

Rapport 2008-152

**Finansiering av  
investeringer i  
regional- og  
sentralnettet**

# **Finansiering av investeringer i regional- og sentralnettet**

Utarbeidet for  
Norges vassdrags- og  
energidirektorat

## **Innhold:**

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....	1
1 INNLEDNING .....	6
1.1 Bakgrunn og problemstilling .....	6
1.2 Data og metode .....	6
1.3 NVEs modeller for distribusjonsnett og regional- og sentralnett .....	8
1.4 Om rapporten .....	9
2 NVES REGULERINGSMODELL – EN PRINSIPIELL ANALYSE.....	11
2.1 Inntektsrammeformelen .....	11
2.1.1 Prinsipielt om incentiveegenskaper .....	11
2.1.2 Incentivene i den norske reguleringen .....	12
2.1.3 Incentivvirkningene ved bruk av anleggsbidrag .....	15
2.1.4 Konsekvensene av NVEs regulering for bransjen samlet sett .....	16
2.1.5 Incentivvirkninger i den gjeldende modellen - prinsipielt.....	17
2.2 Mulige skjjevheter og feil i modellen med betydning for incentivene .....	18
3 DATAGRUNNLAG OG INVESTERINGSSCENARIER.....	19
3.1 Datakilder.....	19
3.2 Investeringsscenarier .....	19
3.2.1 Reinvesteringer .....	20
3.2.2 Framtidige reinvesteringer.....	23
3.2.3 Samspillet mellom reinvesteringer og øvrige kostnader.....	25
3.2.4 Vekst .....	26
3.2.5 Systemforbedringer.....	28
4 ANALYSERESULTATER.....	29
4.1 Alder og reinvesteringer .....	29
4.1.1 Glattede profiler vs. mekaniske reinvesteringer .....	29
4.1.2 Hva betyr utviklingen i prisene på nettanlegg? .....	33
4.2 Spesielle investeringscase.....	35
4.3 Kostnadsreduksjoner.....	38
4.3.1 Kostnadsreduksjoner som følge av investeringer .....	38
4.3.2 Effektivisering .....	39
4.4 Vekstinvesteringer på landsbasis .....	42
4.4.1 Drivkrefter bak regional vekst i nettinvesteringene.....	42
4.4.2 Modellering av vekstinvesteringer over lengre perioder .....	44
4.5 Oppsummering.....	45
5 KONSEKVENSER FOR NETTSELKAPENES INVESTERINGSBESLUTNINGER .....	47
5.1 Betydningen av usikkerhet – prinsipielt .....	47
5.1.1 Usikkerhet i et samfunnsøkonomisk perspektiv .....	47
5.1.2 Usikkerhet fra nettselskapets perspektiv.....	48
5.2 Usikkerhet i praksis i NVEs modell for regional- og sentralnett.....	49
5.3 Robuste investeringsstrategier i regional- og sentralnett .....	51
6 MULIGE ENDRINGER I MODELLEN .....	53
6.1 Endringer i beregningen av kostnadsnormen og kalibreringsmekanismen	53
6.1.1 Endringer av effektivitetsmålingene .....	53
6.1.2 Endringer i kalibreringen .....	55

6.1.3	Spesielt om mindre selskaper med få nettanlegg.....	56
6.2	Endringer av prinsipiell karakter – skifte av modell.....	56
6.2.1	Nyverdi både i DEA-modellen og kostnadsgrunlaget .....	57
6.2.2	Oppgavebasert parametrisk modell .....	58
6.3	Relevansen av resultatene for distribusjonsnett.....	61
	REFERANSER.....	63

## Sammendrag og konklusjoner

### Resymé

*Elnettselskapenes tillatte inntekter er basert på et veid snitt av historiske kostnader og en kostnadsnorm som fastsettes gjennom effektivitetsmålinger. For selskaper som eier anlegg i regional- og sentralnettet (utenom Statnett) er kostnadsnormen basert på en DEA-modell med mengden nettanlegg som viktigste output og bokførte kapital-kostnader. Nettselskapenes belønning for å investere avhenger av modellen for kostnadsnormen. Faktorer som alderen på nettanleggene og bruken av anleggsbidrag viser seg å ha liten betydning for verdien av investeringer når vi ser på utviklingen over en lang periode (60 år). Derimot er svingninger i prisene på nettanlegg viktige. Generelt er det imidlertid vanskelig å estimere verdien av enkeltinvesteringer som følge av mange usikre faktorer, blant annet andre selskapers tilpasning. Endringer i modellen for kostnadsnormen vil i liten grad påvirke disse egenskapene gitt inntektsrammeformelen og en tilleggsbetingelse om at bransjens samlede inntektsramme skal være lik kostnadene. En robust investeringsstrategi, som også tar høyde for framtidige modellendringer, bør i stedet unngå investeringer som åpenbart er samfunnsøkonomisk ulønnsomme og gjennomføre investeringer som er tilsvarende lønnsomme.*

### Bakgrunn

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) regulerer norske nettselskapers tillatte tariffinntekter gjennom et system med inntektsrammer. Inntektsrammene beregnes på grunnlag av historiske kostnader i hvert enkelt selskap samt en kostnadsnorm basert på selskapenes resultater i NVEs effektivitetsmålinger. NVE bruker i dag DEA-metoden (Data Envelopment Analysis) for å fastsette kostnadsnormen på de ulike nettnivåene, med unntak av Statnetts anlegg, hvor normen fastsettes på grunnlag av en internasjonal benchmarking av systemansvarlige nettselskaper. Andre selskapers anlegg i regional- og sentralnettet håndteres i en felles DEA-modell. Inntektsrammene kalibreres på landsbasis slik at forventede inntekter er lik kostnadsgrunnet for selskapene i det enkelte år (inklusive en avkastning på bokført nettkapital lik NVEs referanserente).

Hva slags avkastning selskapene vil oppnå over tid ved investeringer i nettet, er beheftet med usikkerhet. Investeringsincentivene avhenger både av inntektsrammeformelen og metoden for fastsettelsen av kostnadsnormen. Det er dessuten store forskjeller mellom selskapene med hensyn til nettstruktur og rammevilkår. Incentivene som følger av inntektsrammereguleringen blir da spesielt viktige.

### Problemstilling

Vi analyserer følgende problemstilling i denne rapporten:

*Hvilke egenskaper har NVEs gjeldende reguleringsmodell med hensyn til avkastning på investeringer i regional- og sentralnettet, og hvilke endringer kan eventuelt gjøres for å forbedre modellen?*

Vi har tatt utgangspunkt i kostnadsnormmodellen og data for regional- og sentralnettet, men mye av analysen vil også være relevant for distribusjonsnettet. Analysen er derimot i mindre grad relevant for Statnett ettersom selskapets kostnadsnorm fastsettes i henhold til en annen metode.

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra NVE.

## **Konklusjoner og tilrådinger**

### *Reguleringsmodellen gir incentiver til effektive investeringer og kostnadskutt*

NVEs inntektsrammeformel innebærer at en investering er bedriftsøkonomisk lønnsom dersom nettselskapets målte effektivitet er uendret eller øker etter at investeringen er foretatt. Da vil nåverdien av inntektene fra investeringen være høyere enn kostnadene. Virkningene på den målte effektiviteten vil derfor være viktig for lønnsomheten av investeringer. Den målte effektiviteten avhenger av forholdet mellom kostnader og output i hvert enkelt nettselskap, men også av egenskaper ved de selskapene som et gitt nettselskap sammenlignes med i målingene (referanseselskapene eller fronten). Et særtrekk ved DEA-modellen som gjelder for regional- og sentralnettet, er for øvrig at outputvariablene i modellen er definert som nettselskapenes faktiske anleggsmasse.

Kostnadskutt som ikke påvirker nettselskapenes output gir opphav til økt overskudd målt i nåverdi. Det følger av at modellen ikke kan gi lavere målt effektivitet når kostnadene går ned uten at output påvirkes.

### *Selskaper med høye reinvesteringer kommer ikke dårligere ut enn andre over tid – med mindre de faktisk er ineffektive*

Nettselskapene i regional- og sentralnettet skiller seg fra hverandre med hensyn til alderen på nettanleggene. Det er forholdsvis mange selskaper med få nettanlegg, som gjerne også er bygd ut i en konsentrert periode historisk sett, mens de større selskapene normalt har en større portefølje som er bygd ut på forskjellige tidspunkter. Alt i alt er det betydelige forskjeller mellom selskapene med hensyn til tidsprofilen på reinvesteringene de står overfor.

Simuleringer av kontantstrømmene for alle selskapene i regional- og sentralnettet tyder på at nettselskaper som må reinvestere mye i de nærmeste årene, ikke kommer systematisk dårligere ut enn andre nettselskaper. Da har vi lagt til grunn framtidige reinvesteringer i tråd med de historiske investeringsprofilene i hvert enkelt selskap. En viktig forklaring på dette resultatet er at andre nettselskaper også vil reinvestere over tid. At et selskap kommer dårlig ut på kort sikt, kan derfor fort endre seg. En annen faktor er at vi har antatt at det vil være en sammenheng mellom reinvesteringer og øvrige kostnader i nettet. Reinvesteringer antas å føre til lavere KILE-kostnader, tap og vedlikeholdskostnader sammenlignet med en situasjon uten investeringer. De selskapene som ikke oppnår normalavkastning i simuleringene, gjør det fordi de er ineffektive i utgangspunktet, ikke fordi de må reinvestere mye.

Det viser seg også at nåverdien av de framtidige inntektene på landsbasis er om lag lik den bokførte verdien av den initiale nettkapitalen, inklusive anlegg finansiert ved anleggsbidrag. Det innebærer at nåverdien av de framtidige inntektene er stor nok til å forrente den eksisterende nettkapitalen pr. 2009 og de framtidige reinvesteringene.

### *Større investeringer i nye anlegg kan slå både positivt og negativt ut*

Nettselskaper med anlegg i regional- og sentralnettet vil noen ganger stå overfor større enkeltinvesteringer, for eksempel som følge av etablering av storskala kraftforbruk i petroleumssektoren eller kraftintensiv industri, eller utbygging av ny kraftproduksjon. Slike investeringer vil øke nettselskapenes kostnader, men også deres output i DEA-

modellen. I andre tilfeller er det aktuelt å bygge nye linjer eller andre anlegg for å redusere avbruddsrisiko eller overføringstap. Da kan nettselskapenes samlede kostnader gå ned, mens output øker.

Virkingen på den målte effektiviteten varierer mellom selskaper, investeringer og også over tid. Simuleringer basert på realistiske data fra nettselskaper tyder på at noen investeringer vil ha positiv nåverdi for selskapene, mens andre vil ha negativ nåverdi. Lønnsomheten av en gitt investering avhenger av flere faktorer. Investeringskostnaden relativt til økningen i anleggsmassen (nettselskapets output) og virkingen på andre kostnader er viktige parametre. Investeringen kan både påvirke selskapets effektivitet relativt til de eksisterende referanseselskapene, men kan også føre til at selskapet skifter referansesett. Andre selskapers investeringer kan også påvirke verdien av en gitt investering i et selskap. I de tilfellene hvor en investering fører til reduserte kostnader samlet sett, for eksempel som følge av lavere KILE-kostnader, vil den målte effektiviteten øke. Dette gjelder både for selskaper som i utgangspunktet er ineffektive og selskaper som ligger på fronten. Det viktige resultatet i denne sammenhengen er at selskaper som gjør større investeringer godt kan tjene på det, og sannsynligheten er større jo bedre egenskaper investeringene har samfunnsøkonomisk sett.

#### *Sterk vekst og høye investeringer over en lengre periode kan også slå begge veier*

Noen selskaper med anlegg i regional- og sentralnettet vil investere vesentlig mer enn andre over lengre perioder. Det kan skyldes at selskapene må investere mye for å håndtere vekst i befolkningen og økt forbruk i underliggende nett, eller at det skjer betydelig utbygging av småskala vannkraft eller vindkraft i en region.

Konsekvensene av høye investeringer over en lengre periode er vanskelige å analysere kvantitativt på en tilstrekkelig god måte. Det er mulig å konstruere scenarier for den langsiktige investeringsutviklingen på grunnlag av data for befolkningsutvikling og regionale potensialer for ny kraftproduksjon og modellere ulike investeringstrender for selskapene. Resultatene blir imidlertid svært sensitive for de initiale forutsetningene om effektivitet og kostnader ved investeringer pr. selskap. Alternativt kan en se på konsekvensene av et sett av større enkeltinvesteringer med litt forskjellige egenskaper for utvalgte selskaper. Det er en mer realistisk tilnærming, men den er også mer kompleks å analysere. Resonnementet ovenfor om virkingen av større enkeltinvesteringer vil likevel være gjeldende i stor grad. Noen selskaper med høye investeringer vil tendere til å komme godt ut, mens andre vil komme dårlig ut.

Også i dette tilfellet vil nåverdien av de framtidige inntektene på landsbasis være om lag lik den bokførte verdien av nettkapitalen. Det vil si at vekstinvesteringene gir opphav til inntekter som på landsbasis tilsvarer nåverdien av kostnadene ved investeringene.

#### *Anleggsbidrag påvirker lønnsomheten via kalibreringen, ikke målt effektivitet*

Nettselskaper kan bruke anleggsbidrag for å finansiere kundespesifikke investeringer. Bruk av anleggsbidrag for å finansiere en gitt investering påvirker ikke den målte effektiviteten til et nettselskap ettersom kapitalkostnadene i målingene omfatter alle nettanlegg, også de som er finansiert ved anleggsbidrag. Eventuelle endringer i andre kostnader vil også være de samme i begge tilfeller.

Tidsprofilen på nettselskapenes kontantstrøm blir åpenbart endret når anleggsbidrag brukes for å finansiere investeringer. Dette har imidlertid ingen virkning på nåverdien

av investeringene så lenge selskapenes avkastningskrav er lik NVEs referanserente. Som nevnt kan den målte effektiviteten påvirkes på ulike måter av en investering. En investering kan derfor ha positiv eller negativ nåverdi avhengig av virkningen på effektiviteten, men dette har altså ingenting med selve anleggsbidraget å gjøre.

Derimot kan bruken av anleggsbidrag ha en indirekte effekt via kalibreringsmekanismen. Investeringer finansiert ved anleggsbidrag inngår nemlig ikke i grunnlaget ved beregningen av veid gjennomsnittlig effektivitet og kalibrering av kostnadsnormen for hele nettvirksomheten. Dersom målt effektivitet endres for et selskap som følge av en investering, vil derfor selskapets andel av det samlede kostnadsgrunnlaget for bransjen endre seg. Hvorvidt dette slår positivt eller negativt ut for selskapet som gjennomfører investeringen i forhold til inntektsrammefinansiering, avhenger av hvordan de ligger an i forhold til det uveide DEA-gjennomsnittet, samt hvorvidt investeringen alt i alt gir lavere eller høyere kostnader for selskapet.

*Endringer i prisene på nettanlegg har stor betydning for lønnsomheten av investeringer, men den langsiktige prisutviklingen er umulig å forutse*

Prisene på kapitalvarer har steget raskt de siste årene som følge av den globale høykonjunkturen. Dette gjelder også nettanlegg. Nettselskaper som investerer mye i perioder med relativt høye priser på nettanlegg, vil kunne oppleve at effektiviteten går ned på kort sikt. Det skyldes at kapitalkostnadene deres blir høye sammenlignet med selskaper som har investert til lavere kostnader. Motsatt vil selskaper som investerer mye i perioder med lave eller fallende priser kunne oppleve at effektiviteten deres øker.

Simuleringer av nettselskapenes kontantstrømmer med varierende prisutvikling på nettanlegg over tid viser at utviklingen kan ha stor betydning for utfallet for enkelt-selskaper. Vi har sett på to ekstremtilfeller – svært rask prisstigning i en lengre periode etterfulgt av moderat eller ingen prisstigning, og omvendt – hvor det viser seg at selskaper som kommer godt ut i det ene scenariet har en sterk tendens til å komme dårlig ut i det andre.

*Avkastningen av investeringer er beheftet med betydelig usikkerhet – usikkerhet er likevel ikke i seg selv et argument for ikke å investere*

Avkastningen på investeringer i regional- og sentralnettsanlegg er usikker som følge av den usikre virkningen på målt effektivitet, som avhenger av både investeringene selv og andre selskapers valg over tid. En annen faktor er utviklingen i prisen på nettanlegg ettersom kapitalkostnadene måles på grunnlag av bokførte verdier. Utslagene er særlig store for mindre selskaper med få nettanlegg.

Det er imidlertid viktig å være klar over at denne usikkerheten har både en oppside og nedside. Dessuten må det understrekes at usikkerhet knyttet til kostnadsutvikling og andre selskapers atferd er et sentralt kjennetegn ved virksomhet i konkurranseutsatte bransjer. Noen tiltak – for eksempel investeringer som gir større reduksjoner i andre kostnader enn økningen i kapitalkostnadene – vil med stor sannsynlighet være lønnsomme. Tiltak som åpenbart er ineffektive (høye investeringskostnader uten tilsvarende reduksjoner i andre kostnader og/eller beskjeden økning i output) vil på den andre siden i stor grad være ulønnsomme. For mange investeringer vil det imidlertid være vanskelig å forutsi om de vil være lønnsomme eller ulønnsomme. Det er vanskelig å beregne verdien av en investering på en konsistent måte ettersom det krever et meget omfattende



sett av forutsetninger om andre selskapers tilpasning over en lang periode. Disse forutsetningene er i sin tur beheftet med betydelig usikkerhet.

At lønnsomheten av en investering er usikker, er ikke det samme som at den er ulønnsom. Det kan like gjerne være ulønnsomt *ikke* å investere. Når det gjelder prisutviklingen på nettanlegg over tid, er det heller ingen grunn ex ante til å vente at noen spesifikke selskaper vil komme dårligere ut enn andre selskaper. Med mindre det er opplagt at en investering vil gi økt eller redusert effektivitet, er det derfor rasjonelt å anta at investeringen like gjerne kan ha en positiv verdi som en negativ. I sum vil det gi en forventet netto nåverdi i nærheten av null for en stor portefølje av investeringer. Denne typen usikkerhet kompenseres best ved hjelp av risikopremien i referanserenten innenfor en DEA-basert kostnadsnorm. Hvorvidt NVEs gjeldende referanserente er høy nok, har vi imidlertid ikke vurdert i dette arbeidet.

*Overgang til nyverdi eller en aldersuavhengig front reduserer risikoen knyttet til prisendringer på nettanlegg – det kan også være aktuelt å endre kalibreringen*

Andre typer usikkerheter kan gi opphav til skjevheter mellom selskaper av en mer systematisk karakter. Det kan for eksempel skyldes manglende datakvalitet, feil vektning av ulike typer nettanlegg eller utelatte variabler. Dette bør i så fall endres gjennom forbedring av modellen og datagrunnlaget så langt det er mulig. Slike faktorer vil for øvrig være en utfordring også med andre modeller for kostnadsnormen enn DEA. Spesielt viktig er det at kalibrering av inntektsrammene på bransjenivå skaper en inntektsrisiko uansett valg av modell.

Når det gjelder forhold som er direkte knyttet til NVEs inntektsrammeformel og DEA-modell for kostnadsnormen, er det to konkrete endringer som kan vurderes:

- Effektivitetsmålingene kan gjøres på grunnlag av nyverdien av nettanleggene eller en aldersuavhengig front. Det reduserer risikoen knyttet til den nominelle prisutviklingen på nettanlegg når selskapene sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader, men introduserer en annen form for usikkerhet knyttet til prisene som legges til grunn for nyverdiberegningene. Det reduserer også betydningen av alderen på nettanleggene for selskapenes inntektsrammer. Med hensyn til aldersproblematikken tyder imidlertid våre analyser på at aldersforskjeller mellom selskapene vil jevne seg ut over tid, slik at det er mindre viktig å korrigere for slike forhold.
- Inkludering av anleggsbidragsfinansierte investeringer i grunnlaget for kalibrering av inntektsrammene vil fjerne en skjevhet i dagens modell, hvor én og samme investering kan gi ulik effekt på selskapenes kontantstrømmer avhengig av hvordan den er finansiert. Den praktiske betydningen av dette er imidlertid sannsynligvis begrenset, ettersom det vil være vanskelig å forutse gevinsten av å velge anleggsbidrag eller inntektsrammefinansiering.

Ingen av disse endringene vil imidlertid føre til fundamentale endringer i incentivene som modellen gir opphav til. Til syvende og sist er spørsmålet om valg av inntektsrammeregulering og en DEA-modell for kostnadsnormen kontra andre modeller – hvorav avkastningsregulering og en inntektsrammeregulering med en parametrisert oppgavebasert modell for kostnadsnormen peker seg ut som de mest relevante alternativene – et spørsmål om ønsket fordeling av risiko mellom nettselskaper og kunder og hva slags risiko nettselskapene skal eksponeres for. Svaret bør baseres på en vurdering av hva som samlet sett gir en best mulig ressursutnyttelse på lang sikt.

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og problemstilling

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) regulerer norske nettselskapers tillatte tariffinntekter gjennom et system med inntektsrammer. Inntektsrammene beregnes på grunnlag av historiske kostnader i hvert enkelt selskap samt en kostnadsnorm basert på selskapenes resultater i NVEs effektivitetsmålinger. NVE bruker i dag DEA-metoden (Data Envelopment Analysis) for å fastsette kostnadsnormen på de ulike nettnivåene, med unntak av Statnetts anlegg, hvor normen fastsettes på grunnlag av en internasjonal benchmarking av systemansvarlige nettselskaper. Anlegg i regional- og sentralnettet håndteres i den samme modellen. Inntektsrammene kalibreres på landsbasis slik at forventede inntekter er lik kostnadsgrunnlaget for selskapene i det enkelte år (inklusive en avkastning på bokført nettkapital lik NVEs referanserente).

Hva slags avkastning selskapene vil oppnå over tid ved investeringer i nettet, er beheftet med usikkerhet. Investeringsincentivene avhenger både av inntektsrammeformelen og metoden for fastsettelsen av kostnadsnormen. Det er blant annet stilt spørsmål om utjevningen av kontantstrømmen over tid som følge av måten kostnadsnormen fastsettes på, gir en rimelig avkastning for selskaper med store investeringsbehov, enten det skyldes økende alder på nettanleggene eller nyinvesteringer for å håndtere økninger i forbruk eller produksjon av kraft. Dette reiser i sin tur spørsmål om hvordan modellen for fastsettelse av kostnadsnormen, inklusive kalibreringen, eventuelt kan videreutvikles for å bidra til best mulig investeringsbeslutninger samfunnsøkonomisk sett. Ikke minst er dette viktig i regionalnettet (og sentralnettet utenom Statnetts anlegg), hvor nettselskapene ikke har noen plikt til å investere. Det er dessuten store forskjeller mellom selskapene med hensyn til nettstruktur og rammevilkår. Incentivene som følger av inntektsrammereguleringen blir da spesielt viktige.

Vi analyserer følgende problemstilling i denne rapporten:

*Hvilke egenskaper har NVEs gjeldende reguleringsmodell med hensyn til avkastning på investeringer i regional- og sentralnettet, og hvilke endringer kan eventuelt gjøres for å forbedre modellen?*

Vi har tatt utgangspunkt i kostnadsnormmodellen og data for regional- og sentralnettet, men betydelige deler av analysen vil også være relevant for distribusjonsnettet. Analysen er derimot i mindre grad relevant for Statnett ettersom selskapets kostnadsnorm fastsettes i henhold til en annen metode.

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra NVE.

## 1.2 Data og metode

For å analysere egenskapene til reguleringsmodellen, har vi beregnet nåverdien av kontantstrømmene til regional- og sentralnettselskaper under ulike investeringsstrategier og forutsetninger om utviklinger i kostnader og anleggsmasse. De detaljerte beregningene er gjort for et utvalg på 77 selskaper over en 60-årsperiode, men vi har i tillegg tatt hensyn til en terminalverdi (anslått nåverdi av kontantstrømmer etter utløpet

av analyseperioden) slik at beregningene i prinsippet har uendelig tidshorisont. Datagrunnlaget er hentet fra NVEs databaser, supplert med andre relevante kilder.

I kontantstrømberegningene tar vi utgangspunkt i NVEs inntektsrammeformel slik den ble introdusert med virkning fra 2007 inklusive senere justeringer:

$$IR_t = (1 - \rho)K_{t-2} + \rho K_{t-2}^*$$

der  $IR_t$  er inntektsrammen i år  $t$ ,  $\rho$  er andelen som kostnadsnormen utgjør av inntektsrammen (60 prosent fra 2009),  $K_{t-2}$  er historiske kostnader i nettselskapet i år  $t-2$  (justert for inflasjon), mens  $K_{t-2}^*$  er kostnadsnormen for selskapet basert på historiske data. Kostnadsgrunnlaget inkluderer KILE i tillegg til drift og vedlikehold, overførings- tap, avskrivninger og avkastning. For kapitalkostnadene (avskrivninger og avkastning på bokført kapital) benytter vi imidlertid anslåtte kostnader for inneværende år  $t$  (jf. NVE, 2008) og ser bort fra justeringsinntekten som er blitt benyttet for å kompensere for tidsforsinkelsen i oppdateringen av kapitalgrunnlaget. Vi ser dessuten bort fra prognosefeil i anslagene på kapitalkostnadene i år  $t$ . Kostnadene til nettap inngår ikke i beregningen av kostnadsnormen i motsetning til andre kostnader, men inngår i praksis med de faktiske verdiene i inntektsrammefastsettelsen (enhver endring i tapskostnadene gir altså en tilsvarende endring i inntektsrammen, men med en tidsforsinkelse).

Mer presist kan inntektsrammeformelen vi benytter, derfor skrives slik:

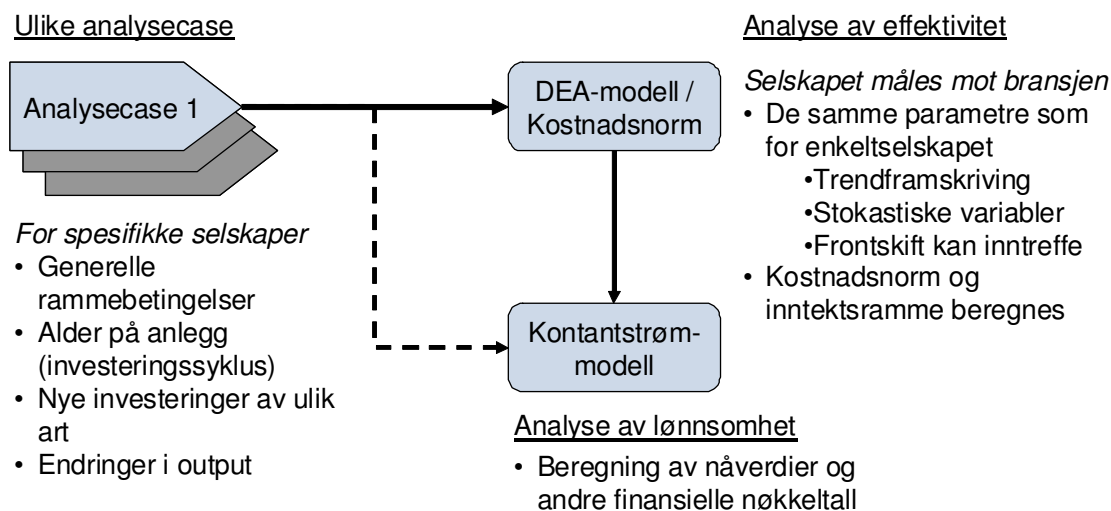
$$IR_t = (1 - \rho)[DV_{t-2} + KILE_{t-2} + TAP_{t-2} + E(AVS_t + AVK_t)] + \rho[\theta\{DV_{t-2} + KILE_{t-2} + E(AVS_t + AVK_t)\} + TAP_{t-2}]$$

der  $\theta$  er selskapets målte effektivitet,  $DV$  er drifts- og vedlikeholdskostnader,  $AVS$  er avskrivninger, mens  $AVK$  er avkastningen (NVEs referanserente ganget med bokført verdi av nettanleggene).  $E()$  betegner forventet verdi. Alle relevante kostnader inflasjonsjusteres (ikke kapitalkostnadselementene). Vi skal anta at forventningene til kapitalkostnadene er korrekte i den forstand at selskapene ikke gjør systematiske feilvurderinger i den ene eller den andre retningen.

Effektiviteten ligger i utgangspunktet mellom 0 (100 prosent ineffektivt, det vil si overhodet ingen verdiskaping) og 1 (100 prosent effektivt, det vil si at det er ikke mulig å produsere det samme for lavere kostnader). Imidlertid inkluderer vi også super-effektivitet,  $\theta > 1$ , i tråd med NVEs gjeldende metodikk. Et annet moment er NVEs kalibrering av kostnadsnormene slik at den veide gjennomsnittseffektiviteten for bransjen blir 1 (100 prosent), som også kan ha betydning for incentivene.

Figuren nedenfor gir en oversikt over analyseopplegget vårt. I tillegg til den detaljerte kvantitative analysen illustrerer vi også noen poenger ved hjelp av enkle eksempler og teoretiske resonnerer.

Figur 1.1 Analysemodell – skisse



### 1.3 NVEs modeller for distribusjonsnett og regional- og sentralnett

NVEs modeller for effektivitetsanalyse er av DEA-typen, én for distribusjonsnett og én for regional- og sentralnett. De er beskrevet i detalj i NVE (2006a, 2006c samt 2007), og vi nøyer oss med å beskrive hovedpunktene nedenfor.<sup>1</sup>

Et nettselskaps målte effektivitet framkommer i en DEA-modell ved å minimere kostnadene gitt selskapets output og rammevilkår og kostnader samt rammevilkår/output for andre selskaper. Selskapets effektivitet måles radielt ved avstanden til den effektive fronten, det vil si hvor stor proporsjonal reduksjon i kostnadene som kreves for at selskapet skal ligge på fronten. En score lik 1 innebærer at selskapet er målt til å være 100 prosent effektivt. En score lik 0,9 innebærer at selskapet må redusere kostnadene med 10 prosent for å ta igjen fronten.<sup>2</sup> Vi kommer nærmere tilbake til virkemåten til en DEA-modell senere.

I tillegg måler NVE såkalt supereffektivitet, som innebærer at et selskap kan få en høyere kostnadsnorm (implisitt innebærer det en justert DEA-score større enn 1). Vi går ikke nærmere inn på metoder for å måle supereffektivitet i denne rapporten, men vil drøfte betydningen av muligheten for en høyere effektivitetsscore enn 1 der det er relevant. Kalibreringen av DEA-resultatene for å sikre at kostnadsnormen blir lik bransjens forventede samlede kostnader kan også ha betydning.

I begge modellene brukes totale historiske kostnader inklusive KILE (beregnete kostnader ved ikke levert energi for nettkundene eller avbruddskostnader) som eneste innsatsfaktor. KILE-kostnadene inngår som et historisk gjennomsnitt. Variabler som

<sup>1</sup> For reguleringen av Statnett benyttes resultatene fra en internasjonal benchmarking av systemansvarlige nettselskaper, ECOM+. Denne kan betraktes som en oppgavebasert parametrisert modell. Se Agrell og Bogetoft (2004) og [www.sumicsid.com](http://www.sumicsid.com) for en nærmere beskrivelse.

<sup>2</sup> Vi ser bort fra distinksjonen mellom teknisk og økonomisk effektivitet (mengde innsatsfaktorer vs. kostnader som input) i denne sammenhengen.

måler output og rammevilkår (som har samme matematiske funksjon i en DEA-modell) er som angitt i tabellen nedenfor:

*Tabell 1.1 Output og rammevilkår i NVEs modeller for effektivitetsmåling*

Distribusjonsnett	Regional- og sentralnett
Antall km høyspentnett	Luftlinjer (185 anleggs kategorier med tilhørende vekter)
Levert energi	Jordkabler (44 anleggs kategorier med tilhørende vekter)
Antall nettstasjoner	Sjøkabler (34 anleggs kategorier med tilhørende vekter)
Antall abonnenter ekskl. fritidsboliger	Grensesnitt (8 vekter for brytere; 5 hovedklasser av transformatorer, hver med mange vekter etter ytelse; 6 hovedklasser av kompenseringсанlegg, hver med mange vekter etter ytelse)
Antall fritidsboligabonnenter	Andel linjer i skog med middels til svært høy bonitet, vektet med antall km luftlinjer
Grensesnittvariabel	
Andel linjer i skog med høy/svært høy bonitet, vektet med antall km høyspent luftlinjer	
Kystklima: Gjennomsnittlig ekstremvind/avstand til kyst, vektet med antall km høyspent luftlinjer	
Gjennomsnittlig antall mm nedbør som snø, vektet med antall km høyspent luftlinjer	

Kilde: NVE (2006c, 2007)

Det er spesielt verdt å merke seg den utstrakte bruken av faktiske nettanlegg i modellen for regional- og sentralnettet, som innebærer at outputmålene i stor grad kan karakteriseres som oppgaver, og ikke som leveranser eller eksogene faktorer. I tillegg innebærer vektene i sammenveiningen av ulike typer nettanlegg til aggregerte kategorier at regulator benytter a priori informasjon til å legge en eksplisitt struktur på forholdet mellom de bakenforliggende variablene. Modellen inneholder på den måten også elementer som minner om en parametrisk modell, hvor fronten i sin helhet er bestemt av slike strukturelle forutsetninger.

## 1.4 Om rapporten

Rapporten inneholder følgende kapitler:

- I kapittel 2 beskriver vi incentivvirkningene i NVEs gjeldende inntektsramme-regulering på prinsipielt grunnlag og diskuterer hva som kjennetegner nettselskapenes beslutninger om investeringer og andre tiltak.
- I kapittel 3 beskriver vi datagrunnlaget som benyttes i den videre analysen og metodikken for å konstruere investeringsscenarioer og framskrivninger av andre relevante data.

- I kapittel 4 presenterer vi resultatene av en rekke simuleringer av nettselskapenes inntektsrammer over en 60-årsperiode på grunnlag av dataene og scenarie-metodikken som ble beskrevet i kapittel 3.
- I kapittel 5 drøfter vi betydningen av resultatene for nettselskapenes investerings-beslutninger med vekt på usikkerhet.
- I kapittel 6 diskuterer vi noen mulige endringer innenfor rammen av NVEs gjeldende reguleringsmodell for regional- og sentralnettet samt relevansen av resultatene for andre mulige reguleringsmodeller og NVEs gjeldende regulering av distribusjonsnettet.

## 2 NVEs reguleringsmodell – en prinsipiell analyse

I dette kapitlet drøfter vi de prinsipielle incentivene i NVEs gjeldende investeringsmodell. Vi ser først på virkningene av selve inntektsrammeformelen. Deretter diskuterer vi hvordan incentivvirkningene ser ut når kostnadsnormen fastsettes på grunnlag av en oppgavebasert DEA-modell, det vil si en modell der nettselskapenes output ikke måles på grunnlag av eksogene leveranser i en eller annen dimensjon, men endogene størrelser som mengden nettanlegg i ulike kategorier. Avslutningsvis peker vi kort på mulige skjevheter i incentivene som kan oppstå som følge av feil i selve DEA-modellen eller datagrunnlaget.

For mer detaljerte analyser av incentivene i dagens reguleringsmodell henviser vi til ECON og Oeconomica (2006) samt Econ Pöyry (2008a). For en nærmere beskrivelse av DEA-modeller henviser vi til blant annet Agrell og Bogetoft (2003) og Bjørndal og Bjørndal (2006a, 2006b) samt NVE (2006a).

### 2.1 Inntektsrammeformelen

#### 2.1.1 Prinsipielt om incentivegenskaper

I dette avsnittet ønsker vi å se på hvilke krav vi bør stille til incentivegenskapene til effektivitetsmålingene. Vi kan definere incentiver mer presist slik: *Et nettselskap har bedriftsøkonomiske incentiver til å gjennomføre et tiltak dersom nåverdien av de framtidige kontantstrømmene som følge av et tiltak er større enn nåverdien av kostnadene ved å gjennomføre tiltaket.* Det er i prinsippet likegyldig om verdien av kontantstrømmene øker som følge av a) høyere inntekter, b) ved at selskapet blir gjenstand for lavere kutt i inntektene enn det som ellers ville ha vært tilfelle eller c) gjennom lavere kostnader. Avkastningen av et gitt tiltak kan godt være negativ så lenge avkastningen ved ikke å gjennomføre tiltaket er enda mer negativ.<sup>3</sup>

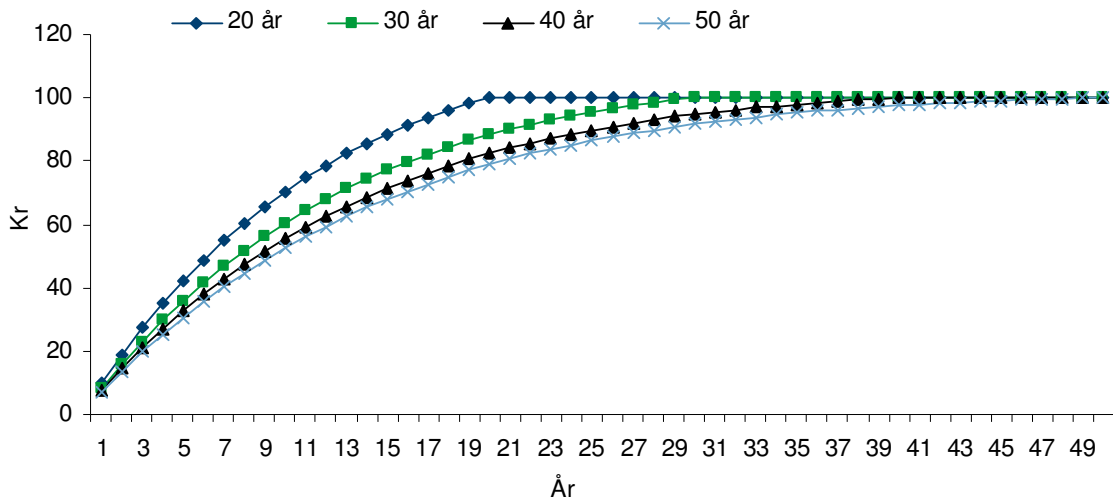
I vurderingen av incentivvirkningene er det viktig at alle framtidige kontantstrømmer tas hensyn til. En vurdering av incentivene til å gjøre et gitt tiltak, for eksempel en investering, krever i prinsippet at kontantstrømmene over hele levetiden anslås og neddiskonteres med netteiernes avkastningskrav. Selv om kontantstrømmer langt fram i tid har en begrenset nåverdi, må de likevel tas med i regnestykket. I figuren nedenfor viser vi den akkumulerte nåverdien av en nettinvestering på 100 kr med 20, 30, 40 og 50 års levetid. Vi har antatt at inntektene fra investeringer kommer i form av avskrivninger og avkastning på den bokførte kapitalen over levetiden, der avkastningen beregnes på grunnlag av en rente som er lik netteiernes avkastningskrav.<sup>4</sup> Den akkumulerte nåverdien er dermed lik investeringskostnaden når levetiden utløper.

---

<sup>3</sup> Om nettselskapet har en exit-mulighet, er det selvsagt ikke likegyldig over tid om den forventede avkastningen ved å drive nettvirksomhet er -8, 0 eller 8 prosent.

<sup>4</sup> Alternativt kunne kapitalkostnadene ha vært målt som en annuitet. Det ville ha gitt samme nåverdi og 100 prosent kostnadsdekning ved utløpet av levetiden, men med en litt annen tidsprofil på inntektene.

Figur 2.1 Akkumulert nåverdi av en nettinvestering under forskjellige levetider



Kilde: Econ Pöyry

### 2.1.2 Incentivene i den norske reguleringen

En forenklet utgave av den gjeldende norske reguleringen kan skrives slik:

$$IR = (1 - \rho)K + \rho\theta K$$

Notasjonen er den samme som vi benyttet innledningsvis.

Vi vil i det følgende analysere incentivvirkningene ved å beregne nåverdien av kontantstrømmene som et tiltak – for eksempel en investering – gir opphav til, fratrukket nåverdien av kostnadene ved tiltaket, det vil si den verdien nettselskapet sitter igjen med etter at tiltaket er gjennomført. Kontantstrømmen (med betegnelsen *CF* for Cash flow i det følgende) kan generelt skrives som

$$CF = \text{Inntekter} - \text{Driftskostnader} - \text{Investeringer} - \text{Skatter}$$

Vi vil se bort fra skattene i denne rapporten.

Nettselskapenes inntekter bestemmes som vi har sett av kostnadsgrunnlaget og den målte effektiviteten. Det er klart at incentivvirkningene vil avhenge av flere faktorer:

- Endringer i kostnadsgrunnlaget, både positive endringer som økte kapital-kostnader på grunn av investeringer og negative endringer som følge av reduserte kostnader (for eksempel lavere KILE-kostnader).
- Endringer i målt effektivitet som følge av endringer i kostnadsgrunnlaget og eventuelt output (gjennom økt mengde nettanlegg).

Endringen i kontantstrømmen som følge av et gitt tiltak kan generelt skrives slik:

$$\Delta CF = \Delta IR - \Delta K = (1 - \rho)\Delta K + \rho\Delta(\theta K) - \Delta K = \rho\Delta(\theta K) - \rho\Delta K = \rho[\Delta(\theta K) - \Delta K]$$

Dette gjelder for alle tiltak, både investeringer og tiltak på driftssiden inklusive feilretting og driftsstanser som følge av planlagt vedlikehold. Sammenhengen vil gjelde



i alle år hvor tiltaket er virksomt. Uttrykket i parentesen er generelt positivt for alle tiltak som oppfyller

$$\rho[\Delta(\theta K) - \Delta K] > 0 \Leftrightarrow \Delta(\theta K) - \Delta K > 0 \Leftrightarrow \theta_1 K_1 - \theta_0 K_0 - (K_1 - K_0) > 0$$
$$\Updownarrow$$
$$\theta_1 K_1 - \theta_0 K_0 > K_1 - K_0$$

der  $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_0$ , det vil si differansen mellom målt effektivitet på tidspunkt 1 (etter tiltaket) og tidspunkt 0 (før tiltaket).

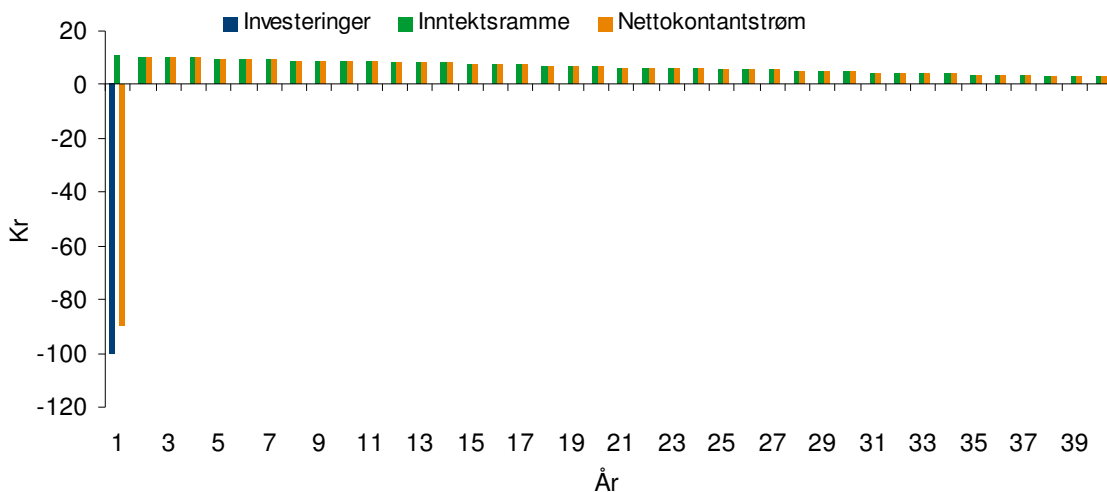
De prinsipielle incentivvirkningene med denne inntektsrammeformelen er analysert i detalj i Econ Pöyry (2008a), og vi nøyer oss i denne sammenhengen med å illustrere virkningen på kontantstrømmen av en investering ved hjelp av et stilisert eksempel:

- Det gjøres en investering på 100 kr med 40 års levetid. Investeringen inngår i nettselskapets kostnadsgrunnlag for inntektsrammen med avskrivninger og avkastning på bokført kapital. Vi antar at avskrivningene skjer i henhold til levetiden (1/40 pr. år over levetiden), mens referanserenten er 8 prosent nominelt før skatt, som også er lik netteiers avkastningskrav.
- Vi antar i utgangspunktet at nettselskapet er 100 prosent effektivt både før og etter investeringen, slik at endringen i kostnadsgrunnlaget som følge av investeringen blir fullt ut reflektert i selskapets kostnadsnorm.
- Øvrige kostnader påvirkes ikke.

At øvrige kostnader ikke påvirkes, er ikke noen realistisk forutsetning, men er valgt for å vise den grunnleggende sammenhengen mellom investeringer, effektivitet og incentiver. I virkeligheten må konsekvensene av en investering blant annet ses i forhold til selskapets faktiske anleggsmasse, alder osv. I den empiriske analysen senere i rapporten ser vi på en rekke eksempler og case hvor disse sammenhengene er tatt hensyn til på forskjellige måter.

Med de forenklete forutsetningene får vi bildet i figuren nedenfor, hvor vi viser investeringer, inntekter og nettokontantstrøm fra investeringen. Nåverdien av investeringen er akkurat lik investeringskostnaden.

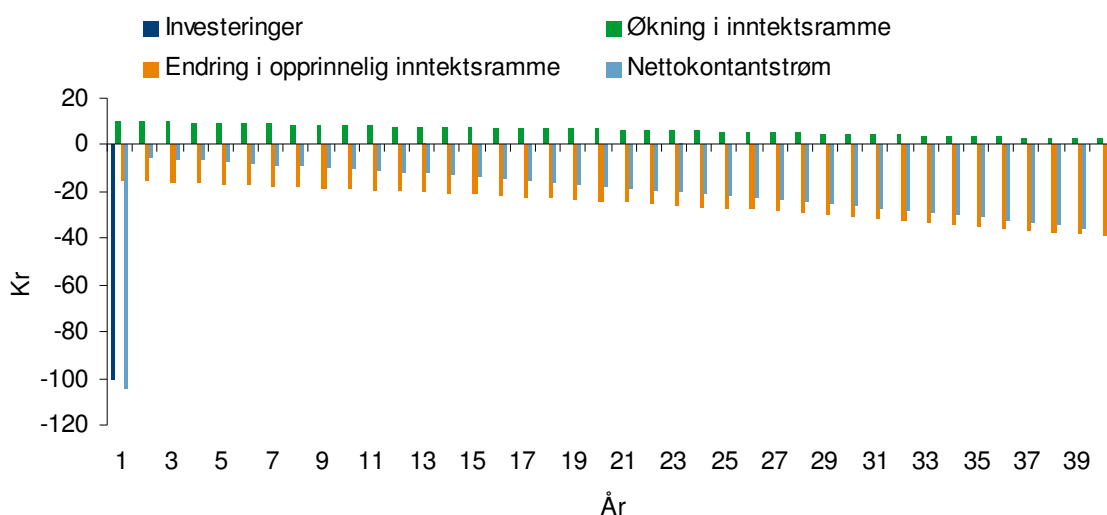
Figur 2.2 *Kontantstrømmer fra stilisert investeringsprosjekt med 40 års levetid og uendret effektivitet*



Kilde: Econ Pöyry

Vi kan også illustrere virkningen dersom selskapets målte effektivitet endres som følge av investeringen. Vi ser på to tilfeller: Effektiviteten reduseres til 95 prosent eller øker til 105 prosent. Da må vi i tillegg inkludere virkningen av redusert/økt kostnadsnorm for resten av kostnadsgrunnlaget. Vi antar at det øvrige kostnadsgrunnlaget er 500 kr og at det øker med en inflasjonsrate på 2,5 prosent pr. år over levetiden til investeringen. Dette gir bildet i figuren nedenfor når målt effektivitet reduseres (vi ser bort fra tidsforsinkelser i oppdateringen av datagrunnlaget for effektivitetsmålingene):

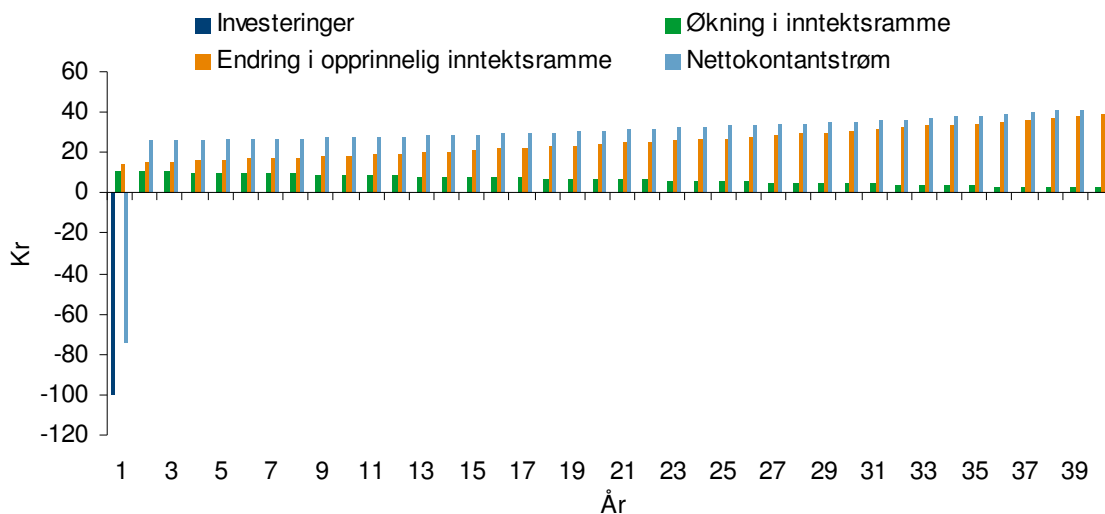
Figur 2.3 *Kontantstrømmer fra stilisert investeringsprosjekt med 40 års levetid og redusert effektivitet*



Netto nåverdi av investeringen blir i dette tilfellet negativ.

Når målt effektivitet øker, får vi følgende bilde:

Figur 2.4 *Kontantstrømmer fra stilisert investeringsprosjekt med 40 års levetid og økt effektivitet*



Kilde: Econ Pöyry

Nå blir netto nåverdi av investeringen positiv.

Generelt vil NVEs modell gi positiv nåverdi av alle investeringer som fører til at målt effektivitet øker, jf. Econ Pöyry (2008a). Selv om et selskap er målt som ineffektivt i utgangspunktet, vil økningen i effektivitet som følge av investeringen gi en økt verdi av selskapet, ettersom kostnadsnormen for de opprinnelige nettanleggene øker. Dersom målt effektivitet er uendret, er netto nåverdi null.

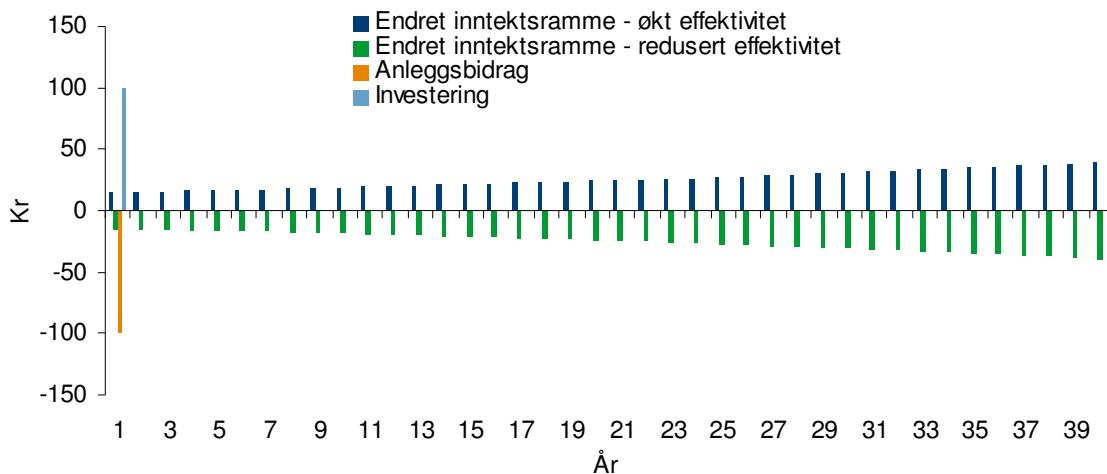
### 2.1.3 Incentivvirkningene ved bruk av anleggsbidrag

Nettselskapene kan velge å finansiere nettinvesteringer via anleggsbidrag i de tilfellene hvor det er snakk om å gjennomføre kundespesifikke investeringer (for eksempel en radial for å knytte nytt storskala forbruk til regionalnettet). Incentivene til å gjennomføre slike investeringer avhenger av endringene i kontantstrømmene på samme måte som for andre investeringer. Vi kommer tilbake til håndteringen av anleggsbidrag i NVEs effektivitetsmålinger i senere avsnitt, men nøyer oss i første omgang med å påpeke at investeringer finansiert ved anleggsbidrag inngår i kostnadsgrunlaget i DEA-modellen på samme måte som investeringer i nettselskapenes balanse som finansieres via de løpende tariffene. Kapitalkostnadene i input i DEA-modellen øker som følge av investeringen, samtidig som output øker (avhengig av hva slags type nettanlegg det er snakk om). I tillegg kan andre kostnader påvirkes. Dersom en anleggsbidragsfinansiert investering er effektiv gitt NVEs modellformulering, vil DEA-resultatet for det aktuelle selskapet øke. Denne virkningen er imidlertid akkurat den samme som om investeringen var blitt finansiert via tariffene i stedet.

Nedenfor viser vi virkningen på kontantstrømmene av en investering finansiert ved anleggsbidrag under ulike forutsetninger om virkningene på målt effektivitet. Dersom målt effektivitet ikke påvirkes, har anleggsbidraget bare en kontantstrømeffekt på investeringstidspunktet. Dersom målt effektivitet påvirkes, vil imidlertid inntektsrammen endres. I det første året får nettselskapet en inntekt i form av anleggsbidraget som er akkurat lik investeringskostnaden, mens det fra og med investeringsåret og ut levetiden til investeringen oppstår en inntektsrammeeffekt som er positiv eller negativ

avhengig av virkningen på målt effektivitet. Dette er prinsipielt det samme resultatet som vi fikk for investeringer finansiert gjennom inntektsrammen i forrige avsnitt.

*Figur 2.5 Kontantstrømmer fra stilisert investeringsprosjekt med 40 års levetid og ulike virkninger på målt effektivitet, finansiert med anleggsbidrag*



Kilde: Econ Pöyry

### 2.1.4 Konsekvensene av NVEs regulering for bransjen samlet sett

NVEs inntektsrammer kalibreres årlig på landsbasis slik at de tillatte inntektene er akkurat lik de forventede kostnadene. I teorien skal dette over tid føre til at nåverdien av kontantstrømmene for nettvirksomheten samlet skal være akkurat lik den bokførte verdien av nettkapitalen på ethvert tidspunkt, jf. eksemplene ovenfor. Driftsresultatet for nettselskapene vil svare til en nominell avkastning før skatt på den bokførte nettkapitalen som er akkurat lik NVEs referanserente. En slik kontantstrøm har pr. definisjon samme nåverdi som den initiale bokførte kapitalen.<sup>5</sup>

Figuren nedenfor viser utviklingen i kontantstrømmene til et eksempelnett over en 40-årsperiode. Eksempelnettet kan godt tolkes som den norske nettvirksomheten samlet. Figuren bygger på følgende forutsetninger:

- NVE-renta er satt til 8 prosent, som også er lik netteiers nominelle avkastningskrav før skatt.
- Framtidig årlig inflasjon og historisk inflasjon er 2,5 prosent pr. år.
- Drift- og vedlikeholdskostnader er antatt lik 150 kr pr. år reelt, KILE-kostnader 50 kr.
- Den initiale bokførte kapitalen er 1417 kr, mens de årlige avskrivningene er lik 1/40 av historisk kost. De historiske investeringene inkludert i bokført verdi

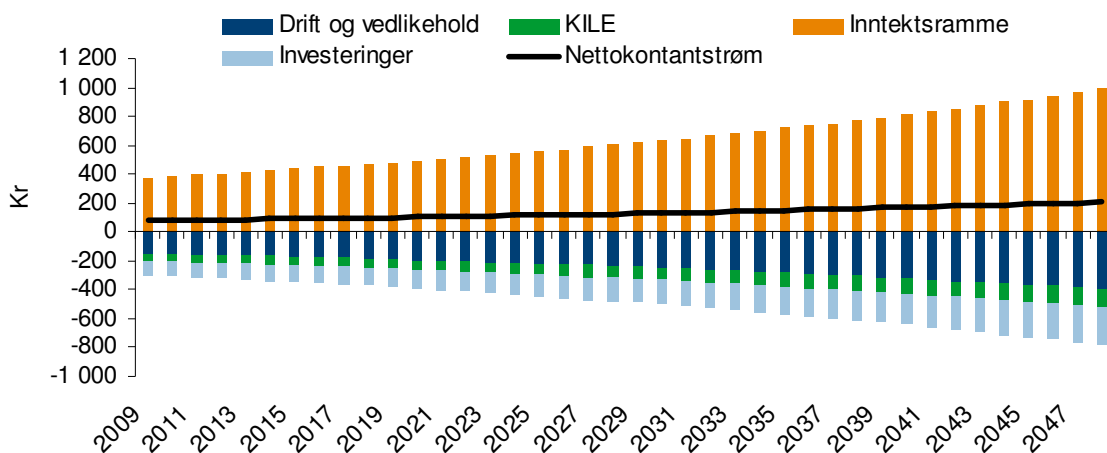
---

<sup>5</sup> Kontantstrømmen er i dette tilfellet ekvivalent med renter og avdrag på et serielån, der det årlige avdraget er konstant i nominelle termer, mens de nominelle renteutgiftene er fallende over tid etter hvert som lånet tilbakebetales. Et alternativ er å beregne en konstant reell årlig kapitalkostnad (realannuitet) som dekker både avskrivninger og avkastning på nettkapitalen, som er ekvivalent med et annuitetslån. Nåverdien av kontantstrømmene skal være den samme uavhengig av hvordan kapitalkostnadene måles, gitt at rente- og levetidsforutsetninger er konsistente. Se Econ Pöyry (2008b) og referansene der for nærmere diskusjoner av metoder for å måle kapitalkostnader.

innledningsvis er blitt bygd i løpet av de 40 foregående årene. Nyverdien av nettet er 4000 kr ved starten av analyseperioden.

- Alle nettanlegg har 40 års levetid og reinvesteres fullt ut ved utløpet av levetiden. Reinvesteringskostnadene inflasjonsjusteres på linje med andre kostnader.
- Nettselskapet er antatt å være 100 prosent effektivt etter kalibrering.

Figur 2.6 *Kontantstrømmer til eksempelnett med konstant mengde nettanlegg (kontinuerlige reinvesteringer)*



Kilde: Econ Pöyry

Når vi tar hensyn til at nettanleggene vil generere inntekter også etter utløpet av 40-årsperioden (ettersom de er blitt reinvestert underveis), blir nåverdien av kontantstrømmene lik den initiale bokførte verdien.

Merk at kalibreringen skjer for alle nettnivåer samlet og ikke for hvert nivå enkeltvis. Dette kan gi opphav til enkelte skjevheter med hensyn til fordelingen av inntektsrammene mellom nettselskaper (jf. Bjørndal og Bjørndal, 2006b). I denne rapporten skal vi imidlertid se bort fra slike virkninger og se på inntektsrammene i regional- og sentralnettet isolert sett.

## 2.1.5 Incentivvirkninger i den gjeldende modellen - prinsipielt

Vi har ovenfor drøftet hvilke betingelser som effektivitetsmålingen må oppfylle for at nettselskaper skal ha incentiver til å effektivisere og investere innenfor NVEs inntektsrammeregulering. Følgende krav er oppfylt i den gjeldende modellen:

- Inntektsrammereguleringen gir incentiver til å effektivisere (redusere kostnader) dersom målt effektivitet ikke reduseres som følge av et kostnadskutt.
- Alle nettselskaper har incentiver til å gjennomføre effektive investeringer (i betydningen målt til å være effektive i en gitt modell for benchmarking), også selskaper som er målt til å være ineffektive initialt. Det skyldes at effektive investeringer øker den målte effektiviteten i et ex ante ineffektivt selskap.

For at incentivene skal være samfunnsøkonomisk riktige, kreves det at modellen for effektivitetsmåling fanger opp de relevante tekniske og økonomiske sammenhengene mellom kostnader, rammevilkår og output. I tillegg må det tas hensyn til kalibreringen

av inntektsrammene. I den norske inntektsreguleringen er det ikke de faktiske effektivitetsmålingene som er viktige, men de *relative* målingene. Etter at selskapene er målt mot hverandre og gitt en effektivitetsscore, blir alle inntektsrammene justert slik at forventet avkastning i bransjen totalt sett blir lik NVEs referansereente.

## 2.2 Mulige skjevheter og feil i modellen med betydning for incentivene

Vi har vist ovenfor at nettselskapene har incentiver til å gjøre investeringer som blir målt til å være effektive. Et sentralt spørsmål blir derfor hva slags investeringer og tiltak som måles til å være effektive. I den sammenhengen er det enkelte faktorer som åpenbart vil ha betydning:

- *Utelatte variabler.* Dersom én eller flere variabler som har signifikant betydning for forskjeller i kostnader mellom selskaper er utelatt, for eksempel viktige geografiske rammevilkår, er det en betydelig risiko for at noen selskaper blir målt til å være mindre effektive enn de faktisk er. Det kan i neste omgang bety at de får for lave inntekter av investeringer.
- *Feilspesifiserte variabler.* Variablene i modellen kan være de riktige i utgangspunktet, men de kan være spesifisert på feil måte. Det kan for eksempel dreie seg om gal vektning av ulike typer nettanlegg ved definisjonen av de aggregerte outputvariablene, eller geografiske rammevilkår som er målt på en uhensiktsmessig måte. Også i dette tilfellet vil noen selskaper risikere å komme dårligere ut på grunn av svakheter i modellen og ikke på grunn av genuine effektivitetsforskjeller, noe som igjen svekker investeringsincentivene for disse selskapene.
- *Feil i data.* Endelig er det klart at rene datafeil kan gi gale resultater for enkelt-selskaper, med tilhørende uheldige konsekvenser for investeringsincentivene. I dette tilfellet kan feilene trekke i retning av for sterke eller for svake incentiver, avhengig av typen feil.

Alle disse forholdene er viktige for incentivvirkningene, men det er utenfor rammen av denne rapporten å drøfte konsekvensene av datafeil, utelatte eller feilspesifiserte variabler. Dette er problemer som må finne sin løsning uansett, og som dels også vil gjelde andre typer av modeller for effektivitetsmåling.<sup>6</sup> I stedet er vi opptatt av å se nærmere på om det er spesielle trekk ved NVEs DEA-modell som sådan, herunder metodikken for beregning av kapitalkostnader, som gir gale investeringsincentiver, og om det er systematiske skjevheter i modellen utenom det vi beskrev ovenfor. Vi er også opptatt av å beskrive de empiriske egenskapene til modellen med hensyn til forventet avkastning og usikkerhet mest mulig presist.

I tillegg må det tas hensyn til virkningene av metodikken for å beregne supereffektivitet og kalibreringen av inntektsrammene på landsbasis.

---

<sup>6</sup> En grundig test av slike spørsmål krever også at vi har detaljerte data for alternative variabeldefinisjoner og gjør omfattende analyser av ulike spesifikasjoner av DEA-modellen.

## 3 Datagrunnlag og investeringsscenarier

I dette kapitlet beskriver vi datagrunnlaget for analysene og definisjonene av ulike investeringscase til bruk i modellsimuleringene og nåverdiberegningene. Alle beregninger er gjort med utgangspunkt i en antatt situasjon pr. 1. januar 2009.

### 3.1 Datakilder

Vi har benyttet følgende datakilder i analysene:

- NVEs grunnlagsdata for inntektsrammeberegningene for perioden 2004-2007 er brukt som utgangspunkt for å kalibrere analysemodellen og lage anslag på startverdier for kostnader og output. I enkelte simuleringer er bare dataene for 2004-2006 benyttet sammen med en framskrivning av 2007-data.<sup>7</sup> 2008-dataene er i alle tilfellene framskrevet på grunnlag av historiske data.
- Uttrekk fra NVEs database for nettanlegg i regional- og sentralnettet, TEK.
- Konkrete data for enkeltinvesteringer og investeringsserier fra et utvalg nettselskaper.

I tillegg er det hentet inn supplerende data fra NVE (2005), Statistisk sentralbyrå (befolkningsprognoser fram mot 2030, samt konsumprisindeksen) og Econ Pöyrys egne oversikter over potensialet for ny kraftproduksjon (basert på NVEs databaser for konsesjonssøknader, egne spørreundersøkelser og forskjellige offentlige kilder). De supplerende dataene er benyttet for å kalibrere andre data og konstruere forskjellige analysecase.

### 3.2 Investeringsscenarier

Generelt er det tre typer av nettinvesteringer som kan gjennomføres:

- Reinvesteringer – det vil si utskifting av nettanlegg ved utløpet av levetiden
- Vekst – det vil si investeringer som legger til rette for økt forbruk av kraft, eventuelt økt innmating fra kraftproduksjon i et område
- Systemforbedringer – det vil si tiltak som gir en mer effektiv kraftflyt eller reduserer risikoen for avbrudd (spenningsoppgradering, bygging av reservelinjer)

Forskjellige investeringer kan påvirke kostnader og output på ulik måte. Det typiske bildet er gjengitt i tabellen nedenfor:

---

<sup>7</sup> 2007-dataene forelå først ved utgangen av november 2008.

Tabell 3.1 Virkningene av ulike typer nettinvesteringer på kostnader og output

Type investeringer	Endring i variabel				
	Output	Kapitalkostnader	Drift og vedlikehold	Tap*	KILE
Reinvesteringer	0	>0	<0	<0	<0
Vekst	>0	>0	>0	>0	>0
Systemforbedringer	>0	>0	<>0	<0	<0

\* Overføringstap inngår ikke i effektivitetsmålingene og normeres heller ikke som beskrevet tidligere, men er tatt med i tabellen for helhetens skyld.

Forutsetningene om økning i output gjelder DEA-modellen for regional- og sentralnettet, hvor output i praksis er det samme som mengden nettanlegg fordelt på ulike anleggskategorier. Vi skal i det følgende anta at det bare finnes én type nettanlegg med en fast levetid på 30 år (i selve simuleringene benyttes ulike typer nettanlegg med forskjellige levetider).

### 3.2.1 Reinvesteringer

Vi skal anta at reinvesteringer i utgangspunktet følger denne generelle formelen:

$$REINV_t = f(INV_{t-l}, NYV, p(t), \gamma(t))$$

der  $REINV_t$  er reinvesteringer i år  $t$ ,  $INV_{t-l}$  er den opprinnelige investeringen  $l$  år tidligere (slik at  $l$  er det samme som anleggenes levetid),  $NYV$  er nyverdien av anleggene (kostnaden ved å bygge dem i dag), mens  $p(t)$  er en funksjon som beskriver prisutviklingen for de aktuelle anleggene. Endelig er  $\gamma(t)$  en parameter som beskriver produktivitetsutviklingen siden investeringstidspunktet, det vil si hvor stor andel av den opprinnelige investeringen som faktisk må gjøres på nytt.<sup>8</sup> Prisutviklingen vil normalt trekke i retning av høyere nominelle kostnader til reinvesteringer, mens produktiviteten normalt vil øke og trekke i retning av lavere nominelle kostnader.

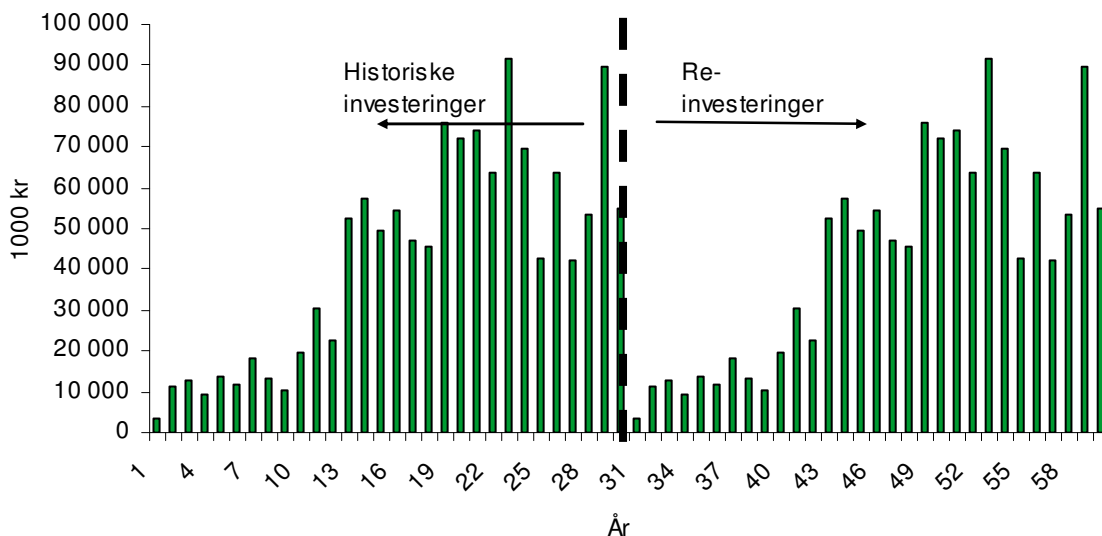
Et nettselskap vil typisk ha en rekke anlegg med forskjellig alder i sin portefølje, fra helt nye til anlegg som kanskje er 70-80 år gamle. For å illustrere metodikken skal vi i første omgang nøye oss med å se på totalt 30 årganger av historiske nettinvesteringer og anta at det ikke finnes noen eldre anlegg. Det er en forenkling for illustrasjonsformål, men vi kommer tilbake til en mer detaljert inndeling av nettanleggene i kapittel 4.

Vi viser først et eksempel på hvordan reinvesteringene fordeler seg over en 30-årsperiode på grunnlag av en gitt investeringsprofil, uten å ta hensyn til inflasjon og produktivitetsutvikling. I dette tilfellet er det et én-til-én-forhold mellom historiske investeringer og reinvesteringer, både målt i kroner og ved den fysiske anleggsmassen. Profilen i figuren er en illustrasjon, men er realistisk i den forstand at den viser at investeringene gjerne skjer i bølger.

<sup>8</sup> Konsumprisindeksen vil fange opp den generelle produktivitetsutviklingen i samfunnet, slik at det vi her sikter til, er ekstra produktivitetsutvikling for nettanlegg.



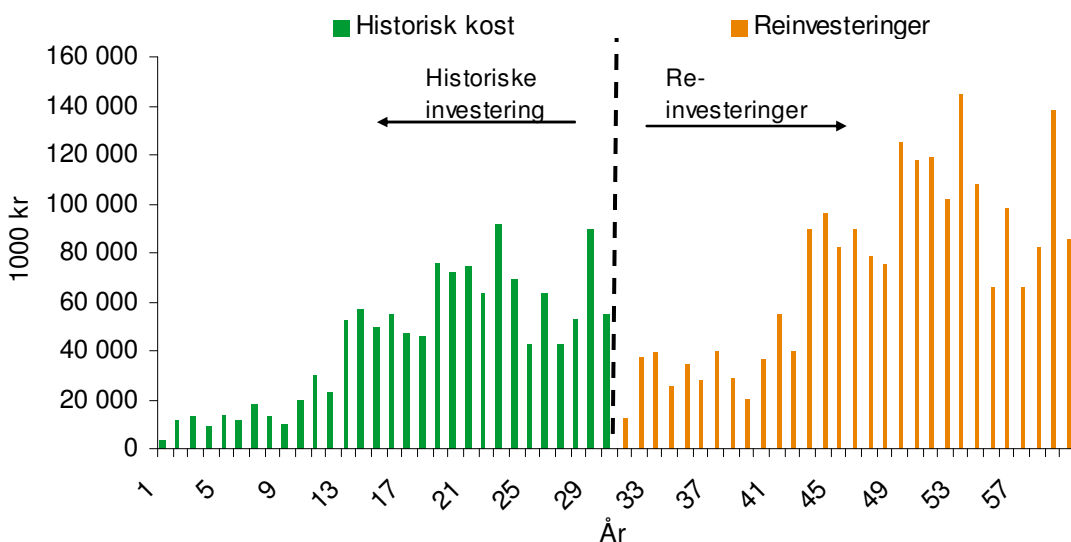
Figur 3.1 Eksempel på historisk investeringsprofil og tilhørende framtidige reinvesteringer. Reelle kroneverdier



Kilde: Econ Pöyry

I det mer realistiske tilfellet som vi vil legge til grunn for modellsimuleringene, tar vi hensyn til inflasjon og produktivitetsutvikling siden investeringstidspunktet. I figuren nedenfor viser vi en historisk investeringsprofil basert på den samme serien som i forrige figur. Reinvesteringene fra år 31 er imidlertid nå basert på historisk inflasjon siden opprinnelig investeringstidspunkt samt en forventet framtidig inflasjon på 2,5 prosent pr. år og en produktivitetsvekst på 1 prosent pr. år.

Figur 3.2 Eksempel på historisk investeringsprofil og tilhørende framtidige reinvesteringer. Nominelle kroneverdier



Kilde: Econ Pöyry

For hvert selskap konstruerer vi en historisk nettinvesteringsserie basert på NVEs anleggsdatabase og som i størst mulig grad er konsistent med bokførte verdier ved inngangen av analyseperioden og standardavskrivningstider. Anlegg uten informasjon

om idriftsettelsesår plasseres i tid i henhold til den nasjonale trenden fra øvrige nettanlegg i NVEs TEK-database.

Reinvesteringene i år  $t$  blir beregnet slik:

$$REINV_t = NYV_{t-l} (1 + p_t)^{t-t_0} (1 - \gamma_t)^{t-t_0}$$

$p_t$  er den generelle inflasjonsraten, mens  $\gamma_t$  er årlig vekst i produktiviteten med hensyn til nettinvesteringer.  $t_0$  er starten av analyseperioden. Vi beregner altså en reinvestering i år  $t$  med utgangspunkt i nyverdien av anleggene som ble investert i år  $t-l$ . Denne måles først ved nyverdien i starten av analyseperioden, men justeres til kroneverdien i år  $t$  på grunnlag av den akkumulerte pris- og produktivitetsutviklingen fra  $t_0$ . Både det generelle prisenivået og produktiviteten antas å endres med en konstant rate i framtiden i henhold til denne formelen. For nyverdien i  $t_0$  har vi tatt utgangspunkt i NVEs nyverdiberegninger pr. 1998 og oppjustert disse med konsumprisindeksen til dagens kroneverdi (en økning på 18,6 prosent). Gitt de sterke prisøkningene de siste årene på nettanlegg (og kapitalutstyr generelt), er det sannsynlig at dette undervurderer verdiene, men for de relative forskjellene mellom selskaper spiller det en mindre rolle. Vi drøfter for øvrig betydningen av prissvingninger på nettanlegg nærmere i kapittel 4.

Figuren nedenfor viser spredningen i utvalget med hensyn til alder basert på en aldersindikator. Aldersindikatoren er beregnet på grunnlag av forholdet mellom bokført verdi og nyverdi pr. selskap i henhold til følgende formel:

$$ALDER = \left( 1 - \frac{Bokført}{Nyverdi} \right) \cdot 42$$

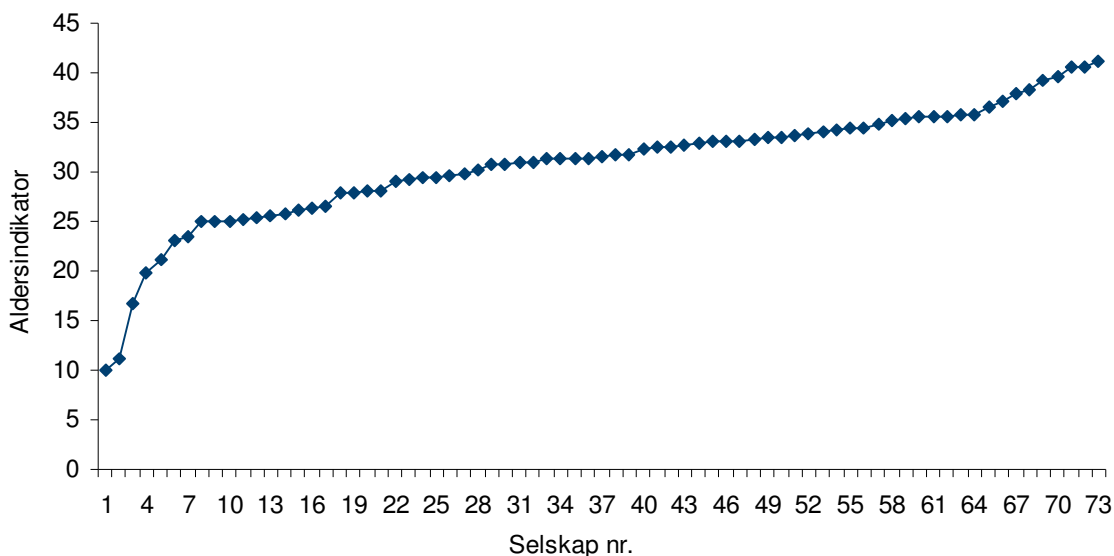
der 42 år er veid gjennomsnittlig teknisk levetid for de ulike kategoriene av nettanlegg (hentet fra TEK).

To selskaper med høyere bokført verdi enn estimert nyverdi er utelatt i figuren. Nyverdiene er beregnet på grunnlag av NVEs database for nettanlegg samt kostpriser pr. 1998, oppjustert til 2007-kroneverdier ved hjelp av konsumprisindeksen.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Dette vil sannsynligvis undervurdere den generelle kostnadsøkningen for investeringer i energisektoren de seneste årene. De usikre globale makroøkonomiske utsiktene vil kunne trekke i motsatt retning i de kommende årene. Vi kommer tilbake til hva svingninger i prisene på nettanlegg betyr nedenfor.

**Figur 3.3**      *Estimert alder på nettanlegg i selskaper med anlegg i regional- og sentralnettet*



Kilde: Econ Pöyry, NVE

Det er ikke er noen sterk sammenheng mellom alderen på nettanleggene pr. selskap og størrelsen målt ved nyverdien. Korrelasjonskoeffisienten mellom alder og størrelse er 0,07, det vil si en svært svak tendens til at store nettselskaper også har høyere alder på anleggsmassen. Sammenhengen er enda svakere dersom vi måler størrelse ved bokført verdi i stedet. Det er ikke uventet at sammenhengen er svak ettersom de store nettselskapene typisk har sammensatte porteføljer av nettanlegg som er bygd ut over en lengre periode.

### 3.2.2 Framtidige reinvesteringer

Reinvesteringene er beregnet ut fra følgende tekniske levetider pr. kategori (fra NVE, 2005):

**Tabell 3.2**      *Nettanlegg med tilhørende levetider og regnskapsmessige avskrivningstider*

Anleggstype	Levetid	Avskrivningstid
Avgang	40	25
Jordkabel	50	40
Kompensering	40	35
Luftlinje	40	40
Sjøkabel	50	40
Transformator	45	35

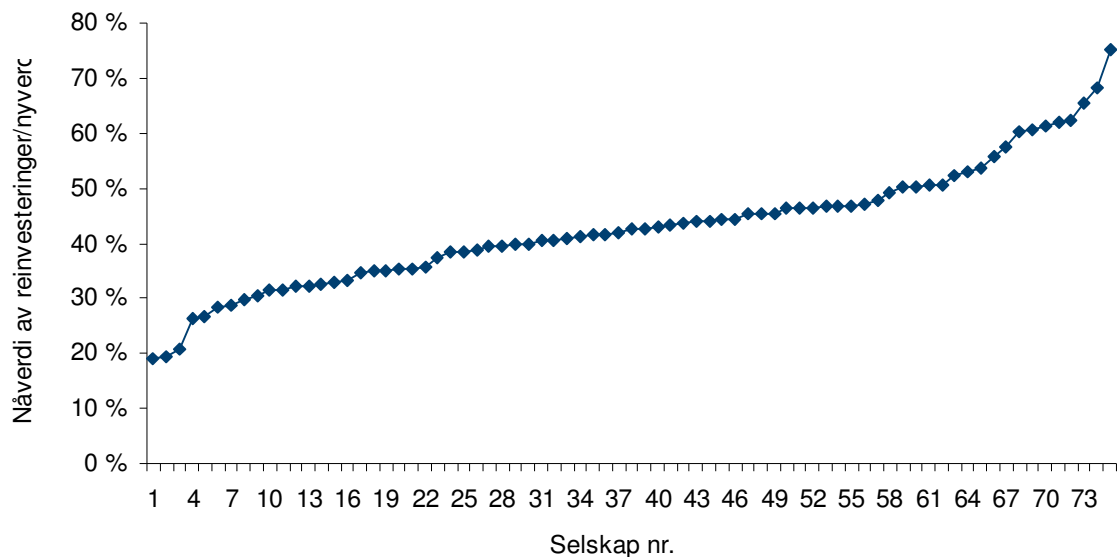
Kilde: NVE

Vi har i utgangspunktet antatt at alle anleggsmidler reinvesteres etter utløpet av teknisk levetid til 100 prosent av nyverdien, justert for framtidig inflasjon. Vi kan få et bilde av tidsprofilen på reinvesteringene pr. selskap ved å se på nåverdien av reinvesteringene i forhold til nyverdien pr. 2009. Jo høyere denne nåverdien er, desto eldre er nett-

anleggene og desto høyere er andelen reinvesteringer i de nærmeste årene. Denne indikatoren kan åpenbart ikke være høyere enn 100 prosent eller lavere enn 0 prosent. 100 prosent innebærer at hele nettet reinvesteres i 2009, mens 0 prosent innebærer at ingen nettanlegg reinvesteres overhodet.

I figuren nedenfor viser vi selskapene rangert etter forholdet mellom nåverdi av reinvesteringer og nyverdi (selskapsnummereringen er derfor en annen enn i den forrige figuren).

Figur 3.4 Nåverdi av reinvesteringer i forhold til nyverdi pr. selskap

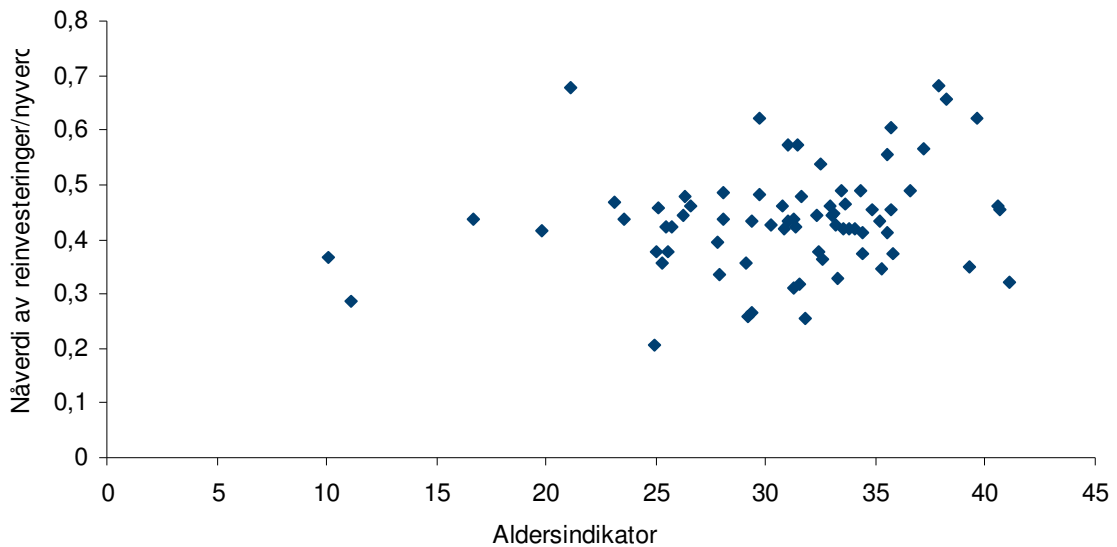


Kilde: NVE, Econ Pöyry

Med denne metodikken er det en klar sammenheng mellom aldersindikatoren på nettanleggene og nåverdien av reinvesteringene pr. selskap målt i prosent av nyverdien.<sup>10</sup> Det er vist i spredningsdiagrammet nedenfor.

<sup>10</sup> Reinvesteringene i dette scenariet skjer i henhold til en kombinert strategi der 1,19 prosent av anleggsmassen reinvesteres pr. år, mens 1,19 prosent av anleggsmassen (målt i nyverdi) reinvesteres i henhold til det historiske investeringstidspunktet. Bildet blir i stor grad sammenfallende med andre reinvesteringsstrategier så lenge de er knyttet til den historiske investeringsprofilen i noen grad.

Figur 3.5 Nåverdi av reinvesteringer vs. aldersindikator pr. selskap



Kilde: NVE, Econ Pöyry

Prisen på reinvesteringer for hvert selskap er basert på NVEs normaliserte nyverdier av 1998 (justert for årlig inflasjon og produktivitetsvekst), mens bokførte verdier per 2007 naturligvis benytter historiske anskaffelseskostnader. Det innebærer at vil selskapene over tid nærme seg hverandre med hensyn til effektivitet i kapitalkostnader.

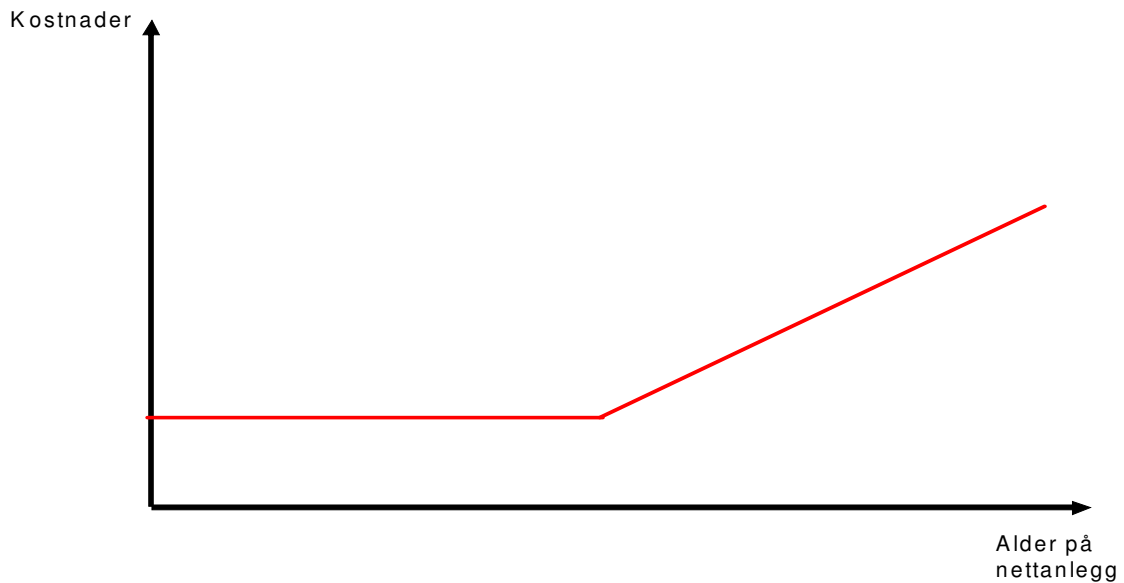
### 3.2.3 Samspillet mellom reinvesteringer og øvrige kostnader

Utskifting av gamle anlegg må ventes å gi lavere kostnader, selv om sammenhengen ikke nødvendigvis er svært sterk. Det gjelder særlig kostnader til vedlikehold (jo eldre anlegg, desto høyere er normalt vedlikeholdsbehovet) og KILE-kostnader (risikoen for feil er høyere for eldre anlegg). Det kan også tenkes at overføringstapene går ned dersom de nye anleggene er av en nyere og mer effektiv type.

I modellen tas dette hensyn til ved at andre kostnader starter å øke lineært halvveis i levetiden til anleggene (før dette er de reelt konstante). Kostnadsfunksjonen kan oppfattes som en lineær tilnærming til en geometrisk funksjon som reflekterer en stigende feilsannsynlighet for nettkomponenter utover i levetiden (jf. NVE, 2005). Økningen kan om ønskelig spesifiseres separat for de tre hovedtypene kostnader. Kostnadsøkningen justeres i tråd med inflasjon og produktivitet på linje med andre kostnader.

Reinvesteringer bringer kostnadene tilbake til en trend (reelle konstante kostnader i første halvdel av levetiden). Dette introduserer en negativ samvariasjon mellom reinvesteringer og andre kostnader. Den prinsipielle metodikken er illustrert i figuren nedenfor.

Figur 3.6 Sammenhengen mellom alder på nettanlegg og kostnader (eksklusive kapitalkostnader) – prinsippskisse



For hvert enkelt nettselskap beregnes en aldersindikator som beskrevet ovenfor. Jo høyere alder utover et visst punkt, desto større er kostnadene til drift og vedlikehold, KILE og overføringstap. Etter hvert som alderen synker som følge av reinvesteringer, vil også kostnadene gå ned.<sup>11</sup>

### 3.2.4 Vekst

Vekstinvesteringer i regional- og sentralnettet er kjennetegnet ved at nye nettanlegg blir bygd for å betjene et økt forbruk, enten i industrien tilknyttet høyere nettnivåer eller i det underliggende distribusjonsnettet, eller økt produksjon av kraft. Slike investeringer vil typisk føre til økte kostnader til drift og vedlikehold og eventuelt også KILE og overføringstap, avhengig av hva slags vekst og investeringer det er snakk om. At det bygges nye nettanlegg pr. forutsetning, innebærer også at output i DEA-modellen øker.

Veksten kan generelt være av to typer:

- Langsiktig trendvekst, for eksempel som følge av en jevn årlig vekst i elektrisitetsforbruket i et område.
- Vekst som skyldes sprang i kapasiteten, for eksempel som følge av etablering av storskala forbruk (industri eller petroleumsvirksomhet), og som typisk har en ”engangskarakter”.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Vi har gjort enkelte sensitivitetsberegninger med andre forutsetninger om sammenhengen mellom reinvesteringer og øvrige kostnader. Blant annet vil sammenhengen mellom KILE og alder være mer komplisert fordi *redundans* eller reservekapasitet i nettet er et viktig tiltak for å øke leveringssikkerheten. Alderen til enkeltanlegg vil derfor i en del tilfeller ha underordnet betydning (på lang sikt er det selvsagt et problem dersom alle anleggene blir svært gamle). Andre forutsetninger endrer imidlertid ikke de prinsipielle konklusjonene vi trekker i kapittel 4.

<sup>12</sup> Investeringene i regional- og sentralnettet i Midt-Norge som følge av Norsk Hydros utvidelse på Sunndalsøra og ilandføringen av Ormen Lange-gassen på Nyhamna kan tjene som eksempler på slike investeringer.

Vi kan inkludere begge typer vekstinvesteringer i modellen. Det skjer med utgangspunkt i nyverdien i nettet ved starten av analyseperioden. Nyverdien framskrives gjennom analyseperioden på grunnlag av følgende formel:

$$NYV_t = NYV_{t-1}(1 + p_t)(1 - \gamma_t)$$

$p_t$  er igjen inflasjonsraten, mens  $\gamma_t$  er årlig vekst i produktiviteten.

Trendveksten beregnes slik:

$$INV_t^{TREND} = \delta^{TREND} NYV_{t-1}(1 + p_t)(1 - \gamma_t)$$

der  $\delta^{TREND}$  er den prosentvise veksten i nettet i forhold til året før, målt relativt til nyverdien justert for inflasjon og produktivitetsvekst. Vi antar at det på bransjenivå er et én-til-én-forhold mellom investeringene målt i kroner og veksten i output i DEA-modellen:

$$\frac{INV_t^{TREND}}{NYV_{t-1}(1 + p_t)(1 - \gamma_t)} = \frac{OUTPUT_t}{OUTPUT_{t-1}}$$

Vi antar at den prosentvise veksten i nyverdien av anleggsmassen er lik den prosentvise veksten i output – for hele mengden regional- og sentralnettselskaper. Dette kunne også vært gjort individuelt for hvert selskap, men dette ville betydd at historiske forskjeller i kapitaleffektivitet ble videreført. Et bransjesnitt er derfor benyttet for trendvekst. Videre kan det med trendvekst være mest hensiktsmessig å operere med den samme relative veksten i alle outputmål. Med andre ord kan vi for eksempel anta at 1 prosent vekst i nyverdien innebærer 1 prosent vekst i antall linjer, sjøkabler, jordkabler samt grensesnittvariabelen. Dette kan imidlertid varieres i modellberegningene.

Den sprangvise veksten beregnes i henhold til følgende formel:

$$INV_t^{SPRANG} = \delta^{SPRANG} NYV_{t-1}(1 + p_t)(1 - \gamma_t)$$

der  $\delta^{SPRANG}$  er den prosentvise veksten i nettet i forhold til året før, igjen målt relativt til nyverdien justert for inflasjon og produktivitetsvekst. For output er det mest hensiktsmessig å operere med et fåtall sprang av en viss størrelse i modellen (det følger av forutsetningene om denne typen investeringer). Grunnlaget for disse investeringene er basert på spesifikk informasjon om investeringsprosjekter fra et utvalg nettselskaper, og vi har beregnet endret output for hvert scenario basert på NVEs vekstsystem.

For hvert år oppdateres nyverdien med pris- og produktivitetsutviklingen. Nyinvesteringer legges til i nyverdien etter hvert som de skjer i henhold til følgende formel:

$$NYV_t = NYV_{t-1}(1 + p_t)(1 - \gamma_t) + INV_t^{TREND} + INV_t^{SPRANG}$$

### Sammenheng med andre kostnader

Som nevnt er det grunn til å vente at andre kostnader vil øke som følge av nyinvesteringer, avhengig av hva slags vekst det er snakk om. For de sprangvise investeringene er dette beregnet som nominell økning basert på innhentet informasjon, med det kan naturligvis også uttrykkes som en viss andel av investeringskostnaden:

$$\Delta K_t = \kappa \Delta NV_t$$

der  $\Delta K_t$  er kostnadsendringen i kroner og  $\kappa$  er den prosentvise økningen i kostnadene  $K$  målt som andel av investeringene i år  $t$ . Økningen kan spesifiseres separat for de tre hovedtypene kostnader (drift og vedlikehold, KILE, tap). Kostnadsøkningen antas å vedvare over levetiden til investeringen.

For investeringer som reflekterer trendvekst er øvrige kostnader (utenom kapital-kostnadene) økt proporsjonalt med samme vekstrate. Det innebærer at selskapenes relative kostnadsforhold (og output) beholdes, noe som er en forenkling. På den annen side er det vanskelig å differensiere dette på tvers av selskapene.

### 3.2.5 Systemforbedringer

I dette tilfellet har vi å gjøre med investeringer i nye nettanlegg som bidrar til reduserte kostnader til KILE og/eller overføringstap, for eksempel ved bygging av en reservelinje inn til et større forbrukspunkt. Dette er med andre ord ikke investeringer som er motivert ut fra vekst i kraftforbruk eller – produksjon, men som bidrar til økt leverings-sikkerhet og eventuelt mer effektiv kraftflyt (lavere tap).<sup>13</sup> Virkningene på kostnadene til drift og vedlikehold er det ikke mulig å si noe om a priori. Investeringene spesifiseres i henhold til en gitt profil og tar utgangspunkt i nyverdien av anleggene, og gir opphav til en økning i output som står i forhold til investeringene. Framgangsmåten er på den måten tilsvarende den vi bruker for nyinvesteringer:

$$INV_t^{SYSTEM} = \delta^{SYSTEM} NYV_{t-1} (1 + p_t) (1 - \gamma_t)$$

Der toppskriften *SYSTEM* betegner investeringer som gir systemforbedringer. Nyverdien oppdateres med investeringer i løpet av analyseperioden på samme måte som med vekstinvesteringene.

#### Sammenheng med andre kostnader

I dette tilfellet kan kostnader til drift og vedlikehold komme til å øke, avhengig av hva slags investering det er snakk om, mens det er grunn til å vente at KILE og overføringstap går ned. I modellen tas dette hensyn til ved at andre kostnader endres med en viss andel av investeringskostnaden på samme måte som for vekst-investeringene:

$$\Delta K_t = \kappa \Delta NV_t$$

der  $\Delta K_t$  er kostnadsendringen i kroner og  $\kappa$  er den prosentvise endringen i kostnadene  $K$  målt som andel av investeringene i år  $t$ . Økningen kan spesifiseres separat for de tre hovedtypene kostnader. Kostnadsøkningen antas å vedvare over levetiden til investeringen, og justeres med inflasjon og produktivitetsutviklingen.

---

<sup>13</sup> I praksis vil imidlertid slike investeringer ofte kunne legge til rette for økt forbruk.



## 4 Analyseresultater

I dette kapitlet presenterer vi resultatene fra analysene av de ulike casene for reinvesteringer og vekst som vi beskrev i forrige kapittel. Vi ser først på de rendyrkede reinvesteringsscenariene, før vi drøfter andre typer investeringer.

Den utviklede modellen regner på alle regional- og sentralnettselskaper med alle relevante dataprofiler over 60 år og genererer dermed store mengder data. Mens NVE bruker betraktelige ressurser på å kvalitetssikre data og resultater hvert år, er det ikke hensiktsmessig å gjøre dette årlig i modellen for alle scenarier og sensitiviteter. Det er derfor brukt tid på å kalibrere basisscenariene og frontsekskapene i scenariene, mens ekstreme utslag for selskaper som ikke ligger på fronten, lukes ut fra datagrunnlaget underveis. Det er likevel rimelig å forvente enkelte ekstreme utslag også innenfor denne tilnærmingen både for front og ikke-frontsekskaper, ettersom beregningene er basert på framskrivinger over en så lang periode som 60 år.

### 4.1 Alder og reinvesteringer

#### 4.1.1 Glattede profiler vs. mekaniske reinvesteringer

Med våre forutsetninger om 100 prosent reinvesteringer av alle anlegg og en veid gjennomsnittlig levetid på 42 år vil de årlige reinvesteringene ligge på 2,38 prosent av samlet nyverdi i gjennomsnitt (2,38 prosent er lik  $1/42$ ). Vi ser på resultatene fra to forskjellige scenarier med hensyn til reinvesteringene:

- Reinvesteringene skjer helt og holdent i henhold til den historiske aldersprofilen.
- Kombinasjon av reinvesteringer i henhold til historisk profil og fast andel av nyverdi pr. år, for 3 kategorier av selskaper:
  - For store selskaper: Halvparten av investeringene skjer i henhold til den historiske aldersprofilen, mens den resterende halvparten skjer med en fast prosentsats pr. år. Det betyr at 1,19 prosent av nyverdien i hvert selskap reinvesteres årlig, mens 1,19 prosent i gjennomsnitt over en investeringscyklus reinvesteres i henhold til en profil.
  - For mellomstore selskaper: 3/4 av reinvesteringene skjer i henhold til profilen, slik at ca. 0,60 prosent av nyverdien reinvesteres årlig.
  - For små selskaper: Reinvesteringene skjer i sin helhet ut fra den historiske aldersprofilen.

I begge tilfeller fordeles utskiftingen av et gitt anlegg over 2 kalenderår.

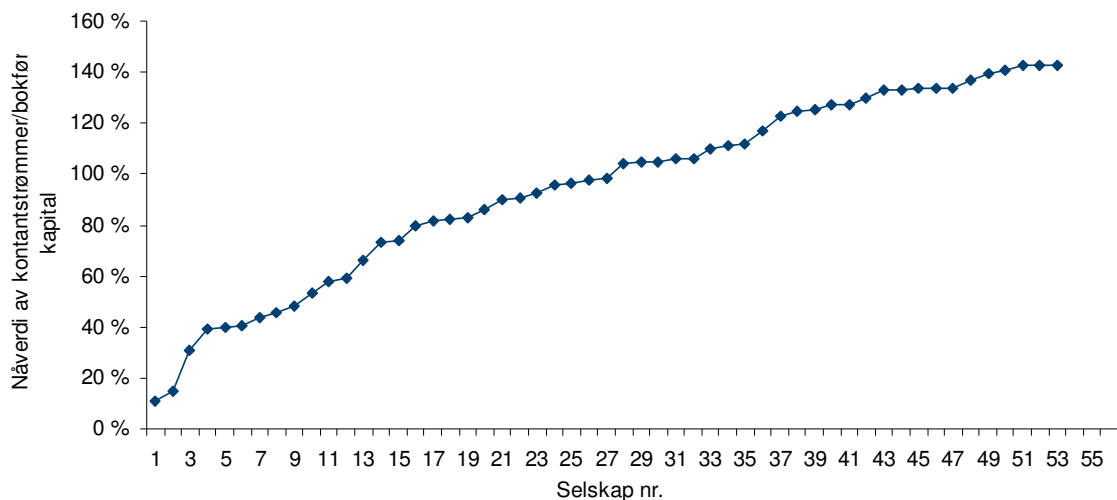
Med våre forutsetninger får vi årlige reinvesteringer i om lag samme størrelsesorden som i NVEs beregninger i NVE (2005). Der opereres det med årlige reinvesteringer i intervallet 1,8-2,7 prosent av nyverdien i de nærmeste tiårene. Tallene i NVE (2005) inkluderer også Statnetts anlegg i regional- og sentralnett, men det er ingen grunn til å tro at tallene for regionalnettet avviker vesentlig fra dette.

## Glattede reinvesteringsprofiler

Vi ser først på tilfellet med glattede reinvesteringsprofiler i henhold til de tre selskapskategoriene beskrevet ovenfor. I figuren nedenfor viser vi nåverdien av kontantstrømmene i prosent av bokført verdi, før vi har tatt hensyn til eventuelle justeringer for selskaper som ligger på grensen for minimumsavkastning.<sup>14</sup>

Den samlede nåverdien av kontantstrømmene er 11,25 milliarder kroner, som er noe i overkant av bokført verdi av nettkapitalen, inklusive verdien av anleggsbidragsfinansierte investeringer. Det indikerer at den forventede avkastningen i prosent av bokført kapital er noe høyere enn NVEs referanserente når vi ser bransjen under ett.<sup>15</sup> Det er ingen sammenheng mellom størrelse og nåverdi av kontantstrømmer i forhold til bokført verdi, med unntak av at ytterpunktene i hver ende av fordelingen typisk er små selskaper. Justering for minimumsavkastningen på 2 prosent har bare marginal betydning for de samlede resultatene, i størrelsesorden noen titalls millioner kroner med hensyn til samlet nåverdi.<sup>16</sup>

*Figur 4.1      Nåverdi av kontantstrømmer relativt til bokført verdi pr. selskap i basisscenariet for reinvesteringer*



Kilde: Econ Pöyry

En dekobling av reinvesteringer og øvrige kostnader påvirker ikke resultatene vesentlig, verken for nettvirksomheten samlet eller for enkelt-selskaper.

---

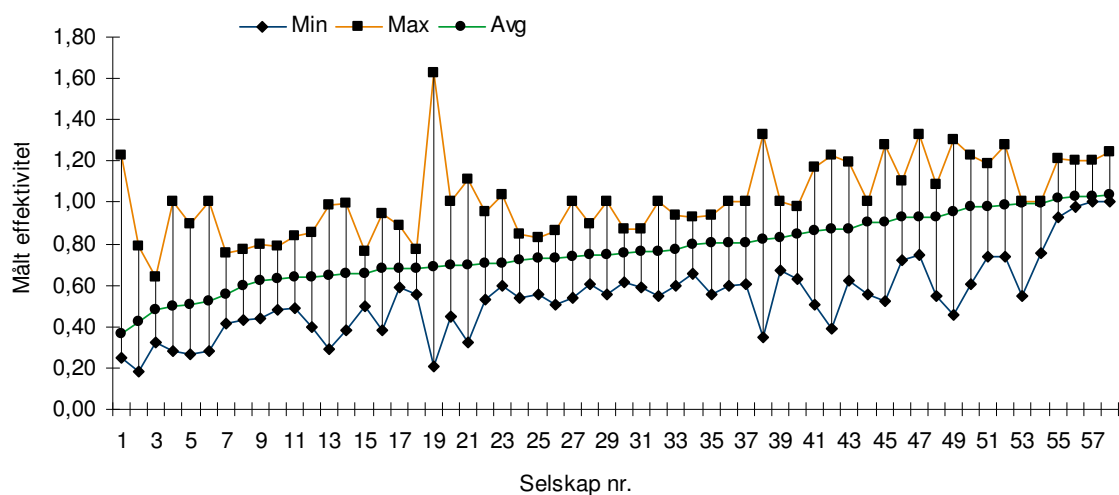
<sup>14</sup> Vi har utelatt noen få selskaper med negativ nåverdi av nettokontantstrømmene fra figuren. Dette er små regionalnett med bare et fåtall anlegg i porteføljen. Vi har også utelatt noen selskaper med svært høye verdier (mer enn 150 prosent av bokført verdi). Dette er også i hovedsak små selskaper med få anlegg.

<sup>15</sup> I teorien skal nåverdien være eksakt lik bokført kapital gitt NVEs kalibreringsmekanisme, jf. diskusjonen i kapittel 2. Vi får et lite avvik som følge av en kombinasjon av flere faktorer, blant annet den eksakte periodiseringen av inntekter og kostnader i hvert enkelt år samt avviket mellom regnskapsmessig og teknisk levetid. I tillegg kan håndteringen av selskaper med ekstreme resultater i effektivitetsmålingen ha en viss betydning.

<sup>16</sup> Vi må ta forbehold om at vi har justert for minimumsavkastning over hele 60-årsperioden og ikke pr. femårsperiode. Noen selskaper kan godt ligge under minimumsavkastningen i en femårsperiode og over i andre perioder. Denne typen effekter fanges ikke opp med vår metode, og det betyr at vi risikerer å undervurdere virkningen av å oppjustere inntektene i selskaper som ligger under minimumsavkastningen i en periode.

Figuren nedenfor viser utfallsrommet for den målte effektiviteten pr. selskap i 60-årsperioden, både maksimum, minimum og gjennomsnitt, før kalibrering for gjennomsnittseffektivitet. Utvalget omfatter 58 selskaper som er inkludert i DEA-beregningene i alle årene. Totalt 19 øvrige selskaper er ekskludert på ulike tidspunkter i tråd med NVEs gjeldende metodikk. Dette er (som regel små) selskaper med spesielle forhold som gjør at de blir holdt utenfor frontdannelsen. Mens NVE gjør egne DEA-kjøringer for disse selskapene, har vi grunnet modellen og scenarienes omfang antatt at de øvrige selskapene får en effektivitetsscore på 100 prosent før vektning og bransjekalibreringen. I figuren under vises bare selskaper med full modellering og gyldig DEA-score i alle årene i analyseperioden.

*Figur 4.2 Målt effektivitet før kalibrering pr. selskap i løpet av analyseperioden (60 år) – gjennomsnitt, maksimum og minimum*



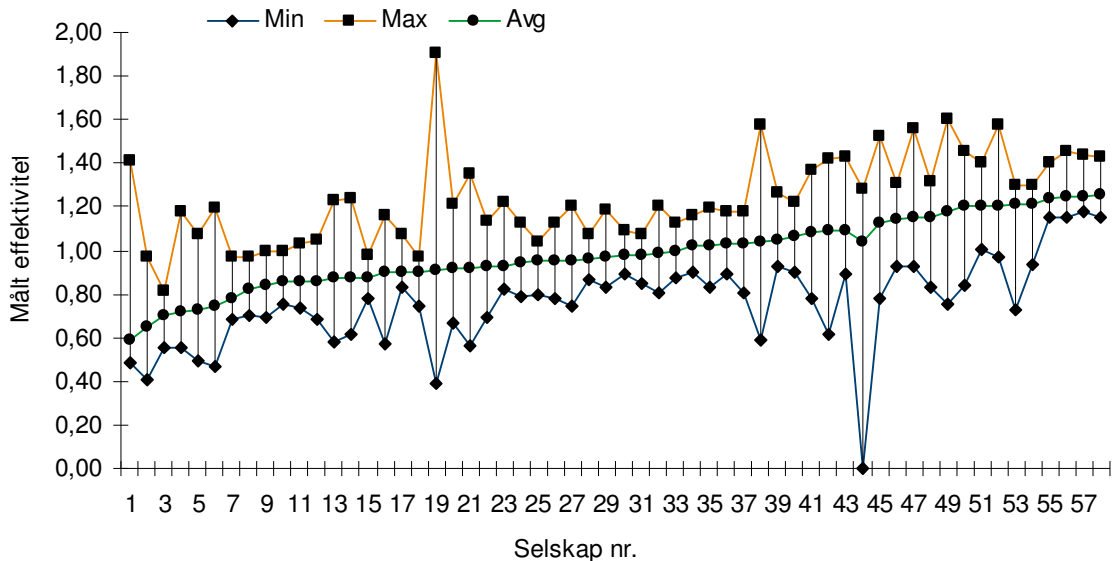
Kilde: Econ Pöyry

Figuren nedenfor viser det samme bildet etter kalibrering for gjennomsnittseffektivitet. Vi ser at gjennomsnittet er flyttet opp nærmere 100 prosent slik man skulle forvente gitt at gjennomsnittlig effektivitet før kalibrering normalt er under 100 prosent.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Selskapet som har null prosent i minste verdi ved kalibrering får dette fordi selskapets driftskostnader er null og dessuten har en fullt avskrevet kapitalbase i ett enkelt år (regnskapsmessig levetid er noe kortere enn den tekniske).

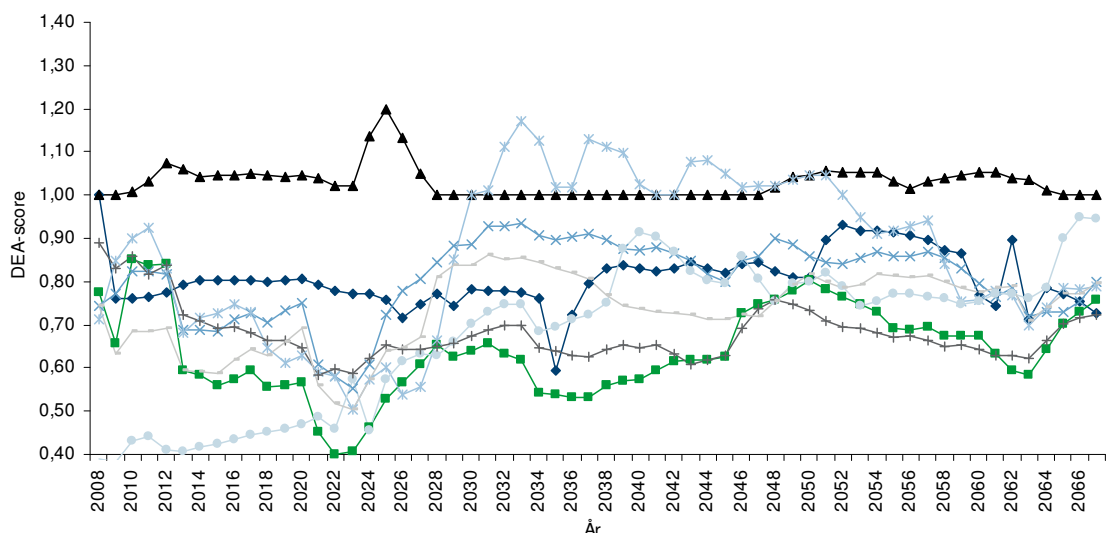
Figur 4.3 Målt effektivitet etter kalibrering pr. selskap i løpet av analyseperioden (60 år) – gjennomsnitt, maksimum og minimum



Kilde: Econ Pöyry

Det er klart at kostnadsnormen varierer betraktelig over tid for hvert enkelt selskap, selv om selskapene også har en tendens til å holde seg i nærheten av utgangspunktet. I figuren nedenfor viser vi utviklingen i den målte effektiviteten over hele 60-årsperioden for et utvalg selskaper som skiller seg fra hverandre initialt med hensyn til både estimert alder på nettanleggene og målt effektivitet.

Figur 4.4 Utvikling i målt effektivitet før kalibrering over analyseperioden for et utvalg selskaper



Kilde: Econ Pöyry

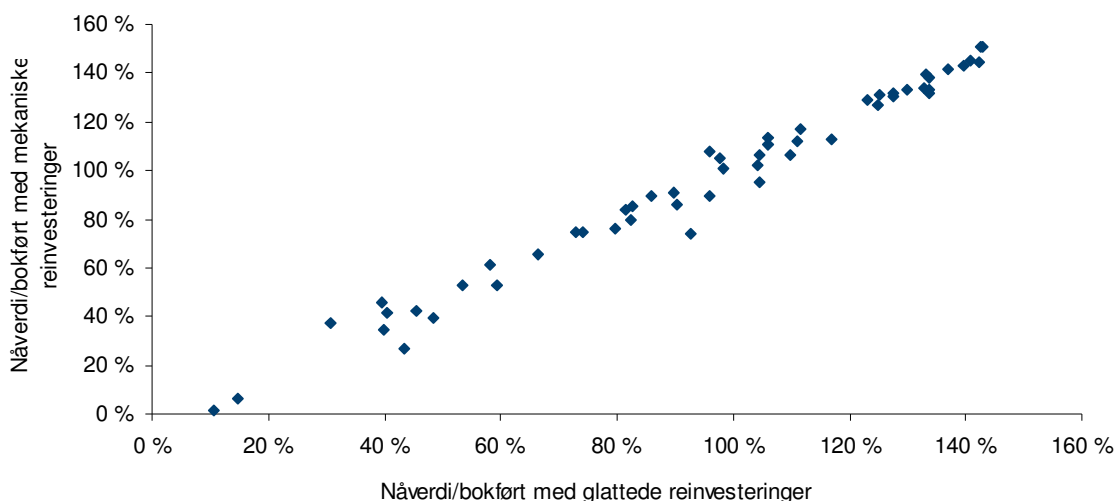
Som de tre foregående figurene viser, er det en tendens til at de mest effektive selskapene initialt befinner seg på eller nær fronten også etter 60 år, og at de minst effektive forblir bak fronten. Det er imidlertid enkelte selskaper som endrer plass i rangeringen. Utslagene er typisk størst for de mindre selskapene, noe som ikke er

uventet. Det er også en klar tendens til at selskapene nærmer seg hverandre over tid. Det er ikke overraskende gitt beregningsforutsetningene våre. De fleste av selskapene i figuren er av en viss størrelse slik at de har en relativt sammensatt portefølje av nettanlegg og en reinvesteringsprofil som dermed blir glattet en del (typisk mellom 0,6 og 1,19 prosent av nyverdien i årlige reinvesteringer).

### Mekaniske reinvesteringer

Vi har også gjort en beregning der selskapene reinvesterer utelukkende ut fra den historiske investeringsprofilen. Det gir større utslag for enkeltelskaper og marginalt lavere beregnet verdi av kontantstrømmene samlet sett, men nåverdien er fortsatt om lag like stor som den bokførte verdien av nettkapitalen inklusive anleggsbidragsfinansierte nettanlegg. Det er videre svært høy grad av sammenfall mellom resultatene på selskapsnivå, noe som er vist i figuren nedenfor.

Figur 4.5 Nåverdi av kontantstrømmer relativt til bokført verdi med ulike reinvesteringsprofiler



Kilde: Econ Pöyry

For de større selskapene med sammensatte porteføljer av anlegg er utslagene mindre. Det er ikke uventet, ettersom endringene i investeringsprofiler blir mindre for disse selskapene.

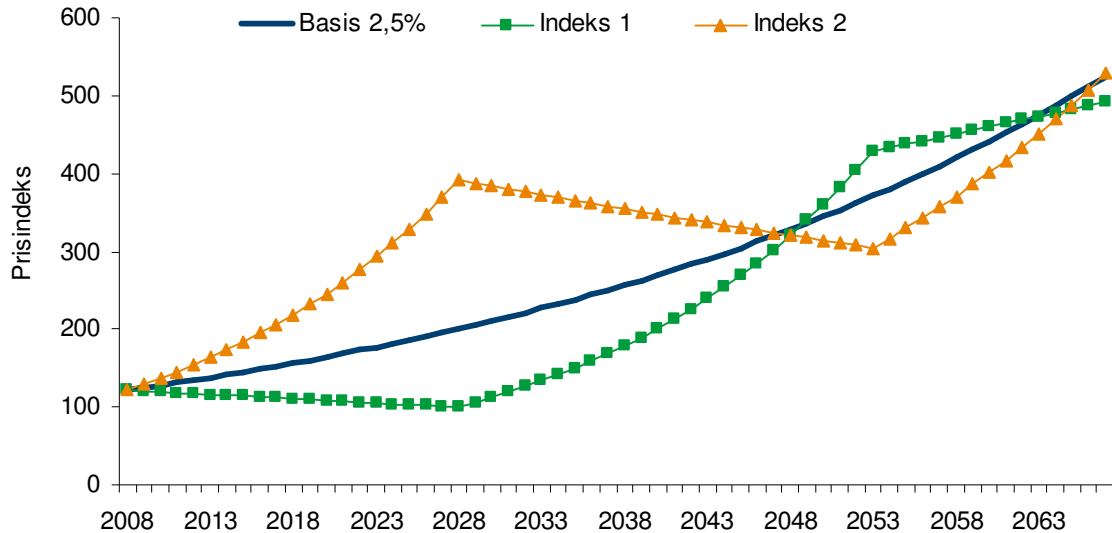
### 4.1.2 Hva betyr utviklingen i prisene på nettanlegg?

Vi har også simulert basisscenariet for reinvesteringer med to forskjellige prisindekser for nettanlegg.<sup>18</sup> I basis har vi lagt til grunn en årlig inflasjon på 2,5 prosent for alle kostnader, også nettanlegg. I figuren nedenfor viser vi to alternative prisbaner for nettanlegg: Én bane med vedvarende lavkonjunktur etterfulgt av sterk vekst etter ca. 20 år (*Indeks 1*) og én med vedvarende høykonjunktur etterfulgt av lav vekst (*Indeks 2*). De

<sup>18</sup> Disse simuleringene er basert på framskrivninger av 2006-dataene og ikke de faktiske dataene for 2007 som er benyttet i de fleste av de øvrige beregningene. Forutsetningene med hensyn til reinvesteringer er imidlertid de samme. For det formålet å illustrere konsekvensene av ulike baner for prisutviklingen på nettanlegg er valg av datasett ikke viktig. Vi er her primært interessert i *endringen* i den relative plasseringen av enkeltelskaper med gitte investeringsbaner og ulike prisindekser, ikke den absolutte plasseringen som sådan.

to indeksene representerer ekstreme scenarier, men de gir en god illustrasjon av virkningene av endringer i kostnadsnivået for nettanlegg innenfor en modell der selskapene sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader.

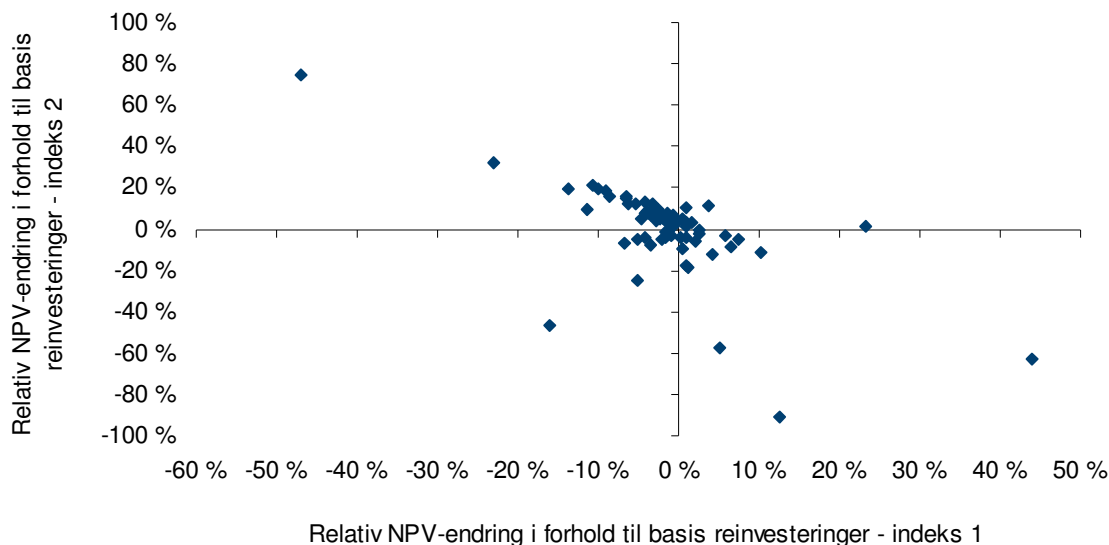
Figur 4.6 Ulike scenarier for prisutviklingen på nettanlegg



Kilde: Econ Pöyry

Det er en klar tendens til at selskaper som får en høy verdi av kontantstrømmene med den ene indeksen gir en lav verdi med den andre. Dette er illustrert i figuren nedenfor, hvor vi langs førsteaksen har vist den relative endringen i nåverdi (NPV) i forhold til basis med *Indeks 1* og den relative endringen gitt *Indeks 2* langs andreaksen. Selv om mange selskaper kommer relativt likt ut, er det likevel en klar negativ trend. Dette skyldes at selskapene har ulike framtidige reinvesteringsprofiler (som følge av historiske forskjeller i utbyggingstidspunkt), og når de sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader, vil endringer i de relative prisene på nettanlegg over tid ha stor betydning for den målte effektiviteten og dermed inntektene.

Figur 4.7 Nåverdi av kontantstrømmer relativt til bokført kapital pr. selskap under ulike forutsetninger om prisutviklingen på nettanlegg



Kilde: Econ Pöyry

## 4.2 Spesielle investeringscase

Vi skal nå se på 7 forskjellige case der det skjer større enkeltinvesteringer i et utvalg selskaper. De sentrale kjennetegnene er gjengitt i tabellen nedenfor:

Tabell 4.1 Oversikt over investeringscase

Case	Kjennetegn ved investeringen	Endring i output	Endring i andre kostnader
1	17,5 prosent av nyverdi, 90 prosent finansiert ved anleggsbidrag i 2011	+sjøkabel, +luftlinje, +jordkabel, +grensesnitt	Økning i KILE og driftskostnader
2	17,5 prosent av nyverdi, 10 prosent finansiert ved anleggsbidrag i 2011	Som case 1	Som case 1
3	7,7 prosent av nyverdi for å knytte småskala vannkraft til nettet i ett selskap i 2011	+luftlinje, +grensesnitt	Ingen
4	Som over for samme selskap, i tillegg gjør to andre selskaper tilsvarende i henholdsvis 2012/2013	+luftlinje, +grensesnitt for alle tre case	Ingen
5	Oppgradering/reinvestering og fjerning av anlegg for å redusere KILE og tap i 2010	+luftlinje, -grensesnitt	Redusert KILE og tap
6	55 prosent av nyverdi, 80 prosent finansiert ved anleggsbidrag i 2010	+sjøkabel, +luftlinje, +jordkabel, +grensesnitt	Økt KILE og driftskostnader
7	Som case 6, men med 20 % anleggsbidrag	Som case 6	Som case 6

Kilde: Econ Pöyry, NVE, nettselskaper

I alle tilfellene ligger det aktuelle selskapet som gjennomfører investeringen bak fronten, med unntak av case 4, hvor de to andre selskapene som opplever en betydelig vekst ligger på fronten i utgangspunktet. Dataene for casene, både for kostnader og endringer i output, er innhentet fra et utvalg nettselskaper og bearbeidet videre på grunnlag av NVEs modell og variabeldefinisjoner slik at beregningsgrunnlaget blir mest mulig realistisk.

Resultatene er gjengitt i tabellen nedenfor:

*Tabell 4.2 Caseresultater*

Case	Nåverdi/bokført verdi i base case	Nåverdi/bokført verdi med endrede investeringer	Relativ verdiendring
1	58,1 %	62,1 %	6,9 %
2	58,1 %	59,5 %	2,5 %
3	58,1 %	48,1 %	- 17,2 %
4a – selskap bak fronten 1	58,1 %	95,0 %	63,5 %
4b – selskap bak fronten 2	79,6 %	91,3 %	22,2 %
4c – frontselskap	184,2 %	98,6 %	- 46,4 %
5	58,1 %	55,5 %	- 4,4 %
6	39,4 %	-0,7 %	-101,7 %
7	39,4 %	-29,7 %	-175,2 %

Kilde: Econ Pöyry

En positiv verdiendring innebærer at investeringen er lønnsom for nettselskapet. En verdiendring på 0 prosent innebærer at nåverdien av de endrede kontantstrømmene som investeringen gir opphav til gjennom inntektsrammeendringer og anleggsbidrag, er akkurat lik investeringskostnaden og eventuelle andre kostnadsendringer. En positiv verdiendring betyr at nåverdien av økte inntekter overstiger kostnadene, mens en negativ verdiendring betyr at kostnadene er høyere enn inntektene.

Vi kan trekke følgende konklusjoner på grunnlag av resultatene:

- Store enkeltinvesteringer kan godt være bedriftsøkonomisk lønnsomme, både med og uten finansiering ved anleggsbidrag (case 1, 2 samt 4 a og b).
- Store enkeltinvesteringer kan i andre tilfeller være bedriftsøkonomisk ulønnsomme (case 3, 4c, 5 og 6). Lønnsomheten avhenger også av tilpasningen i andre selskaper (case 3 vs. 4a, b, c).
- Finansieringen av investeringene har betydning for lønnsomheten. Case 1 og 2 er akkurat den samme investeringen med samme virkning på målt effektivitet, men finansieringen er ulik. Vi ser at en høy andel anleggsbidrag (case 1) gir en høyere verdi enn en lav andel (case 2). Det samme resultatet får vi ved å sammenligne case 6 (høy andel anleggsbidrag og høy verdi) og 7 (lav andel anleggsbidrag og lav verdi). Årsaken til at finansieringen spiller en rolle finner vi i kalibreringsmekanismen:
  - Investeringer finansiert med anleggsbidrag inngår ikke i kostnadsgrunnlaget som inntektsrammene kalibreres i forhold til. Selve investeringene kan imidlertid påvirke målt effektivitet og dermed bransjens målte gjennomsnittseffektivitet (veid). Vi antar at vi ser på en investering som øker målt



effektivitet for selskapet som investerer, uten at målt effektivitet påvirkes for andre selskaper (i beregningene ovenfor er virkningene for alle selskaper i utvalget tatt hensyn til, men vi er her ute etter å rendyrke de underliggende mekanismene).

- Anta først at en investering finansieres ved 100 prosent anleggsbidrag. Vi ser bort fra virkningene av investeringene på andre kostnader. Nettovirkningen på selskapets kontantstrøm avhenger nå av hvordan selskapet kommer ut i forhold til det bransjeveide gjennomsnittet med hensyn til målt effektivitet. Hvis selskapet ligger under gjennomsnittet før kalibrering (også etter investeringen), vil selskapet få en økt andel av bransjens samlede inntekter. I tillegg får selskapet en inntekt i form av anleggsbidraget. Nettovirkningen blir dermed at selskapet får en økt andel av det samlede kostnadsgrunnlaget i bransjen etter investeringen, pluss anleggsbidraget, som pr. forutsetning er lik investeringskostnaden. Hvis selskapet i stedet velger å finansiere investeringen via inntektsrammen i sin helhet, vil kostnadsgrunnlaget for bransjen øke samlet sett. Nettselskapets andel av denne økningen vil imidlertid være mindre enn 100 prosent ettersom selskapet ligger under snittet for bransjen. Det betyr at det alt i alt er mest lønnsomt å velge å finansiere investeringen ved hjelp av anleggsbidrag. Den implisitte kostnadsnormen for anleggsbidraget er nemlig lik 100 prosent, mens den ved inntektsrammefinansiering vil være lavere enn 100 prosent også etter kalibrering.
- For et selskap med en målt effektivitet over snittet blir virkningen motsatt. Med 100 prosent finansiering via anleggsbidrag vil kostnadsgrunnlaget for bransjen ikke påvirkes. Nettselskapet vil likevel tjene på økt effektivitet og en høyere relativ andel av bransjens kostnadsgrunnlag. Det er imidlertid mer lønnsomt å velge finansiering via inntektsrammen. Det skyldes at selskapet får tilbake mer enn 100 prosent av økningen i kostnadsgrunnlaget som går inn i bransjens samlede kostnadsgrunnlag som følge av investeringen.

Resonnementet ovenfor forklarer i stor grad resultatene vi fikk i de detaljerte case-analysene. I praksis vil virkningene være mer kompliserte fordi investeringer også vil kunne påvirke andre kostnader (både positivt og negativt). Hvis en investering fører til *reduksjoner* i de samlede kostnadene, vil det for eksempel være mest lønnsomt for et selskap med effektivitet under gjennomsnittet å velge inntektsrammefinansiering.

### **Samfunnsøkonomi vs. bedriftsøkonomi**

Det er verdt å merke seg at investeringscasene slik de er definert ovenfor, i betydelig grad dreier seg om samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak. I hvert fall gjelder det case 1, 2, 6 og 7, gitt forutsetningen om at en høy andel av investeringene kan finansieres ved anleggsbidrag. Det betyr at det finnes én aktør eller en gruppe av aktører som er villige til å betale det meste av investeringskostnaden, det vil si at det finnes en direkte identifiserbar betalingsvilje som langt på vei dekker eller til og med overstiger kostnadene. Vi ser at den ene investeringen (case 1 og 2) er bedriftsøkonomisk lønnsom, mens den andre (case 6 og 7) er ulønnsom for nettselskapet, selv om virkningen i det siste tilfellet er marginal gitt at det meste av investeringen finansieres ved anleggsbidrag. Det ideelle hadde vært at begge investeringene var bedriftsøkonomisk lønnsomme. Samtidig vil vi peke på at vi ikke har kjørt disse investeringene med alternative forutsetninger om tilpasningen i andre selskaper utover basisscenariet. Det kan gi andre utfall med hensyn til den bedriftsøkonomiske lønnsomheten. Det samme

gjelder dersom vi hadde sett på tilsvarende investeringer i andre selskaper med en annen initial effektivitet.

I case 3 og 4a-4c (småskala vannkraft) må det forutsettes at produksjonsprosjektene genererer et stort nok overskudd til at det forsvarer nettinvesteringen samfunnsøkonomisk. Hvis det er tilfelle, viser case 3 at en samfunnsøkonomisk lønnsom investering godt kan være bedriftsøkonomisk ulønnsom innenfor den gjeldende reguleringsmodellen. Her har vi imidlertid også gjort analysene med ulike forutsetninger om andre selskapers tilpasning. Vi ser at investeringen faktisk blir bedriftsøkonomisk lønnsom for selskapet dersom andre selskaper gjennomfører lignende investeringer. Utfallet for de andre investerende selskapene varierer.

I case 5 har vi å gjøre med en kombinasjon av en reinvestering og en oppgradering som fører til lavere kostnader til KILE og overføringstap. Det er ikke uten videre opplagt fra dataene at denne investeringen er samfunnsøkonomisk lønnsom, men gitt at anleggene på et tidspunkt må skiftes ut uansett som følge av høy alder, virker det rimelig å anta at dette er et godt prosjekt samfunnsøkonomisk sett. Som vi ser, er investeringen bedriftsøkonomisk ulønnsom, men fallet i nåverdi er relativt beskjedent gitt størrelsen på investeringen. Andre forutsetninger om øvrige selskapers tilpasning samt prosjektøkonomien kan fort gi en positiv bedriftsøkonomisk verdi. Her må det også tas med i betraktningen at reduserte overføringstap i praksis bare kommer nettselskapene til gode gjennom tidsforsinkelsen.

Investeringscasene over viser altså at den gjeldende modellen ikke garanterer at samfunnsøkonomisk lønnsomme nettinvesteringer blir bedriftsøkonomisk lønnsomme, men det er også slik at utfallet avhenger av flere faktorer. Mange samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak vil også være lønnsomme for nettselskapene.

Et annet moment som vi ikke har hatt mulighet til å analysere innenfor rammen av vårt opplegg, er om endringer i variabeldefinisjoner (for eksempel endrede vektorer i outputberegningene) eller geografiske rammevilkår (endret definisjon, inkludering av andre rammevilkår enn skog) ville ha gitt andre resultater med hensyn til lønnsomhet.

## **4.3 Kostnadsreduksjoner**

### **4.3.1 Kostnadsreduksjoner som følge av investeringer**

Det er også interessant å analysere incentivene til å redusere kostnader gjennom investeringer. Det kan for eksempel dreie seg om bygging av en reservelinje for å redusere forventede KILE-kostnader, eller temperaturoppgradering for å øke kapasiteten og redusere overføringstapene. Hvis nåverdien av de reduserte kostnadene er høyere enn kostnaden ved å investere, er det snakk om et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak. Det er naturligvis ønskelig at alle slike tiltak blir lønnsomme gjennom reguleringen.

For dette formålet har vi sett på to case:

1. Et nettselskap som ligger på fronten initialt
2. Et nettselskap som ligger langt bak fronten initialt

Disse casene er ikke basert på faktiske selskappspesifikke data, men gir likevel en illustrasjon på egenskapene til reguleringsmodellen. Investeringen er på 5 prosent av

nyverdi, og gir opphav til en årlig kostnadsbesparelse som over levetiden er vesentlig høyere enn investeringskostnaden, slik at den er samfunnsøkonomisk lønnsom pr. forutsetning. Caset er i stor grad sammenfallende med en ren effektivisering, det vil si en reduksjon i driftskostnadene. Vi ser igjen på nåverdien av kontantstrømmene og vurderer endringen for hvert av selskapene i forhold til basisscenariet for re-investeringer. Dette er gjort for de to casene separat, det vil si at vi først har kjørt en simulering på basisscenariet for reinvesteringer med lavere kostnader for frontsselskapet og uendrede forutsetninger for alle andre selskaper, deretter med lavere kostnader for selskapet som ikke ligger på fronten og uendrede forutsetninger for de resterende. Resultatene er gjengitt i tabellen nedenfor:<sup>19</sup>

*Tabell 4.3 Caseresultater – investeringer som medfører kostnadsreduksjoner*

Case	Nåverdi/bokført verdi i base case	Nåverdi/bokført verdi med lavere driftskostnader	Relativ verdiendring
Frontsselskap	185 %	193,9 %	+4,8 %
Ikke-frontsselskap	35 %	41,5 %	+18,6 %

Kilde: Econ Pöyry

Den relative verdiendringen er størst for selskapet som ikke ligger på fronten. For de øvrige selskapene gir kostnadskuttene opphav til både positive og negative endringer i verdiene. Det vil si at noen selskaper kommer bedre ut dersom ett selskap reduserer kostnader gjennom investeringer, selv om de ikke endrer på sin egen tilpasning. Dette skyldes at endringer i output kan føre til endringer i referansesettet for andre selskaper, noe som altså kan slå både positivt og negativt ut. I tillegg kan det være enkelte virkninger via kalibreringen når bransjens samlede kostnadsbase endres (jf. diskusjonen av anleggsbidrag ovenfor). I de fleste tilfellene er det imidlertid snakk om beskjedne endringer (mindre enn 1 prosent i forhold til basisscenariet).

### 4.3.2 Effektivisering

Det kan også være mulig at selskaper gjennomfører rene kutt i kostnadene, det vil si effektivisering. Den eneste prinsipielle forskjellen fra eksemplet med reduserte kostnader gjennom investeringer ovenfor, er at selskapenes output forblir uendret. Gitt at kostnadene går ned og output og rammevilkår er uendret, må imidlertid målt effektivitet øke, eller som et minimum forbli uendret. Samtidig vil kalibreringsmekanismen også her spille en rolle fordi et lavere kostnadsgrunnlag for bransjen samlet også vil resultere i en lavere kostnadsnorm etter kalibrering. Incentivvirkningene blir derfor sammensatt av flere effekter:

- Lavere kostnader, som gir lavere kostnadsgrunnlag for inntektsrammene fra to år fram i tid og i prinsippet i alle etterfølgende år
- Eventuell økt målt effektivitet
- Kalibreringsmekanismen

Vi vil illustrere incentivvirkningene ved hjelp av et enkelt prinsipielt eksempel med to nettselskaper A og B med forskjellig initial effektivitet, men samme kostnadsgrunnlag

---

<sup>19</sup> Disse casene er basert på framskrevne 2004-2006-data.

lik 100 for hvert selskap. Selskap A reduserer de årlige kostnadene med 10. Dette gir opphav til lavere kostnadsgrunnlag i de framtidige inntektsrammene på 90 for A, 190 for bransjen. Vi ser deretter på fire tilfeller:

1. A er 100 prosent effektivt, B 50 prosent. Kostnadskuttet i A øker selskapets effektivitet til 120 prosent.
2. A er 100 prosent effektivt, B 50 prosent. Kostnadskuttet i A påvirker ikke selskapets målte effektivitet. Dette er neppe realistisk, men er valgt for å illustrere et yttertilfelle.
3. A er 50 prosent effektivt, B 100 prosent. Kostnadskuttet i A øker selskapets effektivitet til 60 prosent.
4. A er 50 prosent effektivt, B 100 prosent. Kostnadskuttet i A påvirker ikke selskapets målte effektivitet.

Vi ser først på tilfellet der selskap A er 100 prosent effektivt initialt og effektiviteten øker til 120 prosent. I tabellen nedenfor viser vi utfallet for DEA-score, kostnadsgrunnlag, kostnadsnorm før og etter kalibrering samt inntektsrammene. Fotskriftene 0 og 1 betegner størrelser før og etter kostnadskuttet, mens  $k$  betegner kostnadsnormen etter kalibrering.

*Tabell 4.4 Virkninger på inntektsramme og kontantstrøm ved effektivisering i frontselskap som gir økt effektivitet*

DEA-score		Kostnadsgrunnlag		Kostnadsnorm før kalibrering		Kostnadsnorm etter kalibrering		Inntektsramme		Endring		
DEA <sub>0</sub>	DEA <sub>1</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K* <sub>0</sub>	K* <sub>1</sub>	K* <sub>0k</sub>	K* <sub>1k</sub>	IR <sub>0</sub>	IR <sub>1</sub>	ΔIR	ΔCF	
A	1	1,2	100	90	100	108	133,3	129,9	120,0	113,9	-6,1	3,9
B	0,5	0,5	100	100	50	50	66,7	60,1	80,0	76,1	-3,9	-3,9
			200	190	150	162,5	200,0	190,0	200,0	190,0	-10,0	0,0

Kilde: Econ Pöyry

Vi ser at inntektsrammen til selskap A går ned, men ettersom selskapets kostnader er redusert med 10, er nettovirkningen på kontantstrømmen likevel positiv. Målt i nåverdi er faktisk gevinsten enda større, ettersom vi i tabellen ikke har tatt hensyn til tidsforsinkelsen i inntektsrammeoppdateringen (se i stedet sammenlignende tabell nedenfor). Effektiviseringen er altså bedriftsøkonomisk lønnsom.

I det neste eksemplet antar vi at As effektivitet er uendret på 100 prosent. Det gir følgende resultater:

*Tabell 4.5 Virkninger på inntektsramme og kontantstrøm ved effektivisering i frontsselskap som gir uendret effektivitet*

	DEA-score		Kostnadsgrunnlag		Kostnadsnorm før kalibrering		Kostnadsnorm etter kalibrering		Inntektsramme		Endring	
	DEA <sub>0</sub>	DEA <sub>1</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K* <sub>0</sub>	K* <sub>1</sub>	K* <sub>0k</sub>	K* <sub>1k</sub>	IR <sub>0</sub>	IR <sub>1</sub>	ΔIR	ΔCF
A	1	1	100	90	100	90	133,3	122,1	120,0	109,3	-10,7	-0,7
B	0,5	0,5	100	100	50	50	66,7	67,9	80,0	80,7	0,7	0,7
			200	190	150	150	200,0	190,0	200,0	190,0	-10,0	0,0

Kilde: Econ Pöyry

I dette tilfellet er inntektsrammereduksjonen *nominelt* større enn økningen i kontantstrømmen som følge av kostnadskuttet, men det er før vi justerer for tidsforsinkelsen. *Nåverdien* er som vist tabell 4.8 nedenfor likevel positiv. Gevinsten er imidlertid uansett vesentlig mindre enn i tilfellet der den målte effektiviteten økte.

Vi skal nå se på resultatene når A i stedet er ineffektivt i utgangspunktet. I det første tilfellet øker effektiviteten som følge av kostnadskuttet:

*Tabell 4.6 Virkninger på inntektsramme og kontantstrøm ved effektivisering i selskap bak fronten som gir økt effektivitet*

	DEA-score		Kostnadsgrunnlag		Kostnadsnorm før kalibrering		Kostnadsnorm etter kalibrering		Inntektsramme		Endring	
	DEA <sub>0</sub>	DEA <sub>1</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K* <sub>0</sub>	K* <sub>1</sub>	K* <sub>0k</sub>	K* <sub>1k</sub>	IR <sub>0</sub>	IR <sub>1</sub>	ΔIR	ΔCF
A	0,5	0,6	100	90	50	54	66,7	66,6	80,0	76,0	-4,0	6,0
B	1	1	100	100	100	100	133,3	123,4	120,0	114,0	-6,0	-6,0
			200	190	150	150	200,0	190,0	200,0	190,0	-10,0	0,0

Kilde: Econ Pöyry

Nettovirkningen på kontantstrømmen er fortsatt positiv når vi tar hensyn til reduksjonen i kostnader.

Deretter ser vi på tilfellet hvor effektiviteten er uendret:

*Tabell 4.7 Virkninger på inntektsramme og kontantstrøm ved effektivisering i selskap bak fronten som gir uendret effektivitet*

	DEA-score		Kostnadsgrunnlag		Kostnadsnorm før kalibrering		Kostnadsnorm etter kalibrering		Inntektsramme		Endring	
	DEA <sub>0</sub>	DEA <sub>1</sub>	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K* <sub>0</sub>	K* <sub>1</sub>	K* <sub>0k</sub>	K* <sub>1k</sub>	IR <sub>0</sub>	IR <sub>1</sub>	ΔIR	ΔCF
A	0,5	0,5	100	90	50	45	66,7	59,0	80,0	71,4	-8,6	1,4
B	1	1	100	100	100	100	133,3	131,0	120,0	118,6	-1,4	-1,4
			200	190	150	150	200,0	190,0	200,0	190,0	-10,0	0,0

Kilde: Econ Pöyry

Også her blir nettovirkningen på kontantstrømmen positiv.

Det er verdt å merke seg at inntektsrammene faktisk kan øke som følge av kostnadskutt dersom endringen i målt effektivitet er stor nok.

Vi kan nå sammenligne resultatene fra de fire scenariene målt ved nåverdien av endringer i inntektsrammen i forhold til nåverdien av kostnadsreduksjonene. Da tar vi hensyn til at det tar to år fra kostnadene reduseres til inntektsrammegrundlaget er oppdatert. Resultatene er vist i tabellen nedenfor (diskonteringsrenten er i alle tilfeller 5,4 prosent reelt før skatt, som svarer til en rente på 8 prosent nominelt før skatt når forventet inflasjon er 2,5 prosent pr. år):

*Tabell 4.8 Nåverdi av kostnadsreduksjoner under ulike forutsetninger om initial effektivitet og virkninger på målt effektivitet*

DEA <sub>0</sub>	DEA <sub>1</sub>	Nåverdi av endringer		
		Inntektsramme- reduksjoner	Kostnads- reduksjoner	Kontantstrømmer
1	1,2	-102	186	84
1	1	-180	186	7
0,5	0,6	-68	186	119
0,5	0,5	-145	186	42

Kilde: Econ Pöyry

Som tabellen viser, er det i alle tilfellene bedriftsøkonomisk lønnsomt å redusere kostnadene når vi måler nåverdien av endringene i inntektsrammen i forhold til nåverdien av kostnadsreduksjonene. Inntektsrammene går ned, men i alle tilfeller er verdien av kostnadsreduksjonene større.

## 4.4 Vekstinvesteringer på landsbasis

### 4.4.1 Drivkrefter bak regional vekst i nettinvesteringene

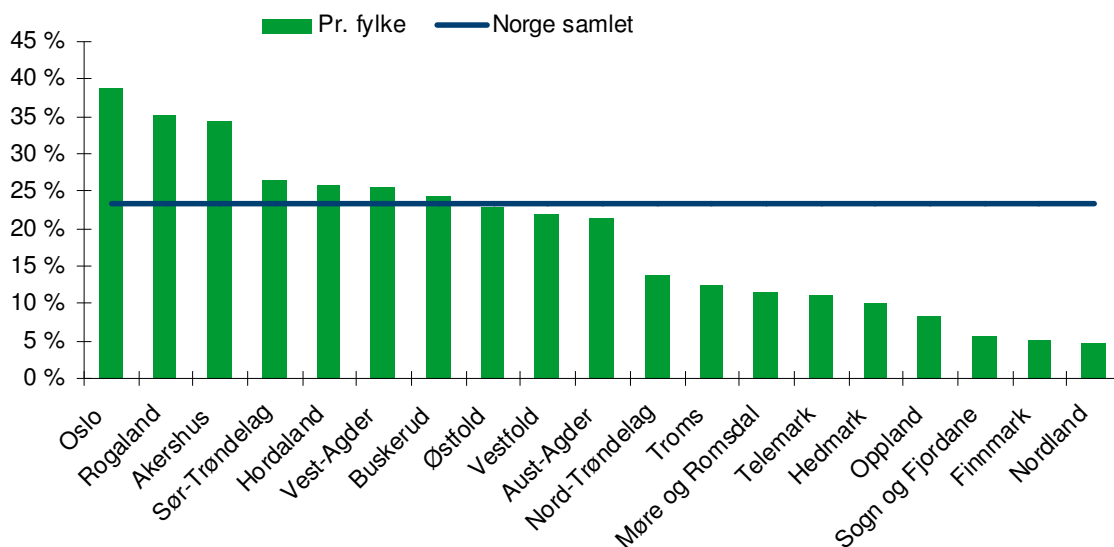
Analysene i de foregående avsnittene har dreid seg om reinvesteringssykluser og enkeltstående eller et fåtall case. Over tid er det imidlertid mange forskjellige investeringer som vil bli gjort av selskapene i regional- og sentralnettet. Det er flere mulige drivkrefter bak investeringene:

- Investeringer for å knytte ny produksjon til regional- eller sentralnettet samt investeringer for å legge til rette for økt innmating fra underliggende nett (for eksempel småskala vannkraft som knyttes til distribusjonsnettet).
- Investeringer for å knytte nytt storskala forbruk til nettet (kraftintensiv industri, petroleumsvirksomhet).
- Investeringer for å legge til rette for økt forbruk i underliggende distribusjonsnett.

I tillegg vil det ofte også være aktuelt å gjøre investeringer i nye nettanlegg som forbedrer kraftsystemets virkemåte, for eksempel gjennom reduserte overføringstap eller redusert risiko for avbrudd.

Det er klart at betydningen av disse drivkreftene varierer mellom regioner. Forbruksvekst i distribusjonsnettet vil for eksempel være nært knyttet til befolkningsveksten. I henhold til Statistisk sentralbyrå vil veksten i befolkningen fram mot 2030 være konsentrert om de store byene og nærliggende områder, jf. figuren nedenfor. Selv med en utstrakt bruk av fjernvarme og energieffektivisering vil slik vekst kreve betydelige nettinvesteringer over en lengre periode.

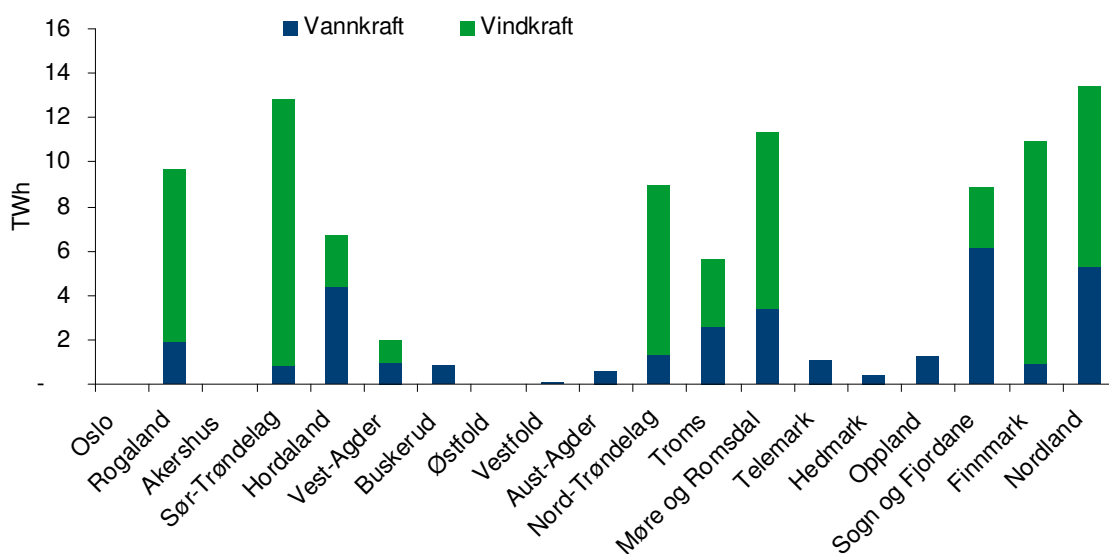
Figur 4.8 Samlet befolkningsvekst pr. fylke 2008-2030. SSBs MMMM-scenario



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Også potensialet for ny fornybar kraftproduksjon varierer betraktelig mellom regioner. Skal norske mål om utbygging av fornybar energi nås – både de selvpålagte og mål som måtte følge av EUs fornybardirektiv – kreves det betydelige investeringer i fornybar kraftproduksjon de neste tiårene. Figuren nedenfor viser et grovt oversiktsbilde over den geografiske fordelingen av potensialet for vannkraft (hovedsakelig småskala prosjekter under 10 MW) og vindkraft med utgangspunkt i NVEs kartlegginger av småkraftpotensialet, Samlet plan for vannkraft og vindkraftprosjekter som er konsesjonssøkt eller forhåndsmeldt (for vindkraft har vi skjønnsmessig lagt til grunn 3000 driftstimer pr. år for alle prosjekter for å få anslag for den nye energiproduksjonen det er snakk om).

Figur 4.9 Potensial for ny kraftproduksjon pr. fylke. TWh



Kilde: NVE, Econ Pöyry

#### 4.4.2 Modellering av vekstinvesteringer over lengre perioder

De regionale drivkreftene beskrevet ovenfor gjør det sannsynlig at investeringene i regional- og sentralnettet vil variere systematisk mellom regioner over lengre perioder. Det er imidlertid viktige forskjeller mellom ulike typer av investeringer:

- Investeringer for å dekke forbruksvekst i sentrale strøk vil antakelig i stor grad bli gjennomført av regionale selskaper av en viss størrelse (Hafslund, Lyse Energi, BKK, Trondheim Energi m.fl.). Disse er kjennetegnet ved at de også er store aktører i distribusjonsnettet og ved at de har store og sammensatte porteføljer av nettanlegg fra før. Regionalnett i utkanten av regionene med sterk befolkningsvekst samt små regionalnett vil i mindre grad bli eksponert for denne typen investeringer. De relevante investeringene kan godt tenkes å manifestere seg som et vedvarende høyt investeringsnivå (mange små og store prosjekter) over en periode på 10-20 år.
- Når det gjelder investeringer for å knytte nye store forbrukspunkter til nettet, er det svært usikkert hvilke nettselskaper og hvilke regioner som vil bli berørt (om noen i det hele tatt), selv om det virker rimelig å anta at mange av investeringene vil komme langs kysten. De nødvendige nettinvesteringene kan også i noen grad påvirkes av mulig ny kraftproduksjon i de aktuelle regionene. Dette vil antakelig uansett dreie seg om større investeringer over en konsentrert periode i tid.
- Nettinvesteringer relatert til kraftproduksjon kan i noe større grad enn storskala forbruk forutses med en viss grad av sikkerhet ettersom produksjonsressursene er stedbundne. Også her vil det imidlertid være et samspill med forbruksutviklingen i de aktuelle regionene. Investeringene vil antakelig i stor grad komme i større klumper med ujevne mellomrom etter hvert som produksjonsapparatet bygges ut. Her kan i prinsippet alle regionalnettselskaper være ansvarlig for investeringene, også selskaper som ikke eier nettanlegg i dag (for eksempel nye aktører innen vindkraft eller etablerte kraftselskaper som bygger ut ny produksjon). Hvem som investerer, vil i stor grad avhenge av lokaliseringen av de nye kraftverkene.

Innenfor vår modell er det mulig å analysere virkningene av slike langsiktige investeringsbølger på forskjellige måter. En hovedutfordring er imidlertid at vi – og nettselskapene – vet lite om hvilke konkrete investeringer som vil være nødvendige om vi går 10-20 år fram i tid. Det er imidlertid mulig å tenke seg to hovedinnfallsvinkler til en langsiktig analyse i tråd med simuleringene vi gjorde av reinvesteringer og enkeltstående investeringscase ovenfor:

1. En langsiktig investeringstrend som differensieres mellom selskaper ut fra de regionale forskjellene med hensyn til ny produksjon og befolkningsvekst, jf. diskusjonen av modellering av trender i kapittel 3. Da spesifiserer vi varig høyere investeringsbaner for noen selskaper som påvirker kostnader og output (mengden nettanlegg) på forskjellige måter. Det er mulig å spesifisere utbyggingskostnader på selskapsnivå med utgangspunkt i historisk effektivitet pr. selskap eller mengden nettanlegg de eier fra før (for eksempel ved å anta lavere kostnader ved å ekspandere kapasiteten i et veletablert større nett som følge av stordriftsfordeler), eller ved å kombinere flere faktorer.
2. En serie av enkeltstående case fordelt på ulike selskaper med utgangspunkt i de identifiserte regionale forskjellene med hensyn til ny produksjon og befolkningsvekst samt "wildcards" i form av nytt storskala forbruk i utvalgte regioner. I



dette tilfellet vil investeringsprosjektene være både selskaps- og situasjons-spesifikke.

I begge tilnærminger vil det være nødvendig å gjøre en rekke forutsetninger som det finnes lite detaljert informasjon om, og det kan være ønskelig å supplere med tilfeldige forutsetninger som reflekterer en underliggende sannsynlighetsfordeling (for eksempel tilfeldige trekninger av storskala forbruksvekst pr. region). Dette vil i stor grad også være sammenfallende med den reelle beslutningssituasjonen nettselskapene står overfor.

Vi har gjort flere simuleringer av nåverdien av ulike investeringsscenarier på grunnlag av både tilnærming 1. og 2. som beskrevet ovenfor, igjen over en 60-årsperiode. Resultatene fra disse analysene må imidlertid tolkes med forsiktighet, og vi kan ikke uten videre trekke robuste slutninger om modellens egenskaper:

- I scenariene basert på langsiktig trendvekst er resultatene svært følsomme for de detaljerte forutsetningene om kostnader for ulike typer nettanlegg og endringer i output samt initial effektivitet. Det er en betydelig risiko for at skjevheter i forutsetningene forplanter seg over lengre tidsperioder og medfører misvisende resultater. Det er mulig å forbedre analysene ved å inkludere elementer av tilfeldige utfall (som igjen reflekterer en underliggende sannsynlighetsfordeling), opphentingeffekter, stordriftsfordeler og sprangvise investeringer (større pakker av enkeltinvesteringer over kortere perioder framfor et vedvarende høyere investeringsnivå langs en trend), samt ta hensyn til at nyinvesteringer kan koordineres med reinvesteringer i mange tilfeller. Slike tilpasninger øker imidlertid kompleksiteten i beregningene betraktelig. Det faktum at selskaper i forskjellige regioner står overfor ulike drivkrefter på investeringssiden gjør at sammenhengene mellom investeringer og lønnsomhet er vanskelige å identifisere, og resultatene er i alle tilfeller svært sensitive for de detaljerte forutsetningene.
- Når det gjelder serier av enkeltstående case, vil utfallet i stor grad ligne det vi fikk for enkelttilfellene ovenfor. Noen investeringer er lønnsomme, andre er ikke det, og utfallet avhenger både av egenskaper ved investeringene og andre selskapers tilpasning. Også her må samspillet med reinvesteringer vurderes. Utfallet for enkeltstående selskaper vil dessuten kunne variere betydelig over tid. Dette er samtidig antakelig et nokså realistisk bilde av situasjonen nettselskapene står overfor med hensyn til investeringsbeslutninger.

En ytterligere kompliserende faktor uansett metodisk tilnærming, er den langsiktige prisutviklingen på nettanlegg, jf. analysen av reinvesteringer ovenfor.

De langsiktige analysene med sammensatte investeringsscenarier gir altså resultater som er beheftet med en betydelig usikkerhet, noe som imidlertid reflekterer sentrale egenskaper ved NVEs modell og de underliggende økonomiske og tekniske forholdene som nettselskapene står overfor. Vi kommer tilbake til betydningen av denne usikkerheten for nettselskapenes investeringsbeslutninger i neste kapittel.

## 4.5 Oppsummering

Vi har i dette kapitlet gått gjennom en rekke forskjellige analyser av konsekvensene av ulike investeringsscenarier og enkeltcase innenfor den gjeldende reguleringsmodellen for regional- og sentralnettet. Vi kan trekke følgende hovedkonklusjoner vedrørende modellens egenskaper og incentivvirkningene:

- Nettselskaper som står overfor store reinvesteringer på kort sikt, kommer omtrent likt ut som andre nettselskaper når vi ser på verdien av kontantstrømmene over en lengre periode (60 år i vårt tilfelle). Forskjeller mellom selskapene skyldes i all hovedsak ulik kostnadseffektivitet og ikke alderen på nettanleggene i seg selv. Over tid skal alle selskaper reinvestere i større eller mindre omfang, og eventuelle alderseffekter på kostnadsnormen vil derfor endre seg over investeringsssyklusen.
- Utviklingene i prisene på nettanlegg over tid vil ha potensielt stor virkning på verdien av å investere. Når nettselskapene sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader, vil selskaper med høye investeringer i perioder med høye relative investeringskostnader (for eksempel som følge av global høykonjunktur) tendere til å komme dårligere ut med hensyn til målt effektivitet. Det er likevel vanskelig å forutse denne typen effekter over lengre perioder.
- Nettselskaper som gjennomfører større eller mindre prosjekter for å legge til rette for økt kraftproduksjon eller forbruk, vil i noen tilfeller tjene på investeringene, og i andre tilfeller tape på dem. Lønnsomheten avhenger av flere faktorer, herunder virkningen på andre kostnader, endringen i nettselskapets output relativt til økningen i kapitalkostnadene, hvor kostnadseffektivt investeringene gjennomføres og andre selskapers tilpasning i form av investeringer og andre tiltak. Virkningene vil være beheftet med betydelig usikkerhet, med et visst unntak for investeringer med høye kostnader relativt til endringer i output og liten målbar nytte, som vil tendere til å være ulønnsomme. Motsatt vil investeringer med relativt lave kostnader relativt til output og høye nytteverdier i form av for eksempel lavere KILE sannsynligvis være lønnsomme.
- Investeringer som innebærer netto kostnadsreduksjoner (for eksempel lavere KILE-kostnader enn økningen i kapitalkostnader) vil være lønnsomme innenfor den gjeldende modellen. Det samme gjelder rene effektiviseringstiltak som ikke innebærer investeringer som aktiveres i balansen.
- Hvorvidt investeringer finansieres via anleggsbidrag eller ikke, påvirker ikke den målte effektiviteten, men tidsprofilen på kontantstrømmen. Nettoverdien av å investere skal imidlertid ikke påvirkes av dette dersom netteiers avkastningskrav er lik NVEs referanserate. Derimot kan det oppstå en tilleggsgevinst eller –tap som følge av at investeringer som finansieres ved anleggsbidrag ikke inngår i kostnadsgrunnlaget ved kalibrering av bransjens samlede inntektsramme. Det er vanskelig å anslå ex ante om anleggsbidragsfinansiering er optimalt, ettersom virkningen blant annet avhenger av nettselskapets plassering i forhold til gjennomsnittseffektiviteten i bransjen.
- Behovet for investeringer i regional- og sentralnettet vil variere mellom områder og selskaper som følge av ulik befolkningsvekst og den geografiske fordelingen av potensialet for ny kraftproduksjon. Det er imidlertid svært vanskelig å anslå både totale investeringsbehov i det lange løp og konsekvensene av investeringene for nettselskapenes inntekter. I praksis er det grunn til å vente at Over tid vil en vente at selskaper med høye investeringer vil oppleve at noen investeringer blir lønnsomme, mens andre blir ulønnsomme, slik at avkastningen på den samlede porteføljen vil nærme seg NVEs referanserate dersom selskapene driver effektivt. Det utelukker selvsagt ikke at enkelt-selskaper kan komme svært godt eller dårlig ut, men det er altså vanskelig å si noe om dette ex ante.

## 5      **Konsekvenser for nettselskapenes investeringsbeslutninger**

Vi har i de foregående kapitlene analysert konsekvensene av ulike investeringsstrategier og andre tiltak i regional- og sentralnett i detalj, med hovedvekt på de bedriftsøkonomiske investeringsincentivene *gitt ulike scenarier* om reinvesteringssyklus og andre typer investeringer, prisutvikling på nettanlegg og andre selskapers tilpasning. I dette kapitlet drøfter vi resultatene innenfor en mer prinsipiell ramme der vi tar utgangspunkt i nettselskapenes investeringsbeslutninger. Et sentralt element i denne sammenheng er usikkerheten nettselskapene eksponeres for.

### 5.1      **Betydningen av usikkerhet – prinsipielt**

#### 5.1.1      **Usikkerhet i et samfunnsøkonomisk perspektiv<sup>20</sup>**

Beslutninger om investeringer i nett er i sin natur beslutninger under stor usikkerhet. Det gjelder både i et planlagt system og et system basert på bedriftsøkonomiske incentiver. Usikkerheten har to hoveddimensjoner:

- Verken nettselskapene eller myndighetene kjenner den framtidige etterspørselen etter elektrisitet, kostnadene ved ulike løsninger (så vel nett som alternativer) eller produksjonsforhold. Denne usikkerheten kan vi betegne som det generelle *planleggingsproblemet*. Selv om all energivirkosomhet var samlet i ett selskap eller underlagt ett sentralt myndighetsorgan, vil det være usikkerhet omkring sentrale variabler i investeringskalkylene.
- En annen viktig risikofaktor er knyttet til hvem som fatter hvilke investeringsbeslutninger, som igjen henger sammen med aktørmønsteret i kraftsektoren. Vi vil betegne dette som *koordineringsproblemet*. Ulike aktører fatter beslutninger på ulike tidspunkter, med begrenset informasjon om andres planer. Mens nettet kanskje forsterkes og fornyes på visse tidspunkter, fatter mange produsenter og forbrukere sine beslutninger på helt andre tidspunkter. Ulike tiltak har dessuten gjerne forskjellig levetid og utbyggingstid. Usikkerhet om hvilke tiltak som vil bli gjennomført av andre medfører at det er vanskelig for aktørene å bestemme sin egen optimale tilpasning. Dette gjelder ikke bare mellom nettet og andre aktører, men like mye mellom ulike planleggere av infrastruktur.

Planleggingsproblemet og koordineringsproblemet henger i noen grad sammen, men har også hver sine distinkte kjennetegn. Planleggingsproblemet oppstår uansett aktørmønster, mens koordineringsproblemet oppstår når vi har å gjøre med separate aktører som fatter sine investeringsbeslutninger uavhengig av hverandre og uten å ha full informasjon om de andre aktørenes planer.

Det finnes en omfattende samfunnsøkonomisk litteratur om beslutninger under usikkerhet, både det generelle planleggingsproblemet og koordinering. Halleraker (1995) og NOU 1997:27 oppsummerer hovedresultatene fra litteraturen. Vi nøyer oss her med å peke på noen relevante hovedkonklusjoner:

---

<sup>20</sup> Avsnittet er basert på ECON (2003).

- Den samfunnsøkonomiske verdien av et kraftprosjekt er gitt ved nåverdien av nytte og kostnader som prosjektet gir opphav til i løpet av levetiden. Alle relevante nytte- og kostnadselementer skal være med. De forventede nytte- og kostnadsstrømmene bør neddiskonteres med et avkastningskrav som reflekterer den systematiske risikoen knyttet til det aktuelle prosjektet. Med systematisk risiko forstår vi samvariasjonene mellom avkastningen til prosjektet og en referanseportefølje, for eksempel avkastningen på nasjonalformuen eller avkastningen til en bred børsindeks. Det er vanlig å anta at investeringer i nett er mindre eksponert for systematisk risiko enn investeringer i kraftproduksjon eller kraftkrevende industri.
- Investeringer i kraftsystemet er normalt irreversible i den forstand at kapitalutstyret har ingen eller liten økonomisk verdi når investeringen er gjennomført. Det kan derfor ligge en verdi i å utsette investeringer i påvente av mer informasjon. Samtidig kan kostnadsstrukturen ved ulike tiltak gjøre det optimalt å investere mer enn hva den forventede etterspørselen etter kraft (eller alternativer) tilsier på tidspunktet hvor investeringsbeslutningen fattes. Det skjer dersom det er forholdsvis billig å utvide kapasiteten for å ta høyde for uforutsette etterspørselsøkninger på senere tidspunkter.
- Det kan være vanskelig å finne gode generelle løsninger på koordineringsproblemer (jf. Econ Pöyry, 2007). Både markedsbaserte virkemidler (økonomiske incentiver, prissignaler) og styringsverktøy i form av påbud og retningslinjer kan fungere, men ikke nødvendigvis i alle situasjoner. Felles eierskap er et annet virkemiddel kjent fra økonomisk teori for å oppnå bedre koordinering (jf. Hart, 1995).

Samlet sett innebærer det teoretisk optimale investeringskriteriet for nettvirksomheten at det investeres inntil den marginale nytten (målt i nåverdi av ekstra overføringskapasitet) er akkurat lik marginalkostnaden (investeringskostnad pluss driftskostnader) ved investeringen.<sup>21</sup> Dette kriteriet utelukker ikke at det gjøres investeringer som *i ettertid* viser seg å være gale. Poenget er at beslutningstaker har forholdt seg til usikkerheten på en optimal måte.<sup>22</sup> Kriteriet innebærer uansett at alle samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer realiseres (prosjekter med forventet positiv netto nåverdi på investerings-tidspunktet, og hvor nåverdien ikke øker om beslutningen utsettes), samtidig som ingen samfunnsøkonomisk ulønnsomme investeringer blir gjennomført.

### 5.1.2 Usikkerhet fra nettselskapets perspektiv

Som vi diskuterte innledningsvis, har vi til nå beregnet verdien av en nettinvestering (eller en investeringsstrategi) som nåverdien av de forventede kontantstrømmene neddiskontert med et risikojustert avkastningskrav for totalkapitalen som er lik NVEs referanserente i inntektsrammeberegningene. Dette er i henhold til standard metodikk for verddivurdering, og er nært beslektet med metodikken for samfunnsøkonomiske nyttekostnadsanalyser beskrevet i forrige avsnitt. Det er imidlertid flere grunner til at investeringsincentivene må drøftes nærmere i et usikkerhetsperspektiv:

- Netteiers avkastningskrav kan avvike fra det samfunnsøkonomisk riktige avkastningskravet. Det skyldes at netteiers avkastningskrav vil reflektere risikoen

---

<sup>21</sup> Dette kriteriet er for så vidt ikke helt presist når vi tar hensyn til at ikke alle kapasiteter kan utvides kontinuerlig.

<sup>22</sup> Dette kan det naturligvis være vanskelig å måle i praksis.

netteier eksponeres for som følge av nettreguleringen.<sup>23</sup> Tilsvarende vil netteiers anslag på nytte (inntekter) og kostnader kunne være forskjellig fra de samfunnsøkonomisk relevante størrelsene. Dette er en helt generell diskusjon som vi ikke tar videre her.

- Netteiers avkastningskrav kan være forskjellig fra NVEs referanserente, enten som følge av at nettselskapet har en annen oppfatning av risikoen i reguleringen enn NVE eller skattemessige forhold (forholdet mellom avkastningskravet før og etter skatt, som i stor grad påvirkes av de skattemessige avskrivningsreglene for nettanlegg).<sup>24</sup> Når det gjelder den systematiske risikoen som reguleringen gir opphav til, er det klart at det er en sammenheng mellom hva slags inntektsregulering en har og risikoen – og dermed investors avkastningskrav (se for eksempel Alexander et al., 1998, og Skjeret, 2001). På grunnlag av resultatene fra vår analyse kan vi beskrive nærmere variabiliteten i kontantstrømmene og den samlede systematiske risikoen. Den systematiske risikoen kan skrives matematisk som produktet av den relative volatiliteten til investeringen, målt ved standardavviket til avkastningen av investeringen dividert med standardavviket til avkastningen på markedsporteføljen, og korrelasjonen mellom avkastningen av investeringen og markedsporteføljen. For en gitt korrelasjon vil en høyere volatilitet øke den systematiske risikoen, alt annet likt. Vi tar imidlertid ikke stilling til det relative *nivået* på referanserenten i forhold til hva som er et rimelig avkastningskrav for en netteier.
- Usikkerhet om den framtidige reguleringen kan gi opphav til en verdi av å utsette investeringer i påvente av ny informasjon. Dette er et velkjent resultat fra økonomisk teori om beslutninger under usikkerhet (se Dixit og Pindyck, 1996, for en generell innføring, og Seim og Thorsnes, 2008, for en realopsjonsanalyse av investeringer i fornybar energi under regulatorisk usikkerhet og andre former for risiko). Dette kommer vi tilbake til i neste avsnitt.
- Skalafordeler i nettinvesteringer kan på sin side gjøre det lønnsomt å framskynde nettinvesteringer eller investere i mer kapasitet enn hva det er isolert sett er fornuftig å gjøre initialt (preinvesteringer). Dette kommer vi også tilbake til i neste avsnitt.

## 5.2 Usikkerhet i praksis i NVEs modell for regional- og sentralnettet

På grunnlag av analysen kan vi trekke følgende konklusjoner vedrørende usikkerheten som norske nettselskaper står overfor i praksis:

- Variabiliteten i kontantstrømmene er moderat sammenlignet med mange andre bransjer, ettersom det over tid er en nær kobling mellom selskapenes faktiske kostnader og inntekter, til tross for kostnadsnormen. Det er imidlertid store forskjeller mellom enkeltelskaper. Særlig for de mindre selskapene med en

---

<sup>23</sup> Alternativet til denne metoden er å beregne de sikkerhetsekivalente nyttestrømmene (det vil si risikojusterte nyttestrømmer) og neddiskontere med risikofri rente.

<sup>24</sup> Hva som er et rimelig avkastningskrav for norsk nettvirksomhet under NVEs gjeldende regulering er drøftet i blant annet NVE (2006b) og Johnsen (2006). Sammenhengen mellom avkastningskrav før og etter skatt er drøftet i blant annet Econ Pöyry (2008b). I disse arbeidene redegjøres det også for det teoretiske grunnlaget for fastsettelse av avkastningskrav og skillet mellom systematisk og usystematisk risiko.

spesiell sammensetning av anleggsmassen kan den målte effektiviteten og kontantstrømmene svinge mye.

- Nettselskapenes inntekter kan gjøre store sprang, spesielt i de tilfellene hvor det er snakk om store enkeltinvesteringer eller pakker av investeringer. I noen tilfeller vil et selskap ved å gjøre en investering flytte seg betraktelig i forhold til sine referanseselskaper, mens det i andre tilfeller vil skje et frontskift i den forstand at referansesettet endrer seg. Tilsvarende kan endringer i andre selskapers tilpasning ha stor betydning for utfallet for et enkeltstående selskap. Slike endringer i fronten kan slå både positivt og negativt ut for enkeltstående selskaper. Ex ante er det *generelt* ikke grunn til å vente verken tap eller gevinst som følge av endringer i fronten som skyldes enten egne eller andres handlinger. Dersom det er strukturelle skjevheter i modellen i form av utelatte eller galt definerte variabler, kan det imidlertid oppstå systematiske forventninger til avvik. Det er også verdt å merke seg at andre selskapers tilpasning vil ha betydning for inntektene i et gitt selskap som *avstår* fra å gjøre en investering.
- Beregningene vi har gjort, er basert på dagens inntektsrammeformel og modell for fastsettelse av kostnadsnormen. På sikt er begge disse faktorene usikre, både med hensyn til valg av grunnleggende prinsipper (inntektsrammer kontra andre modeller, DEA-modeller kontra oppgavebaserte parametriske modeller) og detaljerte valg (tidsforsinkelser i inntektsrammegrundet, justeringsmekanismer, valg av variabler i modeller for effektivitetsmåling, vektingen av ulike typer nettanlegg osv.). Usikkerhet knyttet til den framtidige reguleringen kan i prinsippet slå begge veier. Framtidige endringer i reguleringen kan tenkes å øke verdien av en gitt investering, men kan også redusere den. Kompleksiteten i nettvirkningen tilsier at det er tilnærmet umulig å løse alle problemer en gang for alle. I den grad det er snakk om større fundamentale forhold som ventes å få en langvarig løsning – for eksempel nivået på KILE-satsene (eller mer presist typen kostnadsfunksjon gitt endringene i KILE-ordningen fra 2009) eller nivået på referanserenten – kan det imidlertid tenkes at det vil være optimalt å utsette nettinvesteringer i påvente av at usikkerheten blir oppløst.
- Når det gjelder preinvesteringer og skalafordeler generelt, vil NVEs gjeldende modell faktisk bidra til å dempe risikoen knyttet til merinvesteringer utover hva som må antas å være samfunnsøkonomisk lønnsomt initialt. Det skyldes at outputvariablene i NVEs modell er identisk lik nettselskapenes anleggsmasse. Om et nettselskap bygger et anlegg som er overdimensjonert i et kortsiktig perspektiv, blir det ikke straffet for dette med mindre det faktisk bygges på en ineffektiv måte eller referansesettet endrer seg på en uheldig måte for selskapet.
- Utviklingen i prisene på nettanlegg over tid kan ha stor betydning for inntektene når selskapene sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader. Høye priser på nettanlegg gir høye kapitalkostnader, men lavere relative inntekter over en lengre periode for de selskapene som må investere mye i perioden med høye priser. Ex ante er det imidlertid umulig å si noe særlig sikkert om denne effekten langt fram i tid, og den kan antakelig best tas høyde for gjennom risikopremien i NVEs referanserente.
- Det er generelt krevende å estimere virkningene av investeringer på framtidige inntektsrammer fordi det må gjøres en rekke forutsetninger om andre selskapers

tilpasning over en lang periode.<sup>25</sup> Det er imidlertid mulig å gjøre kvalifiserte anslag på størrelsesorden og fortegn i en del tilfeller.

### 5.3 Robuste investeringsstrategier i regional- og sentralnettet

Vi har i den empiriske og prinsipielle analysen i denne rapporten identifisert flere kilder til usikkerhet om framtidige inntekter. Kontantstrømmene varierer over tid både som følge av egne tiltak og andre selskapers tilpasning. Den forventede avkastningen av ulike tiltak kan være vanskelig å forutsi, både nivå og fortegn, ettersom resultatene i framtidige effektivitetsmålinger er usikre. I tillegg er den framtidige reguleringen usikker i seg selv – det eneste tilnærmet sikre er at det vil skje endringer i reguleringsmodellen over tid. Spørsmålet er hvordan nettselskapene best kan håndtere de forskjellige formene for usikkerhet gjennom sine investeringsstrategier.

Innenfor rammen av dagens modell vil en robust investeringsstrategi ha følgende elementer:

- Åpenbart ulønnsomme investeringer bør unngås. Slike investeringer er kjenne-tegnet ved høye kostnader og liten målbar nytte. Merk at vi da sikter til nytte innenfor den gjeldende modellen i regional- og sentralnettet, som vil omfatte kostnadsreduksjoner (KILE, drift og vedlikehold) og vekst i mengden nettanlegg. Det er dessuten grunn til å vente at åpenbart ulønnsomme investeringer i regional- og sentralnettet vil stoppes av konsesjonsbehandlingen i mange tilfeller.
- Åpenbart gode investeringer bør gjennomføres, det vil si investeringer med lave kostnader og høy nytte, for eksempel ved at de gir opphav til betydelige reduksjoner i forventede KILE-kostnader. Disse vil med stor sannsynlighet også bli bedriftsøkonomisk lønnsomme i modellen.
- Investeringer som har en mer usikker eller marginal forventet verdi vil i noen tilfeller bli lønnsomme, i andre tilfeller ulønnsomme. Den eksakte virkningen er som vi har vist vanskelig å forutsi med noe høy grad av nøyaktighet ettersom en detaljert analyse må bygge på svært mange forutsetninger om andre selskapers utvikling over en lang tidsperiode. Ut fra et porteføljeperspektiv vil det likevel være lønnsomt (forventet netto nåverdi lik null) å gjennomføre investeringer med usikker lønnsomhet, så lenge det ikke er opplagt at investeringene er ulønnsomme. Et unntak er dersom selskapet har grunn til å anta at de systematisk undervurderes som følge av utelatte eller feilspesifiserte variabler i DEA-modellen. Videre må netteiers avkastningskrav ikke være svært forskjellig fra NVEs referanserente.
- Generelt bør alle investeringer gjennomføres til lavest mulige kostnader.
- Andre selskapers tilpasning vil ha betydning for verdien av en investering, ikke bare valgene til selskapet som investerer. Det er imidlertid vanskelig å basere investeringsbeslutninger på konkrete forventninger til andre selskapers tilpasning. Det skyldes dels at det er vanskelig å forutsi hva referanseselskapene i DEA-modellen vil gjøre (noe som igjen kan tenkes å avhenge av andre selskapers

---

<sup>25</sup> Et annet moment er at slike beregninger krever avanserte modellverktøy og algoritmer for generering av inputdata, jf. beskrivelsen av vårt analyseopplegg i kapittel 3 og 4.

forventninger), dels at en ikke vet hva som faktisk vil være referanseselskapene over tid.

Samtidig er det all grunn til å vente at NVEs reguleringsmodell vil endre seg betydelig over tid. Som et minimum vil det være rimelig å anta at valg og spesifisering av variabler i DEA-modellen vil endres. Det er heller ikke utenkelig at det vil bli gjennomført mer grunnleggende prinsipielle endringer, for eksempel ved at DEA-modellen for kostnadsnormen blir erstattet av en annen type modell, eller ved at selve inntektsrammeprinsippet forlates til fordel for noe annet. Slike endringer i reguleringen vil imidlertid ikke skje uten forankring i det overordnede målet om en samfunnsmessig rasjonell utvikling av kraftsystemet som er nedfelt i energiloven. Endringer i nettreguleringen må antas å skje med utgangspunkt i en bedre måloppnåelse. I det perspektivet vil også framtidens reguleringsmodeller måtte oppfylle et krav om at gode tiltak skal belønnes og dårlige straffes. Hvorvidt et tiltak eller en investering i nettet er lønnsomt eller ikke, bør derfor i minst mulig grad variere med valg av reguleringsregime og detaljerte modellvalg. Selv om dette nok vil være mer komplisert i praksis, spesielt for de mer marginale tiltakene, bør likevel reguleringen som hovedregel styre mot konsistens over tid. Strategien beskrevet ovenfor er derfor også i betydelig grad robust overfor større og mindre endringer i reguleringen.



## 6 Mulige endringer i modellen

Vi har i de foregående kapitlene analysert virkningene på nettselskapenes kontantstrømmer av ulike investeringsscenarier innenfor rammen av NVEs gjeldende inntektsrammeformel og modell for fastsettelse av kostnadsnormen. I dette kapitlet diskuterer vi kort mulige endringer innenfor den gjeldende modellen. Vi drøfter også hvordan andre reguleringsprinsipper kan tenkes å påvirke nettselskapenes investeringsbeslutninger. Avslutningsvis drøfter vi relevansen av resultatene for NVEs reguleringsmodell for distribusjonsnettet, som også er basert på DEA-metoden for effektivitetsmåling.

### 6.1 Endringer i beregningen av kostnadsnormen og kalibreringsmekanismen

Når det gjelder forhold som er direkte knyttet til NVEs inntektsrammeformel og DEA-modell for kostnadsnormen, er det to konkrete endringer som kan vurderes:

- Effektivitetsmålingene kan gjøres på grunnlag av nyverdien av nettanleggene eller en aldersuavhengig front.
- Inkludering av anleggsbidragsfinansierte investeringer i grunnlaget for kalibrering av inntektsrammene vil fjerne en skjevhet i dagens modell, hvor én og samme investering kan gi ulik effekt på selskapenes kontantstrømmer avhengig av hvordan den er finansiert.

I tillegg diskuterer vi hvordan risikoen for små selskaper med få nettanlegg kan påvirkes.

#### 6.1.1 Endringer av effektivitetsmålingene

##### Nyverdibaserte effektivitetsmålinger

###### *Modellendring*

Dersom effektivitetsmålingene gjøres på grunnlag av nyverdi, innebærer det at de bokførte kapitalkostnadene erstattes i målingene. Det er mest nærliggende å tenke seg at kapitalkostnadselementet beregnes som en realannuitet og ikke som avkastning og avskrivninger på bokført kapital. Da vil nettselskapenes årlige kapitalkostnader bare avhenge av mengden nettanlegg og ikke alderen.

Med en slik modell vil kapitalkostnadselementet i DEA-modellen beregnes på følgende måte:

$$KAP = \sum_{i=1}^4 \frac{p_i x_i}{a_i}$$

der  $i$  er en indeks for de fire kategoriene av nettanlegg i NVEs gjeldende modell,  $p$  er prisen og  $x$  er mengden anlegg.  $a$  er en annuitetsfaktor som beregnes slik:

$$a_i = \frac{1 - (1 + r)^{-t_i}}{r}$$

der  $r$  er realrenta (ettersom nyverdien oppdateres med prisutviklingen) og  $t$  er levetiden av nettanleggene i hver kategori.

Kapitalkostnadene må beregnes pr. kategori for å ta hensyn til forskjeller i antatt levealder. Det er ingenting prinsipielt i veien for at prisen kan variere mellom nettselskaper for å reflektere forskjeller i geografiske rammevilkår eller andre faktorer.

Det er rimelig å legge til grunn oppdaterte priser for hvert enkelt år, slik at nyverdien inflasjonsjusteres over tid. Dersom det ikke gjøres, vil forholdet mellom kapitalkostnader og andre kostnader i inntektsrammene endre seg over tid og gi et misvisende bilde av den reelle kostnadsstrukturen. Det kan vises at nåverdien av kapitalkostnadene over levetiden vil være lik den initiale investeringskostnaden, gitt at inflasjonsforutsetningen i det nominelle avkastningskravet svarer til inflasjonsraten for den oppdaterte nyverdien.<sup>26</sup>

### *Konsekvenser*

Bruk av nyverdi vil fjerne eller redusere virkningen av alderen på nettanleggene på den målte effektiviteten, avhengig av eventuelle indirekte virkninger av alderen via andre kostnader enn avkastning og avskrivninger på bokført kapital. På den andre siden medfører bruk av nyverdi samtidig at nettselskapene i stor grad sammenlignes på grunnlag av drifts- og vedlikeholdskostnader og KILE (samt mengden nettanlegg relativt til rammevilkår). Det skyldes at DEA-modellen for regional- og sentralnett benytter mengden nettanlegg som output. Når prisene på nettanleggene normeres på tvers av selskapene, justert for forskjeller i rammevilkår, vil DEA-analysene i praksis bare fange opp forskjeller i effektivitet som er knyttet til andre kostnader enn kapitalkostnadene samt rammevilkår.

Dette betyr ikke at effektivitetsmålinger på grunnlag av bokførte kapitalkostnader nødvendigvis er fullstendig korrekte, men en overgang til nyverdi kan introdusere andre skjevheter. Det kan innses ved følgende resonnement:

- Anta at to selskaper har akkurat den samme mengden nettanlegg, men forskjellig nivå på driftskostnadene. Med nyverdibaserte kapitalkostnader vil de dermed få de samme kapitalkostnadene og samme verdi på output. Da vil de også bli målt til å ha forskjellig effektivitet.
- Forskjellen i driftskostnader *kan* skyldes at selskapene er genuint forskjellige med hensyn til kostnadseffektivitet. Det kan imidlertid også skyldes at de er på forskjellig stadium i investeringscyklusen. Det ene selskapet kan ha relativt gamle anlegg og høye kostnader til vedlikehold (og KILE), mens det andre kan ha relativt nye anlegg med tilsvarende lave kostnader. Da vil selskap nr. 2 framstå som mer effektivt, men i virkeligheten kan selskap nr. 1 godt tenkes å være det mest effektive fordi det makter å forlenge levetiden til anleggene uten at kostnadene stiger for mye til at det reduserer den sanne effektiviteten. I det siste tilfellet vil den målte effektivitetsforskjellen ved bruk av nyverdi gi et galt inntrykk av den faktiske effektiviteten.

---

<sup>26</sup> Det er naturligvis ingenting prinsipielt i veien for at kapitalkostnadene beregnes på samme måte i kostnadsgrunnlaget for inntektsrammene.

Også med denne metoden vil nåverdien av selskapenes inntekter være om lag lik bokført verdi av nettkapitalen.

### **Aldersuavhengig front**

En annen innfallsvinkel er å beregne selskapenes effektivitet i forhold til en *aldersuavhengig* front. Denne metodikken har følgende komponenter:

1. Det gjøres en DEA-analyse for alle selskapene med nyverdi som grunnlag for kapitalkostnadene, det vil si med en realannuitet, jf. metodikken bestående i forrige avsnitt. Dette danner grunnlaget for å identifisere front-selskapene. Front-selskapene er i dette trinnet kjennetegnet ved at de har de laveste kostnadene til drift og vedlikehold og KILE gitt mengden nettanlegg og geografiske rammevilkår (skog), mens alderen på nettanleggene ikke påvirker fronten annen enn indirekte (via nivået på øvrige kostnader utenom kapitalkostnadene). Selskaper med nye nettanlegg vil tendere til å komme bedre ut, dersom det faktisk er en sammenheng mellom alder og kostnader ved at feilsannsynlighet og vedlikeholdsbehov er stigende over tid (slik vi har forutsatt tidligere).
2. I neste trinn gjøres det en DEA-analyse hvor de måles mot den nyverdidbaserte fronten på grunnlag av bokførte kapitalkostnader pr. selskap. Som følge av kalibreringen spiller det ingen rolle om selskapene måles til å være 100 prosent, 50 prosent eller 200 prosent effektive i gjennomsnitt. Det er den relative plasseringen som er viktig.
3. Inntektsrammene kalibreres til slutt på samme måte som tidligere.

Selskaper med lave bokførte verdier (gamle nett) vil med denne metoden tendere til å komme ut som de mest effektive, gitt at ikke andre kostnader er for høye, på samme måte som i NVEs gjeldende modell. Tilsvarende vil selskaper med høye bokførte verdier (nye nett) komme ut som mindre effektive. Den relative plasseringen til selskapene vil imidlertid endre seg ettersom de nå måles mot en aldersuavhengig front.

Metoden fjerner risikoen knyttet til prisutviklingen på nettanlegg når selskapene sammenlignes på grunnlag av bokførte kapitalkostnader, men introduserer en annen form for usikkerhet knyttet til komponentprisene som legges til grunn for nyverdi-beregningene som benyttes i den aldersuavhengige fronten.

Metoden reduserer betydningen av alderen på nettanleggene for selskapenes inntektsrammer, i hvert fall virkningen via kapitalkostnadene (som diskutert tidligere kan det være andre sammenhenger mellom alder og kostnader enn via kapitalkostnadene). Med hensyn til aldersproblematikken tyder imidlertid våre analyser på at aldersforskjeller mellom selskapene vil jevne seg ut over tid, slik at det er mindre viktig å korrigere for slike forhold. Også i dette tilfellet får vi en nåverdi av kontantstrømmene som er om lag lik bokført verdi.

### **6.1.2 Endringer i kalibreringen**

En investering kan ha forskjellig verdi for et nettselskap avhengig av om den er finansiert ved anleggsbidrag eller ikke. Dette skyldes ikke effektivitetsmålingene, men det faktum at anleggsbidragsfinansierte investeringer ikke inngår i kostnadsgrunnlaget

for kalibreringen. Ettersom virkningen av en investering på målt effektivitet er den samme, vil utslaget for inntektene *etter* kalibrering variere med andelen anleggsbidrag.

En åpenbar mulig endring i modellen er å inkludere investeringer finansiert ved anleggsbidrag i grunnlaget for kalibrering. Da vil nettovirkningen på nettselskapets inntekter av en gitt investering være uavhengig av andelen anleggsbidragsfinansiering.

Den praktiske betydningen for incentivene av å inkludere alle investeringer i grunnlaget for kalibrering, uansett finansiering, er sannsynligvis begrenset, ettersom det vil være vanskelig å forutse gevinsten av å velge anleggsbidrag eller inntektsrammefinansiering. Den avhenger som nevnt av selskapets plassering i forhold til gjennomsnittseffektiviteten, og denne effekten vil i mange tilfeller være vanskelig å beregne med en høy grad av sikkerhet (jf. analysene i kapittel 4 og spesielt analysene av enkeltstående investeringscase).

### **6.1.3 Spesielt om mindre selskaper med få nettanlegg**

Våre analyser har vist at utslagene med hensyn til forventet avkastning og risiko er størst for mindre nettselskaper med få nettanlegg. En mulig endring kunne være å operere med forskjellige risikopremier for ulike typer nettselskaper, men det er ikke opplagt hvordan differensieringen skal skje i praksis, for eksempel hva slags nivå som skal velges for ulike kategorier av størrelser. Grensen for minimumsavkastning vil dessuten fange opp de mest ekstreme tilfellene, og innebærer en form for ex post-kompensasjon for store negative utslag i effektivitetsmålingene over lang tid.

Endelig må det påpekes at det ikke er noe ukjent fenomen fra konkurranseutsatt virksomhet at mindre aktører er eksponert for høyere risiko enn store. Risikoen for selskaper med få nettanlegg vil dessuten kunne reduseres gjennom strukturendringer (fusjon med andre nettselskaper med en annen risikoprofil, enten de er av samme størrelse eller er vesentlig større).

## **6.2 Endringer av prinsipiell karakter – skifte av modell**

Vi har vist at den gjeldende reguleringen innebærer at nettselskapenes inntekter er usikre. Det er flere mulige kilder til usikkerhet, herunder framtidig valg av reguleringsmodell, parametervalg innenfor en gitt modell, virkningene av kostnadsutt og investeringer på egen effektivitet samt andre selskapers tilpasning. Slik usikkerhet er imidlertid et generelt trekk ved virksomheten i konkurranseutsatte bransjer.

Flere av disse usikkerhetsmomentene vil være relevante også under andre modeller for beregning av kostnadsnormen. For eksempel vil det være betydelig usikkerhet om utformingen av den framtidige reguleringen, uavhengig av modellvalg. Det gjelder også under avkastningsregulering. Avkastningsregulering gir i prinsippet ingen incentiver til kostnadseffektivitet eller riktig systemdesign, og det vil skape et press for endringer i reguleringen over tid dersom nettkostnadene blir høyere enn det myndigheter og kunder anser som rimelig.

Ulike modeller for fastsettelse av kostnadsnormen og kostnadsgrunnlaget for inntektsrammene vil også påvirke usikkerheten nettselskapene står overfor. I det følgende drøfter vi nærmere to mulige endringer:

1. Bruk av nyverdibaserte kapitalkostnader både i DEA-modellen og i kostnadsgrunnlaget
2. Bruk av en oppgavebasert parametrisk modell for å fastsette kostnadsnormen

Vi legger fortsatt den gjeldende inntektsrammeformelen til grunn.

### 6.2.1 Nyverdi både i DEA-modellen og kostnadsgrunnlaget

Vi har drøftet to mulige metoder for å benytte nyverdier som grunnlag for den effektive fronten eller kapitalkostnadene i effektivitetsmålingene. Det er også mulig å erstatte bokførte kapitalkostnader med nyverdier og realannuiteter i selve kostnadsgrunnlaget. Virkningen i effektivitetsmålingene blir som drøftet ovenfor, men eventuelle sammenhenger mellom kapitalkostnader og andre kostnader svekkes ytterligere. To selskaper med ulike nivåer på drifts- og KILE-kostnader som følge av ulik alder, men like store kapitalkostnader, får forskjellige nivåer på inntektene, selv om de i virkeligheten kanskje skulle ha hatt tilnærmet like inntekter.

Nyverdibaserte kapitalkostnader i *kostnadsgrunnlaget* introduserer dessuten en annen form for risiko for nettselskapene. Med bokførte kapitalkostnader som input vil nettselskapenes plassering i effektivitetsmålingene variere avhengig av hvor de er i investeringssyklusen og prisutviklingen på nettanlegg, som vi har vist i kapittel 4. Med nyverdibaserte kapitalkostnader vil de årlige inntektene svinge med utviklingen i komponentprisene som brukes som input i nyverdiregningene. Nyverdiene vil beregnes årlig i henhold til følgende formel:

$$KAP_t = \sum_{i=1}^4 \frac{p_{it} x_{it}}{a_{it}}$$

Der fotskriften  $t$  betegner årstallet. Merk at også realrenta kan tenkes å variere, avhengig av metoden for fastsettelse av nivået (løpende statsobligasjonsrenter eller lignende). Bruk av nyverdi gir ikke nettselskapene noen garanti for at inntektene i framtidige perioder blir tilstrekkelige til å dekke investeringskostnaden – med mindre komponentprisene settes så høyt at så å si alle investeringer blir lønnsomme.

#### Incentiver til kostnadseffektivitet

Bruk av nyverdi, kombinert med bokførte kapitalkostnader i kostnadsgrunnlaget, kan påvirke selskapenes incentiver til å redusere selve investeringskostnadene, det vil si gjennomføre en gitt investering til en kostnad lik 90 i stedet for 100 (for eksempel gjennom å forhandle fram bedre vilkår med leverandører eller bruke færre arbeidstimer). Hva selskapene faktisk bruker på en gitt investering, påvirker ikke den målte effektiviteten dersom vi forutsetter at den økte investeringskostnaden ikke påvirker andre kostnader. Samtidig vil høyere kostnader gi tilsvarende høyere inntekter via kostnadsgrunnlaget – og lavere kostnader vil gi lavere inntekter:

- Anta at målt effektivitet er 0,9 etter at investeringen er gjennomført (vi kan for enkelthets skyld anta at målt effektivitet har økt som følge av investeringen slik at den er bedriftsøkonomisk lønnsom, jf. den prinsipielle analysen i kapittel 2).
- Hvis investeringen gjennomføres til en kostnad på 90, tjener nettselskapet  $0,4 \times 90 + 0,6 \times 0,90 \times 90 = 36 + 48,6 = 84,6$ . Nettoverdien er  $84,6 - 90 = -5,4$  pluss verdien av økt målt effektivitet på resten av porteføljen, som vi kan anta er lik 10.

- Hvis investeringen gjennomføres til en kostnad på 100, tjener selskapet  $0,4 \times 100 + 0,6 \times 0,90 \times 100 = 40 + 54 = 94$ . Nettoverdien er  $94 - 100 = -6$ . Virkningen på resten av porteføljen er pr. forutsetning den samme.
- I tillegg kommer effekten av kalibreringen. Kostnadsgrunnlaget for nett-virksomheten samlet sett øker med 90 eller 100. Virkningen av kalibreringen avhenger av hvorvidt selskapet som gjennomfører investeringen er mer eller mindre effektivt enn gjennomsnittet. Hvis selskapet er mer effektivt enn gjennomsnittet, vil det få en relativt større andel av økningen i det samlede kostnadsgrunnlaget. Da vil det være lønnsomt å øke kapitalkostnadene mest mulig. Hvis selskapet er mindre effektivt enn bransjesnittet, får det en relativt mindre andel. Da vil det lønne seg å gjennomføre investeringen til lavest mulige kostnader.

Selskapet har altså på visse betingelser incentiver til å gjennomføre investeringer kostnadseffektivt, men kan også ha incentiver til å maksimere kostnadene. Resonnementet er prinsipielt tilsvarende det vi gjorde for anleggsbidragsfinansiering i kapittel 4.

## 6.2.2 Oppgavebasert parametrisk modell

Det er også mulig å tenke seg en overgang til en annen type modell for effektivitetsmåling, for eksempel til en såkalt oppgavebasert parametrisk modell. Parametriske modeller er kjennetegnet ved at de defineres a priori med unntak av et sett av ukjente parametre som estimeres på grunnlag av data. Et eksempel kan være modeller basert på estimering av kostnadsfunksjoner med økonometriske metoder, med utgangspunkt i en spesifisert kostnadsfunksjon (for eksempel lineær). Ikke-parametriske modeller, som NVEs DEA-modeller, benytter langt færre restriksjoner a priori, ofte bare noen helt fundamentale antakelser om de matematiske egenskapene ved produksjonsaktiviteten som skal benchmarkes.

### Eksempler på en oppgavebasert parametrisk modell - SINTEFs forslag fra Sand et al. (2006)

En konkret oppgavebasert modell er beskrevet i Sand et al. (2006). Modellen kan enkelt beskrives som summen av et sett av delkostnader pr. oppgave:

- Norm for kundeføring og eltilsyn, basert på antall kunder eller "kundeobjekter"
- Norm for nettkapital, basert på nyverdien av anleggene i hvert enkelt selskap
- Norm for drift og vedlikehold av nettanlegg, basert på separate "best practice"-enhetskostnader til drift og vedlikehold for ulike anleggskomponenter (trafoer, nettstasjoner, kabler og linjer på forskjellige spenningsnivåer)
- Norm for KILE, basert på historiske KILE-kostnader eller et estimert optimalt nivå
- Norm for nettap, basert på historiske tapskostnader eller et estimert optimalt nivå

Matematisk kan modellen karakteriseres som en lineær kombinasjon av et sett definerte oppgaver og tilhørende "enhetskostnader" som fastsettes i henhold til nærmere angitte metoder for hver enkelt oppgave. Modellen er som sådan ingen eksplisitt måling av effektivitet, men stipulerer en norm for de totale kostnadene i et nettselskap basert på

benchmarks for et effektivt nivå for hver enkelt delkostnad. Kostnadsnormen  $K^*$  framkommer altså som summen av et sett av delnormer  $i=1, \dots, 5$ :

$$K^* = \sum_{i=1}^5 K_i^*$$

De ulike delnormene vil kunne inneholde både eksogene og endogene momenter. Delnormene for KILE og overføringstap kan sannsynligvis etableres ved hjelp av eksogene variabler i stor grad (slik vi tolker den foreslåtte modellen), mens normene for nettkapital og drift og vedlikehold bygger på en endogen faktor gjennom mengden fysiske nettanlegg og eksogene enhetskostnader.

Det er for så vidt ingenting i veien for å basere normkostnadene på et bransjegjennomsnitt eller en antatt effektiv front. I det første tilfellet må det ilegges et ekstra krav om at

$$\sum_{j=1}^n K_j = \sum_{j=1}^n K_j^*$$

der  $j$  er en indeks for antall nettselskaper  $j = 1, \dots, n$ ,  $K$  er faktiske kostnader  $K^*$  normerte kostnader.

En mulig fordelingsnøkkel innenfor en normkostnadsmodell gitt kalibrering i forhold til det totale kostnadsnivået i bransjen, er

$$\alpha_j = \frac{O_j^*}{\sum_{j=1}^n O_j^*}$$

der  $\alpha_j$  er selskap  $j$ s andel av den samlede kostnadsnormen basert på selskapets forsyningsoppgave  $O^*$  relativt til andre selskaper. Kostnadsnormen for selskap  $j$  kan deretter fastsettes som

$$K_j^* = \alpha_j \sum_{j=1}^n K_j^*$$

Forsyningsoppgaven og dermed  $\alpha_j$  kan fastsettes for ulike kostnader separat.

En lignende metodikk kan benyttes ved fastsettelse av kostnadsnormen *uten* kalibrering i forhold til kostnadsnivået totalt sett. Det er imidlertid også mulig å tenke seg at kostnadsnormen beregnes mer direkte på grunnlag av stipulerte enhetspriser pr. oppgave (eventuelt justert for forskjeller i geografiske rammevilkår og andre relevante faktorer). Kostnadsnormen vil da (med fem ulike oppgaver som ovenfor) framkomme som

$$K_j^* = \sum_{i=1}^5 \lambda_{ij} O_{ij}^*$$

der  $\lambda_{ij}$  er enhetsprisen for oppgave  $i$  hos selskap  $j$ , mens  $O_{ij}^*$  er målet på oppgave  $i$ , igjen hos selskap  $j$ . Det er heller ingenting i veien for at en slik metode kan benyttes

kombinert med en kalibreringsmekanisme. Da er det nærliggende å tenke seg at kalibreringen innebærer en form for proporsjonal skalering av enhetsprisene.

### Oppgavebasert modell uten kalibrering

Vi ser først på tilfellet der kostnadsnormen bestemmes uten å kalibrere nivået i forhold til bransjens totale kostnader, det vil si

$$K_j^* = \sum_{i=1}^5 \lambda_{ij} O_{ij}^*$$

I dette tilfellet vil nettselskapets inntekter som følge av en investering være beheftet med flere former for usikkerhet:

- Svingende enhetspriser over tid, som følge av endringer i prisene på nettanlegg, både som følge av endringer i kostnadsnivået for nettanlegg og på grunn av endringer i definisjoner og justeringer for forskjeller i rammevilkår (i den grad enhetsprisene reflekterer slike forskjeller). Det kan føre til både for lave og for høye inntekter til å forrente investeringen i perioder. Det er selvsagt mulig å fastsette enhetsprisene så høyt at de dekker kostnadene ved å investere med en høy grad av sikkerhet (eller øke den generelle risikopremien i referanserenta). Det vil imidlertid neppe styrke modellens muligheter til å overleve på sikt, ettersom det gir en relativt høy forventet avkastning og tilsvarende høye tariffer sammenlignet med de faktiske kostnadene.
- Virkningen av en investering på den definerte oppgaven. Denne usikkerheten vil i betydelig grad kunne reduseres på investeringstidspunktet, avhengig av hvordan oppgavevariabelen beregnes. Dersom den framkommer som resultat av en modellberegning som kan variere over tid, kan usikkerheten imidlertid vedvare over levetiden til investeringen. Det kan også være at oppgavedefinisjonen avhenger av geografiske rammevilkår eller andre faktorer som er vanskelige å måle og som vil være gjenstand for endringer over tid.

### Oppgavebasert modell med kalibrering

I dette tilfellet fastsettes kostnadsnormen ved følgende prosedyre:

$$K_j^* = \alpha_j \sum_{j=1}^n K_j^* = \alpha_j \sum_{j=1}^n K_j = \frac{O_j^*}{\sum_{j=1}^n O_j^*} \sum_{j=1}^n K_j$$

Også med en slik modell vil nettselskapenes inntekter være beheftet med usikkerhet:

- Oppgavedefinisjonene kan endre seg over tid. Endringene avhenger av prosedyren for å fastsette forsyningsoppgaven pr. selskap. For eksempel vil en oppgavedefinisjon basert på en benchmarkingmodell kunne eksponere nettselskapene for betydelig risiko. Det som framstår som en effektiv investering på investeringstidspunktet, trenger ikke være det på senere tidspunkter.
- Hvis et nettselskap gjør en investering, vil bransjens samlede kostnadsgrunnlag øke. Verdien av investeringen avhenger av hvor stor andel av økningen i kostnadsgrunnlaget som nettselskapet får beholde. Også dette kan i prinsippet endre seg over tid, og vil være nært knyttet til oppgavedefinisjonen. Litt forenklet



kan vi si at dersom den relative økningen i oppgaven er minst like stor som den relative kostnadsøkningen, vil investeringen være lønnsom for nettselskapet.

Det siste momentet er analogt med diskusjonen vedrørende incentivene i den gjeldende reguleringsmodellen. Vi viste i kapittel 2 at en investering som gir økt målt effektivitet, vil være bedriftsøkonomisk lønnsom med dagens inntektsrammeformel. En høyere relativ økning i oppgaven enn den relative kostnadsøkningen tilsier, er ekvivalent med høyere målt effektivitet. Hvorvidt en investering tilfredsstiller dette kravet, er usikkert. I noen tilfeller vil nettselskapet sannsynligvis kunne slå fast at en investering er svært gunstig eller ugunstig med en høy grad av sikkerhet. I mange tilfeller vil dette imidlertid være vanskelig å anslå. Når kostnadsnormen kalibreres på nasjonalt plan, må nemlig samtlige inntektsendringer som følge av investeringer summere seg til kostnadsøkningene. Hva som blir nettovirkningen for et enkeltsekskap, vil bestemmes av både selskapets egne tiltak og andre selskapers beslutninger om investeringer og drift. Dette er prinsipielt de samme egenskapene som under den DEA-baserte kostnadsnormen.

Ved rene reinvesteringer (utskifting av anlegg uten oppgraderinger eller andre endringer) vil oppgaven ikke endre seg. Lønnsomheten av en reinvestering vil da avhenge av nettselskapets relative andel av den eller de aktuelle oppgavene som omfattes av reinvesteringen, fordi denne andelen bestemmer selskapets andel av bransjens samlede inntektsendring. Verdien av å reinvestere er derfor usikker også i denne modellen.

I tilfellet hvor kostnadsnormen baseres på enhetspriser som deretter skaleres for å kalibrere de totale inntektsrammene, vil kalibreringen introdusere en ekstra inntektsrisiko i tillegg til de svingningene som følger av endringer i enhetsprisene over tid. Hva som blir virkningene ex post (etter kalibrering), avhenger av hvilke investeringer som gjøres samlet sett og hvordan de fordeler seg på ulike oppgaver. Også i dette tilfellet blir virkningene på nettselskapenes inntekter som følge av kalibreringen prinsipielt de samme som under en DEA-modell.

Dersom kapitalkostnadene beregnes på grunnlag av nyverdier, vil det i tillegg oppstå usikkerhet knyttet til standardprisene som ligger til grunn for nyverdiberegningene, jf. diskusjonen ovenfor.

### **6.3 Relevansen av resultatene for distribusjonsnettet**

DEA-modellene for de ulike nettnivåene skiller seg fra hverandre ved at den faktiske anleggsmassen ligger til grunn for outputvariablene i modellen for regional- og sentralnettet, mens output i distribusjonsnettet i større grad er knyttet til eksogene størrelser som levert energi og antall kunder. Antallet rammevilkårsvariabler er også høyere i modellen for distribusjonsnettet. Vi har i denne rapporten bare analysert modellen for regional- og sentralnettet i detalj, men mange av resultatene har også relevans for distribusjonsnettet:

- De grunnleggende virkningene med hensyn til usikkerheten nettselskapene eksponeres for, er de samme i begge modeller. Det gjelder både virkningen på egne inntekter av andre selskapers tilpasning og betydningen av variasjonen i prisene på nettanlegg.
- Problematikken omkring anleggsbidrag og kostnadsgrunnlaget for kalibrering er også identisk i de to modellene.

- Derimot innebærer modellen for distribusjonsnett at nettselskapene i større grad sammenlignes på grunnlag av systemeffektivitet, ikke bare effektiviteten ved en gitt anleggsmasse, ettersom outputvariablene i større grad reflekterer eksogene størrelser.

## Referanser

- Agrell, P. og P. Bogetoft (2003): *Norm Models*. AG2:V2 – Final report. 2003-09-01, SUMICSID.
- Agrell, P. og P. Bogetoft (2004): *Note on Methodology*. ECOM+ Project. 2004-10-01, SUMICSID.
- Alexander, I., C. Mayer and H. Weeds (1998): *Regulatory structure and risk of infrastructure firms: An international comparison*. World Bank Policy Research Working Paper.
- Bjørndal, E. og M. Bjørndal (2006a): *Nettregulering 2007 – Effektivitetsmåling, gjennomsnittlig effektivitet og aldersparameter*. SNF-rapport nr. 38/06, Samfunns- og næringslivsforskning.
- Bjørndal, E. og M. Bjørndal (2006b): *Effektivitetsmåling av regional- og distribusjonsnett – fellesmåling, kostnadsvariasjon og kalibrering*. SNF-rapport nr. 38/06, Samfunns- og næringslivsforskning.
- Dixit, A.K. og R.S. Pindyck (1994): *Investment under uncertainty*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- ECON (2003): *Nettregulering og investeringer*. Rapport nr. 2003-072, ECON Analyse.
- ECON og Oeconomica (2006): *Integrering av KILE i innteksreguleringen*. Rapport 2006-028, ECON Analyse og Oeconomica DA.
- Econ Pöyry (2007): *Vilkår for ny kraftproduksjon*. Rapport 2007-097, Econ Pöyry i samarbeid med SWECO Grøner.
- Econ Pöyry (2008a): *Benchmarking og incentiver*. Rapport 2008-031, Econ Pöyry.
- Econ Pöyry (2008b): *Datagrunnlag for økonomisk regulering av varmesektoren*. Rapport 2008-092, Econ Pöyry.
- Halleraker, M. (1995): *Behandling av risiko i nytte-kostnadsanalyser - en prinsipp-utredning*. Rapport 41/95, Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning.
- Hart, O. (1995): *Firms, contracts, and financial structure*. Oxford: Clarendon Press.
- Johnsen, T. (2006): *Referanserente for norsk nettvirksomhet. Innspill for EBL til NVEs høringsnotat "Modell for fastsettelse av kostnadsnorm - Økonomisk regulering av nettselskapene fra 2007 – utkast pr 060606"*. Juli 2006, Norges Handelshøyskole.
- NOU (1997:27): *Nytte-kostnadsanalyser*. Finansdepartementet.
- NVE (2005): *Aldersfordeling for komponenter i kraftsystemet. Levetid og behov for reinvesteringer*. Rapport nr. 8-2005, Norges vassdrags- og energidirektorat i samarbeid med SINTEF Energiforskning.

- NVE (2006a): *Modell for fastsettelse av kostnadsnorm. Økonomisk regulering av nettselskapene fra 2007*. Utkast per 6.6.2006. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (2006b): *Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten fra 2007. Oppsummering av høring i 2006 og endringer i forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, m.v.* Dokument nr 11/2006, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (2006c): *Om fastsettelse av kostnadsnorm for 2007*. Notat 4.12.2006, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (2007): *Om beregning av inntektsrammer og kostnadsnorm for 2008*. EMØ Rundskriv 5/2007. 5.12.2007, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE (2008): *Endring i forskrift nr. 302 om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffes. Endringer vedrørende tillegg for investeringer og årlig inntektsramme for systemansvarlig nettselskap*. Dokument nr. 15 2008, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Sand, K., D.E. Nordgård og K. Samdal (2006): *Oppgavebasert normmodell for nettregulering*. TR A6384, SINTEF Energiforskning.
- Seim, T.O. og O.R. Thorsnes (2008): *Investments in renewable energy – the significance of uncertainty*. Master Thesis, Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, juni 2008.
- Skjeret, F.A. (2001): *Normalavkastning og effektiv drift for nettmonopolene*. SNF-rapport 26/01, Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning.