, og vi ser derfor bort fra disse i den videre analysen.

I tabellen nedenfor gir vi en innledende vurdering av aktuelle eksisterende indikatorer med utgangspunkt i vurderingskriteriene fra forrige kapittel:

**Tabell 2: Innledende vurdering av aktuelle indikatorer**

Indikator	Omkostningsdriver	Eksogen	Tilgang på data	Enkelhet
<i>Installert kapasitet i nettstasjoner</i>	Ja, men også et brutto-/nettoppørsmål	Delvis	Må samles inn	Enkel, men trenger data
<i>Nettap</i>	Ja, men også påvirket av andre omkostningsdrivere som levert energi	Delvis	God	Enkel
<i>Antall nyttilslutninger (antall målere)</i>	Ja, men også et brutto-/nettoppørsmål	Ja	God (brutto). Netto data må samles inn.	Enkel
<i>Antall desentrale VE-kunder</i>	Ja	Ja	God	Kan være krevende å modellere sammenheng
<i>Indeksering</i>	Ja	Ja	God	Enkel
<i>Antall kunder</i>	Ja, men høyt korrelert med andre omkostningsdrivere, også et brutto-/nettoppørsmål	Ja	God	Enkel
<i>Nettomlegging pga. gjesteprinsipp</i>	Ja	Ja	Må samles inn	Krever detaljert informasjon, krevende å modellere sammenheng
<i>Levert energi (inkl. solceller)</i>	Ja	Ja <sup>2</sup>	Må samles inn for solceller, ellers god for forbrukskunder	Enkel, men trenger data
<i>Kundesammensetning</i>	Ja, men virker gjennom andre omkostningsdrivere (belastning, energi osv.)	Ja	Må samles inn	Enkel
<i>Peak-belastning</i>	Ja	Delvis	Må samles inn	Enkel, men trenger data
<i>Nettets alder</i>	Ja (reinvesteringer)	Nei	Må samles inn	Krever detaljert informasjon, krevende å modellere sammenheng
<i>Luftledning (km)</i>	Ja	Nei	God	Enkel
<i>Kabler (km)</i>	Ja	Nei	God	Enkel

På dette grunnlaget velger vi i den videre analysen å gå videre med følgende aktuelle indikatorer:

<sup>2</sup> Levert energi er i stor grad eksogen, men energiforbruket kan påvirkes i noen grad, for eksempel dersom nettselskapet stimulerer til peak shaving som medfører reduksjon i forbruket og ikke bare flytting. Vi har likevel valgt å karakterisere levert energi som eksogen.

- Kapasitet i nettstasjoner og hovedstasjoner
- Nettap
- Antall nyttilslutninger
- Innmating fra desentrale VE-kunder
- Levert energi
- Peak-belastning
- Nettvolum fordelt på felt, kabler, luftledning, stasjoner

Indeksering av prisutviklingen (inflasjon) gjøres direkte i analysen der det er relevant. Historiske omkostninger ved energibesparelser korrigeres for der vi har tilstrekkelig med informasjon til å gjøre det.

## 3.2 Datamateriale

### 3.2.1 Data på bransjenivå

Utgangspunkt for datainnsamlingen er data fra den årlige benchmarkingen utført av Energitilsynet,<sup>3</sup> som inneholder informasjon om nettkomponenter og omkostningsdata med tilhørende inntektsrammeregnskaper for hvert enkelt selskap. I tillegg har vi samlet inn data om desentral produksjon (vindmøller, solceller og kraftvarmeanlegg) basert på informasjon på hjemmesiden til Energinet.dk og Stamdateregisteret til Energistyrelsen.

Analysen er avgrenset til distribusjonsselskaper. Transformatorforeninger er holdt utenfor. Distribusjonsselskaper utgjør over 99 prosent av driftsomkostningene og tilsvarende andel av levert mengde (kWh). Oversendte reguleringsregnskaper (IR skema) er kun sendt for distribusjonsselskapene.

Antall observasjoner avgrenses av data fra benchmarking som baseres på perioden 2007 til 2014. Benchmarkingdataene for 2014 er pr. oktober 2015 på høring og er ikke nødvendigvis de endelige dataene. I 2014 var det 45 distribusjonsselskaper i den årlige benchmarkingen til Energitilsynet, noe som gir 360 observasjoner per indikator fordelt på 45 nettselskaper og årlige observasjoner i perioden 2007 til 2014.

Vi har gjort flere korreksjoner i dataene:

- Data er korrigert for fusjoner og oppkjøp som innebærer at data er summert for de fusjonerte selskapene hvert år for hele perioden (se vedlegg for oversikt over selskaper).
- Data er korrigert for omkostninger knyttet til energibesparelse der det har vært mulig. Før 2010 er omkostninger til energibesparelser ikke oppgitt separat, slik at det ikke er mulig å lage en fullstendig korrekt disaggregert tidsserie for driftsomkostningene. Omkostninger til energibesparelser har steget siden 2010 og utgjorde ca. 14 prosent av driftsomkostninger for utvalget i 2014.
- Driftsomkostninger er inflasjonsjustert med reguleringsprisindeks (2014 prisnivå)<sup>4</sup> fra Energitilsynet. Reguleringsprisindeks er basert på data fra Danmarks Statistik.

<sup>3</sup> Basert på innberetningen af data til Energitilsynets årlige benchmarking av nettvirksomhetenes økonomiske effektivitet.

<sup>4</sup>Pristalsregulering af reguleringspriser og rådighedsbeløb for elnetselskaber, jf. § 7 i indtægtsrammebekendtgørelse nr. 335 af 15. april 2011.

**Tabell 3: Oversikt over datakilder**

Parameter	Datakilde
Driftsomkostninger (kr)	BM - Energitilsynet
Avskrivninger (kr)	BM - Energitilsynet
RAB* (kr). Definert som kapital ultimo + 2 % (kr.) 2007-10 og netaktiver (ultimo) + 2 pct. (kr.) 2011-14	Reguleringsregnskab – Energitilsynet
Leverte mengde energi (kWh)	BM - Energitilsynet
Nettab (kWh) / (kr)	BM og reguleringsregnskab - Energitilsynet
Nettkomponenter (stk.) / (km)	BM - Energitilsynet
Antall målere (målere fjernaflæsning og ikke-fjernaflæsning)	BM - Energitilsynet
Desentralisert produksjon (kW) - solceller, vindmøller og kraftvarmeanlegg	Energinet.dk og Stamdataregister til Energistyrelsen

\*Regulatory Asset Base.

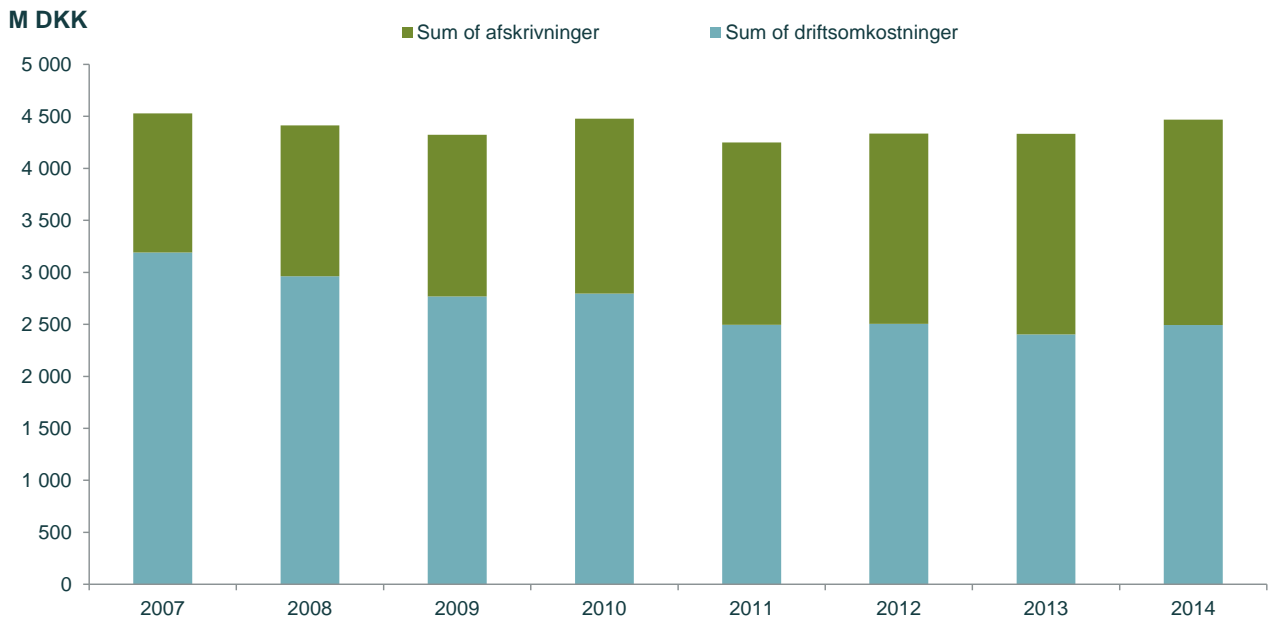
Nettkomponenter kan være en mulig indikator for nettselskapets størrelse og volum. Vi finner det hensiktsmessig å dele nettkomponenter i fire kategorier for å fange opp generell utvikling i volum som er håndterbart. Indikatoren er summen av antall eller km av alle underkategorier. Hver kategoriene består av følgende underkategorier:

- **Felt (stk.)**
  - kV\_50\_felt\_aaben, kV\_50\_felt\_gasisoleret og kV\_10\_felt
- **Kabel (km)**
  - kV\_50\_kabel, kV\_50\_kabel\_soe, kV\_10\_kabel, kV\_10\_kabel\_soe og kV\_04\_kabel
- **Luftledning (km)**
  - kV\_50\_luftledning, kV\_10\_luftledning og kV\_04\_luftledning
- **Stasjon/transformator (stk.)**
  - kV\_50\_10\_transformer og kV\_10\_04kV\_station

Det er viktig å merke seg at siden vi summer underkategoriene vil kategorien (indikatoren) legge størst vekt på underkategorien som har flest stasjoner og lengst kilometer. Tilnærmingen kan føre til en overvekt av lavere spenningsnivå uten at det reflekterer den underliggende kostnadsfordelingen. Vi har ikke hatt grunnlag for å lage en vektet kategori eller indikator av nettkomponenter.

Figuren nedenfor viser utviklingen i driftsomkostninger eksklusive nettap samt avskrivninger i perioden 2007-2014. Driftsomkostninger har falt jevnt i perioden med 3 prosent (CAGR<sup>5</sup>) per år. Avskrivninger har økt med 5 prosent (CAGR) per år og utgjør en relativ større andel av omkostninger i 2014 sammenlignet med 2007.

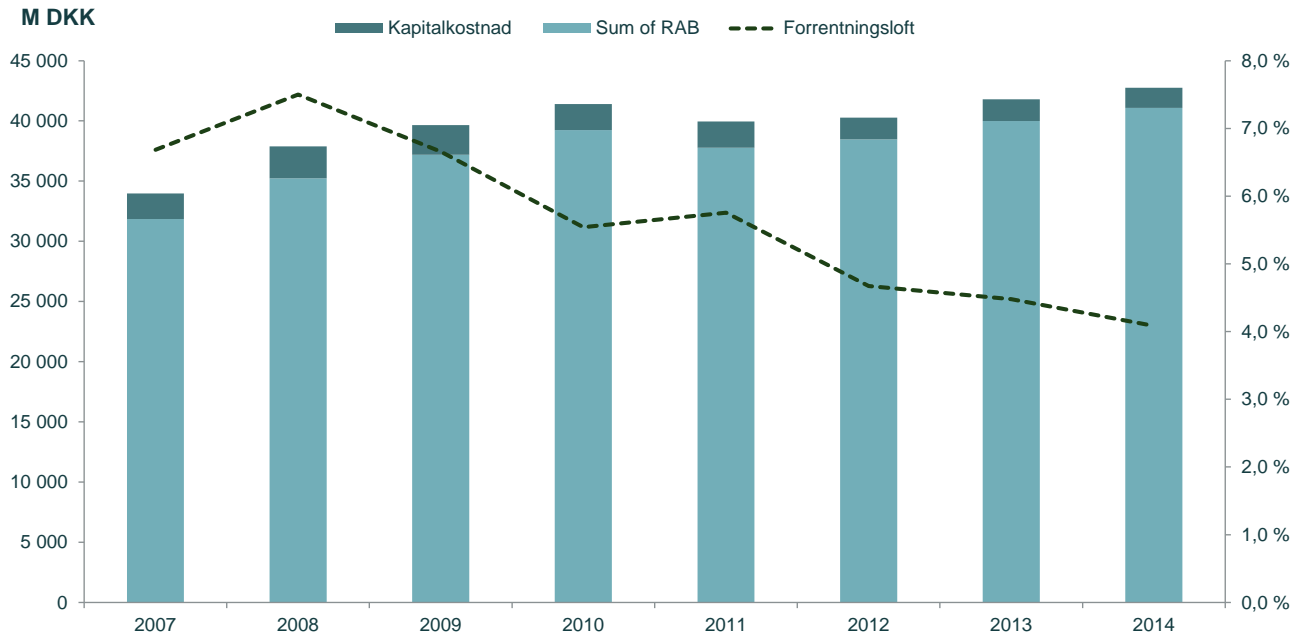
**Figur 3: Driftsomkostninger (ekskl. nettap) inflasjonsjustert og avskrivninger (2007-2014)**



<sup>5</sup> Compound annual growth rate.

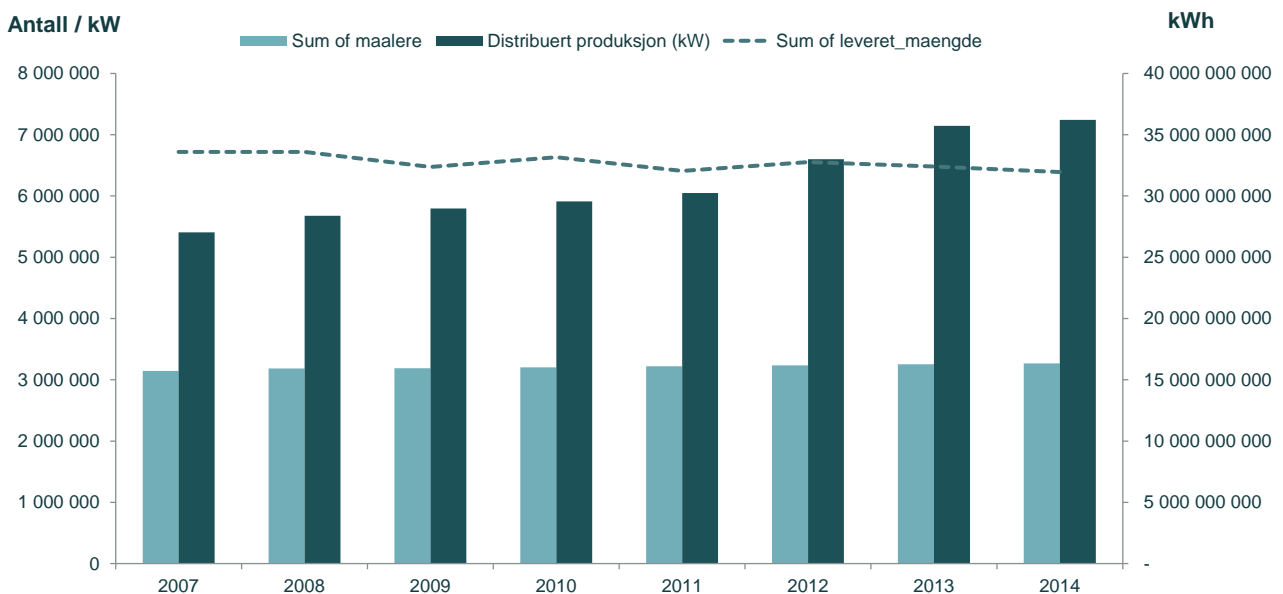
Som vist i figuren nedenfor, har RAB vokst jevnt med 3,2 prosent (CAGR), noe som også gjenspeiles i høyere avskrivninger. Kapitalomkostningen er beregnet som produktet av forrentningsloft og RAB pr. år.

**Figur 4: RAB og forrentningsloft (2007-2014)**



Utviklingen i målere, installert kapasitet for distribuert produksjon og levert energi er vist i figuren nedenfor. Netto har antall målere vokst jevnt med 0,5 prosent per år (CAGR). Levert mengde energi (kWh) varierer fra år til år og har i snitt falt med 0,6 prosent per år i perioden (CAGR). Installert desentralisert produksjon (kW) har vokst med 3,7 prosent (CAGR) i perioden, med særlig sterk vekst i 2013 (9 prosent) og 2014 (8 prosent).

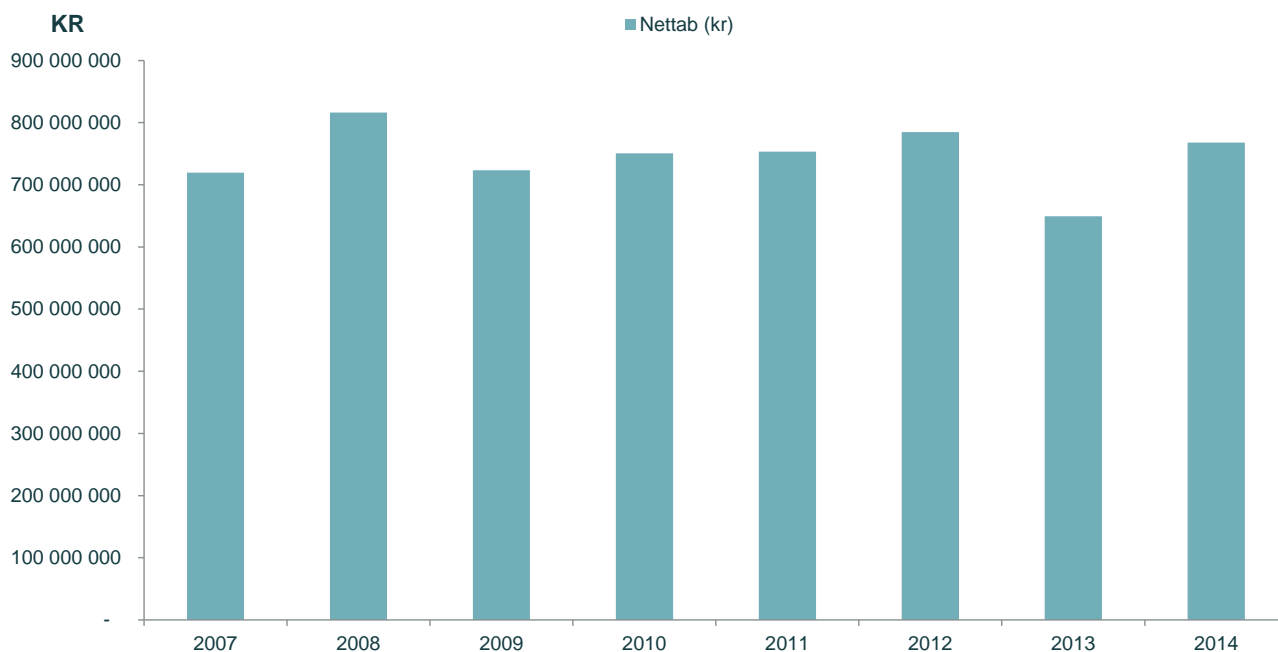
**Figur 5: Utvikling i antall målere, installert distribuert energi og levert energi (høyre akse)**



I figuren nedenfor viser vi utviklingen i nettapsomkostningene. Nettapet er volatilt fra år til år med standardavvik på nesten 13 prosent. Omkostninger til nettap er drevet av kraftpris og tapt volum

(kWh). Vi anbefaler derfor at nettap ekskluderes fra analysen og vurderes som et eget omkostningselement drevet av kraftpris (eksogent) og volum (endogent)

**Figur 6: Driftsomkostninger knyttet til nettab**



### 3.2.2 Supplerende data fra et utvalg nettselskaper

Vi ønsket å innsamle supplerende data fra nettselskapene som ikke er tilgjengelig via Energistyrelsen eller andre kilder (f.eks. Energitilsynet, Danmarks Statistik, Energinet.dk). Datainnsamlingen er basert på en bruttoliste utarbeidet av prosjektgruppen med input fra utvalgte selskaper og Dansk Energi. Workshopen med nettselskapene og Dansk Energi (og Energistyrelsen som observatør) indikerte at data knyttet til overføringskapasitet og nettbelastning ikke var tilgjengelig og at netto/brutto utvikling i antall målere kunne være forskjellig. Bruttotilvekst kan være en mer riktig omkostningsdriver fremfor nettotallene. Såfremt det ennå ikke er tilstrekkelig datamateriale for bruttotilvekst, bør dette sikres ved fremtidig datainnsamling og revisjon av indikatorene i senere reguleringsperioder.

Datainnsamlingsprosessen avdekket også at Energitilsynet hadde fullstendige data for all desentralisert produksjon pr. nettselskap, men det måtte gjøres et uttrekk fra den eksisterende databasen. Følgende 12 nettselskaper besvarte vår forespørsel om data:<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Omkostninger er definert som driftsomkostninger & avskrivninger.

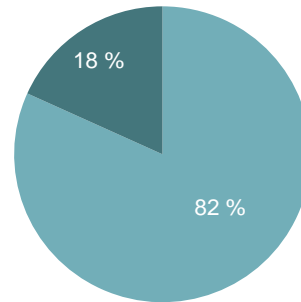


**Figur 7: Oversikt over nettselskaper som har bidratt med data****12 nettselskaper**

- 1) DONG Energy Eldistribution A/S
- 2) SEAS-NVE Net A/S
- 3) Syd Energi Net A/S
- 4) EnergiMidt Net A/S
- 5) NRGi Net A/S
- 6) HEF Net A/S
- 7) Energi Fyn Net A/S
- 8) TRE-FOR EI-net A/S
- 9) Nyfors Net A/S
- 10) NOE Net A/S
- 11) Verdo Randers EI-net A/S
- 12) MES Net A/S

**Andel av omkostninger (sektor)**

■ Udvalgte nettselskaper ■ Andre nettselskaper



Innsendte data er samlet i en database som forbinder alle datakilder. Databaseen danner grunnlag for videre nøkkeltallsanalyser og statistiske analyser.

**Tabell 4: Data som er innsamlet i forbindelse med analysen**

Indikator	Enhed	Definition
Overføringskapasitet – samlet overføringsevne af installeret kapasitet (netstationsniveau 10-20kV/0,4 kV)	MVA	Samlede overføringsevne (mærkeeffekt) for netområdet baseret på nettselskabets vurdering, eksklusive reserveforbindelser der står standby til forsyning i eget område
Reservekapasitet – samlet overføringsevne af installeret kapasitet (hovedstationsniveau 50-60/10-20 kV)	MVA	
Summen af maksimale årlige belastninger per netområde (netstationsniveau 10-20/0,4 kV)	MW	Årsmaksimal (mest belastede time) for netområdets belastning, eksklusiv den decentrale produktion inden for netområdet. Værdien opgives som summen af de enkelte stationers årsmaksimum for bruttoforbruget under hver 50-60/10-20 kV station og 10-20/0,4 kV station.
Summen af maksimale årlige belastninger per netområde (hovedstationsniveau 50-60/10-20 kV)	MW	
Antal nyttilslutninger per år	Solgte ampère / Antal målere (fjernaflæste + ikke-fjernaflæste)	Antal målere (stk.) er defineret som Energitilsynets vejledning til indberetning af data til den økonomiske benchmarking. Elektromekaniske eller elektroniske ikke-fjernaflæste målere og fjernaflæste elektroniske målere som opfylder kravene i §§ 4-7 bekendtgørelse nr. 1358 af 3. december 2013.
Antal nedlagte tilslutninger per år	Solgte ampère / Antal målere (fjernaflæste + ikke-fjernaflæste)	

Reservekapasitet ble nevnt som en potensiell omkostningsdriver. Reservekapasitet ble definert som den samlede overføringsevnen («mærkeeffekt») for reserveforbindelser som står standby til forsyning i eget område. For de fleste selskapene var reservekapasitet imidlertid ikke aktuelt.

Datainnsamlingen viste at det er vanskelig å samle inn data for maksimale årlige belastninger er ikke oppgjort som de fleste nettselskaper:

- «Vi har desværre ikke fått oppgjort belastningen op vores hovedstationer. Arbejdet er større end vi først vurderede»
- «Ukendt da vi ikke har målinger i 10-20/0,4 kV stationer»
- «Grundet manglende datagrundlag kan vi ikke levere de ønskede data for det ønskede»
- «Det er retureffekt fra vind og KVV, der bestemmer transformer størrelsen på 60/10-20kV hovedstationerne»

Det var også enkelte mindre avvik og feil. I noen få tilfeller var antall nye målere oppgjort som antall nyttilslutninger (som kan avvike fra antall målere). I et tilfelle var installert kapasitet rapport som gjennomsnitt over hele perioden.

Konklusjonen fra datainnsamlingen er at datamaterialet ikke er tilstrekkelig til å konkludere på et sektornivå, men kan være egnet til å illustrere noen poenger på selskapsnivå og gi indikasjoner på hvordan myndighetene bør arbeide videre med indikatorene frem mot kommende reguleringsperioder.

### 3.3 Statistisk analyse

#### 3.3.1 Modell

Lineær regresjonsanalyse<sup>7</sup> ligger til grunn for å vurdere om det er en signifikant sammenheng mellom omkostninger og indikatorer. Det vi ønsker å undersøke er om variasjonen i nettselskapene omkostninger kan forklares ved hjelp av ulike indikatorer over en periode. Signifikans er vurdert mot regresjonsanalyse på absolutt endring ( $X_t - X_{t-1}$ ) for i størst mulig grad å unngå falske sammenhenger (spurious regression).

$$\text{Omkostninger}_i (Y_t - Y_{t-1}) = \alpha + \beta \text{ Indikator}_n (X_t - X_{t-1}) + u$$

Hvor  $\alpha$  er et konstantledd,  $X$  er indikator,  $\beta$  er en parameterestimat for indikator og  $u$  er et restledd. Parameteren  $\beta$  indikerer hvor mye i gjennomsnitt verdien til *Omkostninger* øker eller avtar med en enhets endring i *Indikator*. F.eks. hvis antall målere har økt med  $X$  antall i løpet av 2014, har omkostningene økt  $Y$  kr.

Omkostninger splittes i tre kategorier for å skille mellom ulike effekter på omkostningsdriverne:

- Driftsomkostninger (ekskl. nettap)
- Avskrivninger
- RAB - nettaktiva (ultimo) + 2 prosent (kr.)

Vi har også gjort analyser med totalomkostninger som avhengig variabel, men det gjør modellen mer komplisert og gir lite innsikt utover det som vi får av den disaggregerte analysen.

#### 3.3.2 Resultater

Tabellen nedenfor oppsummerer resultatene fra regresjonsanalysen for det samlede datamaterialet.

---

<sup>7</sup> Analyser er utført på absolutt nivå og relativt endringsnivå. Vi finner det ikke hensiktsmessig å vurdere andre funksjonsformer for formålet.

**Tabell 5: Regresjonsresultater**

	Driftsomkostninger (kr)		Afskrivninger (kr)		RAB (kr)	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
Målere (antal)	-2 340	**	889	**	20 020	***
Leveret mengde (kWh)	0	0,111	0	0,236	0,5	**
Distr. produksjon (kW)	239	***	39	0,125	-1 271	*
Felt (stk)	-131 800	***	5 793	0,58	564 500	*
Kabel (km)	40 230	***	5 166	*	49 400	0,359
Luftledning (km)	79 120	***	-18 750	***	-631 100	***
Station (stk)	-55 450	0,054	7 727	0,471	-527 400	*
<b>Adjusted R-squared</b>	<b>22 %</b>		<b>33 %</b>		<b>37 %</b>	

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05

Analysene indikerer at komponentene som inngår i nettvolum, målere, distribuert produksjon (installert effekt) og levert energi er signifikante omkostningsdrivere for forskjellige deler av omkostningsbasen til nettselskapene. Målere er signifikant for driftsomkostninger, avskrivninger og RAB. Nettkomponentene har signifikant effekt på driftsomkostninger, avskrivninger og RAB (men med noen individuelle forskjeller mellom komponentene). Komponentene øker forklaringskraften og dermed underbygger resultatene til de eksogene indikatorer som fortsatt er signifikante. Nettkomponenter kan vurderes som et alternativ for manglende data på maksimal eller installert effekt i hoved- og nettstasjoner. Men nettkomponentene vil ikke fange investeringer som øker effekten i eksisterende stasjoner etc. Det er også slik at fortegnet på enkelte av sammenhengene ikke nødvendigvis er umiddelbart enkle å tolke. Her kan det være samvariasjon og andre effekter som påvirker resultatene.

Distribuert produksjon har en signifikant effekt på driftsomkostninger i perioden. Samtidig er resultatene for distribuert produksjon sterkt påvirket av observasjonene i to enkelt år med stor økning i 2012 og 2013. Derfor kan det være ønskelig å få mer informasjon om sammenhengen over en lengre periode før distribuert produksjon eventuelt tas med som en indikator.

**Tabell 6: Regresjonsresultater - nettap**

	Nettab (kr)	
	Estimate	P-Value
Leveret mengde (kWh)	0,05794	***
<b>Adjusted R-squared</b>	<b>15 %</b>	

Regresjonsanalysen viser at levert energi er signifikant forklaringsvariabel for utviklingen av kostnader knyttet til nettap, men forklarer kun 15 % av variasjonen. Det vil at kraftpris og kostnader for overliggende nett<sup>8</sup> er også sentrale elementer som bør være indikatorer for nettap. I tillegg er det ønskelig å gi nettselskapene incitament til å redusere tapene.

Samtidig er det flere gjenstående spørsmål vedrørende datamaterialet når det gjelder kvaliteten på statistiske analyser. Regresjonsanalysen viser at absolutt endring er signifikant, men det er vanskelig å tilegne en «standard omkostning» for endring i indikator, f.eks. at nettoøkning i antall målere med 1 øker RAB (bokført kapital) med 20 020 kr. Det er flere utfordringer som gjør den statistiske analysen komplisert:

<sup>8</sup> Omkostninger forbundet med nettabet består af en omkostning til overliggende net (inkl. PSO) samt kjøp af el på markedsvilkår.

- Det er store individuelle omkostningsforskjeller mellom selskapene (f.eks. by vs. land). Regresjonsresultatene er sensitive for endringer i utvalget.
- Det er store forskjeller i investeringssykluser mellom selskapene (f.eks. utrulling av fjernavleste målere).
- Omkostningsnivået endrer seg over tid.
- Det har skjedd en rekke fusjoner i perioden, som kan ha påvirket utviklingen i omkostninger utover det som er fanget opp av indikatorene.
- Det er ikke helt entydige datadefinisjoner. Omkostninger til energibesparelser lar seg ikke skille ut før 2010. Det er også tegn på at RAB inneholder andre aktiva enn nett for enkelte selskaper i enkeltår.

Vi har testet forskjellige modellutforminger, blant annet med tidsdummyer og andre variabler som gir en tilnærming til en full paneldatanalyse. Det endrer ikke på de grunnleggende konklusjonene om kvaliteten på analysene eller hva som ser ut til å være signifikante indikatorer.

Det er også mulig å bruke andre funksjonsformer (for eksempel translog eller varianter av denne). Utfordringene med datamaterialet som er nevnt ovenfor, medfører imidlertid at bruk av andre funksjonsformer heller ikke gir mer entydige resultater.

Analysen gir ikke presis informasjon om omkostningsvirkningen (absolutt nivå) av en indikator. Vi finner det derfor hensiktsmessig å analysere videre (back-testing) med en multiplikativ tilnærming, det vil si at X prosent endring i indikator gir Y prosent endring i inntektsramme.

Vi har også gjort regresjonsanalyser for utvalget av 12 nettselskaper. Disse gir generelt mindre signifikante resultater som følge av færre observasjoner. Endringer i utvalget påvirker også her resultatene, både i forhold til bransjen og internt i gruppen av 12 selskaper. Analysene av utvalget indikerer likevel at målere og kapasitet i hoved-/nettstasjoner (alternativt nettvolum) er signifikante.

### 3.4 Oppsummering

I tabellen nedenfor oppsummerer vi vår vurdering av de aktuelle indikatorene.

**Tabell 7: Innledende vurdering av aktuelle indikatorer**

Indikator	Signifikans	Eksogen	Tilgang på data
<i>Installert kapasitet i hovedstasjoner og nettstasjoner</i>	Ja, for utvalg av 12 selskaper (i stedet for nettvolum)	Delvis	Må samles inn for bransjen
<i>Nettap</i>	Påvirket av andre drivere som levert energi	Delvis	God
<i>Antall nyttilslutninger (antall målere)</i>	Ja	Ja	God (brutto). Netto data må samles inn.
<i>Innmating fra desentrale VE-kunder</i>	Ja, men følsom for enkeltår	Ja	God
<i>Levert energi</i>	Ja, for nettap	Ja	God for forbruk
<i>Peak-belastning</i>	Ikke vurdert	Delvis	Begrenset utvalg
<i>Felt (stk)</i>	Ja	Nei	God
<i>Luftledning (km)</i>	Ja	Nei	God
<i>Kabler (km)</i>	Ja	Nei	God
<i>Stasjoner (stk)</i>	Ja	Nei	God

Samlet sett er det vår vurdering at den beste løsningen er å se etter relativt enkle indikatorer i første omgang og samtidig angi muligheter for videreutvikling og nødvendige data for fremtiden slik at innsamlingsprosessen kan starte.

## 4 MULIGE FORSLAG TIL INDIKATOR OG BACK-TESTING

Vi beskriver i dette kapitlet mulige forslag til indikatorer. Vi beskriver først den generelle modellen, før vi viser resultatene av back-testingen. Deretter kommer vi avslutningsvis med våre forslag til hvordan Energistyrelsen kan arbeide videre med indikatorene og datainnsamling med sikte på å forbedre indikatorene til neste reguleringsperiode.

### 4.1 Prediksjon av forventende kostnader med endring i aktivitetsnivå

Formålet med indikatoren er å estimere utviklingen i kostnadsgrunnlag gitt endret aktivitetsnivå for selskapene.

- Målet er at avviket mellom forventet og faktisk kostnad blir minst mulig, gitt endret aktivitetsnivå. Det er viktig å understreke at indikatorer bare skal fange opp kostnader som følge av endringer i aktivitet (antall målere, økt maksimal belastning etc.) og ikke eventuelle andre endogene kostnadsdrivere for nettselskapet. Målet om minst mulig avvik mellom forventet og faktisk kostnad kan være noe misvisende, men er det beste tilgjengelige måltall for å kunne si noe om prediksjonsevnen til indikatoren for forventende kostnader, gitt datagrunnlaget vi har.
- Videre er det et mål å finne en metode som ikke systematisk over- eller underestimerer kostnadene.
- Det er også et mål om at kompleksiteten (datainnsamling, ulike modeller) ikke bør utvides uten at bidrar til vesentlig høyere treffsikkerhet.

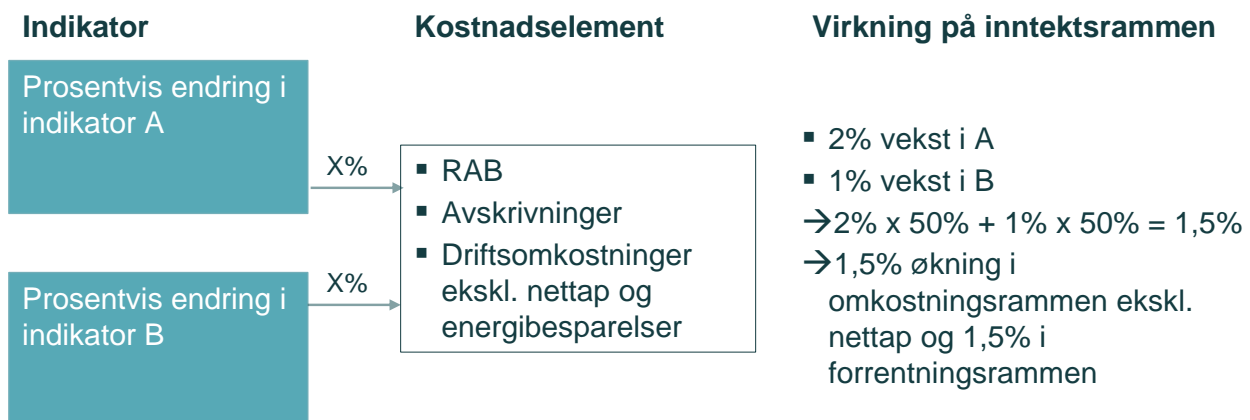
Regresjonsanalysen viser at indikatorene klarer å fange opp ca. 1/3 av den årlige variasjonen i kostnadsgrunnlaget og kun 22 prosent av årlig endring i driftsomkostninger. På bransjenivå har den underliggende veksten vært rimelig stabil med en fallende trend for driftsomkostninger til 2011 og økt kapitalgrunnlag og økte avskrivninger. På selskapsnivå observerer vi store relative avvik fra år til år. Variasjonen er størst blant de mindre og mellomstore selskapene for driftsomkostninger og avskrivninger, i tillegg er de historiske variasjonene preget av noen betydelige outliers. Oppsummert er det noen metodiske utfordringer ved å bruke indikatorer til å predikere kostnadsutviklingen:

- Variasjon er størst blant de mindre selskapene som påvirker resultatene for alle selskaper, men uten å korrigere for absolutt størrelse i kroner. Dvs. at stor variasjon blant de mindre selskapene påvirker resultatene, men utgjør en mindre andel av totalt kostnadsgrunnlag.
- Begrenset tidshorisont i datagrunnlaget reduserer muligheten for å back-teste mot flere perioder som er en svakhet.
- At utviklingen i antall målere gir negativ utvikling i driftsomkostninger indikerer at vi ikke klarer å justere for en underliggende tidstrend (kostnadseffektivisering, overgang til fjernavlesning etc.)
- Det er stor spredning i datagrunnlaget og stor variasjon blant selskapene som gjør det vanskelig å estimere kostnadsutviklingen med valgte indikatorer. Stor variasjon er drevet av at det faktisk har vært stor variasjon i kostnadsutviklingen, investeringer skjer sprangvis og at datagrunnlaget fra Energitilsynet ikke er justert for ekstraordinære hendelser og (f.eks. solgte SEAS-NVE sin fiberaktivitet til verdi av 458 MNOK i 2011).

## 4.2 Multiplikative modeller

Regresjonsanalysen viser hvilke indikatorer som har en signifikant sammenheng over tid (absolutt endring). I tillegg er det viktig å back-teste for å forstå hvordan modell vil fungere i praksis. Figuren nedenfor illustrerer en multiplikativ justering av RAB, avskrivninger og driftsomkostninger. Inflasjonsjustering bør benyttes i tillegg der det er relevant. Det gjelder spesielt for driftsomkostninger. Indikatorene er et uttrykk for den faktiske sammenheng i historiske kostnader og utvikling i indikator under gjeldende rammebetingelser. For eksempel har veksten i driftsomkostninger skjedd under virkningen av effektiviseringskrav og veksten i RAB har skjedd under virkingen av avskrivningsregler og investeringskostnader (materieell etc.). Øvrige formål, f.eks. skjerpede krav til drifts- eller kapitaleffektivitet, anbefales å løses i den samlede regulering av nettselskapene.

**Figur 8: Forslag til justeringsmekanismer – RAB, avskrivninger og driftsomkostninger**



Vi har testet multiplikativ justering mot to ulike tilnærminger:

- 1) Forslag til modell basert på internasjonale erfaringer (da spesielt Tyskland) og regresjonsresultatene (bransjenivå og utvalg)
- 2) Utvidet modell som tester verdien av å inkludere flere indikatorene, både eksogene og endogene indikatorer.

I tillegg behandles nettap særskilt. I vår back-testing har vi ikke ekskludert kostnader for energibesparelser siden det utgjør en del av prediksjonsgrunnlaget. Vi anser dette som et mindre problem (støy) fremover siden kostnader for energibesparelser er rapportert selvstendig fra 2010.

### 4.2.1 Forslag til mulig modell – to indikatorer

Som utgangspunkt for analysen foreslår vi følgende modell:

- Antall målere totalt (netto) - signifikant mot alle tre omkostningselementer
- Antall hovedstasjoner og nettstasjoner - mulig indikasjon på utviklingen i installert kapasitet for bransjen

Modellen har flere likhetstrekk med den gjeldende modellen i den tyske nettreguleringen, men er forenklet en del i forhold til den tyske modellen (jf. vedlegg 1).

Vi skulle ideelt sett hatt bruttoutviklingen i målere i stedet for nettutviklingen, men vi mangler data for å gjøre dette. Vi ser på et case senere i kapitlet for å illustrere den mulige betydningen.

Kapasitet i hoved-/nettstasjoner kan være en bedre indikator enn antall stasjoner, i tillegg til at den er eksogen, men for bransjen samlet har vi bare data for antall stasjoner. For implementering i

reguleringen kan det være aktuelt å bruke kapasitet, gitt at de nødvendige dataene samles inn i tide (før første reguleringsperiode). Selv om antall stasjoner er en delvist endogen størrelse, begrenses likevel de mulige ulempene ved benchmarkingen og effektiviseringskravene. Det er de samlede incentivene i reguleringen som bør vurderes.

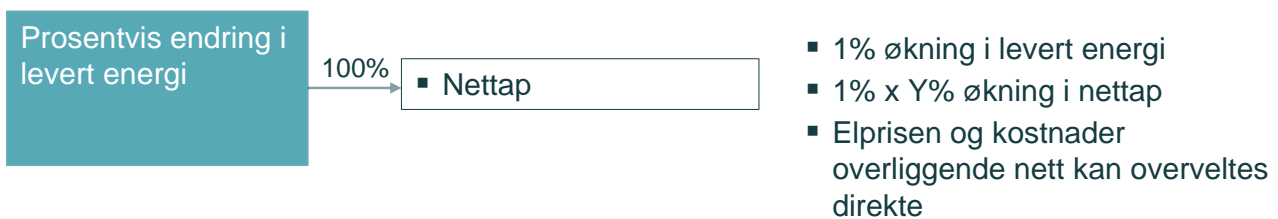
#### 4.2.2 Forslag til mulig modell – tre indikatorer

Et alternativ er å utvide modellen med levert mengde energi for RAB og avskrivninger og installert desentral produksjon for driftsomkostninger. Regresjonsanalysen viser at desentralt produksjon kan ha signifikant effekt på driftsomkostninger:

- $RAB_1 = RAB_0 \cdot (\beta_1 \cdot [\% \text{ endring i antall målere}] + \beta_2 \cdot [\% \text{ endring i antall stasjoner}] + \beta_3 \cdot [\% \text{ endringer i levert energi}])$
- $\text{Driftsomkostninger}_1 = \text{Driftsomkostninger}_0 \cdot (\beta_1 \cdot [\% \text{ endring i antall målere}] + \beta_2 \cdot [\% \text{ endring i antall stasjoner}] + \beta_3 \cdot [\% \text{ endring i installert, desentral produksjon}])^9$
- $\text{Avskrivninger}_1 = \text{Avskrivninger}_0 \cdot (\beta_1 \cdot [\% \text{ endring i antall målere}] + \beta_2 \cdot [\% \text{ endring i antal stasjoner}] + \beta_3 \cdot [\% \text{ endringer i levert energi}])$

#### 4.2.3 Nettap behandles isolert

**Figur 9: Forslag til justeringsmekanisme - nettap**



Nettap behandles særskilt med en egen indikator der vi skiller mellom pris- og volumelementet, i tillegg til at kostnader til overliggende nett bør være pass-through (gitt at det er kostnader som distribusjonsselskapene ikke kan påvirke) Forslaget innebærer å justere det fysiske grunnlaget for nettapene med 1 prosent pr. prosent endring i levert energi, og at prisen og kostnader for overliggende nett overveltes i sin helhet. Med en slik mekanisme sikrer vi at nettselskapene har incitament til å redusere tapene.

Regresjonsanalysen viser at levert energi har en signifikant effekt på omkostninger knyttet til netttap. Vi har ikke hatt mulighet til å isolere effekten av elpris og betaling til overliggende nett med eksisterende datagrunnlag som ville gjort indikatoren mer treffsikkert. At kostnader til overliggende nett er del av kostnadsgrunnlaget til nettap gjør at vi har valgt å ikke back-teste nettap som egen indikator kun basert på levert energi fordi resultatene ville gitt store avvik. Prinsipielt og regresjonsanalysen viser at er det imidlertid gode grunner til å velge mekanismen vi foreslår, ettersom de fysiske tapene er en størrelse nettselskapene kan påvirke, mens prisen er eksogen.

#### 4.2.4 Utvidet test av å inkludere andre komponenter fra nettvolum

I tillegg til å vurdere to alternative modeller har vi gjort en utvidet analyse av å inkludere andre nettkomponenter. Formålet er å avdekke om utvidelsen vil øke treffsikkerheten selv om det innebærer å inkludere flere endogene variabler. Ved utvidet testing har vi valgt å splitte indikatorer i to utvalg:

- 1) Few indicators (exogen) -> antall målere (stk), levert mengde (kWh) og distribuert produksjon (kW)

<sup>9</sup> Driftsomkostninger eksklusive nettap.



- 2) All indicators (netvolum) -> antall målere (stk), leveret mengde (kWh), distribuert produksjon (kW), felt (stk), kabel\_km (stk) og luftledning\_km (stk)

Antall stasjoner (delvist endogen variabel) er holdt utenfor utvalget siden det inngår i forslaget til mulig modell med både to og tre indikatorer.

## 4.3 Back-testing

### 4.3.1 Metodiske tilnæringer

Back-testing er utført ved å dele datagrunnlaget i to perioder slik at back-testing av resultatene blir uavhengig av regresjonsresultatene i perioden vi back-tester mot. Vi har da kjørt en analyse for den historiske perioden 2008 til 2011 som danner grunnlaget for vår prediksjon for perioden 2012 til 2014. Prediksjonen blir da sammenlignet med virkelig observasjoner i perioden 2012 til 2014. Driftsomkostninger er ikke ekskludert for energibesparelser i vår analyse siden vi ikke har klart å skille uten omkostningene før 2010. Prediksjonen er basert på to ulike tilnæringer for å teste brukbarheten og prediksjonsevnen:

#### 1) Dynamisk vekting av indikator (model)

- Utvikling i indikatorer danner grunnlaget for å justere omkostningsbasen. Vektingen av indikatorer baseres på den historiske regresjonsanalysen for 2008 til 2011 som er beste estimat. Vekting kan være både positiv og negativ og vektlegges i større eller mindre grad avhengig av estimator til regresjonsanalysen. F.eks. vil 200 % vekting av en indikator bety at hvis en indikator  $x$  øker med 1 % vil det øke kostnader  $y$  med 2 %.

#### 2) Fast vekting av indikator (f.eks. 50%/50%)

Som basisår for prediksjonen har vi valg to ulike tilnæringer. Den første tilnærmingen er basisåret basert på det historiske snittet av omkostningsbasen. Den andre tilnærmingen baseres på det siste året før prediksjonen/reguleringsperioden danner grunnlaget som basisår.

### 4.3.2 Resultater

#### To indikatorer (antall målere og antall stasjoner):

Tabellene nedenfor oppsummerer resultatene av back-testingen. Mean absolute error viser avviket mellom prediksjonen mot virkelig observasjoner på selskapsnivå, uavhengig av hvilken retning avvikene går i. Mean absolute error gir ingen indikasjon på om det over- eller underkompenseres, men indikerer absolutt gjennomsnittlig avvik på selskapsnivå uten å justere for størrelse (kun relativ endring). Jo lavere dette tallet er, jo bedre er estimatet i perioden. Total average viser avviket for hele bransjen samlet som snittet av alle avvik på selskapsnivå, der negativt fortegn er underkompensasjon og positivt fortegn tilsier overkompensasjon. Sammenligning av total average mellom tilnærmingene (model, 50/50) kan indikere hvorvidt det er systematisk over- eller underestimert over tid og tallet bør ligge så nær null som mulig. I 2014 utgjorde f.eks. driftsomkostninger omtrent 2,5 milliarder DKK, noe som tilsier at 1 prosent avvik på totalt nivå utgjør 25 millioner DKK (+/-). Avskrivninger utgjorde ca. 2 milliarder DKK, slik at 1 prosent avvik utgjør 20 millioner DKK. RAB var på ca. 41 milliarder DKK, noe som med 4,1 prosent forrentning gir ca. 1,6 milliarder i inntekter og 16 millioner DKK pr. 1 prosent avvik.

**Tabell 8: Resultater back-testing – antall målere og antall stasjoner**

Prediction (2012-2014)	Driftsomkostninger		Afskrivninger		RAB	
	Model	50/50	Model	50/50	Model	50/50
<i>Base year (2008-2011)</i>						
Mean absolute error	20,00 %	22,40 %	17,60 %	20,90 %	16,20 %	18,70 %
Total average	12,70 %	12,80 %	-11,00 %	-16,80 %	-9,40 %	-12,00 %
<i>Last year as base (2011)</i>						
Mean absolute error	15,65 %	15,87 %	10,76 %	12,12 %	6,35 %	6,53 %
Total average	-0,67 %	-0,01 %	-6,22 %	-10,37 %	-2,95 %	-3,45 %
Model input						
Målere (weight)	-44,10 %	50 %	222,60 %	50 %	73,20 %	50 %
Stasjon (weight)	5,70 %	50 %	-1,20 %	50 %	-6,35 %	50 %

Resultatene for modellen med vekter valgt gjennom regresjonsanalyse kan virke lite intuitive ved at de to indikatorene har forskjellige fortegn. Årsaken er trolig å finne i at perioden som er brukt for å finne vektene er relativt kort, og at det er flere forhold som gjør det vanskelig å bruke dataene til statistisk analyse (se diskusjonen ovenfor). Avviket til modellen med 50/50-vekter er uansett relativt lite, særlig hvis vi ser på summen av de tre omkostningselementene. På lang sikt kan dynamisk vekting slå uheldig ut og vi anbefaler å jobbe videre med en fast vektig.

Resultatene viser også at det reduserer avvikene betydelig om vi bruker siste år som basisår (2011). Det understreker at siste år er å foretrekke som basisår, da spesielt for avskrivninger og RAB. For driftsomkostninger betyr valg av basisår mindre.

På selskapsnivå er avvikene tilnærmet like uavhengig av tilnærmingene (model, 50/50, fixed) som kan forklares med at alle de tre metodene baseres på samme datagrunnlag og at en stor del av variasjonen ikke fanges opp av tilnærmingene. Avvik for driftsomkostninger er betydelig høyere enn avvik for avskrivninger. Avvik for RAB er mindre enn avskrivninger, noe som forklares av at utviklingen i RAB har mindre relativ variasjon. Variasjonen i driftsomkostninger er så stor at det er vanskelig å predikere den videre utviklingen. I tillegg til har driftsomkostninger hatt en fallende trend i den historiske perioden, uten at det nødvendigvis er representativt for fremtiden.

Vi har i tillegg back-testet (50/50) estimering mot driftsomkostninger uten kostnader for energibesparelser. Resultatet med 2011 som basisår er 4,4 prosent avvik for *total average* og 15,54 prosent for mean absolute error. Avvik på total nivå er noe tilfeldige og selskapsavvik for alle år reduseres minimalt ved å korrigere for energibesparelsen som understreker at vi ikke klarer å fange opp den underliggende variasjonen i driftsomkostninger.

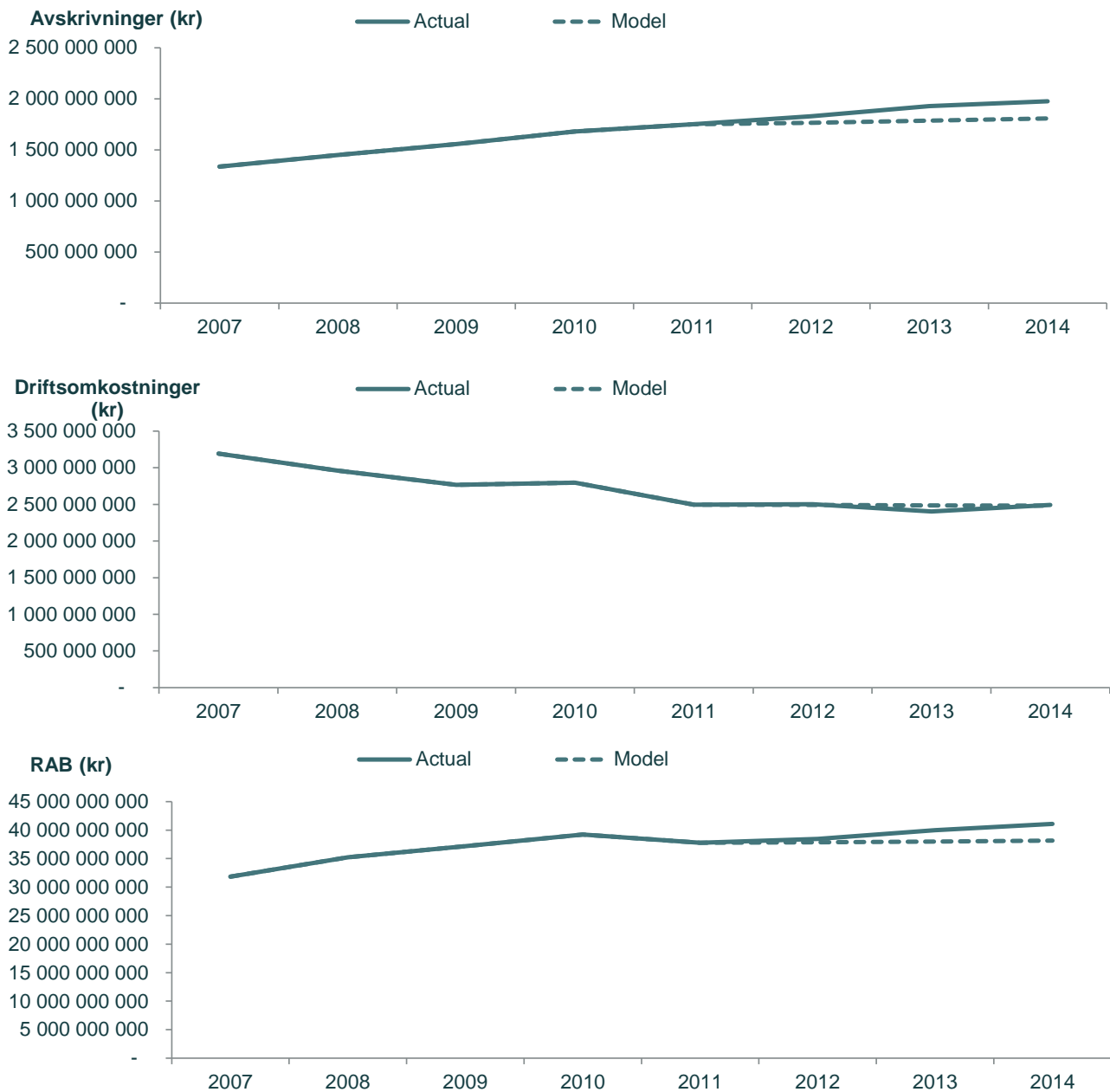
Bruk av minimumsoperatør kan redusere noe av variasjonen, Det er få observasjoner blant nettselskapene innen antall målere og antall stasjoner som har hatt en negativ utvikling, slik at en minimumsoperatør har liten praktisk betydning i dette tilfellet. Ved bruk av levert energi, som kan variere fra positiv til negativ fra år til år, kan en minimumsoperatør være hensiktsmessig. F.eks. kan økning i levert energi over et historisk snitt føre til justering av kostnadsbasen, mens levert energi under historisk snitt ikke fører til justering av kostnadsbasen.

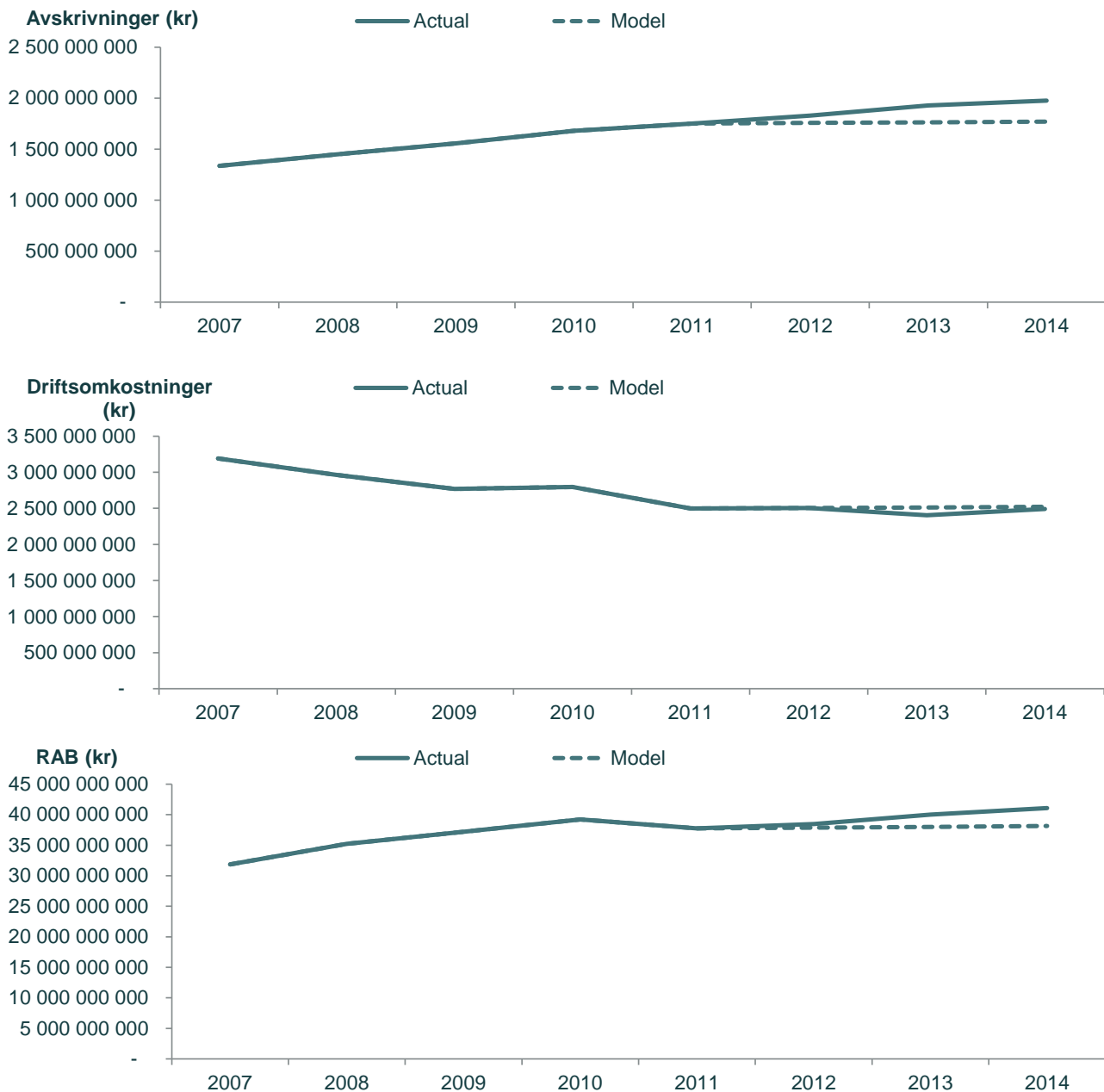
Dataanalysen er ikke korrigert for ekstraordinære hendelser som for eksempel nedskrivning eller salg av nettaktiva. Et eksempel er når SEAS-NVE Net A/S solgte fiberaktiviteter til en verdi av 458 millioner DKK i 2011 som skaper større variasjon i datagrunnlaget uten at valgte indikatorer fanger opp dette. Slike tilfeller bør behandles særskilt, og RAB bør kun inneholde aktiviteter som skal reguleres.

Figurene nedenfor viser avvik på et absolutt nivå for bransjen som helhet med henholdsvis model weights og 50/50. En tilnærming tilsvarende Tyskland med 50/50-vekting omtrent tilsvarende på absolutt nivå for bransjen som dynamisk vekting. Begge tilnærmingene bommer innen

avskrivninger på bransjenivå da tilnærmingene ikke klarer å fange opp en utvikling i avskrivninger (kr) uavhengig av vekting.

**Figur 10: Prediksjon på bransjenivå (model weights) – 2011 som basisår**



**Figur 11: Prediksjon på bransjenivå (50/50) - 2011 som basisår**

For 50/50 vektning er absolutt avvik for avskrivninger i perioden 2012 til 2014 -7,8 prosent for avskrivninger, 1,9 prosent for driftsomkostninger og -4,6 prosent for RAB.

Figurene i vedlegget viser resultatene på selskapsnivå med en teoretisk lineær sammenheng (correct relationship), modell prediksjon (average model prediction) Figurene viser at flere prediksjoner av forventet kostnadsgrunnlag på selskapsnivå har stort avvik.

På sektornivå (total average) utjevnes variasjonen fordi avvikene på selskapsnivå går mot hverandre. Det er ingen betydelig forskjell i avvikene på selskapsnivå mellom de 3 ulike tilnærmingene (modell, 50/50), noe som taler for å velge en enkel tilnærming. I vår analyse med 2011 som basisår gir avvikene på sektornivå en indikasjon på at nettselskapene underkompenseres som følge av at kostnadsveksten siden 2011 har vært høyere enn det modellen klarer å fange opp. Generelt kan vi si at modellen underkompenserer hvis veksten i en kostnadsparameter er sterkere enn det indikatorene kompenserer for og overkompenserer hvis veksten i kostnadsparameter er svakere enn det indikatorene kompenserer for. Det er viktig å

understreke at modellen kun skal kompensere for endret aktivitetsnivå (i dette tilfellet uten inflasjonsjustering), så det blir et teoretisk spørsmål om kostnadsutviklingen har vært for høy.

Vi har i tillegg gjort back-testing på utvalget av 12 nettselskaper med utgangspunkt i installert kapasitet i hoved- og nettstasjoner i stedet for antall stasjoner. Det gir resultater som i store trekk ligner resultatene vi får med antall stasjoner for den samlede bransjen.

### Tre indikatorer (antall målere, antall stasjoner og levert energi/desentral produksjon):

Tabellen nedenfor viser resultatene av back-testing med tre indikatorer, med desentralisert produksjon for driftsomkostninger og levert energi for avskrivninger og RAB. Resultatet av back-testing for en periode viser at selv om desentralisert produksjon har en signifikant effekt i regresjonsanalysen, viser det stort avvik å bruke indikatoren for å estimere driftsomkostninger. Stor del av forklaringen er at desentralisert produksjon har vært svært volatil med sterk vekst i 2012 og 2013 som gir en overkompensasjon på bransjenivå og store avvik på selskapsnivå. For flere av nettselskapene begynner indikatoren desentralisert produksjon på lave nivåer (tilnærmet null for enkelte selskaper) som skaper en stor relativ vekst. På sikt kan veksten i desentralisert produksjon stabilisere seg og bli bedre egnet som indikator.

**Tabell 9: Back-testing av tre indikatorer**

Prediction (2012-2014)	Driftsomkostninger	Avskrivninger	RAB
	Equal weights	Equal weights	Equal weights
<i>Last year as base (2011)</i>			
Mean absolute error	25,61 %	12,57 %	7,71 %
Total average	19,92 %	-8,99 %	-4,31 %

Å inkludere levert energi som indikator forbedrer ikke resultatene av back-testingen og skaper større avvik på bransjenivå. Regresjonsanalysen viser også at levert energi har liten signifikans for vår periode.

### Utvidet test av å inkludere andre komponenter fra nettvolum

Det er mulig å bruke flere indikatorer (f.eks. flere nettvolumkomponenter) som kan redusere avvikene noe, men fortsatt vil det være en stor del av variasjonen som ikke fanges opp av modellen. I tillegg kan det være interessant å vurdere om hvilken effekt de eksogene indikatorene levert mengde energi (kWh) og desentralisert produksjon (kW) har på back-testing. Vekting er basert på tilsvarende tilnærming der «Model» er basert på regresjonsmodellen vekting av indikatorer og equal weights vektlegger hver indikator likt (f.eks. vil 3 indikatorer gi en vekting på 1/3).

**Tabell 10: Back-testing av andre nettvolumkomponenter**

Prediction (2012-2014)	Driftsomkostninger		Avskrivninger		RAB	
	Model	Equal weights	Model	Equal weights	Model	Equal weights
<i>All indicators<sup>10</sup></i>						
<i>Last year as base (2011)</i>						
Mean absolute error	17,62 %	18,32 %	13,37 %	14,05 %	7,41 %	11,44 %
Total average	-4,92 %	3,13 %	2,47 %	-5,02 %	-0,64 %	-0,33 %

Prediction (2012-2014)	Driftsomkostninger		Avskrivninger		RAB	
	Model	Equal weights	Model	Equal weights	Model	Equal weights
<i>Few indicators (exogen)<sup>11</sup></i>						
<i>Last year as base (2011)</i>						
Mean absolute error	16,35 %	24,86 %	11,31 %	15,63 %	6,63 %	15,46 %
Total average	-2,12 %	14,91 %	-1,61 %	6,77 %	-3,76 %	11,45 %

Tabellen ovenfor viser resultatene av utvidet modell der vi tester våre eksogene indikatorer mot å utvide modellen med endogene indikatorer. Utvidet test er kun en prinsipiell test på hvordan back-testing resultatene blir ved å utvide med flere indikatorer fordelt på eksogene og endogene variabler. Antall stasjoner er holdt utenfor fordi det er en del av tilnærmingen til «base case» med to indikatorer. Basert på mål om at avviket mellom forventet og faktisk kostnad skal være minst mulig, mål om eksogene variabler, at metoden ikke systematisk over- eller underestimer kostnadene og enkelhet har vi følgende resultater:

- Treffsikkerhet: Few indicators har minst avvik (total average) for driftsomkostninger og avskrivninger (flere indikatorer skaper mer støy). For RAB kommer all indicators bedre ut, men må vurderes mot at nettvolum ikke er eksogene variabler. Mean absolute error er lavere med few indicators (model weights). Modellen med to indikatorer med fast vektning (antall målere og antall stasjoner) har lavere avvik alle år på selskapsnivå og et lavere avvik på bransjenivå for driftsomkostninger og RAB sammenlignet med utvidet testing. Vår vurdering er at flere indikatorene ikke gir tilstrekkelig økt treffsikkerhet til at modellen bør utvides.
- Over/underkompensasjon: Det er ingen klar trend ved bruken av equal eller model weights som både under- og overestimerer når ser vi på begge utvalg og modell med to indikatorer. Det er heller ikke entydig at model weights treffer bedre enn equal weights som taler for å velge en enkel løsning med equal weights, men overordnet treffer model weights noe bedre. Model weights gir lavere avvik på selskapsnivå. Det er viktig å vurdere vektning basert på økonomisk plausibilitet og erfaringer fra justeringsmekanismer i andre land. F.eks. er det vanskelig å begrunne at utviklingen i antall målere over lang tid reduserer driftskostnadene (men heller ikke nødvendigvis øker driftskostnadene i stor grad). Som påpekt tidligere kan dynamisk vektning (model weights) slå uheldig ut og vi anbefaler å jobbe videre med en fast vektig.

Kort oppsummert virker back-testing resultatene noe tilfeldige og utvidelsen med flere indikatorer gir liten forbedring i treffsikkerhet, både sammenlignet med utvidet test og «base case» med to indikatorer. Merk at resultatene bygger på back-testing kun mot én historisk periode som kan gi noen tilfeldige resultater. Resultatene (og økonomisk plausibilitet) virker mest treffsikre for RAB og avskrivninger, mens driftsomkostninger er vanskeligere å predikere (høyere mean absolute error).. Regresjonsanalysen viser at alle indikatorer forklarer kun 22 % av variasjonen og feilavvikene på

<sup>10</sup> All indicators (nettvolum) -> antall målere (stk), leveret mengde (kWh), distribuert produksjon (kW), felt (stk), kabel\_km (stk) og luftledning\_km (stk)

<sup>11</sup> Few indicators (exogen) -> antall målere (stk), levert mengde (kWh) og distribuert produksjon (kW)

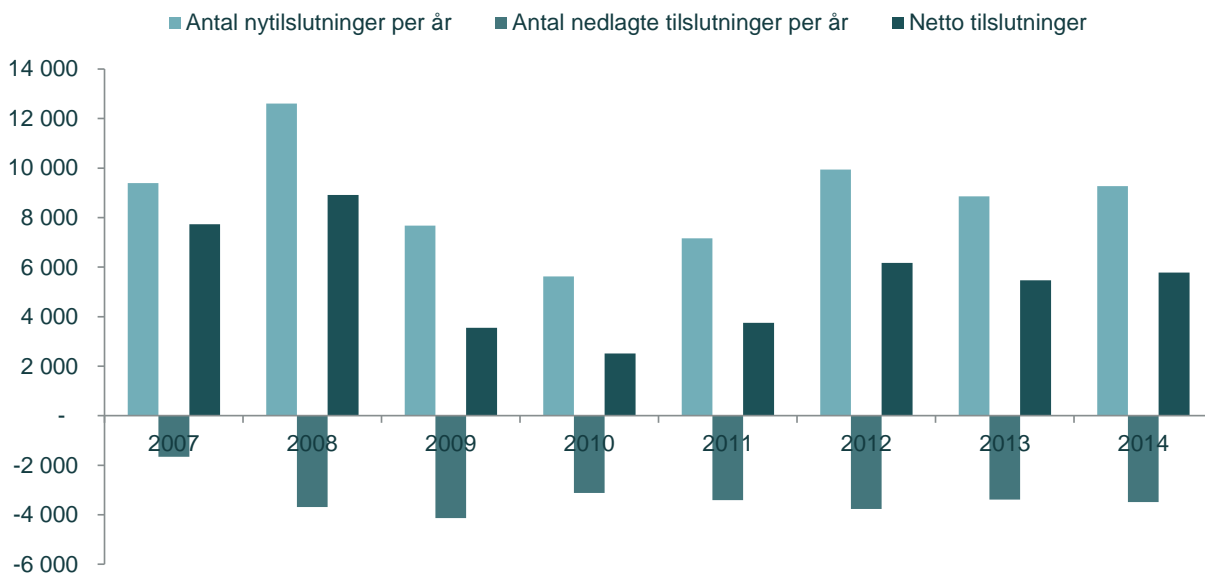
selskapsnivå er potensielt store. Driftsomkostninger har historisk vært veldig volatil som gjør det vanskelig å fastslå noen gode indikatorer. Det er ingen av de aktuelle indikatorne som varierer like mye (og korrelert) med driftsomkostninger, enten vi ser dem enkeltvis eller samlet. Vi klarer derfor ikke å forklare all variasjon med de aktuelle indikatorne. Vi har også testet med dummyvariabler for driftskostnader for å fange opp en eventuell tidstrend i datautvalget som gir noe bedre resultater, men fortsatt ikke veldig gode.

#### 4.3.3 Case – målere brutto/netto

Basert på supplerende data fra et utvalg nettselskaper kan vi observere bruttoveksten i antall nyttilslutninger. Hypotesen er at bruttovekst i større grad driver omkostningsveksten enn nettotilgangen. For eksempel vil omkostningene til nettselskapet reduseres i liten grad hvis en kunde forsvinner, men nettet må fortsatt driftes og gjennomførte investeringer er ikke nødvendigvis forrentet. Problemstillingen er beslektet med «stranded cost»-begrepet i reguleringen av elektrisitetssektoren, som tilsier at kapitalomkostninger relatert til langsiktige investeringer ikke forsvinner selv om behovet forsvinner eller nettet blir utkonkurrert av andre løsninger.

Figuren nedenfor viser utviklingen i brutto- og nettotilslutninger for et utvalg av selskapene og viser at nedlagte tilslutninger utgjør en betydelig andel av utviklingen i nettotilslutninger.

**Figur 12: Brutto og netto tilslutninger**



Siden vi kun har et begrenset utvalg som har rapportert nettotilslutninger, har vi ikke vurdert om bruttovekst i større grad forklarer utviklingen i omkostningselementene. Vi anbefaler å utvide nåværende datainnsamling til å inkludere bruttotall (f.eks. antall målere).

De foreslåtte indikatorne er utviklet på grunnlag av netto tilvekst, slik at de er uttrykk for den samlede virkningen av tilvekst og avgang. Hvis selskapene har om lag samme forhold mellom tilvekst og avgang (for eksempel nyttilslutninger og nedleggelse av målere), er indikatorne fremdeles gode. Derimot oppstår det feil dersom det er stor spredning mellom selskapene (hvis nettoeffekten hos ett selskap er uttrykk for mange positive og negative endringer, mens det hos et annet selskap skyldes et lite antall endringer).

## 5 OPPSUMMERING

Vi oppsummerer i dette kapitlet kort våre analyser og gir våre forslag til videre arbeid med indikatorer. Tabellen nedenfor Tabell 11 oppsummerer hovedfunnene i analysen.

**Tabell 11: Oppsummeringstabell forslag til indikatorer**

	Enkel modell etter tysk mønster - vekting (50/50)	Enkel modell etter tysk mønster – dynamisk vekting	Utvidet modell – Lik/dynamisk vekting
Teoretisk samsvar med kostnadsdrivere	+	+	++
	Antall målere og maksimal belastning er kjente kostnadsdrivere. Vekting er usikkert.	Antall målere og maksimal belastning er kjente kostnadsdrivere. Vekting er usikkert.	Modellen utvides med flere kjente kostnadsdrivere som distribuert produksjon og data fra nettvolumen
Eksogenitet	+	+	÷÷
	Alle variablene er eksogene (gitt at maksimal belastning legges til grunn)	Alle variablene er eksogene (gitt at maksimal belastning legges til grunn)	Data fra nettvolumen er ikke eksogene og kan skape feil incentiver.
Enkelhet	+	÷	÷
	Enkel tilnærming som skaper forutsigbarhet.	Vekting basert på historiske regresjonsanalyser er komplekst og skaper usikkerhet.	Flere indikatorer øker kompleksiteten, men er håndterbart. Vanskelig å vekte flere indikatorer.
Treffsikkerhet backtesting	+	+/-	+/-
	Scorer minst like bra som andre tilnærminger. Fortsatt stor variasjon på selskapsnivå.	Scorer dårligere på bransjenivå. Fortsatt stor variasjon på selskapsnivå.	Utvidet modell forbedrer ikke resultatene med unntak av avskrivninger. Fortsatt stor variasjon på selskapsnivå.
Treffsikkerhet statistisk analyse	+/-	+/-	++
	Antall målere er signifikant driver for alle. Usikkerhet knyttet til maksimal belastning på bransjenivå.	Antall målere er signifikant driver for alle. Usikkerhet knyttet til maksimal belastning på bransjenivå.	Flere indikatorer øker forklaringskraften til den statistiske analysen.

Dersom kapasitet i hoved- og nettstasjoner skal brukes i stedet for antall stasjoner, må de nødvendige data samles inn så snart som mulig, både status pr. 2015/2016 og årlige oppdateringer senere.



Effektiviseringskrav for indikatorene kan vurderes i lys av den samlede reguleringen. Vi anbefaler at Energistyrelsen arbeider videre med vurderinger knyttet til effektiviseringskrav, f.eks. at effektivitetskrav pålegges justert kostnadsbase.

Minimumsoperatør bør vurderes ut fra type indikator. Vår anbefaling er at minimumsoperatør for målere og stasjoner/kapasitet kan vurderes med hensyn til RAB og avskrivninger, men må ses i lys av den samlede. For driftsomkostninger kan det vurderes å ikke ha noen minimumsoperatør.

Vi foreslår følgende indikator for nettap uten at det innføres minimumsoperatør for netttap:

- Relativ utvikling i levert energi (volum)
- Full overvelting av elpris og omkostninger til overliggende nett inkl. PSO

For fremtidige reguleringsperioder foreslår vi følgende:

- Valgte indikatorer for første periode bør evalueres i tråd med analyseopplegget i denne rapporten, eventuelt med mer avanserte statistiske metoder etter hvert som mer og bedre data blir tilgjengelige. Dette gjelder også indikatoren for nettap, som bør evalueres ved å isolere kostnader for overliggende nett slik at det blir mulig å skille mellom priseffekten og volumeffekten i indikatoren. Innsamling av de nødvendige dataene bør starte raskt, det vil si underveis i den første reguleringsperioden.
- Det bør i god tid før inngangen til neste reguleringsperiode gjøres en undersøkelse av hva som kan være aktuelle fremtidige indikatorer utover de eksisterende indikatorene og de som er drøftet i denne rapporten, og vurdere databehov for en nærmere vurdering.

## REFERANSER

Bundesnetzagentur (2006): Bericht der Bundesnetzagentur nach § 112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach § 21a EnWG. 30.06.2006.

Bundesnetzagentur (2015): Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung. Bericht der Bundesnetzagentur für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zur Evaluierung der Anreizregulierung, insbesondere zum Investitionsverhalten der Netzbetreiber, mit Vorschlägen zur weiteren Ausgestaltung. 21.Januar 2015.

Consentec (2014): Gutachten zur Weiterentwicklung des Erweiterungsfaktors gemäß § 10 ARegV für Stromverteilernetzbetreiber. Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur. 21.05.2014.

ECON (2001): Justeringsparameter for nyinvesteringer. ECON-notat nr. 73/01.

Frontier Economics (2012): Trends in electricity distribution network regulation in North West Europe. A report prepared for Energy Norway. August 2012.

NVE (2006): Modell for fastsettelse av kostnadsnorm. Økonomisk regulering av nettselskapene fra 2007. Utkast per 6.6.2006. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2008): Endring i forskrift nr. 302 om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer. Endringer vedrørende tillegg for investeringer og årlig inntektsramme for systemansvarlig nettselskap. Dokument nr. 15 2008, Norges vassdrags- og energidirektorat.  
Tyskland

## VEDLEGG 1: ERFARINGER FRA ANDRE LAND

Tyskland innførte en incentivregulering fra 2009.<sup>12</sup> Den første reguleringsperioden løp fra 2009-2013, den andre startet i 2014 og skal vare til 2018. Reguleringen inkluderer en ekspansjonsfaktor («Erweiterungsfaktor») for å kompensere for nyinvesteringer og tilhørende økte driftskostnader. Ekspansjonsfaktoren bygger på et prinsipp om multiplikativ justering, det vil si at inntektsrammen multipliseres med en faktor som måler veksten i oppgaven. Justeringen anvendes på de delene av inntektsrammen som bygger på påvirkbare kostnader og forbigående ikke-påvirkbare kostnader (elementet for påvirkbare kostnader måles etter fradrag for effektiviseringskrav og justering for inflasjon, begge elementene justeres for en generell produktivitetsfaktor). Ekspansjonsfaktoren er utformet slik at inntektsrammen ikke kan reduseres (minimumsoperatør) selv om én eller flere indikatorer skulle gå ned.

Konkret beregnes ekspansjonsfaktoren i henhold til følgende formler:

$$EF_{t,Ebene i} = 1 + \frac{1}{2} * \max \left[ \frac{F_{t,i} - F_{0,i}}{F_{0,i}}; 0 \right] + \frac{1}{2} * \max \left[ \frac{(AP_{t,i} + z_i * EP_{t,i}) - (AP_{0,i} + z_i * EP_{0,i})}{(AP_{0,i} + z_i * EP_{0,i})}; 0 \right]$$

$$EF_{t,Ebene i} = 1 + \max \left[ \frac{L_{t,i} - L_{0,i}}{L_{0,i}}; 0 \right]$$

$EF_{t, Ebene i}$  betegner ekspansjonsfaktoren i år t for nettnivå i (HV, MV og LV). F er størrelsen på nettområdet, AP er antall tilknytningspunkter og EP er antall innmatingspunkter for desentral produksjon, z er en skaleringsfaktor for desentral produksjon som justerer for forholdet mellom desentral produksjon og forbruk. L er maksimalbelastning i transformatorer mellom henholdsvis HV/MV og MV/LV. 0 betegner basisåret.

Det beregnes videre en samlet ekspansjonsfaktor som et veid gjennomsnitt av kostnadene på de ulike nettnivåene (pr. nettselskap). Hvis den sammenvorde ekspansjonsfaktoren blir eksempelvis 1,1, innebærer det at de berørte delene av inntektsrammen øker med 10 prosent (etter justering for inflasjon og effektivitetskrav).

Grunnlaget for valg av ekspansjonsfaktor og vektorer var en forenklet modellnettanalyse. Statistiske analyser ble vurdert som uegnet, blant annet på grunn av datautfordringer.

Desentral produksjon ble inkludert underveis i første reguleringsperiode da dette viste seg å være en viktig kostnadsdriver.

I 2009-2013 ble det også gitt et lump-sum-tillegg etter søknad for å kompensere for kostnader til reinvesteringer.

Erfaringene fra reguleringen, inklusive ekspansjonsfaktoren, ble evaluert i en rapport av Bundesnetzagentur i januar 2015. Noen viktige konklusjoner var følgende:

- Det ble en betydelig overdekning av kostnader for nettselskapene samlet, slik at bransjen samlet sett fikk mer i inntekter fra ekspansjonsfaktoren enn kostnadene økte. Noen selskaper fikk imidlertid underdekning.
- Det ble identifisert en risiko for at heterogene nettområder kommer dårligere ut (for eksempel områder med nedgang i en del og vekst i andre deler).

<sup>12</sup> Se eksempelvis Bundesnetzagentur (2006), Frontier Economics (2012) og Bundesnetzagentur (2015) for en beskrivelse av den tyske nettreguleringen. Se også Consentec (2014) for en analyse av mulighetene for videreutvikling av ekspansjonsfaktoren.

- Ekspansjonsfaktoren skal videreføres i fremtidige perioder, men den skal gjøres mer treffsikker, og tidsforsinkelsen mellom observert vekst og inntektsøkninger skal reduseres. Teknologinøytralitet er en forutsetning for å stimulere til riktige valg mellom nettinvesteringer og alternativer. Videre vil Bundesnetzagentur vurdere sammenhengen mellom kostnadsdrivere i benchmarkingmodellen og ekspansjonsfaktoren.

### Norge

I den norske reguleringen er det benyttet forskjellige indikatorer og justeringsmekanismer i ulike reguleringsperioder. Nedenfor beskriver vi erfaringene med bruken av indikatorer og justeringsmekanismer i den norske inntektsrammereguleringen.<sup>13</sup>

#### 1997-2001:

- I perioden 1997-2001 ble inntektsrammene fastsatt initialt på grunnlag av kapitalkostnader (avskrivninger og avkastning på bokført kapital) ved utgangen av 1995 og gjennomsnittlige kostnader til drift og vedlikehold i 1994 og 1995. Fysiske nettap ble også låst til gjennomsnittet av 1994 og 1995.
- Innad i reguleringsperioden ble inntektsrammene justert årlig med inflasjon og utviklingen i levert energi pr. nettområde. 1 prosent økning i levert energi gav opphav til 0,5 prosent økning i inntektsrammen. Justeringene ble gjort gjeldende for hele inntektsrammen, både kapitalkostnadene og driftskostnadene. Justeringsmekanismen for levert energi var begrunnet med at den skulle gi nettselskapene kompensasjon for kostnadene ved nyinvesteringer og vekst i oppgaven.
- Prisen på nettap ble overveltet direkte i inntektsrammene, mens det fysiske tapet lå fast (kostnader til overliggende nett ble overveltet i sin helhet, inklusive kostnader til overføringstap).
- Den sentrale erfaringen med justeringsmekanismen var at utviklingen i levert energi ikke var noe godt mål på kostnadsutviklingen i nettselskapene, verken for bransjen samlet eller enkeltsekskaper. Det var også flere praktiske utfordringer, blant annet knyttet til definisjonen av levert energi i transmisjonsnettet og håndteringen av vekslende vekst og nedgang i levert energi innad i reguleringsperioden. I tillegg ble det vurdert som en svakhet at levert energi ikke var eksogen. Videre gav mekanismen nettselskapene incentiver til å øke overføringen i eget nett på bekostning av energisparetiltak.
- Det er for øvrig verdt å merke seg at det ikke var avklart ved starten av reguleringsperioden om grunnlaget for inntektsrammene skulle oppdateres og når, slik at det var uklart hvor lenge justeringsmekanismen skulle kompensere for endringer i oppgaven. Det ble først bestemt i 2001 at grunnlaget skulle oppdateres fra 2002 med utgangspunkt i data fra 1999 (kapitalkostnader) og 1996-1999 (drift og vedlikehold).

#### 2002-2006:

- Fra 2002 ble det bestemt at grunnlaget for inntektsrammene skulle beregnes på nytt hvert femte år basert på oppdaterte kostnadsdata. Justeringsparameteren skulle derfor bare kompensere for kapitalkostnader og driftskostnader i perioden frem til neste oppdatering av kostnadsgrunnlaget (i praksis en periode på 3 til 7 år).
- Det ble valgt en additiv justeringsparameter i distribusjonsnettet basert på relativ vekst i antall bygg og levert energi nasjonalt. I regional- og sentralnettet ble det gitt inntektsrammeøkninger etter individuelle søknader.
- Den additive justeringsparameteren gav et kronetillegg til inntektsrammen som var definert produktet av en vekstfaktor og nyverdien av nettet til hvert enkelt selskap, inklusive et

<sup>13</sup> Beskrivelsen av de norske erfaringene er basert på ECON (2001), NVE (2006) og NVE (2008).

påslag for driftskostnader. Indeksen var i sin tur definert som veid relativ vekst i antall bygg i fire kategorier og 0,3 multiplisert med utviklingen i levert energi. De fire byggkategoriene var i sin tur en sammenslåing av mer enn 200 underliggende kategorier. Det var ingen geografijustering av justeringsparameteren.

- Det empiriske grunnlaget for modellen var bakttesting av aktuelle historiske kostnadsdata for nettselskapene og bygghdata fra kommuner (ECON, 2001).
- Erfaringene med modellen var at det var utfordrende å finne gode data for den eksogene indikatoren. Det var liten treffsikkerhet på selskapsnivå til tross for en relativt detaljert modell. Det var vanskelig å formidle modellen til nettselskapene og kundene, og det var betydelige administrative kostnader for NVE.

2007-2008:

- Fra 2007 ble den norske reguleringen endret betydelig. I stedet for femårige reguleringsperioder med årlige effektivitetskrav gikk NVE over til årlig beregning av inntektsrammene der historiske kostnader utgjorde 40 prosent av nettselskapenes inntekter og en kostnadsnorm basert på årlig benchmarking 60 prosent.<sup>14</sup>
- Fordi kostnadsgrunnlaget ble oppdatert med to års tidsetterslep, var det de første to årene en egen justeringsmekanisme der nettselskapene fikk et tillegg i inntekten på 1,6 ganger NVEs referanserate (WACC) multiplisert med investeringene to år tidligere (faktoren ble nedjustert til 1,46 for årene 2009 og 2010, det vil si for investeringer gjort i 2007 og 2008). Dette skulle kompensere for nåverditapet ved at investeringene først gikk inn i inntektsrammegrundlaget to år etter at de var gjennomført.
- Fra 2009 er tidsetterslepet fjernet for kapitalkostnadene, slik at justeringsmekanismen er fjernet.

Benchmarkingmodellen som utgjør grunnlaget for kostnadsnormen som teller 60 prosent av inntektene, inneholder tre outputvariabler i distribusjonsnettet: Antall nettstasjoner, antall abonnenter (tilknytninger) og km linje. Geografiske rammevilkår justeres for ved at effektivitetsscore fra trinn 1 korrigeres på grunnlag av en regresjonsanalyse av sammenhengen mellom geografifaktorer og målt effektivitet.

### Sverige

Sverige har historisk ikke benyttet automatiske indikatorer, men hadde i perioden 2003-2009 en nettregulering basert på tilsyn med tariffene i etterkant (ex post) med utgangspunkt i en modell for ideelle nett.<sup>15</sup> Modellen bygde på et sett av eksogene kjennetegn som kundenes lokalisering, installert effekt (sikringsstørrelse), energiforbruk og geografisk utstrekning av nettområdet, og konstruerte på dette grunnlaget et teoretisk idealnett. Komponentene i det teoretiske nettet ble konvertert til kronebeløp ved hjelp av standardkostnader (inklusive justeringer for kvalitet, geografi med mer) og sammenlignet med nettselskapenes faktiske inntekter.

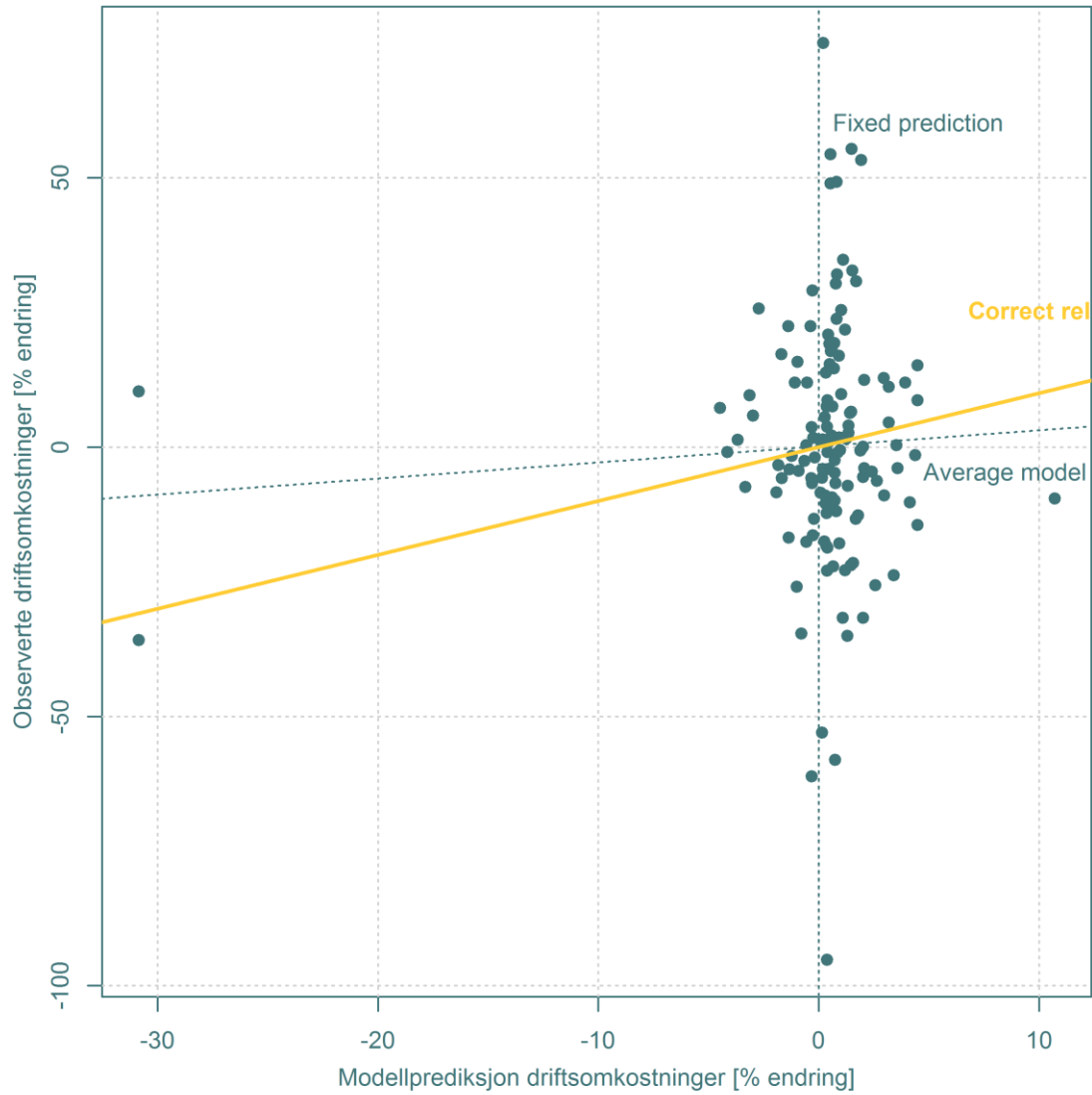
Erfaringene med nätnyttomodellen var at det var svært krevende å etablere både de tekniske og økonomiske sammenhengene og skaffe til veie nødvendige data. Modellen ble møtt med mye kritikk fra bransjen og gav opphav til mange klagesaker, og viste seg i tillegg ikke å tilfredsstillende krav i EUs regelverk til forutsigbarhet og transparens i beregningen av tariff og tillatte inntekter. Modellen ble derfor lagt til side og erstattet av inntektsrammer basert på historiske kostnader fra 2012.

<sup>14</sup> De første årene var vekten for historiske kostnader 50 prosent.

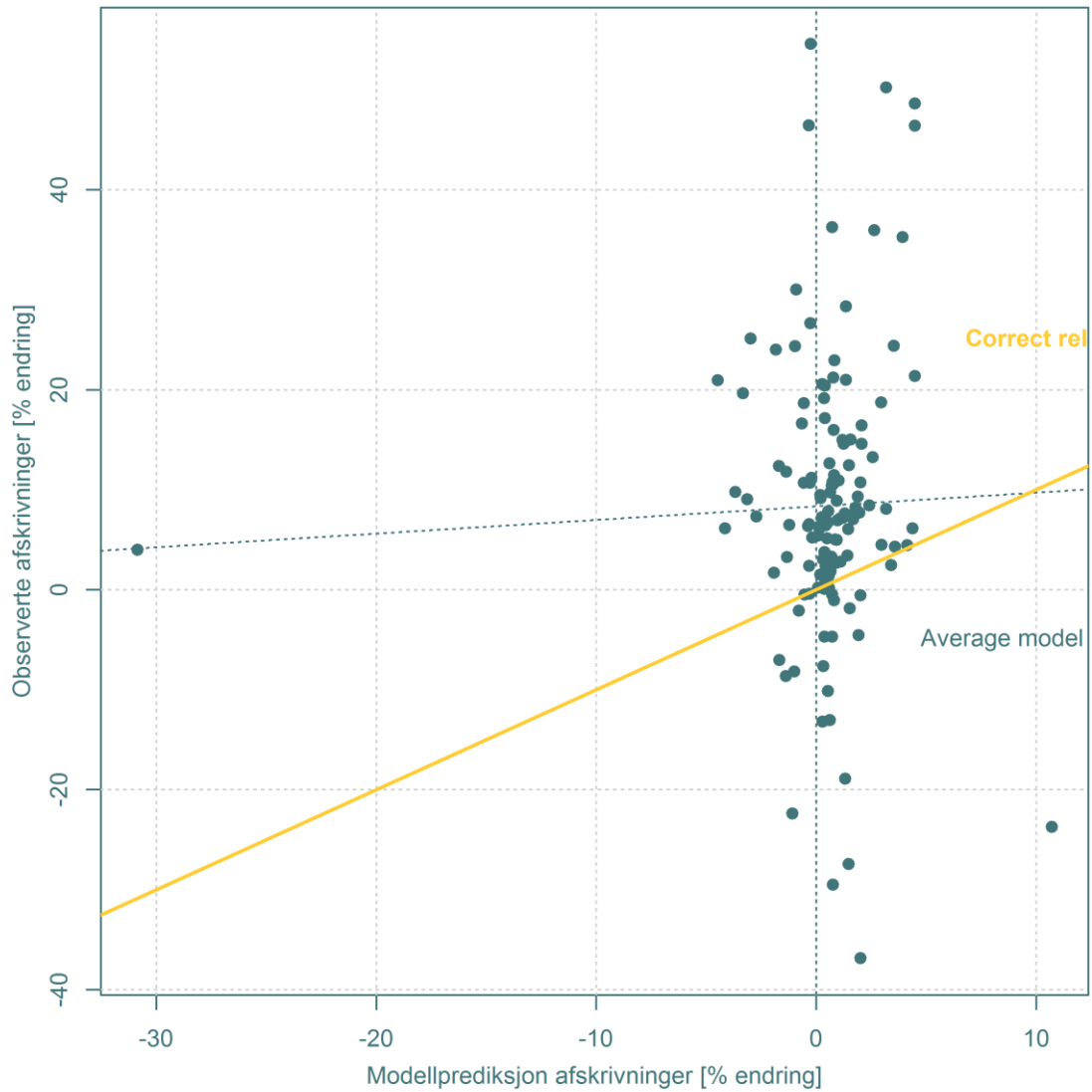
<sup>15</sup> Se Regeringens proposition 2008/09:141 Förhandsprövning av nättariffer for en beskrivelse av den historiske utviklingen av den svenske reguleringen av elnett.

## VEDLEGG 2: DATA

**Figur 13: Driftsomkostninger – back-testing alle observasjoner. To indikatorer med 50/50 og 2011 som basisår.**



**Figur 14: Avskrivninger – back-testing alle observasjoner. To indikatorer med 50/50 og 2011 som basisår.**



**Figur 15: RAB – back-testing alle observasjoner. To indikatorer med 50/50 og 2011 som basisår.**

