

SNF-rapport nr. 37/06

Nettregulering 2007 – Effektivitetsmåling, gjennomsnittlig effektivitet og aldersparameter

av

Endre Bjørndal
Mette Bjørndal

SNF-prosjekt nr. 7551
Nettregulering 2007

Prosjektet er finansiert av Energibedriftenes Landsforening (EBL)

SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS
BERGEN, DESEMBER 2006

© 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 82-491-0493-5 Trykt versjon
ISBN 82-491-0494-4 Elektronisk versjon
ISSN 0803-4036

Nettregulering 2007 – Effektivitetsmåling, gjennomsnittlig effektivitet og aldersparameter

Endre Bjørndal
Mette Bjørndal

SNF/NHH

Forord

Dette prosjektet er utført av Samfunns- og næringslivsforskning (SNF) og finansiert av Energibedriftenes landsforening (EBL). Resultatene av prosjektet har blitt presentert i prosjektmøte med EBL 30. september 2005, for OED 27. oktober 2005 og for NVE 9. november 2005.

Innhold

1. Bakgrunn.....	1
2. DEA-modeller.....	5
3. Incentiveegenskaper i forslaget til reguleringsmodell.....	9
4. Effekt av variasjon og usikkerhet i data.....	11
5. Gjennomsnittlig effektivitet.....	19
6. Alder og effektivitet – mulig aldersparameter.....	22
7. Investeringsinsentiver.....	31
8. Konklusjoner.....	36
Referanser.....	37

1. Bakgrunn

I arbeidet med ny reguleringsmodell fra 2007 har NVE lagt følgende premisser til grunn for arbeidet (NVE, 2004). Man har ønsket en reguleringsmodell som gir:

- Mest mulig insentiver til kostnadseffektivitet
- Økt vekt på effektivitetsanalysene
- Bedre forhold for riktige investeringer
- Mindre kompleksitet
- Lavere nettleie

Som en konsekvens av dette er det ønskelig å belønne eksplisitt effektive selskaper for å gi insentiver til sannferdig rapportering (avsløre faktiske effektiviseringsmuligheter) og redusere følelsen av straff ved å være effektiv (den såkalte ratchet-effekten som oppstår når økt effektivitet i en periode gir grunnlag for lavere kostnadsgrunnlag og lavere inntekt i neste periode).

Dette samsvarer godt med de krav til en insentivreguleringsmodell som lå til grunn for arbeidet i Bjørndal, Bjørnenak og Johnsen (2003), Bjørndal og Johnsen (2004) og Bjørndal, Bjørndal og Bjørnenak (2004). Her var vi opptatt av at en reguleringsmodell bør gi **insentiver** til samfunnsøkonomisk lønnsomme drifts- og investeringsbeslutninger, og som en del av dette, fremme en effektiv organisering av det enkelte selskap og av bransjens selskapsstruktur. *For å oppnå en insentivriktig modell, bør det regulerte selskapets inntekt bestemmes av kostnader for marginalt selskap i bransjen (gitt output), og ikke av det regulerte selskapets egne kostnader.* Det regulerte selskapets overskudd vil på den annen side avhenge også av effektivitet og egne kostnader. For å ta hensyn til kundenes verdsetting av leveringskvalitet i selskapenes beslutninger, er man avhengig av en effektiv kvalitetsmekanisme, en utvidet KILE ordning, som tar hensyn til flere kvalitetskriterier enn dagens KILE-ordning. Sistnevnte har fokus på langsiktige avbrudd, men kortvarige avbrudd, spenningskvalitet og kundeservice er andre områder som bør vurderes i en effektiv KILE-ordning. En effektiv KILE, vil da være et prissurrogat i de regulerte selskapenes drifts- og investeringsbeslutninger.

Et annet grunnleggende krav til reguleringsmodellen er at den må gi et **inntektsnivå** som gir konkurransedyktig avkastning på investert kapital med tilstrekkelig finansiell mulighet til å gjennomføre gode investeringer. Dette er nødvendig for å få en bransje som er dynamisk og attraktiv og som har tilgang til både kapital og menneskelige ressurser. I

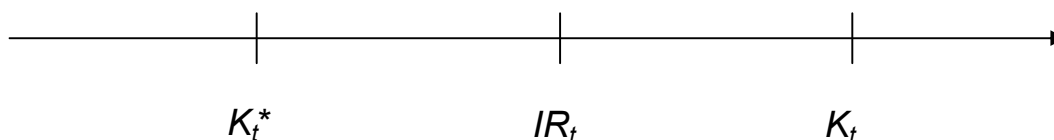
konkurransutsatte bransjer er vedvarende effektivitetsforskjeller et grunnleggende trekk, og *gjennomsnittlig effektivitet (ikke beste) bestemmer konkurransedyktig (gjennomsnittlig regnskapsmessig) avkastning*. De særlig effektive selskapene genererer vedvarende superprofitt mens de ineffektive selskapene bukker under eller restruktureres. Hvis inntektsnivået i de regulerte selskapene settes for lavt, oppnår man ikke denne dynamikken. Et for høyt inntektsnivå, vil på kort sikt trolig ha liten effekt ettersom etterspørselselastisiteten er lav. På lengre sikt vil man kunne få en uønsket substitusjon bort fra elektrisitet som energikilde. Effektivisering bør også komme kundene til gode, noe som reflekteres i normeringen av kostnadene, og normering må ta hensyn til spesielle rammebetingelser eller ”geografifaktorer” som de ulike selskapene opererer under.

Investeringer i nettkapital har svært lange levetid, og man vil også måtte ta stilling til hvilken **tidsprofil** man skal ha på inntektsrammene. *Med tilnærmet konstant produktivitet i anleggene*, dvs. at drifts- og vedlikeholdskostnader og KILE ikke stiger nevneverdig med alder (før anleggene eventuelt blir svært gamle), *vil en kapitalkostnad gitt ved en annuitet bedre reflektere økonomiske kapitalkostnader enn lineære regnskapsmessige avskrivninger og avkastning basert på bokførte verdier*.

NVEs modellforslag har som utgangspunkt at det regulerte selskapets egne kostnader ikke skal bestemme inntekten, og at man skal tillate renprofitt for de mest effektive selskapene. Dette skal oppnås vha målestokk-konkurranse, der inntekten IR_t i år t bestemmes vha formelen

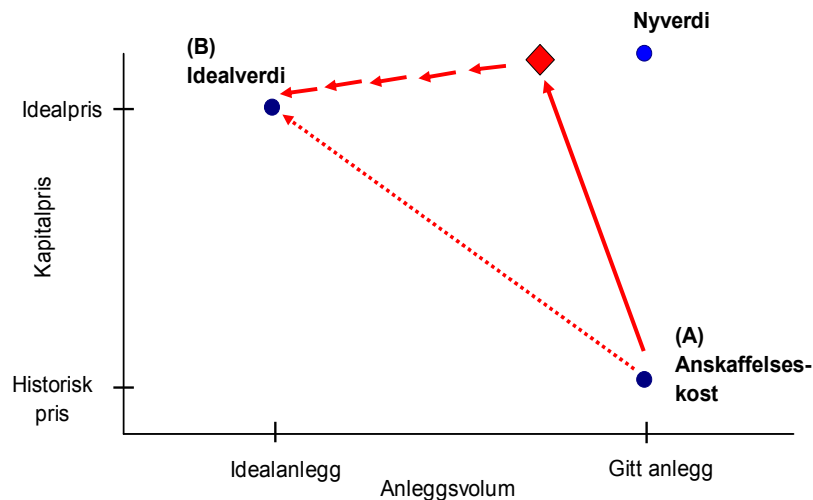
$$IR_t = K_t + \rho(K_t^* - K_t)$$

hvor K_t er selskapets egen kostnad, K_t^* er normkostnaden for selskapet, og ρ angir styrken i målestokk-konkurransen, dvs. den andelen av inntekten som bestemmes av kostnadsnormen. Målestokk-konkurransen kan illustreres av figur 1, som viser sammenhengen mellom norm, egen kostnad og inntekt i det tilfellet at $\rho = \frac{1}{2}$.



Figur 1: Målestokk-konkurranse

I vårt forslag til normregulering i Bjørndal og Johnsen (2004), benyttet vi en lignende figur, gjengitt i figur 2. Her er det vist en tenkt sammenheng mellom anskaffelseskostnad, nyverdi og (normert) idealverdi for nettkapitalen i et selskap. Vi har dekomponert i en volum- og en priskomponent, og figuren illustrerer det samme som målestokk-prinsippet, en regulert inntekt som bestemmes dels basert på egen kostnad og dels basert på en ideal-kostnad eller kostnadsnorm. Spørsmålet blir hvor langt en skal gå mot idealverdien, tilsvarende størrelsen på ρ .



Figur 2: Normert nettkapital

Også modellen som er i bruk fram til januar 2007, kan sies å være en reguleringsmodell med målestokk-konkurrans, med en oppdatering av kostnadsgrunnlag og kostnadsnorm hvert femte år, og med en 5-årig reguleringsperiode. Med en så lang reguleringsperiode, er det naturlig å korrigere for prisendringer og inflasjon i løpet av reguleringsperioden, noe som også blir gjort.

Dette illustrerer at detaljene teller! Disse detaljene omfatter blant annet hvordan man skal bestemme kostnadsgrunnlaget K , om det skal vært basert på regnskapstall, hvordan kalkulatoriske kostnader som kapitalkostnader skal beregnes, hvor lang referanseperiode som skal benyttes (dvs. hvilken periode som skal inngå ved bestemmelsen av kostnadsgrunnlaget) og hvor lang reguleringsperioden skal være (dvs. hvor lang tid den fastsatte inntektsrammen skal gjelde for). Likeledes må man ta stilling til hvilken metode man skal benytte for å finne kostnadsnormen K^* , om man skal benytte en strukturell modell eller en ikke-strukturell modell som for eksempel dataomhyllingsanalyse (eller

data envelopment analysis, DEA). I figur 3 har vi illustrert forskjellen mellom den strukturelle modellen vi foreslo i Bjørndal og Johnsen (2004) og Bjørndal, Bjørndal og Bjørnenak (2004) og DEA-modellen som NVE foreslår å bruke for normering av kostnader.

Kvalitet	} Σ Beløp pr anleggsgruppe	Minimer $\frac{\sum_i w_{ij}^* z_i}{\sum_i w_{ij}^* x_{ij}^*}$
Tap		
Kunder/ Adm	} Kr/kunde · kunder	u.b.b.
D/V		
Kapital	} Σ Normert nyverdi · realannuitet (anleggsspesifikk) · geografifaktor	$z_i \geq \sum_j \lambda_j x_{ij}$ $i = 1, \dots, m$
		$y_{rj}^* \leq \sum_j \lambda_j y_{rj}$ $r = 1, \dots, s$
	} Normert nyverdi · realannuitet	$\lambda_j \geq 0$ $j = 1, \dots, n$
		$\sum_j \lambda_j = 1$

Figur 3: Strukturell vs ikke-strukturell normmodell

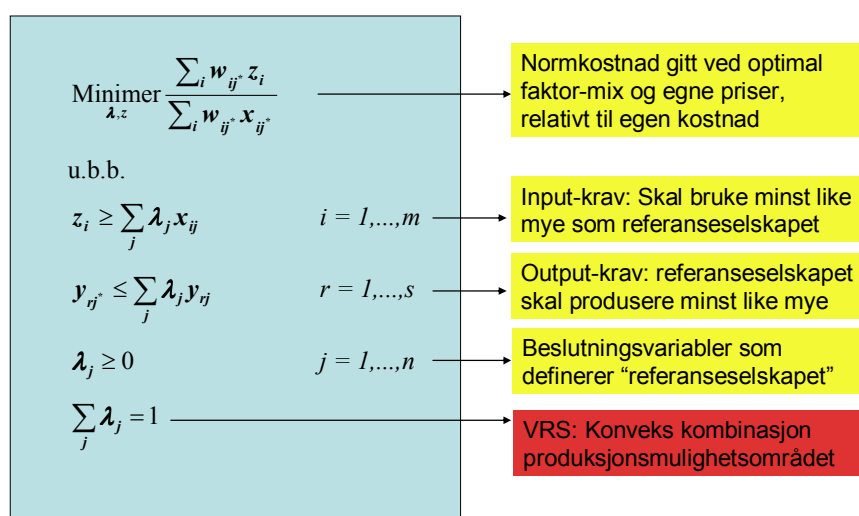
Oppsummert innebærer NVEs forslag til reguleringsmodell (NVE 2005a) at inntektsrammene bestemmes av følgende formel:

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

der kostnadsgrunnlaget K er basert på regnskapsførte størrelser, med utgangspunkt i 2 år gamle tall, og med en oppdatering av priser (rente, tap, KILE) og justering for inflasjon. Kapitalavkastning er basert på bokførte verdier. Normkostnaden finnes ved hjelp av DEA-modeller. De variantene som man tenker å benytte, er modeller for måling av kostnadseffektivitet, med konstant skalautbytte (CRS), total kostnad som eneste input, og supereffektivitet, dvs. at egne data i utgangspunktet ikke skal inngå i effektivitetsmålingen. Etter hvert har det blitt klart at det er ulike modeller for regionalnett (R-nett) og distribusjonsnett (D-nett), og at resultatene fra de to modellvariantene vektet sammen til et felles effektivitetstall tilsvarende, dagens modell (som gjelder til og med 2006).

2. DEA-modeller

Det finnes en rekke ulike DEA-modeller som kan benyttes for beregning av effektivitet. Vi vil i det følgende ta utgangspunkt i den kostnadseffektivitetsmodellen som har lagt til grunn for de effektivitetsanalyser NVE har gjort i reguleringsøyemed. Utgangsmodellen er gjengitt figur 4.



Figur 4: Utgangsmodell kostnadseffektivitet

Her er

j^* det målte selskapet

x_{ij} selskap j 's bruk av innsatsfaktor 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^*

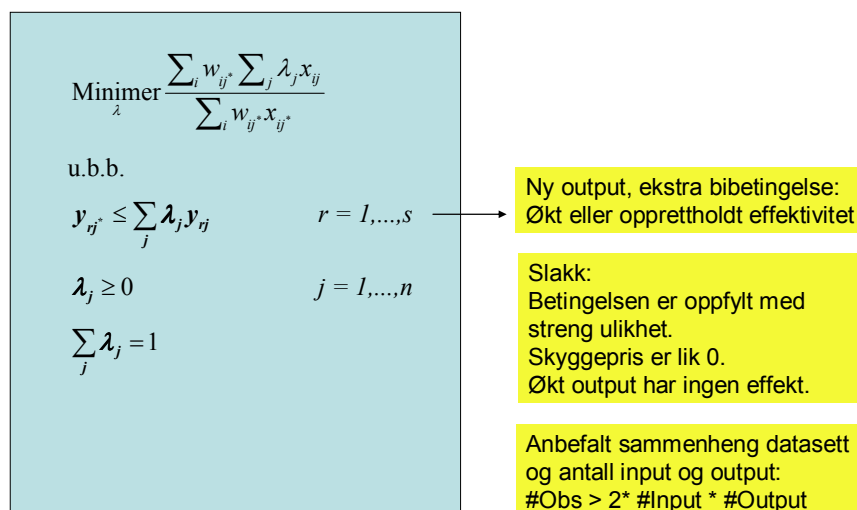
λ_j antall enheter av selskap j som inngår i referanseselskapet for selskap j^*

z_i tilsvarer referanseselskapets bruk av input i

Målfunksjonen i lineærprogrammerings(LP)-problemet i figur 4 minimerer referanseselskapets kostnader, målt i selskap j^* 's priser, i forhold til j^* 's kostnader. Problemet som løses i figur 4, kan da gis følgende fortolkning: Man søker å finne den optimale input-vektoren (z_1, \dots, z_m) for det målte selskapet j^* , gitt selskap j^* 's priser på

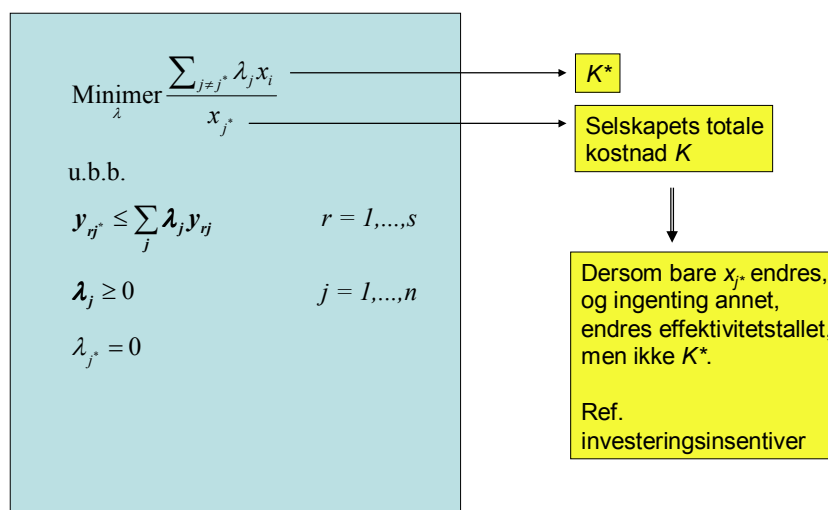
innsatsfaktorer, w_{ij^*} , og gitt at det referanseselskapet som konstrueres for j^* , angitt ved λ_j -verdiene, skal produsere minst like mye som j^* . I en modell der man forutsetter varierende skalautbytte (VRS), må $\sum_j \lambda_j = 1$. I en modell som forutsetter konstant skalautbytte (CRS), er det ingen krav til denne summen.

Dersom alle prisene på innsatsfaktorene er større enn null, vil den første bibetingelsen i figur 4 være oppfylt med likhet, og vi kan sette inn for z i målfunksjonen. Effektivitetstallet for selskap j^* kan man da finne ved å løse LP-problemet i figur 5. Siden dette er et lineært minimeringsproblem, vil en ny output, gi en ekstra bibetingelse (restriksjon i problemet), og flere output kan derfor ikke redusere effektivitetstallene. Med flere output, blir effektivitetsmålingen normalt ”snillere”. Slakk er det fenomenet at en av restriksjonene er oppfylt med streng ulikhet. Skyggeprisen på den aktuelle output er da null, og økt produksjon (i form av økt y_{j^*}) vil ikke ha noen effekt på effektivitetstallet. Man kan derfor si at slakk er ineffektivitet som ikke måles i effektivitetstallet. Det finnes ulike anbefalinger på forholdet mellom størrelsen på datasettet og antall input og output man bør ha i modellene. En av disse (Dyson m.fl., 2001) er gjengitt i figur 5: antall observasjoner i datasettet bør være større enn 2 ganger antall input ganger antall output. I NVEs modeller har man vært godt innenfor denne grensen.



Figur 5: Kostnadseffektivitetsmodell med positive faktorpriser

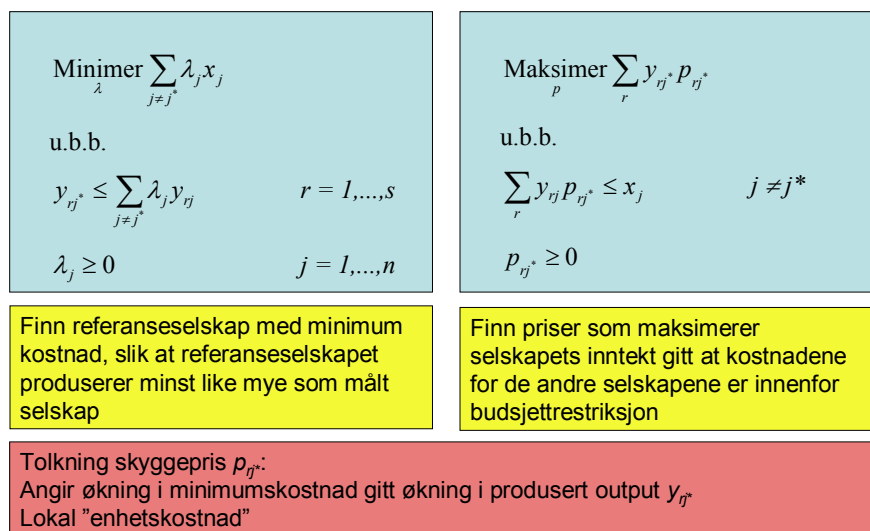
Med bare én innsatsfaktor (x_j lik total kostnad), supereffektivitet (en måte å gjennomføre supereffektivitet på er å fjerne det målte selskapets observasjon fra datasettet, en annen mulighet er å kreve at $\lambda_{j^*} = 0$) og konstant skalautbytte, blir DEA-modellen som gitt i figur 6. Nevneren i målfunksjonen (som beregner effektivitetstall) tilsvarer det målte selskapets egen kostnad K , mens telleren angir kostnadsnormen K^* . I denne modellen vil endring av egen kostnad for det målte selskapet, x_{j^*} , uten andre endringer medføre endring i effektivitetstallet, men ikke i kostnadsnormen. Dette vil kunne ha betydning for investeringsinsentivene i modellen.



Figur 6: CRS-modell med én input og supereffektivitet

Siden x_{j^*} er en konstant i optimeringsproblemet i figur 6, vil vi få samme løsning dersom vi beregner kostnadsnormen direkte i stedet for å beregne effektivitetstallene. Kostnadsminimeringsproblemet blir da som LP-problemet i venstre del av figur 7. For LP-problemer finnes det til ethvert minimeringsproblem et korresponderende maksimeringsproblem (og omvendt). Disse kalles for primal- og dual-problemer. Dual-problemet til kostnadsminimeringsproblemet er inntektsmaksimeringsproblemet vist på høyre side i figur 7. Variabelen p_{rj} i dual-problemet er skyggeprisen for output-restriksjon r i kostnadsminimeringsproblemet. Dual-problemet finner priser for de ulike output slik at det målte selskapets inntekt maksimeres, samtidig som at prisene er slik at de andre selskapenes kostnad, målt ved de nevnte prisene, er mindre eller lik deres

observerte kostnader. Målfunksjonene i primal- og dual-problemene vil ha samme verdi i optimum. Det betyr at normkostnaden vi beregner i primal-problemet, kan fortolkes som en inntektsramme i dual-problemet, og skyggeprisen blir en slags lokal "enhetskostnad" for de ulike output (produkter og rammebetingelser).



Figur 7: Kostnadsminimeringsproblem og dualproblem

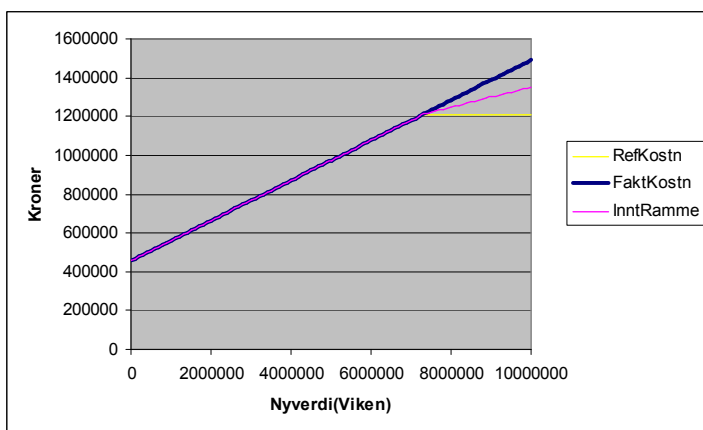
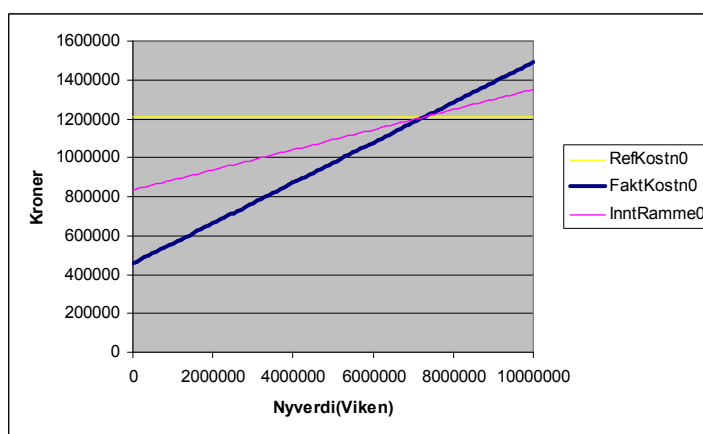
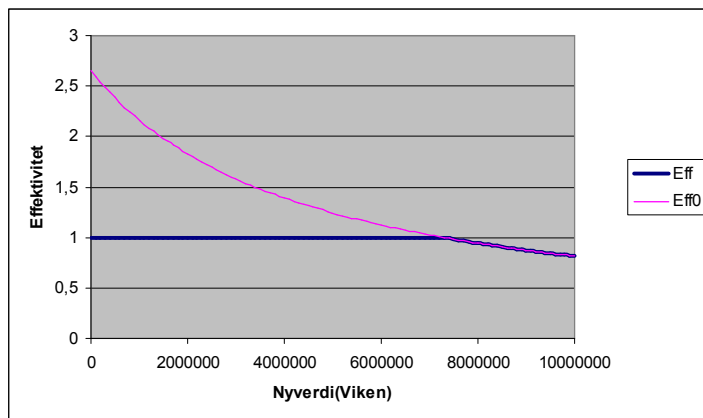
3. Incentiveegenskaper i forslaget til reguleringsmodell

Med ett års referanseperiode og årlig oppdatering, er reguleringsmodellens incentiveegenskaper kritisk avhengig av kvaliteten på DEA-analysene. For eksempel forsvinner ”effektiviserte kostnader” umiddelbart ut av kostnadsgrunnlaget K , og dersom et selskap skal få fordel av effektiviseringen må dette fanges opp i effektivitetsmålingen. Likeledes vil man ikke beholde evt. reduserte kostnader for drift og vedlikehold, tap etc. som følge av investeringer i kostnadsgrunnlaget mer enn ett år. For å gi incentiver til samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer, må disse gunstige effektene fanges opp av effektivitetsmålingene.

Uten supereffektivitet i effektivitetsmålingen oppstår det en asymmetri ved 100 % effektivitet. Det vil si at dersom man først er blitt 100 % effektiv og effektiviserer ytterligere, så vil det ikke ha noen effekt på normkostnaden. Med supereffektivitet implementert slik at egne observasjoner ikke påvirker effektivitetsmålingene, bedres dette. Den faktiske implementeringen av supereffektivitet som NVE har valgt fra 2007 setter imidlertid et tak på hvor supereffektivt et selskap kan bli, i og med at egne observasjoner fra tidligere år inkluderes dersom selskapet blir mer enn 100 % effektivt.

Effekten av ”full” supereffektivitet (der egne observasjoner utelates ved måling av et selskaps effektivitet) er illustrert i figur 8. Med utgangspunkt i DEA-modellen for 2002-2006 basert på nyverdier, har vi variert Vikens Energinetts nyverdi, og funnet effekten på normkostnader og inntektsrammer med og uten supereffektivitet. I øverste del vises selve effektivitetstallene (Eff_0 er med supereffektivitet, Eff uten), nest øverste del viser egen målt kostnad ($FaktKostn_0$), normkostnad ($RefKostn_0$) og inntektsramme ($InntRamme_0$) med supereffektivitet, og nederste del viser tilsvarende størrelser uten supereffektivitet.

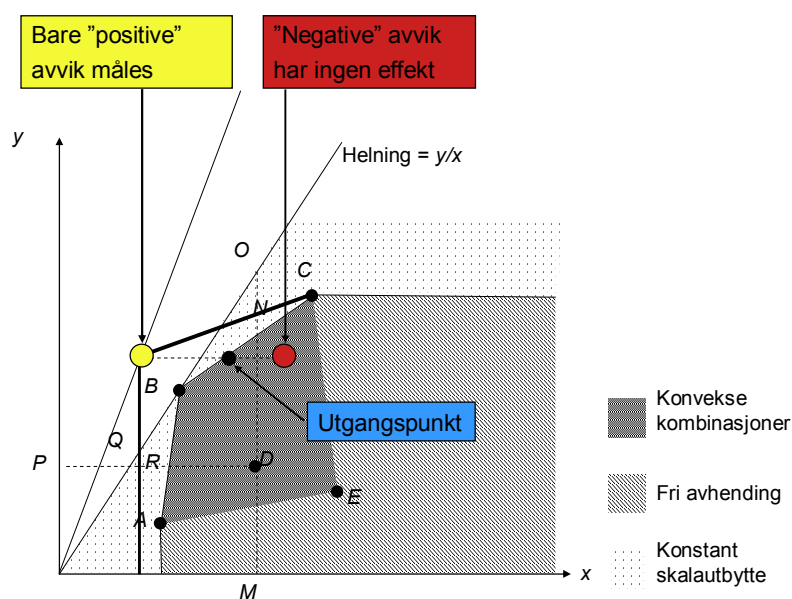
SNF-rapport nr. 37/06



Figur 8: Effekt av supereffektivitet

4. Effekt av variasjon og usikkerhet i data

En problemstilling ved bruk av frontmodeller som DEA, er at variasjon og usikkerhet i data har en asymmetrisk virkning på måleresultatene. Dvs. at det i stor grad bare er positive avvik (i betydning lavere kostnader eller høyere output) som påvirker fronten og derigjennom de andre selskaperens måleresultater. Negative avvik har liten eller ingen effekt på fronten. Dette er illustrert med et eksempel i figur 9, der vi har vist effektivitetsmåling med én input (x) og én output (y). Vi tar utgangspunkt i et selskap som ligger på VRS-fronten mellom punkt B og C. Dersom kostnaden for dette selskapet varierer, vil en "positiv" variasjon som angitt i figuren, endre effektivitetsfronten, mens et "negativt" avvik ikke har noen effekt.



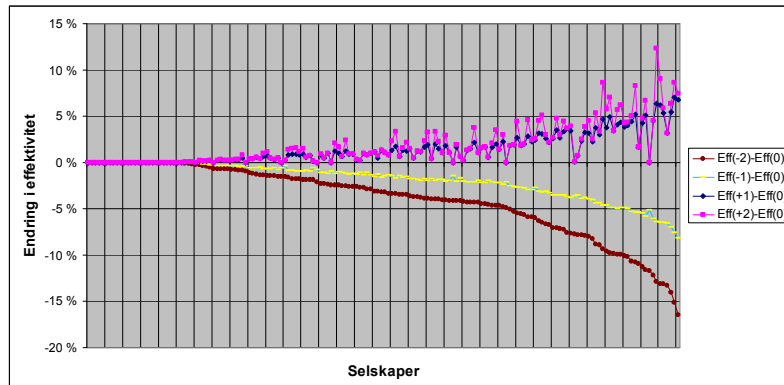
Figur 9: Effekt av kostnadsvariasjon

Slike kostnadsavvik kan skyldes usikre måleobservasjoner, men kan også skyldes at kostnadsnivået varierer over tid. Selv uten noen form for datausikkerhet vil man m.a.o. måtte ta hensyn til denne typen effekter i effektivitetsmålingene, og være påpasselige ved valg av datagrunnlag. For NVEs reguleringsmodell har det for eksempel betydning for hvor lang referanseperiode som bør velges for kostnadsmålingen, dvs. at man må ha en så lang referanseperiode at kostnaden som måles, er representativ og fanger opp perioder

med både høye og lave kostnader. Dette gjelder særlig dersom kostnadsvariasjonen mellom ulike selskaper er betydelig og ikke korrelert, for eksempel at det noen steder er høye kostnader og andre steder lave i samme periode. Dersom referanseperioden er for kort og det hele tiden er noen selskaper med tilfeldige lave kostnader i datasettet, kan disse lave kostnadene bestemme fronten, selv om de ikke er representative over en lengre måleperiode. Kostnadsnormen vil da bli feil.

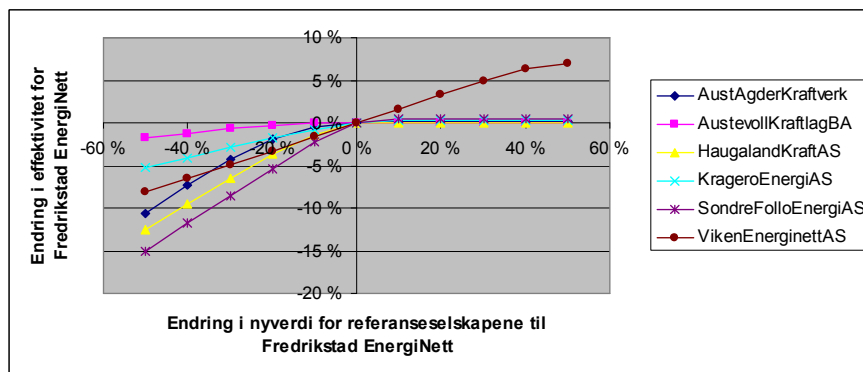
NVE har i arbeidet med målestokk-konkurranses forutsatt at effektivitetsanalysene er tilstrekkelig gode til å kunne brukes til reguleringsformål. DEA-analysene kan imidlertid feile pga usikkerhet i datamaterialet eller modellspesifikasjon. Vi har i tidligere arbeid omtalt usikkerhet i årsverkstall og kapitalkostnader (Bjørndal, Bjørndal og Bjørnenak (2004) og Bjørndal og Bjørndal (2005)). Det kan også være usikkerhet om hva som er kostnadsdrivere for nettkostnader, dvs. hvilke faktorer som er dimensjonerende for nettkostnadene.

Ved innsamling av kostnadsdata for et utvalg av nettselskaper (Bjørndal og Johnsen, 2004) kom det frem at det var betydelig usikkerhet knyttet til nyverdien for selskapenes nettkapital, blant annet for Viken Energinett. I Bjørndal og Bjørndal (2005) viste vi hvordan endringer i Vikens nyverdier påvirker effektivitetsmålingene til de andre selskapene. Dette er vist i figur 10, der vi har benyttet en CRS-modell med én input (total kostnad) og der kapitalkostnadene er basert på nyverdier. Vi har vist endringen i effektivitetstall for ulike selskaper basert på endring av nyverdi for Viken Energinett med +2, +1, -1 og -2 milliarder kroner. Vi ser at endringene er betydelige for en hel rekke selskaper, noe som skyldes at Viken Energinett inngår i mange selskapers referansesett, i mange tilfeller bare med en liten andel. Den valgte NVE-modellen fra 2007 benytter kapitalkostnader basert på bokførte verdier, men poenget her er å illustrere effekten av usikkerhet i kostnadsdataene, og slik usikkerhet finnes selv om man bruker kapitalkostnader basert på bokførte verdier. Usikkerheten kan også være knyttet til behandling av andre kostnadsposter, som for eksempel pensjoner.



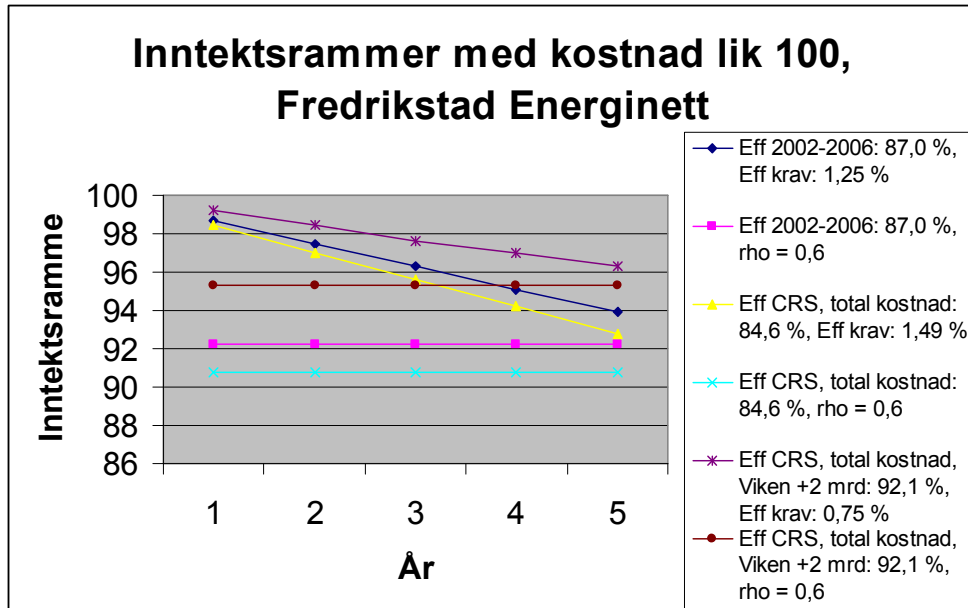
Figur 10: Effekt av endret nyverdi for Viken Energinett

I Bjørndal og Bjørndal (2005) så vi også nærmere på ett av selskapene i datasettet for distribusjonsnett, Fredrikstad Energinett, og beregnet hvordan effektivitetsmålingen for Fredrikstad Energinett avhenger av endringer i nyverdi for referanseselskapene. Disse beregningene er gjengitt i figur 11, som viser både reduksjoner og økninger i nyverdien. For flere av referanseselskapene vil økninger i nyverdien ikke ha noen effekt på Fredrikstad Energinetts effektivitet, fordi referanseselskapet forsvinner ut av referansesettet.



Figur 11: Endringer i referanseselskapene for Fredrikstad Energinett

Figur 10 og 11 illustrerer at endringene i målt effektivitet for enkelt-selskaper kan være betydelige når det skjer endringer i kostnadsdataene i referanseselskapene. Figur 12 illustrerer at også effekten på selskapenes inntektsrammer blir betydelige, og at den nye målestokk-reguleringen med ρ lik 60 % forsterker dette i forhold til modellene som ble brukt til og med 2006.



Figur 12: Inntektsrammer ved ulike DEA-modeller og ulik innhenting av ineffektivitet

Figur 12 viser inntektsrammen for Fredrikstad Energinett når vi normerer faktisk kostnad til 100, og vi kombinerer denne med kostnadsnormene som følger av ulike DEA-modeller og ulik innhenting av effektivitet over en 5-årsperiode. Vi ser at inntektsrammene i stor grad er avhengig av hvilket DEA-resultat som oppnås, at dette avhenger både av DEA-modell og andre selskapers kostnadsdata, og at man ved en målestokk-regulering med ρ lik 60 % får en betydelig innstramming i inntektsrammene i forhold til tidligere innhenting av ineffektivitet (gradvis innhenting over 5-års reguleringsperiode, med maksimalt 47 % innhenting i år 5).

Når vi ser hvor følsomme resultatene for enkelt-selskaper er for endringer i kostnadene i referanseselskaper, kan det være interessant å se nærmere på oppbyggingen av referansesettene. Referansesettene består av relativt få selskaper, uansett modell-variant. I figur 13 vises minimumsantall, maksimumsantall og gjennomsnittlig antall referanseselskaper for ulike modellvarianter; hhv CRS-modell med 5 output, CRS-modell med 5 output og supereffektivitet, CRS-modell med 6 output (de tidligere 5 i tillegg til en aldersparameter) og supereffektivitet, samt VRS-modell med 5 output. Input er totale kostnader mens de 5 output som er benyttet, tilsvarer output i DEA-modellen for 2002-2006.

	CRS	CRS + SuperEff	CRS + SuperEff + AldersParam	VRS
Min	1	1	1	1
Max	5	5	6	6
GjSnitt	3,6	3,8	4,2	3,8

Figur 13: Antall selskaper i referansesettene

Antall selskap i referansesettene avhenger av modell-spesifikasjon, dvs. antall input og antall output. Med bare én input, vil det maksimale antallet referanseselskaper være lik antall output i DEA-modellen.

Ved å se på referansesettene, kan vi også si noe om hvem, dvs. hvilke selskaper som bestemmer den totale normerte bransjeinntekten. Også dette avhenger av modell-variant, og dette er illustrert i figurene 14-17 under. I figurene vises for hvert selskap hvor mange referansesett det er med i, total kostnad for selskapet, hvor stort bidrag det gir til total bransjenorm, det akkumulerte bidraget i % og bidrag relativt til kostnad for hvert enkelt selskap.

Selskap	#RefSett	TotKost	TotBidrag	KumBidrag	Bidr/Kostn
VikenEnerginetAS	86	735.761	2.005.176	24 %	2,73
EidefossAS	114	45.511	1.299.106	40 %	28,55
TromsKraftNettAS	68	299.985	1.008.867	52 %	3,36
OrskogInterkommunaleKraftlag	75	13.468	822.277	62 %	61,06
RyggeElverkAS	41	19.442	783.836	72 %	40,32
AskoyEnergiAS	47	29.469	623.557	79 %	21,16
LyseNettAS	4	338.543	398.058	84 %	1,18
LuostejokKraftlagAL	32	26.312	271.030	87 %	10,30
BindalKraftlagAL	17	6.204	215.523	90 %	34,74
TafjordKraftnettAS	10	97.921	195.234	92 %	1,99
TinnEnergiAS	24	25.401	181.861	94 %	7,16
JaerenEverk	22	23.122	173.606	97 %	7,51
NordTromsKraftlagAS	5	41.548	80.542	98 %	1,94
KvikneRennebuKraftlagAL	22	12.158	79.577	98 %	6,55
NordSaltenKraftlagAL	13	29.051	77.153	99 %	2,66
RaulandKrafforsyningslag	15	9.573	47.909	100 %	5,00

Figur 14: Bransjenorm CRS-modell, 5 output

I figur 14 ser vi at i CRS-modellen bestemmer de 6 første selskapene nesten 80 % av bransjenormen. Figur 15 viser at omtrent det samme er tilfellet for CRS-modellen med

SNF-rapport nr. 37/06

supereffektivitet, selv om denne modellen gir noen flere selskaper som er med i ett eller flere referansesett.

Selskap	#RefSett	TotKost	TotBidrag	KumBidrag	Bidr/Kostn
RyggeElverkAS	45	19.442	1.695.596	20 %	87,21
VikenEnerginetAS	90	735.761	1.467.262	38 %	1,99
EidefossAS	119	45.511	1.290.825	53 %	28,36
OrskogInterkommunaleKraftlag	78	13.468	826.544	63 %	61,37
TromsKraftNettAS	70	299.985	753.186	72 %	2,51
AskoyEnergiAS	46	29.469	594.088	79 %	20,16
LuostejokKraftlagAL	36	26.312	520.321	85 %	19,78
JaerenEverk	24	23.122	362.974	89 %	15,70
BindalKraftlagAL	18	6.204	230.566	92 %	37,16
TinnEnergiAS	24	25.401	165.919	94 %	6,53
TafjordKraftnettAS	11	97.921	107.948	95 %	1,10
KvikneRennebuKraftlagAL	24	12.158	84.544	96 %	6,95
LyseNettAS	5	338.543	67.881	97 %	0,20
RaulandKraftforsyningslag	16	9.573	65.539	98 %	6,85
NordSaltenKraftlagAL	15	29.051	60.388	99 %	2,08
NordTromsKraftlagAS	5	41.548	55.275	99 %	1,33
NordOsterdalKraftlagAL	1	42.651	35.510	100 %	0,83
RepvaagKraftlagAL	1	31.945	19.463	100 %	0,61
NedreEikerEnergi	1	27.856	1.836	100 %	0,07
NordkynKraftlagAL	1	12.699	1.594	100 %	0,13

Figur 15: Bransjenorm CRS-modell, 5 output og supereffektivitet

SNF-rapport nr. 37/06

Selskap	#RefSett	TotKost	TotBidrag	KumBidrag	Bidr/Kostn
VikenEnerginetAS	73	735.761	1.371.922	15 %	1,86
NordOsterdalKraftlagAL	108	42.651	1.280.892	30 %	30,03
RyggeElverkAS	20	19.442	1.140.628	42 %	58,67
TromsKraftNettAS	71	299.985	835.419	52 %	2,78
UvdalKraftforsyningAL	80	6.455	763.320	60 %	118,25
FauskeLysverkAS	49	26.457	584.848	67 %	22,11
EnergiselskapetAskerogBaerum	33	207.281	548.963	73 %	2,65
OrskogInterkommunaleKraftlag	57	13.468	454.852	78 %	33,77
JaerenEverk	27	23.122	395.614	82 %	17,11
EidefossAS	26	45.511	292.298	86 %	6,42
LuostejokKraftlagAL	15	26.312	271.168	89 %	10,31
AskoyEnergiAS	22	29.469	250.148	91 %	8,49
SkjerstadKraftlagAL	22	6.390	123.725	93 %	19,36
NotoddenEnergiAS	18	29.639	118.123	94 %	3,99
BindalKraftlagAL	22	6.204	112.415	95 %	18,12
TinnEnergiAS	13	25.401	88.018	96 %	3,47
HammerfestElektrisitetstverDA	1	39.373	86.075	97 %	2,19
KvikneRennebuKraftlagAL	11	12.158	54.675	98 %	4,50
TafjordKraftnettAS	5	97.921	51.571	99 %	0,53
RaulandKraftforsyningslag	4	9.573	33.210	99 %	3,47
RepvaagKraftlagAL	3	31.945	28.124	99 %	0,88
LyseNettAS	3	338.543	21.061	99 %	0,06
NordTromsKraftlagAS	1	41.548	16.280	100 %	0,39
RodoyLuroyKraftverkAS	2	23.873	16.208	100 %	0,68
NordSaltenKraftlagAL	5	29.051	12.562	100 %	0,43
NedreEikerEnergi	1	27.856	1.836	100 %	0,07
NordkynKraftlagAL	1	12.699	1.594	100 %	0,13

Figur 16: Bransjenorm CRS-modell, 6 output (inkl. aldersparameter) og supereffektivitet

Figur 16 viser at en DEA-modell med en ekstra output gir flere selskaper som er med i ett eller flere referansesett. Figur 17 viser at en VRS-modell også gir flere referanseselskaper som bestemmer bransjenormen. Det er kanskje også noe overraskende at CRS-modellen i figur 14 i større grad enn VRS-modellen i figur 17 domineres av små selskaper. Ved overgang fra en VRS-modell til en CRS-modell, vil datausikkerhet kunne ha større betydning, og når vi ser at flere små selskaper også bestemmer en stor del av bransjenormen, tilsier dette også at man må legge økt vekt på datakvalitet.

SNF-rapport nr. 37/06

Selskap	#RefSett	TotKost	TotBidrag	KumBidrag	Bidr/Kostn
VikenEnerginetAS	50	735.761	1.668.780	19 %	2,27
TromsKraftNettAS	50	299.985	891.314	29 %	2,97
EidefossAS	75	45.511	876.448	40 %	19,26
BKKDistribusjonAS	3	476.353	738.966	48 %	1,55
LyseNettAS	17	338.543	554.236	54 %	1,64
NordTrondelagElektrisitetsverk	2	359.902	527.369	60 %	1,47
HallingdalKraftnettAS	15	61.051	452.155	66 %	7,41
HaugalandKraftAS	9	173.771	398.634	70 %	2,29
RyggeElverkAS	75	19.442	387.790	75 %	19,95
AustAgderKraftverk	4	236.172	350.742	79 %	1,49
HedmarkEnergiAS	6	220.328	298.703	82 %	1,36
OrskogInterkommunaleKraftlag	55	13.468	229.718	85 %	17,06
TafjordKraftnettAS	13	97.921	212.659	87 %	2,17
BindalKraftlagAL	80	6.204	201.173	90 %	32,43
NordmoreEnergiverkAS	4	83.072	137.511	91 %	1,66
LuostejokKraftlagAL	18	26.312	117.649	92 %	4,47
JaerenEverk	25	23.122	110.574	94 %	4,78
RaulandKraftforsyningslag	28	9.573	86.832	95 %	9,07
AskoyEnergiAS	13	29.469	86.642	96 %	2,94
TinnEnergiAS	14	25.401	78.557	97 %	3,09
NordTromsKraftlagAS	5	41.548	75.537	98 %	1,82
NordSaltenKraftlagAL	6	29.051	50.137	98 %	1,73
NordOsterdalKraftlagAL	2	42.651	46.723	99 %	1,10
TydalKommEnergiverk	24	4.832	39.539	99 %	8,18
KvikneRennebuKraftlagAL	11	12.158	36.174	99 %	2,98
ForsandElverk	12	4.625	19.274	100 %	4,17
ModalenKraftlagBA	12	2.723	12.881	100 %	4,73
NordkynKraftlagAL	1	12.699	12.699	100 %	1,00

Figur 17: Bransjenorm VRS-modell, 5 output

Med de endringer som er gjort i effektivitetsmodellene, både når det gjelder modellspesifikasjon, referanseperiode for kostnadsmåling og bruk av resultatene må man være påpasselig med datakvaliteten, påse at kostnadene som sammenlignes faktisk er sammenlignbare, og at referanseperioden for de målte kostnadene er lang nok til at kostnaden er representativ.

5. Gjennomsnittlig effektivitet

Kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet for bransjen vil bestemme hvor stor den gjennomsnittlige avkastningen vil være i bransjen. Selskaper som er 100 % effektive, vil oppnå normalavkastning, mens selskaper som er mindre enn 100 % effektive vil ha en avkastning som ligger under normalavkastningen. Ettersom man innfører supereffektivitet i reguleringen, vil det i den nye reguleringsmodellen også være mulig å bli mer enn 100 % effektiv, og derfor kunne oppnå en avkastning utover normalavkastning. Uten supereffektivitet, vil normalavkastning være det maksimale som er mulig å oppnå for det enkelte selskap.

Ettersom DEA-analysen er en frontmodell, vil det enkelte selskap hele tiden evalueres mot "det beste selskapet" i bransjen, gitt selskapets produksjon langs de ulike output-mål (= referanseselskapet i figur 7). Man sammenlignes altså ikke mot et gjennomsnittlig kostnadsnivå. Videre vil kostnadene i "det beste selskapet" være bestemt blant annet av NVEs definerte normalavkastning, gitt ved referanserenten r_{NVE} . Det er derfor interessant å se hvordan gjennomsnittlig avkastning avhenger av den nøyaktige spesifikasjonen av DEA-modellen, dvs. hvilke input og output som velges, om man tar hensyn til supereffektivitet osv. Dette er illustrert i figur 18.

	Dagens modell			Ny modell (bokført verdi, 1 input)					
	NV	BF	MAX	VRS	CRS	SuperEff	99 - BF/AVS	BF/AVS	TK * BF/AVS
Gj.snitt	89 %	85 %	90 %	84 %	81 %	81 %	85 %	84 %	88 %
Vektet	92 %	89 %	93 %	89 %	85 %	86 %	87 %	87 %	92 %
Referansekostnad (MNOK)				8699	8263	8407	8452	8451	8956

Figur 18: Gjennomsnittlig effektivitet og referansekostnad for bransjen, D-nett

I figur 18 vises gjennomsnittlig effektivitet (Gj.snitt) og kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet (Vektet) for ulike DEA-modeller for distribusjonsnettene. I tillegg vises tilhørende referansekostnad (dvs. total normkostnad) for bransjen for ulike forslag til ny DEA-modell for distribusjonsnett. Vi ser at kostnadsvektet effektivitet i dagens modell (dvs. den som gjelder for 2002-2006) er 93 %. Det skyldes at selskapene får maksimal effektivitet beregnet ut fra to ulike grunnlag for kapitalkostnadene, henholdsvis nyverdier (NV) og bokførte verdier (BF), som begge i seg selv har noe lavere kostnadsvektet effektivitet.

I høyre del av figuren ser vi at de ulike forslagene til ny modell (de forslag som var tilgjengelige høsten 2005) har noe lavere kostnadsvektet effektivitet. De modellvariantene som her er undersøkt, har samme output-variable som 2002-2006-modellen, bortsett fra de tre siste kolonnene, der ulike aldersparametere er vurdert (disse kommer vi tilbake til i neste avsnitt). Kostnadsgrunnlaget er basert på bokførte verdier og vi har kun en input, lik totale kostnader. En overgang fra VRS til CRS vil, ikke overraskende, redusere kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet. Noe mer overraskende er det at innføring av supereffektivitet, der det målte selskapets egne kostnadsdata ikke tas med, bare øker kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet med ca. ett prosentpoeng, til 86 %. Ved å legge til en aldersparameter i form av en ekstra output, vil også gjennomsnittlig kostnadsvektet effektivitet øke. Slik vil det alltid være når det legges til en output-parameter, ettersom man da får en ekstra bibetingelse i lineærprogrammeringsproblemet i figur 7. Hvert selskaps minimeringsproblem vil da få en like høy eller høyere målfunksjonsverdi. Effekten på kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet, vil imidlertid avhenge av hvilken variant av en aldersparameter som velges. Disse variantene vil omtales nærmere i neste avsnitt.

Ettersom bare 100 % effektive selskap oppnår normalavkastning, kan man spørre om ikke DEA-resultatene burde normeres, slik at kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet for bransjen er lik 100 %. Hvis man gjør det, vil bransjen i snitt oppnå normalavkastning, definert ved NVE-renten. Noen selskaper vil ligge under, mens andre selskaper vil ligge over, og oppnå renprofitt. På denne måten vil man få en bransje som i snitt gir en konkurransedyktig avkastning. At det er mulig å oppnå meravkastning hvis man er mer effektiv enn gjennomsnittet, vil gi sterke individuelle insentiver til kostnadseffektivisering, og over tid også påvirke bransjegjennomsnittet. Dette vil nettopp bidra til en dynamisk og attraktiv bransje med tilgang til både kapital og menneskelige ressurser. Motsatt vil mangel på justering innebære at bransjen i snitt pålegges et betydelig generelt effektivitetskrav, i figur 18 vil det variere mellom 8 og 15 % avhengig av hvilken DEA-modell som benyttes. Det generelle effektivitetskravet innebærer at normkostnaden for bransjen ligger 8-15 % under kostnadsgrunnlaget.

Et argument mot å justere for kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet, kan være at DEA-modellen i utgangspunktet er ”snill”, dvs. at slike modeller typisk ikke måler all ineffektivitet. Det er imidlertid svært vanskelig å vite hvordan en slik eventuell ”snillhet” slår ut for effektive og mindre effektive selskaper. Et annet argument for å la være å justere er at det er rimelig at en ineffektiv bransje pålegges et generelt effektivitetskrav.

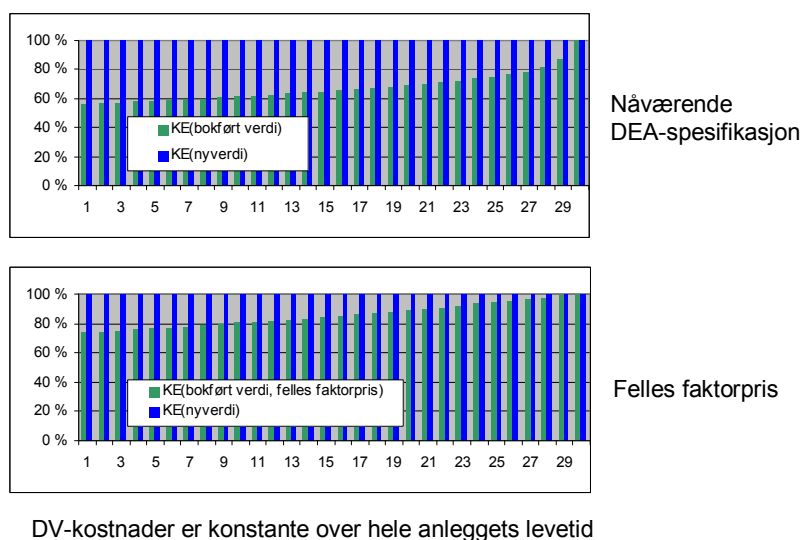
Det er imidlertid svært urimelig at størrelsen på dette skal avhenge av hvilken modellvariant man benytter, dvs. hvor mange input og output som velges, eller hvor mange observasjoner som er i datasettet (regionalnettene vil for eksempel få en høyere kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet blant annet fordi det er færre selskaper i datasettet). Da ville det være bedre å bestemme et generelt effektivitetskrav uavhengig av DEA-modell-variant, og så justere effektivitetstallene slik at kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet er lik 100 % minus det generelle effektivitetskravet.

Når man har bestemt seg for å justere for kostnadsvektet gjennomsnittlig effektivitet, kan det gjøres på ulike måter. En mulighet er å gi et generelt effektivitetstillegg til alle selskapene, et annet alternativ er å normalisere eller skalere effektivitetstallene.

6. Alder og effektivitet – mulig aldersparameter

I dette avsnittet er vi opptatt av en spesiell type kostnadsvariasjon (ref. avsnitt 4), nemlig knyttet til hvordan man måler størrelsen på kapitalkostnadene. Nettbransjen har store kapitalkostnader og anlegg med lange levetider. I en slik bransje vil ulik vurdering av kapitalkostnader og tidsprofil kunne ha stor effekt både på effektivitetsmålingene og inntekstrammene. I Bjørndal og Johnsen (2004) var vi opptatt av å se nettrelaterte kostnader knyttet til investeringer, drift og vedlikehold i sammenheng, ettersom disse til dels er substituerbare aktiviteter, som kan være innbyrdes avhengige over tid, og dessuten vanskelig å separere regnskapsmessig. Indikasjoner på relativt aldersuavhengig produktivitet, medførte også at vi anbefalte en normering av nettrelaterte kostnader basert på nyverdier og annuitet, da en slik kostnadsvurdering vil være bedre i samsvar med økonomiske kostnader og prinsipper.

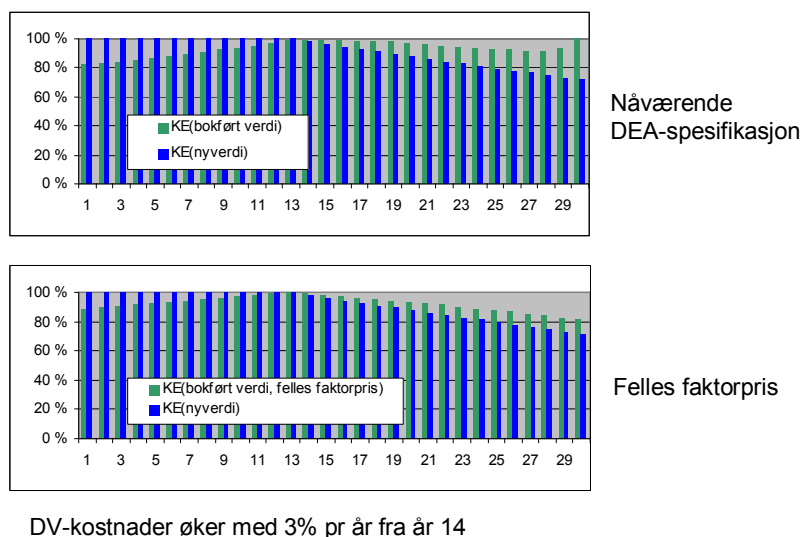
Forslaget til reguleringsmodell fra 2007 innebærer bruk av regnskapsmessige, lineære avskrivninger og kapitalavkastning basert på bokførte verdier. Med et slikt kapitalgrunnlag, kombinert med aldersuavhengig produktivitet, vil avskrivningsplanen påvirke effektivitetsmålingene. Man påvirkes av hvor man befinner seg i tid og hvilken avskrivningstid man velger (dersom det er noe valg). Dette er illustrert ved simuleringer i figur 19 og 20. Her har vi funnet effektivitetstallet for 30 årsklasser av samme selskap ved bruk av kapitalkostnader basert på hhv. nyverdier og annuitet (nyverdi) og lineære avskrivninger og bokførte verdier (bokført verdi).



Figur 19: Kostnadseffektivitet (KE) over tid – konstante drifts- og vedlikeholdskostnader

Når drifts- og vedlikeholdskostnadene er konstante over hele anleggets levetid vil effektivitetsmåling med kapitalkostnader basert på lineære avskrivninger og bokførte verdier, undervurdere effektiviteten i nye nett. Nye nett har høyere avkastningselement fordi de bokførte verdiene er høyere. Nye nett vil derfor tilsynelatende ha høyere kostnader og være mindre effektive enn gamle nett. I figur 19 er dette illustrert både med DEA-spesifikasjonen som gjaldt fra 2002-2006, med 5 ulike input-faktorer (øverst), og med tilsvarende DEA-modell med bare én input lik totale kostnader (nederst). Ved bruk av nyverdier og annuitet er kapitalkostnadene konstante, og det blir også effektiviteten.

I figur 20 er tilsvarende størrelser vist for det tilfellet at drifts- og vedlikeholdskostnadene øker fra år 14. Også her ser man at alder påvirker den målte effektiviteten, og med bokførte verdier, er selskapet tilsynelatende mest effektivt i år 13, da nettkapitalen er mest mulig nedskrevet før økningen i drifts- og vedlikeholdskostnader setter inn. Med bare én input, er det også slik at en økning på 3 % årlig i drifts- og vedlikeholdskostnader, mer enn oppveier reduksjonen i kapitalkostnadene. Med 5 input gjelder det frem til år 27, da man igjen får en økning i effektiviteten.

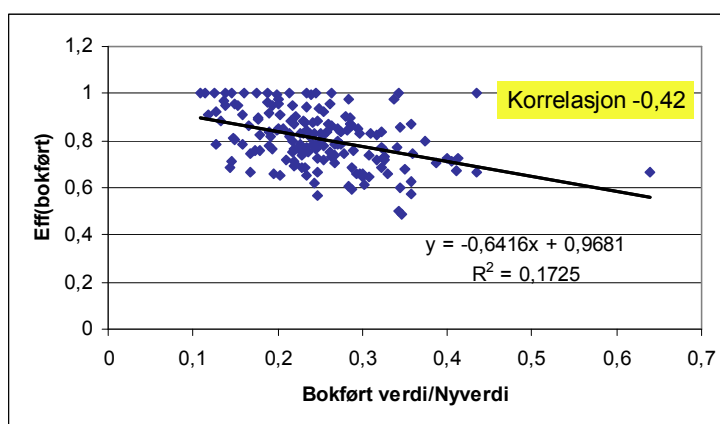


Figur 20: Kostnadseffektivitet (KE) over tid – økende drifts- og vedlikeholdskostnader

I simuleringene i figur 19 og 20 måler vi effektiviteten i ulike aldersklasser av det samme (konstruerte) selskapet. I figur 19 ser vi at selv om effektiviteten reelt sett er konstant over tid, vil ulike aldersklasser oppnå svært ulik effektivitetsscore. Man kan da si at en

dårlig måling i én periode vil oppveies av en god måling i en annen periode, slik at man over levetiden oppnår en inntektsstrøm som dekker alle kostnader, inklusiv normalavkastning. For at gode og dårlige målinger skal kunne oppveie hverandre, må man imidlertid ikke begrense effektiviteten til 100 %, da vil alle avvik være negative, og gjøre at man selv over tid, i et effektivt selskap, ikke oppnår normalavkastning. Med supereffektivitet og normering av inntekt, vil ulikheter i målingene i større grad bli et spørsmål om ulike tidsprofiler på inntektene.

Hvis produktiviteten i anlegget reduseres over tid, kan det være at bruk av bokførte verdier gir en kostnadsberegning som er mer konsistent med bruk av faktiske drifts- og vedlikeholdskostnader i effektivitetsmodellen. Ser man på effektivitetsmålingene for 2002-2006, er det imidlertid en negativ korrelasjon mellom alder på nettet (målt ved forholdet mellom bokført verdi og nyverdi) og målt effektivitet. Dette er illustrert i figur 21. Dette kan skyldes at selskaper med gamle nett i gjennomsnitt er mer effektive enn selskaper med nye nett, men slik vi vurderer det, er det mer sannsynlig at dette nettopp har med bruken av bokførte verdier i kostnadsgrunlaget å gjøre.

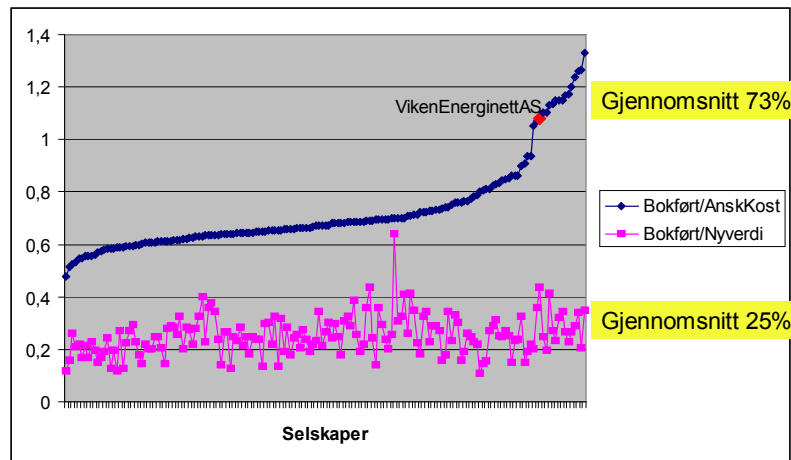


Figur 21: Sammenheng mellom alder og effektivitet i bokført-modell for 2002-2006.

Oppsummert kan man si at konsekvensen av tilnærmet aldersuavhengig produktivitet er at regnskapsmessige kapitalkostnader gir et dårlig bilde av økonomiske kostnader og at dette medfører at gamle nett får overvurdert effektiviteten mens nye nett blir undervurdert. En mulig løsning på problemstillingen med at alder i seg selv påvirker den målte effektiviteten, er å introdusere en aldersparameter. Det betyr at man korrigerer for

en sannsynlig ”feilmåling” av kostnadsgrunnlaget / input ved å legge til en output (kostnadsdriver). Noen mulige aldersparametere som har vært diskutert, er:

- Bokført / Nyverdi
 - Et problem med å benytte dette forholdstallet, er at man da fortsatt må finne nyverdier for selskapene. Da kunne man like gjerne benyttet nyverdiene til å justere kostnadsgrunnlaget, dvs. kapitalkostnadene i effektivitetsmålingene og evt. kostnadsgrunnlaget for beregning av inntektsrammene.
- Regional BNP-vekst
 - Dette målet er diskutert av NVE som et uttrykk for ”investeringsetterspørsel”. Et slikt mål kunne kanskje fungere for nyinvesteringer, ettersom det sier noe om tidspunktet for når man utvikler nettet i et område. Målet vil imidlertid være problematisk i forhold til reinvesteringer. Fornyelse av nettet i et område trenger ikke å komme som følge av nylig vekst, men tvert imot som følge av at området ble bebygget for lenge siden og at anleggene er utdaterte og trenger fornyelse. Da vil kapitalkostnadene øke, uten at man har hatt noen lokal BNP-vekst.
- Bokført / Anskaffelseskostnad
 - Dette forholdstallet kan være et alternativ til bokført / nyverdi. Fordelen med denne faktoren er man kan benytte regnskapsførte kostnader og at det derfor er data som skulle være rimelig lett tilgjengelige. I nåværende datasett ser det imidlertid ut til å være noe ”mystisk” i datagrunnlaget for anskaffelseskostnader. Dette har vi illustrert i figur 22. Vi har her beregnet implisitt anskaffelseskost basert på annuitetsfaktoren i faktorprisen fra nyverdi-varianten av DEA-modellen for 2002-2006. Bokførte verdier i forhold til anskaffelseskost ser ut til å være svært høye i forhold til bokført / nyverdi. Gjennomsnittstallene er hhv 73 % og 25 %. I tillegg er det en rekke selskaper med bokførte verdier som er høyere enn anskaffelseskostnadene! En mulig medvirkende årsak til dette, er at selskapenes balanser delvis ble opprettet i 1997 basert på nyverdier.

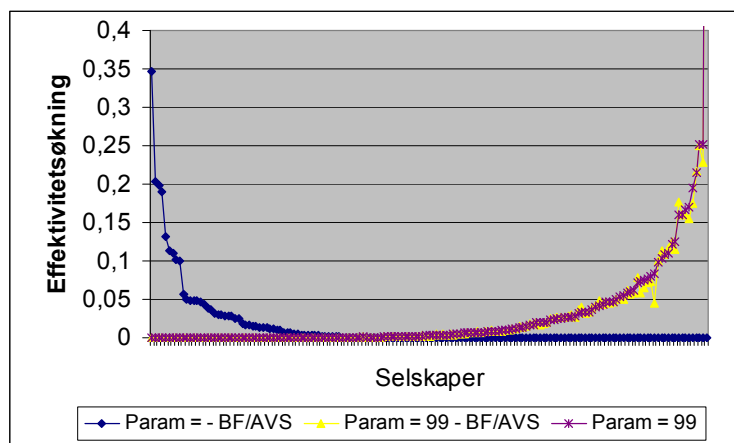


Figur 22: Anskaffelseskost og nyverdier

I det følgende vil vi se nærmere på noen metodeproblemer ved hjelp av en mulig alderindeks, lansert i NVE (2005b):

$$\text{Aldersindeks} = \text{Gjeldende år} - \text{Bokført/Avskrivning}$$

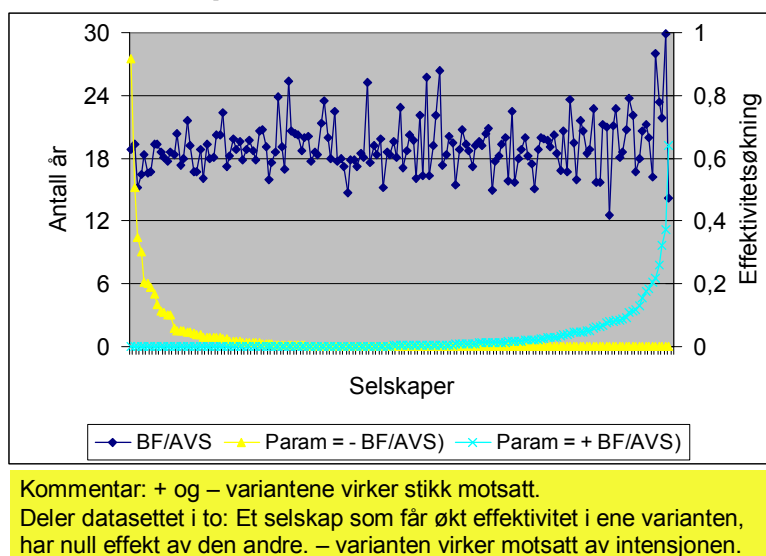
De andre output-parameterne i DEA-modellen (antall abonnenter, levert energi, km nett og forventet KILE) er slik at jo høyere output, jo høyere forventer man at kostnadene vil være. Grunnen til at man vurderer å inkludere en aldersparameter i DEA-målingen er hypotesen om at jo nyere nett, jo høyere er kostnaden, fordi avkastningselementet er basert på bokførte verdier. Bokført / Avskrivning vil være et mål på gjenværende levetid. Det er rimelig at denne størrelsen er høyere jo nyere nettet er. Det betyr imidlertid at aldersindeksen gjengitt over, med minustegn foran Bokført / Avskrivning, vil være slik at den antar en lavere verdi jo nyere nettet er. Med den hypotesen man har om kostnadsvariasjonen i forhold til alder på nettet, bør man ha plusstegn foran Bokført / Avskrivning. Da trenger man heller ikke å ta med konstanten ”gjeldende år”. Et slikt konstantledd er ikke ønskelig fordi det kan komme til å dominere data fullstendig. Dette er illustrert i figur 23, med gjeldende år lik 99, på datasettet fra 1996-1999.



Kommentarer: Gjeldende år = 99 (ref. NVE-formel)
 99 + (ikke vist) og 99 - er omtrent like, og nesten lik aldersparameter lik 99
 Konstantleddets effekt er fullstendig dominerende

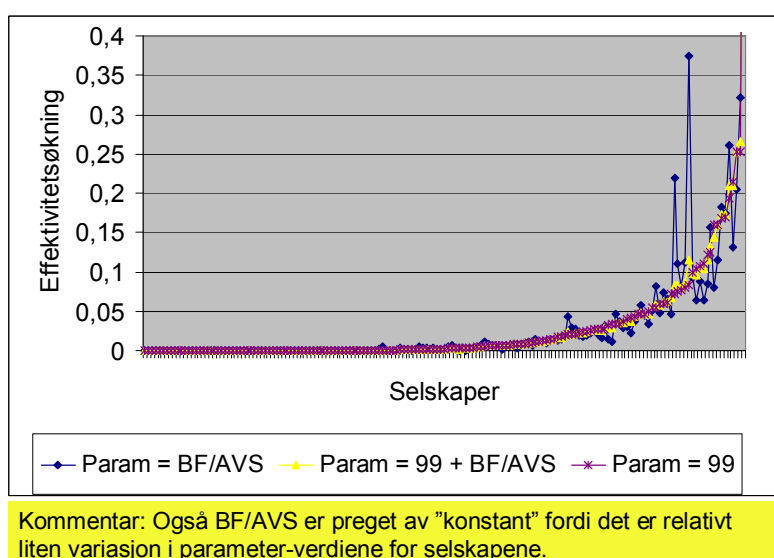
Figur 23: Aldersparameter \approx NVE-idé

At introduksjon av en konstant output i datasettet, gir så store endringer i målt effektivitet, er i seg selv interessant, og det illustrerer at man må være svært påpasselig i valg av output-variable for DEA-modellene. Slik vi ser det, må man basere seg på kunnskaper om kostnadsstrukturen, og velge de beste kostnadsdriverne som output. Dette illustreres ytterligere i figur 24, som viser effekten av aldersparameter lik Bokført / Avskrivning med hhv pluss- og minustegn foran. De to variantene av en aldersparameter har stikk motsatt effekt, og det er derfor ikke tilfeldig hvilken variant som benyttes, og vi mener at det er pluss-varianten som best reflekterer den antatte sammenhengen mellom alder og målte kostnader.



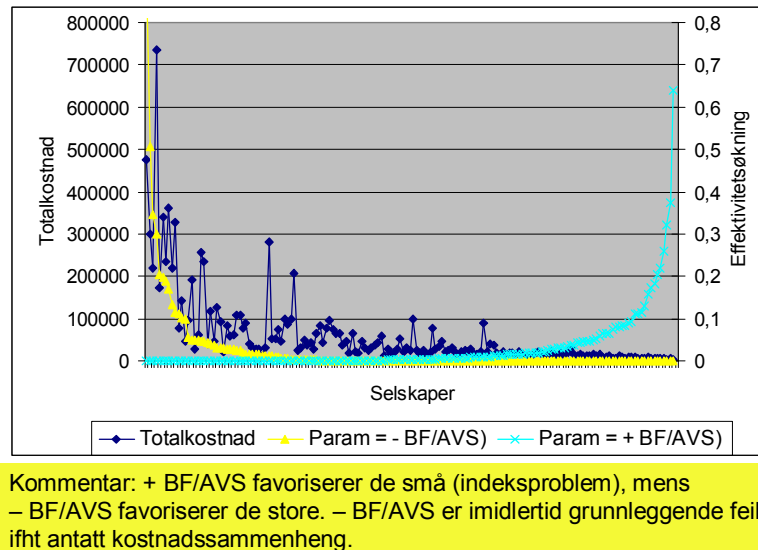
Figur 24: Aldersparameter \pm BF/AVS

Figur 25 illustrerer at selv med aldersindeksen lik forholdstallet Bokført / Avskrivning (dvs. aldersindeksen lik gjenværende levetid), vil resultatene være preget av ”konstante” forhold, ettersom det er liten variasjon i parameter-verdiene for selskapene. Dette skyldes i alle fall delvis at Bokført / Avskrivning er et forholdstall eller en indeks som ikke reflekterer absolutte størrelsesforskjeller mellom selskapene, slik som de andre output-parameterne i DEA-modellen gjør.



Figur 25: Aldersparameter med +

Dette illustreres også i figur 26, som viser hvilke selskaper som påvirkes mest ved introduksjon av en aldersindeks. Figuren viser at aldersindeksen Bokført / Avskrivning gir størst effekt for de små selskapene, målt ved størrelsen på total kostnad.

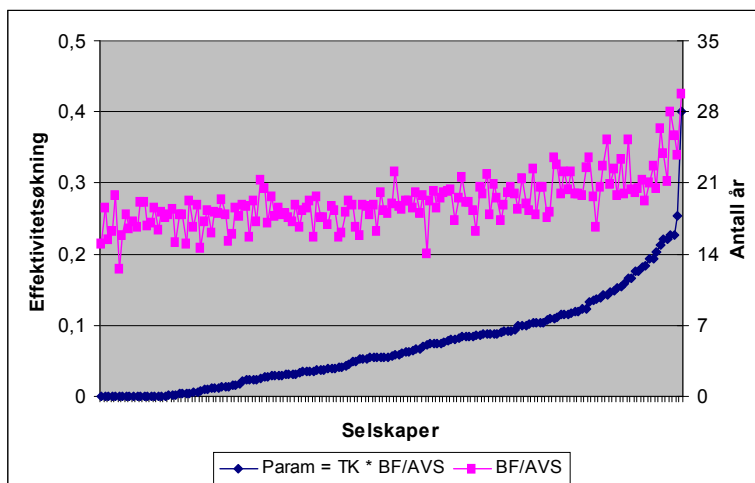


Figur 26: Hvem som påvirkes av aldersindeksen

Dette skyldes at aldersindeksen nettopp er en indeks, og ikke tar hensyn til selskapenes størrelse. Effekten av dette kan illustreres av følgende enkle eksempel: Hvis vi har to selskap i datasettet som er helt like, bortsett fra at det ene er dobbelt så stort som det andre, så vil det store selskapet ha dobbelt så høye kostnader som det små, dobbelt så mange abonnenter, MWh levert energi, km nett og forventet KILE. Aldersindeksene i de to selskapene vil imidlertid være identiske. Det små selskapet vil derfor fremstå som mer effektivt enn det store, og det er nettopp den effekten vi ser i figur 26.

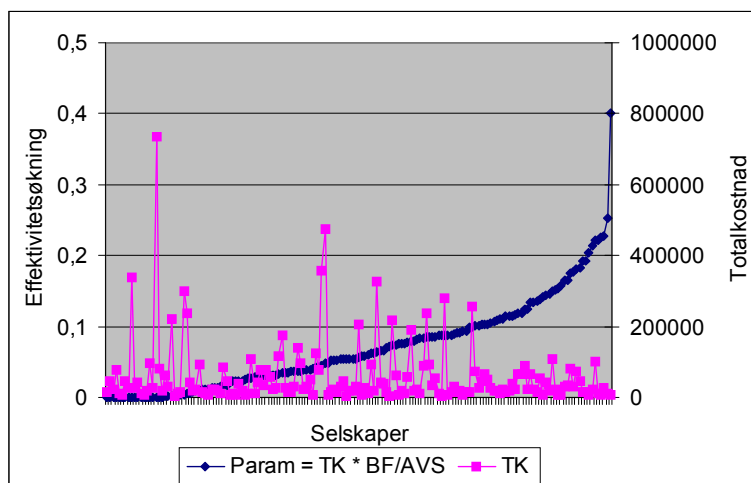
Ved bruk av indekser som output, favoriseres de små selskapene, og man bør derfor ikke bruke indekser direkte som output-variable. Indeksene kan imidlertid størrelsesjusteres, og en mulighet er å multiplisere indeksen med total kostnad (Dyson, 2001). Dette er vist i figur 27 og 28. Med en volumkorrigert aldersparameter vil flere selskaper påvirkes av parameteren, og det er heller ikke så tydelig favorisering av bestemte selskaper, selv om det fremdeles ser ut til å være de minste selskapene som har størst positiv effekt av aldersparameteren. En størrelsesjustert aldersparameter korrigerer derfor bedre for den

ulempen selskaper med nytt nett har når kapitalkostnader basert på bokførte verdier benyttes i DEA-analysene.



Kommentar: Flere selskaper blir påvirket av en volumkorrigert aldersparameter.

Figur 27: Volumkorrigert aldersparameter



Kommentar: Ikke så tydelig favorisering av bestemte selskaper.

Figur 28: Volumkorrigert aldersparameter og størrelse

7. Investeringsinsentiver

I Bjørndal og Johnsen (2004) så vi at reinvesteringsnivået i nettbransjen har vært svært lavt. I 2002 var gjennomsnittet ca. 0,5 % av nyverdien for de 17 selskapene vi fikk data for, og som representerer ca. 2/3 av nettkapitalen i bransjen. Vi diskuterte også at en mulig årsak til dette, er tidsforsinkelsen man har hatt i reguleringen. I reguleringsmodellen som har vært i bruk fra 1997 til 2006, tar det 3-7 år, avhengig av når man investerer i forhold til den femårige reguleringsperioden, før en investering inngår i kostnadsgrunnlaget for inntektsrammeberegningen. Dersom man ikke tar hensyn til kompensasjon for nyinvesteringer (og eventuelle kostnadsbesparelser i KILE og på drifts- og vedlikeholdskostnader), vil de inntektene en investering i seg selv genererer, medføre til dels betydelige nåverditap.

I den nye reguleringsmodellen fra 2007 er det foreslått å oppdatere kostnadsgrunnlaget hvert år, basert på regnskapene 2 år tilbake i tid. Dette vil i stor grad redusere nåverditapet pga. tidsetterslepet. I tillegg planlegger man å innføre en justeringsparameter for nyinvesteringer som en engangs-kompensasjon for å ta hensyn til at man bruker 2 år gamle regnskapstall i kostnadsgrunnlaget.

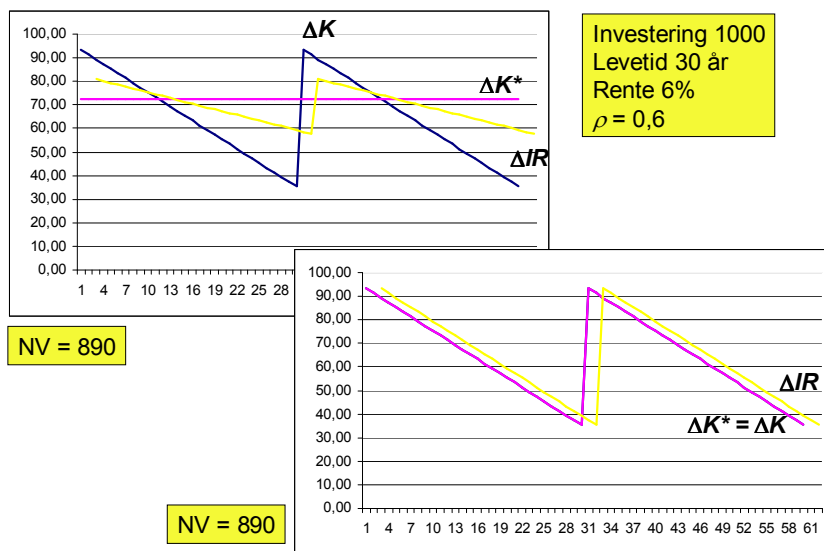
Den nye reguleringsmodellen innebærer imidlertid en større vektlegging av resultatene fra effektivitetsanalysene, og de kostnadsnormene disse innebærer. Investeringsinsentivene i reguleringsmodellen vil derfor i praksis være avhengig av hvordan DEA-resultatene påvirkes av selskapenes investeringer. En nyinvestering vil påvirke både selskapets regnskapsførte kostnader og output-verdier som levert energi, antall abonnenter og km nett. En ren reinvestering vil endre regnskapsførte kostnader, men ikke output-verdiene, med mindre man har en output som reflekterer selskapets alder (aldersparameter).

Endringen i inntektsrammen ΔIR som følge av en endring ΔK i kostnadsgrunnlaget og en endring ΔK^* i normkostnaden, kan skrives som:

$$\Delta IR = \rho \cdot \Delta K^* + (1-\rho) \cdot \Delta K = \Delta K + \rho \cdot (\Delta K^* - \Delta K)$$

I følgende svært stiliserte eksempel, ser vi kun på kapitalkostnader i form av avkastning og avskrivning. Vi ser på en investering på 1 000 som har en levetid på 30 år og der renten er 6 % (alle reelle størrelser). ρ antas å være lik 0,6. I figur 29 vises 2 slike

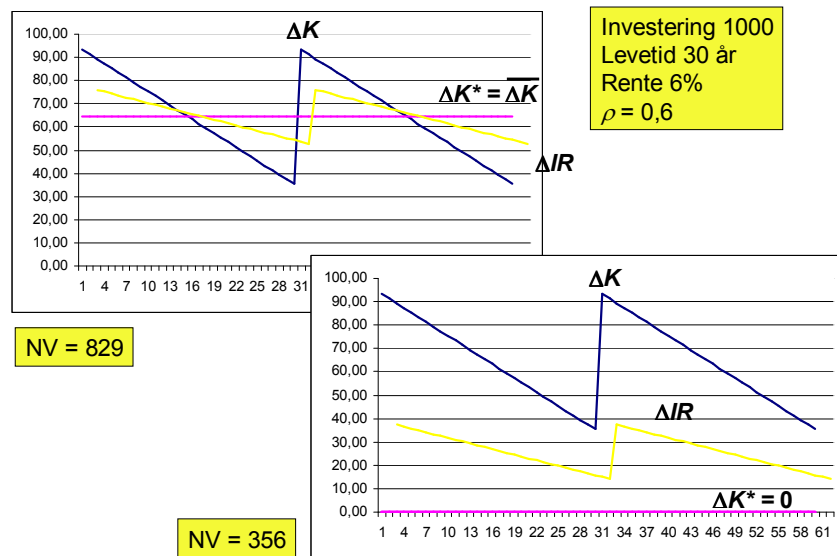
investeringsprosjekter som følger etter hverandre i tid. Figuren viser endring i kostnad, ΔK , endring i kostnadsnorm, ΔK^* , og endring i inntektsramme, ΔIR . I øverste delen antar vi at kostnadsnormen endres med annuitetsbeløpet tilsvarende en investering på 1 000 og en rente på 6 %. I nederste del antar vi at endringen i kostnadsnorm tilsvarende endringen i regnskapsførte kostnader, tilsvarende 30 års lineære avskrivninger og avkastning på 6 % på bokført kapital. Vi ser at i begge tilfeller gir investeringen en endring i inntektsrammen som har en nåverdi (for en investering over 30 år) på 890. At nåverdien blir 890 og ikke 1 000 skyldes tidsforsinkelsen i inntektsrammen på 2 år. Det er denne tidsforsinkelsen justeringsparameteren for nyinvesteringer skal kompensere for. Tidsprofilen på endringen i inntektsrammen i de to tilfellene blir imidlertid forskjellig. Eksemplet illustrerer også at det er mulig å ha en kostnadsnorm basert på nyverdier og annuitet og et kostnadsgrunnlag basert på lineære avskrivninger og bokførte verdier, så lenge man er konsistent over tid.



Figur 29: Investeringssensitiver – annuitet vs lineære avskrivninger

I figur 30, har vi vist nåverdien ved to alternative endringer i kostnadsnorm. I øverste del av figuren settes endringen i kostnadsnorm lik gjennomsnittet av kostnadsendringen over levetiden (30 år). En slik gjennomsnittlig kapitalkostnad vil være mindre enn annuitetsbeløpet, og vil derfor gi en inntektsrammeendring med en nåverdi som er mindre enn 890. I nederste del antar vi at endringen i kostnadsnorm som følge av investering er lik 0. Nåverdien blir da svært lav, og reflekterer at det kun er de 40 % av kostnadene som inngår i inntektsrammen gjennom kostnadsgrunnlaget som bidrar (og med en

tidsforsinkelse på 2 år blir nåverdien mindre enn 400). Det kan synes urealistisk med en endring i kostnadsnormen på 0 som følge av investering. Dette kan imidlertid bli tilfellet dersom ikke noen output-verdier endres som følge av investeringen, eller dersom det er slakk i output-betingelsene i LP-problemet (ref. figur 5 og 6). Skyggeprisen på økt output vil da være lik 0. (Merk at vi har forutsatt at det ikke er noen endringer i andre kostnader.)



Figur 30: Investeringsinsentiver – manglende kompensasjon i kostnadsnorm

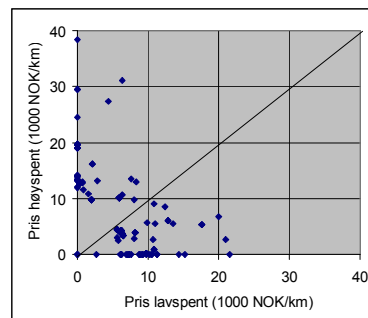
I figur 31 har vi sett nærmere på skyggeprisene i ulike modeller. Vi ser at verdien av skyggeprisene varierer mye, både mellom modell-varianter og mellom selskaper. Likeledes indikerer antall selskaper med skyggepris større enn 0 at en rekke skyggepriser faktisk er lik 0 (totalt antall selskaper i datasettet er ca. 165). Det er også interessant å se på forholdet mellom skyggeprisen for en km lavspent nett versus en km høyspent nett. For mange selskaper er denne sammenhengen ulogisk i den forstand at skyggeprisen på lavspent er høyere enn skyggeprisen på høyspent! Dvs. at det koster mer å bygge en km lavspent enn en km høyspent.

SNF-rapport nr. 37/06

	Modell	Output					
		Lavspent	Høyspent	LevertEnergi	Abbonenter	ForvKILE	AldersParam
Gj.snitt	CRS + Supereff	5,99	7,24	0,0180	1,419	2,01	-
	Aldersparam	3,41	2,86	0,0174	0,900	1,24	0,017
Max	CRS + Supereff	21,51	38,48	0,0815	2,733	5,60	-
	Aldersparam	20,05	38,48	0,0815	2,733	4,26	0,033
# >0	CRS + Supereff	131	131	79	143	146	-
	Aldersparam	103	80	112	135	115	148

Kommentar:
Skyggepriser under ulike modeller viser store forskjeller.
Forskjell mellom modellene.
Forskjell mellom selskapene.

Prisene er i noen tilfeller ikke intuitive: eks. høyspent /lavspent.



Figur 31: Skyggepriser

I figur 32 har vi vist skyggeprisene for Viken Energinett, og vi ser at den eneste outputvariabelen som har positiv skyggepris er antall abonnenter. Alle de andre outputfaktorene har skyggepris lik 0, og det skal til dels svært store endringer til før dette forandrer seg. For eksempel kan antall km høyspent øke med 3 615 km (fra 2 665 km) før skyggeprisen endrer seg. Dette betyr at det kun er endringer i abonnenter som gir Viken Energinett endret kostnadsnorm i denne modellen, og med det datasettet som er benyttet her (1996-1999).

Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
Kvantum referanseselskap Lavspent	16133	0	8010	8123	1E+30
Kvantum referanseselskap Høyspent	6280	0	2665	3615	1E+30
Kvantum referanseselskap Levert energi	8656968	0	8370401	286568	1E+30
Kvantum referanseselskap Abonnenter	303312	2,73	303313	1E+30	10040
Kvantum referanseselskap ForventetKILE	25727	0	14865	10862	1E+30
Selskapets egen vekt	-1,10578E-13	-93198	0	1	0

Figur 32: Skyggepriser og slakk – Viken Energinett

Som vist i figur 14-17, får en del små selskaper stor innflytelse på kostnadsnormen i CRS-modellen. Dette kan vi også se av de ulike referanseselskapene som etableres ved løsning av LP-problemene i beregningen av effektivitetstallene. Referanseselskapet til Viken i en CRS-modell med supereffektivitet er for eksempel 42,5 ganger Rygge Elverk. Med så stor multiplikator, har vi sett på effekten av å endre kostnaden i Rygge Elverk.

SNF-rapport nr. 37/06

Dette er vist i figur 33. Endringen i kostnad i Rygge vil endre effektivitetstallet til både Rygge og Viken, og tilhørende normkostnad for begge. Nettoeffekten av å øke kostnaden i Rygge med ca. 1,6 millioner kroner (dKostnad lik 1 630) er en samlet økning i overskudd på ca. 10,5 millioner kroner (Netto lik 10 554).

	Kostnad	Effektivitet	Norm	IR
Viken	735761	1,126669	828959	791680
Rygge	19442	1,026347	19954	19749
+8,4% Rygge	21072	0,991701	20897	20967
Ny Viken	735761	1,151511	847237	802647
dKostnad	1630			
dIR Rygge	1218			
dIR Viken	10967			
Netto	10554			

Figur 33: Endring i kostnad, norm og inntektsramme – kombinasjon Viken / Rygge

8. Konklusjoner

DEA-modellen er ikke enkel, ikke nødvendigvis riktig, og ikke robust for målefeil. De korreksjoner og tilleggsmodeller som er foreslått i NVE 2005a (SFA-modeller, vektbegrensninger etc.), krever dessuten kunnskaper om kostnadsstrukturer. Når en effektivitetsmodell skal utarbeides, må man ha en forståelse for underliggende kostnadsstrukturer. Dette er illustrert i diskusjonen av aldersparameter i avsnitt 6. Hvis man legger til en vilkårlig parameter i DEA-modellen, vil modell og resultater endres. Spørsmålet er om endringen er fornuftig, og man kan ikke svare på det uten å ha en formening om hvordan kostnadsstrukturen er.

Som følge av den usikkerheten som er omkring kvaliteten på DEA-modellen, vil vi anbefale at man starter forsiktig, og vurderer verdien på ρ , i alle fall i en overgangsperiode. Videre bør man dele på datamateriale og modeller for å forsikre seg om at effektivitetsmodellen er god nok for reguleringsformålet.

Noen viktige utfordringer ved videre utvikling av normkostnadsmodellen, er hvordan man skal behandle kapitalkostnader, om man bør gå over til nyverdier eller inkludere en aldersparameter i DEA-modellen. For å sikre sammenlignbarhet, må man finne gode "geografivariable" som tar hensyn til selskapenes ulike rammebetingelser, likeledes er det viktig at oppgavedefinisjonen er ens, dvs. at selskapene som sammenlignes, utfører sammenlignbare oppgaver innenfor den regulerte inntekten. Eventuelle forskjeller må reflekteres i output-variablene. Man må også bestemme hvordan kvalitet og kvalitetskostnader (effektiv KILE) kan inkluderes i normmodellen. Med sterkere vekt på normert inntekt i inntektsrammen, bør man også vurdere å styrke kvalitetsmekanismene i reguleringen. Vi mener også at implementering av supereffektivitet og normering av gjennomsnittlig effektivitet er viktig for å sikre incentiver til kostnadseffektivisering og mulighet for gjennomsnittlig effektive selskaper til å oppnå normalavkastning over tid i nettbransjen. Dette vil være viktig for bransjens attraktivitet og utvikling.

Referanser

Bjørndal, Endre og Mette Bjørndal (2005): ”Effektivitetsmåling av nettselskaper i kraftsektoren – kommentarer til ny reguleringsmodell fra 2007”, NHH/SNF 2005.

Bjørndal, Endre, Mette Bjørndal og Trond Bjørnenak (2004): ”Effektivitetskrav og kostnadgruppering”, SNF-rapport nr. 23/04.

Bjørndal, Mette, Trond Bjørnenak og Thore Johnsen (2003): ”Aktivitetsbasert kalkulasjon for regulerte tjenester”, SNF-rapport nr. 33/03.

Bjørndal, Mette og Thore Johnsen (2004): ”Nyverdibaserte nettrelaterte kostnader”, SNF-rapport nr. 24/04.

Dyson, R.G., R. Allen, A.S. Camanho, V.V. Podinovski, C.S. Sarrico, E.A. Shale (2001): ”Pitfalls and Protocols in DEA”, *European Journal of Operational Research*, 132, 245-259.

NVE (2004): ”Prinsipper for regulering av nettvirksomhetens inntekter. NVEs vurderinger og innspill til fastleggelse av prinsipper og rammer for økonomisk regulering av nettvirksomheten fra 2007.” NVE-rapport nr. 4/2004.

NVE (2005a): ”Den økonomiske reguleringen av nettvirksomheten. Forslag til endring av forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, m.v. Høringsdokument 1. juli 2005.” NVE-dokument 9/2005.

NVE (2005b): ”Effektivitetsanalyser av nettvirksomheten fra 2007. utfordringer og prosessen videre.” Medlemsseminar KS Bedrift / FSN, 6. sept. 2005.

Sand, Kjell (2004): ”Håndtering av leveringskvalitet og HMS i en normmodell”, SINTEF Energiforskning.