

SNF-rapport nr. 14/07

Analyser og simuleringer i inntektsrammereguleringsmodellen for nettbransjen fra 2007

av

**Thomas Haave Askeland
Bjørn Fjellstad**

Prosjekt nr. 7552

Nettregulering 2007 - regnskapsrapportering

Prosjektet er finansiert av EBL Kompetanse AS

**SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS
BERGEN, JUNI 2007**

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale med KOPINOR, Stenergate 1, 0050 Oslo. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar.

ISBN 978-82-491-0526-7 Trykt versjon
ISBN 978-82-491-0527-4 Elektronisk versjon
ISSN 0803-4036

Forord

Denne rapporten er skrevet som en obligatorisk del av vårt masterstudium i bedriftsøkonomisk analyse ved Norges Handelshøyskole og er en del av et større arbeid innen nettregulering ved Samfunns- og næringslivsforskning AS i Bergen. Oppgaven er skrevet innenfor fagprofilen økonomisk styring, og utgjør 30 studiepoeng.

I arbeidet har vi nytt godt av hjelp og støtte fra flere hold. Først og fremst rettes en takk til Mette Bjørndal og Endre Bjørndal ved Norges Handelshøyskole og Samfunns- og næringslivsforskning AS for utmerket veiledning og faglig bistand. Vi ønsker også å rette en takk til Energibedriftenes landsforening for all hjelp og inspirasjon. Likeledes ønsker vi å takke Hafslund Nett, og da spesielt Ketil Grasto Røn og John Ole Bjørnerud, for god støtte og behjelpelighet med innledende arbeid i forbindelse med rapporten.

Avslutningsvis ønsker vi å takke hverandre for et flott samarbeid, noe som har inspirert oss til å legge ned svært mye tid og arbeid i denne rapporten.

Eventuelle feil og mangler ved rapporten står undertegnede ansvarlig for.

Bergen 20. juni 2007

Thomas Haave Askeland

Bjørn Fjellstad

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	1
2	NETTREGULERING	4
2.1	BRANSJESTRUKTUR	4
2.2	NETTREGULERING FRAM TIL I DAG	5
2.2.1	<i>Avkastningsregulering 1993-1996</i>	5
2.2.2	<i>Inntektsrammeregulering 1997-2001</i>	6
2.2.3	<i>Inntektsrammeregulering 2002-2006</i>	7
3	BESKRIVELSE AV INNTEKTSRAMMEREGLERINGSMODELLEN	9
3.1	PRESENTASJON AV INNTEKTSRAMMEREGLERINGSMODELLEN	10
3.1.1	<i>Kostnadsgrunnlaget</i>	11
3.1.2	<i>Justeringsparameteren</i>	13
3.1.3	<i>Kostnadsnormen (K^*)</i>	14
3.1.4	<i>Kalibrering av normkostnad (K^*)</i>	14
4	DEA-MODELLENS FUNKSJON OG VIRKEMÅTE	19
4.1	DEA MODELLEN	19
4.1.1	<i>Bakgrunn og formål med DEA</i>	19
4.1.2	<i>Forutsetninger for bruk av DEA</i>	20
4.1.3	<i>Produktivitet og effektivitet</i>	20
4.1.4	<i>DEA vs Regresjon</i>	26
4.1.5	<i>En input og flere output</i>	28
4.1.6	<i>Definisjon av produksjonsmulighetsområdet</i>	29
4.1.7	<i>Hvilke spørsmål kan DEA hjelpe å besvare?</i>	31
4.1.8	<i>DEA – et LP-problem</i>	32
4.1.9	<i>DEA i inntektsrammereglingsmodellen</i>	33
4.1.10	<i>Supereffektivitet</i>	37
4.1.11	<i>Fordeler og ulemper med DEA</i>	38
4.1.12	<i>Fallgruver</i>	39
4.2	HVORDAN VELGER NVE VARIABLER TIL DEA ANALYSEN?	40
4.2.1	<i>Identifisering av kostnadsdrivere og rammevilkår</i>	41
4.2.2	<i>Valg av variabler til DEA-modellen</i>	43
4.2.3	<i>NVEs metode for valg av variabler</i>	45
4.2.4	<i>Eksempel: DEA-analyse i praksis</i>	52
5	KAPITALKOSTNADER	54
5.1	PRINSIPPER FOR BEREGNING AV KAPITALKOSTNADER	54
5.2	KAPITALGRUNNLAG	55
5.2.1	<i>Historisk anskaffelseskost</i>	55
5.2.2	<i>Gjenanskaffelseskost</i>	56
5.2.3	<i>Nyverdi</i>	56

5.2.4	Regnskapsmessig verdi.....	56
5.2.5	NVE regnskapet.....	57
5.3	AVSKRIVNINGSMETODER.....	58
5.3.1	Lineære avskrivninger.....	59
5.3.2	Annuitetsbaserte avskrivninger.....	60
5.3.3	Levetid.....	61
5.3.4	Avskrivningsmetoder og anvendelse av disse.....	62
5.4	AVKASTNINGSKRAV OG NVE RENTEN.....	62
6	ALDERSPARAMETER	65
6.1	BAKGRUNN FOR ALDERSPARAMETEREN	65
6.1.1	Teoretisk fundament	66
6.1.2	Forutsetninger og problemstillinger for simuleringene	67
6.2	PROBLEMSTILLING 1 - ALDERSAVHENGIGE KOSTNADER I NETTBRANSJEN.....	68
6.2.1	Metode for beregning av nettanleggenes alder.....	71
6.2.2	Kapitalkostnader i forhold til nettanleggets alder	72
6.2.3	KILE-kostnader i forhold til nettanleggets alder	73
6.2.4	Drifts- og vedlikeholdskostnader i forhold til nettanleggets alder.....	74
6.2.5	Oppsummering.....	75
6.3	PROBLEMSTILLING 2 - DEA MODELLEN OG BEREGNING AV EFFEKTIVITET	76
6.4	PROBLEMSTILLING 3 - ALDERSPARAMETEREN KAN JUSTERE FOR ALDERSSKJEVHET	79
6.5	PROBLEMSTILLING 4 - SKALERING AV ALDERSPARAMETEREN.....	81
6.6	PROBLEMSTILLING 5 - EFFEKTER I FAKTISK DATASET.....	82
6.7	SIMULERING: EFFEKTER AV Å INKLUDERE ET GJENNOMSNITTSELSKAP MED ET GAMMELT NETTANLEGG I DATASET.....	86
7	KALIBRERING OG JUSTERINGSPARAMETER.....	88
7.1	BAKGRUNN FOR KALIBRERINGEN	88
7.1.1	Målsettinger og metodikk for kalibreringen.....	89
7.2	PROBLEMSTILLING 6: JUSTERINGSPARAMETERENS EFFEKT	91
7.2.1	Tidsprofil på kapitalkostnader og kompensasjon i inntektsrammen for investerende selskaper... ..	91
7.2.2	Lønnsomhet av investering ved ulik avskrivningstid.....	93
7.3	PROBLEMSTILLING 7: JUSTERINGSPARAMETEREN BØR IKKE VÆRE MED I KALIBRERINGS- GRUNNLAGET.....	94
7.3.1	Bransjens inntektsramme etter kalibrering er alltid lik kostnadsgrunnlaget	94
7.3.2	Alternative kalibreringsmetoder for steg 3.....	97
7.4	HVORDAN FORDELES INNTEKTSRAMMEN GJENNOM KALIBRERINGEN	99
7.4.1	Gjennom kalibreringen omfordeles IR til selskaper med lave bokførte verdier (AKG)	99
7.4.2	Kalibreringen omfordeler IR til selskaper med høy årlig tilgang.....	101
8	INVESTERINGER I NETTANLEGG – EFFEKTER PÅ IR-MODELLEN.....	104
8.1	BESKRIVELSE AV EN INVESTERINGSBESLUTNING I NETTANLEGG	105

8.2	INVESTERINGER OG INNTEKTSRAMMEREGLERINGSMODELLEN.....	108
	<i>Eksempel 1 Avskrivningstider.....</i>	<i>108</i>
	<i>Eksempel 2 Investering av gjennomsnittsselskap etter kalibrering.....</i>	<i>109</i>
9	OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER	111
	LITTERATURLISTE	115
	APPENDIKS 1.....	I
	APPENDIKS 2.....	III
	APPENDIKS 3.....	V
	APPENDIKS 4.....	VIII
	APPENDIKS 5.....	XII
	APPENDIKS 6.....	XIII

Figurliste

Figur 1: Skjematisk fremstilling av inntektsrammereguleringen fra 2007	11
Figur 2: Komponentene i bransjens kostnadsgrunnlag i %	13
Figur 3: Produksjonsfront	21
Figur 4: Produktivitet, teknisk effektivitet og skalaøkonomi	22
Figur 5: Teknologisk endring mellom to perioder	23
Figur 6: Sammenhengen mellom teknisk effektivitet og skalaeffektivitet	25
Figur 7: Regresjonslinje vs. frontlinje	26
Figur 8: Forbedringsmuligheter for selskap A	27
Figur 9: En input og to output case	28
Figur 10: Fire ulike effektive mengder	31
Figur 11: DEA front og konvekksitet	33
Figur 12: Illustrasjon av supereffektivitet	37
Figur 13: Forskjellen i kapitalkostnad – annuitetsbaserte og lineære avskrivninger	59
Figur 14: Rente- og avskrivningskostnad ved lineær avskrivningsmetode	59
Figur 15: Kalkulatoriske rente og avskrivning i annuitetsbasert kapitalkostnad	60
Figur 16: Bransjens driftsmidler pr 31.12, samt årlig tilgang fra 1995 – 2005	69
Figur 17: Bransjens kostnadsutvikling 1995 – 2005	70
Figur 18: Antall nettselskaper fordelt på årsklasser	71
Figur 19: Nettselskapenes kapitalkostnadsandel ift. Nettanleggets alder	72
Figur 20: KILE-kostnadenes andel av totalkostnaden og alder på nettanlegg	74
Figur 21: DV-kostandens andel av totalkostnad ift. Nettanleggets alder	75
Figur 22: Effektivitetsutvikling i DEA for Gjennomsnittsselskap	78
Figur 23: DEA resultater med og uten aldersparameter (CRS-modellen)	84
Figur 24: Kalibreringseffekt på steg 3 i inntektsrammen	97
Figur 25: Beslutningstre for en investering	105
Figur 26: Effekter av investering	107

Tabeller

Tabell 1 Problemstillinger	3
Tabell 2 Et utdrag fra NVEs inntektsrammereguleringsmodell	13
Tabell 3 Forskjell mellom additiv og multiplikativ kalibrering	18
Tabell 4 En input og en output	26
Tabell 5 Effektivitet	27
Tabell 6 En input og to output case	28
Tabell 7 Testede variabler knyttet til etterspørsel og nettets utstrekning	44
Tabell 8 Ulike variable som er inkludert i NVEs analyse	46
Tabell 9 Modell for distribusjonsnettet	49
Tabell 10 Variabelverdier for fire utvalgte selskaper i datasettet (2004-data)	52
Tabell 11 Effektivitet og referanseselskap for utvalgte selskap	52
Tabell 12 Effektivitet og referanseselskap for utvalgte selskap	53
Tabell 13 Tidsprofil – lineære avskrivninger	62
Tabell 14 Tidsprofil – annuitetsbaserte avskrivninger	62
Tabell 15 Beregning av r_{NVE} og r_{NHH} under ulike forutsetninger	64
Tabell 16 Variabelverdier for et Gjennomsnittsselskap 30	77
Tabell 17 Grunnlag for beregning av avtakende kapitalkostnader	77
Tabell 18 Bransjens gjennomsnittlige effektivitet i DEA-modellen vektet med totalkostnad	83
Tabell 19 Banker-test ved CRS-modellen	84
Tabell 20 Banker-test ved CRS-modell med supereffektivitet	85

Tabell 21 Gjennomsnittsselskap 30s effektivitet i det faktiske datasettet.....	86
Tabell 22 Selskap med gjennomsnittsselskap 30 som referanseselskap	86
Tabell 23 Trinn 2 i kalibreringen	90
Tabell 24 Beregning av inntektsrammer for 2007 (2005 data)	91
Tabell 25 Nåverdi av investering med tidsetterslep og justeringsparameter	93
Tabell 26 Resultater av NVEs kalibreringsmetodikk steg 3, ift alternativ metodikk.....	98
Tabell 27 Resultat av kalibrering når selskapene har ulikt kapitalgrunnlag	100
Tabell 28 Resultat av kalibrering når selskapene har ulik årlig tilgang i selskap 1-4	102
Tabell 29 Kalibreringssteg 3 og effekt på IR for 2007.....	103
Tabell 30 NV(IR) med ulik avskrivningstid og endringer i inntektsrammen	109
Tabell 31 Investering med endringer i effektivitet for inntektsrammen	110

1 Innledning

Mandatet for rapporten er å belyse sider ved reguleringen av den norske nettbransjen fra et bedriftsøkonomisk perspektiv. Spesielt vil rapporten ta for seg økonomiske effekter av inntektsrammereguleringsmodellen for nettbransjen som ble iverksatt 1.januar 2007. Modellen er utviklet av Norges Vassdrags og Energidirektorat, NVE, og skal regulere og fordele tillatt monopolinntekt for bransjens selskaper. Arbeidet med den nye reguleringsmodellen har vært omfattende, og regulerende myndighet har involvert mange i utarbeidelsen av denne. Vårt mål er å bidra med et konstruktivt innspill i debatten rundt reguleringsmodellen, gjennom å analysere økonomiske effekter som kan være av interesse både for nettselskapene og regulerende myndighet.

Vår motivasjon

En av de mest interessante utfordringene for reguleringsmodellen er etter vår mening å avveie mellom samfunnsøkonomiske behov og effektivitet, og bedriftsøkonomisk lønnsomhet og tilstrekkelig avkastning på investert kapital. I denne rapporten tar vi utgangspunkt i det bedriftsøkonomiske perspektivet, med spesielt fokus på hvordan reguleringsmodellen beregner størrelsen på bransjens samlede inntektsramme, samt hvordan den fordeler bransjens inntektsramme mellom nettselskapene. Avkastningen på lang sikt vil avgjøre om bransjen som helhet får tilført tilstrekkelig kapital, slik at selskapene kan gjennomføre sine investeringer.

Et annet interessant moment ved modellen er at den har som mål å gi tilstrekkelige investeringsinsentiver for nettselskapene. Vi vil i denne rapporten ta utgangspunkt i at nettselskapenes hovedmål er å gjennomføre monopoloppgavene, opprettholde en tilfredsstillende leveringssikkerhet og samtidig sikre tilfredsstillende avkastning på investert kapital. Disse er nødvendigvis ikke motsetninger, men i mange investeringsbeslutninger kan det allikevel oppstå situasjoner der samfunnsøkonomiske hensyn må veies opp mot de bedriftsøkonomiske hensynene. Hvordan reguleringsmodellens investeringsinsentiver fungerer er i den sammenhengen meget interessant.

Det er også et spennende moment at reguleringsmodellen skal kunne anvendes på alle selskapene i bransjen. Tatt i betraktning de store ulikhetene mellom selskapene, er dette framholdt som et problem av mange kritikere av modellen. Disse forskjellene gjelder mange

forhold, som for eksempel størrelse, eierstruktur, målsettinger, forsyningsområde og nettstruktur. Et konkret eksempel er at noen nettselskap har som hovedmål å maksimere avkastningen på investert kapital, mens andre nettselskap, med mindre profittorienterte eiere og ofte sterk lokal tilknytning, har som sitt primære mål å sikre levering av energi i sitt forsyningsområde.

Struktur i rapporten

Rapporten vår er bygget opp i to hoveddeler; teori og analyse. Innledningsvis presenterer vi kort de ulike reguleringsregimene som nettbransjen har vært underlagt siden 1991. For å danne en teoretisk bakgrunn for våre analyser vil vi videre presentere inntektsramme-reguleringsmodellen for 2007 i kapittel 3, før vi ser på teorien bak effektivitetsanalysene med Data Envelopment Analysis (DEA) i kapittel 4. I kapittel 5 tar vi for oss relevant økonomisk teori om kapitalkostnader, siden dette er et viktig moment i rapporten. Problemstillinger og analyser i tilknytning til DEA-modellen og aldersparameteren belyses i kapittel 6, før vi i kapittel 7 går nærmere inn på justeringsparameteren og kalibreringseffekter i inntektsramme-reguleringsmodellen. For å konkludere, viser vi i kapittel 8 reguleringsmodellens mulige effekt på en investeringsbeslutning i et nettselskap, før vi oppsummerer problemstillingene og analysene i kapittel 9.

Problemdefinisjon

I denne rapporten diskuterer vi hvordan inntektsrammereguleringsmodellen behandler nettanlegg med ulik levealder, og hvordan de ulike kalibreringseffektene, samt justeringsparameteren, spiller inn på inntektsrammen for bransjen. Vi simulerer og analyserer i tillegg investeringer i nettanlegg, for å kunne vurderer effektene av kalibreringen og justeringsparameteren. I tabell 1 presenterer vi hovedproblemstillingene som vi vil belyse i rapporten.

Tabell 1 Problemstillinger

Problemstilling	Forklaring	Behandles i
1	<i>Hvilke kostnader er aldersavhengige i nettselskapenes kostnadsgrunnlag?</i>	6.2
2	<i>Hvordan velger DEA-modellen ut referanseselskapet for de ulike nettselskapene?*</i>	6.3
3	<i>Hvordan kan en aldersparameter justere for alderskjevhetene i datasettet slik at effektiviteten uttrykker aldersuavhengig effektivitet?*</i>	6.4
4	<i>Hvordan bør aldersparameteren skaleres?***</i>	6.5
5	<i>Bør aldersparameteren inkluderes i DEA-modellen?</i>	6.6
6	<i>Dekker justeringsparameteren nåverditapet som følger av tidsetterslepet på kompensasjonen i inntektsrammen?</i>	7.2
7	<i>Bør justeringsparameteren være med i kalibreringsgrunnlaget, eller bør den legges til etter at kalibreringen er gjennomført?</i>	7.3

**Datasett: Gjennomsnittsselskap 1-30, **Data: rapporterte data til NVE for 2004*

2 Netregulering

2.1 Bransjestruktur

Nettbransjen består av ca 150 nettselskaper som alle har monopol på overføring av strøm til forbrukere i en region. I monopolkonsesjonene har konsesjonseier plikt til å levere strøm til alle kundene i regionen, og ellers utføre en rekke nettrelaterte monopoloppgaver. Regulerende myndighet er Norges Vassdrags- og Energidirektorat, heretter kalt NVE, som har fått denne myndigheten delegert fra Olje- og Energidepartementet. Både regionene og selskapene er svært forskjellige, og for å eksemplifisere heterogeniteten beskriver vi kort to ytterpunkter. Hafslund er det største nettselskapet i Norge og leverer strøm til 520 000 kunder i et arealmessig sett lite område i Oslo, Akershus og Østfold. Blant de mindre nettselskapene finner vi Luostejok Kraftlag som leverer strøm til 3600 kunder i Karasjok, Porsanger og Lebesbu kommune gjennom et distribusjonsnett på ca. 1000 km. I tillegg til de strukturelle forskjellene på selskapene er det også store geografiske forskjeller mellom monopolregionene som påvirker kostnader og inntekter. Det er for eksempel dyrere å bygge og vedlikeholde nett i områder med bratt terreng, og kapitalslit på nettanlegg nær sjøen er høyere enn i områder med tørt innlandsklima. En annen betydelig geografisk forskjell er at Luostejok i Finnmark har mye lavere kundetetthet enn Hafslund.

I følge NVEs utkast til modell for fastsettelse av kostnadsnorm 6.juni 2006, heretter kalt NVEs modellutkast 6.juni 2006, har vi de siste 10 årene sett en økt konsolidering i nettbransjen. Styreleder i Trønderkraft, Anders Rønning, hevdet i sitt foredrag under Energidagene 2006, at dette har medført økt profesjonalitet i bransjen og mer markedsorientert eierstyring. Mindre kraftselskap har ofte en sterk lokal tilknytning og drives i mindre grad av profittmaksimerende prinsipper. Noen nettselskaper mener dessuten at reguleringsmodellen vil påvirke den optimale selskapsstrukturen i bransjen, og innvirke på lønnsomheten av fusjoner og fisjoner (NVE notat 4.desember 2006). NVE erkjenner denne svakheten og viser til at problematikken må løses gjennom søknader om å få fastsatt kostnadsnormen på et annet grunnlag i en begrenset periode.

Generelt sett er bransjen forbundet med lav risiko og stabil inntjening. Dreber og Lundqvist (2004) hevder i sin utredning av referanserenten for nettbransjen at den systematiske risikoen ved nettvirksomhet (betaverdien) ligger i intervallet 0,25-0,45. Selv om endringer i

rammebetingelsene er et usikkerhetsmoment, så utgjør det ikke en betydelig risiko for nettselskapenes inntjening. Rapporten anbefaler at betaverdien settes til 0,35, og dette ligger også til grunn for beregningen av referanserenten i den endelige reguleringsmodellen fra NVE for 2007. Blant de viktigste bidragsyttere til diskusjon rundt NVEs referanserente nevnes NHH-professor Thore Johnsen sine kommentarer til NVEs høringsutkast av 6.juni 2006. Vi viser til delkapittel 5.4 for nærmere drøfting av referanserenten..

Bransjen har også stor samfunnsmessig betydning og verdi, siden leveringssikkerheten til både husholdninger og industri er avgjørende for landets verdiskapning. Selv om leveringssikkerheten er av stor viktighet vil disse hensynene måtte veies opp mot de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å drive nettvirksomhet. Avveiningen mellom leveringssikkerhet og kostnadseffektiv drift har derfor stått sentralt når regulerende myndighet utviklet den nye inntektsrammereguleringsmodellen.

2.2 *Nettregulering fram til i dag*

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det forståelig at man opprettet nettmonopolene. Det lønner seg ikke å utvikle to parallelle nett for distribusjon av elektrisk energi. Ved å innføre nettmonopolene kreves det imidlertid en presis regulering som motiverer selskapene til å drive effektivt, og til enhver tid opprettholde tilfredsstillende leveringssikkerhet. Nettmonopolene har vært underlagt ulike reguleringsregimer etter at de ble regulert, og vi vil her kort gå igjennom de tre modellene som har vært i effekt etter at Energiloven ble vedtatt i 1990. De tre modellene er avkastningsregulering fra 1993-1996, inntektsrammeregulering fra 1997-2001 og inntektsrammeregulering fra 2002-2006 (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

2.2.1 Avkastningsregulering 1993-1996

De første årene etter at Energiloven ble vedtatt var nettmonopolene gjenstand for avkastningsregulering. Dette var i utgangspunktet en overgangsordning i påvente av en ny og bedre reguleringsmodell. Modellen innebar at selskapene ved inngangen til hvert regnskapsår meldte inn hvilken avkastning de ønsket å oppnå. NVE på sin side fastsatte en øvre prosentuell grense for denne avkastningen. Denne NVE-renten var beregnet til renten på en 5-årig statsobligasjon tillagt en risikopremie på 1 %. Dersom selskapenes avkastningssats ble for høy eller lav i forhold til den satsen de rapporterte på begynnelsen av året, så ble det tillagt en mer- eller mindreavkastning i avkastningssatsen det påfølgende året.

$$IR_t = K_t + (AVKG \times r_{selskap\ i})$$

$$Inntektsramme = (Avkastningsgrunnlag \times referanserente) + K_t$$

der

$$r_{selskap\ i} \leq \max(r_{NVE}) = 5 \text{ \AA}rig\ stat + 1\%$$

$$K_t = \text{Kostnadsgrunnlag \AA}r\ t$$

$$AVKG_i = \text{Avkastningsgrunnlag nettselskap\ i}$$

Denne formen for regulering kan føre til overinvestering i nettet, da selskapene uansett får dekket sine kostnader og det eneste kravet de må møte er å ikke overstige maksimal avkastningsrate ($\max(r_{NVE})$) (Averch og Johnson, 1962). Reguleringsmodellen inneholdt altså ingen insentiver til å drifte effektivt. Nettselskapene tenderte til å overinvestere i nettet, og fokuserte for lite på kostnadseffektiv drift (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

2.2.2 Inntektsrammeregulering 1997- 2001

Inntektsrammereguleringen for denne perioden ble etablert ved å bruke selskapenes kostnader fra årene 1994 og 1995, samt en fast referanserente i perioden på 8,3 %. Merk at kostnadsgrunnlaget ikke inkluderer avkastning. Inntektsrammegrundlaget ble videre justert for inflasjon, endringer i kraftpris, samt et generelt effektivitetskrav på 1,5 % og et sjablonmessig tillegg for nyinvesteringer tilsvarende 0,5 ganger økningen i levert energi. I 1998 ble det også utviklet individuelle effektivitetskrav for nettselskapene i distribusjonsnettet, og det samme skjedde i regionalnettet i 1999.

$$IR_t = \frac{KPI_t}{KPI_{t-1}} \times (K_{94-95} + (NT_{94-95} \times P_t) + AVS_{95} + AKG_{95} \times r_{NVE}) \times (1 - GEK - IEK) + (0,5 \times \Delta LE_{t-(t-1)})$$

der

$$K_{94-95} = \text{Snitt kostnadsgrunnlag 1994 og 1995}$$

$$NT_{94-95} = \text{Snitt nettap 1994 og 1995}$$

$$AVS_{95} = \text{Avskrivninger 1995}$$

$$AKG_{95} = \text{Avkastningsgrunnlag 1995}$$

$$P_t = \text{Kraftpris \AA}r\ t$$

$$GEK = \text{Generelt effektivitetskrav} \geq 1,5\%$$

IEK = Individuelt effektivitetskrav

ΔLE = Endring levert energi år $(t - 1)$ til år t

$r_{NVE} = 8,3 \%$

I 2001 ble i tillegg KILE- ordningen (Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi) innført. Hvert selskap fikk tilordnet et forventet KILE-beløp, som ble justert mot faktisk KILE kostnad. Dersom faktisk KILE var høyere en det forventede KILE-beløpet ville dette redusere inntektsrammen, og i motsatt tilfelle, øke inntektsrammen.

I NVEs Empirisk evaluering av reguleringen av nettselskapene (1997 – 2001) (2003) vises det til at investeringene i distribusjonsnett på bransjenivå gikk ned i denne reguleringsperioden. Investeringene i 2001 var kun 84 % av nivået i 1996. Dette vil vi komme nærmere inn på i kapittel 6.1.

2.2.3 Inntektsrammeregulering 2002 - 2006

I neste periode med inntektsrammeregulering ble det gjort mindre endringer på modellen. Referanserenten ble flytende og utgjorde i perioden en risikofri rentesats, fastsatt av Finansdepartementet, tillagt en risikopremie på 2 %. Referanserenten, r_{NVE} , for perioden ble beregnet til 6,53 %. Kostnadsgrunnlaget for inntektsrammen ble også endret og fastsatt på bakgrunn av kostnader i perioden 1996-1999, samt at siste år ble lagt til grunn for avskrivninger og avkastning. For å ta hensyn til nåverditapet knyttet til tidsetterslepet i investeringene ble det også vedtatt at avkastningsgrunnlaget skulle oppdateres årlig etter søknad i regional og sentral nettet, og etter en sjablon-modell basert på økning nettilknytning og økning i levert energi for distribusjonsnett.

$$IR_t = \left(\left(\frac{KPI_t}{KPI_{96-99}} \times K_{96-99} \right) + (NT_{96-99} \times P_t) + AVS_t + AVK_t \right) \times (1 - GEK - IEK)$$

Det generelle effektivitetskravet (GEK) på 1,5 % ble også opprettholdt, men en viktig endring var nå at KILE ble tatt inn som et rammevilkår i effektivitetsmodellen og at faktisk KILE ble ført som en kostnad for det enkelte selskap. I 2003 ble i tillegg alle forventede KILE-beløp oppjustert for nettselskapene (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

Den lange referanseperioden (1996-1999) og tidsetterslepet i inntektsrammen førte til en frikobling av nettselskapenes inntekter og kostnader. Dette gav større insentiver for

effektivisering av nettdriften. På den andre siden gav det svake investeringsinsentiver, fordi det tok lang tid fra kapitalkostnadene påløp til disse ble kompensert i inntektsrammen. Dette er forsøkt løst i den nye reguleringsmodellen.

3 Beskrivelse av inntektsrammereguleringsmodellen

Vi vil nå beskrive inntektsrammereguleringsmodellen som ble iverksatt 1.januar 2007. For å beskrive modellen har vi i stor grad brukt NVEs utkast til modell for fastsettelse av kostnadsnorm fra 6.juni 2006 som kilde.

Den økonomiske reguleringen av nettselskapene har som mål å bidra til en samfunnsmessig rasjonell nettvirksomhet gjennom å legge til rette for effektiv drift, utvikling og utnyttelse av elektrisitetsnettet. NVEs regulering av norske nettselskaper er forankret i energilovforskriften som sier at inntektsrammene skal dekke selskapenes kostnader, avskrivninger og gi en rimelig avkastning på investert kapital gitt effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet (EBL 1.november 2006). Modellen som ble innført i januar 2007 innebærer en større grad av normering av inntektene enn modellen som ble benyttet mellom 2002-2006. I den nye modellen bestemmes inntektsrammen av en kostnadsnorm og egen kostnad med vektorer på hhv 60 % og 40 %. For 2007 og 2008 vil fordelingen være 50 % egne kostnader og 50 % normkostnad. En normering tilsier at inntektene frikobles fra selskapets kostnader, og dette skal gi selskapene sterkere økonomiske insentiver til å gjøre de kostnadseffektive beslutningene. Kostnadsnormen fastsettes på bakgrunn av sammenlignende effektivitetsanalyser og skal ta hensyn til relevante forskjeller i nettselskapenes rammevilkår. Kostnadsnormen kalibreres videre slik at bransjens veide avkastning blir lik referanserenten som benyttes i reguleringen.

Sammenlignende effektivitetsanalyser har blitt benyttet av NVE siden 1998 for å fastsette kostnadsnormen. Den nye inntektsrammereguleringsmodellen bygger på de metoder og modeller NVE har brukt tidligere, med særlig vekt på Data Envelopment Analysis (DEA), samt erfaringer fra tidligere bruk. DEA-modellen vil vi beskrive inngående i kapittel 4.

Første forslag til ny reguleringsmodell ble sendt på høring 1.juli 2005 og er presentert i NVE-dokument 9/2005. En oppsummering ble presentert i NVE-dokument 19/2005 etter innkomne høringskommentarer og NVEs merknader. Etter justeringene, ble nytt forslag sendt på høring 5.mai 2006, og resultatene fra høringen ble publisert i NVE-dokument 3/2006. 6.juni 2006 sendte NVE ut sitt utkast til rapport om modell for fastsettelse av kostnadsnorm til alle nettselskapene, en rekke interesseorganisasjoner og offentlige institusjoner. 55 tilbakemeldinger ble mottatt fra bransjen, og 4.desember 2006 kom det foreløpig siste notatet

”Om fastsettelse av kostnadsnorm” fra NVE. I notatet ble modellen som vil benyttes til å fastsette kostnadsnormen presentert, samt en revidert DEA-modell.

3.1 Presentasjon av inntektsrammereguleringmodellen

Inntektsrammegrunnelaget oppdateres på årlig basis og er basert på økonomisk og teknisk rapportering til NVE fra siste tilgjengelige regnskapsår, dvs. 2 år tilbake i tid. Inntektsrammen er basert på det enkelte selskaps faktiske kostnader og på en kostnadsnorm. Nettselskapenes inntektsramme på generell form vises i følgende formel:

$$(1) \quad IR_t = (1 - \rho)(K_t) + \rho K_t^* + JP = (K_t) + \rho(K_t^* - K_t) + JP$$

der

IR_t = Inntektsramme i år t

ρ = Vekt som tillegges kostnadsnormen

K_t = Inflasjonsjustert kostnadsgrunnlag for det enkelte nettselskap fra år t-2 (inkludert kostnader ved utbetaling ved svært langvarige avbrudd og KILE kostnader)

K_t^* = Kostnadsnormen for selskapet (fremkommer som et resultat av sammenlignende analyser av selskapene basert på data fra år t-2 og inkluderer KILE-kostnader)

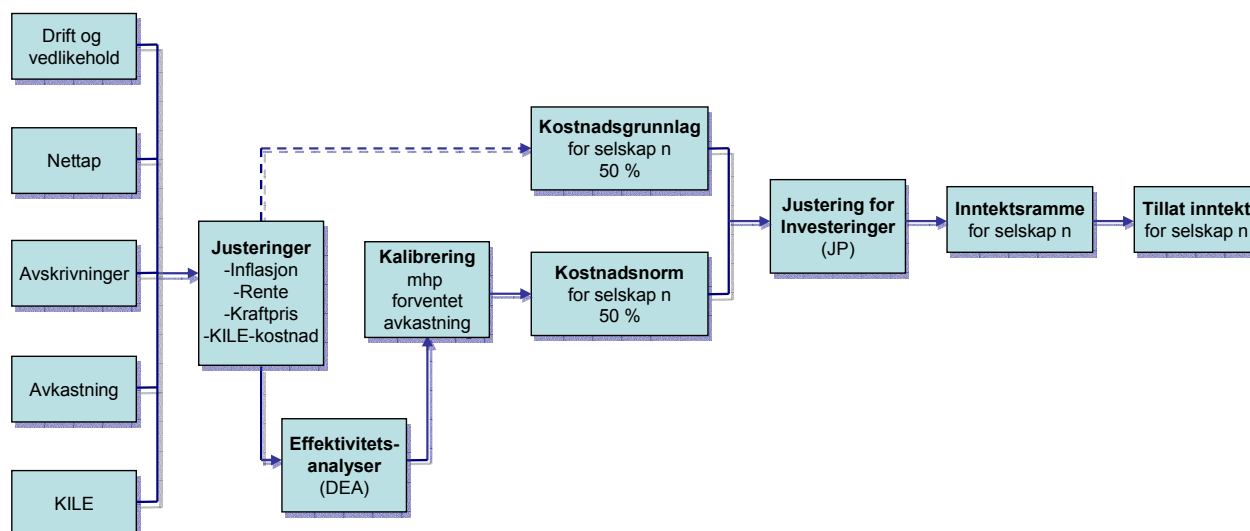
JP = Justeringsparameter for investeringer.

Gitt ρ på 0,6 (60 %) blir dette innsatt i (1) følgende:

$$IR_t = 0,4(K_t) + 0,6K_t^* + JP$$

Merk at når ρ settes inn i (1) fremstår vektene til K og K^* som hhv 40 % og 60 %, men som nevnt gjelder ikke disse vektene før 2009. Formelen for 2007 og 2008 vil være gitt som følger:

$$(2) \quad IR_t = 0,5(K_t) + 0,5K_t^* + JP$$



Figur 1: Skjematisk fremstilling av inntektsrammereguleringen fra 2007

3.1.1 Kostnadsgrunnlaget

Kostnadsgrunnlaget fastsettes med utgangspunkt i innrapporterte verdier for regnskapsåret to år tilbake i tid og består av følgende elementer:

$$(3) \quad K_t = DV_{t-2} \times \frac{KPI_t}{KPI_{t-2}} + NT_{t-2} \times P_t + AVS_{t-2} + AKG_{t-2} \times r_{NVE} + KILE$$

der

DV = Drifts- og vedlikeholdskostnader (inkludert utbetalinger til kunder ved svært langvarige avbrudd)

KPI = Konsumprisindeksen

NT = Nettap

P = Referansepris på kraft

AVS = Avskrivninger på investert nettkapital

AKG = Avkastningsgrunnlag

r_{NVE} = Referanserenten som brukes i reguleringen.

$KILE$ = Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi

Inflasjonsjusterte drifts- og vedlikeholdskostnader omfatter alle kostnader som inngår i driften av nettselskapet, i tillegg legger man til utbetaling ved svært langvarige avbrudd, jf. § 9A-2 i Olje- og Energidepartementets (OED) forskrift av 11.mars 1999 nr. 302 om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og overføringstariffer.

Det innrapporterte fysiske nettapet, målt i MWh, multipliseres med dagens referansepris på kraft for å finne nettapkostnaden som inngår i kostnadsgrunnlaget.

For beregning av avskrivningskostnad brukes historisk anskaffelseskost avskrevet lineært over anleggsmiddelets levetid. Avkastningsgrunnlaget tilsvarende den bokførte verdien på nettkapitalen per 31. desember, tillagt 1 prosent for netto arbeidskapital.

Som vist over, multipliseres referanserenten med avkastningsgrunnlaget, for å finne avkastningselementet i kostnadsgrunnlaget. Selve referanserenten fastsettes av NVE og tar utgangspunkt i Norges Banks effektive rente for en 5-årig statsobligasjon. Den fremkommer ved $1,14r + 2,39\%$, som tilsvarende et risikopåslag på om lag 3,1 prosent dersom en legger til grunn en nominell risikofri rente på 5 %. I NVEs modellutkast fra 6. juni 2006 viser NVE til at dette risikopåslaget også tar høyde for usikkerhet i reguleringen, inkludert usikkerheten knyttet til de foreslåtte modellene for kostnadsnormene.

Vi kommer nærmere inn på avskrivninger, avkastningsgrunnlaget og referanserenten i kapittel 5 som omhandler kapitalkostnader.

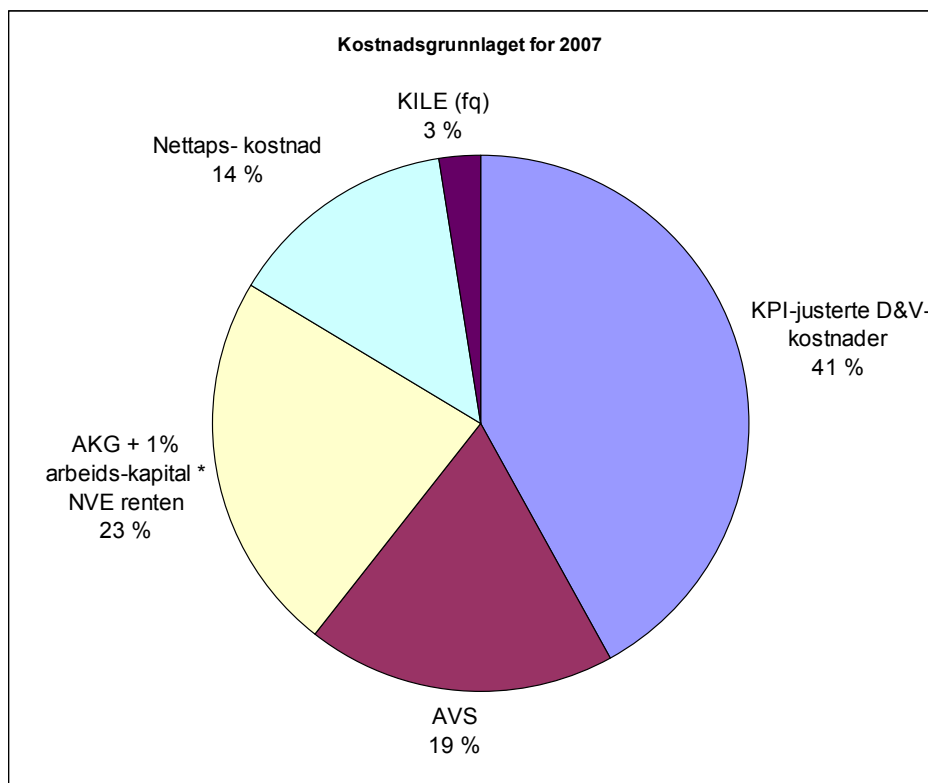
I OED-forskrift, nr. 302 § 9-1, vises det også til at den årlige inntektsrammen skal kvalitetsjusteres for avbruddskostnader som følge av ikke levert energi, det vil si KILE. Forskriften forklarer videre at nettselskapenes totale avbruddskostnader fremkommer ved å multiplisere avbruddssatsene med mengde ikke levert energi som er rapportert som langvarig avbrudd, jf. forskrift 30. november 2004 nr. 1557 om leveringskvalitet i kraftsystemet.

Sagt med andre ord er faktisk KILE den samlede summen nettselskapene betaler til kundene som følge av avbrudd i leveringen. Kundene er delt inn i 6 forskjellige grupper der industrikundene kompenseres mest for ikke varslet avbrudd, kr 69,40 pr. kWh og husholdningen minst kr 8,80. Dersom avbruddet er varslet blir avbruddssatsene noe mindre. NVE justerer avbruddssatsene årlig med KPI.

I tabell 2 viser vi NVEs beregninger for bransjens kostnadsgrunnlag i 2007. Tabellen viser de samlede kostnadene for bransjen og beløper seg til 13,5 milliarder. Dette kostnadsgrunnlaget består av de elementene vi presenterte i (3). I figur 2 viser vi de ulike kostnadskomponentenes prosentandel av det samlede kostnadsgrunnlaget.

Tabell 2 Et utdrag fra NVEs inntektsrammereguleringsmodell

NVEs modell		
Kostnadsgrunnlag for fastsettelse av inntektsrammen for 2007 (2005-data)	D&V-kostnader KPI-justert	5.692.649
	Avskrivninger (AVS)	2.532.759
	Nettapskostnad (NT)	1.871.999
	KILE (fq),	362.390
	Sum kostnader	10.459.797
	Avkastningselement (K)	3.125.353
	Kostnadsgrunnlag (K)	13.585.150



Figur 2: Komponentene i bransjens kostnadsgrunnlag i %

Vi ser av figur 2 at DV-kostnadene står for 41 % av kostnadsgrunnlaget. Den største kostnadskomponenten vil allikevel utgjøre kapitalkostnadene; avskrivninger og rentekostnader, som får en samlet verdi som utgjør 42 % av kostnadsgrunnlaget. Vi observerer også at KILE utgjør en relativt liten andel av bransjens kostnader.

3.1.2 Justeringsparameteren

Justeringsparameteren (JP) skal gi kompensasjon for nåverditapet pga tidsetterslep på to år i inntektsrammen, dvs. at datagrunnlaget for å fastsette inntektsrammen i år t , hentes fra år $t-2$. Nåverditapet fremstår som en funksjon av referanserenten, og er basert på en gjennomsnittlig avskrivningstid på 30 år.

$$(4) \quad JP_t = 1,6 \times r_{NVE} \times \Delta I_{t-2}$$

der ΔI er årets tilgang i balansen, og gjelder både re- og nyinvesteringer. Så lenge r_{NVE} er høyere enn 5 % vil JP isolert sett gi en overkompensasjon for investeringene. I tillegg er kompensasjonen i inntektsrammen avhengig av avskrivningstid. Dette vil vi komme nærmere tilbake til i kapittel 8.2.

3.1.3 Kostnadsnormen (K^*)

K^* fastsettes ved hjelp av sammenlignende effektivitetsanalyser av selskapets kostnader. Metoden som legges til grunn for de sammenlignende analysene er Data Envelopment Analysis (DEA), som vi vil beskrive nærmere i kapittel 4. To sentrale elementer i K^* er likevel naturlig å omtale her: Vekten som skal tillegges K^* og betydningen av at K^* skal kalibreres.

$$(1) \quad IR_t = (1 - \rho)(K_t) + \rho K_t^* + JP = K_t + \rho(K_t^* - K_t) + JP$$

Her er ρ vekten som legges på kostnadsnormen. I henhold til NVEs modellutkast 6.juni 2006 bestemmes styrken i reguleringen (insentivene) av størrelsen på ρ . Dersom $\rho = 0$ har vi en ren avkastningsregulering med 2 års tidsetterslep. Denne modellen vil da ha svært svake insentiver til effektiv drift, fordi nettselskapene uansett vil få dekket alle sine kostnader. De har med andre ord ingen insentiver til å drive effektivt eller gjennomføre samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer. Dersom $\rho = 1$ har vi en ren normregulering med svært sterke insentiver til å drive effektivt. Nettselskapene vil ha som mål å bli maksimalt effektive, men selskapene vil ikke bli kompensert for ekstraordinære kostnader/inntekter eller andre forskjeller som ikke kan forklares av DEA-modellen. Ulikheter mellom selskapene i forhold til geografi vil måtte justeres for i DEA-modellen.

NVE har foreslått å sette ρ lik 0,6 (merk: 0,5 de første to årene). Dette gir sterkere insentiver enn i forrige reguleringsregime, fordi normelementet vurderes til å ha større insentivvirkning enn de generelle og individuelle effektivitetskravene.

3.1.4 Kalibrering av normkostnad (K^*)

Kalibreringen av normkostnaden har til hensikt å justere bransjens totale inntektsramme slik at bransjens avkastning blir lik referanserenten. I NVEs modellutkast fra 6.juni 2006, sier

NVE at kalibreringen skal nedjustere hvert enkelt selskaps inntektsramme dersom bransjens totale inntektsramme er beregnet for høyt, eller oppjustere den dersom bransjens totale inntektsramme er beregnet for lavt. Denne kalibreringen foretas etter at selskapenes normkostnad er beregnet gjennom DEA modellen. Det er utfallet av DEA-beregningene, samt justeringsparameteren som avgjør om bransjens totale normkostnad og påfølgende inntektsramme gir høyere eller lavere avkastning enn NVE renten.

NVE poengterer også at det er et gjennomsnittlig effektivt selskap som skal forvente en årlig avkastning lik referanserenten. Dette gjør at avkastningen for hvert enkelt selskap fremdeles vil være ulik, og at kalibreringen ikke har til hensikt å omfordele mellom selskapene, men snarere justere bransjens totale inntektsramme slik at bransjeavkastningen blir lik NVE renten. NVE har videre kommentert følgende om kalibreringsvirkningene på normkostnaden:

”Kalibreringen gjør også at kostnadsnormen vil være vesentlig mindre følsom for svingninger og eventuelle feil i kostnadsgrunnlaget til de selskapene som er referanse for normen. Desto mindre referanseverket er, desto mindre betydning får slike svingninger og feil for de øvrige selskapene.”

(NVEs modellutkast 6.juni 2006: 13)

3.1.4.1 NVEs valg av metode for kalibrering

For å komme frem til en kostnadsnorm fra effektivitetstall gjennomfører NVE en tre stegs kalibrering:

- i. Det første trinnet innebærer at effektivitetstallene korrigeres for avvik mellom faktisk og gjennomsnittlig KILE. Dette gjøres fordi KILE inngår i effektivitetsanalysene med en gjennomsnittsverdi over perioden 2001-2004.

$$(5) \quad \hat{E}_i = \frac{K_i^*}{K_i - gKILE_i + fKILE_i}$$

der

\hat{E} = korrigert resultat fra DEA for hvert nettnivå

$gKILE$ = gjennomsnittlig KILE 2001 – 2004 benyttet i analysene

$fKILE$ = faktisk KILE for hvert av årene

- ii. I det andre trinnet normaliseres effektivitetstallene fra distribusjonsnettet (D-nett) og regional- og sentralnettet (RS-nett), og vektes sammen til ett felles effektivitetstall for hele selskapet. Når inntektsrammen for 2007 beregnes gjøres det i tillegg en justering av de normaliserte effektivitetstallene for RS-nett, som medfører at det legges mindre vekt på effektivitetsmålingene ved beregningen av inntektsrammene. Dette kalibreringstrinnet er ekvivalent med en multiplikativ kalibrering, se 3.1.4.2.

$$(6) \quad E_i = w_i \frac{\hat{E}_i^D}{E^D} + (1-w) \frac{\hat{E}_i^R}{E^R}$$

- iii. I trinn tre legges justeringsparameteren til det enkeltes selskaps kostnadsnorm, før bransjeinntekten igjen kalibreres slik at inntektsrammen i sum tilsvarer kostnadsgrunnlaget. Kalibreringen gjøres ved å justere beregnet avkastning med samme prosentuelle størrelse for alle selskapene.

Denne kalibreringen vil tilsvare den additive kalibreringen som vi vil vise i neste avsnitt som formel (9). NVE viser den additive metoden med følgende formel:

$$(7) \quad K_{i,Kalibrert}^* = K_{Normert}^* - \frac{AKG}{\rho} \Delta r$$

3.1.4.2 Kalibreringsmetodikk

Vi vil videre presentere to mulige kalibreringsmetoder, additiv og multiplikativ metode, og kort beskrive fordeler og ulemper med disse.

Multiplikativ

Den multiplikative metoden for kalibrering innebærer at man justerer hvert enkelt selskaps inntektsramme ved å multiplisere med en lik prosentsats bestemt av forholdet mellom bransjens kostnader og bransjens inntekter.

Vi viser her formelen for den multiplikative metoden:

$$(8) \quad K_{i,Kalibrert}^* = K_i^* \times \frac{\sum K}{\sum K^*}$$

der

K^* = selskap i 's normkostnad før normering

$\sum K$ = Bransjens kostnad inkludert normalavkastning

$\sum K^*$ = Bransjens totale normkostnad

Hvert enkelt selskap vil få sin normkostnad justert med den samme faktoren, og den eneste variabelen i uttrykket vil være selskapets normkostnad. Det er dermed størrelsen på denne som avgjør hvor stor absoluttverdi justeringen vil ha for hvert enkelt selskap. I praksis er det dette som skjer i kalibreringssteg 2 i inntektsrammereguleringsmodellen.

Additiv

Den additive metoden for kalibrering innebærer at man justerer hvert enkelt selskaps inntektsramme ved å legge til eller trekke fra en andel av bransjens underskudd eller overskudd i forhold til normkostnaden. Som fordelingsnøkkel i dette eksemplet brukes selskapets andel av bransjens avkastningsgrunnlag

$$(9) \quad K_{i, Normert}^* = K_i^* + \left(\frac{\sum K - \sum K^*}{\sum AKG_i} \right) \cdot (AKG_i)$$

der

K^* = selskap i 's normkostnad før normering

$\sum K$ = Bransjens kostnad inkludert normalavkastning

$\sum K^*$ = Bransjens inntekt beregnet ved DEA

AKG = avkastningsgrunnlag for selskap i

Av formelen ser vi at de to variablene i uttrykket er selskapets normkostnad og størrelsen på deres avkastningsgrunnlag. Dersom selskap i har et lavt avkastningsgrunnlag så vil også kalibreringseffekten være liten, men er det høyt vil imidlertid effekten bli stor. Vi ser her at størrelsen på selskapets avkastningsgrunnlag avgjør hvor stor påvirkning kalibreringen har på selskapets kalibrerte normkostnad. Det er denne kalibreringsmetodikken som benyttes i kalibreringssteg 3 i inntektsrammereguleringsmodellen.

Effekter av de to typene kalibrering

Generelt kan vi si at begge metodene vil justere for at bransjeinntekten, beregnet ved DEA, er høyere eller lavere enn bransjens kostnad inkludert normalavkastningen. Resultatet av de to metodene på bransjenivå vil imidlertid bli ulike for enkeltelskaper hvis vi bruker selskapenes normkostnad som fordelingsnøkkel i den multiplikative metoden, og kapitalgrunnlaget i den additive metoden. Se eksempel i tabell 3.

Den multiplikative metoden påvirker selskapenes inntekt med en lik prosentsats beregnet ved forskjellen mellom bransjens kostnad og bransjens inntekt (DEA). Den additive metoden kalibrerer selskapene basert på deres andel av bransjens avkastningsgrunnlag, og vil kunne endres som følge av endringer i andres og eget selskaps avkastningsgrunnlag. Alle selskap som kalibreres med den additive metoden vil stå overfor den samme kalibreringsfaktoren som skal multipliseres med deres avkastningsgrunnlag for å finne endring i kostnadsgrunnlaget.

Eksempel

Vi kan eksemplifisere dette ved å se på tre selskaper (A-C) som til sammen utgjør en bransje.

Tabell 3 Forskjell mellom additiv og multiplikativ kalibrering

	A	B	C	Sum Bransje
Avkastningsgrunnlag (AKG)	1 000	2 000	3 000	6 000
Inntekt (DEA-basert) - K^*	100	215	330	645
Kostnad inkl avkastning - K	150	300	450	900
Additiv kalibrering (justert K) AKG	142,5	300,0	457,5	900,0
Multiplikativ kalibrering (justert K)	139,5	300,0	460,5	900,0

Vi ser her at den DEA-baserte inntektsrammen (K^*) for bransjen er på 645, det vil si for lav i forhold til sum kostnader for bransjen inkludert normalavkastning (900). Dette fører til at normkostnaden (justert K) for selskapene må justeres opp. Vi kommer nærmere inn på kalibreringseffektene i kapittel 7 om kalibrering og justeringsparameteren.

4 DEA-modellens funksjon og virkemåte

Vi vil i dette kapittelet gå nærmere inn på beregningen av normkostnaden, K^* , i inntektsrammeregeringsmodellen. Til dette har NVE benyttet en Data Envelopment Analysis (DEA) modell. Kapittelet er delt opp i to deler; 4.1 omhandler DEA-metoden og 4.2 omhandler variablene i DEA modellen. I 4.1 vil vi ta en kort gjennomgang av DEA-modellen, før vi gjennomgår de ulike effektivitetsbegrepene. Deretter vil vi illustrere DEA gjennom enkle eksempler og presentere lineærprogrammeringsproblemet. I 4.2 presenterer vi variablene NVE har valgt, hvilke tester de har benyttet til utvelgelsen og hvordan modellen fungerer i praksis gjennom et relevant eksempel,

4.1 DEA modellen

4.1.1 Bakgrunn og formål med DEA

DEA er en matematisk metode som første gang ble introdusert av Charnes, Cooper og Rhodes (1978), og er en videreutvikling av pionerarbeidet til Farrell (1957). Farrell var motivert av behovet for å lage bedre metoder og modeller for å evaluere produktivitet. Da Charnes et al. (1978; 1979; 1981) utviklet DEA metoden beskrev de den som en ”matematisk programmerings modell, anvendt mot observerte data, som gir en ny måte å oppnå empiriske estimater av sammenhenger – i produktfunksjoner og/eller effektive produksjonsmulighetsområder – som er hjørnesteiner i moderne økonomisk tankegang” (Cooper et al. 2004: 2).

Rent formelt kan vi si at DEA er en metode som retter seg mot fronter istedenfor sentrale tendenser. Med dette menes at DEA ikke prøver å legge en regresjonslinje gjennom senteret av data, som i statistisk regresjon, men heller legger en linje som flyter på toppen av observasjonene som er effektive (Cooper et al. 2004).

DEA metoden tar utgangspunkt i empiriske observasjoner og lar de mest effektive selskapene eller produksjonsenhetene danne det effektive referansesettet (den effektive fronten). Selskaper som ikke er lokalisert på den effektive fronten betegnes som ineffektive. Man får da et uttrykk for hvor effektiv bedriften er i forhold til de beste i bransjen ved å måle avstanden fra bedriftens tilpasning til den effektive fronten.

I senere tid har bruken av DEA økt betraktelig, og metoden har fått mange flere bruksområder. Siden DEA krever relativt få antagelser har dette åpnet for anvendelse på

problemstillinger som tidligere har vært resistente mot andre tilnæringer pga komplekse, og ofte ukjente, relasjoner mellom flere input og output (Cooper et al. 2004).

Cooper, Seiford og Tone (2000) poengterer at DEA har blitt brukt til å gi nye innsikter i aktiviteter som tidligere har blitt evaluert av andre metoder. For eksempel har man ved bruk av DEA i benchmarking identifisert flere kilder til ineffektivitet i tilsynelatende profitable bedrifter, som av andre metoder er rangert som beste praksis. Ved bruk av DEA har man altså fått et bedre verktøy for å identifisere optimal tilpasning.

4.1.2 Forutsetninger for bruk av DEA

DEA-modellen bygger på få, enkle og lett akseptable forutsetninger (Vassdal 2003):

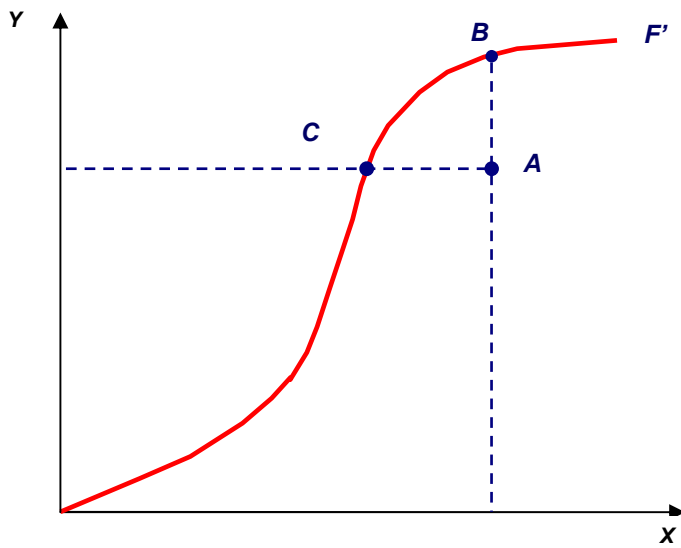
1. Produksjonen kan ikke være negativ, og større produksjon regnes som bedre enn mindre produksjon.
2. Ingen innsatsfaktorer er negative, og det vil alltid være bedre å bruke minst mulig innsatsfaktorer.
3. Det er mulig med sløsing, noe som betyr at en kan bruke mer input enn hva de mest effektive enhetene gjør. Sagt på en annen måte så er det for et gitt produksjonsnivå mulig å bruke for mye av en eller flere innsatsfaktorer enn det som er nødvendig for å sikre produksjonsnivået (innsatseffektivitet), eller for et gitt forbruk av innsatsfaktorer så er det mulig å produsere mindre enn det som er best mulig (produksjonseffektivitet).
4. I tillegg til alle observerte input- og outputvektorer så kan det også benyttes enhver konveks kombinasjon av disse.

4.1.3 Produktivitet og effektivitet

Siden begrepene produktivitet og effektivitet ofte benyttes om hverandre og betraktes som synonyme, vil vi her se på forskjellene mellom begrepene. Produktivitet defineres som forholdet mellom et selskaps produksjon og innsatsfaktorbruk (Coelli et al. 1998).

$$(10) \quad \textit{Produktivitet} = \frac{\textit{Output}}{\textit{Input}}$$

Vi illustrerer produksjonsfronten ved å benytte oss av et eksempel med en enkel produksjonsprosess med en input (x) og en output (y).

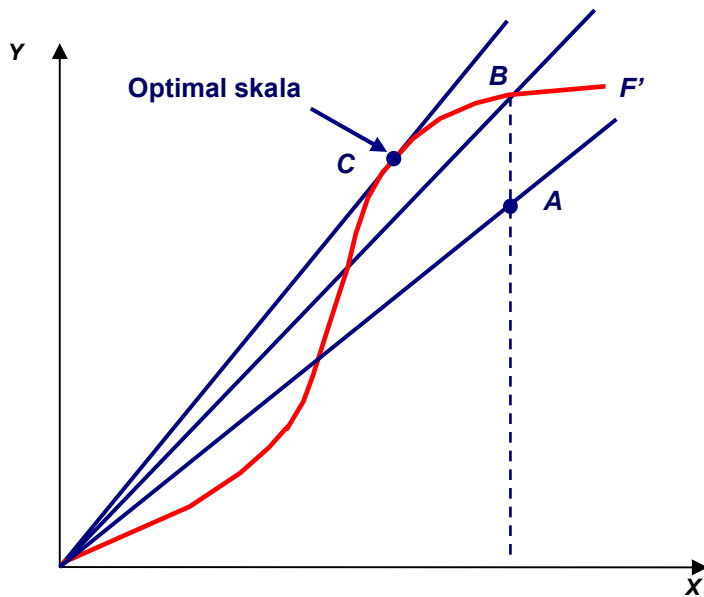


Figur 3: Produksjonsfront

Linjen OF' i figur 3 representerer produksjonsfronten som definerer forholdet mellom maksimalt oppnåelige output for et hvert inputnivå. I figuren fremstår B og C , som effektive selskaper, mens A er et ineffektivt selskap. Et selskap som er posisjonert som A er ineffektivt siden det teknisk sett kan øke outputnivået til punkt B uten å øke sin input. Alternativt, kunne det produsert samme mengde output med mindre innsatsfaktorer som ville tilsvart selskap C i figuren. Produksjonsmulighetsområdet i figuren består av alle mulige output og input kombinasjoner mellom produksjonsfronten, OF' , og x-aksen.

Selve navnet til Data Envelopment Analysis, på norsk dataomhyllingsmetoden, har fått sitt navn fordi fronten ”omhyller” de nevnte punktene.

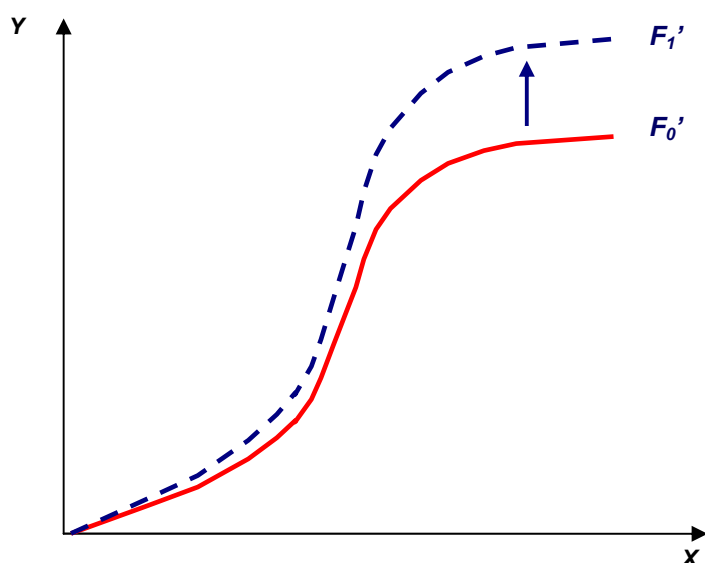
I figur 4 på neste side illustrerer vi forskjellen mellom teknisk effektivitet og produktivitet. I figuren strekker vi en linje fra origo for å måle produktiviteten til et spesifikt selskap. Helningen på linjen er y/x , og gir et mål på produktiviteten til det enkelte selskap. De selskapene som opererer på produksjonsfronten vil være teknisk effektive ($TE = 1$), mens selskap A som ligger under produksjonsfronten ikke er det ($TE < 1$). I vårt eksempel er B og C teknisk effektive, men selskap A er ineffektivt. Teknisk effektivitet reflekterer et selskaps evne til å oppnå maksimal produksjon ut fra et gitt inputnivå (outputorientering), eventuelt selskapets evne til maksimal proporsjonal reduksjon i inputene, uten å endre produsert outputmengde (inputorientering) (Vassdal 1988). I vårt eksempel er B og C teknisk effektive, men selskap A er ineffektivt.



Figur 4: Produktivitet, teknisk effektivitet og skalaøkonomi

Hvis selskap *A* beveger seg mot det teknisk effektive selskap *B*, vil helningen på linjen bli brattere, noe som indikerer at selskap *B* får høyere produktivitet. Hvis vi i stedet går mot selskap *C* vil linjen fra origo tangere produksjonsfronten, som definerer den maksimalt oppnåelige produktiviteten. Selskap *C* representerer altså en plassering som gir optimal produksjonsstørrelse (skala). Enhver annen plassering på produksjonsfronten vil resultere i lavere produktivitet.

Selskaper som er teknisk effektive kan likevel forbedre produktiviteten gjennom å nyttegjøre seg av skalaøkonomien. På kort sikt er det ofte vanskelig å endre produksjonsskalaen, men hvis vi inkluderer en tidskomponent, kan vi også ta hensyn til en ny kilde til effektivitetsforbedring, kalt teknologisk endring. En teknologisk endring kan beskrives som forbedringer i teknologi og innebærer at produksjonsfronten vil få et oppadgående skift (se figur 5 neste side). Dette betyr at selskapene teknisk sett kan produsere mer output for ethvert inputnivå i neste periode relativt til nåværende periode (Coelli et al. 1998).



Figur 5: Teknologisk endring mellom to perioder

Et selskap kan øke sin produktivitet fra ett år til et annet uten at dette skyldes effektivitetsforbedringer alene. Også teknologiske endringer eller nyttegjøring av skalaøkonomien kan være forklaringer. En kan også tenke seg at produktivitetsøkningen skyldes en kombinasjon av de nevnte tre faktorer.

De overnevnte eksemplene tar hensyn til fysiske mengder og tekniske forhold, men tar ikke hensyn til kostnader og profitt. Foreligger informasjon om priser, og en kan foreta passende antagelser om kostnadsminimering eller profittmaksimering, kan man inkludere et prestasjonsmål som innlemmer denne informasjonen. Det er da mulig å betrakte allokeringseffektivitet i tillegg til teknisk effektivitet. Allokeringseffektivitet ved inputorientering vil omhandle valg av en inputmiks (f. eks arbeid og kapital) som produserer et gitt outputkvantum til minimumskostnad, gitt de inputprisene som råder.

Allokerings-/priseffektivitet måler graden av en bedrifts tilpasning til et gitt sett av priser. For at en bedrift skal være allokeringseffektiv må produsenten befinne seg på den delen av den effektive fronten der produsentens økonomiske målsettinger tilfredsstilles. Det betyr i prinsippet at produsenten velger optimale inputkombinasjoner for gitte priser. Denne delen av fronten bestemmes av prisene på innsatsfaktorene og produktene. Produsenten skal være tilpasset på en slik måte at det relative prisforholdet mellom to vilkårlige innsatsfaktorer skal være lik den negative marginale tekniske transformasjonsraten ($MRTS = -P_1/P_0$). Det skal ifølge Vassdal (1988) også være likhet mellom grenseinntekten og grensekostnaden for hvert produkt.

Kombineres allokerings-/priseffektivitet med teknisk effektivitet får vi et samlet økonomisk effektivitetsmål kalt *totaleffektivitet*.

4.1.3.1 Aktuelle effektivitetsbegreper i DEA-modellen for nettselskapene

Siden man i NVEs analyser kun benytter én innsatsfaktor, selskapets totalkostnad, kan vi se bort fra forholdet mellom ulike innsatsfaktorer og faktorpriser. Alle forskjeller mellom de enhetene som skal sammenlignes kan da beskrives ved to hovedegenskaper; struktur og skala. Med strukturelle forskjeller menes forskjeller i forholdet mellom de ulike kostnadsdriverne (rammevilkårene), mens ulikheter i størrelse forklares med skalaforskjeller. Vi vil nå gå nærmere inn på egenskapene ved de to effektivitetsbegrepene:

Strukturell effektivitet

En produsent er strukturelt ineffektiv dersom produsenten befinner seg på en del av produksjonsfronten som ikke tilhører det økonomiske området. Produsenten opererer da på et område på den effektive fronten hvor innsatsfaktorene har et ikke-positivt grenseprodukt. Dette betyr at økt innsatsfaktorbruk ikke medfører en økning i produksjonen. Denne delen av fronten eksisterer kun dersom det ikke er fri disponering av innsatsfaktorer eller produkter. Dersom det er mulig å kvitte seg med en eller flere innsatsfaktorer kostnadsfritt, vil ikke strukturell ineffektivitet kunne eksistere. I produksjonsteori forutsettes det ofte at strukturell ineffektivitet ikke kan forekomme, eksempelvis Farrell (1957) som forutsatte at isokvanten ikke kunne ha positiv helning noen steder.

Skalaeffektivitet

Skalaeffektivitet er avhengig av at produsenten har riktig størrelse på produksjonsprosessen. Det forutsettes da at det finnes en optimal produksjonsstørrelse eller et optimalt størrelsesintervall for en bestemt produksjonsteknologi. En produsent er dermed skalaeffektiv dersom han er lokalisert på den delen av produksjonsskalaen hvor det eksisterer konstant skalaavkastning (CRS), og skalaineffektiv dersom han er lokalisert på en annen del. Skalaeffektivitet beregnes ved å sammenligne en observert vektor av innsatsfaktorer og produkter, med en totalt effektiv vektor som genererer nullprofitt, noe som tilsvarer en teknologi med konstant skalaavkastning. Denne teknologien forventes å oppstå i en konkurranselikevekt på lang sikt. Dersom produsenten avviker fra denne teknologien betegnes han som skalaineffektiv.

Skalaegenskaper beskriver i hvilken grad en proporsjonal økning i alle input øker output. Dersom en produsent har økende skalaavkastning (IRS) vil en økning i innsatsfaktorforbruket med α % medføre en relativt sett større økning i output. Det motsatte vil være tilfelle dersom produsenten har avtagende skalaavkastning (DRS). Dersom en inputøkning fører til en relativt sett like stor økning i output har produsenten konstant skalaavkastning (CRS).

Matematisk:

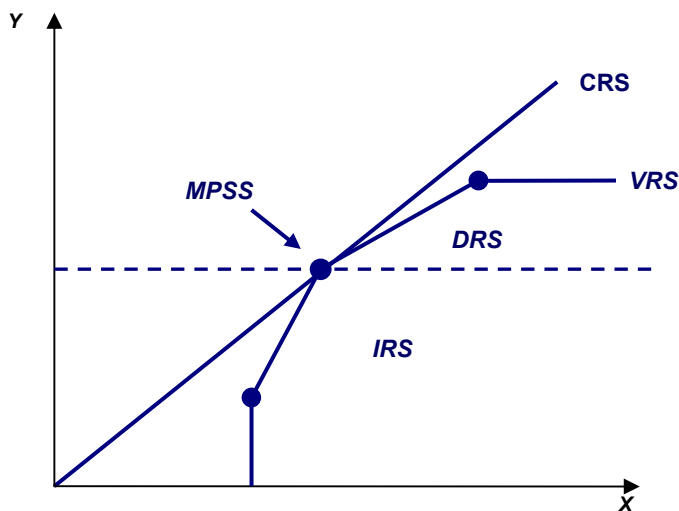
$$(11) \quad f(\alpha X_1, \alpha X_2) = (1 + \alpha)^k \cdot f(X_1, X_2)$$

CRS når $k = 1$

IRS når $k > 1$

DRS når $k < 1$, hvor α beskriver den proporsjonale økningen i innsatsfaktorene (X_1, X_2)

Dette forholdet er illustrert i figur 6:

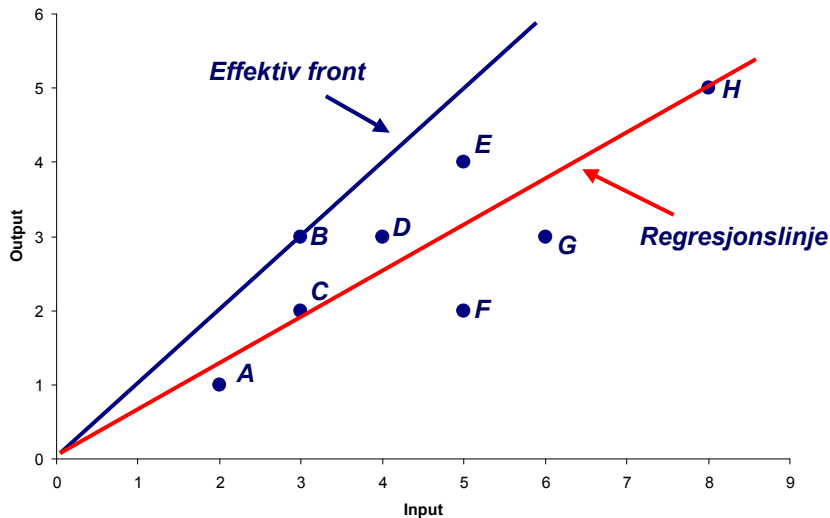


Figur 6: Sammenhengen mellom teknisk effektivitet og skalaeffektivitet

De enhetene som er lokalisert på VRS fronten blir definert som teknisk effektive mens de enhetene som er lokalisert på CRS fronten defineres som totaleffektive. MPSS står for ”Maximum Productive Scale Size”, og illustrerer et selskap som både er teknisk- og skalaeffektivt. Denne tilpasningen blir også omtalt som optimal produksjonsstørrelse.

4.1.4 DEA vs Regresjon

Innledningsvis nevnte vi at DEA retter seg mot fronter istedenfor sentrale tendenser, dette illustrerer vi i figur 7.



Figur 7: Regresjonslinje vs. frontlinje

Tabell 4 En input og en output

Selskap	A	B	C	D	E	F	G	H
Input	2	3	3	4	5	5	6	8
Output	1	3	2	3	4	2	3	5
Output/Input	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

Gitt de data som er presentert i tabell 4 kan vi tegne en statistisk regresjonslinje tilpasset disse. Den røde linjen i figur 7 viser regresjonslinjen med utspring fra origo, ved bruk av minste kvadraters metode, uttrykt ved $y = 0,622x$. Denne linjen vil gå gjennom "midten" av punktene, slik at de punktene som ligger over denne vil kunne defineres som overlegne resultater og de som ligger under som underlegne. Grad av tilpasning (overlegen/underlegen) til regresjonslinjen kan måles gjennom grad av avvik fra linjen. På den andre side vil frontlinjen (blå) vise ytelsen til det beste selskapet i det observerte datasettet og effektiviteten til de andre selskapene måles ut i fra avvik fra denne. Dette er hovedforskjellen mellom statistiske tilnærmninger og DEA. Statistiske metoder viser gjennomsnitt eller sentrale tendenser mens DEA viser de beste utøverne og evaluerer alle observasjoner gjennom avvik fra frontlinjen. De to ulike metodene vil resultere i store forskjeller når det kommer til evaluering. DEA identifiserer at B blir lagt til grunn for videre undersøkelser, eller som et benchmark for andre, mens statistiske metoder tar B inn i datasettet sammen med de andre for å beregne et gjennomsnitt (Cooper et al. 2000).

Sammenlignet med B er de andre selskapene ineffektive. Effektiviteten til de andre selskapene relativt til selskap B kan måles som følger

$$(12) \quad 0 \leq \frac{(Output / Input)x}{Output / Input} B \leq 1$$

I formelen tilsvarende x andre selskaper. Vi kan nå rangere selskapene etter effektivitet som tilsvarende observasjoner i tabell 4.

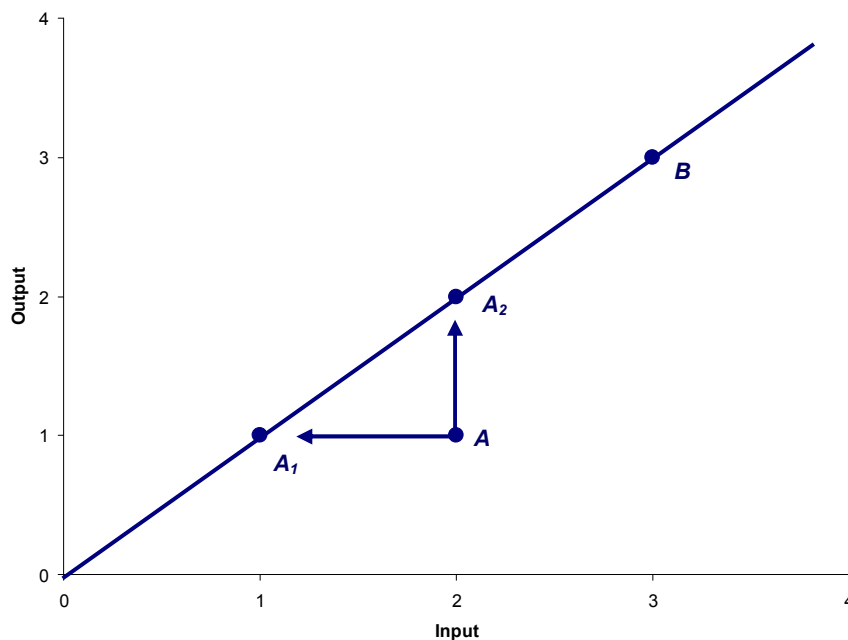
$$1 = B > E > D > C > H > A = G > F = 0,4.$$

Det dårligste selskapet, F , oppnår kun $0,4 \times 100 \% = 40 \%$ av selskap B 's effektivitet.

Tabell 5 Effektivitet

Selskap	A	B	C	D	E	F	G	H
Effektivitet	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

Som tabell 5 viser, er det kun et selskap, B , som fremstår som effektivt. Vi skal nå se nærmere på hvordan ineffektive selskaper kan bli effektive, med andre ord hvordan de kan komme seg opp til den effektive fronten.



Figur 8: Forbedringsmuligheter for selskap A

I figur 8 ser vi at A kan forbedre seg på flere måter. En måte er å redusere input til A_1 som gir koordinatene (1,1) på den effektive fronten. En annen måte er å øke output til A_2 (2,2). Andre måter for å forbedre effektiviteten til A , er ulike kombinasjoner av økning i output og reduksjon i input.

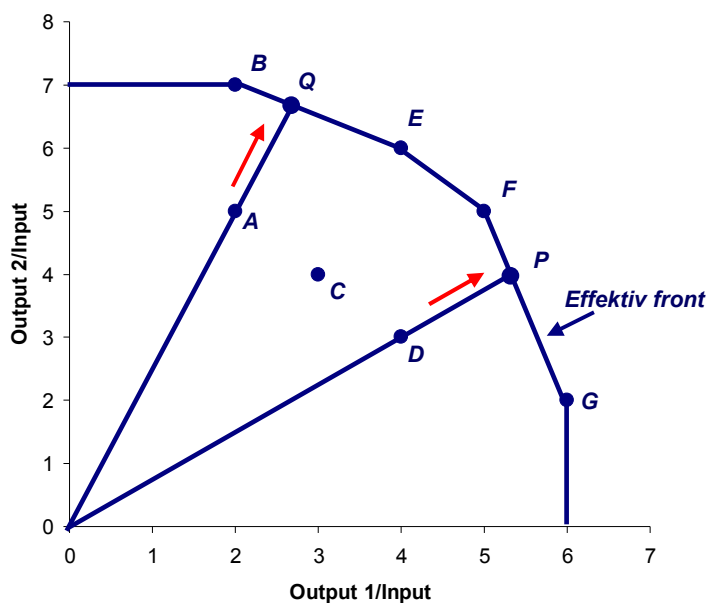
4.1.5 En input og flere output

Vi ønsker her å vise hvordan forskjeller i kombinasjonen av output tas hensyn til ved hjelp av et eksempel. Vi forutsetter at produksjonsteknologien har konstant skalautbytte (CRS = Constant Returns to Scale), det vil si at selskapene fritt kan skalere produksjonen opp og ned. Enhetene blir sammenlignet uavhengig av størrelse ved å dividere hver av outputene med inputen. Dermed spiller det ingen rolle om effektiviteten analyseres i ”input”- eller ”output”-retningen.

I Cooper et al. (2000) brukes et eksempel for å illustrere et problem med en input og to outputs. For å få en enhetsbasert front deles output variablene på input variabelen. I tabell 5 vil enhetene (A til G) representere selskaper med ulike kombinasjoner av output, disse er illustrert i figur 9.

Tabell 6 En input og to output case

Selskap		A	B	C	D	E	F	G
Input	x	1	1	1	1	1	1	1
Output 1	y_1	2	2	3	4	4	5	6
Output 2	y_2	5	7	4	3	6	5	2



Figur 9: En input og to output case

Nettselskapene B , E , F og G er effektive selskaper som de andre måles mot. De danner den effektive fronten som er vist i figur 9. Til venstre for B og under G finnes ingen effektive enheter. Dette innebærer at ingen enheter som har høyere input enn disse, samtidig som de har mindre output, kan være effektive. Den effektive fronten forlenges fra B og G slik at de treffer aksene ortogonalt.

Produksjonsmulighetsområdet er området som er begrenset av aksene og den effektive fronten i figuren. A , C og D er ineffektive nettselskaper og deres effektivitet kan beregnes ved å referere til frontlinjen. For eksempel kan nettselskap D s effektivitet beregnes ved:

$$(13) \quad \frac{d(0, D)}{d(0, P)} = 0,75$$

Hvor $d(0, D)$ og $d(0, P)$ betyr hhv ”distanse fra null til D ” og ”distanse fra null til P ”, illustrert i figur 10. 0,75 er det forholdet av ineffektivitet som tilsvarende begge outputene til D . Underskuddet på D s output kan elimineres ved å øke begge outputene, uten å endre forholdstallet, til man når P s nivå. Den ineffektiviteten vi har sett i dette tilfellet, kan elimineres uten å endre forholdstallet, og kalles teknisk ineffektivitet.

4.1.6 Definisjon av produksjonsmulighetsområdet

Produksjonsmulighetsområdet (PMO) må identifiseres for å kunne beregne et mål for effektivitet. Ifølge Vassdal (1990) må PMO tilfredsstillende følgende krav:

- PMO må inneholde alle observerte input og output kombinasjoner for samtlige beslutningsenheter, samt konvekse kombinasjoner av disse
- Det skal være mulig med ”sløsing” både i input- og outputretning, det vil si at en enten benytter mer ressurser enn nødvendig (innsatsineffektivitet) eller bør kunne produsere mer med de samme innsatsfaktorene (produktineffektivitet)
- Det skal være mulig med en lineær opp- eller nedskalering av PMO, under forutsetningen av at produksjonsteknologien har konstant utbytte med hensyn på produksjonsskalaen, det vil si CRS.

Matematisk formuleres dette som følger (Vassdal 2003):

$$T_1 = \left\{ (x, y) : x = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, y = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j, \forall \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \right\}$$

$$T_2 = \{(x, y) : x = x_0, y \leq y_0 \text{ for } (x_0, y_0) \in T_1\}$$

$$T_3 = \{(x, y) : y = y_0, x \geq x_0 \text{ for } (x_0, y_0) \in T_2\}$$

$$T_4 = \{(x, y) : x = kx_0, y = ky_0, k > 0, (x_0, y_0) \in T_3\}$$

der

n = antall enheter som studeres

m = antall innsatsfaktorer

s = antall produkter

(x, y) : observert (empirisk) vektor av innsatsfaktorer og produkter for DMU_j

$j = 1, \dots, n$

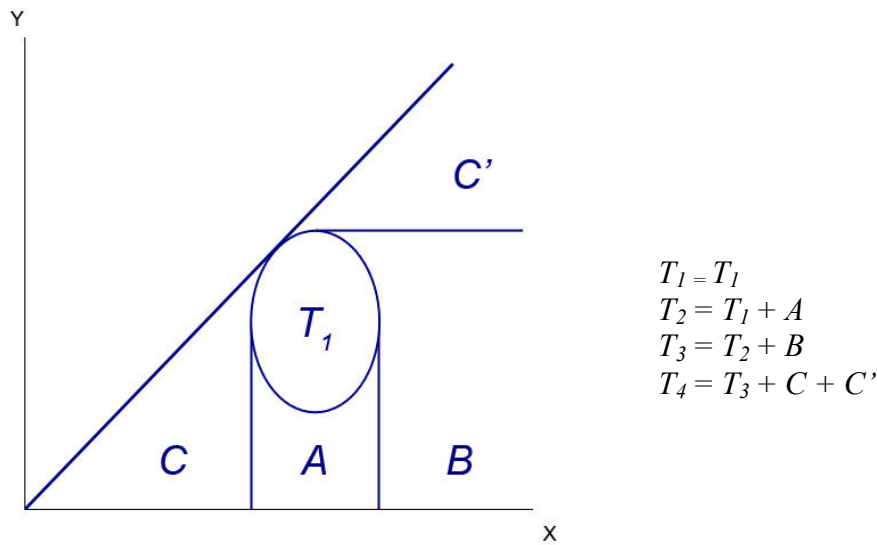
$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$

$y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$

λ = vektene av de ulike innsatsfaktorene eller produktene

T_1 sees på som et slags kjerneområde som kan defineres av observasjonsmengden og konvekse kombinasjoner av disse. Utvides mulighetsområdet T_1 kan en oppnå en klarere definering av ineffektiviteten. T_2 , den første utvidelsen av mulighetsområdet, tillater at PMO kan omfatte outputvektorer mindre enn den observerte outputvektor. Ved å inkludere de tilfellene hvor y er med i T_2 , får vi ytterligere utvidelse av mulighetsområdet, T_3 , her er forbruket av innsatsfaktorene større enn eller lik innsatsfaktormengden i T_2 . Med utgangspunkt i mulighetsområdet T_3 kan en også få et mål for om observerte bedrift/produksjonsprosesser ligger på en del av produksjonsmulighetsområdet hvor en har stigende, konstant eller avtagende utbytte med hensyn på skala. T_3 tilsvarer PMO til VRS. En utvidelse av PMO med T_4 gjør at en inkluderer skalaeffektivitet, noe som betyr at en tillater lineære ekspansjoner/kontraksjoner av $(x, y) \in T_3$. T_4 tilsvarer PMO i CRS.

De ulike produksjonsmulighetsområdene er illustrert grafisk i figur 10 (Vassdal 2003):



Figur 10: Fire ulike effektive mengder

T_1 viser som tidligere nevnt alle de konvekse kombinasjonene av de observerte vektorene. A inkluderer produksjonsineffektivitet og B innsatsfaktorineffektivitet, mens C og C' viser de radikale ekspansjonene og kontraksjonene.

4.1.7 Hvilke spørsmål kan DEA hjelpe å besvare?

Ved å beregne den observerte effektiviteten til de individuelle enhetene, kan DEA hjelpe til med å identifisere en målestokk for prestasjoner. Den veide kombinasjonen av referanseenheter må sørge for en målestokk for relativt sett mindre effektive enheter. Det virkelige innsatsfaktorforbruket eller outputproduksjonen til effektive enheter (eller kombinasjoner av disse) kan tjene som en spesifikk målestokk for de mindre effektive enhetene. Prosessene til de effektive enhetene kan gi informasjon til ledere av mindre effektive enheter, med den hensikt å forbedre deres prestasjoner.

Vi har under, etter Fried og Lovell (1994), listet opp følgende spørsmål som DEA kan hjelpe med å besvare i inntektsrammereguleringsmodellen:

1. Hvordan kan man velge velegnede rollemodeller som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer?
2. Hvilke nettselskaper er de mest effektive i nettbransjen?
3. Dersom et nettselskap kunne prestert i henhold til beste praksis, hvor mye mer output kunne selskapet da oppnådd, samt hvor mye kunne det redusert selskapets kostnader?
4. Hva er den optimale skalaen for nettselskapet som måles?

5. Hvordan kan man gjøre rede for ulikheter i ytre omstendigheter (les: geografivariabler) i evalueringen av prestasjonen til de individuelle selskapene?

4.1.8 DEA – et LP-problem

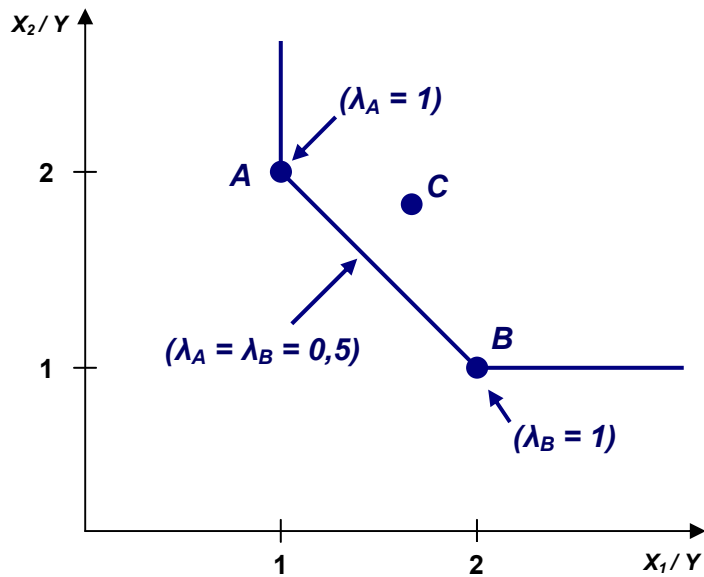
CRS modellen som benyttes i NVEs analyser kan formuleres som et lineært programmeringsproblem (LP problem). NVE bruker dualen, bedre kjent som omhyllingsmodellen, som vi nå vil presentere.

Omhyllingsmodellen (Dualen)

En av årsakene til at omhyllingsmodellen benyttes svært ofte i praksis er fordi den gir et mer dekkende bilde av hvordan effektiviteten til en enhet vurderes. Man ønsker å finne en vektor mindre eller lik 1 som kan multipliseres med alle innsatsfaktorene til en Decision Making Unit (DMU), som i NVEs modell fremstår som et nettselskap, slik at DMUen som analyseres får minst like stor input som andre DMUer i observasjonssettet. Dette kan forklares med et eksempel der en gitt DMU benytter 10 enheter av en input, og har en effektivitet på 70 %, denne DMUen skal kunne skalere ned forbruket av ressurser fra 10 til 7 ($10 \times 0,7$). Input i NVEs modell er totalkostnaden og outputvariablene bestemmes av en rekke rammevilkår og betingelser det enkelte nettselskap står ovenfor. Vi kommer nærmere inn på variablene i 4.2.

Hvor mye innsatsfaktorene kan reduseres, avhenger av referansesettet DMUen sammenlignes mot. Referansesettet trenger ikke kun å bestå av en enkelt enhet, men kan være en kombinasjon av flere enheter. DEA beregner en virtuell referanseenheter som har identisk sammensetning av innsatsfaktorer som den DMUen som skal evalueres.

For å etablere en virtuell referanseenheter, vektet en eller flere DMUer i datasettet med en vektor, λ . I figur 11 viser vi hvordan den virtuelle referanseenheter kan defineres for enhet C, med ulik λ for DMUene som ligger nærmest origo (A og B). Denne egenskapen kalles konveksitet. Vi kan ved bruk av forskjellige vekter av λ , vise til et hvilket som helst punkt innenfor linjene. λ kan med andre ord angi hele produksjonsmulighetsområdet.



Figur 11: DEA front og konveksitet

DEA er et optimaliseringsproblem som kan løses ved hjelp av lineær programmering. Optimaliseringsproblemet går ut på minimere selskapenes input for gitte verdier av output eller maksimere output for gitte verdier av input. Hva man velger er uten betydning i CRS modeller. Effektivitetsscoren vil fremstå som lik i begge tilfeller. (Cooper et al. 2004).

4.1.9 DEA i inntektsrammeregeringsmodellen

Vi vil ta utgangspunkt i kostnadseffektivitetsmodellen som er lagt til grunn for de effektivitetsanalysene NVE har gjort i reguleringsøyemed. Utgangsmodellen som er gjengitt i 14-1 er hentet fra Bjørndal og Bjørndals SNF rapport 37/06.

$$(14-1) \quad \underset{\lambda, z}{\text{Minimer}} \frac{\sum_i w_{ij} \cdot z_i}{\sum_i w_{ij} \cdot x_i}$$

under bibetingelsene

$$(14-1-1) \quad z_i \geq \sum_j \lambda_j x_{ij} \quad i = 1, \dots, m$$

$$(14-1-2) \quad y_{rj^*} \leq \sum_j \lambda_j y_{rj} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(14-1-3) \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$(14-1-4) \quad \sum_j \lambda_j = 1$$

der

j^* = målt selskap

x_{ij} = selskap j 's bruk av innsatsfaktorer i , $i = 1, \dots, m$

y_{rj} = selskap j 's produksjon av output r , $r = 1, \dots, s$

w_{ij^*} = faktorpris på faktor i i selskap j^*

λ_j = antall enheter av selskap j som inngår i referanseselskapet for selskap j^*

z_i = referanseselskapets bruk av input i

Vi viste for øvrig at n tilsvarte antall enheter i datasettet (antall nettselskaper), m tilsvarte input (totalkostnaden) og s var antall produkter (outputvariablene) i kapittel 4.1.6. Målfunksjonen i 14-1 minimerer referanseselskapets kostnader som er målt i selskap j^* 's priser, i forhold til j^* 's kostnader. Jf. Bjørndal og Bjørndal (2006) kan det oppstilte problemet fortolkes som følger: Man søker å finne den optimale inputvektoren (z_1, \dots, z_m) for det målte selskapet j^* , gitt selskapets priser på innsatsfaktorer, w_{ij^*} , gitt at det referanseselskapet som konstrueres for j^* , angitt ved λ_j -verdiene, skal produsere minst like mye som j^* . I en modell der en forutsetter variabelt skalautbytte, må $\sum_j \lambda_j = 1$. Det er ingen krav til denne summen i en modell med konstant skalautbytte.

Dersom prisene på innsatsfaktorene er større enn null, vil den første bibetingelsen (14-1-1) være oppfylt med likhet, og det kan settes inn for z i målfunksjonen. Effektivitetstallet for selskap j^* kan da finnes ved å løse LP-problemet som vises i 14-2 under.

$$(14-2) \quad \underset{\lambda, z}{\text{Minimer}} \frac{\sum_i w_{ij^*} \cdot \sum_j \lambda_j x_{ij}}{\sum_i w_{ij^*} \cdot x_{ij^*}}$$

under bibetingelsene

$$(14-2-1) \quad y_{rj^*} \leq \sum_j \lambda_j y_{rj} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(14-2-2) \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$(14-2-3) \quad \sum_j \lambda_j = 1$$

Siden dette er et lineært minimeringsproblem, vil en ny output gi en ekstra bibetingelse, og flere output kan derfor ikke redusere effektivitetstallene. Dersom vi har slakk i noen av

bibetingelsene vil skyggeprisen på den aktuelle output være lik null, og økt produksjon vil ikke gi noen effekt på effektivitetstallet. Ineffektivitet som ikke måles i effektivitetstallet kan derfor defineres som slakk, jf Bjørndal og Bjørndal (2006). I kapittel 4.1.12 vil vi komme nærmere inn på forholdet mellom antall input og output variabler i DEA modellen, men nevner allerede her at NVEs modeller har vært godt innenfor denne grensen.

Med bare én innsatsfaktor (x_i lik total kostnad), supereffektivitet og konstant skalautbytte, blir DEA-modellen gjengitt som i 14-3.

$$(14-3) \quad \underset{\lambda}{\text{Minimer}} \frac{\sum \lambda_j x_j}{x_{j^*}}$$

under bibetingelsene

$$(14-3-1) \quad y_{rj^*} \leq \sum \lambda_j y_{rj} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(14-3-2) \quad x_{ij^*} \geq \sum \lambda_j x_{ij} \quad i = 1, \dots, m$$

$$(14-3-3) \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Målfunksjonens nevner (14-3), tilsvarer det målte selskapets total kostnad K , mens telleren angir kostnadsnormen K^* . En endring i selskapets totale kostnad, x_{j^*} , vil, gitt ingen andre endringer, medføre endring i effektivitetstallet. x_{j^*} er en konstant i minimeringsproblemet i 14-3, og vi vil få samme løsning dersom vi beregner kostnadsnormen direkte i stedet for å beregne effektivitetstallene. Kostnadsminimeringsproblemet blir da som LP-problemet fremstilt i 14-4 under.

$$(14-4) \quad \underset{\lambda}{\text{Minimer}} \sum_{j \neq j^*} \lambda_j x_j$$

under bibetingelsene

$$(14-4-1) \quad y_{rj^*} \leq \sum \lambda_j y_{rj} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(14-4-2) \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Denne (14-4) finner referanseselskap med minimum kostnad, slik at referanseselskapet produserer minst like mye som målt selskap (Bjørndal og Bjørndal 2006).

I LP-problemer har ethvert minimeringsproblem ett korresponderende maksimeringsproblem (primal- og dualproblemer) (Cormen et al. 2001). Dualproblemet til kostnadsminimeringsproblemet er inntekstmaksimeringsproblemet vist i 14-5 under.

$$(14-5) \quad \underset{p}{\text{Maksimer}} \sum_r y_{rj^*} p_{rj^*}$$

under bibetingelsene

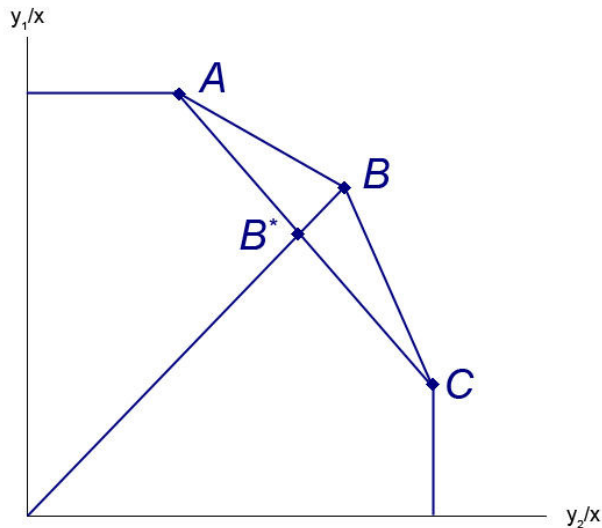
$$(14-5-1) \quad \sum_r y_{rj} p_{rj^*} \leq x_j \quad j \neq j^*$$

$$(14-5-2) \quad p_{rj^*} \geq 0$$

14-5 finner priser som maksimerer selskapets inntekt gitt at de kostnadene for de andre selskapene er innenfor budsjettrestriksjonen (Bjørndal og Bjørndal 2006). Verdien som beregnes gjennom minimering av primalproblemet vil være lik verdien av maksimering av målfunksjonen for dualproblemet og kan altså tolkes som selskapets normkostnad gitt bibetingelsene.

4.1.10 Supereffektivitet

Supereffektivitet i DEA ble utviklet for å rangere de effektive enhetene (Andersen og Petersen, 1993). Ved å ta ut den effektive enheten man ønsker å studere dannes en ny DEA-front. Dette illustreres i figur 12.



Figur 12: Illustrasjon av supereffektivitet

A , B og C er alle effektive og danner CRS-fronten i dette eksemplet. Ved å ta ut enhet B vil en ny front dannes av A og C i dette stiliserte eksemplet, representert ved linjen mellom A og C , og B^* blir referansepunkt for B . Dersom det eksisterte et annet selskap i trekant A - B - C , som ikke var effektivt, ville det vært med på å danne den nye fronten. B^* ville da ligget nærmere B , og selskap B ville dermed fått lavere effektivitet.

Supereffektivitet beregnes ved å ta forholdstallet mellom linjestykkene 0 - B og 0 - B^* jf. (13), og er alltid større eller lik 1.

I dette eksemplet er supereffektiviteten enkel å beregne. Vi identifiserer først en CRS-front og deretter en enhet som ligger et sted på denne fronten. I noen tilfeller kan fronten spennes ut i en av dimensjonene av et selskap som skiller seg ut fra de øvrige, som ikke er tilfelle med selskap B . Det er da langt til neste observasjon i denne delen av frontfunksjonen. Supereffektivitet, slik den måles i DEA vil da kunne gitt et svært høyt tall. Selskapene A og C ligger i den delen av fronten hvor dette kan være et problem, på grunn av få observasjoner å måle mot.

Selv om supereffektivitet ble utviklet for å rangere effektive enheter kan man stille spørsmål ved hvor mye en kan stole på tallene som fremkommer. Supereffektivitetstallene i DEA benyttes i dag mest som et hjelpemiddel til å identifisere enheter som er spesielle, og Banker og Chang (2006) anbefaler at metoden ikke bør brukes til å rangere effektive enheter, men med fordel kan brukes til å identifisere ”uteliggere” i datasettet.

NVE har kommet til den konklusjon at det ikke er riktig å benytte vanlige supereffektivitetstall fra DEA i forbindelse med fastsettelse av kostnadsnormen. I sitt datagrunnlag beregner NVE supereffektiviteten i de enkelte år basert på analyser hvor også fjorårets observasjoner inngår i datagrunnlaget. Hvis selskapene er spesielle så vil de evalueres mot sine egne observasjoner fra året før. Ved bruk av supereffektivitet på denne måten blir selskapet premiert dersom det forbedrer seg i forhold til forrige år.

I NVE-notatet ”Om fastsettelse av kostnadsnorm” fra 4. desember 2006, har flere høringsinstanser påpekt at forslaget til å fastsette supereffektivitet har flere svakheter. Det viktigste argumentet har vært at insentivene til ytterligere effektivisering svekkes og at det åpnes for strategisk kostnadsføring fra potensielt supereffektive selskaper siden disse skal måles mot egne kostnader i året før.

De fleste effektive selskaper vil kunne øke sine kostnader noe uten å bli ineffektive, gjennom økte kostnader, f. eks økte lønninger til de ansatte, unødvendige investeringer etc. Blant annet viste Bjørndal og Bjørndal (2006) hvordan ett selskap kan hente ut profitt grunnet ”supereffektivitet” som skyldes at det er spesielt heller enn effektivt. Hvis de ikke belønnes for å ligge på fronten kan det tenkes at de har små insentiver til å drifte mer effektivt. Belønningen gjennom supereffektivitet blir et spørsmål om selskapene trenger insentiver for å strekke seg enda lenger når de allerede er 100 % effektive. Intensjonen med å innføre en egen variant av supereffektivitet er, fra NVEs side, å sørge for at frontselskapene har noe sterkere insentiver til ytterligere effektivisering.

4.1.11 Fordeler og ulemper med DEA

En av fordelene med DEA modellen er at den muliggjør valg av input og output i samsvar med et ledelsesfokus. Dette åpner for såkalte ”what-if” analyser. I tillegg fungerer analyseteknikken med variabler med ulike elementer uten at det er behov for standardisering.

En annen fordel med ikke-parametriske modeller (DEA) i forhold til andre typer produksjonsfunksjoner, er at man ikke trenger å spesifisere funksjonsformen. I tillegg vil man ikke få aggregeringsproblemer siden man kan operere med flere input og output. Man kan også få informasjon om teknologiske endringer som har funnet sted over tid, som en tredje fordel.

Den primære ulempen med DEA er at den antar at dataene er fri for målefeil (Mester 1996). Hvis integriteten til dataene ikke holder, så vil ikke DEA resultatene bli tolket med troverdighet. Selv om behovet for pålitelige data er det samme for alle statistiske metoder, fremstår DEA-metoden som spesielt følsom mot upålitelige data fordi de enhetene som er effektive bestemmer den effektive fronten, og videre effektivitetsscoren til de ineffektive enhetene (Avkiran 1999).

En annen ulempe med DEA er at DMUene som defineres som effektive, kun er effektive i forhold til andre enheter i utvalget. Det forekommer tilfeller der en enhet utenfor det analyserte utvalget har en høyere effektivitet enn beste enhet i datasettet. Alternativt så kan en si at en effektiv enhet ikke nødvendigvis produserer det maksimalt mulige for et gitt innsatsfaktorforbruk (Miller og Noulas 1996). Dette er et utvalgproblem alle metoder må takle, også statistiske.

Det er også en rekke nøkkelbegrensinger forbundet med DEA-metoden som Avkiran (1999) viser til. Disse er blant annet at DEA kan hjelpe til med å sette mål for prestasjonsforbedringer, men forteller ikke hvordan disse målene skal nås. En annen nøkkelbegrensing er at DEA ikke vil diskriminere mellom effektive og ineffektive enheter på en god måte dersom forholdet mellom antall DMU og produktet av antall input og output er lavt. Den siste nøkkelbegrensningen kan vi se bort fra i inntektsrammereguleringsmodellen, da antall DMU er relativt stort.

4.1.12 Fallgruver

Dyson et al. (2001) har listet opp en rekke fallgruver man kan gå i når man velger ut variabler til en DEA analyse. For å gi en teoretisk bakgrunn for utvelgelse av variabler presenterer vi derfor de fallgruvene som vi mener er viktige for DEA-modellen i inntektsrammereguleringsmodellen.

En av fallgruvene er at miljøet til de forskjellige enhetene ofte ikke er homogent. Et eksempel på dette kan være forskjell i de geografiske leveringsområdene til nettselskapene. De

miljømessige forskjellene gjør sammenligningsgrunnlaget mellom enhetene ulike. Protokollen tilsier at for å bøte på dette kan man inkludere miljømessige variabler.

Ved valg av input og output som skal inkluderes er det en rekke nøkkelantagelser som ligger til grunn; variablene skal dekke miljømessige variasjoner, berøre alle selskapene i analysen og de skal kunne beskrive aktivitetsnivået og ytelsesmålene.

Den første fallgruven knyttet til input og output er antall variabler. Jo større antall, desto mindre rom for diskriminering. I artikkelen legges det til grunn en tommelfingerregel om at antall enheter minimum må være $2m \times s$ der $m \times s$ er produktet av antall input og output. Protokollen sier at diskriminering kan bli fremmet ved å eliminere ytelsesmål som ikke er strengt relatert til organisasjonens hovedmål, dette vil tilsi ytelsesmål som påvirker kostnader forbundet med nettleverandørenes transport og produksjon av kraft.

Input og output variabler er ofte korrelerte, og en av fallgruvene er å utelate korrelerte variabler for å øke diskrimineringen. Dette vil som regel ikke medføre store endringer, men kan i noen tilfeller forårsake store signifikante endringer i effektiviteten, jf Dyson et al. (2001). Derfor bør ikke variabler som er sterkt korrelert med hverandre utelates kun på bakgrunn av at de korrelerte.

Den siste fallgruven knyttet til input og output ligger i at en skal unngå å blande indekser, som oftest assosieres til ytelsesmål, med aktivitetsmål, som er volummål. Indekser kan gi feil resultat dersom disse ikke skaleres. I tilfeller der det er én input skal indeksene skaleres med denne, dersom det gir et fornuftig anslag på størrelsen.

4.2 Hvordan velger NVE variabler til DEA analysen?

I dette kapittelet vil vi se nærmere på hvordan NVE har valgt ut variabler til DEA-modellen i inntektsrammeregeringsmodellen. Vi tar først for oss identifisering av kostnadsdrivere i kapittel 4.2.1, før vi ser på datagrunnlaget som ligger til grunn i 4.2.2. Deretter ser vi på metoder for utvelgelse i 4.2.3 og kommer med en forklaring på NVEs metode for valg av variable i 4.2.4. I 4.2.5 presenterer vi hvordan DEA-analysen gjennomføres i praksis.

4.2.1 Identifisering av kostnadsdrivere og rammevilkår

For å kunne beregne en riktig verdi på målfunksjonen i DEA-modellen er det avgjørende å identifisere de kostnadsdriverne og rammevilkår som forklarer størrelsen på denne, altså totalkostnaden. Nettselskapenes primæroppgave beskrives av NVE som å transportere etterspurt mengde elektrisk energi frem til den enkelte kunde på ethvert tidspunkt. Forenklet vil man kunne måle nettselskapenes oppgave i to dimensjoner: Etterspørsel etter effekt og etterspørsel etter tilknytning (antall kunder). Omfanget av oppgaven vil likevel kunne avhenge av flere rammevilkår. Eksempler på rammevilkår er kundenes plassering i forhold til hverandre, kundenes plassering i forhold til innmatning og ulike geografiske forhold i det området selskapet opererer.

De nevnte rammevilkårene er eksogent gitt. Selskapet står dermed ovenfor to valg; forbedre teknologi eller organisering. Formålet med effektivitetsanalysene er å fange opp hvor dyktige nettselskapene har vært i valg av teknologi (investeringer) og organiseringen (driften) av selskapet. Det er derfor viktig at analysene korrigerer for forskjellene langs de dimensjonene selskapet ikke kan, eller har kunnet, påvirke.

Korrigerer av forskjeller som følger av oppgaveomfang og rammevilkår, avhenger av hvordan disse forholdene påvirker kostnadene. I tillegg vil den praktiske utformingen av analysene også avhenge av tilgjengelige data og egenskapene ved disse. Når resultatene skal benyttes i analysen må en ta hensyn til teoretiske begrunnelser, statistiske resultater og vurderinger i forhold til de øvrige elementene i reguleringen. Et siste forhold som må tas i betraktning ved utforming av modellen er sannsynligheten for målefeil i de valgte variablene.

4.2.1.1 Endogene og eksogene kostnadsdrivere

Forskjeller i oppgavenes omfang og ulike rammevilkår skal kunne forklare kostnadsforskjeller mellom selskapene. For eksempel vil økt etterspørsel etter elektrisk energi og tilknytning, øke kostnadene for nettselskapet. Nettselskap som opererer i kystnære strøk, vil også kunne oppleve høyere kostnader gjennom at salt fører til korrosjon på anleggene, og hyppigere avbrudd. *Kostnadsdriver* (output) benyttes videre som en fellesbetegnelse på etterspørselrelaterte størrelser og relevante rammevilkår.

En eksogen kostnadsdriver kan ikke påvirkes av selskapet. Et eksempel er geografisk betingende kostnadsdrivere. I tillegg vil etterspørselsrelaterte kostnadsdrivere som energi, antall kunder og transportavstand være tilnærmet eksogent gitt.

En endogen kostnadsdriver kan påvirkes av selskapet. Eksempler er linjelengder, antall transformatorer og trafokapasitet. Bakenforliggende kostnadsdrivere er etterspørsel etter effekt og tilknytning, samt de geografiske rammevilkårene i området. Ut i fra teorien bør man unngå å bruke endogene kostnadsdrivere i forbindelse med effektivitetsanalyser, men disse kan brukes i noen situasjoner som følge av mangel på gode eksogene data (Dyson et al., 2001).

Dersom man har to endogene kostnadsdrivere som er korrelerte, og man har valgt å inkludere den ene, bør også den andre inkluderes. Hvis ikke begge driverne er med vil modellen gi selskapene incentiver til å substituere bort fra den kostnadsdriveren som ikke er inkludert, jf. Bjørndal og Bjørndal (2006).

Relevante forskjeller defineres som forhold som gir opphav til ulikheter i selskapenes total kostnader og som ikke kan utlignes ved tiltak i selskapene. Under fallgruver i 4.1.12 så vi at man må veie opp for forskjeller ved å inkludere miljømessige variabler for at de sammenlignende analysene skal bli så riktig som mulig. I neste avsnitt går vi kort gjennom ulike forhold som gir opphav til geografiske ulikheter.

4.2.1.2 Spesielle forhold knyttet til selskapers geografiske beliggenhet

I NVEs modellutkast fra 6.juni 2006 hevder NVE at de forhold som er spesielt problematiske for nettselskapene i innlandet oftest er relatert til skog eller temperatur, i kombinasjon med vind og/eller snø. For selskaper som opererer langs kysten er det i all hovedsak problemer med vind, korrosjon og forsyning av øysamfunn. Selskaper som har byer i sitt forsyningsområde møter problemer i forhold til kabling, restriksjoner på når og hvordan arbeidet kan utføres samt høye arealkostnader.

Topografiske forhold vil også ha påvirkning på hvor lett det er å nå ut til området i forbindelse med vedlikehold, feilretting og anleggsarbeid. Er forholdene utfordrende er det intuitivt å tro at dette i praksis vil føre til økte vedlikeholds-, taps-, og KILE-kostnader. I tillegg vil økt tidsbruk forbundet med arbeidet og økte transportkostnader kunne bidra til at det er dyrere å drifte i utfordrende topografiske strøk.

Alt etter hvor selskapene er plassert geografisk, finner man særforhold som har betydning for selskapenes kostnader. Vi kan liste opp: Lynaktivitet, spredt bosetting, grunnforhold på stedet, temperaturforhold, snø, fuktighet og nedbør. Alle disse forholdene vil føre til større kostnader for noen selskaper sammenlignet med andre.

4.2.1.3 Strukturelle rammevilkår

Med strukturelle rammevilkår menes etterspørselsrelaterte og ikke geografisk betingede rammevilkår. Etterspørsel etter energi og effekt, tilknytning av ulike kundegrupper, innmating av produksjon, alternativ infrastruktur og økonomisk vekst i området er eksempler på strukturelle rammevilkår som kan ha betydning (NVEs modellutkast fra 6.juni 2006).

4.2.1.4 Betydning av geografiske og strukturelle forskjeller

De geografiske og strukturelle forholdene som identifiseres skal ha betydning for totalkostnaden til nettselskapene ved at de opererer i heterogene miljø. F. eks må selskaper som opererer i områder med mye skog bruke mer ressurser på skogrydding, mens selskaper som må kable i bykjerner bruker ekstra ressurser til dette.

Ved sammenligning av selskapene er det viktig å vite om ulikhetene er opphav til naturlige forskjeller i selskapenes totale kostnader. Det som er avgjørende er om skogryddingskostnadene er større eller mindre enn kostnadene ved å kable i bykjerner, alt annet likt. Det er den relative betydningen av de ulike rammevilkårene som DEA-modellen må korrigere for. Typisk vil nettselskaper med nettanlegg på høyfjellet ha høy verdi på snøvariabelen, mens nettselskaper i områder med mye skog vil ha høy verdi på skogvariabelen. De kostnadsdriverne som betyr mye når en ser på kostnadsforholdene i det enkelte nettselskap betyr lite når vi sammenligner selskapenes totalkostnader (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

4.2.2 Valg av variabler til DEA-modellen

NVE har benyttet en rekke databaser i arbeidet med å samle inn data til analysene. Rent økonomiske og tekniske data er hentet inn fra NVEs innrapporteringsystem (eRapp) og teknisk anleggsregister (TEK2000). I tillegg er det samlet inn tilleggsdata fra NVEs geografiske informasjonssystem (GIS). GIS inneholder kartdata fra Statens Kartverks N50-serie og en rekke tilleggsdata om klima og topografi. Data fra fagorganer som Meteorologisk Institutt, Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging, SINTEF og Statistisk Sentralbyrå er

også benyttet. I GIS kobles all geografisk informasjon sammen slik at selskapsspesifikke data kan etableres.

Variablene knyttet til etterspørsel og distribusjonsnettets utstrekning som NVE har ønsket å teste er vist tabell 7.

Tabell 7 Testede variabler knyttet til etterspørsel og nettets utstrekning

<i>Lavspent linjelengde (LS) og høyspent linjelengde (HS)</i>	- skal fange opp strukturelle forskjeller mellom grisgrendte og mer tettbygde forsyningsområder.
<i>Antall nettstasjoner (NS)</i>	- er tatt med som en respons på at informasjonen om at lavspent linjelengde er dårlig i mange selskaper, og NVE ønsket å se om nettstasjoner kunne fange opp de samme strukturelle forskjellene som lavspent linjelengde.
<i>Lvert energi (LE)</i>	- et mål på etterspørsel etter energi og effekt. I distribusjonsnettets er energi og effekt høyt korrelert, og det er dermed ikke hensiktmessig å inkludere effekt i tillegg til energi. LE er målt som sum prioriterte uttak og uttak med koblingsklausul. Videre er levert energi splittet opp i ulike kundegrupper for å analysere om det er strukturelle forskjeller som skyldes kundesammensetningen. Følgende undergrupper er etablert: Fritidsboliger, husholdninger og jordbruk, næringskunder, mindre næringskunder, store næringskunder og utkoblbart forbruk.
<i>Antall abonnenter</i>	- et mål på etterspørsel etter tilknytning og kunderelaterte tjenester. Splittes videre opp i undergrupper.
<i>Forventet KILE</i>	- et mål på forventet mengde KILE- avbrudd i nettselskapets leveringsområde.
<i>Grensesnittet</i>	- er beregnet ut i fra informasjon hentet fra TEK2000 om utvekslingspunkter i distribusjonsnettets. Grensesnittvariabelen er konstruert ved at de enkelte anleggstypene er multiplisert med sine respektive vektorer før de summeres. Størrelsen på denne variabelen fremstår som et uttrykk for hvor stor oppgave det enkelte nettselskapet har i forbindelse med utveksling til og fra tilgrensende nett.

Geografiske data

I NVEs modellutkast 6.juni 2006 vises det hvordan NVE har identifisert ulikheter i rammevilkår mellom selskapene. Arbeidet har gått ut på å analysere geografiske forhold for å se hvordan disse påvirker selskapenes totale kostnader. Det finnes per dags dato ikke detaljert informasjon om plassering av alle linjer og kabler for enkelte selskap, og det har derfor vært nødvendig å foreta beregning på faktisk geografisk plassering. Et eksempel på detaljgraden er vist under analysene av skog der NVE har gått nøye til verks i etableringen av modellvariabler;

”...samlet skog med svært høy og høy bonitet, samlet skog med svært høy, høy og middels bonitet, barskog med svært høy og høy bonitet, barskog med svært høy til middels bonitet, løvskog med svært høy og høy bonitet, løvskog med svært høy til middels bonitet, blandingsskog med svært høy og høy bonitet og blandingsskog med middels, høy og svært høy bonitet.”

(NVEs modellutkast 6.juni 2006: 44)

De geografiske forhold NVE har vurdert er arealfordeling, skog, sentrumssone, nedbør, temperatur, topografi (helning), kystnærhet, mørketid, lyn, vind, innmating fra små kraftverk og fjernvarme. Mange av geografivariablene er på indeksform og kan derfor ikke benyttes direkte i DEA-analyser, som vi viste i 4.1.12. Dette er løst ved at man har skalert alle variabler og indekser, unntatt lyn, med høyspent luftlinjer i distribusjonsnettene før de tas inn i DEA-analysen. Lynvariablene er skalert med antall nettstasjoner.

4.2.3 NVEs metode for valg av variabler

I NVEs modellutkast fra 6.juni 2006 er analyser og metoder av de ulike alternativene til DEA-modell for distribusjonsnettene presentert. Først analyseres variablene som NVE forventet ville forklare forskjellene i monopoloppgaven, å til enhver tid levere elektrisk energi til forbrukere. Deretter har de estimert betydningen av forskjeller i etterspørsel i tilknytning til ulike sammensetting av kundegruppen. Til slutt har de sett på betydningen av ulike rammevilkår.

NVE lister i sitt modellutkast fra 6.juni 2006, tre kriterier for valg av variabler til DEA modellen:

1. Variablene må ha en teoretisk eller praktisk begrunnelse
2. Variablene bør være statistisk signifikante når de estimeres mot selskapenes total kostnader i SFA eller i OLS/GLS-regresjonene mot DEA-resultatene
3. Variablene bør være signifikante i Banker-testen

Vi presenterer de nevnte metodene i 4.2.3.2. NVE tar høyde for at enkelte variabler kan bli inkludert i modellen selv om de ikke er signifikante. Disse kan inkluderes ut i fra en teoretisk begrunnelse sammen med en visuell vurdering. I tillegg hevder NVE at enkelte variabler kan utelates selv om de er signifikante i Banker-testen, dersom det er rimelig grunn til å anta at den teoretiske ønskede virkningen er vanskelig å fange opp eller at datagrunnlaget ikke er

godt nok. Er datagrunnlaget for dårlig, vil man ikke kunne benytte disse som variabler i DEA i henhold til antagelsen om at dataene er fri for målefeil (Mester, 1996).

NVEs beslutningsprosess for valg av variabler som skal inkluderes i DEA-modellen, kan vises i en tre trinns analyse som presenteres i neste avsnitt.

4.2.3.1 3 trinns analysen for valg av variabler

I trinn 1 analyseres de variablene som kan inkluderes basert på et teoretisk grunnlag, og som er funnet signifikante i tidligere studier. De kundespesifikke forholdene analyseres i trinn 2, mens trinn 3 tar hensyn til de ulike eksogene rammevilkårene. 3 trinns analysen inneholder de variablene vi presenterte i tabell 7.

Tabell 8 Ulike variable som er inkludert i NVEs analyse

Variable som er testet
Trinn 1 - Basismodellen Høyspent, levert energi, abonnenter, lavspent, nettstasjoner og grensesnitt
Trinn 2 - Kundenspesifikke forhold Levert energi til hyttekunder og stor næring
Trinn 3 - Rammebetingelser Geografiindekser, skog, helning, vind, snø, tettbygde strøk, sjøkabel, fjernvarme og små kraftverk

Trinn 1: Basismodellen (teoretisk signifikans)

NVE tar utgangspunkt i at nettselskap i distribusjonsnett har som hovedoppgave å levere en etterspurt mengde energi til et antall kunder. I all hovedsak innebærer dette at variablene for transportavstand og mengde energi som skal transporteres vil utgjøre de to viktigste parametrene. I tillegg vil kundespesifikk kostnader være avgjørende. Basismodellen må derfor minimum inneholde mål på transportavstand og mengde transportert energi, samt kundespesifikke kostnader.

Testene som ble utført i dette trinnet gikk ut på å gradvis øke antall output i DEA-modellen. Man startet først med høyspentlinjelengde (HS), inkluderte levert energi (LE), før abonnenter (AB) ble tatt med. Deretter testet NVE effekten av om lavspentlinjelengde (LS), eller antall nettstasjoner (NS) sammen med HS best illustrerte kompleksiteten i forsyningsoppgaven. Til slutt tok NVE med betydningen av forskjeller i grensesnittet mellom tilgrensede regionalnett og/eller distribusjonsnett, og etablerte grensesnittsvariabelen.

Analysene til NVE er basert på et datasett som inneholder 131 observasjoner for årene 2001 – 2004, og testene er gjennomført på CRS-resultater.

NVE trakk følgende konklusjoner etter analysene i trinn 1 (NVEs modellutkast 6.juni 2006):

- Antall nettstasjoner sammen med antall km høyspentlinjelengde er et bedre mål på utstrekning enn lavspent linjelengde.
- Grensesnittvariabelen (GSk), som er summert i regional og distribusjonsnett, bør være med for å fange opp forskjeller for enkeltelskaper. Denne bør også omfatte selskaper som kun har kostnadsført anlegg som inngår i regionalnettet.

På bakgrunn av dette valgte NVE å ta med følgende variable for videre testing i trinn 2:

HS, LE, AB, NS, GSk.

Valget om å inkludere grensesnittvariabelen har blitt diskutert av Bjørndal og Bjørndal (2006), som er i tvil om begrunnelsen til å inkludere variabelen som ikke oppfyller kravet til signifikans i Banker-testen. Dette skyldes at det de 4 observasjonene som skiller seg ut tilhører et enkelt selskap, det relativt lille Luster Energiverk med en total kostnad på ca. 16 mill. kroner. Ved å inkludere variabelen vil dette få store konsekvenser for den målte supereffektiviteten for Luster, som vil framstå som 280 % effektivt (Bjørndal og Bjørndal 2006).

Trinn 2: Kundespesifikke variabler

I dette trinnet testet NVE hvilken betydning levert energi fordelt på ulike kundegrupper ville ha for total kostnaden. Fritidsboliger (Fb), pga relativt stor sesongbasert effektterspørsel, og store næringskunder, pga stor mengde levert energi i forhold til transportavstand, ble testet.

NVE konkluderte med at det var variablene levert energi fratrukket fritidsboliger (LE-Fb) og leverte energi til fritidsboliger (LeFb) som burde testes i trinn 3. Men etter innspill fra bransjen valgte NVE å teste ut virkningen av å dele inn abonnenter i fritidsboliger (FbAB) og øvrige abonnenter (AB-FbAb) i stedet.

På bakgrunn av observasjonene valgte NVE å ta med følgende variable for videre testing i trinn 3:

HS, AB-FbAb, AB, NS, GSk, FbAB.

Trinn 3: Rammebetingelser

Her inkluderes variabler som har tilknytning til klimatiske og topografiske forhold, samt enkelte andre rammebetingelser knyttet til geografiske forhold.

I NVEs modellutkast fra 6.juni 2006 var konklusjonene til NVE etter analysene i trinn 3:

- Temperatur og sentrumssone har ikke en signifikant virkning på resultatene fra DEA-analysene og inkluderes ikke.
- Vindvariabelen V_k har større betydning enn V_h , og inkluderes i DEA-modellen.
- Innmatning fra mikro-/mini- og småkraft tas ikke med fordi NVE ønsker å etablere et bredere datagrunnlag før denne vurderes som aktuell igjen.
- Skog, helning og vind fremsto alle som signifikante hver for seg, både når disse ble testet nedenfra ved å inkludere én og én variabel, og når de ble testet ovenfra ved å ekskludere én og én variabel fra modellen.

De tre nevnte geografidimensjonene fanget i stor grad opp de samme forholdene som sjøkabel, og denne variabelen fremsto derfor ikke som signifikant og er heller ikke inkludert i modellen.

I vedtaksvarselet fra NVE 4.desember 2006, ble testing av variablene gjennomført på nytt etter innspill fra høringsinstansene. I disse testene ble også nye data tatt med i betraktningen. Av de nye resultatene viste det seg at nettselskaper med mye snø i forsyningsområdet kom betraktelig dårligere ut enn selskaper med lite snø.

Etter innspill fra bransjen ble geografivariablene i de nye analysene vektet med høyspent luftlinjer (HL) istedenfor sum høyspent linjelengde (HS). Grunnen til at HL foretrekkes framfor HS, skyldes at kabler ikke substituerer luftlinjer på grunn av klimapåkjenninger.

Følgende variable ble på bakgrunn av testene vurdert som signifikante:

- Kvadrert vindbelastning (V_k)*(HL)
- Snø*(HL)
- Skog*(HL)

Utvalgte variabler i inntektsrammereguleringsmodellen

I tabell 9 presenterer vi de variablene som, basert på NVEs analyser, ble valgt ut til distribusjonsnett (NVEs notat 4. desember 2006). Variablene i tabellen inngår i DEA-modellen som brukes i inntektsrammereguleringsmodellen presentert i kapittel 3. I forhold til fallgruvene vi nevnte i 4.1.12 er det i henhold til protokollen benyttet miljømessige variabler for å skille mellom de ulike geografiske leveringsforholdene. I tillegg er antallet variabler fornuftig tatt tommelfingerregelen i betraktning. Det kan stilles spørsmålsteget ved at enkelte variabler utelates f. eks lavspent linjelengde, uten at vi vil ta denne diskusjonen i denne rapporten.

Tabell 9 Modell for distribusjonsnett

<i>Output</i>	<i>Forkortelse</i>
Antall kilometer høyspentnett	HS
Lvert energi (MWh)	LE
Antall nettstasjoner	NS
Antall abonnenter ekskludert fritidsboliger	AB-FbAB
Antall fritidsboligabonnenter	FbAB
Grensesnittvariabel	GsDk
Andel linjer i skog med høy / svært høy bonitet – Vektet med antall km høyspent luftlinjer	Skog2*HL
Kystklima: Gjennomsnittlig ekstremvind / avstand til kyst - Vektet med antall km høyspent luftlinjer	Vk*HL
Gjennomsnittlig antall mm nedbør som snø - Vektet med antall km høyspent luftlinjer	Snø*HL
<i>Input</i>	
Totale kostnader (Benytter gjennomsnittlige nettap i perioden 2001-2005, frontselskapenes KILE-kostnader er et gjennomsnitt for perioden 2003-2005)	CABk

4.2.3.2 Forklaring til testene i tilknytning til DEA

NVE har valgt å bruke DEA som hovedmetode, men har supplert med Stochastic Frontier Analysis (SFA) for å analysere hvilke variable som bør inkluderes i DEA-modellen. I tillegg har NVE benyttet tradisjonelle regresjonsmodeller som minste kvadraters metode (OLS) og generalisert minste kvadraters metode (GLS/FGLS) for å analysere sammenhengen mellom DEA-resultatene og ulike rammevilkår. Videre er *Banker-tester til Stepwise DEA*, *bootstrapping* og *Efficiency Stepladder* benyttet. Vi presenterer nå kort de ulike testene

Banker-testen er en statistisk t-test, som benyttes for å evaluere om resultatene fra ulike modeller er signifikant forskjellig fra hverandre. Testene brukes i en Stepwise DEA-analyse (stegvis) for å vurdere om en variabel kan utelates fra modellen uten at DEA-resultatene endrer seg signifikant. I praksis vil dette si at man kjører DEA-analysen med og uten de variablene man ønsker å evaluere, for deretter å analysere forskjellen i resultatene statistisk. Endrer resultatene seg signifikant ved å inkludere en variabel gir dette støtte for å inkludere variabelen i analysene. Gjennom denne testen kan man vurdere om resultatene er signifikant forskjellige. Banker-testen kan på denne måten gi støtte for å inkludere variabler som ellers ikke vil være relevante (Kittelsen 1993). Likevel vil man ved å benytte testen kun teste om resultatene er signifikant forskjellige. Det er derfor viktig å ha støtte for at de variablene man tester faktisk er relevante i forhold til modellen før man gjennomfører testene. NVE har benyttet resultater fra SFA-analysene og OLS/GLS-resultater fra regresjoner av DEA-resultater mot ulike rammevilkår for å undersøke om det finnes slik støtte. Hvis det har vært tilfelle har de testet om inkludering av variablene har statistisk betydning i beregningen av DEA-resultatene (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

Bootstrapping brukes for å beregne tilnærmede egenskaper for et estimat eller en prediksjon når eksakte beregninger ikke er mulige. Denne metoden benyttes i DEA for å korrigere for utvalgsfeil, det vil si at DEA-resultatene overpredikerer den faktiske effektiviteten i områder av fronten hvor det er få observasjoner (Simar og Wilson 2004).

Efficiency Stepladder (ESL) brukes til å analysere robustheten i DEA-resultatene. Metoden kan enkelt beskrives som at det for hvert enkelt selskap gjøres en iterativ prosess:

1. DEA-modellen kjøres med alle observasjoner
2. Det mest betydningsfulle referanseverket finnes for det selskapet man analyserer.
3. DEA-modellen kjøres uten den observasjonen som ble funnet i trinn 2.

Trinn 2 og 3 repeteres så gjentatte ganger og resultatendringer for det selskapet som observerer registreres. Når selskapet selv er på fronten, stopper iterasjonene.

Denne analysen viser de referanseverkene som betyr mest for det enkelte nettselskap og illustrerer hvor sensitiv resultatet er i forhold til disse enhetene. (Edvardsen 2004).

Korrigerings av DEA-resultatene

Ved hjelp av ESL kan effektiviteten analyseres ved hjelp av en totrinns metode. Effektivitet beregnes ved hjelp av DEA uten noen rammevilkår, deretter analyserer man sammenhengen mellom DEA-resultatene og ulike rammevilkår ved hjelp av ordinære regresjonsmodeller. Resultatet av dette vil bli nye effektivitetsscorer som er korrigert for forskjeller i rammevilkår. Denne informasjonen kan benyttes som utvalgs-kriterier når variabler for testing i DEA-modellen skal velges ut.

NVE har benyttet en regresjonsmodell (15) for alle relevante rammevilkårsvariable og benyttet resultatene til å velge ut hvilke rammevilkårsvariable som ble testet ut i DEA.

$$(15) \quad DEAscore = \alpha + \beta Z + u$$

der

α = konstantledd,

Z = vektor av alle ulike rammevilkår

β = vektor av parameterestimater for hvert av rammevilkårene

u = restledd

Stochastic Frontier Analysis (SFA) er en parametrisk metode for estimering av effektivitet, og tar utgangspunkt i tradisjonelle regresjonsmodeller for å estimere produkt- eller kostnadsfunksjoner. SFA skiller mellom variasjoner som skyldes ulik kostnadseffektivitet og variasjoner som skyldes feilrapportering og annen støy. I utgangspunktet er SFA en alternativ måte til DEA, men er benyttet av NVE som et supplement til DEA for å undersøke om det finnes noen rammevilkår som er relevante kandidater til DEA-analysene (NVEs modellutkast 6.juni 2006).

Rent praktisk har NVE benyttet SFA til etablering av ulike geografiindekser bestående av flere geografivariabler. Hensikten med geografiindeksene er å unngå for mange variabler i DEA-analysene, som nevnt i fallgruver i 4.1.12. Indeksene er blitt testet i DEA ved hjelp av Banker-tester (beskrevet over) og ved hjelp av OLS, hvor Z har beskrevet geografiindeksen.

Vi vil ikke gå gjennom SFA inngående, men gjengir de viktigste formlene fra NVEs modellutkast 6.juni 2006. Under antagelsen om at Z er en vektor av alle ulike geografivariabler

Z_1, Z_2, \dots, Z_n , og at β er en vektor av koeffisienter $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ har NVE beregnet geografiindeksen som:

$$(16) \quad \ln G = \beta \ln Z = \beta_1 \ln Z_1 + \beta_2 \ln Z_2 + \dots + \beta_n \ln Z_n$$

og geografiindeksen blir da

$$(17) \quad G = e^{\beta_1 \ln Z_1 + \beta_2 \ln Z_2 + \dots + \beta_n \ln Z_n}$$

Geografiindeksene er benyttet direkte i DEA-analysene etter å ha blitt multiplisert med nettlengde. NVE har analysert om indeksene er korrelert med resultatene i DEA-modeller hvor geografiske rammevilkår ikke var inkludert. Dette er gjort i størst omfang i distribusjonsnettsanalysen.

4.2.4 Eksempel: DEA-analyse i praksis

Her vil vi vise DEA-analyse for fire utvalgte selskap med datasettet fra 2004. Hafslund er et frontsselskap, og vil være sitt eget referanseselskap i DEA-analysen. Gjennomsnittsselskapet vi har inkludert, er beregnet som et gjennomsnitt av bransjen, både for input og output variabler, og vil ha en effektivitet tilnærmet lik bransjens vektete effektivitet. Voss Energi er et relativt sett lite og ineffektivt selskap, mens BKK Nett representerer et større ineffektivt selskap. I tabell 10 er selskapenes variabelverdier presentert:

Tabell 10 Variabelverdier for fire utvalgte selskaper i datasettet (2004-data)

Selskap	Hafslund	BKK Nett	Voss	Gjennomsnittsselskap
CABk	1.333.961	622.115	41.917	71.720
NS	13.180	5.243	574	885
HS	8.111	5.069	406	705
LE	14.407.454	4.594.511	197.165	501.970
AB-Fb AB	505.397	167.900	7.634	17.489
FbAB	9.755	11.924	1.499	1.874
GsDk	3.964	45.895	-	1.527
Skog2*HL	98.392	185.540	23.954	13.440
Vk*HL	7	132	1	8
Snø*HL	1.143.113	1.245.043	380.483	230.281

Tabell 11 Effektivitet og referanseselskap for utvalgte selskap

Hafslund Nett		BKK NETT	
Effektivitet	100 %	Effektivitet	90,83 %
Referanseselskap	Vekt	Referanseselskap	Vekt
Hafslund Nett AS	1,0000	Askøy Energi AS	9,3401
		Klepp Energi AS	9,4529
		Nord-Salten Kraftlag AL	0,2185
		Ørskog Energi AS	6,1298

Tabell 12 Effektivitet og referanseselskap for utvalgte selskap

Gjennomsnittsselskap		Voss Energi	
Effektivitet	83,85 %	Effektivitet	75,65 %
Referanseselskap	Vekt	Referanseselskap	Vekt
Askøy Energi AS	0,3107	Askøy Energi AS	0,0101
Eidefoss AS	0,2761	Hålogaland Kraft AS	0,1131
Hafslund Nett AS	0,0158	Ørskog Energi AS	1,7442
Klepp Energi AS	0,2765		
Nord-Salten Kraftlag AL	0,1292		
Ørskog Energi AS	0,4890		

Av tabell 11 og 12 ser vi at Hafslund Nett fremstår som 100 % effektivt, og har seg selv som referanseselskap. BKK Nett er derimot 90,83 % effektiv, og har fire referanseselskap som danner fronten de måles mot. Vi ser at alle disse selskapene er relativt små og tre av disse tilordnes stor vekt. Dette skjer fordi referansesettet som helhet skal replikere BKKs høye outputverdier.

Gjennomsnittsselskapet måles mot et referansesett bestående av 6 selskap, og oppnår en effektivitet på 83,85 %. Vi ser at Hafslund her er med på å bestemme den effektive fronten, men tilordnes en liten vekt. De andre referanseselskapene for gjennomsnittsselskapet er små. Voss Energi er mindre enn gjennomsnittsselskapet, og oppnår en effektivitet på 75,65 %. Selskapet har tre referanseselskaper, også disse relativt små.

Vi ser av referansesettene for de fire selskapene at enkelte selskaper går igjen. Det gjelder blant annet Askøy Energi og Ørskog Energi, som er referanse for tre av selskapene, samt Nord-Salten Energi og Klepp Energi som er referanseselskap for BKK Nett og Gjennomsnittsselskapet. Disse selskapene er blant selskapene som vil dominere datasettet, og ha påvirkning på referansesettet for en stor andel av nettselskapene.

5 Kapitalkostnader

I dette kapitlet vil vi presentere relevant teori om kapitalkostnader. Dette gjør vi for å belyse hvilke prinsipper vi legger til grunn i simuleringene og analysene senere i rapporten.

Kapitalkostnader er de samlede kostnadene ved å bruke kapital, og inkluderer avskrivninger og en kalkulatorisk rentekostnad. Gjesdal og Johnson (2000) forklarer sammenhengen mellom kapitalkostnader, avskrivninger og kalkulatoriske rentekostnader ved følgende formel:

$$(18) \quad \textit{Kapitalkostnader} = \textit{Avskrivninger} + \textit{Kapitalbindingskostnader}$$

Kapitalbindingskostnader tilsvarer kalkulatoriske rentekostnader, og avskrivninger er et kalkulatorisk uttrykk for verdifall, kapitalslit og alternativkostnaden på en eiendel. De to kapitalkostnadskomponentene vil vi behandle hver for seg i dette kapitlet. I tillegg vil vi presentere ulike metoder for å beregne kapitalgrunnlag og kapitalkostnader. Beregning av kapitalgrunnlag og dermed avskrivninger og kapitalbindingskostnader, er avgjørende for utfallet av beregningen av inntektsrammen i NVEs inntektsrammeregeringsmodell.

5.1 Prinsipper for beregning av kapitalkostnader

Malm og Yard (1985) stiller tre prinsipielle krav for beregning av kapitalkostnader:

1. **Kostnadsriktighet** – De samlede kapitalkostnadene bør samsvare med kostnadene knyttet til investeringen. Dette innebærer dekning av historisk kost og investeringsbeløp, men betyr også at kapitalkostnadene skal dekke opp for et framtidig reinvesteringsbehov.
2. **Tidsriktighet** – Det må være et riktig forhold mellom årlige avskrivninger og forbruk av eiendelen. Avskrivningen må skje innenfor økonomisk levetid.
3. **Forståelig for bruker** – Beregningen bør være enkel å forstå slik at bruker kan forutsi effekten av metoden.

Vi tar utgangspunkt i disse prinsippene når vi senere kommenterer hvordan NVE velger å behandle kapitalkostnader i inntektsrammeregeringsmodellen.

5.2 Kapitalgrunnlag

Hvilket kapitalgrunnlag som legges til grunn er avgjørende for beregningen av kapitalkostnadene. Det finnes imidlertid ikke kun en riktig metode, og de ulike forutsetningene man tar kan gi svært ulike utfall. For eksempel bruker ofte bedrifter forskjellig kapitalgrunnlag i finansregnskapet og i interne lønnsomhetskalkyler.

De mest anvendte kapitalgrunnlagene er (Johnsen og Kvaal, 1984);

- Historisk anskaffelseskost – Defineres som historisk kostnad ved anskaffelse av driftsmiddelet.
- Gjenanskaffelseskost – Viser hva det koster å anskaffe samme eller tilsvarende eiendel i dag, inkludert reduksjon for kapitalslit.
- Nyverdi – verdi av tilsvarende nytt anlegg i dag.
- Bruksverdi – Gjenanskaffelseskost justert for verdireduksjonen grunnet alder og bruk (Johansson og Samuelson 1992).
- Salgsverdi – Defineres som markedsverdien til eiendelen, og er i Regnskapsloven definert som virkelig verdi.
- Tapsverdi – Bestemmes av minimumstapet for foretaket hvis eiendelen går tapt.

De ulike kapitalgrunnlagene tjener ulike formål, og det er derfor vanskelig å definere hva som er riktig grunnlag uten å først kjenne til i hvilken sammenheng kapitalgrunnlaget skal anvendes. Videre vil vi derfor se nærmere på kapitalgrunnlagene som vil være relevante når vi skal beregne kapitalgrunnlaget for nettselskapene. Disse er historisk anskaffelseskost, gjenanskaffelseskost og nyverdi. Vi vil deretter kommentere hvilke kapitalgrunnlag som brukes i finansregnskapet og i NVE regnskapet.

5.2.1 Historisk anskaffelseskost

Den enkleste og ofte lettest tilgjengelige metoden for beregning av kapitalgrunnlag er historisk kostnad redusert for årlige regnskapsmessige avskrivninger. Beløpet viser investeringskostnaden selskapet hadde på kjøpstidspunktet, og justerer for årlige avskrivningskostnader over eiendelens økonomiske levetid.

	Brutto historisk anskaffelseskost
-	Akkumulerte årlige avskrivninger
=	<u>Bokført verdi</u>

5.2.2 Gjenanskaffelseskost

Gjenanskaffelseskost er et uttrykk for hvor mye det koster å anskaffe tilsvarende eiendel på et tidspunkt. Blant forholdene som avgjør denne verdien er kapitalslit, endret levetid, teknologisk utvikling og reell og generell prisstigning. Det mest logiske er å anta at en eiendel blir mindre verdt jo eldre den blir, men nevnte forhold kan føre til at dagens verdi av eiendelen ikke samsvarer med historisk kost redusert for avskrivninger. Et eksempel på eiendeler som har kort levetid og sterkt avtagende verdi er datamaskiner, mens et eksempel på en eiendel som har lang levetid og ofte stigende verdi er bygg og eiendom. Disse endringene i verdi over levetiden vil komme til uttrykk i gjenanskaffelseskost.

Gjenanskaffelseskost er også et uttrykk for reinvesteringskostnaden til selskapet, og vil gi en økonomisk riktig verdi av eiendelen.

	Brutto historisk anskaffelseskost
-	Akkumulerte årlige avskrivninger
+	Akkumulerte merverdier
-	Akkumulerte nedskrivninger
=	<u>Gjenanskaffelseskost</u>

Forskjellen fra historisk kost er at gjenanskaffelseskost også inkluderer akkumulerte merverdier og nedskrivninger.

5.2.3 Nyverdi

Nyverdi er et mål på den faktiske prisen på eiendelen i dag. Denne størrelsen kan være vanskelig å beregne, siden tilsvarende eiendel ofte ikke er til salgs i markedet. For å beregne denne kan man ta utgangspunkt i gjenanskaffelseskost, og vurdere om dette er et realistisk anslag på verdien av eiendelen i dagens marked.

5.2.4 Regnskapsmessig verdi

I følge Regnskapsloven § 5.3 skal eiendeler verdsettes til laveste av anskaffelseskost og virkelig verdi. Gjenanskaffelseskost vil være et uttrykk for den virkelige verdien, jf 5.1.2, og historisk anskaffelseskost vil være lik beregningen i 5.1.1.

Finansregnskapets verdier skal vise et realistisk uttrykk for selskapenes faktiske verdier. I praksis verdsettes oftest eiendelen til anskaffelseskost, justert for avskrivninger og mer- eller

mindreverdier. Dersom det er knyttet mer- eller mindreverdier til noen av eiendelene, skal også dette justeres for i beregningen.

I henhold til internasjonal regnskapsstandard, IAS8, skal endringer i regnskapsmessige estimer resultatføres. Når man ser denne bestemmelsen i tilknytning til nettanlegg kreves det at virkningen av endringen i kapitalgrunnlaget skal inngå i resultatet for nettselskap som rapporterer i henhold til International Financial Reporting Standard (IFRS). Dette gjelder ikke for selskap som bruker norsk regnskapsstandard, og vi vil videre i rapporten legge den norske regnskapsstandard til grunn.

Kapitalgrunnlaget beregnet etter norsk regnskapsstandard er:

	Brutto historisk anskaffelseskost
-	Akkumulerte årlige avskrivninger
+	Akkumulerte merverdier
-	Akkumulerte nedskrivninger
=	<u>Kapitalgrunnlag</u>

Denne måten å beregne kapitalgrunnlaget på, gir en regnskapsmessig riktig verdi av et anleggsmiddel. Selskapene kan skrive opp eller ned verdien på sine anleggsmidler dersom de mener at historisk anskaffelseskost redusert for lineære avskrivninger ikke gir et godt uttrykk for den virkelige verdien. En eventuell økning i dagens gjenanskaffelseskost må tas med i betraktningen når man i henhold til Regnskapsloven skal vurdere hva som er lavest av anskaffelseskost og virkelig verdi. Justeringen av eiendelens verdi får ingen umiddelbar effekt i resultatregnskapet, men kommer til uttrykk gjennom fremtidige avskrivninger.

Et eksempel på en eiendel som får økt sin verdi, kan være et nettanlegg som også kan levere bredbånd i det eksisterende nettet. Den økte verdien vil da kunne komme til uttrykk i en oppskrivning av balanseført verdi. Et eksempel på en reduksjon i bokført verdi er en trafostasjon som blir totalødelagt som følge av et lynnedslag. Verdien av trafostasjonen må da nedskrives i sin helhet, og balanseført verdi/ kapitalgrunnlaget blir da lik null.

5.2.5 NVE regnskapet

NVEs måte å beregne avkastningsgrunnlaget på er å beregne historisk anskaffelseskost justert for lineære avskrivninger over eiendelens levetid. Selv om markedsverdien på eiendelen øker eller reduseres, så vil ikke kapitalgrunnlaget påvirkes. Ved høy generell inflasjon eller høy

reell prisstigning på eiendelen vil kapitalgrunnlaget gi en undervurdert verdi på eiendelen, mens det motsatte vil være tilfelle hvis prisstigningen er negativ (Johnsen og Kvaal 1999). I tillegg til reduksjon for avskrivninger justeres NVEs kapitalgrunnlag med en kompensasjon for bundet arbeidskapital på 1 %.

Kapitalgrunnlaget som brukes i NVE regnskapet for beregning av inntektsrammen beregnes på følgende måte (NVEs modellutkast 6.juni 2006):

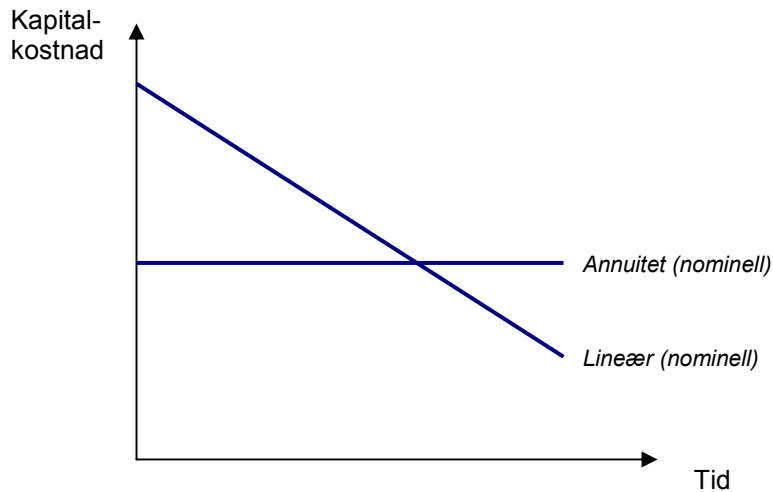
	Brutto historisk anskaffelseskost
-	Akkumulerte årlige avskrivninger
+	1 % arbeidskapital
=	<u>Kapitalgrunnlag</u>

5.3 Avskrivningsmetoder

En investering i en eiendel vil umiddelbart medføre en investeringsutgift for selskapet. Avskrivninger har til hensikt å fordele denne investeringsutgiften som en kostnad utover anleggsmiddelets forventede levetid. Investeringskostnaden vil stort sett alltid være kjent, men utfordringen er å estimere eiendelens levetid. Dette er det velkjente fordelingsproblemet som særlig diskuteres i regnskapslitteraturen.

De vanligste avskrivningsmetodene som brukes i praksis er, lineær metode (konstante avskrivninger), saldometoden (degressive avskrivninger), årssiffermetoden (degressive avskrivninger) og produksjonsenhetsmetoden (variable avskrivninger) (NOU 1995;30). I tillegg benytter enkelte selskaper en annuitetsbasert metode for å beregne den økonomiske avskrivningskostnaden ved et anleggsmiddel.

Vi ønsker å begrense oss til å presentere de to avskrivningsmetodene som har vært vurdert i forbindelse med utarbeidelsen av inntektsrammereguleringen for nettselskapene; lineære og økonomiske (annuitetsbaserte) avskrivninger. De to metodene skiller seg fra hverandre ved at de bruker ulik framgangsmåte når de beregner avskrivninger. Metodene vil til slutt ende opp med lik nåverdi (gitt samme rente), men tidsprofilen på kapitalkostnadene vil være forskjellig og derfor gi ulik rentabilitet. Vi vil videre presentere og forklare de to metodene (figur 13).

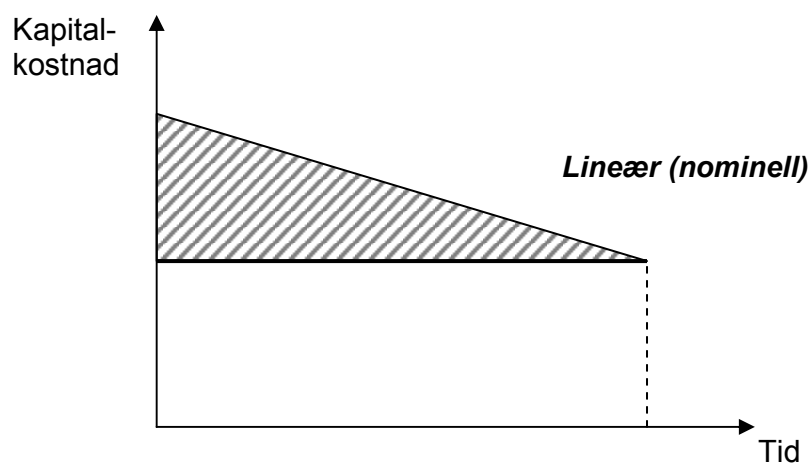


Figur 13: Forskjellen i kapitalkostnad – annuitetsbaserte og lineære avskrivninger

5.3.1 Lineære avskrivninger

Lineær avskrivningsmetode er den mest brukte formen for avskrivninger (Gjesdal og Johnsen, 2000). For å beregne avskrivningen deles kapitalgrunnlaget på gjenværende levetid, slik at årlig fremtidige avskrivninger blir like. Den kalkulatoriske rentekostnaden kommer i tillegg til disse avskrivningene når de totale kapitalkostnadene beregnes. Det skraverete feltet i figur 14 definerer de kalkulatoriske rentekostnadene over perioden. Avskrivningene vil imidlertid være like store i hver periode (nominelt) og tidsprofilen på kapitalkostnadene totalt sett vil være lineært avtagende.

$$(19) \quad \text{Lineær avskrivning} = \text{Kapitalgrunnlaget} / \text{Gjenværende levetid}$$



Figur 14: Rente- og avskrivningskostnad ved lineær avskrivningsmetode

5.3.2 Annuitetsbaserte avskrivninger

Den annuitetsbaserte avskrivningsmetoden innebærer at man beregner en annuitet basert på forventet levetid og kalkulatorisk rentekostnad for hele anleggsmiddelets levetid. I denne avskrivningsmetoden holdes rentabiliteten i hver periode lik internrenten til investeringen. Det er vanligvis vanskelig å vite hva internrenten på investeringen i praksis skal være over levetiden, siden det ofte blir endringer i budsjetterte kontantstrømmer. For nettselskapene derimot vil dette være mer forutsigbart, da de uansett skal ha en forventet avkastning tilnærmet lik referanserenten, også kalt NVE-renten, og kan bruke denne direkte i beregningen av annuiteten. NVE-renten presenteres i 5.4.

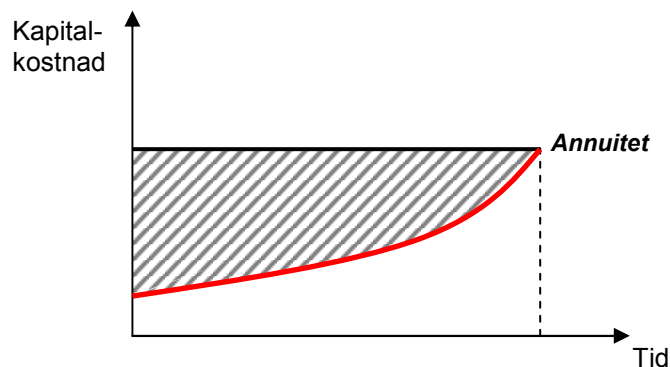
Den annuitetsbaserte metoden omtales ofte i litteraturen som Internrentemetoden (Johnsen og Kinserdal 1984). Skinner skriver følgende om annuitetsmetoden:

”The annuity method is based on the idea that the real economic cost of asset used must include a charge for cost of the capital tied up in the asset. Thus, the depreciation charge for an owned asset should be equivalent to what would have to be paid in rent for the same asset if it were not owned”

(Skinner (1986): 172)

Skinner's utsagn er særlig relevant i forhold til vurdering av nettkapitalen. Utsagnet sier at kapitalkostnadene bør uttrykke leiekostnaden for eiendelen over hele levetiden. Det samme argumentet brukes i SNF-rapporten om nyverdibaserte nettrelaterte kostnader av Johnsen og Bjørndal (2004). Johnsen og Bjørndal hevder videre at en nyverdibasert realannuitet vil gi det beste uttrykket for de økonomiske kapitalkostnadene for nettselskapene.

Det skraverte feltet i figur 15 viser andelen kalkulatoriske rentekostnader i eiendelens levetid, mens det hvite feltet viser størrelsen på avskrivningen fram til eiendelen er nedbetalt.



Figur 15: Kalkulatoriske rente og avskrivning i annuitetsbasert kapitalkostnad

5.3.3 Levetid

De aller fleste eiendeler har en begrenset levetid. Denne begrensningen skyldes både tekniske og økonomiske forhold, som for eksempel kapitalslit, teknologiske endringer, markedsetterspørsel, kapasitet og endring i pris på innsatsfaktorene. Det kan derfor være hensiktsmessig å skille mellom teknisk og økonomisk levetid.

Den tekniske levetiden innebærer den faktiske fysiske levetiden til eiendelen, og hvor lenge den kan brukes til det tekniske formålet den er tiltenkt. Denne levetiden kan ofte påvirkes av hvor mye vedlikehold som gjennomføres på eiendelen. Økonomisk levetid kan sees på som det antall år eiendelen genererer inntekter som er høyere enn alternativkostnaden. Her må man trekke inn rentenivå og lånemuligheter, for å se på hvilke alternative muligheter man har for å få tilgang til eiendelen.

For å finne ut hva selskapet anslår som en eiendels forventede gjenværende levetid, kan vi finne balanseført verdi og dividere på årlige regnskapsmessige avskrivninger. Denne beregningen må gjøres for hver enkelt eiendel, eventuelt hver saldoklasse, og forutsetter at ingen opp- eller nedskrivninger skjer i de etterfølgende årene.

$$(20) \quad \text{Gjenværende levetid} = \text{Eiendelens balanseførte verdi} / \text{Regnskapsmessige avskrivninger}$$

Både den tekniske og økonomiske levetiden kan endres i løpet av levetiden. Dette vil medføre opp- eller nedskrivninger, og endringer i avskrivningsplanen. Videre i rapporten vil vi forutsette at både teknisk og økonomisk levetid er konstant.

Innenfor nettbransjen opereres det med levetider som er felles for bransjen. NorEnergis publikasjon nr. 355/1989 angir de avskrivningstider som i stor grad har vært benyttet av de fleste nettselskap. I Energibedriftenes landsforenings (EBL) anleggsverdiregnskapsprosjekt i 2001 ble dessuten avskrivningstidene gjennomgått og oppdatert basert på ny viten om levetid. Dette anses for å være bransjestandarden blant nettselskapene.

5.3.4 Avskrivningsmetoder og anvendelse av disse

For å vise forskjellene på de lineære og annuitetsbaserte avskrivningsmetodene vil vi her vise resultatene av å bruke de to metodene. I eksemplet brukes en investering på 100 med levetid på 5 år. I tillegg forutsetter vi her ingen prisstigning og bruker en rentesats på 7,1 %.

Tabell 13 Tidsprofil – lineære avskrivninger

Periode	1	2	3	4	5	Sum
IB eiendel	100	80	60	40	20	300
Avskrivning	20	20	20	20	20	100
Kontantstrøm	24	24	24	24	24	120,0
Resultat	4	4	4	4	4	20,0
Rentabilitet	4,5 %	5,6 %	7,4 %	11,1 %	22,3 %	

Tabell 14 Tidsprofil – annuitetsbaserte avskrivninger

Periode	1	2	3	4	5	Sum
IB eiendel	100	83	65	45	23	316
Avskrivning	17	19	20	21	23	101
Kontantstrøm	24	24	24	24	24	120
Resultat	7	6	5	3	2	23
Rentabilitet	7,1 %	7,1 %	7,1 %	7,1 %	7,1 %	

Av eksemplet illustrert i tabell 13 ser vi at ved lineær avskrivningsmetode vil avskrivningene holdes konstant over hele eiendelens levetid. For den annuitetsbaserte metoden i tabell 14 vil derimot avskrivningene være lave i de første periodene, og stige når eiendelen blir eldre. Rentabiliteten ved de to metodene er også ulik, nettopp på grunn av ulik tidsprofil på rentebindingskostnader og avskrivningskostnader. For lineær avskrivningsmetode vil derfor rentabiliteten øke med eiendelens levetid, mens den for annuitetsbasert metode vil være konstant.

De to metodene kan sammenlignes med et banklån, der låntager må velge mellom annuitetslån eller serielån (lineære avskrivninger).

5.4 Avkastningskrav og NVE renten

For å kunne beregne avkastningselementet i nettselskapenes kostnadsgrunnlag, må vi ha et avkastningskrav. I inntektsrammereguleringmodellen kalles dette avkastningskravet for referanserenten eller NVE renten. Avkastningskravet kan defineres som den avkastningen over tid som er nødvendig for å tiltrekke kapital til virksomheten, og bør være lik markedsavkastningen gitt samme mengde risiko. Denne sammenhengen kan vises ved kapitalverdimodellen (CAPM) (Gjesdal og Johnsen 2000):

$$(21) \quad CAPM: k = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

der

r_f = risikofri rente

β = betaverdien (systematisk risiko)

r_m = markedsavkastningen

Betaverdien i (21) er et uttrykk for hvor stor markedsrisiko (systematisk risiko) som er knyttet til investeringen.

I NVEs dokument 11/2006 diskuteres blant annet høringsuttalelsene på fastsettelsen av betaverdien til investeringen, samt forutsetningene for fastsettelse av NVE renten. Referanserenten skal sikre en tilfredsstillende avkastning på den investerte kapitalen i nettbransjen (Dreber og Lundqvist 2004), og fastsettes av NVE basert på kapitalverdimodellen. Den samme publikasjonen anslår at forretningsrisikoen (selskapsbeta) for nettvirksomhet bør ligge i intervallet 0,25-0,45, med en anbefaling om en betaverdi lik 0,35. NVE har fulgt anbefalingen i forslaget til ny inntektsrammereguleringsmodell.

Parametrene for fastsettelse av referanserenten blir da som følger (NVE dokument 11/2006):

- Risikofri nominell rente - Årsgjennomsnittet av effektiv rente for 5 års statsobligasjon for det året inntektsrammen gjelder for
- Skattesats: 28 %
- Markedspremie: 4 %.
- Forretningsbeta: 0,35
- Gjeldsgrad: 60 %
- Tapspremie: 0,75

Formel for beregning av den vektete kapitalkostnaden/referanserenten med $\beta = 0,35$:

$$(22) \quad r_{NVE} = 1,14r + 2,39\%$$

Referanserenten blir da, gitt risikofri rente (5-årig stat) = 4,13 %:

$$r_{NVE} = 1,14 \times 4,13\% + 2,39\% = 7,1\%$$

Både i sine kommentarer til høringsrunden i 2006 (NVE-dokument 11/06) og på EBLs nettkonferanse i desember 2006, hevder NHH-professor Thore Johnsen at betaverdien bør være 0,4, og at NVE har undervurdert reguleringsrisikoen i sine beregninger. Dersom beta settes lik 0,4 vil vi få følgende formler og forskjeller mellom NVEs og NHHs referanserenter:

$$(22) \quad r_{NVE} = 1,14r + 2,39\%$$

$$(23) \quad r_{NHH} = 1,16r + 2,67\%$$

Tabell 15 Beregning av r_{NVE} og r_{NHH} under ulike forutsetninger

	Tidligere system	NVE			NHH	
		Fast	Høring	Forskrift	Beta = 0,4	5% reell
Risikofri rente	3,18 %	5,00 %	4,13 %	4,13 %	4,13 %	5,75 %
Skatt på EK		0,58 %	0,48 %	0,58 %	0,66 %	0,92 %
Risikotillegg	2,00 %	2,12 %	2,12 %	2,39 %	2,67 %	2,67 %
Referanserente	5,18 %	7,70 %	6,73 %	7,10 %	7,46 %	9,34 %

(Eier og Kunde-perspektivet, Thore Johnsen, presentasjon på nettkonferansen 6.desember 2006)

Forutsetninger for beregningene i tabell 15:

Inflasjon (årlig) = 2,7 %, Risikofri rente = 5-årig stat = 4,13 %

Betaverdi = 0,4 vil gi en referanserente lik 7,46 %, noe som er høyere enn NVEs beregning av referanserente på 7,1 %. NHH-professor Thore Johnsen hevder altså fremdeles at referanserenten er noe for lav.

I NVEs beregninger av inntektsrammene for 2007 har de lagt til grunn en risikofri rente på 5 % når de beregnet referanserenten (se formel 22). Referanserenten for 2007 blir derfor følgende:

$$r_{NVE} = 1,14r + 2,39\% = 1,14 \times 5\% + 2,39\% = 8,09\%$$

6 Aldersparameter

6.1 Bakgrunn for aldersparameteren

I denne delen av rapporten vil vi diskutere om det finnes aldersskjevheter i nettselskapenes rapporterte kostnadsgrunnlag og om det er riktig å justere for disse aldersskjevhetene ved inkludere en aldersparameter i datasettet. Innledningsvis vil vi presentere noen av konklusjonene fra tidligere arbeid på aldersparameteren, samt analyser på aldersavhengige kostnader. Deretter ser vi på det teoretiske fundamentet som ligger til grunn for kapitalkostnader i DEA-modellen, før vi går videre med våre problemstillinger og simuleringer.

I forbindelse med utredningen av inntektsrammereguleringen ble ulike aldersprofiler på bokført verdi diskutert av flere bidragsyttere. Nettinvesteringsutvalget, nettselskapene, Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF) og Sintef Energiforskning (SefAS) har alle vært kritiske til å fastsette inntektsrammen basert på historisk kost (PWC, 6.januar 2003). Særlig ble nyverdier, jf kapitalgrunnlag i 5.2.2, diskutert som et alternativ til historisk kost. Diskusjonen om aldersparameteren, har kommet i etterkant av disse rapportene og er ment å være en alternativ metode til nyverdibaserte kapitalgrunnlag, som også vil justere for aldersskjevheter mellom nettanleggene.

Det er viktig å merke seg at diskusjonen om aldersparameteren har funnet sted i forkant av beslutningen om at inntektsrammen skal kalibreres. Debatten har både handlet om totalnivået på inntektsrammen for bransjen som helhet, og hvordan inntektsrammen fordeles mellom nettselskapene. Kalibreringen fører imidlertid til at bransjen som helhet uansett får en inntektsramme lik kostnadsgrunnlaget inkludert avkastningselementet. Nivået på inntektsrammen bestemmes altså uansett av kalibreringen, og dette vil vi komme nærmere tilbake til i kapittel 7. Vi vil derfor i dette kapitlet begrense oss til å analysere omfordelingsvirkningene av en aldersparameter.

NVE konkluderer selv med følgende om aldersparameteren:

”Vi har ikke funnet det riktig å inkludere en aldersparameter i modellene. En slik aldersparameter vil svekke insentivene, ikke styrke dem slik enkelte hevder.”

(NVEs modellutkast 6.juni 2006: 135)

På oppdrag fra NVE utredet ECON Analyse i 2006 ulike modeller for å inkludere KILE-kostnaden i kostnadsgrunnlaget. I samme rapport vurderes også behovet for en aldersparameter i datasettet, konklusjon til ECON Analyse var følgende:

”Vi kan ikke se at inkludering av en aldersparameter vil bedre virkemåten til modellen. Da må i så fall alle kostnader aldersjusteres, inklusive KILE.”

(ECON Analyse, 2006/028: 48)

Begge sitatene over viser at verken NVE eller ECON mener at effekten av en aldersparameter er av betydning for modellen. Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF) har imidlertid argumentert for at inntektsrammemodellens tidsmessige behandling av kapitalkostnadene, basert på lineære avskrivninger, ikke gir en tidsriktig profil på kompensasjonen i inntektsrammen (Bjørndal og Johnsen 2003). En lineær avskrivningsmetode fører til en for hurtig avskrivning av anleggsmidlene, og gir ikke et tidsriktig uttrykk for den økonomiske kostnaden ved å eie et nettanlegg. DEA-analysen tar heller ikke hensyn til at nettselskapene har nettanlegg med ulik alder og ulike kapitalkostnader. Kompensasjonen i inntektsrammen vil derfor kunne bli aldersskjev. Denne problemstillingen vil vi bruke som utgangspunkt når vi gjør våre simuleringer og analyser senere i dette kapittelet.

Med denne tidligere diskusjonen som utgangspunkt vil vi belyse effektene av å inkludere en aldersparameter både i en konstruert bransje og i det faktiske datasettet for nettselskapene fra 2004.

6.1.1 Teoretisk fundament

I 5.1 viste vi til Malm og Yards prinsipper for beregning av kapitalkostnader. Blant de tre prinsippene finner vi blant annet tidsriktighet, og vi vil anvende dette prinsippet når vi senere skal vurdere tidsprofilen på kompensasjon for nettselskapenes investeringer. Dersom inntektsrammereguleringsmodellen bryter med Malm og Yards prinsipp om tidsriktig behandling av kapitalkostnader vil dette ha effekt også for tidsprofilen på selskapenes inntektsramme. Det er dette kravet om tidsriktighet i kapitalkostnadene som skaper grunnlaget for å vurdere en aldersparameter. Å bruke en nyverdibasert realannuitet ville gitt et tidsriktig bilde av kapitalkostnader, og dette er vist av Bjørndal og Johnsen (2003) i SNF-publikasjonen ”Nyverdibaserte nettrelaterte kostnader”.

I 4.2 viste vi hvordan NVE velger variabler til DEA-modellen. Et av de teoretiske kravene er at de skal ha evne til påvirke totalkostnaden (input-variabelen). Vi vil i utgangspunktet mene at alder, gjennom kapitalkostnadene, per konstruksjon vil påvirke totalkostnadene til nettselskapene i betydelig grad. Beregninger i 3.1.1 viser at kapitalkostnadene i gjennomsnitt utgjør ca.40 % av totalkostnadene i bransjen. Vår oppfatning er at variasjonene i kapitalkostnader, som oppstår fordi nettanlegg har ulik alder, ikke vil fanges opp av de andre variablene i datasettet. Vi vil derfor gjøre analyser og simuleringer på dette i 6.3 under problemstilling 1.

Basert på denne korte teoretiske gjennomgangen mener vi at det er teoretisk støtte for at alder vil ha en effekt på nettselskapenes totalkostnad. Siden oppfatningene er svært ulike mellom nettbransjens aktører, med tanke på behovet for å inkludere en aldersparameter, vil vi videre utrede behovet for å inkludere denne i DEA-modellen.

6.1.2 Forutsetninger og problemstillinger for simuleringene

Som vi nevnte innledningsvis i dette kapitlet, så vil ikke aldersparameteren påvirke bransjens totale inntektsramme siden kalibreringen uansett vil gi bransjen en inntektsramme lik bransjens kostnadsgrunnlag, jf 7.2. Ved å legge til en ny outputparameter i DEA-modellen vil gjennomsnittseffektiviteten for bransjen som helhet øke. Denne effekten vil finne sted uansett hvilken outputparameter som inkluderes, og er konsistent med DEA-teorien presentert i kapittel 4. Vi vil avgrense problemstillingen, til å kun gjøre analyser på omfordelingseffektene som følger av å inkludere eller utelate en aldersparameter i datasettet.

DEA-modellen vi vil bruke i dette kapitlet er basert på konstant skalautbytte (CRS-modell). Som presentert i kapittel 4 er det denne modellen som anvendes i NVEs inntektsrammereguleringsmodell. Supereffektiviteten vil ha en effekt på fordelingen av inntektsrammen mellom selskapene, på den måten at den i enda større grad vil straffe ineffektive selskaper og belønne selskaper som har effektivitet over gjennomsnittseffektivitet. I våre simuleringer vil vi imidlertid ikke ta i bruk denne formen for supereffektivitet, da vi i primært vil fokusere på fordelingen av inntektsramme som et resultat av aldersskjevheter i datasettet.

Med disse innledende betraktningene presenterer vi nå noen problemstillinger som vi bruker for å kaste lys over fordelingsvirkninger i DEA-modellen, samt tidsriktigheten i kompensasjonen for kapitalkostnader gjennom inntektsrammen.

Våre problemstillinger vil i dette kapitlet være følgende:

Problemstilling	Forklaring	Behandles i
1	<i>Hvilke kostnader er aldersavhengige i nettselskapenes kostnadsgrunnlag?</i>	6.2
2	<i>Hvordan velger DEA-modellen ut referanseselskapet for de ulike nettselskapene? *</i>	6.3
3	<i>Hvordan kan en aldersparameter justere for alderskjevhetene i datasettet slik at effektiviteten uttrykker aldersuavhengig effektivitet? *</i>	6.4
4	<i>Hvordan bør aldersparameteren skaleres? **</i>	6.5
5	<i>Bør aldersparameteren inkluderes i DEA-modellen? **</i>	6.6

**Datasett: Gjennomsnittsselskap 1-30, **Data: rapporterte data til NVE for 2004*

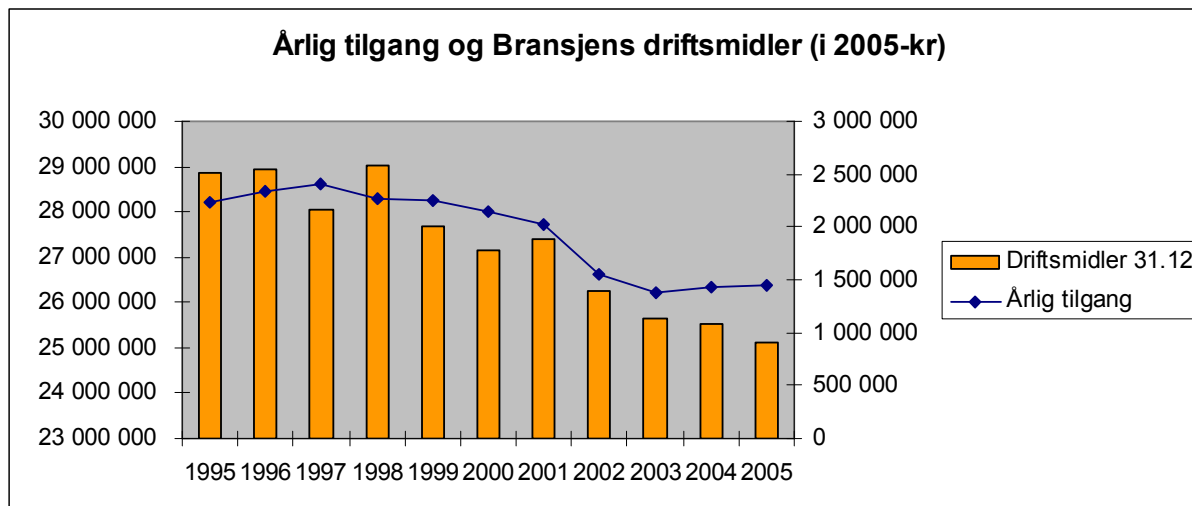
I tillegg gjennomfører vi en simulering i 6.7 der vi ved å inkludere det mest effektive gjennomsnittsselskapet (Gjennomsnittsselskap 30) i datasettet for bransjen, for å se om dette vil styre effektivitetsfronten for bransjen.

6.2 Problemstilling 1 - Aldersavhengige kostnader i nettbransjen

Analysene i dette kapitlet er basert på nettselskapenes rapporterte kostnadsgrunnlag fra 1995 til 2005. Formålet med kapitlet er å identifisere mulige alderssammenhenger i de rapporterte datasettene. Først vil vi presentere utviklingen i årlig tilgang, bokførte verdier og kostnader for bransjen som helhet fra 1995-2005. Deretter vil vi, basert kun på 2005-data, undersøke tre kostnadselementer nærmere, for å forsøke å identifisere hva som kan være aldersavhengige

kostnader. Vi har valgt å vurdere kapitalkostnader, KILE-kostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader.

Bransjens bokførte verdier og årlig tilgang 1995-2005



Figur 16: Bransjens driftsmidler pr 31.12, samt årlig tilgang fra 1995 – 2005, (alle tall i 1000-kr)

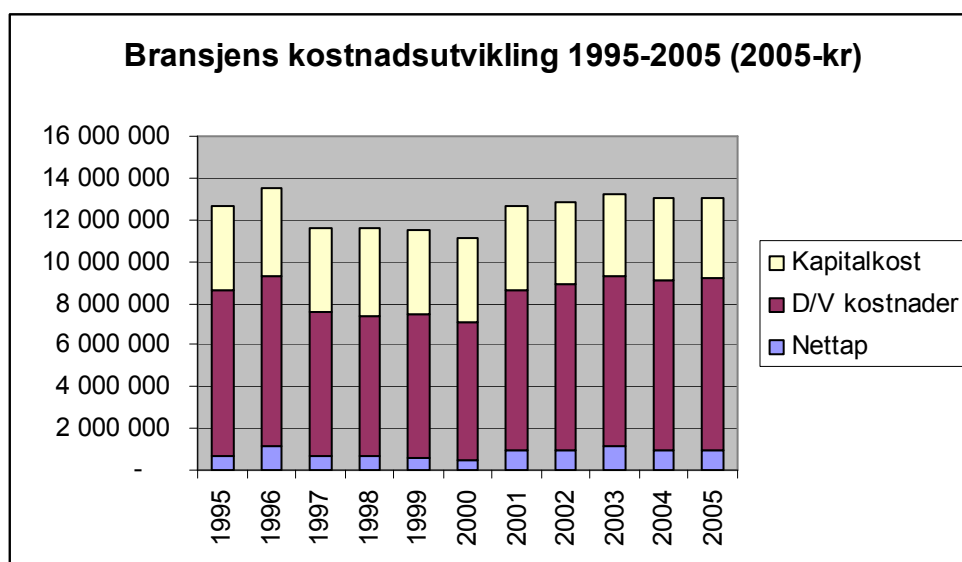
Av stolpediagrammet i figur 16 ser vi utviklingen i reelle bokførte verdier fra 1995 – 2005, målt i 2005-kr. Trenden viser at bokførte reelle verdier avtar i denne 10-årsperioden, en årlig reduksjon lik -1,4 % (CAGR). Det er for så vidt rimelig siden reinvesteringstakten i nettanlegg ikke er 100 % på grunn av teknologiutvikling og mer effektiv drift av nett. En naturlig investeringsrate synes å være ca.75 – 80 % av bokført verdi. Vi ser også at det er en betydelig nedadgående trend i periodens totale investeringsnivå. Det er vanskelig å si noe sikkert om årsakene til den negative utviklingen, uten å gå mer grundig inn i datasettene.

I NVEs Empiriske evaluering av reguleringen av nettselskapene (1997 – 2001), vises det til en nominell reduksjon i investeringsnivået fra 1996 til 2001 på hele 19 %. NVE presenterer tre mulige årsaker til fallet i investeringsnivå. Den første er at investeringsnivået faktisk nærmer seg et samfunnsøkonomisk riktig nivå. En annen årsak kan være en nedadgående investeringscyklus, mens den tredje forklaring er konjunktuelle forhold. Figur 16 viser reduksjon i det totale investeringsnivået gjennom hele perioden, og det kan derfor vanskelig forklares med investeringscyklus eller konjunktuelle forhold.

Andre mulige forklaringer på fallet i investeringsnivå kan være at nettselskapene i større grad velger kostnadsføring i regnskapet framfor en aktivering i balansen. Det kan også tenkes at

enkelte selskaper finner det mer lønnsomt å slite mer på eksisterende anlegg enn å investere i nytt. En annen mulig årsak til reduksjon i investeringsnivået kan være at investeringsinsentivene ikke er tilstrekkelige for nettselskapene. Selv om de fleste investeringer i distribusjonsnettet er drevet av krav og restriksjoner, kan det allikevel tenkes at nettselskapene generelt vurderer investeringer kun som økte kostnader, redusert effektivitet og dermed lavere inntektsramme. Et siste moment som kan forklare redusert investeringsnivå er bedre teknologi og mindre vedlikehold og slitasje på nettanleggene. Etter hvert som større deler av anleggene blir automatisert, og IT har blitt implementert i styring og overvåkning, så er det naturlig at investeringsnivået faller.

Driftskostnader og kapitalkostnader for bransjen 1995-2007



Figur 17: Bransjens kostnadsutvikling 1995 – 2005 (2005-kr)

I figur 17 ser vi at bransjens reelle kostnadsnivå er relativt stabilt over perioden, men 4 år fra 1997 til 2000 utmerker seg med noe lavere D/V kostnader enn de andre årene. Denne perioden utgjorde en reguleringsperioden, og det er en mulighet at dette kanskje har en sammenheng med rapporteringsmetodikk og insentiver i perioden. I reguleringsperioden fra 1997-2000, var D/V kostnadene årlig under 7 millioner kr. Fra 1996-1997 faller rapporterte D/V kostnadene fra 8,1 millioner kr til 6,8 millioner kr, men disse øker igjen fra 2000-2001 fra 6,6 millioner til 7,7 millioner. Det er ikke mulig å si noe sikkert om årsaken til disse kostnadsforskjellene uten å gå nærmere inn på rapporteringspraksis og aktiverings/kostnadsførings praksis i denne perioden.

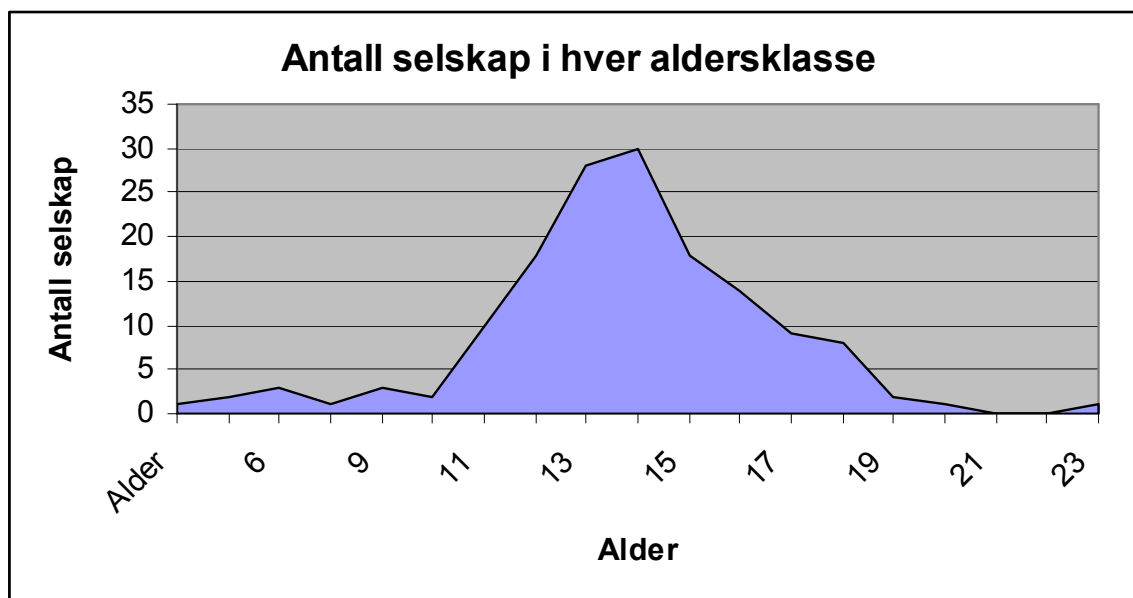
Basert på bransjens tall ser vi at kostnadene varierer fra år til år. Kostnadsnivået er relativt stabilt, bortsett fra perioden 1997-2000, men vi ser at investeringsnivået har gått betraktelig ned.

6.2.1 Metode for beregning av nettanleggenes alder

For å kunne analysere om kostnadene er aldersavhengige vil vi først estimere gjenværende alder på nettselskaperens nettanlegg. Det finnes imidlertid ingen tilgjengelige data på dette, og vi har derfor valgt å estimere alderen basert på rapportert kostnadsdata. Nettanleggets *gjenværende* levealder er beregnet ved å dividere bokført verdi (AKG) på avskrivninger (AVS). Vi vil komme nærmere tilbake til denne indeksen i DEA-modellen under problemstilling 3 i dette kapittelet. Når vi forutsetter at alle nettselskapene bruker lineære avskrivninger vil vi finne forventet gjenværende levealder på nettanlegget, vurdert av selskapene selv. I analysen forutsetter vi videre at levetid for hvert nettanlegg er ~30 år, og finner på denne måten en grov tilnærming til anleggenes levealder ved følgende formel:

$$(24) \quad N_{Alder} = 30 - \left(\frac{AKG}{AVS} \right)$$

$$Alder \ nettanlegg = 30 \text{ år} - (Avkastningsgrunnlag / Avskrivninger)$$



Figur 18: Antall nettselskaper fordelt på årsklasser

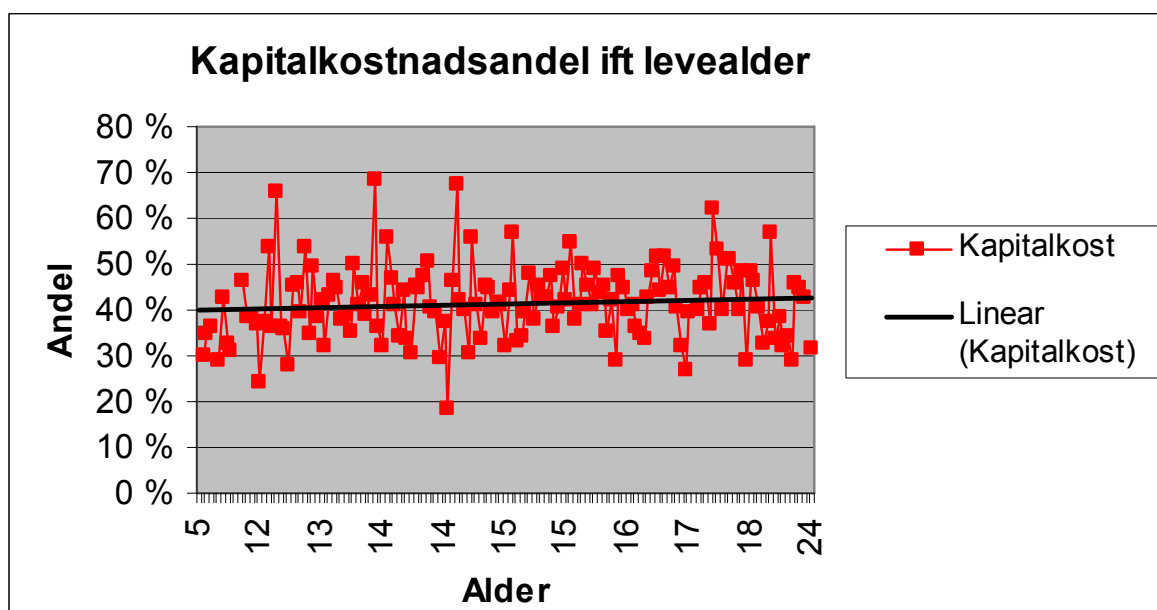
I figur 18 ser vi hvordan alderen på nettselskapenes nettanlegg fordeler seg over årsklasser. Vi ser av grafen at nettanleggenes alder er tilnærmet normalfordelt rundt en alder på ca. 15 år. Vi bruker denne estimerte alderen på nettanleggene når vi nå skal analysere kostnadselementenes andel av totalkostnadene.

6.2.2 Kapitalkostnader i forhold til nettanleggets alder

Når vi skal vurdere nettselskapenes kapitalkostnader i forhold til hverandre må vi først finne en måte å skalere disse på slik at de blir sammenlignbare. Vi velger å bruke kapitalkostnadens andel av totalkostnader som sammenligningsgrunnlag. For hvert enkelt selskap beregnes kapitalkostnadsandelen ved følgende formel:

$$(25) \quad KK_{Andel,i} = \frac{KK_i}{TK_i}$$

I kapittel 3 viste vi til at kapitalkostnaden for bransjen som helhet er på ca.41 %. Basert på vårt resonnement i kapittel 5 om avtagende kapitalkostnader ved lineær avskrivningsmetode, er vår antagelse at kapitalkostnadens andel av totalkostnaden vil avta med økningen i nettanleggets levetid. For unge nettanlegg vil vi altså forvente at kapitalkostnadsandelen er større enn 40 %, og for eldre nettanlegg bør denne være lavere enn 40 %. I figur 19 viser vi alle selskapenes kapitalkostnadsandel i forhold til deres forventede nettanleggs alder:



Figur 19: Nettselskapenes kapitalkostnadsandel ift. Nettanleggets alder

Av figur 19 ser vi at kapitalkostnadsandelene i bransjen har stor variasjon. Den sorte linjen er den lineære trendlinjen, og viser en svak stigende tendens. Dette impliserer faktisk at kapitalkostnadene skal øke med økt levealder, i strid med teorien om lineære avskrivninger og hva vi skulle forvente.

Basert på våre analyser av rapporterte data kan vi verken bekrefte eller avkrefte at nettselskapenes kapitalkostnader er aldersavhengige. Selv om teorien tilsier at nettselskapene skal ha avtagende kapitalkostnadsandel over levetiden, så finner vi altså ikke støtte for det i vår analyse av de faktiske data. Årsakene til disse resultatene er også vanskelig å forklare, men det har tidligere vært hevdet at datakvaliteten på rapporterte data ikke er svært god (PWC, 6.januar 2003). Dette er også årsaken til at NVE valgte å ekskludere lavspent linjelengde (LS) som en variabel i DEA-modellen i sitt notat om fastsettelse av inntektsrammereguleringsmodellen 4.desember 2006.

En annen mulig forklaring på de svakt stigende/ konstante kapitalkostnadsandelene kan være at nettselskapene generelt sett balanseførte høyere verdier i anleggsregnskapet på 1980-tallet og tidlig på 90-tallet. Høye balanseverdier kan også være et resultat av at mange nettselskap fikk sine balanseverdier konstruert etter at Energiloven ble vedtatt i 1991. Som følge av for høye bokførte verdier avskrives nå disse gamle anleggene raskere og gir høyere avskrivningskostnad. En annen mulig forklaring kan være at nettanleggene tidligere hadde en lenger forventet levetid, og at selskapene nå har valgt å avskrive disse gamle anleggene raskere.

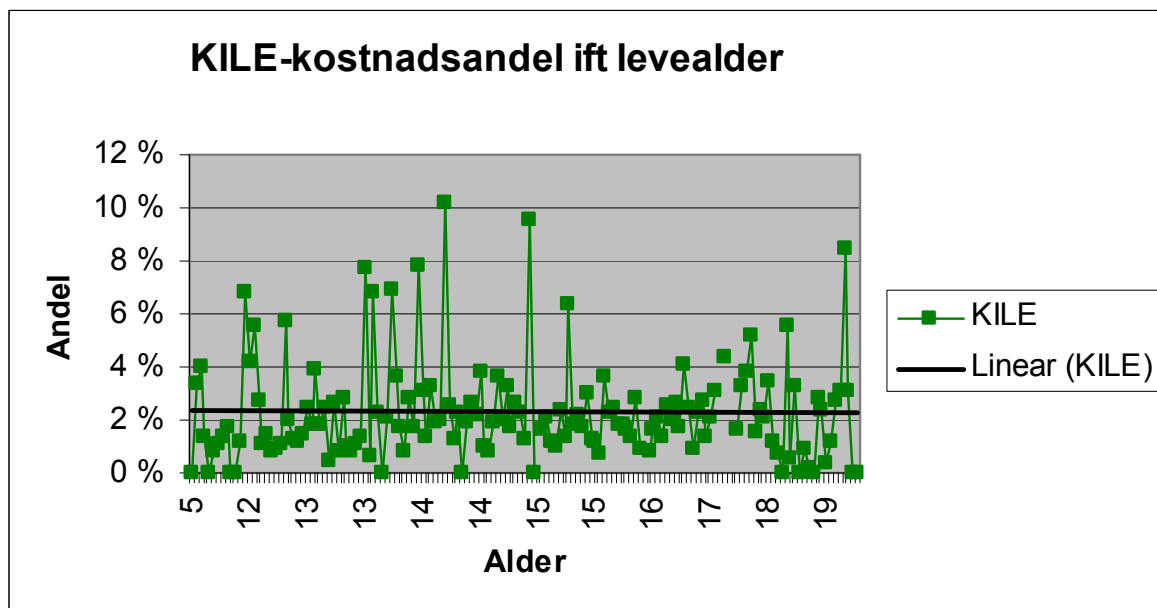
Vi nøyer oss i denne omgang med å konkludere med at vi ikke finner støtte for at kapitalkostnadsandelene hos nettselskapene er avtagende med levetiden, og at disse kostnadene oppfører seg i strid med teorien om lineære avskrivninger.

6.2.3 KILE-kostnader i forhold til nettanleggets alder

I dette avsnittet vil vi vurdere om KILE kostnader kan være aldersavhengige. Vi velger å bruke KILE-kostnadens andel av total kostnader, og bruker dette indeksmålet som sammenligningsgrunnlag for nettselskapenes kostnader. Hvis KILE-kostnadene øker med nettanleggets alder vil vi forvente en økning i KILE-andelen over et nettanleggs levetid. For hvert enkelt selskap beregnes KILE-kostnadsandelen ved følgende formel:

$$(26) \quad KILE_{Andel,i} = \frac{KILE_i}{TK_i}$$

Basert på et intuitivt resonnement vil vi forvente at økt alder på nettanlegget vil føre til dårligere kvalitet på nettanlegget, flere avbrudd og dermed en økning i KILE-kostnader. Figur 20 viser KILE-kostnadsandelen for alle nettselskapene i 2004, i forhold til estimert levealder på nettanlegget.



Figur 20: KILE-kostnadenes andel av totalkostnaden og alder på nettanlegg

På bakgrunn av visuelle observasjoner av figur 22 er det ikke mulig å konkludere med at KILE-kostnadene er aldersavhengige. Vi ser ingen klar tendens på trendlinjen til at KILE-kostnadene verken stiger eller synker med økt levetid. Det er svært mange årsaker til KILE-kostnadene, og det kan tyde på at avbrudd skjer like hyppig i gamle som nye nettanlegg. Dette kan være en av grunnene til at KILE-kostnadene ikke viser seg å være aldersavhengige.

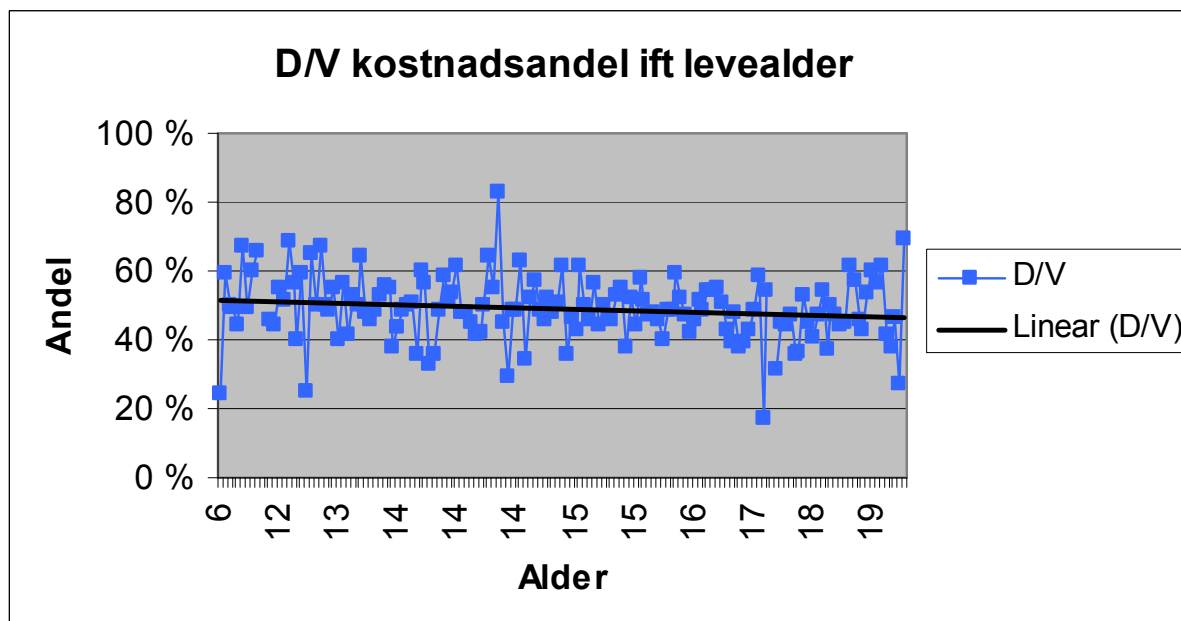
Vi konkluderer med at KILE-kostnadene som er rapportert til NVE i 2004, ikke viser en klar tendens til å være aldersavhengige. I simuleringene under problemstilling 2 og 3 senere i dette kapittelet velger vi derfor å ikke justere for aldersavhengige KILE-kostnader.

6.2.4 Drifts- og vedlikeholdskostnader i forhold til nettanleggets alder

I dette avsnittet vil vi vurdere om drifts- og vedlikeholdskostnadene er aldersavhengige. Vi velger å analysere drifts- og vedlikeholdskostnadens andel av totalkostnader, og bruker igjen indekset for å skape et sammenlignbart forhold mellom nettselskapenes kostnader.

Dersom disse kostnadene er aldersavhengige vil vi forvente en endring i drifts- og vedlikeholdskostnadenes andel av totalkostnader, med alderen på nettanlegget. For hvert enkelt selskap beregnes DV-kostnadsandelen ved følgende formel:

$$(27) \quad DV_{Andel,i} = \frac{DV_i}{TK_i}$$



Figur 21: DV-kostandens andel av totalkostnad ift. Nettanleggets alder

Av figur 21 ser vi at drifts og vedlikeholdskostnadene viser en svak avtagende tendens over levealder på nettanlegg. Tendensen er imidlertid ikke så tydelig at vi vil ta hensyn til at DV-kostnadene kan være aldersavhengige når vi videre i rapporten skal justere gjennomsnittsselskaperens totalkostnad. I simuleringene vi skal gjøre senere i dette kapittelet velger vi derfor å ikke justere totalkostnadene for DV-kostnader.

6.2.5 Oppsummering

Vi har nå analysert utviklingen i bransjens investeringsnivå, bokførte verdier og kostnadsutvikling. I andre del estimerte vi en gjenværende levealder for selskapene i 2005-datasettet, og sammenstilte dette med mulige aldersavhengige kostnader

Fra resultatene i våre enkle analyser i andre del av dette kapittelet kan vi derimot ikke konkludere med at noen av kostnadene er aldersavhengige. Vi har kun sett på hvert enkelt selskaps kostnadsandel av totalkostnad, i forhold til alder på nettet. På bakgrunn av analysene

av rapporterte data kan vi konkludere med at vi ikke finner støtte for at noen kostnader er aldersavhengige når vi estimerer alder og bruker andel av totalkostnad som kostnads mål.

Basert på våre analyser av bransjens investeringsnivå i første del av dette kapitlet, samt analysene av aldersavhengige kostnader i 2005-datasettet, mener vi imidlertid at datagrunnlaget vi opererer med ikke er tilstrekkelig for å kunne påvise aldersavhengigheter. Teoretisk sett burde i hvert fall kapitalkostnader være aldersavhengige. Vårt estimat på gjenværende levealder er sannsynligvis ikke en god indikator på eksakt gjenværende levealder, og bruken av andeler framfor faktiske tall kan også være en feilkilde i analysen.

Våre analyser i denne delen baserer seg i stor grad på nettselskapenes rapporterte avkastningsgrunnlag og avskrivninger. Tatt i betraktning tidligere kritikk mot disse dataene og svært ulik rapporteringspraksis, kan også dette være et moment som påvirker resultatet av analysene våre.

På bakgrunn av resultatene i denne delen av kapittel 6, samt innledende teoretiske betraktninger om avtagende kapitalkostnader, velger vi å forutsette videre i rapporten at kapitalkostnadene er aldersavhengige og avtar lineært med levealder. Dette gjør vi for å kunne illustrere vårt poeng om aldersparameteren senere i kapitlet.

6.3 Problemstilling 2 - DEA modellen og beregning av effektivitet

Vår andre problemstilling tar utgangspunkt i DEA-modellen som vi presenterte i kapittel 4. Litt forenklet kan vi si at modellen velger det mest effektive nettselskapet i datasettet ved å finne de høyeste outputverdiene i forhold til totalkostnadene. Vår antagelse er at et gammelt nett vil ha lavere kapitalkostnader, og dermed lavere totalkostnader enn et ungt nettanlegg, gitt at kun alder er ulikt mellom selskapene. Resultatet blir at nettselskap med høy alder og lave kapitalkostnader konsekvent vil vurderes som mer effektive i DEA-modellen.

For å besvare problemstillingen gjør vi en simulering i DEA-modellen der vi tester hvordan modellen henter verdier i datasettet og beregner normkostnaden. For å illustrere denne effekten har vi valgt å konstruere en bransje med utgangspunkt i et gjennomsnittsselskap basert på alle nettselskapene i 2004. Videre har vi laget 30 kopier av dette

gjennomsnittsselskapet (1-30), og justert totalkostnaden for disse slik at de uttrykker 30 ulike årsklasser av et nettanlegg. Alle outputparametere vil ellers være like, men totalkostnaden blir altså ulik på grunn av ulik kapitalkostnad. Denne konstruerte bransjen kan sees på som en samling av Gjennomsnittsselskap på alle årsstadiene i et nettanleggs levetid. Gjennomsnittsselskap 1 viser altså gjennomsnittsselskapets totalkostnader i år 1, og Gjennomsnittsselskap 2 viser gjennomsnittsselskapets totalkostnader i år 2, osv. I tabell 16 har vi gjengitt variabelverdiene for Gjennomsnittsselskap 30, variablene er forklart i 4.2. Se appendiks 1 for oversikt over hele det konstruerte datasettet og gjennomsnittsselskapenes parameterverdier.

Tabell 16 Variabelverdier for et Gjennomsnittsselskap 30

Selskap	Kostnadsgrunnlag	NS	HS	LE	AB-FbAB	FbAB	GsDk	Skog2* HL	Vk* HL	Snø* HL
Gjennomsnittsselskap 30	57.041	885	705	501.970	17.489	1.874	1.527	13.440	8	230.281

Når vi har beregnet endringene i kapitalkostnader over et gjennomsnittsanleggs levetid har vi tatt utgangspunkt i den gjennomsnittlige alderen på bransjens nettanlegg, ~15 år, og en total levetid på 30 år. Gjennomsnittsselskap 30 vil få en totalkostnad på 57.041, som vist i tabell 16. Som presentert av NVEs notat om fastsettelse av kostnadsnorm 4. desember 2006 legger vi til grunn en referanserente på 8,09 %, og at lineære avskrivninger benyttes i henhold til forutsetningene i reguleringsmodellen. I tillegg forutsetter vi at kapitalkostnadene i gjennomsnitt utgjør ~40 % av selskapenes totale kostnader, jf 3.1.1. En siste forenklede forutsetning er at andre kostnader er konstante for perioden (nominelt). Med disse antagelsene får vi følgende beregning av kapitalkostnader (avskrivninger og kalkulatorisk rentekostnad) over levetiden for gjennomsnittsselskapet:

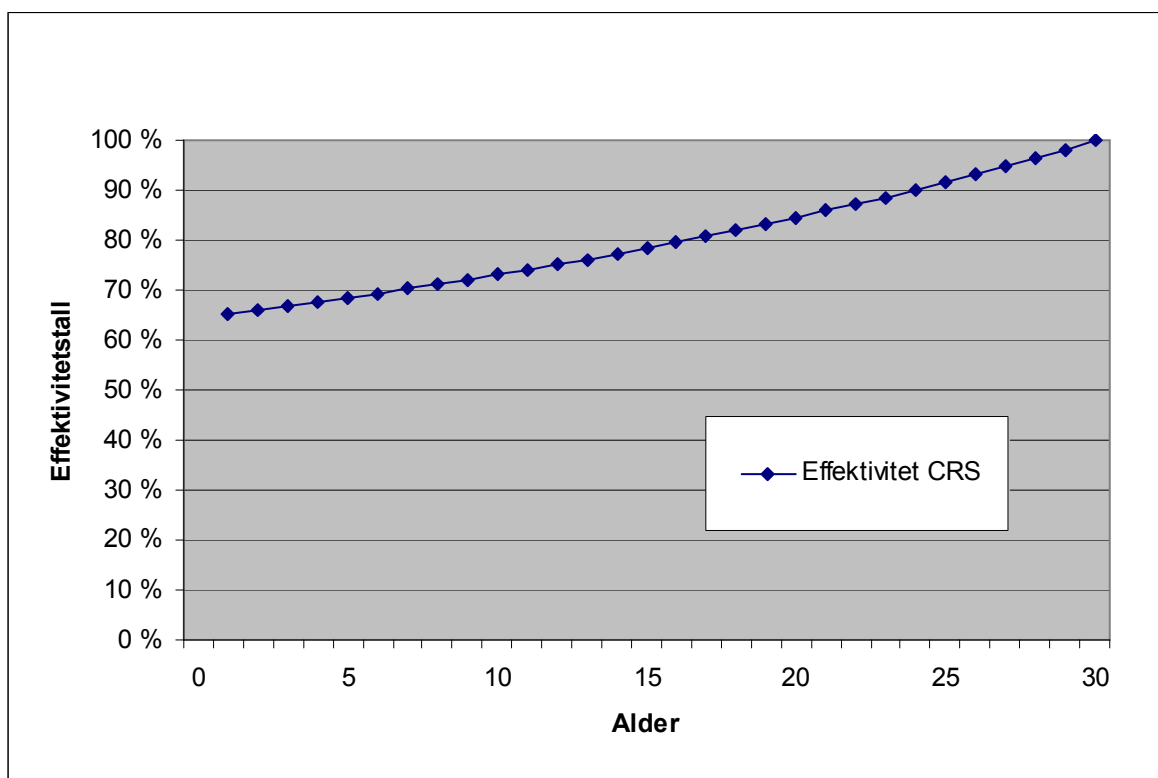
Tabell 17 Grunnlag for beregning av avtakende kapitalkostnader

Kapitalkostnader (40% av kost.grunnlag):	28.688
Investeringens levetid (år):	30
Rentekostnad (årlig):	8,09 %
År i levetid for gitt kapitalkostnad:	15
Investeringens nyverdi:	389.000
Årlig avskrivning år 1-30	12.960
Rentekost i år 15:	15.728
Kapitalkostnad år 15:	28.688

(se appendiks 1 for verdien av alle gjennomsnittsselskaperes totalkostnad)

Vi inkluderer heller ikke verdien av justeringsparameteren når vi gjennomfører DEA analysen, da denne ikke skal inkluderes før DEA-analysen gjennomføres. Vi vil ikke gå nærmere inn på justeringsparameterens effekt her, men vil komme nærmere inn på dens effekter i kapittel 7.

Resultatene av simuleringen viser at DEA modellen vil velge ut Gjennomsnittsselskap 30 som referanse for alle de andre gjennomsnittsselskapene (Gjennomsnittsselskap 1-29). Referanseselskapet (Gjennomsnittsselskap 30) vil altså være det selskapet med lavest kapitalkostnader og derfor også lavest totalkostnad gjennom levetiden (se appendiks 1 for beregninger). Det er naturlig at nettopp dette selskapet velges som referanse med vektor lik 1 for de andre gjennomsnittsselskapene når normkostnadene skal beregnes. Gjennom dette stiliserte eksempelet viser vi at DEA-modellen vil velge det eldste nettet som det mest effektive, og det eldste nettet vil bli referanseselskap for hele datasettet.



Figur 22: Effektivitetsutvikling i DEA for Gjennomsnittsselskap

Gitt at forutsetningene vi har brukt under problemstilling 2 holder, kan vi si at et investerende gjennomsnittlig nettselskap vil ha en tidsprofil på sitt normkostnadsgrunnlag lik den vi ser for Gjennomsnittsselskap 1-30. På bakgrunn av dette resonnementet og resultater fra problemstilling 1 vil vi derfor hevde at det vil finnes aldersskjevheter i det faktiske datasettet, siden nettselskapene har ulik gjenværende levealder på nettanleggene sine. Det er urimelig å anta at aldersskjevhetene i virkeligheten er så store som vi ser i vårt eksempel (30 år), men som vi viste med beregninger på det faktiske datasettet i 6.2, så vil alderen på nettanleggene variere i intervallet mellom 6 og 24 år, tilnærmet normalfordelt rundt et gjennomsnitt på 15 år. Se figur 17.

6.4 Problemstilling 3 - Aldersparameteren kan justere for aldersskjevhet

I denne delen vil vi konstruere en aldersparameter i datasettet med gjennomsnittsselskaper for å justere for aldersskjevhetene som vi identifiserte i analysen under problemstilling 2.

Aldersparameterens oppgave

Oppgaven til aldersparameteren vil i vårt eksempel være å justere DEA målingene slik at nettanleggene måles i forhold til nettanlegg innen sin egen aldersklasse og at målingen hensyntar ulik alder i datasettet. To ellers like nettanlegg, men med ulik alder, får beregnet samme normkostnad og dermed lik effektivitet over levetiden. Alle aldersklasser av et nettanlegg vil på denne måten justeres slik at alle observasjoner av dette vil få lik effektivitet over levetiden, alt annet likt. Resultatet av justeringen i vårt konstruerte datasett er at alle gjennomsnittsselskapene blir 100 % effektive.

Vi vet av utledningen i kapittel 4, om DEA modellen, at høye parameterverdier i forhold til totalkostnaden vil gi høy effektivitet. Aldersparameterens oppgave blir derfor å justere datasettet slik at gamle nett får redusert effektivitet og at nye nett får økt effektivitet. Yngre nett vil derfor tilordnes en høy aldersparameterverdi, mens de gamle nettene tilordnes en lav aldersparameterverdi.

Valg av aldersparameter

Vi vil nå presentere noen kriterier for valg av aldersparameter, samt presentere kandidater til denne. Kravene vi foreløpig setter til en aldersparameter er følgende:

- Negativt korrelert med alder på nettanlegg.
- Parameteren må kunne skaleres
- Parameteren må ha høy verdi for lav nettalder, og lav verdi for anlegg med høy alder.

Som vi viste innledningsvis i dette kapitlet har aldersparameteren vært diskutert tidligere. Vi vil ikke utlede disse forslagene, men begrenser oss til å kort presentere mulige kandidater og begrunne valg av parameter til våre simuleringer basert på kravene nevnt over, samt de kravene som ble satt til parametere i kapittel 4. En annen metode som vil justere for alderskjevhetene i datasettet, er å bruke nyverdibaserte realannuiteter i kostnadsgrunnlaget i stede for bokførte verdier (Bjørndal og Johnsen, 2003). Hvis kapitalgrunnlaget og dermed kapitalkostnadene får en tidsriktig verdi vil det ikke lenger være et poeng å inkludere en aldersparameter i datasettet. Vi velger å ikke gå nærmere inn på dette i denne rapporten, men henviser til tidligere SNF-publikasjoner for nærmere beskrivelse.

BFV/Nyverdi

En mulig parameter er bokførte verdier dividert på nyverdier (*BFV/Nyverdi*). Denne parameteren vil stort sett gi en verdi mellom 0 og 1, siden bokførte verdier i nettselskapenes anleggsregnskap ikke oppskrives i det rapporterte kapitalgrunnlaget. Parameteren viser riktig verdi for ulike aldersklasser da den vil være høy for unge nett, og lav for eldre nett. Utfordringen med denne parameteren er å finne de korrekte nyverdiene. Det vil være mulig å estimere disse basert på regnskapsdata, men på grunn av usikkerhet rundt spesiell prisstigning og verdistigning, samt konstruerte balanser på tidlig 90-tall, vil det være vanskelig å estimere nyverdiene presist.

BFV/Anskaffelseskost

En annen variant er bokført verdi dividert på anskaffelseskostnad (*BFV/Anskaffelseskost*). Også her vil det være vanskelig å finne korrekt og brukbar data. For det første er de historiske dataene over nettselskapenes anskaffelseskostnader delvis basert på konstruerte balanser fra tidlig 90-tall. For det andre vil ikke parameteren være direkte korrelert med alder, da selskapene vil ha svært ulike verdi på denne parameteren.

BFV/avskrivninger

Det tredje alternativet som har vært diskutert er bokført verdi dividert på avskrivninger (*BFV/AVS*), som vi også bruker for å beregne nettanleggenes gjenværende alder i 6.2. NVE har blant annet foreslått en aldersindeks som defineres som gjeldende år minus parameteren,

for eksempel 99 - *BFV/AVS*. I denne aldersindeksen vil det være et stort konstantledd som vil dominere resultatet. (Bjørndal og Bjørndal 2007). Det store konstantleddet vil derfor gjøre aldersindeksen lite egnet som aldersparameter

Hvis vi derimot kun bruker gjenværende levetid som parameter vil vi få en variabel som er perfekt negativt korrelert med alder. Dersom nettanlegget er gammelt vil det tilordnes en lav aldersparameterverdi, og hvis det er nytt vil det tilordnes en høy parameterverdi. Et problem med denne parameteren er at den er sårbar for målefeil, ulik rapporteringspraksis og ulik praksis i forhold til kostnadsføring og aktivering. Vi velger allikevel å gå videre med denne parameteren i våre simuleringer.

Konklusjon

Etter å ha inkludert aldersparameteren i datasettet gjennomfører vi DEA-analyser på Gjennomsnittsselskap 1-30, og finner at alle gjennomsnittsselskapene blir 100 % effektive. Aldersparameteren fungerer med andre ord slik vi ønsker, og vi konkluderer med at vi gjennom å konstruere en aldersparameter kan justere for aldersskjevhetene i datasettet, slik at DEA-modellen oppfatter den aldersuavhengige produktiviteten over anleggsmiddelets levetid, og at kapitalkostnadene kompenseres tidsriktig i inntektsrammereguleringsmodellen (Se appendiks 2 for fullstendige beregninger). Vi vil i 6.8 vise hva som skjer når vi inkluderer det mest effektive gjennomsnittsselskapet i det faktiske datasettet sammen med resten av bransjen.

6.5 Problemstilling 4 - Skalering av aldersparameteren

Felles for variablene, som ble diskutert som kandidater til aldersparameter i 6.4, er at de er indeksvariabler. Som vist i 4.1.12 om fallgruver, så må indeksvariabler skaleres før de inkluderes i datasettet. Eksempler på slik skalering av variabler er geografivariablene som er inkludert i NVEs DEA-modell for beregning av normkostnad. Disse er skalert med høyspent linjelengde (HL).

I kapittel 4 viste vi at variablene skal si noe om et rammevilkårs påvirkning på selskapet. Hvis vi ser på datasettet med gjennomsnittsselskaper, der alle selskapene faktisk er like store og står overfor like rammevilkår, så fører en skalering av aldersparameteren med totalkostnaden til økt ulikhet mellom selskapene. Dette gir igjen utslag i effektivitetsmålingene slik at vi får

større forskjeller mellom gjennomsnittsselskapene. Skaleringen overkompenserer da det eldste og yngste nettet, mens gjennomsnittsselskapet med gjenværende alder 15 år eller mer, blir underkompensert. Det er derfor ikke hensiktsmessig å skalere aldersparameteren i det konstruerte datasettet med gjennomsnittsselskaper, siden alle disse fremstår som like store.

Hvis vi derimot skalere indeksene i det faktiske datasettet vil vi kunne oppleve at selskaper med like aldersparametre og rammevilkår fremstår som like effektive selv om de har ulik total kostnad. Dette impliserer at et lite selskap kan fremstå som mer effektivt enn det egentlig er, fordi det får høy output i forhold til en lavere input sammenlignet med et stort selskap. I henhold til protokollen bør indekser skaleres med inputvariabelen, som i inntektsrammereguleringen er total kostnad (TK), jf Dyson et al (2001). NVE har brukt høyspent linjelengde (HL) for å skalere geografivariablene. Vi finner det allikevel riktig å bruke input-variabelen for å skalere aldersparameteren, siden dette anbefales av Dyson, samt er mulig i praksis.

Konklusjon

Basert på kriteriene for en parameter, presentert under problemstilling 3, valgte vi å bruke gjenværende levetid (BFV/AVS) som aldersparameter i våre simuleringer på det konstruerte datasettet. Videre har vi i denne delen argumentert for at vi bør bruke inputvariabelen for å skalere aldersparameteren i det faktiske datasettet. Vi velger derfor å bruke følgende formel for å finne aldersparameteren for hvert enkelt selskap i det faktiske datasettet:

$$(28) \quad AP = TK \times \left(\frac{BFV}{AVS} \right)$$

$$\text{Aldersparameter} = \text{total kostnad} \times (\text{bokført verdi} / \text{avskrivninger})$$

6.6 Problemstilling 5 - Effekter i faktisk datasett

Basert på resultatene fra analysene under problemstillingene 2, 3 og 4 vil vi nå teste den skalerte aldersparameteren i det faktiske datasettet. Vi vil bruke formel (24) fra problemstilling 4 for aldersparameteren som utgangspunkt for beregningen av aldersparameter for alle selskapene (se appendiks 3 for beregninger).

I det virkelige datasettet fra 2004, som vi nå skal gjøre DEA-analysene på, skal vi derimot ikke justere totalkostnaden for aldersskjevheter, slik vi gjorde med det konstruerte datasettet. Ulikhetene mellom selskapene vil nemlig allerede være iberegnet kostnadsgrunnlagene i dette datasettet.

Tabell 18 Bransjens gjennomsnittlige effektivitet i DEA-modellen vektet med totalkostnad

Bransjens effektivitet uten AP	88,9 %
Bransjens effektivitet med AP	91,5 %

Som forventet ser vi at en ny variabel vil resultere i økt gjennomsnittlig effektivitet for bransjen som helhet. Det er vanskelig å vite om denne parameteren bare justerer selskapenes kapitalkostnader, eller om den også justerer for noen andre aldersavhengige kostnader, som diskutert i 6.2. Vi ser allikevel at aldersparameteren har en betydelig omfordelingseffekt på bransjens totale inntektsramme mellom nettselskapene (se figur 20). Dette indikerer at nettanleggets alder, og tilhørende forskjeller i kapitalkostnader, kan vise seg å ha en avgjørende betydning for fordelingen av inntektsrammen mellom nettselskapene.

Test av aldersparameter

Ved å gjennomføre de samme testene som NVE har gjennomført på sine geografiparametere vil vi nå vurdere om aldersparameteren bør inkluderes i DEA-analysene.

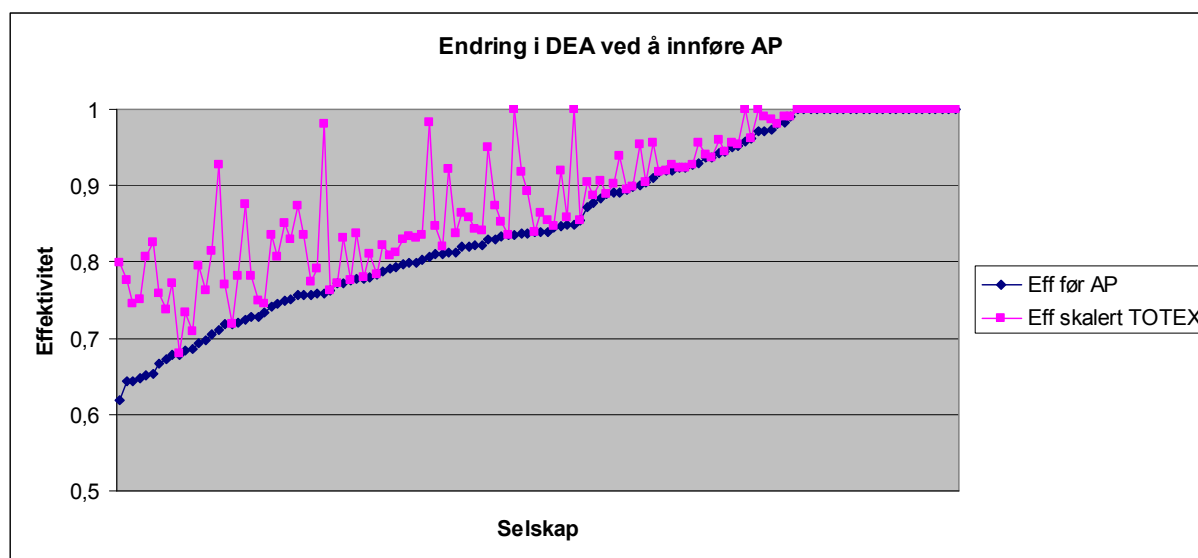
I 4.2 viste vi hvordan NVE valgte sine variabler og hvilke kriterier de brukte for å velge sine outputvariabler. Kort oppsummert må variabelen oppfylle tre kriterier, jf 4.2.5:

- Variablene må ha teoretisk eller praktisk begrunnelse
- Variablene bør være statistisk signifikante når de estimeres mot selskapenes totalkostnader i SFA eller i OLS/GLS regresjonene mot DEA-resultatene.
- Variablene bør være signifikante i Banker-testen.

Vi velger å begrense oss til å gjøre en teoretisk betraktning, samt en Banker-test, da SFA analysene er omfattende og har som formål å teste robustheten til DEA-resultatene.

Det første kriteriet mener vi er dekket godt i simuleringene vi gjorde med gjennomsnittsselskapene tidligere i dette kapitlet, jf 6.3 og 6.4. I tillegg velger vi å vise

hvilken effekt inkluderingen av en ny aldersparameter vil ha på DEA-modellens beregning av effektivitet. Effekten på DEA-resultatene av å inkludere aldersparameteren vises i figur 23.



Figur 23: DEA resultater med og uten aldersparameter (CRS-modellen)

Vi ser av figur 23 at innføringen av aldersparameteren vil ha en tydelig effekt på DEA-resultatene. Denne simuleringen er gjennomført på 2004-data, men vi finner det allikevel rimelig å konkludere med at aldersparameteren også vil gi en signifikant effekt på effektivitetsanalysene som brukes når inntektsrammen for 2007 fastsettes.

Det tredje kriteriet til parameteren er at den skal være signifikant i Banker-testen. Dette er en t-test, og er kort presentert i 4.2.4.2. Denne testen er også et mål på om aldersparameteren er statistisk signifikant.

Tabell 19 Banker-test ved CRS-modellen

Statistikk	Basis	Med AP
Mean	0,8693	0,9026
Var	0,0314	0,0256
N	129	129
	Basis	Med AP
T		1,5765
P(T)		0,0581

Av tabell 19 ser vi at aldersparameteren får en t-verdi på 1,5765, og en p-verdi på 5,81 %. Vanligvis kreves en t-verdi større enn 2 for å kunne klassifiseres som statistisk signifikant, og

aldersparameteren tilfredsstillende dermed ikke dette kravet. Vi ser også at målingen har en p-verdi som er større enn 5%. Dette gjør at variabelen ikke blir signifikant på 95 % konfidensnivå. Hadde derimot denne analysen vært testet mot et annet års datasett, for eksempel 2005-data, så er det mulig at parameteren ville blitt signifikant.

Vi har også gjennomført Banker-testen på CRS-modellen med supereffektivitet, for å se om denne gir et annet resultat enn CRS-modellen:

Tabell 20 Banker-test ved CRS-modell med supereffektivitet

Statistikk	Basis	Med AP
Mean	0,8863	0,9270
Var	0,0392	0,0332
N	128	128
	Basis	AP
T		1,705
P(T)		0,0447

Her ser vi at t-verdien øker til 1,705, og nærmer seg et akseptabelt nivå. P-verdien er her under 5 %, og vil dermed være signifikant på 95 % konfidensnivå.

Konklusjon

Resultatene fra testene i dette avsnittet viser at aldersparameteren kan ha en betydelig effekt på fordelingen av bransjens inntektsramme mellom nettselskapene. I analysene i 6.1 viste vi imidlertid at datagrunnlaget for estimering av alder og identifisering av aldersavhengige kostnader ikke er særlig godt. På bakgrunn av dette mener vi at vi ikke har tilstrekkelig empirisk bevis for å vurdere om aldersparameteren bør inkluderes eller ikke.

På den andre siden har NVE åpnet for at man også kan inkludere parametere i datasettet som i tilstrekkelig grad oppfyller kravene, og vi mener at det med stor sannsynlighet er aldersavhengige kostnader i datasettene. Utfordringen er imidlertid å identifisere disse basert på de tilgjengelige data. Vår anbefaling er derfor at det bør gjennomføres nye analyser som kan bekrefte eller avkrefte om aldersparameteren bør inkluderes eller ekskluderes i DEA-modellen. Våre resultater gir i hvert fall klare indikasjoner på at aldersparameteren kan være en parameter som har stor omfordelingseffekt på resultatene i inntektsrammereguleringsmodellen.

6.7 Simulering: Effekter av å inkludere et gjennomsnittsselskap med et gammelt nettanlegg i datasettet

I denne delen av rapporten vil vi gjennomføre en simulering med det faktiske datasettet fra 2004, når vi har inkludert et gjennomsnittsselskap med gammelt nettanlegg. Selskapet fra det konstruerte datasettet fra 6-2, er en slik kandidat, siden det har svært lave kapitalkostnader og høy alder. Gjennomsnittsselskap 30s totalkostnad er nedjustert med aldersavhengige kapitalkostnader for et 30 år gammelt nettselskap, og vi vil derfor forvente at det får høy effektivitet i DEA-simuleringen når det sammenlignes med bransjen som helhet. Vi ønsker også å kontrollere om dette selskapet vil være med på å danne fronten i det faktiske datasettet.

Resultatene fra effektivitetsanalysene er presentert i tabell 21:

Tabell 21 Gjennomsnittsselskap 30s effektivitet i det faktiske datasettet

Effektivitet i CRS-modellen	100 %
Effektivitet i CRS-modellen m/supereffektivitet	105 %

Av resultatene fra simuleringen ser vi at gjennomsnittsselskapet blir 100 % og 105 % effektivt i henholdsvis CRS-modellen og CRS-modellen med supereffektivitet. Gjennomsnittsselskap 30 vil med andre ord være med på å danne den effektive fronten i begge variantene av DEA-analysen, selv om verdiene på outputvariablene bare er gjennomsnittlige. Inputvariabelen er imidlertid svært lav i forhold til resten av bransjen, siden totalkostnaden er aldersjustert for kapitalkostnader i år 30.

Av tabell 22 ser vi at hele 36 selskaper har gjennomsnittsselskapet som sitt referanseselskap. Flere av selskapene er store nettselskap, som Agder Energi, BKK, Eidsiva og Skagerak Nett. Dette tilsier at gjennomsnittsselskapet, med lave kapitalkostnader på grunn av høy alder på nettanlegget, vil ha stor påvirkning på den effektive fronten i datasettet. Summen av vektene for selskapene i tabell 22 er 17,8, og det tilsier at Gjennomsnittsselskap 30 påvirker fordelingen av ca. 1 milliard kroner av inntektsrammen i datasettet med 2004-data.

Tabell 22 Selskap med gjennomsnittsselskap 30 som referanseselskap

Selskap	Vekt	Selskap	Vekt
Agder Energi Nett AS	3,1842	Nordkyn Kraftlag AL	0,0063
BKK Nett AS	0,5151	Nord-Trøndelag EI-verk	1,1969
Dalane Energi	0,1531	Orkdal Energi AS	0,1664
Dragefossen Kraftanlegg	0,0902	Rauma Energi AS	0,1593
Eidefoss	0,0700	Repvåg Kraftlag AL	0,0314
Eidsiva	3,3390	Ringeriks-Kraft Nett AS	0,3147
Elverum Energiverk Nett	0,1630	Selbu Energiverk AS	0,0043
Energi 1 Follo-Røyken	0,0050	SFE Nett AS	0,0952
Fauske Lysverk	0,2491	Skagerak Nett AS	2,9048
Fortum Distribution AS	1,3741	Sognekraft AS	0,3158
Gudbrandsdal Energi AS	0,1285	Stange Energi Nett AS	0,3303
Hadeland Energinett AS	0,1777	Stryn Energi AS	0,0746
Haugaland Kraft AS	0,6592	Sunndal Energi KF	0,1821
Hålogaland Kraft AS	0,1181	Sunnfjord Energi AS	0,2803
Istad Nett AS	0,7558	Sykkylven Energi AS	0,0150
Lærdal Energi	0,0422	Tussa Nett AS	0,4033
Malvik Everk AS	0,0656	Varanger Kraftnett AS	0,1043
Nord Troms Kraftlag AS	0,0424	Øvre Eiker Nett AS	0,1221

Konklusjon

Basert på simuleringen vil vi forvente at også andre virkelige nettselskaper med gamle nettanlegg, og tilhørende lave kapitalkostnader, kan bidra til å påvirke den effektive fronten for bransjen. I hvilken grad dette skjer er imidlertid vanskelig å vurdere, siden det ikke finnes tilstrekkelig god aldersdata for nettselskapenes nettanlegg. Det er imidlertid nærliggende å tro at noen av de små nettselskapene som er med på å danne den effektive fronten i våre simuleringer i 3.1.4.2, kan være i denne kategorien. Disse gjennomfører sjeldnere store investeringer, og har vist seg å oftere genererer ekstreme verdier i datasettet.

7 Kalibrering og justeringsparameter

7.1 Bakgrunn for kalibreringen

I denne delen av rapporten vil vi diskutere justeringsparameteren og kalibreringen i inntektsrammereguleringsmodellen.

Vi vil først vise de tre stegene i kalibreringen før vi går nærmere inn på justeringsparameterens effekt på tidsprofilen i inntektsrammen. Deretter vil vi analysere justeringsparameterens effekt sammen med kalibreringen på bransjenivå, før vi til slutt diskuterer egenskaper med selve kalibreringsmetodikken for bransjen. Inntektsrammereguleringsmodellen og kalibreringen ble presentert i kapittel 3, og vi vil her gjengi de to mest sentrale formlene fra dette kapittelet; beregning av justeringsparameteren (4) og kalibrering av normkostnad i steg 3 (7). I tillegg presenterer vi beregningen av Δr , også kalt kalibreringsfaktoren i steg 3 (29):

$$(4) \quad JP = 1,6 \times r_{NVE} \times \text{\textit{årlig tilgang}}_{t-2}$$

$$(7) \quad K_{i, \text{Normert}}^* = K^* - \frac{AKG}{\rho} \Delta r$$

$$(29) \quad \Delta r = r - r_{NVE} = \frac{\rho(\sum_i K_i^* - \sum_i K_i') + \sum_i JP_i}{\sum_i AKG_i} = \frac{\sum_i IR_i^0 - \sum_i K_i^*}{\sum_i AKG_i}$$

De to problemstillingene vi vil bruke for å belyse justeringsparameteren og kalibreringseffekter i inntektsrammereguleringsmodellen er:

Problemstilling	Forklaring	Behandles i
6	<i>Dekker justeringsparameteren nåverditapet som følger av tidsetterslepet på kompensasjonen i inntektsrammen?</i>	7.2
7	<i>Bør justeringsparameteren være med i kalibreringsgrunnlaget, eller bør den legges til etter kalibreringen er gjennomført?</i>	7.3

7.1.1 Målsettinger og metodikk for kalibreringen

Hensikten med kalibreringen i inntektsrammereguleringmodellen er å sørge for at bransjens vektete avkastning over tid blir tilnærmet lik referanserenten, jf 3.1.4. Med avkastning menes avkastning på den investerte kapitalen i selskapene. Denne avkastningen beregnes som en del av kostnadsgrunlaget (K) for hvert enkelt selskap.

For å eksemplifisere kalibreringen av inntektsrammen i praksis, vil vi her vise NVEs tre stegs kalibrering av bransjens årlig inntektsramme for 2007, samt beregningen for noen få utvalgte selskaper (NVEs notat 4.desember 2006). Vi viser til tabell 1 i 3.1.1 for nærmere forklaring av beregningsmetodikk for kostnadsgrunlaget. I dette kapitlet vil vi legge mest vekt på beregningen som skjer i steg 3, og henviser derfor til kapittel 3 for mer beskrivelse av steg 1 og 2. Vi vil imidlertid belyse hele kalibreringsmetodikken her, og viser ved et talleksempel effektene av de ulike stegene.

STEG 1: Korrigering av avvik mellom faktisk og gjennomsnittlig KILE

Effekten av kalibreringssteg 1 på nivået av bransjens inntektsramme er liten. Effekten er individuell for hvert enkelt selskap, og vil øke effektivitetstallet for selskaper med høyere gjennomsnittlig enn faktisk KILE. I kapittel 3 viste vi at KILE-kostnadene utgjør 3 % av bransjens totale kostnader, og det er kun avviket mellom gjennomsnittlig og faktisk KILE det kalibreres for.. For selskaper som får en unormalt høy/lav KILE i et år, vil korreksjonen bli mer tydelig slik at selskapets inntektsramme ikke får hele denne KILE effekten justert for i ett enkelt år. Følgende formel, vist i kapittel 3, brukes for å kalibrere selskapenes effektivitetstall i steg 1:

$$(5) \quad \hat{E}_i = \frac{K_i^*}{K_i - gKILE_i + fKILE_i}$$

STEG 2: Normering av effektivitetstallene fra R og D-nettet

I det andre trinnet normeres effektivitetstallene fra distribusjonsnettet (D-nett) og regional- og sentralnettet (RS-nett), og vektetes sammen til ett felles effektivitetstall for hele selskapet. For inntektsrammen i 2007 gjøres i tillegg en egen justering av de normaliserte effektivitetstallene for RS-nettet, som fører til at det legges mindre vekt på effektivitetsmålingene i

inntektsrammen. Dette kalibreringstrinnet er ekvivalent med en multiplikativ kalibrering, se 3.1.4.2. Effektene av dette steget vil i motsetning til steg 1 ha stor effekt på bransjens samlede inntektsramme. Gjennom denne kalibreringen får selskapene oppjustert sine effektivitetstall slik at bransjen i snitt blir 100 % effektiv. Dette innebærer at hvis bransjen på D-nett nivå er 94 % effektiv, vil steg 2 øke bransjens IR tilsvarende 6 %, og tilsvarende for bransjens IR på R-nettnivå. Formel 6 viser hvordan steg 2 gjennomføres, og tabell 22 viser resultatene av kalibreringen for noen få utvalgte selskaper.

$$(6) \quad E_i = w_i \frac{\hat{E}_i^D}{\bar{E}^D} + (1 - w_i) \frac{\hat{E}_i^R}{\bar{E}^R}$$

Tabell 23 Trinn 2 i kalibreringen

Selskap	Distribusjonsnett		Regional- og sentral nett		Samlet
	\hat{E}_i^D	w_i	\hat{E}_i^R	$(1 - w_i)$	
Hafslund Nett AS	121,92 %	0,6918	108,20 %	0,3082	117,69 %
BKK Nett AS	98,51 %	0,7187	88,23 %	0,2813	95,62 %
Voss Energi AS	81,47 %	0,8782	109,72 %	0,1218	84,91 %
GSS 30	94,00 %	0,8000	84,00 %	0,2000	100,00 %
Bransjeeffektivitet	\bar{E}^D 94,00%		\bar{E}^R 84,00%		

Vi ser av tabell 23 at alle selskapene vil få økt sin samlede effektivitet i forhold til enkelt vektet snitt av de to nettnivåene.

STEG 3: Justeringsparameterens effekt på inntektsrammen

I dette steget legges justeringsparameteren til det enkelte selskaps kostnadsnorm, før kostnadsnormen igjen kalibreres slik at inntektsrammen i sum tilsvarende kostnadsgrunnlaget for bransjen. Denne kalibreringen tilsvarende en additiv kalibrering som vi viste i kapittel 3.1.4.2 som formel (9). NVE viser kalibreringssteg 3 ved følgende formel:

$$(7) \quad K_{i,Kalibrert}^* = K_{Normert}^* - \frac{AKG}{\rho} \Delta r$$

Effektene av kalibreringen i steg 3 vises i tabell 23, og disse resultatene vil danne grunnlaget for våre videre resonnementer i dette kapitlet.

Tabell 24 Beregning av inntektsrammer for 2007 (2005 data)

	Bransje	Hafslund	BKK Nett	Voss Energi	GSS 2005
Kostnadsgrunnlag (K)	13.585.150	953.490	1.962.458	54.557	174.169
DEA-resultat selskapet	96,21 %	95,62 %	117,69 %	84,91 %	96,21 %
Kostnadsnorm (K*)	13.584.663	911.706	2.309.633	46.325	174.162
Justeringsparameter (JP)	328.227	17.318	37.794	1.870	4.208
Innt.ramme før kalibr.(IR1)	13.913.134	949.917	2.173.840	52.311	178.374
Driftsres før kalibr. (DR1)	3.453.337	240.475	659.504	11.191	44.274
Avkastn før kalibr. (AVK 1)	8,94 %	7,97 %	11,91 %	6,74 %	8,44 %
K* etter kalibrering	12.928.696	860.484	2.215.578	43.505	165.753
IR etter kalibrering (IR 2)	13.585.150	924.305	2.126.812	50.901	174.169
Driftsres etter kalibr.(DR2)	3.125.353	214.864	612.477	9.781	40.069
Kalibr. avkastning(AVK2)	8,09 %	7,12 %	11,06 %	5,89 %	7,60 %
Korreksjon ved kalibrering	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %
Før kalibrering					
Sum IR 1	13 913 134				
Sum K	13 585 150				
Sum (IR-K)	327 984				
Sum(IR-K)/Sum AKG	-0,8490 %				

Av tabell 24 ser vi hvordan beregningen av bransjens kalibreringsfaktor, Δr ($=0,8490\%$), gjøres på aggregert nivå, og bestemmer nivåjusteringen av inntektsrammen for bransjen. Vi ser også at enkeltelskaper har mulighet til å få både høyere og lavere avkastning enn referanserenten, henholdsvis Hafslund og BKK Nett. Det er også verdt å merke seg at kostnadsgrunnlaget for bransjen som helhet ($K = 13.585.150$) er identisk med inntektsrammen etter kalibrering (IR 2) og tilnærmet lik beregnet kostnadsnorm for bransjen (K^*). Årsaken til dette vil vi komme nærmere inn på når vi i neste punkt ser nærmere på kalibreringsmetodikken.

7.2 Problemstilling 6: Justeringsparameterens effekt

7.2.1 Tidsprofil på kapitalkostnader og kompensasjon i inntektsrammen for investerende selskaper

For å kunne vurdere om justeringsparameteren vil dekke inn for nåverditapet som følger av tidsetterslepet, vil vi sammenligne verdien av inntektsrammen uten tidsetterslep, mot inntektsrammen med tidsetterslep og med justeringsparameteren. Vi finner nåverdiene av de to investeringsprofilene, ved å ta utgangspunkt i nåverdiformlene, samt benytte teori om avskrivninger og kapitalkostnader som ble presentert i kapittel 5.

NV1: Ingen tidsetterslep vil ikke gi et nåverditap

Vi vil her vise nåverdien av en investering når det ikke er et tidsetterslep for kompensasjonen i inntektsrammen. Det vil si at kapitalkostnadene, samt alle andre kostnader, blir kompensert for i inntektsrammen i det året de påløper. For enkelthetens skyld har selskapet i vår formel kun kapitalkostnader og disse vil utgjøre inntektsrammen (IR_t) i sin helhet. Vi har da et kostnadsgrunnlag for IR-beregningen på $K_t = AVS_t + AVK_t$. I tillegg forutsetter vi at selskapet er 100 % effektivt. Disse forutsetningene er svært urimelige, men vi gjør dette for å illustrere poenget med justeringsparameteren. Formel for nåverdien av investeringen uten tidsetterslep blir da:

$$(30) \quad NV_1(I_0) = -I_0 + \sum_t \frac{IR_t}{(1+k)^t}$$

Nåverdi av investeringen vil bli 0, da verdien av framtidige innbetalinger, $NV(IR_t)$, vil være lik investeringsbeløpet, (I_0), per definisjon.

NV2: Tidsetterslepet gir et nåverditap hvis justeringsparameteren ikke tas med i inntektsrammen

Her vil vi vise nåverdien av investeringen når vi har et faktisk tidsetterslep på 2 år, men ikke får justeringsparameteren som kompensasjon. Kapitalkostnadene for år t , KK_{t-2} , vil da kompenseres i inntektsrammen 2 år etter at de har påløpt, IR_t :

$$(31) \quad NV_2(I_0) = -I_0 + \frac{\sum_t \frac{IR_t}{(1+k)^t}}{(1+k)^2}$$

Verdien av nåverdien i (31) vil være negativ, fordi nåverdien av fremtidig inntektsramme neddiskontert, $NV(IR_t)$, alltid vil bli lavere enn investeringsbeløpet (I_0). Dersom NVE ikke hadde besluttet å tillegge selskapene en justeringsparameter, så ville forskjellen mellom $NV1$ og $NV2$ være det nåverditapet selskapene hadde hatt som en følge av tidsetterslepet.

NV3: Med tidsetterslep og med justeringsparameter

NVE har nå besluttet å ta med en justeringsparameter i inntektsrammen, og denne vil vi nå inkludere i nåverdiberegningen av investeringen. Denne verdien legges til to år etter

investeringen, det vil si i $(t+2)$ når det investeres i år $t=0$. Tar vi hensyn til at justeringsparameteren legges til i år 2, vil vi få følgende nåverdiformel:

$$(32) \quad NV_3(I_0) = -I_0 + \frac{\sum_t \frac{IR_t}{(1+k)^t}}{(1+k)^2} + \frac{JP}{(1+k)^2}$$

Selskapenes kostnader kompenseres i inntektsrammen to år etter året de påløper, og justeringsparameteren blir også tillagt inntektsrammen to år etter investeringen finner sted. Når referanserenten er større enn 5 %, vil resultatet bli at selskapene får dekket nåverditapet (NVEs modellutkast, 6.juni 2006). Vi vil nå vise hvilken effekt justeringsparameteren har hvis avskrivningstiden er kortere eller lengre enn de 30 år som er forutsatt i beregningen av justeringsparameteren.

7.2.2 Lønnsomhet av investering ved ulik avskrivningstid

Vi har her laget et investeringsscenario for å beregne lønnsomheten av en investering for ulike avskrivningstider og investeringstidspunkt. Formålet med beregningen er først å vurdere om justeringsparameteren dekker inn nåverditapet ved investeringen, og deretter vise internrenten (IRR i tabell 22) ved ulike kombinasjoner av avskrivningstider og investeringstidspunkt. For enkelhets skyld forutsetter vi at selskapet som investerer er 100 % effektivt etter steg 2 i kalibreringen. Hvordan nåverdien vil bli hvis selskapet ikke er 100 % effektivt avhenger av effektivitetsutvikling i investeringens levetid. Se appendiks 6 for kontantstrømmer til nåverdiberegningene i tabell 25.

Vi ser av tabell 25 at nåverdien av investeringen uten tidsetterslep, NVI , vil bli lik for alle kombinasjoner av avskrivningstid og investeringstidspunkt. For NVI vil også internrenten naturlig nok være lik avkastningskravet, $k = 8,09\%$. I nåverdiberegningen med tidsetterslep og justeringsparameter, $NV3$, vil imidlertid nåverdien av investeringen være ulik avhengig av avskrivningstider, 20, 30 eller 40 år. Kortere avskrivningstid (20 år) gjør at selskapet får lavere internrente, mens lengre avskrivningstid (40 år) gjør at investeringen får høyere lønnsomhet.

Tabell 25 Nåverdi av investering med tidsetterslep og justeringsparameter vurdert mot nåverdi uten tidsetterslep

Input til nåverdiberegning		
Investeringsbeløp (I)		1 000
Rente (k)		8,09 %
Justeringsparameter (JP)		129
Effektivitet		100 %
Nåverdier av investering		
	NV	IRR
Avskrivningstid = 20 år		
NV(I) u/tidsetterslep (NV1)	Kr 0	8,09 %
NV(I) m/tidsetterslep (NV2)	Kr -110	6,57 %
NV(I) m/tidsetterslep og JP (NV3)	Kr 1	8,10 %
Avskrivningstid = 30 år		
NV(I) u/tidsetterslep (NV1)	Kr 0	8,09 %
NV(I) m/tidsetterslep (NV2)	Kr -102	6,91 %
NV(I) m/tidsetterslep og JP (NV3)	Kr 9	8,20 %
Avskrivningstid = 40 år		
NV(I) u/tidsetterslep (NV1)	Kr 0	8,09 %
NV(I) m/tidsetterslep (NV2)	Kr -94	7,08 %
NV(I) m/tidsetterslep og JP (NV3)	Kr 15	8,26 %

Forskjellene i lønnsomhet er så små at vi mener at de ikke bør være avgjørende når man ser på investeringen som en helhet. Vi vil derfor konkludere med at justeringsparameteren for alle praktiske formål gir tilstrekkelig kompensasjon for nåverditapet som følger av tidsetterslepet, og at lønnsomheten vil være tilnærmet lik for ulike avskrivningstider. Lønnsomhetsforskjellene i IRR er utelukkende et resultat av forskjellig levetid. Basert på resonnetet over velger vi å konkludere med at justeringsparameteren dekker nåverditapet som følge av tidsetterslepet og kompensasjon i inntektsrammen. I pkt 7.3 kommer vi nærmere inn på justeringsparameteren når vi inkluderer den i kalibreringen av normkostnaden.

7.3 Problemstilling 7: Justeringsparameteren bør ikke være med i kalibreringsgrunnlaget

7.3.1 Bransjens inntektsramme etter kalibrering er alltid lik kostnadsgrunnlaget

I denne delen vil vi teste om bransjen som helhet får dekket nåverditapet som følger av tidsetterslepet, og hvordan kalibreringen påvirker fordelingen av justeringsparameteren mellom selskapene i bransjen.

Siden vi kun ønsker å se på justeringsparameterens effekt i IR vil vi utelukkende se på steg 3 i kalibreringen jf. pkt 7.1.1. Som vi har vist vil den største kalibreringseffekten være et resultat av steg 2 i kalibreringen, dvs. når DEA-resultatene fra D- og R-nett normaliseres. Vi vil nå vise at kalibreringen i steg 3 som en følge av dette kun har en omfordelingsvirkning, siden bransjen allerede er 100 % effektiv før den kalibreres i steg 3.

Vi tar utgangspunkt i formlene (7) og (29) for kalibrering, for så å anvende disse sammen i våre beregninger.

Basert på formeluttrykkene for bransjens kostnader som helhet, kan vi vise justeringsparameterens påvirkning på størrelsen i bransjens inntektsramme. Først vil vi sette inn formelen for Δr , (29), i uttrykket for den kalibrerte normkostnaden, (7). På denne måten vil vi beregne normkostnaden for bransjen, $K_{bransje}^*$, som vi kan sette inn i formelen for inntektsrammen for bransjen (2), jf 3.1. Siden beregningen av Δr er på bransjenivå, og vi nå skal beregne inntektsrammen for bransjen, er alle ledd bransjestørrelser i formlene.

$$\begin{aligned}
 (33) \quad K_{bransje}^* &= \sum_i K_{i, Normert}^* - \frac{\sum_i AKG_i}{\rho} \times \frac{\rho(\sum_i K_{i, Normert}^* - \sum_i K_i') + \sum_i JP_i}{\sum_i AKG_i} \\
 &= \sum_i K_{i, Normert}^* - \sum_i K_{i, Normert}^* + \sum_i K_i' - \frac{\sum_i JP_i}{\rho} = \sum_i K_i' - \frac{\sum_i JP_i}{\rho}
 \end{aligned}$$

Der

$K_{bransje}^*$ = Bransjens normkostnad etter kalibrering

$\sum_i K_{i, Normert}^*$ = Bransjens normkostnad før kalibrering steg 3

$\sum_i K_i'$ = Bransjens kostnadsgrunnlag

$\sum_i JP_i$ = Bransjens samlede justeringsparameter

$\sum_i AKG_i$ = Bransjens samlede avkastningsgrunnlag

ρ = Vekten som legges på kostnadsnormen i inntektsrammen

For å komme fram til det siste uttrykket for bransjens normkostnad i (29), forkorter vi bort ρ og AKG . Hvis vi nå setter inn det siste uttrykket for bransjens normkostnad (29) i inntektsrammeformelen, (2), vil vi finne ut hva kalibrert normkostnad gjør med inntektsrammen for bransjen som helhet:

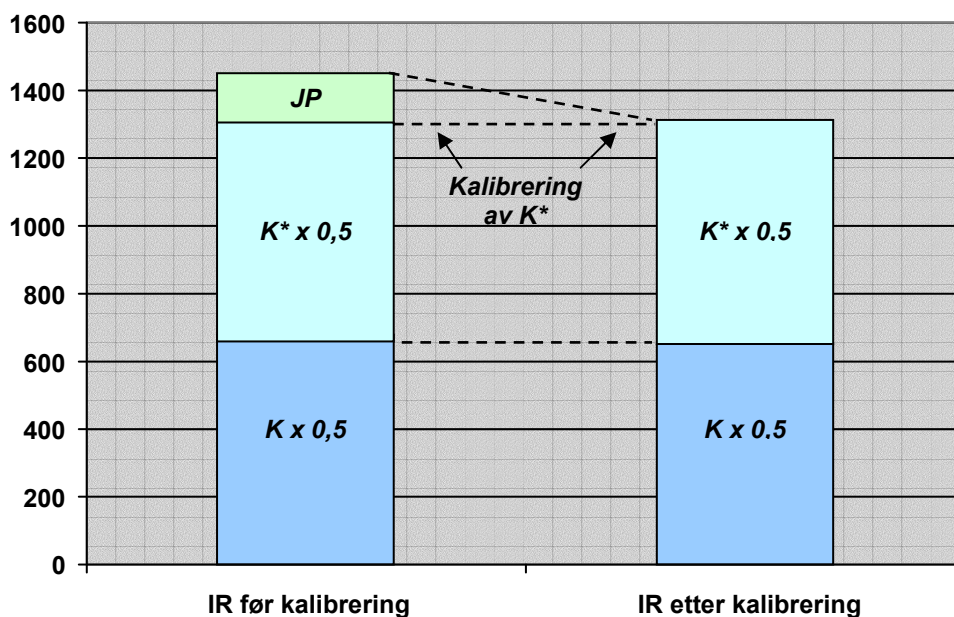
$$(2) \quad IR_{Bransje} = 0,5 \times K'_{bransje} + 0,5 \times K^*_{bransje} + JP$$

$$(34) \quad IR_{Bransje} = 0,5 \times K'_{bransje} + 0,5 \times \left(\sum_i K'_i - \frac{\sum_i JP_i}{0,5} \right) + JP_{bransje}$$

$$= 0,5 \times K'_{bransje} + 0,5 \times K'_{bransje} - JP_{bransje} + JP_{bransje} = K'_{bransje}$$

Av beregningen ser vi at inntektsrammen for bransjen, $IR_{bransje}$, alltid vil bli lik kostnadsgrunnlaget for bransjen som helhet, $K'_{bransje}$. Dette betyr at bransjen som helhet ikke får dekket inn justeringsparameteren når kalibreringen gjennomføres slik NVE har presentert. Størrelsen på justeringsparameteren kan med andre ord være en hvilken som helst verdi uten at dette påvirker størrelsen på inntektsrammen for bransjen. Sagt på en annen måte – selv om bransjen investerer svært mye vil ikke dette gi bransjen som helhet økning i inntektsrammen og dekning for nåverditapet. Effekten blir imidlertid at selskapene som investerer over gjennomsnittet vil få omfordelt inntektsramme fra selskaper som investerer under gjennomsnittet i forhold til sine bokførte verdier. Denne effekten vil vi videre i rapporten omtale som fordelingsproblemet i kalibreringen, og vi vil komme tilbake til dette i 7.4.

For å illustrere resultatet tydeligere, viser vi en grafisk fremstilling av kalibreringen gitt at bransjens normkostnad, K^* , er like stor som bransjens kostnadsgrunnlaget, K . Som vist i forrige avsnitt, så er det ikke tilfeldig at justeringsparameteren kalibreres bort. Dette er også tilfelle for kalibreringen for inntektsrammen i 2007, se tabell 23. Effektene av justeringsparameteren og kalibreringen vises i figur 24.



Figur 24: Kalibreringseffekt på steg 3 i inntektsrammen

Sammenhengen som vises i figur 24 gjelder når bransjens inntektsramme før kalibrering (inkludert justeringsparameter) er større enn kostnadsgrunlaget, K . Det motsatte vil ikke kunne inntreffe, siden normkostnaden for bransjen (K^*) allerede er kalibrert opp for å gi bransjen 100 % kompensasjon for kostnadsgrunlaget i kalibreringssteg 2.

Videre i rapporten refererer vi til dette problemet som nivåproblemet ved kalibrering.

7.3.2 Alternative kalibreringsmetoder for steg 3

Vi vil nå vise en alternativ kalibreringsmetode som ikke har omfordelingseffekter, og der selskapene får dekket sitt faktiske nåverditap for tidsetterslepet i inntektsrammen. De som ikke investerer vil ikke bli straffet, samtidig som 100 % effektive selskaper vil være garantert referanserenten som avkastning. For at investerende selskap skal få tildelt sin egen justeringsparameter gjennom inntektsrammen må justeringsparameteren legges til selskapenes inntektsramme etter kalibreringssteg 2

Hvis vi bruker denne metoden får vi følgende resultat når vi setter i den normerte normkostnaden fra kalibreringssteg 2, $K^*_{normert}$, inn i uttrykket for inntektsrammeformelen (2):

$$(2) \quad IR_{Bransje} = 0,5 \times K'_{bransje} + 0,5 \times K^*_{normert} + JP_{bransje}$$

$$(37) \quad IR_{Bransje} = 0,5 \times K'_{bransje} + 0,5 \times K'_{bransje} + JP_{bransje} = K'_{bransje} + JP_{bransje}$$

Konklusjon

Når justeringsparameteren inkluderes i kalibrering, slik NVE foreslår, har vi vist at den vil kalibreres bort og at bransjen som helhet derfor ikke vil få dekket sitt nåverditap som følge av tidsetterslepet. Når kalibreringen gjøres på den alternative måten vil derimot selskapene få dekket sitt eget nåverditap ved investeringer. Den alternative metoden omgår også fordelingsproblemet og nivåproblemet som vi identifiserte i den gjeldende kalibreringsmetodikken.

I tabell 26 viser vi effektene av NVEs kalibreringsmetodikke mot den alternative metoden, gjennom et talleksempel. Vi tar utgangspunkt i de aggregerte tallene for bransjens inntektsramme i 2007, og viser kun inntektsrammen for bransjen som helhet.

Tabell 26 Resultater av NVEs kalibreringsmetodikke steg 3, i forhold til alternativ metodikk

Tall i tusen kr	NVEs kalibrerings- metodikke	Alternativ i	Alternativ ii
Kostnadsgrunnlag (K)	13 585 150	13 585 150	13 913 377
DEA-resultat selskapet	100 %	100 %	100 %
Kostnadsnorm (K*)	13 585 150	13 585 150	13 913 377
Justeringsparameter (JP)	328 227	328 227	328 227
Innt.ramme før kalibr.(IR1)	13 913 377	13 585 150	13 913 377
Driftsres før kalibr. (DR1)	3 467 033	3 138 806	3 467 033
Avkastn før kalibr. (AVK 1)	8,97 %	8,09 %	8,97
K* etter kalibrering	12 928 696	13 585 150	13 913 377
IR etter kalibrering (IR 2)	13 585 150	13 913 377	13 913 377
Driftsres etter kalibr.(DR2)	3 125 353	3 467 033	3 467 033
Kalibr. avkastning(AVK2)	8,09 %	8,97 %	8,97 %
Korreksjon ved kalibrering	0,8496 %	0,0000 %	0,00 %
Før kalibrering steg 3			
Sum IR 1	13 913 377	13 585 150	13 913 377
Sum K	13 585 150	13 585 150	13 913 377
Sum (IR-K)	328 227		
Sum(IR-K)/Sum AKG	0,8496 %		

Av tabellen ser vi at NVEs kalibreringsmetodikk vil gi en avkastning etter kalibrering, $AVK2$, på 8,09 %, tilsvarende referanserenten. Avkastningen etter kalibrering, $AVK2$, i den alternative metoden blir imidlertid 8,97 %, noe som er høyere enn referanserenten. Forklaringen til forskjellen er at inntektsrammen som er beregnet med NVEs metodikk i realiteten ikke vil kompensere for nåverditapet. Den kalibreres bort slik vi viste under problemstilling 7 om nivåproblemet med kalibreringen. Hvis bransjen som helhet skal ha en faktisk avkastning på den investerte kapitalen lik 8,09 %, må selskapene motta en høyere inntektsramme for å få dekning for nåverditapet. Hvis de ikke gjør det, vil bransjen som helhet få en reell avkastning på den investerte kapitalen som er lavere enn referanserenten.

På bakgrunn av resonnementet over mener vi at justeringsparameteren ikke bør være med i kalibreringsgrunnlaget, men bør legges til etter at kalibreringen er gjennomført..

I neste delkapittel vil vi vise hva som avgjør omfordelingseffektene i NVEs kalibreringsmetodikk.

7.4 Hvordan fordeles inntektsrammen gjennom kalibreringen

I denne delen av rapporten vil vi beskrive hvordan NVEs kalibreringsmetodikk i steg 3 fordeler bransjens totale inntektsramme. Vi tar igjen utgangspunkt i formel (7), som viser hvordan kalibreringen vil justere normkostnaden, og inkluderer justeringsparameteren (gjennom Δr) i beregningen.

$$(7) \quad K_{i, \text{Kalibrert}}^* = K_{\text{Normert}}^* - \frac{AKG}{\rho} \Delta r$$

7.4.1 Gjennom kalibreringen omfordeles IR til selskaper med lave bokførte verdier (AKG)

Gjennom et konstruert eksempel vil vi nå vise hvordan inntektsrammen fordeles avhengig av størrelsen på selskapenes avkastningsgrunnlag, AKG . I kalibreringssteg 3 er denne verdien avgjørende for hvor volatil selskapets normkostnad blir for kalibreringseffekten. Vi viser her til formel (7) der vi ser at selskapene blir justert med Δr i forhold til sin verdi på avkastningsgrunnlaget. I vår konstruerte bransje har vi 4 selskaper med ulikt

avkastningsgrunnlag, men ellers like kostnader. Tabell 24 viser omfordelingseffektene mellom selskapene.

Tabell 27 Resultat av kalibrering når selskapene har ulikt kapitalgrunnlag + arb.kapital i selskap 1-4

	Bransje	Selskap 1	Selskap 2	Selskap 3	Selskap 4
Kostnads-grunnlag (K)	2.904.280	713.935	722.025	730.115	738.205
DEA-resultat selskapet	97 %	98,8 %	97,7 %	96,6 %	95,6 %
Kostnads-norm (K*)	2.821.498	705.374	705.374	705.374	705.374
Justerings- param. (JP)	103.552	25.888	25.888	25.888	25.888
Innt.ramme før kalibr.(IR1)	2.966.441	735.543	739.588	743.633	747.678
Driftsres før kalibr. (DR1)	806.441	208.932	208.932	208.932	208.932
Avkastn før kalibr. (AVK 1)	8,77 %	8,90 %	8,90 %	8,90 %	8,90 %
K* etter kalibr.	2.697.176	676.321	674.970	673.618	672.267
IR etter kalibrering (IR 2)	2.904.280	721.016	724.385	727.755	731.124
Driftsres etter kalibr.(DR2)	744.280	181.016	184.385	187.755	191.124
Kalibr. avkastning(AVK2)	8,0900 %	8,42 %	8,19 %	7,99 %	7,80 %
Korreksjon ved kalibr.	0,6757 %	0,6757 %	0,6757 %	0,6757 %	0,6757 %
Omfordeling kalibrering	0	7.081	2.360	(2.360)	(7.081)
AKG + 1% arbeidskapital	9.200.000	2.150.000	2.250.000	2.350.000	2.450.000
For kalibrering					
Sum IR 1	2.966.441				
Sum K	2.904.280				
Sum (IR-K)	62.161				
Sum(IR-K)/Sum AKG	0,6757 %				

Resultatene fra tabell 27 viser at selskap 3 og 4, med høyt avkastningsgrunnlag, vil få en inntektsramme som er lavere enn sitt eget kostnadsgrunnlag og justeringsparameteren. Selskap 1 og 2 vil derimot få en inntektsramme som er tilsvarende høyere enn kostnadsgrunnlaget (henholdsvis 7.081 kr og 2.360 kr).

Beskrivelse av kalibreringseffektene i den konstruerte bransjen:

- For å finne kalibreringsfaktoren som skal justere hvert enkelt selskaps normkostnad, Δr , beregnes forskjellen mellom referanserenten (r_{NVE}) og faktisk avkastning. Gjennom Δr bestemmes altså hvor mye mer- eller mindreavkastning selskapene skal ha.
- Hvor mye hvert enkelt selskap blir påvirket av Δr , avhenger av størrelsen på deres avkastningsgrunnlag. Høyt avkastningsgrunnlag gir stor endring gjennom kalibreringen, og et lavt avkastningsgrunnlag gir en mindre endring.

- I eksempelet fordeler kalibreringen inntektsrammen mellom selskapene slik at selskapene med bokførte verdier (*AKG*) lavere enn gjennomsnittet, blir forfordelt på bekostning av selskapene med større bokførte verdier enn gjennomsnittet.

Konklusjon

Data i de rapporterte datasettene har ved flere anledninger blitt kritisert for manglende kvalitet (PWC, 6.januar 2003). Dette gjelder særlig de bokførte verdiene i anleggsregnskapene. Mange nettselskaper fikk konstruert sine balanser på begynnelsen av 90-tallet, da nettselskapene ble pålagt å balanseføre og vise anleggsverdiene i et balanseregnskap. Dette er en av grunnene til at kalibrering basert på avkastningsgrunnlaget kan gi uønskede fordelingsskjevheter mellom selskapene. Basert på beregninger vi gjorde i kapittel 6, der vi estimerte gjennomsnittlig levealder for alle selskapenes nettanlegg, har vi også sett at det er store variasjoner mellom selskapenes bokførte verdier.

Vi vil ikke konkludere med at dette er et betydelig problem for inntektsrammereguleringsmodellen, men konstaterer imidlertid at en utilsiktet virkning av kalibreringen er at nettselskaper med urealistisk lave bokførte verdier vil forfordes.

7.4.2 Kalibreringen omfordeler IR til selskaper med høy årlig tilgang

Når et nettselskap investerer og øker sin årlige tilgang, vil også justeringsparameteren for selskapet øke. Siden justeringsparameteren tas med i kalibreringen og til slutt legges til for hvert enkelt selskap i inntektsrammen, vil forskjellene i inntektsrammen for hvert enkelt selskap på denne måten være avhengig av størrelsen på justeringsparameteren. Forenklet kan vi si at justeringsparameteren summeres for bransjen og fordeles ut igjen med en flat faktor til alle selskapene (Δr) gjennom normkostnadselementet. Etter denne fordelingen legges justeringsparameteren til igjen for å finne selskapenes totale inntektsramme.

Vi vil nå vise i tabell 28 hva som skjer i kalibreringen når vi anvender metodikken på en konstruert bransje med fire identiske selskaper, bortsett fra deres årlige tilgang. Selskap 1 har lavest årlig tilgang av de fire, og selskap 4 har høyest.

Tabell 28 Resultat av kalibrering når selskapene har ulik årlig tilgang i selskap 1-4

	Bransje	Selskap 1	Selskap 2	Selskap 3	Selskap 4
Kostnads-grunnlag (K)	2.912.370	722.025	726.070	730.115	734.160
DEA-resultat selskapet	97 %	97,7 %	97,1 %	96,6 %	96,1 %
Kostnads-norm (K*)	2.821.498	705.374	705.374	705.374	705.374
Justerings- param. (JP)	90.608	12.944	19.416	25.888	32.360
Innt.ramme før kalibr.(IR1)	2.957.542	726.644	735.138	743.633	752.127
Driftsres før kalibr. (DR1)	797.542	208.932	208.932	208.932	208.932
Avkastn før kalibr. (AVK 1)	8,58 %	8,90 %	8,90 %	8,90 %	8,90 %
K* etter kalibr.	2.731.154	683.517	683.031	682.546	682.060
IR etter kalibrering (IR 2)	2.912.370	715.715	723.967	732.218	740.470
Driftsres etter kalibr.(DR2)	752.370	175.715	183.967	192.218	200.470
Kalibr. avkastning(AVK2)	8,0900 %	7,81 %	8,00 %	8,18 %	8,35 %
Korreksjon ved kalibr.	0,4857 %	0,4857 %	0,4857 %	0,4857 %	0,4857 %
Omfordeling kalibrering	-	(6.310)	(2.103)	2.103	6.310
Årlig tilgang	700.000	100.000	150.000	200.000	250.000
Før kalibrering					
Sum IR 1	2.957.542				
Sum K	2.912.370				
Sum (IR-K)	45.172				
Sum(IR-K)/Sum AKG	0,4857 %				

I tabell 28 ser vi effektene av kalibreringen på den konstruerte bransjen. Δr påvirkes av årlig tilgang i bransjen gjennom en økning i bransjens justeringsparameter,. Sagt på en annen måte; Δr endres proporsjonalt med størrelsen på årlig tilgang for bransjen som helhet (gjennom justeringsparameteren).

I eksempelet ser vi at selv om justeringsparameteren legges til i den endelige inntektsrammen (*IR2*) så har det skjedd en omfordeling mellom selskapene. Selskap 4 i vårt eksempel har investert mest (i $t - 2$), og vil dermed få kr 6310 mer av bransjens samlede justeringsparameter. Selskap 1 vil på den andre siden miste tilsvarende beløp gjennom denne kalibreringsmetodikken. Dette gjelder under forutsetning av at enkelt-selskapene skal ha referanserenten, uavhengig av størrelsen på årlig tilgang.

Konklusjon

Basert på resonnetet over har vi vist at selskapene ikke nødvendigvis får kompensert for nåverditapet som følge av tidsetterslepet på investeringene. Kalibreringen av inntektsrammen fører til en omfordeling til selskapene med høy årlig tilgang. Dette er imidlertid en positiv effekt siden selskapene får enda sterkere investeringsinsentiver. Faren er naturligvis at

insentivene blir for sterke og at vi får overinvestering i nettanlegg. Dette er på den andre siden ikke ønskelig.

Vi velger å konkludere med at kalibreringen har omfordelingseffekter mellom selskapene, og at den øker investeringsinsentivene.

I tabell 29 viser vi hvilken effekt kalibreringssteg 3 har for inntektsrammen til fire utvalgte selskaper for deres inntektsramme i 2007:

Tabell 29 Kalibreringssteg 3 og effekt på IR for 2007

	Bransje	Hafslund	BKK	Hammerfest	Agder
Kostnadsgrunnlag (K)	13 585 150	1 962 458	953 490	63 874	719 821
Justeringsparameter (JP)	328 227	37 794	17 318	6 143	25 536
Inntektsramme før kali.. (IR1)	13 913 134	2 173 840	949 917	66 362	737 107
Avkastning før kali. (AVK 1)	8,94 %	11,91 %	7,97 %	9,79 %	8,83 %
IR etter kalibrering (IR 2)	13 585 150	2 126 812	924 305	65 122	717 186
Kalibrert avkastning (AVK 2)	8,09 %	11,06 %	7,12 %	8,94 %	7,98 %
Korreksjon ved kalibrering	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %	-0,8490 %
Korreksjoner i IR steg 3	(327 984)	(47 027)	(25 611)	(1 240)	(19 921)
JP – kalibreringseffekt steg 3		(9 233)	(8 293)	4 903	5 616

I siste linje i tabellen ser vi hvordan kalibreringssteg 3 påvirker Hafslund, BKK, Hammerfest og Agder. De to første får en negativ effekt av kalibreringssteg 3, mens de to sistnevnte selskapene får en positiv effekt fordi de har investert mer relativt til sine (lave) bokførte verdier.

8 Investeringer i nettanlegg – effekter på IR-modellen

I dette kapitlet vil vi bruke konklusjonene fra analysene i kapittel 6 og 7 for å si noe om hvilke effekter disse kan ha på investeringsbeslutningene i nettselskapene. Vi vil kun se på inntektsrammereguleringsmodellen på selskapsnivå. Å utlede effektene på inntektsrammereguleringsmodellen av en investering i nettanlegg er komplisert fordi det er svært mange hensyn som må vurderes. Energibedriftenes landsforening (EBL) har ved flere anledninger påpekt at modellen er svært komplisert og vanskelig å forstå. NVE hevder på sin side at reguleringsmodellen inneholder investeringsinsentiver som bransjen bør ta hensyn til.

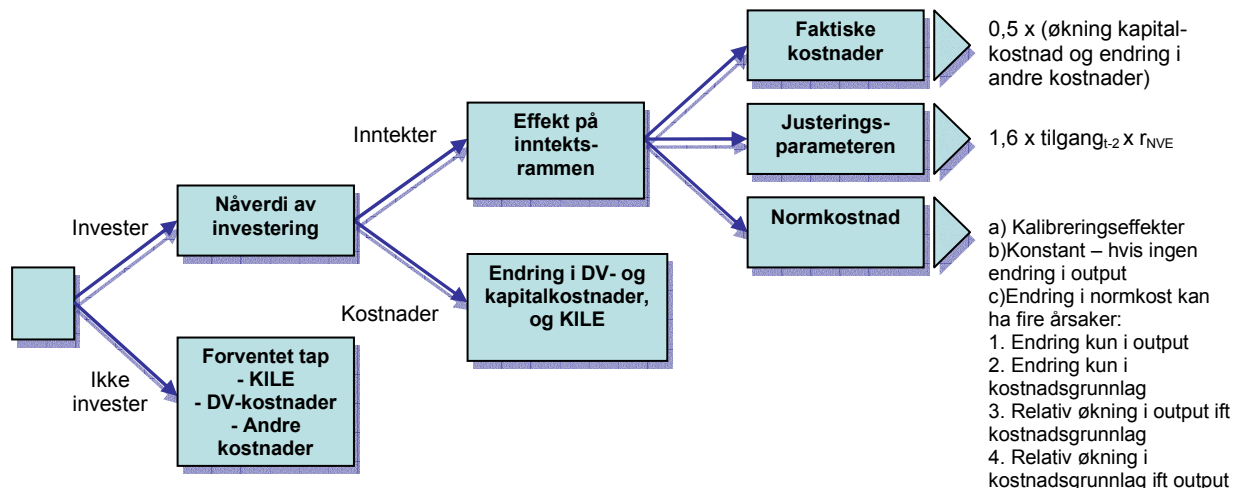
I sin presentasjon på Energidagene i oktober 2006, hevdet NVE at selskapene ikke kan gjøre investeringsanalyser basert på inntektsrammereguleringsmodellen. Nettselskapene skal kunne stole på at inntektsrammen vil gi en avkastning på den investerte kapitalen lik referanserenten. Dette er forståelig siden DEA-modellen i utgangspunktet forutsetter at beslutningsenhetene ikke skal kunne påvirke resultatet av modellen ved å tilpasse seg denne. Selskapene skal derfor ikke kunne regne på effektene i IR-modellen, men kun ta disse for gitt.

Uavhengig av inntektsrammereguleringsmodellen vil nettselskapenes investeringer i stor grad være drevet av naturlig utskiftning av nettkomponenter, i henhold til deres investeringsplaner. Disse investeringene har til hensikt å optimalisere strukturen på nettanleggene. En stor del av investeringene til nettselskapene vil altså være drevet av krav og restriksjoner i stedet for investeringsinsentiver gitt i inntektsrammereguleringsmodellen. Allikevel står selskapene ovenfor beslutninger og valg om tidspunkt for å investere.

SINTEF Energiforskning utførte en studie i 2003 der nettselskapene ble bedt om å rangere sine investeringskriterier. De fleste nettselskapene prioriterte personsikkerhet høyest for alle nettnivåer. Bedriftsøkonomi var rangert nest høyest. I avsnittet over viste vi til at nettselskapenes investeringer er drevet av krav og restriksjoner, særlig i distribusjonsnett, og at selskapene derfor ikke har valgfrihet ved alle investeringer (SINTEF 2003). I regionalnettet er derimot flere av investeringene beslutninger der selskapene må beregne lønnsomheten av investeringsprosjektene. Det er disse økonomiske vurderingene vi ønsker å se nærmere på i dette kapitlet.

8.1 Beskrivelse av en investeringsbeslutning i nettanlegg

Vi vil nå forsøke å beskrive en investeringsbeslutning som gjelder for nettselskaper som har et valg om å investere. Vi vil først presentere en grafisk fremstilling av beslutningsproblemet i figur 25:



Figur 25: Investeringsvalg

I figur 25 illustrerer vi en hva et selskap tar hensyn til ved et investeringsvalg. Hvis selskapet ikke investerer vil de måtte beregne forventet kostnadsøkning gjennom KILE-kostnader og/eller økte drifts- og vedlikeholdskostnader.

Før selskapet velger å investere vil de måtte beregne lønnsomheten av investeringen gjennom dens nåverdi. Denne nåverdien består av to komponenter, effektene på inntektsrammen, altså inntektssiden, og effektene på kostnadssiden, altså kostnadsendringer som følge av en investering. Kostnadsendringene kan fortone seg som både besparelser eller økningen, alt etter hvilke investeringer det dreier seg om.

Investering og effekter på inntektsramme og faktiske kostnader

Ved en investering vil selskapets faktiske kostnader påvirkes på flere måter. For det første vil kapitalkostnadene øke, som følge av økt avkastningsgrunnlag. For det andre vil ofte en investering medføre endring i drifts- og vedlikeholds- kostnader (både positivt og negativt), samt at KILE resultatet vil kunne endres. Nettoeffekten av disse endringene vil være ulik for hver enkelt investering, men netto kostnadsendring vil kompenseres for i inntektsrammen med 50 % (60 % fra 2009). De øvrige 50 % av kostnadsøkningen blir fordelt gjennom normkostnadselementet til selskapene.

Investering og justeringsparameteren

I hvilken grad selskapet får kompensert for justeringsparameteren er et spørsmål om det totale investeringsnivået i bransjen for øvrig. Dette vil være vanskelig å fastslå, og det bør derfor ikke ha avgjørende effekt på en investeringsbeslutning. Som vi viste i 7.4, så vil kalibreringen av inntektsrammen i steg 3 omfordele bransjens justeringsparameterverdier til selskaper med relativt sett høy årlig tilgang og lave bokførte verdier. Generelt kan vi si at selskaper som har investert lite i forhold til bokførte verdier kan regne med å få en større del av justeringsparameteren ved en investering.

Investering og effekter på normkostnadselementet

Investeringens effekt på normkostnadselementet er enda vanskeligere å fastslå enn effektene på kostnadsgrunnlaget som ofte er kjent og danner grunnlaget for investeringen. Vi vil her liste en rekke spørsmål som det vil være naturlig å stille for hvordan investeringen vil påvirke normkostnadselementet:

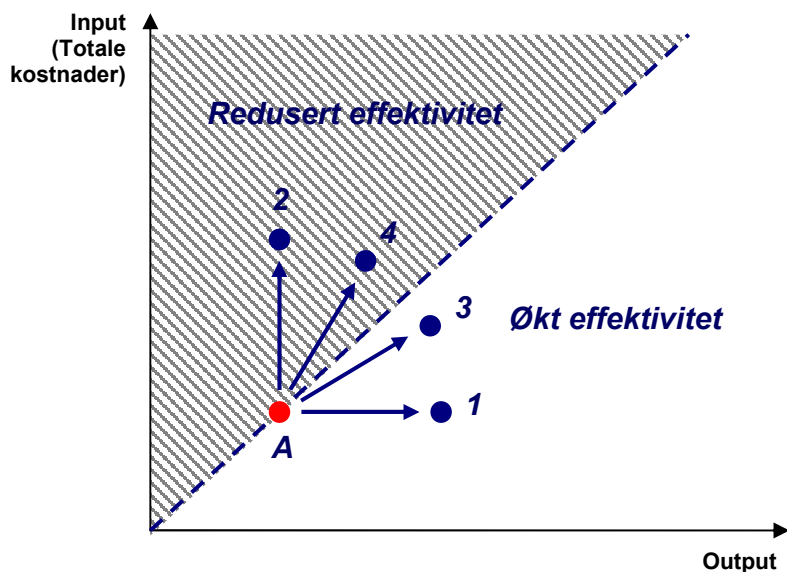
- Hvilken effektivitet har bransjen for øvrig?
- Hvordan er effektiviteten i den eksisterende virksomheten?
- Hvordan vil investeringen påvirke effektiviteten?
- Hvilken effektivitetsutviklingen forventes i selskapet?
- Vil investeringen påvirke outputvariablene i DEA-modellen?
- Hvordan påvirkes kostnadsgrunnlaget?

I trinn 2 i kalibreringsprosessen, vist i kapittel 7.1.1, vil selskapenes effektivitetstall normeres basert på bransjens gjennomsnittlige effektivitet for det aktuelle nettnivået. Denne oppkalibreringen av effektivitetstallene vil ha stor effekt på selskapenes normkostnad, og vil gjøre et gjennomsnittlig effektivt selskap 100 % effektivt. På denne måten vil effektiviteten i bransjen for øvrig være med på å bestemme størrelsen på normkostnaden for en investering. En investering er dessuten sjelden så stor at den kan dominere nettselskapets effektivitet. Dette medfører at selskapet må vurdere endringen i den gjeldende effektiviteten for lønnsomhetsberegningen. Investeringer vil generelt sett være mindre lønnsomme for lite effektive selskaper, fordi disse ikke får full kompensasjon for økte kostnader gjennom normkostnadselementet gitt NVEs metodikk for håndtering av supereffektivitet.

En investering kan dessuten ha effekt både på nettselskapets kostnadsgrunnlag og outputvariabler i DEA-modellen. Kompensasjonen i normkostnadselementet, K^* , vil avhenge av forholdet mellom eventuelle endringer i outputvariablene og kostnadsøkningen, punkt c) i figur 25. Generelt kan vi si at når output-forbedringen er relativt sett større enn økningen i kostnadsgrunnlaget, vil selskapet få økt effektivitet og dermed høyere kompensasjon i normkostnadselementet. Dersom output-forbedringen er lavere, eventuelt lik null, relativt til økningen i kostnadsgrunnlaget vil derimot selskapet få redusert effektivitet og redusert kompensasjon i inntektsrammen gjennom normkostnadselementet.

I følgende figur viser vi sammenhenger som kan oppstå mellom outputparametre, kostnadsgrunnlag og dermed normkostnadselementet:

1. Økning i kun outputvariabler vil føre til økning i effektivitet.
2. Økning i kun kostnadsgrunnlaget vil føre til reduksjon i effektivitet.
3. Relativ økning i output i forhold til kostnadsgrunnlaget vil gi høyere effektivitet.
4. Relativ økning i kostnadsgrunnlaget i forhold til output vil gi redusert effektivitet.



Figur 26: Effekter av investering

De mulige effektene skissert i figur 26 tilsier at selskapene vil ha svært ulik tilnærming til investeringsbeslutningen, avhengig av endringen i outputparametrene, kostnadsgrunnlaget og eventuelt andre relaterte kostnadsbesparelser. Hvis investeringen endrer DEA-målingen inn mot det skraverte området i figuren, vil effektiviteten reduseres, mens en relativ større økning i output vil øke effektiviteten. Det vil være viktig for selskapene å forstå denne delen av

inntektsrammereguleringsmodellen hvis de ønsker å estimere normkostnaden og effekten på lønnsomheten av investeringsbeslutningen.

Konklusjon

Som vi har vist er det svært komplisert å identifisere alle effektene av en investering i inntektsrammereguleringsmodellen. Dette kan resultere i at investeringsbeslutninger blir tatt uten at de økonomiske effektene i inntektsrammen er avdekket. Det er naturligvis få bransjer som er forunt å ha en helt avklart inntektsside når de gjennomfører en investering, men i denne regulerte bransjen vil det som vist være mulighet å i hvert fall gi selskapene noe forutsigbarhet. EBL har hevdet at modellen er uoversiktlig og at de ikke klarer å identifisere investeringsinsentivene som angivelig skal være der. Faren med disse uoversiktlige effektene på lang sikt blir at nettselskapene kun vurderer kortsiktige gevinster, i en bransje som bør være preget av langsiktig planlegging.

8.2 Investeringer og inntektsrammereguleringsmodellen

I dette delkapittelet vil vi skissere to eksempler på investeringsbeslutninger, og beregne effektene på inntektsrammen for disse. Det første eksempelet viser effekten av ulike avskrivningstider på en investering. Eksempel to viser en investering i et nettselskap med effektivitetsutvikling lik gjennomsnittsselskapet beregnet i 6.3, inkludert normert effektivitetstall fra kalibreringssteg 2.

For enkelthets skyld vil investeringseksempel 2 ha 30 års levetid, og kontantstrømmene vi bruker for å beregne nåverdien av investeringen vil være nominelle kontantstrømmer til totalkapitalen før skatt. I tillegg forutsetter vi at investeringene ikke påvirker drifts- og vedlikeholdskostnader, nettap eller KILE, noe som er urimelig, men som vi gjør for å holde analysen på et håndterlig nivå.

Eksempel 1 Avskrivningstider

Vi vil nå simulere en investering der vi tar utgangspunkt i et 100 % effektivt selskap som kan velge avskrivningstid på sin investering. Anskaffelseskosten for nettanlegget er beregnet til kr 100 000 i år 0. I simuleringen vil vi investere dette beløpet i år 0, og beregne tidsprofilen på kompensasjonen av inntektsrammen basert på en årlig effektivitet i selskapet på 100 %. Vi vil

beregne resultatene avskrivningstid 10, 20, 30 og 40 år. Dette vil nemlig gi ulik tidsprofil på kompensasjonen av kostnadsgrunnlaget i inntektsrammereguleringsmodellen.

Tabell 30 NV(IRR) med ulik avskrivningstid og endringer i inntektsrammen

Input til lønnsomhetsberegning		
Investeringsbeløp	100.000	
Rente	8,09 %	
Justeringsparameter	12.944	
Effektivitet	100 %	
Investering		
Avskrivningstid	IRR	NV(I)
10	7,84 %	-1220
20	8,10 %	81
30	8,20 %	914
40	8,26 %	1467

Av resultatene i tabell 30 ser vi at lengre avskrivningstid vil gi en høyere internrente. Dette kan forklares med at kompensasjonen fra justeringsparameteren i inntektsrammen er beregnet for et nettanlegg med 30 års levetid, samt økt levetid og reduserte årlige avskrivninger.

Eksempel 2 Investering av gjennomsnittsselskap etter kalibrering

Vi vil nå vise en investering med gjennomsnittsselskapets effektivitetsutvikling etter normering av effektivitetstallet i trinn 2. Normeringen vil oppjustere selskapets effektivitet, og vi forutsetter at den justeres med en gjennomsnittlig effektivitet i bransjen på 90 %. Vi får da følgende tidsprofil på inntektsrammen, og lønnsomhet på investeringen:

I tabell 31 har vi simulert en investering på kr 100 000 med en avskrivningstid på 30 år. Effektiviteten til selskapet er høyere enn resultatet av DEA målingen, og dette er en direkte følge av normeringen av effektivitetstallet i kalibreringssteg 2. Vi ser en økning i effektiviteten over levetiden fordi kapitalkostnadene avtar over levetiden. Vi har altså ikke justert datasettet for aldersskjevhetene før disse DEA målingene. Effektiviteten vil fremdeles være lav de første årene, men selskapet vil bli 100 % effektivt noe tidligere. Internrenten for denne investeringen, inkludert justeringsparameter, vil bli 7,39 %. Dette er fremdeles lavere enn NVE-renten, og eksempelet viser at normeringen av effektivitetstallene ikke forbedrer effektivitetsutviklingen tilstrekkelig til at selskapet kan forvente å få referanserenten i avkastning på sin investerte kapital. Vi ser allikevel tydelig at normeringen er med på å heve lønnsomhet av investeringen for gjennomsnittsselskapet.

Tabell 31 Investering med endringer i effektivitet for inntektsrammen. Avskrivningstid – 30 år

30 års avskrivningstid på investering (100 000) - IRR = 7,39 %					
År	Effektivitet	Kontantstrøm	År	Effektivitet	Kontantstrøm
0		- 100 000			
1	76 %		17	95 %	7046
2	77 %	21475	18	96 %	6833
3	78 %	9822	19	97 %	6618
4	79 %	9634	20	99 %	6401
5	80 %	9445	21	100 %	6162
6	81 %	9254	22	100 %	5893
7	82 %	9062	23	100 %	5623
8	83 %	8868	24	100 %	5354
9	85 %	8673	25	100 %	5084
10	86 %	8476	26	100 %	4814
11	87 %	8277	27	100 %	4545
12	88 %	8077	28	100 %	4275
12	89 %	7875	29	100 %	4006
14	91 %	7671	30	100 %	3736
15	92 %	7465	31	100 %	3467
16	93 %	7256	32	100 %	1666

9 Oppsummering og anbefalinger

Problemstilling	Konklusjoner
1	<p><i>Hvilke kostnader er aldersavhengige i nettselskapenes kostnadsgrunnlag?</i></p> <p>Ingen aldersavhengige kostnader identifisert i datasettet fra 2004, men teoretisk begrunnelse tilsier aldersavhengige kapitalkostnader.</p>
2	<p><i>Hvordan velger DEA-modellen ut referanseselskapet for de ulike nettselskapene?*</i></p> <p>DEA-modellen vil velge det eldste nettet som det mest effektive, og nettet blir referanseselskap for hele datasettet</p>
3	<p><i>Hvordan kan en aldersparameter justere for alderskjevhetene i datasettet slik at effektiviteten uttrykker aldersuavhengig effektivitet?</i></p> <p>Ved å konstruere en aldersparameter kan vi justere for aldersskjevhetene i datasettet, slik at DEA-modellen oppfatter den aldersuavhengige produktivitet over anleggsmiddelets levetid, og at kapitalkostnadene kompenseres tidsriktig i inntektsrammereguleringsmodellen</p>
4	<p><i>Hvordan bør aldersparameteren skaleres?</i></p> <p>For å kunne inkludere aldersparameteren i DEA-analysen må vi skalere aldersparameteren med det enkelte nettselskaps totalkostnad (inputvariabelen)</p>
5	<p><i>Bør aldersparameteren inkluderes i DEA-modellen?</i></p> <p>Delvis støtte for at aldersparameteren bør inkluderes i DEA-modellen, men videre analyser anbefales.</p>
6	<p><i>Dekker justeringsparameteren nåverditapet som følger av tidsetterslepet på kompensasjonen i inntektsrammen?</i></p> <p>Justeringsparameteren dekker isolert sett nåverditapet som følger av tidsetterslepet og kompensasjonen i inntektsrammen, men gjennom gjeldende kalibreringsmetodikk vil bransjens justeringsparameter kalibreres bort.</p>
7	<p><i>Bør justeringsparameteren være med i kalibreringsgrunnlaget, eller bør den legges til etter at kalibreringen er gjennomført?</i></p> <p>Justeringsparameteren bør ikke være med i kalibreringsgrunnlaget.</p>

Vi har i denne rapporten tatt utgangspunkt i 7 problemstillinger for å kaste lys over ulike utfordringer knyttet til inntektsrammereguleringsmodellen. Analysene er begrenset av varierende datakvalitet, men vi har allikevel valgt å konkludere våre problemstillinger basert på de tilgjengelige data. Under problemstilling 1 har vi bl.a. sett på aldersavhengige kostnader, der resultatene fra analysene ikke var i tråd med våre forventinger. I problemstillingene 2 til 5 har vi vist at aldersavhengige kapitalkostnader kan ha en stor effekt på fordelingen av inntektsrammen mellom nettselskapene. Våre anbefalinger for videre arbeid for aldersavhengige kostnader er derfor å forsøke å utbedre datagrunnlaget for alder på nettanlegg. Basert på dette bør eventuelt regulerende myndighet på nytt vurdere om aldersparameteren er en relevant variabel i DEA-analysen.

I problemstilling 6 og 7 har vi vist at bransjen nødvendigvis ikke får dekket nåverditapet som følge av tidsetterslepet i inntektsrammen. Hvis selskapene skal få dekket dette bør justeringsparameteren holdes utenfor kalibreringen, eller legges til kostnadsgrunnlaget før kalibrering. I tillegg har vi vist at kalibreringen omfordeler inntektsrammen basert på nettselskapenes ulike verdier på avkastningsgrunnlaget og årlig tilgang. Basert på dette anbefaler vi at regulerende myndighet enten endrer på kalibreringsmetodikken, eller kommuniserer at selskapene ikke får dekket sine nåverditap som følge av tidsetterslepet.

For at investeringsinsentivene i inntektsrammereguleringsmodellen skal virke etter sin hensikt, altså motivere til økte investeringer, må insentivene fremstå som sterke og tydelige. I kapittel 8 har vi vist at det er komplisert å beregne effektene av en investering i dagens inntektsrammereguleringsmodell. Dette kan gi utilsiktede virkninger i nettbransjen siden selskapene vil forsøke å tilpasse seg modellen. Vårt inntrykk er at få av bransjens aktører forventer at denne reguleringsmodellen vil vare lenge. I en bransje som bør være preget av langsiktige investeringer, kan dette resultere i at selskapene fokuserer for sterkt på de kortsiktige effektene i modellen. På lang sikt kan dette gi bransjen utfordringer i forhold til å tiltrekke seg nødvendig kapital for å gjennomføre sine investeringer.

Til slutt vil vi konkludere med at inntektsrammereguleringsmodellen inneholder mange gode elementer, og at også nivået på inntektsrammen for bransjen som helhet er tilfredsstillende. De store utfordringene er imidlertid fordelingen av inntektsrammen og hvordan modellen gir investeringsinsentiver for det enkelte nettselskap.

Gjennom vårt arbeid har vi identifisert behov for videre utredningsarbeid innen flere områder av inntektsrammereguleringen. Vi mener det er behov for å etablere aldersdata på nettanlegg, slik at aldersavhengige kostnader kan identifiseres. I tillegg er det viktig at det utvikles en konsistent rapporteringsmetodikk for nettselskapene, for å redusere sjansen for målefeil. Et annet område som bør utredes er de langsiktige investeringsinsentivene i nettbransjen. I forbindelse med DEA-modellen bør de endogene variabler vurderes, da nettselskapene nå har mulighet til å tilpasse sine investeringer etter de gjeldende rammevilkårene. Skaleringen av geografivariabler bør også revurderes, da disse er skalert med en endogen variabel (HL).

LITTERATURLISTE

- Andersen, P. og N.C. Petersen: *A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis*. Management Science Vol. 39, No. 10 (Oct., 1993), pp. 1261-1264
- Averch, H. og L. L. Johnson (1962): *Behaviour of the Firm under Regulatory Constraint*. American Economic Review 52: 1052-1069
- Avkiran, N. K. (1999): *An application reference for data envelopment analysis in branch banking: helping the novice researcher*. International Journal of Bank Marketing 17: 206-220.
- Banker, R. D. og H. Chang (2006): *The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units*. European Journal of Operational Research 175
- Bjørndal, E., og M. Bjørndal (2006): *Nettregulering 2007 – effektivitetsmåling, gjennomsnittlig effektivitet og aldersparameter*. SNF-rapport 37/06
- Bjørndal, E., og M. Bjørndal (2006): *Effektivitetsmåling av regional- og distribusjonsnett – fellesmåling, kostnadsvariasjon og kalibrering*, SNF-rapport 38/06
- Bjørndal, E. og M. Bjørndal SNF/NHH, Presentasjon til NVE: *Reguleringsmodell fra 2007: Effektivitetsmåling, gjennomsnittlig effektivitet og aldersparameter*. 9.november 2005.
- Bjørndal, M og T. Johnsen, SNF/NHH (2003): *Nyverdibaserte nettrelaterte kostnader – Del 2*. SNF-rapport nr 24/04.
- Charnes, A., Cooper, W. W. og Rhodes, E. (1978): *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. European Journal of Operational Research Vol 2, No 6, 1978, s 429-444.
- Coelli, T., D. S. P. Rao og G. E. Battese (1998): *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer edt p 275.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. og Tone, K (2000): *Data Envelopment Analysis – A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. og Zhu, J. (2004): *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Cormen, T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L. og Stein, C. (2001): *Introduction to Algorithms, Second Edition*. McGraw-Hill, 2001.
- Dyson, R. G., Allen, R, Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., og Shale, E.A (2001): *Pitfalls and Protocols in DEA*. European Journal of Operational Research 132: 245-259.
- EBL-publikasjon: *Kostnadsbase og regulatorisk regnskap*. 1.november 2006. EBL s.13.

- Edvardsen, D. F. (2004): *Climbing the Efficiency Stepladder: Robustness of Efficiency Scores in DEA. Four essays on the measurement of productive efficiency*, Göteborg Univerisitet 2004.
- ECON Analyse, Rapport 2006/028: *Integrering av KILE i inntektsreguleringen*. 5.april 2006.
- Fried, H. O. og C. A. K. Lovell (1994): *Measuring efficiency and evaluating performance*. Workshop at Regent Hotel Sydney.
- Gjesdal, F. og T. Johnsen (2000): *Kravsetting, lønnsomhetsmåling og verdivurdering*. Cappelen Akademiske Forlag.
- Johansson, S-E. og L. Samuelson (1992): *Industriell kalkylering och redovisning*. Allmänna förlaget, Stockholm.
- Johnsen, A. og A. Kinserdal (1984): *Finansregnskap*. Oslo: Bedriftsøkonomens Forlag A/S.
- Johnsen, A. og E. Kvaa (1984): *Regnskapsloven*. Oslo: Bedriftsøkonomens forlag A/S.
- Johnsen, T.: *Regulering: Eier og Kunde-perspektivet*. Presentasjon på nettkonferansen 6.desember 2006.
- Johnsen, T.: *Referanserente for norsk nettvirksomhet*. Kommentarer til NVEs høringsutkast 6/6 2006. Juni 2006.
- Malm, A.T. og S. Yard (1985): *Kapitalkostnader i kommunal verksamhet – Analys av den reala annuitetsmetoden*. Studentlitteratur, Lund, s.3-7.
- Miller, S. M. og A. G. Noulas (1996): *The technical efficiency of large bank production*. Journal of Banking and Finance **20**(3): 495-509.
- NorEnergi publikasjon nr. 355/1989.
- Norsk Offentlig Utredning NOU 1995;30. *Kapittel 4 Vurderingsregler*.
- NVE Notat 4.desember (2006): *Varslingsvedtak – Om fastsettelse av kostnadsnorm for 2007*.
- NVE Rapport nr 12/2003: *Empirisk evaluering av nettselskapene (1997 – 2001)*. Hansen, W, Ingeberg, K og Neurauter, T. August 2003.
- NVE Rapport: *Utredning av referanserente (inkluderte risikopremie) til bruk ved fastsettelse av årlige inntektsrammer for perioden 2007 - 2011*”, Dreber og Lundqvist, 14.desember 2004.
- NVE, Modell for fastsettelse av kostnadsnorm – Økonomisk regulering av nettselskapene fra 2007, Utkast per 6.6.2006.

- NVE-publikasjon 11/2006: *Oppsummering av høring i 2006 og endringer i forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, m.v.*
- NVE dokument 11/2006: *Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten fra 2007. Oppsummering av høring i 2006 og endringer om forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, m.v. NVE.*
- NVE, Dreber & Lundqvist: *Utredning av referanserenten (inkludert risikopremie) til bruk ved fastsettelse av årlige inntektsrammer fra 2007-2011.* 14. desember 2004.
- Olje- og Energidepartementet, Forskrift av 11. mars 1999 nr. 302 om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og overføringstariffer.
- Pierce, J., R. Carrington, N. Puthucheary, K. Kang, B. Bond, D. Elvins, K. Macdonald og M. Flere (1997): *Data envelopment analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery Steering Committee for Review of commonwealth/state service provision.*
- PriceWaterhouseCoopers, 6. januar 2003: *Kartlegging og oppsummering av rapporter/ utredninger vedrørende regulering av nettselskapenes inntekter – Oppsummering av rapporter.* s 11.
- SINTEF Energiforskning, Kjell Sand 2006: *Etterspørsel etter nettinvesteringer – virkelighetsbeskrivelse.*
- Skinner, R.M. (1987): *Accounting Standards in Evolution.* Toronto: Hartcourt Brace.
- Vassdal, T. (1988): *Måling av produktivitet. En samling av ulike metoder med spesiell vekt på data envelopment analysis.* Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.
- Vassdal, T. (1990):. *Effektivitetsmålinger med ikke-parametriske metoder.* Norsk Økonomisk Tidsskrift **104**: 113-138.
- Vassdal, T. (2003): *En oversikt over DEA modeller.* Artikkelsamling i Økonomistyring Handelshøgskolen i Bodø.

Appendiks 1

Problemlstilling 2: DEA-modellen velger det eldste nettet som mest effektivt

Selskap	KOSTNAD	NS	HS	LE	AB-F	F-AB	GrDtk	HL*Skog2	HL*Vk	HL*Sno	AP	Effektivitet
Gjennomsnittsselskap 1	87448	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	30,0	0,6523
Gjennomsnittsselskap 2	86399	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	29,0	0,6602
Gjennomsnittsselskap 3	85351	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	28,0	0,6683
Gjennomsnittsselskap 4	84302	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	27,0	0,6766
Gjennomsnittsselskap 5	83254	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	26,0	0,6851
Gjennomsnittsselskap 6	82205	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	25,0	0,6939
Gjennomsnittsselskap 7	81157	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	24,0	0,7029
Gjennomsnittsselskap 8	80108	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	23,0	0,7121
Gjennomsnittsselskap 9	79060	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	22,0	0,7215
Gjennomsnittsselskap 10	78011	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	21,0	0,7312
Gjennomsnittsselskap 11	76963	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	20,0	0,7412
Gjennomsnittsselskap 12	75914	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	19,0	0,7514
Gjennomsnittsselskap 13	74866	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	18,0	0,7619
Gjennomsnittsselskap 14	73817	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	17,0	0,7727
Gjennomsnittsselskap 15	72769	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	16,0	0,7839
Gjennomsnittsselskap 16	71720	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	15,0	0,7953
Gjennomsnittsselskap 17	70671	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	14,0	0,8071
Gjennomsnittsselskap 18	69623	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	13,0	0,8193
Gjennomsnittsselskap 19	68574	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	12,0	0,8318
Gjennomsnittsselskap 20	67526	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	11,0	0,8447
Gjennomsnittsselskap 21	66477	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	10,0	0,8580
Gjennomsnittsselskap 22	65429	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	9,0	0,8718
Gjennomsnittsselskap 23	64380	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	8,0	0,8860
Gjennomsnittsselskap 24	63332	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	7,0	0,9007

SNF-rapport nr. 14/07

Gjennomsnittsselskap 25	62283	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	6,0	0,9158
Gjennomsnittsselskap 26	61235	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	5,0	0,9315
Gjennomsnittsselskap 27	60186	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	4,0	0,9477
Gjennomsnittsselskap 28	59138	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	3,0	0,9645
Gjennomsnittsselskap 29	58089	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	2,0	0,9820
Gjennomsnittsselskap 30	57041	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	1,0	1,0000

Appendiks 2

Problemlstilling 3: DEA-modellen med aldersparameter gir 100% effektivitet

Selskap	KOSTNAD	NS	HS	LE	AB-F	F-AB	GrDtk	HL*Skog2	HL*Vk	HL*Sno	AP	Effektivitet
Gjennomsnittsselskap 1	87448	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	30,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 2	86399	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	29,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 3	85351	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	28,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 4	84302	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	27,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 5	83254	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	26,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 6	82205	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	25,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 7	81157	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	24,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 8	80108	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	23,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 9	79060	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	22,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 10	78011	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	21,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 11	76963	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	20,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 12	75914	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	19,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 13	74866	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	18,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 14	73817	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	17,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 15	72769	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	16,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 16	71720	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	15,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 17	70671	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	14,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 18	69623	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	13,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 19	68574	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	12,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 20	67526	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	11,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 21	66477	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	10,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 22	65429	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	9,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 23	64380	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	8,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 24	63332	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	7,0	1,0000

SNF-rapport nr. 14/07

Gjennomsnittsselskap 25	62283	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	6,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 26	61235	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	5,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 27	60186	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	4,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 28	59138	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	3,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 29	58089	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	2,0	1,0000
Gjennomsnittsselskap 30	57041	885	705	501970	17489	1874	1527	13440	8	230281	1,0	1,0000

Appendiks 3

Beregning av aldersparameter for nettselskapene (2004-data)

Selskap	AKG	AVS	Gjenværende levealder (AP)	TOTEXNAk (TK)	AP skalert med TK
Agder Energi Nett AS	1.604.120	93.959	17	485.796	8.293.778
Alta Kraftlag AL	153.224	9.706	16	51.729	816.621
Andøy Energi AS	37.314	3.633	10	18.076	185.656
Arendals Fossekompagni ASA	609	57	11	351	3.750
Askøy Energi AS	96.377	5.999	16	28.081	451.136
Aurland Energiverk AS	37.914	2.123	18	11.927	213.001
Austevoll Kraftlag BA	55.379	2.524	22	19.544	428.814
Ballangen Energi AS	48.999	2.602	19	15.938	300.133
Bindal Kraftlag AL	15.044	817	18	6.212	114.386
BKK Nett AS	1.979.297	140.833	14	622.115	8.743.337
Bodø Energi AS	217.881	14.675	15	89.375	1.326.958
Dalane Energi IKS	211.540	10.840	20	60.151	1.173.832
Dragefossen Kraftanlegg AS	45.805	3.375	14	16.022	217.448
Drangedal Everk KF	47.315	2.852	17	16.988	281.833
Eidefoss AS	150.940	10.456	14	49.433	713.601
Eidsiva Energi Nett AS	1.433.755	97.513	15	517.838	7.613.886
Elkem Bjølvefossen AS	2	16	0	1.852	232
Elverum Energiverk Nett AS	142.670	9.477	15	41.521	625.071
Energi 1 Follo-Røyken as	282.937	19.224	15	98.046	1.443.032
Etne Elektrisitetslag	19.357	1.265	15	9.031	138.192
Evenes Kraftforsyning AS	16.955	1.184	14	9.021	129.182
Fauske Lysverk AS	80.188	3.805	21	23.190	488.715
Finnås Kraftlag	95.487	4.948	19	25.678	495.537
Fitjar Kraftlag BA	27.994	1.617	17	13.533	234.287
Fjelberg Kraftlag	25.131	1.390	18	9.464	171.108
Flesberg Elektrisitetsverk AS	35.812	2.267	16	16.702	263.843
Forsand Elverk KF	17.581	936	19	5.924	111.271
Fortum Distribution AS	883.121	54.591	16	304.647	4.928.288
Fosenkraft AS	104.148	7.646	14	31.562	429.914
Fredrikstad Energi Nett AS	336.754	22.450	15	96.482	1.447.247
Fusa Kraftlag	40.966	2.692	15	14.154	215.391
Gauldal Energi AS	61.910	3.921	16	25.328	399.912
Gudbrandsdal Energi AS	154.953	9.828	16	59.701	941.275
Hadeland Energinett AS	169.674	7.137	24	71.099	1.690.297
Hafslund Nett AS	3.717.491	240.648	15	1.333.961	20.606.812
Hallingdal Kraftnett AS	176.137	11.089	16	71.547	1.136.448
Hammerfest Energi Nett AS	80.094	4.730	17	42.855	725.672
Haugaland Kraft AS	421.909	17.803	24	196.597	4.659.105
HelgelandsKraft AS	686.132	43.481	16	213.058	3.362.064
Hemne kraftlag BA	66.992	4.486	15	20.531	306.601
Hemsedal Energi KF	84.123	5.107	16	19.100	314.617
Hjartdal Elverk AS	26.071	1.581	16	11.482	189.340
Hurum Energiverk AS	72.059	4.262	17	22.715	384.050
Høland og Setskog Elverk	71.946	4.667	15	24.573	378.815
Hålogaland Kraft AS	243.234	16.164	15	76.201	1.146.664
Indre Hardanger Kraftlag AS	78.316	5.439	14	30.009	432.099
Istad Nett AS	269.417	17.968	15	90.462	1.356.411

SNF-rapport nr. 14/07

Jondal Energi KF	16.653	908	18	5.688	104.320
Jæren Everk Komm. f. i Hå	85.552	5.029	17	24.829	422.384
Klepp Energi AS	105.827	5.961	18	22.535	400.069
Kragerø Energi AS	73.654	5.037	15	34.273	501.160
Krødsherad Everk KF	23.991	1.532	16	8.891	139.232
Kvam Kraftverk AS	83.005	5.052	16	22.379	367.690
Kvikne-Rennebu Kraftlag AL	37.160	2.676	14	14.729	204.533
Kvinnherad Energi AS	94.098	4.839	19	26.994	524.919
Lier Everk AS	108.209	8.138	13	43.405	577.146
Lofotkraft AS	232.423	18.648	12	89.830	1.119.614
Luostejok Kraftlag AL	49.800	4.643	11	24.736	265.314
Luster Energiverk AS	36.409	3.206	11	15.865	180.171
Lyse Nett AS	1.123.778	74.230	15	393.994	5.964.728
Lærdal Energi	20.000	1.599	13	10.211	127.717
Løvenskiold Fossum Kraft	1.865	86	22	2.206	47.839
Malvik Everk AS	61.200	3.891	16	22.402	352.352
Meløy Energi AS	62.149	3.363	18	22.394	413.846
Midt Nett Buskerud AS	158.336	10.524	15	55.170	830.045
Midt-Telemark Energi AS	137.781	8.819	16	43.003	671.844
Modalen Kraftlag BA	8.117	553	15	2.139	31.396
Narvik Energinett AS	137.262	9.089	15	49.796	752.019
Neset Kraft AS	31.740	1.856	17	13.536	231.483
Nord Troms Kraftlag AS	97.827	7.974	12	56.858	697.548
Norddal Elverk AS	19.058	1.131	17	8.427	142.000
Nordkyn Kraftlag AL	24.179	1.707	14	13.194	186.888
Nordmøre Energiverk AS	226.397	17.064	13	92.218	1.223.504
Nord-Salten Kraftlag AL	63.309	3.017	21	31.354	657.935
Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	823.135	52.120	16	343.695	5.428.000
Nordvest Nett AS	102.946	7.980	13	34.058	439.365
Nord-Østerdal Kraftlag AL	125.746	8.239	15	45.209	689.993
Nore Energi AS	23.203	1.319	18	10.251	180.329
Notodden Energi AS	95.639	5.585	17	37.090	635.139
Odda Energi AS	69.667	4.156	17	19.302	323.559
Oppdal Everk AS	70.001	4.132	17	21.870	370.504
Orkdal Energi AS	80.697	5.394	15	23.433	350.570
Rakkestad Energiverk AS	58.678	3.505	17	20.747	347.330
RaufossNett AS	32.534	1.671	19	10.656	207.470
Rauland Kraftforsyningslag	23.820	1.588	15	16.667	250.005
Rauma Energi AS	75.825	3.490	22	24.481	531.883
Repvåg Kraftlag AL	75.241	4.631	16	28.461	462.413
Ringeriks-Kraft Nett AS	220.717	8.008	28	76.639	2.112.329
Rissa Kraftlag BA	40.703	2.999	14	15.886	215.608
Rollag Elektrisitetsverk LL	16.970	1.086	16	8.961	140.026
Rødøy-Lurøy Kraftverk AS	67.886	2.856	24	28.216	670.683
Rørøros Elektrisitetsverk AS	58.450	4.033	14	21.697	314.453
Sandøy Energi AS	13.380	1.178	11	5.806	65.946
Selbu Energiverk AS	43.153	3.452	13	13.759	171.999
SFE Nett AS	317.413	19.022	17	111.385	1.858.640
Sjøfossen Energi AS	61.293	3.667	17	23.845	398.563
Skagerak Nett AS	2.114.190	130.532	16	666.148	10.789.411
Skjerstad Kraftlag AL	15.440	713	22	6.355	137.617
Skjåk Energi	38.056	1.977	19	14.003	269.549

SNF-rapport nr. 14/07

Skånevik Ølen Kraftlag	50.184	2.762	18	15.320	278.356
Sognekraft AS	110.477	6.796	16	39.669	644.866
Stange Energi Nett AS	117.394	7.311	16	42.026	674.819
Stranda Energiverk AS	40.065	3.993	10	16.994	170.515
Stryn Energi AS	47.430	2.863	17	20.446	338.719
Suldal Elverk	65.695	3.701	18	23.771	421.950
Sunndal Energi KF	55.244	3.618	15	16.014	244.521
Sunnfjord Energi AS	243.211	13.082	19	65.838	1.224.012
Svorka Energi AS	86.255	5.761	15	34.464	516.003
Sykkylven Energi AS	65.847	4.091	16	20.064	322.942
Sør-Aurdal Energi BA	33.256	1.863	18	14.511	259.033
Sørfold Kraftlag AL	13.734	1.260	11	7.234	78.851
Tafjord Kraftnett AS	354.657	30.048	12	108.734	1.283.389
Tinn Energi AS	104.365	6.560	16	37.177	591.460
Trollfjord Kraft AS	61.520	3.776	16	22.733	370.375
Troms Kraft Nett AS	687.315	38.479	18	260.691	4.656.484
Trondheim Energiverk Nett AS	669.318	45.294	15	249.282	3.683.687
Trøgstad Elverk AS	41.594	2.787	15	16.026	239.177
TrønderEnergi Nett AS	388.904	23.743	16	113.740	1.863.031
Tussa Nett AS	323.443	21.987	15	121.008	1.780.106
Tydal Kommunale Energiverk KF	11.447	767	15	5.842	87.188
Tysnes Kraftlag PL	44.257	2.144	21	18.921	390.572
Tyssefaldene Aktieselskabet	2.880	505	6	3.050	17.394
Uvdal Kraftforsyning AL	15.677	867	18	9.667	174.798
Valdres Energiverk AS	188.207	11.399	17	48.136	794.766
Vang Energiverk	34.181	1.917	18	13.188	235.148
Varanger Kraftnett AS	223.951	12.812	17	86.830	1.517.770
Vesterålskraft Nett AS	175.246	14.608	12	62.576	750.698
Vest-Telemark Kraftlag AS	148.173	9.098	16	59.558	969.981
Vokks Nett AS	160.050	9.492	17	56.287	949.087
Voss Energi AS	128.026	8.107	16	41.917	661.955
Yara Norge AS	13.510	993	14	9.912	134.855
Ørskog Energi AS	43.830	2.595	17	13.075	220.839
Øvre Eiker Nett AS	96.911	7.067	14	31.932	437.889
Årdal Energi KF	45.495	2.798	16	14.787	240.434

Kilde: NVEs regneark DNett2004.xls med alle rapporterte data for 2004

Appendiks 4

Beregning av bransjens AP og beregning av effektiviteten med og uten AP

Selskap	AP skalert	AP	Eff uten AP	Eff med AP skalert med total kostnad
Agder Energi Nett AS	8293777,9	17	0,9720	0,9913
Alta Kraftlag AL	816621,1	16	0,9194	0,9268
Andøy Energi AS	185655,9	10	0,8553	0,8553
Arendals Fossekompagni ASA	3750,2	11	13,9941	13,9941
Askøy Energi AS	451135,6	16	1,0000	1,0000
Aurland Energiverk AS	213000,6	18	0,6528	0,8258
Austevoll Kraftlag BA	428814,3	22	1,0000	1,0000
Ballangen Energi AS	300133,0	19	0,9096	0,9566
Bindal Kraftlag AL	114386,0	18	1,0000	1,0000
BKK Nett AS	8743336,8	14	0,9038	0,9038
Bodø Energi AS	1326958,4	15	0,7982	0,8325
Dalane Energi IKS	1173832,3	20	0,7508	0,8298
Dragefossen Kraftanlegg AS	217448,2	14	0,7344	0,7449
Drangedal Everk KF	281832,8	17	0,9230	0,9230
EB Nett AS	0,0		0,8954	0,8954
Eidefoss AS	713601,5	14	1,0000	1,0000
Eidsiva Energi Nett AS	7613885,6	15	0,8774	0,8864
Elkem Bjølvefossen AS	231,5	0	1,8715	1,8715
Elverum Energiverk Nett AS	625071,3	15	0,9373	0,9373
Energi 1 Follo-Røyken as	1443031,7	15	0,9171	0,9180
Etne Elektrisitetslag	138192,1	15	0,7580	0,7913
Evenes Kraftforsyning AS	129181,6	14	1,0000	1,0000
Fauske Lysverk AS	488714,8	21	0,8301	0,9510
Finnås Kraftlag	495536,6	19	1,0000	1,0000
Fitjar Kraftlag BA	234287,4	17	0,6446	0,7450
Fjelberg Kraftlag	171107,8	18	0,6936	0,7955
Flesberg Elektrisitetsverk AS	263843,0	16	0,8369	0,9169
Forsand Elverk KF	111271,2	19	1,0000	1,0000
Fortum Distribution AS	4928287,9	16	0,9505	0,9556
Fosenkraft AS	429913,6	14	0,8101	0,8193
Fredrikstad Energi Nett AS	1447247,2	15	1,0000	1,0000
Fusa Kraftlag	215391,1	15	1,0000	1,0000
Gauldal Energi AS	399912,4	16	0,7939	0,8132
Gudbrandsdal Energi AS	941274,8	16	0,8823	0,9058
Hadeland Energinett AS	1690297,3	24	0,7100	0,9272
Hafslund Nett AS	20606811,7	15	1,0000	1,0000
Hallingdal Kraftnett AS	1136448,2	16	1,0000	1,0000
Hammerfest Energi Nett AS	725672,0	17	0,7789	0,8101
Haugaland Kraft AS	4659104,9	24	0,7581	0,9802

SNF-rapport nr. 14/07

HelgelandsKraft AS	3362064,2	16	0,8226	0,8411
Hemne kraftlag BA	306601,1	15	0,7571	0,7732
Hemsedal Energi KF	314617,1	16	0,9287	0,9556
Hjartdal Elverk AS	189340,4	16	0,7564	0,8741
Hurum Energiverk AS	384049,8	17	0,9709	1,0000
Høland og Setskog Elverk	378814,9	15	0,6838	0,7328
Hålogaland Kraft AS	1146663,8	15	1,0000	1,0000
Indre Hardanger Kraftlag AS	432098,7	14	0,8487	0,8583
Istad Nett AS	1356411,4	15	0,9275	0,9275
Jondal Energi KF	104319,7	18	0,7244	0,8755
Jæren Everk Komm. f. i Hå	422384,3	17	1,0000	1,0000
Klepp Energi AS	400069,0	18	1,0000	1,0000
Kragerø Energi AS	501160,1	15	0,8095	0,8471
Krødsherad Everk KF	139232,4	16	1,0000	1,0000
Kvam Kraftverk AS	367689,8	16	0,9735	0,9867
Kvikne-Rennebu Kraftlag AL	204532,8	14	1,0000	1,0000
Kvinnherad Energi AS	524918,7	19	0,8472	0,9198
Lier Everk AS	577145,7	13	0,9448	0,9448
Lofotkraft AS	1119613,8	12	0,7714	0,7714
Luostejok Kraftlag AL	265314,0	11	0,9619	0,9619
Luster Energiverk AS	180171,2	11	0,8979	0,8979
Lyse Nett AS	5964728,4	15	0,8393	0,8639
Lærdal Energi	127717,3	13	0,6789	0,6803
Løvenskiold Fossum Kraft	47839,4	22	1,1652	1,1997
Malvik Everk AS	352352,2	16	0,6471	0,7504
Meløy Energi AS	413846,2	18	0,9372	0,9410
Midt Nett Buskerud AS	830045,3	15	0,7189	0,7693
Midt-Telemark Energi AS	671844,5	16	0,8395	0,8543
Modalen Kraftlag BA	31396,5	15	0,8348	0,8356
Narvik Energinett AS	752018,8	15	0,7200	0,7820
Neset Kraft AS	231483,1	17	1,0000	1,0000
Nord Troms Kraftlag AS	697548,0	12	0,7631	0,7631
Norddal Elverk AS	141999,8	17	0,8198	0,8590
Nordkyn Kraftlag AL	186887,9	14	0,7785	0,7793
Nordmøre Energiverk AS	1223504,4	13	0,9234	0,9234
Nord-Salten Kraftlag AL	657935,2	21	1,0000	1,0000
Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	5428000,5	16	0,8903	0,9026
Nordvest Nett AS	439365,3	13	0,9903	0,9903
Nord-Østerdal Kraftlag AL	689992,8	15	1,0000	1,0000
Nore Energi AS	180329,0	18	0,7058	0,8141
Notodden Energi AS	635138,9	17	1,1270	1,1270
Odda Energi AS	323559,3	17	0,9836	0,9906
Oppdal Everk AS	370503,8	17	0,8911	0,9379
Orkdal Energi AS	350569,7	15	0,8119	0,8373

SNF-rapport nr. 14/07

Rakkestad Energiverk AS	347330,2	17	0,8190	0,8645
RaufossNett AS	207470,0	19	2,3709	2,3709
Rauland Kraftforsyningslag	250005,0	15	0,9800	0,9800
Rauma Energi AS	531883,0	22	0,8115	0,9212
Repvåg Kraftlag AL	462412,9	16	0,6727	0,7380
Ringeriks-Kraft Nett AS	2112328,9	28	0,8496	1,0000
Rissa Kraftlag BA	215607,8	14	0,6852	0,7091
Rollag Elektrisitetsverk LL	140025,9	16	0,6665	0,7594
Rødøy-Lurøy Kraftverk AS	670683,3	24	1,0000	1,0000
Røros Elektrisitetsverk AS	314453,2	14	1,0000	1,0000
Sandøy Energi AS	65945,9	11	0,7750	0,7750
Selbu Energiverk AS	171999,5	13	0,7827	0,7827
SFE Nett AS	1858639,8	17	0,7876	0,8212
Sjøfossen Energi AS	398563,3	17	0,7485	0,8515
Skagerak Nett AS	10789411,3	16	0,7454	0,8067
Skjerstad Kraftlag AL	137617,4	22	0,8361	1,0000
Skjåk Energi	269548,9	19	0,6519	0,8059
Skånevik Ølen Kraftlag	278355,9	18	0,8378	0,8929
Sognekraft AS	644866,4	16	0,7970	0,8291
Stange Energi Nett AS	674818,8	16	0,8020	0,8356
Stranda Energiverk AS	170514,6	10	0,8387	0,8387
Stryn Energi AS	338719,4	17	0,7280	0,7811
Suldal Elverk	421949,7	18	0,6431	0,7762
Sunndal Energi KF	244521,1	15	0,9192	0,9200
Sunnfjord Energi AS	1224012,1	19	0,8723	0,9043
Svorka Energi AS	516002,8	15	0,7283	0,7483
Sykkylven Energi AS	322941,6	16	0,6772	0,7717
Sør-Aurdal Energi BA	259032,6	18	0,7407	0,8348
Sørfold Kraftlag AL	78850,6	11	0,8887	0,8887
Tafjord Kraftnett AS	1283389,1	12	1,0000	1,0000
Tinn Energi AS	591460,0	16	0,7774	0,8370
Trollfjord Kraft AS	370374,5	16	1,0000	1,0000
Troms Kraft Nett AS	4656483,7	18	0,9421	0,9595
Trondheim Energiverk Nett AS	3683687,2	15	0,9523	0,9538
Trøgstad Elverk AS	239176,7	15	0,7918	0,8084
TrønderEnergi Nett AS	1863030,8	16	0,8219	0,8431
Tussa Nett AS	1780106,0	15	0,6981	0,7618
Tydal Kommunale Energiverk KF	87188,2	15	1,0000	1,0000
Tysnes Kraftlag PL	390572,2	21	0,9582	1,0000
Tyssefaldene Aktieselskabet	17394,1	6	1,4713	1,4713
Uvdal Kraftforsyning AL	174797,6	18	0,8061	0,9832
Valdres Energiverk AS	794765,5	17	0,8997	0,9539
Vang Energiverk KF	235148,2	18	0,6195	0,7997
Varanger Kraftnett AS	1517769,7	17	0,7990	0,8310

SNF-rapport nr. 14/07

Vesterålskraft Nett AS	750697,8	12	0,7190	0,7190
Vest-Telemark Kraftlag AS	969981,0	16	0,8325	0,8516
Vokks Nett AS	949087,1	17	0,8304	0,8733
Voss Energi AS	661954,6	16	0,7565	0,8349
Yara Norge AS	134855,1	14	2,4671	2,4671
Ørskog Energi AS	220839,0	17	1,0000	1,0000
Øvre Eiker Nett AS	437889,1	14	0,8451	0,8460
Årdal Energi KF	240434,1	16	0,7724	0,8311

Appendiks 5

NVEs kalibreringsmetodikk steg 3 i forhold til alternativ metodikk

Tall i tusen kr	NVEs kalibrerings- metodikk	Alternativ kalibreringsmetode
D&V-kostnader	5 492 237	5 492 237
D&V-kostnader KPI-justert	5 692 649	5 692 649
AVS	2 532 759	2 532 759
AKG	38 249 799	38 249 799
AKG + 1% arbeids-kapital	38 632 297	38 632 297
Årets tilgang	2 535 746	2 535 746
Nettap MWh	5 273 237	5 273 237
Nettaps- kostnad	1 871 999	1 871 999
KILE (fq)	349 632	349 632
Inflasjons-justert KILE (fq)	362 390	362 390
Sum kostnader	10 459 797	10 459 797
Kostnadsgrunnlag (K)	13 585 150	13 585 150
DEA-resultat selskapet	100 %	100 %
Kostnadsnorm (K*)	13 585 150	13 585 150
Justeringsparameter (JP)	328 227	328 227
Innt.ramme før kalibr.(IR1)	13 913 377	13 585 150
Driftsres før kalibr. (DR1)	3 467 033	3 138 806
Avkastn før kalibr. (AVK 1)	8,97 %	8,12 %
K* etter kalibrering	12 928 696	13 585 150
IR etter kalibrering (IR 2)	13 585 150	13 913 377
Driftsres etter kalibr.(DR2)	3 125 353	3 467 033
Kalibr. avkastning(AVK2)	8,09 %	8,97 %
Korreksjon ved kalibrering	0,8496 %	0,0000 %
Før kalibrering steg 3		
Sum IR 1	13 913 377	13 585 150
Sum K	13 585 150	13 585 150
Sum (IR-K)	328 227	
Sum(IR-K)/Sum AKG	0,8496 %	

Appendiks 6

Kontantstrøm for nåverdiberegninger i tabell 25

År	Internrente Diskontering	40 års levetid		30 års levetid		20 års levetid	
		NV2	NV3	NV2	NV3	NV2	NV3
		7,08 %	8,26 %	6,91 %	8,20 %	6,57 %	8,1 %
		KS	KS	KS	KS	KS	KS
0	1,000	(1 000)	(1 000)	(1 000)	(1 000)	(1 000)	(1 000)
1	0,925	-	-	-	-	-	-
2	0,856	92	222	96	226	104	233
3	0,792	103	103	110	110	125	125
4	0,733	101	101	107	107	121	121
5	0,678	99	99	105	105	117	117
6	0,627	97	97	102	102	113	113
7	0,580	95	95	99	99	109	109
8	0,537	93	93	97	97	105	105
9	0,497	91	91	94	94	101	101
10	0,459	89	89	91	91	97	97
11	0,425	87	87	89	89	92	92
12	0,393	85	85	86	86	88	88
13	0,364	83	83	83	83	84	84
14	0,337	81	81	81	81	80	80
15	0,311	79	79	78	78	76	76
16	0,288	77	77	75	75	72	72
17	0,266	75	75	72	72	68	68
18	0,247	73	73	70	70	64	64
19	0,228	71	71	67	67	60	60
20	0,211	68	68	64	64	56	56
21	0,195	66	66	62	62	52	52
22	0,181	64	64	59	59	25	25
23	0,167	62	62	56	56		
24	0,155	60	60	54	54		
	0,143	58	58	51	51		

25					
26	0,132	56	56	48	48
27	0,122	54	54	45	45
28	0,113	52	52	43	43
29	0,105	50	50	40	40
30	0,097	48	48	37	37
31	0,090	46	46	35	35
32	0,083	44	44	17	17
33	0,077	42	42		
34	0,071	40	40		
35	0,066	38	38		
36	0,061	36	36		
37	0,056	34	34		
38	0,052	32	32		
39	0,048	30	30		
40	0,045	28	28		
41	0,041	26	26		
42	0,038	13	13		