



Notat

Til:	Referansegruppen for videreutvikling av normkostnadsmodellene
Fra:	Stig Olav Wiull
Ansvarlig:	Thor Erik Grammeltvedt
Dato:	19.2.2008
Saksnr.:	NVE

Innføring av vektrestriksjoner i NVEs DEA-modell for distribusjonsnettene

Sammendrag

NVE ønsker som en del av arbeidet med å videreutvikle normkostnadsmodellen for distribusjonsnettet å undersøke muligheten for å benytte vektrestriksjoner til å bøte på problemer som kan oppstå på grunn av at det er slakk i DEA-modellen som benyttes. Det er også ønskelig å se på om vektrestriksjoner kan anvendes til å kontrollere at enkeltvariabler ikke gir uforholdsmessig store utslag på resultatene.

I notatet vurderes bruken av vektrestriksjoner i DEA-modellen som ligger til grunn for beregningen av selskapenes normkostnad i distribusjonsnettet. Notatet gir bakgrunnsinformasjon om temaet, og skal danne grunnlag for videre diskusjon og vurdering vedrørende bruk av vektrestriksjoner i DEA-modellen for distribusjonsnettene. Notatet distribueres til deltakerne i referansegruppene for videreutvikling av normkostnadsmodellene for nettvirksomheten slik at referansegruppen kan bistå NVE i å vurdere om vektene er fornuftige, og om de bygger på realistiske antagelser og riktig grunnlag.

Vektrestriksjoner kan benyttes for å redusere omfanget av slakk eller betydningen av enkeltvariable på det samlede resultatet i DEA. I dette notatet forklares hvordan vektrestriksjoner kan benyttes og hvilke vektrestriksjoner som er mest aktuelle, samt hvilke spørsmål det må tas stilling til for at disse kan innføres.

Slakk oppstår når selskaper blir målt mot et punkt på en front mellom en av aksene og det nærmeste frontselskapet. Det fører til at selskapene får et høyere DEA-resultat enn om de hadde vært målt mot en front som består av kombinasjoner av flere frontselskaper. Det betyr også at selskapene opp til et visst nivå kan øke en output- eller oppgavevariabel som de har slakk i uten at dette påvirker DEA-resultatet. Det betyr at skyggeprisen, som sier noe om hvordan en økning i en oppgavevariabel påvirker DEA-resultatet, er null i dette området.

For å redusere omfanget av slakk er det mulig å innføre *vektrestriksjoner*, for å utnytte informasjon som ikke ligger i DEA-modellen. Dette kan blant annet være informasjon om det relative kostnadsforholdet mellom variabler som inngår i analysene. En vektrestriksjon kan bidra til at selskap som har slakk i en variabel også står overfor en positiv skyggepris. Vektrestriksjonene som benyttes bør derfor i størst mulig grad være relatert til det faktiske forholdet mellom de variablene som begrensningen settes mellom.

Innføring av nye variable eller kostnadsdrivere i DEA-analysene, vil for noen selskaper kunne bety større endringer i DEA-resultatet enn den påvirkning det er rimelig å anta at disse variablene faktisk har

på kostnadene. Ved å innføre vektrestriksjoner knyttet til disse variablene kan utslaget på DEA-resultatet reduseres.

For å redusere slakk i modellen foreslås det å innføre vektrestriksjoner mellom høyspent linjelengder og nettstasjoner, nettstasjoner og grensesnittvariabelen, fritidsboligabonnementer og øvrige abonnementer og nettstasjoner og abonnementer utenom fritidsboligabonnementer.

- Vektrestriksjonen mellom høyspentlinjer og nettstasjoner er basert på en gjennomsnittskostnad på 419 000 kroner pr km høyspentlinje og en gjennomsnittskostnad per nettstasjon på 146 640 kroner. Det relative forholdet mellom de to variablene er dermed $(419/146,64)$ og vektrestriksjonen er satt med en nedre og øvre grense på $[1/3*(419/146,64), 3*(419/146,64)]$.
- Grensesnittvariabelen er beregnet som en årlig kostnad inklusive drift- og vedlikehold. Den årlige kostnaden knyttet til nettstasjoner er beregnet til 14 466 kroner. Det relative forholdet mellom de to variablene er dermed $(1\,000/14\,466)$ og vektrestriksjonen er satt med en nedre og øvre grense på $[1/3*(1/14,466), 3*(1/14,466)]$.
- Det er antatt at kostnadene ved en fritidsboligabonnt i gjennomsnitt er omtrent den samme som for andre abonnenter. Det relative forholdet mellom de variablene er dermed satt til $(1/1)$ med en øvre og nedre grense og vektrestriksjonen er satt med en nedre og øvre grense på $[1/3, 3]$.
- En vektrestriksjon mellom nettstasjoner og abonnementer er basert på en gjennomsnittlig årlig kostnad på 14 466 og 1 490 kroner for henholdsvis en nettstasjon og en kunde. Det relative forholdet mellom dem blir dermed $(14,466/1,49)$, og vektrestriksjonen er satt med en øvre og en nedre grense på $[1/6*14,466/1,49, 6*14,466/1,49]$

De enkelte beskrankningene gir isolert sett ikke veldig store utslag. De fanger opp mange selskaper litt, og noen selskaper mye. Det er viktig å understreke at vektrestriksjonene er globale. Det vil si at de virker på alle selskaper som ligger utenfor båndet for restriksjonen mellom to variabler. Dette fører til at begrensningene også kan få virkning for selskaper som i utgangspunktet har positiv skyggepris på variablene. De store reduksjonene i DEA-resultatet kommer imidlertid for selskaper der skyggeprisen er null dvs. med slakk i de aktuelle variablene.

Klima- og geografivariablene tar utgangspunkt i hvor stor andel av det enkelte selskap sine linjer som er utsatt for virkningen av denne variabelen. For å kontrollere virkningen på resultatene foreslås det å innføre restriksjoner mellom høyspentlinjelengder og geografivariablene for skog, snø og kystnærhet. For alle de tre geografivariablene er det lagt en begrensning på skyggeprisen på geografivariabelen relativt til skyggeprisen på høyspentlinjer. Begrensningen legger til grunn at kostnadene for et selskap ikke kan bli mer enn dobbelt så høye som følge av geografivariablene. Det vil si at en km. mer med høyspentnett utsatt for en type geografi ikke får lov til å øke selskapets kostnader med mer enn det dobbelte av en km. mer med høyspentnett uten geografi. Dette gjøres gjennom at det legges en maksimumsbegrensning på skyggeprisen til geografivariabelen, som sier at skyggeprisen til geografivariabelen ganger maksimumsverdien på geografivariabelen ikke kan være mer en to ganger høyere enn skyggeprisen på høyspentlinjer.

Skogvariabelen er en andelsvariabel og i teorien kan 100 prosent av luftnettet være skogutsatt. Siden omtrent halvparten av høyspentnettet i Norge er luftlinjer, i 2005, er maksimumsverdien for skogvariabelen satt til 50 (100/2). Det betyr at skyggeprisen på skogvariabelen ikke kan være mer enn 0,04 ganger skyggeprisen på høyspentlinjer ($\sigma_{\text{skog}} * 50 < 2 * \sigma_{\text{hs}} \leftrightarrow \sigma_{\text{skog}} < 0,04 * \sigma_{\text{hs}}$).

- Maksimal årlig snømengde er i datasettet 757. Siden nesten halvparten av høyspentnettet i Norge er luftlinjer, i 2005, er maksimumsverdien for snøvariabelen satt til 378,5 (757/2). Det betyr at skyggeprisen på snøvariabelen ikke kan være mer enn 0,0053 ganger skyggeprisen på høyspentlinjer ($\sigma_{\text{snø}} * 378,5 < 2 * \sigma_{\text{hs}} \leftrightarrow \sigma_{\text{snø}} < 0,0053 * \sigma_{\text{hs}}$).
- Maksimal størrelse på kystnærhetsvariabelen i datasettet er lik 0,11. Siden ca. halvparten av høyspentnettet i Norge i 2005 var luftlinjer er maksimumsverdien for kystnærhet satt til 0,055

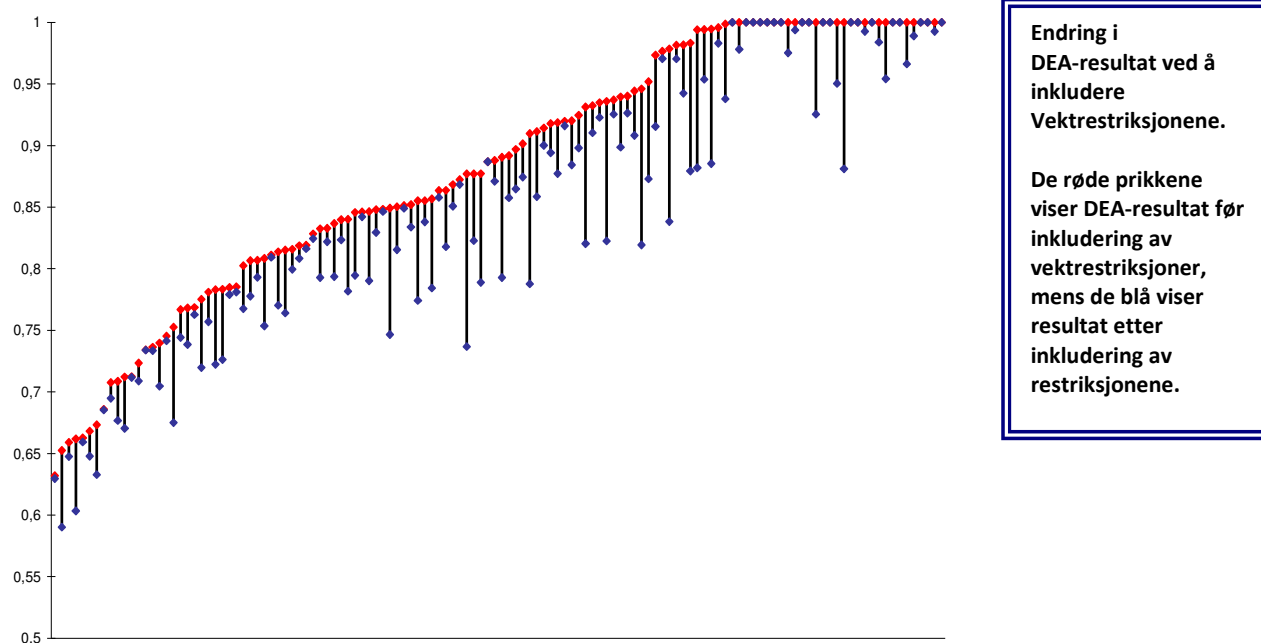
(0,11/2). Det betyr at skyggeprisen på kystnærhet ikke kan være mer enn 36,364 ganger skyggeprisen på høyspentlinjer ($\sigma_{snø} * 0,055 < 2 * \sigma_{hs} \leftrightarrow \sigma_{snø} < 36,364 * \sigma_{hs}$).

Analysene viser at disse begrensningene i hovedsak reduserer DEA-resultatet for de selskapene som i utgangspunktet fikk stor økning i DEA-resultat sitt ved innføringen av den enkelte geografivariabelen. Samtidig er det viktig i det videre arbeidet å foreta en nøye vurdering av om vektrestriksjonen fanger opp selskap der reduksjonen i DEA-resultatet ikke kan forklares ut fra de geografiske forholdene.

Tabell 1 – Oppsummering av endringer

	Effektivitet
Endring i gjennomsnittseffektiviteten	-3,28 %
Antall selskaper med redusert effektivitet	110
Største reduksjon i effektivitet	-14,48 %
Reduksjon i effektive selskaper	13
Antall selskaper med reduksjon på mellom 10 og 15 prosent	11
Antall selskaper med reduksjon på mellom 5 og 10 prosent	20
Antall selskaper med reduksjon på mellom 3 og 5 prosent	23
Antall selskaper med reduksjon på mellom 1 og 3 prosent	33
Antall med reduksjon på mindre enn 1 prosent	24

Den samlede virkningen av å innføre alle vektrestriksjonene er oppsummert i tabell 1. Vi ser at 54 av selskapene får redusert sitt DEA-resultat med mer enn 3 prosent, samtidig som figur 1 illustrer at det i hovedsak er selskaper som i utgangspunktet har et høyt DEA-resultat som får den største reduksjonen. Dette innebærer at innføring av vektrestriksjoner fører med seg en omfordeling av inntektsrammer fra selskaper med relativ høyt DEA-resultat til selskaper som i utgangspunktet har et lavere DEA-resultat.



Figur 1 – Endring i effektivitet ved innføring av alle vektrestriksjonene

Dette notatet viser betydningen og konsekvensen av å innføre vektrestriksjoner i DEA-modellen som ligger til grunn for beregningen av normkostnadene for distribusjonsnettet. Før det konkluderes om, og eventuelt hvilke vektrestriksjoner som bør innføres må det vurderes om de vektene som er foreslått er

fornuftige, og om de basert på riktig grunnlag og realistiske antagelser. Det bør også vurderes om det kanskje finnes andre alternative løsningstilnærminger til problemene vi søker å løse.

Det betyr at en i samarbeid med nettselskapene og andre interessenter, i første omgang gjennom referansegruppen for videreutvikling av normmodellene for nettvirksomheten, bør vurdere grunnlaget og validiteten av de vektrestriksjonene som her foreslås. Spesielt bør en vurdere følgende:

- For nettstasjoner vs høyspentlinjer bør en vurdere om gjennomsnittsprisene, og om båndet for de to variablene som er lagt til grunn er satt fornuftig.
- For grensesnittvariabelen bør en vurdere om det heller bør innføres en maksimumsbegrensning på linje med det som gjøres for geografivariablene.
- For fritidsabonnenter vs. øvrige abonnenter må en vurdere om forutsetningen om at kostnadene ved en fritidsabonnent i gjennomsnitt er identisk med andre abonnenter er riktig.
- For vektrestriksjonen mellom nettstasjoner og antall abonnenter bør det vurderes om grunnlaget for de beregnede årlige kostnadene er riktig. Det bør også vurderes om båndet som settes på restriksjonen er riktig.
- Når det gjelder vektrestriksjonene for geografivariablene bør flere forhold vurderes. For det første bør det vurderes om maksimumsverdien som legges til grunn for de ulike variablene er fornuftig. For det andre bør det vurderes om forutsetningen om at en endring i geografi-variablene ikke skal gi en endring i DEA-resultatet på mer enn det dobbelte av det en økning i høyspentlinjer gir er rimelig. I tillegg bør det vurderes om det er riktig å legge gjennomsnittlig andel av luftlinjer til grunn ved beregning av begrensningen, eller om det finnes andre bedre løsninger.

I resten av dette notatet gis en teoretisk gjennomgang av vektrestriksjoner i DEA, en vurdering av behovet for vektrestriksjoner i modellen og bredere begrunnelse for de vektrestriksjonene som er forsøkt inkludert.

Først gis en teoretisk innledning om bruk av vektrestriksjoner, som følges av en gjennomgang av DEA-modellen for distribusjonsnett for å avdekke hvilke av modellens variabler det kan være hensiktsmessig å innføre vektrestriksjoner mellom. I kapittel 3 og 4 følger en gjennomgang og begrunnelse for syv forslag til vektbegrensninger mellom variabler i modellen og en evaluering av virkningen av disse. I kapittel 5 analyseres virkningene av å innføre samtlige av de foreslåtte beskrankningene i samme analyse. Herunder vurderes også virkningen av to forskjellige kombinasjoner av de foreslåtte restriksjonene. Tilslutt følger en oppsummering av resultatene.

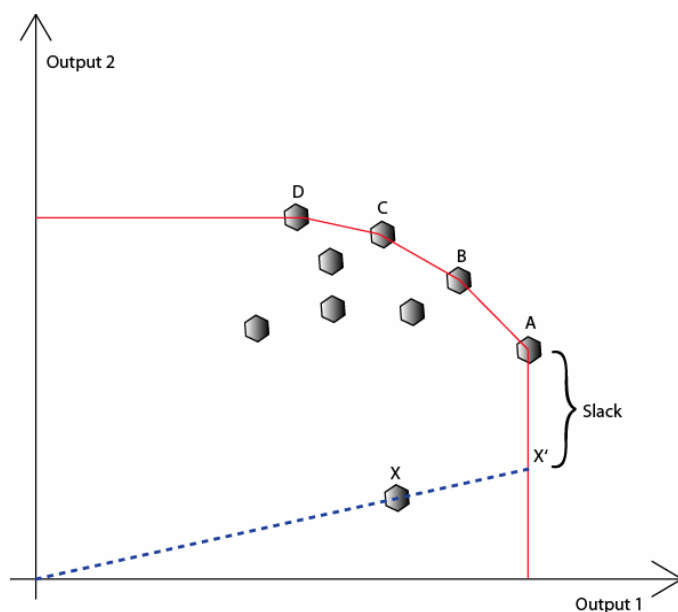
Innhold

SAMMENDRAG.....	1
1 SLAKK I DEA	6
2 MODELL FOR SAMMENLIGNING AV NORSKE DISTRIBUSJONSNETT	9
2.1 SLAKK I DISTRIBUSJONSNETTSMODELLEN	9
2.1.1 Oppsummering	13
3 VEKTBEGRENSNINGER FOR STØRRELSES- OG STRUKTURVARIABLE.....	15
3.1 HØYSPENT LINJELENGDER VS NETTSTASJONER.....	16
3.2 GRENSESNIITT VS NETTSTASJONER	18
3.3 FRITIDSBOLIGABONNEMENTER VS ØVRIGE ABONNEMENTER	19
3.4 NETTSTASJONER VS ABONNEMENTER	20
4 VEKSTRESTRIKSJONER FOR GEOGRAFIVARIABLENE	23
4.1 SKOG VS HØYSPENT LINJELENGDER	23
4.2 SNØ VS HØYSPENT LINJELENGDER	25
4.3 KYSTNÆRHET VS HØYSPENT LINJELENGDER.....	27
5 SAMLET VIRKNING AV VEKSTRESTRIKSJONENE	31
5.1 EN SAMLET VURDERING – DEL I.....	31
5.2 EN SAMLET VURDERING – DEL II	32
5.3 EN SAMLET VURDERING – DEL III.....	33
6 OPPSUMMERING	37
VEDLEGG 1 – VEKSTRESTRIKSJONER SOM ER BENYTTET.....	39
VEDLEGG 2 – EMS OG BRUK AV VEKSTRESTRIKSJONER.....	40
REFERANSER	43

1 Slakk i DEA

DEA-metoden beregner effektiviteten til en enhet ved å se på hvor mye den får ut av de ressursene den har til rådighet sammenlignet med andre sammenliknbare enheter. Hvert selskap sammenliknes ned en front som består av de selskapene som får mest ut av ressursene og er konstruert slik at alle selskapene sammenliknes med et punkt med samme oppgaver som en selv.¹

Dersom det eksisterer enheter som er veldig ulike de andre i datasettet kan dette medføre at den delen av DEA-fronten som disse selskapene sammenlignes med er beregnet ut fra de beste av et lite antall observasjoner.



Figur 2 – DEA-front i to outputretninger + en input, med konstant skalaufbytte

Figur 2 illustrerer dette. For å forenkle beskrivelsen antar vi at alle enhetene både på og innenfor fronten i figuren har nøyaktig samme input eller kostnad. Punktene/selskapene som definerer fronten har fått navnene A, B, C og D. Det betyr at det ikke finnes selskaper i utvalget som klarer å produsere mer av outputvariablene til den samme eller lavere kostnad (input). Enhetene innenfor fronten er å anse som mindre effektive fordi det finnes andre observasjoner, eller kombinasjoner av dem som klarer å produsere mer av begge outputene til samme kostnad.

Selskapet x er innenfor fronten og er derfor ikke effektiv. For å finne selskapets effektivitetstall må vi se hvor mange prosent vi må øke hver outputvariabel med for at selskapet skal nå fronten. Formelen for effektivitetstallet i outputretning er $1/(1+\text{forbedringsprosenten})$. Hvis vi kan øke begge outputvariabler med 50 prosent blir effektivitetstallet lik $1/(1 + 0,5) = 0,67$.. dvs. 67 prosent. Det betyr at dersom selskapet øker begge outputvariablene med 50 prosent så vil enheten nå opp til punktet x' ("x-merket") i figur 2. (Farrell, 1957).

I x' måles selskap x som like effektiv som selskap A på tross av at selskapene bruker like mye ressurser og produserer like mye av Output 1, men mindre av "Output 2". Det er dette som kalles *slakk*. Når selskap x bruker samme mengde ressurser som A, må den også kunne produsere like mye av begge outputene. Det betyr at effektivitetstallet ikke fanger opp all ineffektiviteten til observasjon x. Grunnen til dette er at DEA-beregningen ikke har nok informasjon om den delen av fronten selskapet måles mot. Effektivitetstallet måler med andre ord hvor mye man kan øke produksjonen av

¹ DEA lager en tettest mulig konveks omhylling av datasettet (i tillegg kommer den oftest uproblematisk antakelsen om fri avhenging).

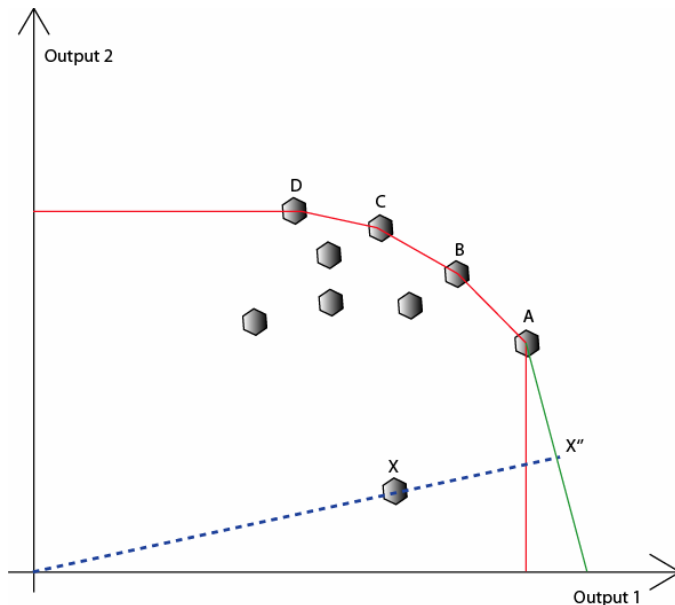
begge outputs prosentvis like mye, og slakk blir dermed ikke tatt med. (Battese, Coelli og Prasada Rao, 1998).

I DEA vil en for hvert selskap og hver variabel kunne beregne hvor mye den målte effektiviteten til observasjonen vil øke dersom outputvariabelen økes med en enhet. Denne marginale økningen kalles for skyggeprisen til den aktuelle variabelen. I figur 2 ser vi at en marginal endring i output 2 for enhet x ikke vil gi noen endring i DEA-resultatet. Skyggeprisen for denne variabelen er dermed null for dette selskapet.

Når vi skal benytte DEA-resultatene til å fastsette selskapenes kostnadsnorm er dette uheldig av to grunner. For det første vil selskap x antakelig komme for godt ut ved fastsettelsen av normkostnaden. For det andre vil eksistensen av slakk kunne føre til at selskap A kan øke sine kostnader uten å falle under fronten.

Et hjelpemiddel for å redusere omfanget av slakk er å innføre *vektbegrensninger*. Hvis vi har informasjon om det relative kostnadsforholdet mellom variabler som inngår i analysene, kan denne informasjonen i mange tilfeller benyttes ved å inkludere vektbegrensninger i modellen.

Vektbegrensningene kan med andre ord knyttes til det relative forholdet mellom to outputvariabler. Det vil si at hvis output 1 reduseres med en enhet, hvor mye må output 2 økes med for at selskapet fremdeles skal ligge på fronten. I økonomisk teori kalles dette for det marginale bytteforholdet mellom to variable som inngår i en produksjonsprosess.



Figur 3 – DEA-front med vektbegrensning

Dersom vi har informasjon som sier noe om bytteforholdet mellom output 1 og 2, kan dette brukes til å legge en restriksjon på den relative virkningen mellom variablene. I praksis gjøres dette ved å legge inn en vektbegrensning på forholdet mellom skyggeprisene til de to outputvariablene. Begrensningen er illustrert ved det grønne linjestykket i figur 3. Dette utvider produksjonsmulighetsområdet, og gjør dermed at observasjon x blir vurdert strengere – og hvis det er gjort korrekt; mer rettferdig.

Når det skal vurderes å bruke vektrestriksjoner for å redusere slakk, og når selve begrensningen skal vurderes er det viktig å ha i mente at vektrestriksjonene er globale. Det vil si at de gjelder for alle selskaper, og ikke bare de uten skyggepris på de berørte variablene. Innføring av en for streng begrensning kan dermed føre til at selskaper blir målt mot en front som er for streng. Man kan altså ende opp med å innføre et nytt problem i bekjempelsen av et annet. Det er derfor essensielt at vektrestriksjonene som nyttes for å "stramme opp" modellen i tillegg til å være logiske og forståelige, sier noe om det sanne forholdet mellom variablene som begrensningen settes mellom. På den annen side

blir det heller ikke riktig å forkaste eller ”myke opp” for mye begrensinger som er riktige kun fordi man ønsker å unngå en slik feil.

En annen ting som må tas med i betraktningen er at begrensningen kun har virkning for de selskapene som har skyggepris på en av variablene som begrensningen settes mellom. Dersom selskap x, i eksemplet over, verken har skyggepris på output 1 eller 2 vil heller ikke innføring av en begrensning på skyggeprisen mellom dem ha virkning for selskap x.

2 Modell for sammenligning av norske distribusjonsnett

DEA-modellen som benyttes for å sammenligne selskapenes distribusjonsnett inneholder ni variabler som beskriver selskapenes forsyningsoppgave, i tillegg til inputvariabelen kostnader. De ni outputvariablene er:

1. Km. høyspent linjelengder
2. Antall nettstasjoner
3. Grensesnitt
4. Antall fritidsboligabonnementer
5. Øvrige abonnementer
6. Levert energi
7. Skog
8. Snø
9. Kystnærhet

De tre første er variabler sier noe om forskjeller i omfanget i den oppgaven det enkelte selskap står overfor – de enkelte områdenes infrastrukturbehov. Grensesnittvariabelen skal fange opp selskap som utfører og kostnadsfører regionalnettsoppgaver i distribusjonsnettet². Både km. høyspent linjelengder og nettstasjoner skal fange opp størrelsen på og kompleksiteten i selskapets overføringsoppgave.

De tre neste variablene sier noe om etterspørselen som blir rettet mot selskapene. De sier både noe om antall kunder totalt, antall fritidsbolig- og hyttekunder³ og størrelsen på etterspørselen. Antall abonnementer og levert energi sier sammen noe om hvor krevende selskapets kunder er. Kombinert med antall nettstasjoner og km. høyspent linjelengder sier antall kunder også noe om hvor sentrert selskapenes kunder er plassert i geografien og hvor griskrendt selskapenes forsyningsområde er.

De tre siste variablene skal fange opp forskjeller i geografiske rammevilkår. Skogvariabelen sier noe om hvor stor andel av selskapets nett som går gjennom skog med svært høy eller høy bonitet. Det vil si at den skal fange opp selskaper som er utsatt for mye fortvoksende skog. Snøvariabelen forteller hvor utsatt selskapet er for snø, og snørelaterte kostnader. Kystnærhetsvariabelen består av vindbelastning og den inverse av avstand til kyst. Den fanger opp selskap som ligger nært kysten og problematikk knyttet til det.

Dette gir en forholdsvis omfattende modell, som fanger opp mange relevante kostnadsdrivende forhold. Samtidig åpner bruken av så mange variable for at det er flere selskaper som er spesielle i en eller annen dimensjon og dermed får være med på å definere fronten for andre. Modeller med mange produktvariabler har derfor ofte mer slakk enn modeller med få variabler fordi de har flere dimensjoner og dermed potensielt flere endestykker, ”skjørtekanter”, med lite eller ingen informasjon.

2.1 Slakk i distribusjonsnettsmodellen

For å vurdere om det er hensiktsmessig å innføre vektrestriksjoner i distribusjonsnettsmodellen, og for å vurdere hvilke variabler det er formålstjenelig å innføre vektrestriksjoner mellom har vi studert slakk

² Bakgrunnen for variabelen er at bransjen ikke er enig om hvor grenseskillet mellom regional- og distribusjonsnett skal gå.

³ Det antas at fritidsboligkunder påvirker selskapenes resultater i de sammenlignende analysene i en negativ retning. Dette antas fordi slike kunder vanligvis har samme effektetterspørsel som vanlige husholdningskunder, men mye lavere brukstid. Noe som fører til høye kapitalkostnader og lite levert energi. Slike kunder er derfor tatt inn som en egen variabel i analysene.

og skyggepriser som rapporteres fra DEA-kjøringer. I tabellen under gjengis antall selskap med slakk i de forskjellige produktdimensjonene for 2004 og 2005.

I tabellen ser vi at det er slakk i alle produktretningene. Det ser ut til at det i 2005 er minst slakk i nettstasjoner og skog, mens det i 2004 er abonnementer og skog som har minst slakk. Et dykk i dataene bak resultatene viser at forskjellen sannsynligvis kan knyttes til endring i hvilke selskaper som er referanseverk i de to årene.

Av tabell 2 fremgår det at det er relativt mye slakk i alle dimensjoner. De fleste selskap har imidlertid skyggepris på en eller flere av grunnvariablene – nettstasjoner, høyspent linjelengder, levert energi, abonnementer og grensesnitt – og at de som ikke har det, har skyggepris på en eller flere av geografivariablene. Det vil derfor være mest fornuftig å innføre vektbegrensninger mellom de variablene som mange selskaper ikke har skyggepris på og de som har mange har skyggepris på.

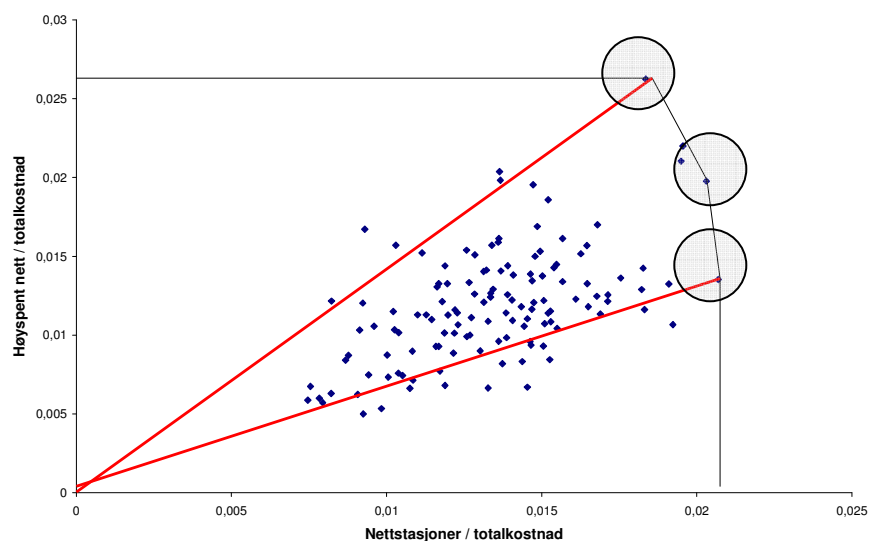
Tabell 2 – Antall selskaper med slakk i de forskjellige produktvariablene

Variabel	2004	2005
Nettstasjoner	46	38
Høyspent linjelengder	54	60
Levert energi	51	49
Fritidsboligabonnementer	55	50
Abonnementer	39	53
Grensesnitt	51	52
Skog	27	31
Snø	56	63
Kystnærhet	65	66

I tillegg til å se på antall enheter med slakk har vi vurdert grafiske plott der de forskjellige variablene dividert på totalkostnaden er plottet mot hverandre. Plottene gir begrenset informasjon fordi de kun viser hvordan to produktvariabler forholder seg til hverandre. De kan imidlertid gi en pekepinn på i hvilke dimensjoner det er mest slakk og mellom hvilke variabler det er lurt å legge inn begrensninger.

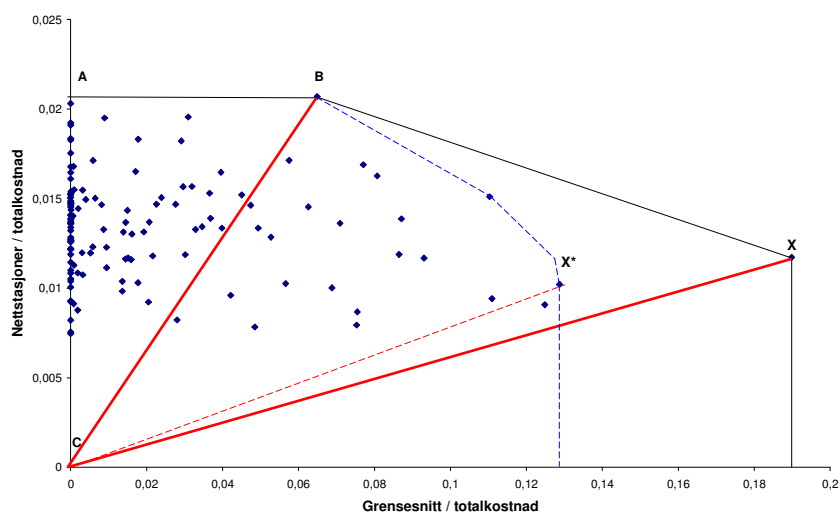
I figurene 4 til 7 har vi presentert ulike plott og hvilke informasjon disse gir oss. I figur 4, på neste side, ser vi hvordan fronten hadde sett ut dersom høyspent linjelengder og nettstasjoner hadde vært de eneste outputvariablene i modellen. Fronten er veldefinert, og det ser ut til å være få selskaper med slakk i denne dimensjonen – det vil si at det er få selskap som ligger utenfor kjeglen mellom de røde linjene i figur 4.

Fronten er imidlertid definert av noen få selskaper som har både mye høyspent linjelengder og nettstasjoner per kostnadskrone, samtidig som disse får mye mer høyspentnett og nettstasjoner ut av ressursene sine enn resten. Disse selskapene er det tegnet en ring rundt i figuren. Fronten blir likevel veldefinert fordi det ser ut til å være en positiv korrelasjon mellom høyspentnett og nettstasjoner. Selskap med mye høyspentnett per kostnadskrone også har mye nettstasjoner per kostnadskrone. Det er ingen selskaper som har mye nettstasjoner og lite høyspentnett eller motsatt.



Figur 4 – Høyspent linjelengder og nettstasjoner

I figur 5 er nettstasjoner og grensesnitt per krone i kostnader tegnet inn. Her ser vi at det spesielt er et selskap som skiller seg ut i grensesnittdimensjonen. Dette selskapet har ekstremt stor verdi på grensesnitt dividert på total kostnader, noe som er et varseltegn om at det er noe galt med dataene til selskapet. NVE har etter kontrollbesøk⁴ hos det aktuelle selskapet kommet til at grensesnittvariabelen til selskapet er for høy. Dersom variabelen korrigeres flyttes det ekstreme verket fra X til X*. Korreksjonen fører til at fronten flytter seg – endringen er illustrert ved den blå, stiplede fronten.



Figur 5 – Nettstasjoner og grensesnitt

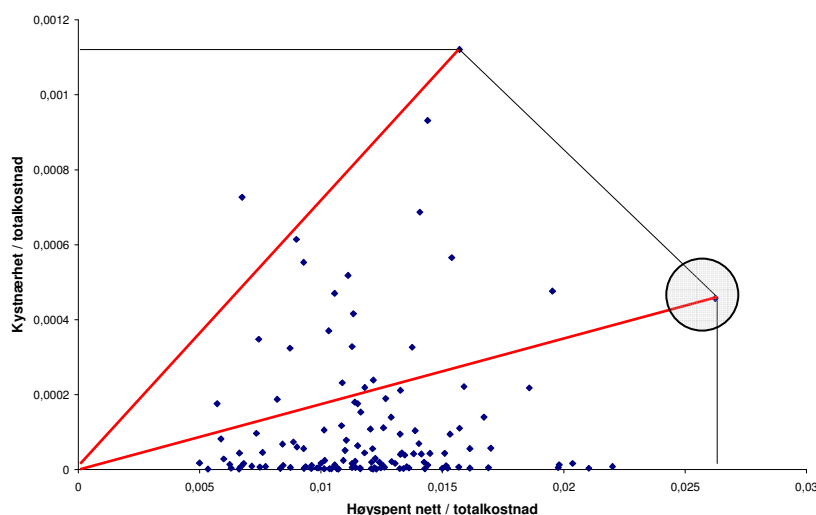
Med den opprinnelige fronten har ingen slakk i nettstasjonsvariabelen. Dette skyldes delvis at den ovennevnte ekstremobservasjonen drar ut fronten. Det skyldes også at det ikke er noen selskaper som har veldig få nettstasjoner per kostnadskrone, og at det er få som har mye grensesnitt per kostnadskrone. Etter korrigeringen er det et selskap som har slakk i nettstasjonsvariabelen.

⁴ NVE utførte våren 2006 kontrollbesøk hos 12 av selskapene som har størst betydning for fordelingen av bransjens inntekter for 2007.

Vi ser også at mange selskap tilsynelatende har slakk i grensesnittvariabelen – uavhengig av korreksjonen. Dette skyldes at det er mange selskaper med liten eller ingen verdi på grensesnittvariabelen, og at fronten i plottet med de to dimensjonene defineres av selskap som har relativt stor verdi på variabelen. Hensikten med grensesnittvariabelen er å sammenligne selskap som har regionalnettsoppgaver i distribusjonsnett med hverandre. Det er mange selskap som ikke har verdi på variabelen og kan i seg selv skape mye slakk. I figuren 5 ser vi at også selskaper som har verdi på variabelen har slakk.

Dersom fronten kun hadde bestått av variablene nettstasjoner og grensesnitt, måtte selskapene som måler seg mot linjestykket A-B i figur 5 øke grensesnittvariabelen sin helt til de kommer til høyre for linjestykket B-C i figuren før den målte effektiviteten til selskapet øker. Selskap som ligger inne i triangelen A-B-C i figuren har dermed slakk i grensesnittvariabelen. Merk at dette ikke nødvendigvis gjelder for selskaper som i utgangspunktet har null i grensesnittvariabelen.

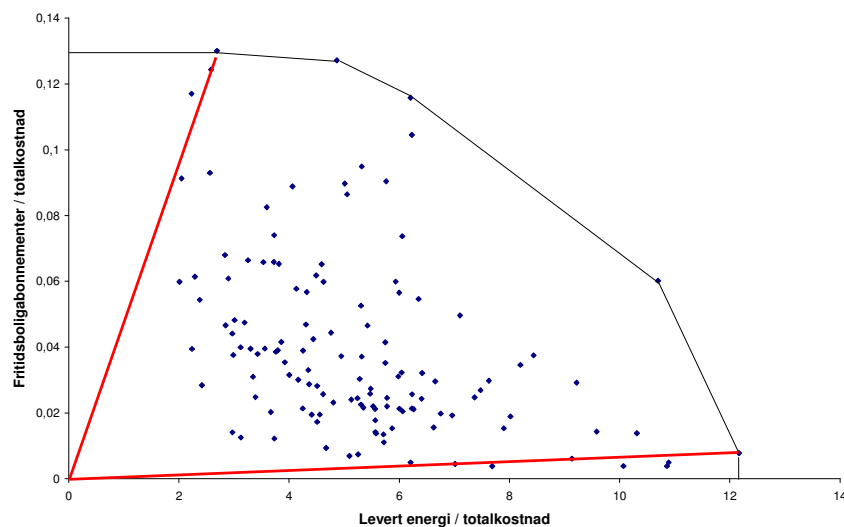
I figur 6 ser vi hvordan fronten hadde sett ut dersom variablene høyspent og kystnærhet hadde vært de eneste outputvariablene i den sammenlignende analysen. Her ser vi at det er to selskap med høy verdi på hver sin variabel som definerer fronten i denne dimensjonen. Mange selskaper har slakk i kystnærhetsvariabelen. Bakgrunnen til mye av dette slakket er som for grensesnittvariabelen at mange selskap med liten verdi på variabelen for kystnærhet, selskap som ligger langt fra kysten, sammenlignes med et selskap som ligger relativt nært kysten og har veldig mange km. høyspent linjelengder sett i forhold til kostnadene.



Figur 6 – Kystnærhet og høyspent linjelengder

Kystnærhetsvariabelen er en eksogen rammevilkårsvariabel som selskapene ikke kan påvirke. Det er derfor litt rart å tenke seg at det skal innføres en vektbegrensning som sier at noen selskaper, gitt størrelsen på de andre variablene, burde ha hatt mer av variabelen.

Som det fremgår over er et av formålene med dette arbeidet å undersøke om vektrestriksjoner kan benyttes til å begrense hvor stor virkning de eksogene rammevilkårene får lov til å ha på den målte effektiviteten. De aktuelle variablene er vektet inn i analysene med antall km. høyspent luftlinjer. Det er derfor mulig å tenke seg at en eventuell restriksjon mellom skyggeprisene på selve variabelen og km. høyspent linjelengder skal begrense hvor mye mer en km. med høyspent som er utsatt for den aktuelle variabelen får lov til å påvirke målt effektivitet i forhold til en ekstra km. med høyspent linjelengder. Med andre ord en begrensning på hvor mye høyere kostnader en km. linjelengde utsatt for et gitt rammevilkår kan generere i forhold til en ekstra linjelengde generelt. Dette vil tas opp nærmere i punkt 3.5 til 3.7.



Figur 7 – Levert energi og fritidsboligabonnementer

Figur 7 viser hvordan resultatet hadde blitt dersom levert energi og antall fritidsboligabonnementer hadde vært de eneste outputvariablene i analysene. Figuren er tatt med for å vise en dimensjon hvor fronten er veldefinert og det er lite slakk. I figuren ser vi at det er fem selskap som bestemmer fronten, og at det kun er fem selskap med slakk.

2.1.1 Oppsummering

Ut fra tabell 2 og gjennomgangen av plot over forskjellige fronter i to dimensjoner, både for 2004 og 2005, er det vanskelig å plukke ut noen få dimensjoner som spesielt utpeker seg som problematiske, og som det derfor bør innføres vektrestriksjoner mellom. Det er mye slakk i de fleste variablene i modellen. Det er derfor å anbefale at det innføres restriksjoner mellom flere variable.

Når en skal vurdere omfanget av slakk må en imidlertid også legge vekt på hvilken rolle og egenskaper de ulike outputvariablene har. Geografivariablene og grensesnitt variabelen bærer i større grad preg av å være dummyvariabler, i den forstand at de deler inn datasettet i selskaper med mye eller lite av denne variabelen. Det betyr også at det kan oppstå en del slakk i disse dimensjonene uten at bruk av vektrestriksjoner nødvendigvis er eneste eller beste måte å løse dette på.

For grensesnittvariabelen kan et eksempel være å flytte denne utenfor analysen og gjennomføre en korrigering av DEA-resultatet i etterkant. Dette kan på den annen side være problematisk hvis det er vanskelig å etablere en signifikant sammenheng mellom DEA-resultatet og variabelen. Det vil derfor være naturlig å undersøke om bruk av vektrestriksjoner også her kan benyttes for å sørge for at de selskapene som har lite av grensesnittvariabelen per kostnadskrone blir målt mot en for snill front. Man bør uansett være klar over variabelens natur og ha et våkent øye til virkningen av å innføre begrensninger på variabelens skyggepris, jf. diskusjonen over. Dersom en oppnår gode resultater ved å legge en begrensning mellom grensesnittvariabelen og en annen variabel, men at dette ser ut til å begrense selskap som har null i grensesnittvariabelen på en uhensiktsmessig måte kan det også vurderes å innføre en ensidig vektrestriksjon, som ikke sier noe om skyggeprisen på grensesnittvariabelen.

Resultatene i tabell 2 viser at nettstasjoner er den av ”grunnvariablene⁵” som har minst slakk i både 2004 og 2005. Nettstasjoner er dermed den variabelen hvor flest selskap har en positiv skyggepris. Dette tyder på at det kan være lurt å knytte skyggeprisen på andre variabler opp mot denne variabelen.

Når det innføres vektrestriksjoner ønsker vi generelt å benytte mer informasjon enn det som ligger i DEA-modellen for å fastsette produksjonsmulighetsområdet. Det er derfor viktig at restriksjonene som benyttes er riktige og angir et logisk forhold mellom variablenes skyggepriser.

Når det gjelder outputvariabelen for levert energi så vil den, i mange tilfeller uavhengig av de andre outputvariablene, variere mye fra år til år for enkeltelskaper. Variasjonene kan blant annet forklares av lokale etterspørselssvingninger. Når variabelen naturlig varierer mye selv om de andre variablene holder seg relativt konstante så er ikke slakk nødvendigvis et tegn på at et selskap måles mot en for snill front, men muligens et uttrykk for at etterspørselen av en eller annen grunn har vært lav i det aktuelle året. Vi vil derfor ikke forsøke å begrense skyggeprisen på levert energi ut fra skyggeprisen på andre variabler i modellen.

⁵ Med grunnvariabler menes variabler som sier noe om de strukturelle og etterspørselsrelaterte forholdene som det enkelte selskapet står overfor. Det vil si nettstasjoner, høyspent linjelengder, grensesnitt, fritidsboligabonnementer, øvrige abonnementer og levert energi.

3 Vektbegrensninger for størrelses- og strukturvariable

I det følgende vil vi gå gjennom våre forslag til vektrestriksjoner knyttet til størrelses- og strukturvariablene, 1 til 6 i listen over. For geografivariablene gjøres andre vurderinger der en i hovedsak er ute etter å begrense virkningen innføringen av en geografivariabel kan ha den målte effektiviteten til et selskap. Dette er omtalt i kapittel 4.

Vi har brukt ulike måter for å komme frem til de forslåtte vektrestriksjonene. Vi har både brukt informasjon om enhetskostnadene på outputvariablene, det relative forholdet mellom variablene, antagelser om hvordan en økning i en variabel bør påvirke den målte effektiviteten i forhold til en annen variabel og kombinasjoner av disse.

I flere tilfeller har vi benyttet informasjon om faktorprisforholdet mellom to outputvariable for å sette en restriksjon mellom skyggeprisene på variablene. Motivasjonen til dette er forklart i det følgende.

Skyggeprisene til outputvariablene x_1 og x_2 er definert ved:

$$(1) \quad \frac{\partial Ef}{\partial x_1} = \sigma_1 \quad \text{og} \quad \frac{\partial Ef}{\partial x_2} = \sigma_2.$$

Som gir:

$$(2) \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\frac{\partial Ef}{\partial x_1}}{\frac{\partial Ef}{\partial x_2}} = \frac{\partial x_2}{\partial x_1}.$$

Ifølge økonomisk teori er det marginale bytteforholdet mellom to outputvariabler, den marginale, tekniske substitusjonsraten⁶ gitt ved:

$$(3) \quad \text{MRTS} : \frac{\partial x_2}{\partial x_1} = -\frac{MP_1}{MP_2} = -\frac{w_1}{w_2}.$$

(2) og (3) gir:

$$(4) \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = -\frac{w_1}{w_2}.$$

Vi må her være klar over at vi i distribusjonsnettsmodellen delvis benytter variabler som er innsatsvarer i produksjon av overføringstjenester som mål på nettselskapenes produksjon av overføringstjenester. Til en viss grad kan informasjon om enhetskostnadene for linjer, nettstasjoner osv. (som brukes som tilnærmingsvariabler for oppgavetyngden til nettselskapene) trekkes inn i vurderingen av hva som er rimelige skyggeprisbegrensninger.

Vektrestriksjonene er testet ut på 2005-tall. I selskapenes total kostnad er selskapenes faktiske KILE-kostnader benyttet. Det er beregnet supereffektivitet⁷ i analysene. Bakgrunnen for dette er at vi ved

⁶ Den marginale tekniske substitusjonsraten forteller hvor mye variabel x_2 må reduseres med for at vi skal få en enhet til av x_1 . Gitt at den målte effektivitet holdes konstant. MP_1 og MP_2 er marginalproduktene til hhv. x_1 og x_2 . Marginalproduktet til x_1 forteller hvor mye effektiviteten øker med hvis x_1 økes med en enhet. I optimum skal den marginale, tekniske substitusjonsbrøken mellom x_1 og x_2 være lik faktorprisforholdet, $-w_1/w_2$. (Varian, 1996) Men dette er under forutsetning av at selskapene er allokeringseffektive.

⁷ De effektive selskapene evalueres, et av gangen, mot en front der selskapet er ekskludert. Supereffektiviteten forteller dermed hvor mye ekstra informasjon selskapet bidrar med. (Battese, Coelli og Prasada Rao, 1998)

bruk av supereffektivitet også kan rangere effektive selskap, samt at supereffektivitetsresultatene inneholder informasjon om avstanden fra fronten og ned til selskap med slakk.

3.1 Høyspent linjelengder vs nettstasjoner

Over fant vi at nettstasjoner er den variabelen med minst slakk, mens km. høyspent linjelengder har mye slakk. Både høyspent linjelengder og nettstasjoner er fysiske størrelser som det er mulig å prissette. Det er derfor mulig å innføre vektbegrensninger mellom variablenes skyggepriser basert på prisforholdet mellom variablene.

I forbindelse med fastsettelse av selskapenes effektivitetskrav i reguleringsperioden 2002–2006 ble nyverdien på selskapenes distribusjonsnett beregnet. Ifølge prisene som ble benyttet den gangen kostet en ny nettstasjon i gjennomsnitt 130 000 kroner (målt i 99-kroner). Dette tilsvarer 146 640 2005-kroner.

For å beregne prisen på en km. høyspentlinjelengde har vi benyttet informasjon om prisene på luftlinjer og jord- og sjøkabler på forskjellig spenningsnivåer, fra de ovennevnte nyverdiregningene, og innrapporterte traselengder fra selskapenes rapportering av tekniske anlegg per 31.12.1999 – TEK-2000. På bakgrunn av denne informasjonen har vi beregnet en vektet gjennomsnittspris per km. høyspent linjelengde. Hvor traselengder fordelt på luftlinjer og jord- og sjøkabler, og spenningsnivå er benyttet som vekt. Dette gir en gjennomsnittspris på 371,77 tusen kroner (målt i 99-kroner). I 2005-kroner blir dette 419 tusen kroner.

For å gi rom for fleksibilitet i faktorprisforholdet setter vi grensen ved en-tredjedel og tregangeren av dette. Da får vi:

$\sigma_{hs} \in [1/3, 3] \times (419/146,64) \times \sigma_{ns}$. Hvor σ_{hs} er skyggepris for høyspent linjelengder og σ_{ns} er skyggeprisen på nettstasjoner.

Dette gir:

$$\sigma_{hs} \in [0,952, 8,572] \times \sigma_{ns}$$

Vi får to vektbegrensninger:

$$VR_1 \quad \sigma_{hs} > -0,952 \sigma_{ns}$$

$$VR_2 \quad -\sigma_{hs} < 8,572 \sigma_{ns}$$

Den nederste restriksjonen, VR_2 , sier at det å øke antall km. høyspent linjelengder med en enhet ikke kan øke den målte effektiviteten med mer enn 8,572 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom nettstasjonsvariabelen økes med en enhet. Den øverste restriksjonen sier imidlertid at det å øke antall km. høyspent linjelengder med en enhet heller ikke kan øke den målte effektiviteten med mindre enn 0,952 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt med dersom nettstasjonsvariabelen økes med en enhet. Det vil si at en km. mer med høyspent linjelengder, nesten alltid, øker effektiviteten mer enn en nettstasjon til, men at "ni" nye nettstasjoner skal gi en større økning i målt effektivitet enn en km. til med høyspent linjelengder.

Evaluering av vektrestriksjonen

Før restriksjonene ble innført hadde 75 selskaper definert skyggepris på nettstasjoner, mens bare 50 hadde definert skyggepris på høyspent linjelengder. Innføring av restriksjonene fører isolert sett til at dette endres til hhv. 72 og 73, og at 102 av 128 selskapers målte effektivitet reduseres. Før restriksjonene innføres er gjennomsnittseffektiviteten i bransjen 91,16 prosent. Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 1,31 prosent, til 89,85 prosent. Den største enkelt-reduksjonen er på 13,6 prosent.

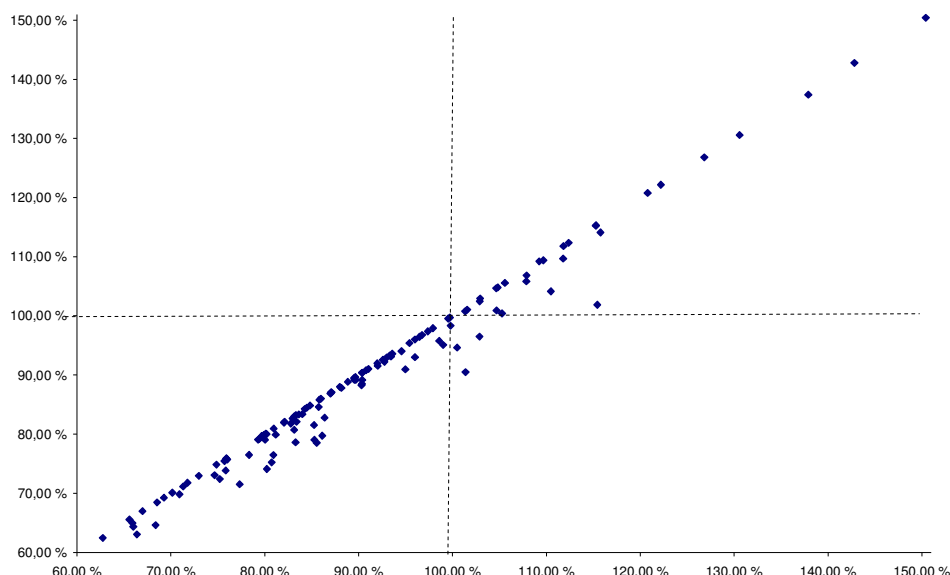
Vi har også sett på hvor mange av selskapene, som fra før av har skyggepris på begge variablene det innføres begrensninger mellom og som opplever en relativt stor endring i målt effektivitet. Dette gjøres

for å se om vektrestriksjonene er for strenge, og for å se om de fanger opp mange selskaper som i utgangspunktet har en positiv skyggepris.

Fjorten av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris både på høyspentlinjelengder og nettstasjoner før restriksjonene innføres. Fem av disse får effektiviteten redusert med mer enn tre prosent. Den største av disse reduksjonene er på 6,98 prosent. Samtlige av disse selskapene har skyggepriser som tilsier at en ny nettstasjon vil øke effektiviteten mer enn en km. mer med høyspent linjelengder. Det tyder på at den nedre vektrestriksjonen kan være for streng.

Selv om den ovennevnte restriksjonen kan være for streng vil vi benytte den i de videre analysene⁸ nå. Denne vil imidlertid være gjenstand for ytterlige vurderinger frem mot en eventuell innføring av vektrestriksjoner i modellen som benyttes til å fastsette normkostnaden.

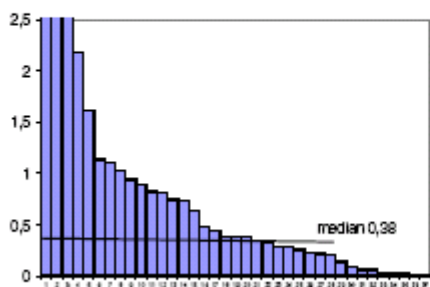
I figur 8 er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av begrensningene VR₁ og VR₂ tegnet inn. Vi ser at de, selv om den ene muligens er litt for streng, ikke har veldig stor effekt, men at de fanger opp flere selskaper som, hvis vi antar at beskrankningene er riktige, i utgangspunktet blir målt mot en for ”snill” front.



Figur 8 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom høyspent linjelengder og nettstasjoner

8

Vi skal her se på en alternativ måte å bestemme vektrestriksjonen mellom disse variablene. Hvis vi ser på fordelingen av de selskapene som i utgangspunktet har definerte skyggepriser på begge variablene finner vi at fordelingen som er vist i figuren under.



Medianen i samplet er 0,38. Dersom vi benytter denne informasjonen og bruker medianen som utgangspunkt for vektbegrensningen, blir den nedre grensen 0,172 og den øvre grensen 1,145.

Denne begrensningen reduserer kun gjennomsnittseffektiviteten med 0,34 prosent. Den største reduksjonen i effektivitet er på 3,43 prosent. Ved bruk av denne vektrestriksjonen er det kun tre av selskapene som hadde definert skyggepris på begge variabler før vi innfører beskrankningen som får redusert sin effektivitet med mer enn 0,5 prosent, og det av disse som opplever størst nedgang reduseres med 1,1 prosent.

I figuren ser vi at tre selskaper som før restriksjonene innføres er effektive, etter innføringen av innskrenkningene, ikke lenger måles som effektive. Vi ser også at den største reduksjonen i målt effektivitet er en reduksjon i supereffektivitet, og at den nest største reduksjonen er i et av selskapene som etter restriksjonen ikke lenger måles som effektivt. Femten av de 102 selskapenes som får redusert sin effektivitet opplever kun en reduksjon i supereffektivitet. Av disse blir henholdsvis syv og fem selskapers målte supereffektivitet redusert med over tre og fem prosent. En slik reduksjon i supereffektivitet vil kunne gjøre det mer aktuelt å benytte supereffektiviteten slik den måles her direkte ved bergningen av normkostnaden.

3.2 Grensesnitt vs nettstasjoner

I punktet over fant vi at en ny nettstasjon i gjennomsnitt kostet 130 000 kroner i 1999, og at dette tilsvarer 146 640 i 2005-kroner. Hvis det antas at de årlige driftskostnadene med en nettstasjon tilsvarer 50 prosent av den årlige kapitalkostnaden, og at levealderen på nettstasjoner er 35 år kan den årlige kostnaden med en nettstasjon beregnes 9 644 kr med en annuitet på 35 år, og 5,6 prosent rente. Driftsandelen av dette antas å være 50 prosent i av kapitalkostnaden, som svarer til Kr. 4 822 kroner. Dermed er årlig kostnad (drift + kapital) for en nettstasjon kr. 14 466 kroner.

Grensesnittvariabelen er målt i tusen kroner. En enhet til med grensesnitt, slik den inngår i modellen, koster derfor tusen kroner. Vi kan derfor se for oss et en-til-en forhold mellom grensesnittvariabelen og den årlige kostnaden for nettstasjoner.

For å gi rom for fleksibilitet i MRTS-forholdet setter vi også her grensen ved en-tredjedel og tre-gangeren av dette. Da får vi:

$\sigma_{gr} \in [1/3, 3] \times (14,446)^{-1} \times \sigma_{ns}$. Hvor σ_{gr} er skyggepris for grensesnitt og σ_{ns} er skyggeprisen på nettstasjoner.

Dette gir:

$$\sigma_{gr} \in [0.02304, 0.20738] \times \sigma_{ns}$$

Vi får to vektbegrensninger fra dette:

$$VR_3 \quad \sigma_{gr} > -0,02304 \sigma_{ns}$$

$$VR_4 \quad -\sigma_{gr} < 0,20738 \sigma_{ns}$$

Den nederste restriksjonen, VR_4 , sier at det å øke grensesnittvariabelen med 1 000 kroner ikke kan øke den målte effektiviteten med mer enn 0,207 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom nettstasjonsvariabelen økes med en enhet. VR_3 sier imidlertid at det å øke grensesnittvariabelen med 1 000 kroner heller ikke kan øke den målte effektiviteten med mindre enn 0,02 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt med dersom nettstasjonsvariabelen økes med en enhet.

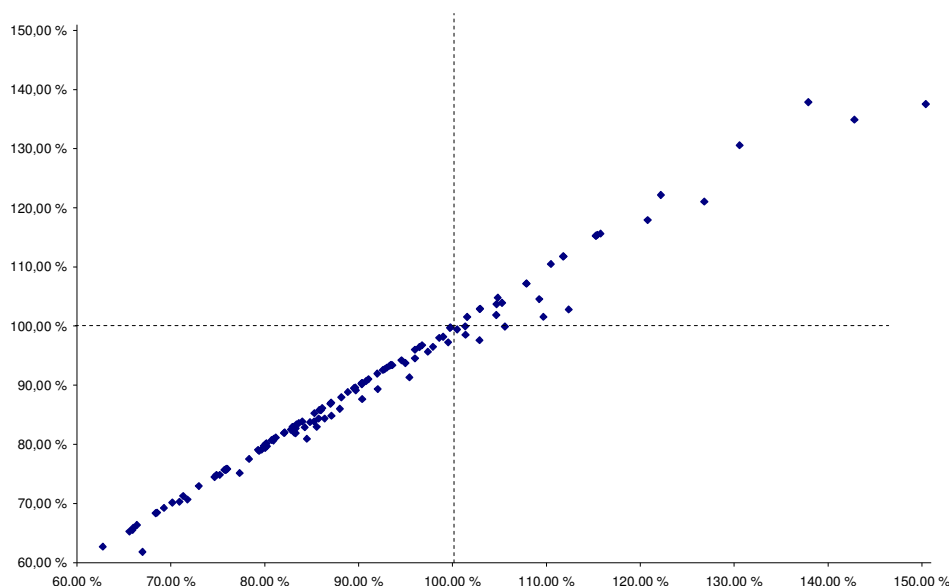
Evaluerings av vektrestriksjonen

Før restriksjonene ble innført hadde 75 selskaper definert skyggepris på nettstasjoner, mens bare 61 hadde definert skyggepris på grensesnitt. Innføring av restriksjonene fører isolert sett til at dette endres til hhv. 92 og 93, og at 100 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.

Før restriksjonene innføres er gjennomsnittseffektiviteten i bransjen 91,16 prosent. Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 1,03 prosent til, 90,13 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 12,87 prosent. Tre av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris både på grensesnitt og nettstasjoner før restriksjonene innføres. Den av disse med størst reduksjon får kun redusert sin målte effektivitet med 1,98 prosent.

I figur 9, på neste side, er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av disse restriksjonene tegnet inn. Heller ikke disse begrensningene har veldig stor virkning totalt sett.

I figuren ser vi at fem av selskapene ikke lenger er effektive etter at begrensningene inkluderes i modellen. Vi ser også at de største reduksjonene i målt effektivitet igjen er en reduksjon i supereffektivitet. Hele tolv av de 100 selskapene som får redusert effektivitet opplever en reduksjon i supereffektivitet. Av disse blir henholdsvis åtte og syv selskaper sitt resultat redusert med over tre og fem prosent.



Figur 9 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom grensesnitt og nettstasjoner

I henhold til diskusjonen i kapitel 2 bør virkningen av restriksjonene på selskaper som har null i grensesnitt vurderes særskilt. Hvis vi ser på selskaper som har null i grensesnitt så vil 17 av disse oppleve en reduksjon i effektivitet på over et halvt prosentpoeng ved innføring av VR₃ og VR₄, mens 8 selskaper oppnår en reduksjon på over et prosentpoeng. Begge restriksjonene tas her med i de videre analysene uten nærmere utredning. Denne siden ved begrensningene bør imidlertid vurderes nærmere i det videre arbeidet.

3.3 Fritidsboligabonnementer vs øvrige abonnementer

Vi antar i utgangspunktet at en ekstra abonnent koster det samme, uavhengig av om det er en fritidsboligabonnent eller en annen abonnent. Det er identisk med å si at et fritidsboligabonnement til og et øvrig abonnement ekstra øker effektiviteten like mye. For å teste ut denne hypotesen har vi sett på fordelingen mellom skyggeprisen på fritidsboligabonnementer og skyggeprisen på øvrige abonnementer. Vi fant at skyggeprisforholdet mellom de to variablene i gjennomsnitt er rundt en.

Vi forutsetter altså at de to variablene trekker like mye kostnader. For å gi rom for fleksibilitet i faktorprisforholdet setter vi også her grensen ved en-tredjedel og tre gangeren av dette. Da får vi:

$\sigma_{fb} \in [1/3, 3] \times \sigma_{ab}$. Hvor σ_{fb} er skyggepris for fritidsboligabonnementer og σ_{ab} er skyggeprisen på øvrige abonnementer.

Dette gir:

$$\sigma_{fb} \in [0,333,3] \times \sigma_{ab}$$

Vi får to vektbegrensninger fra dette:

$$VR_5 \quad \sigma_{fb} > -0,333 \sigma_{ab}$$

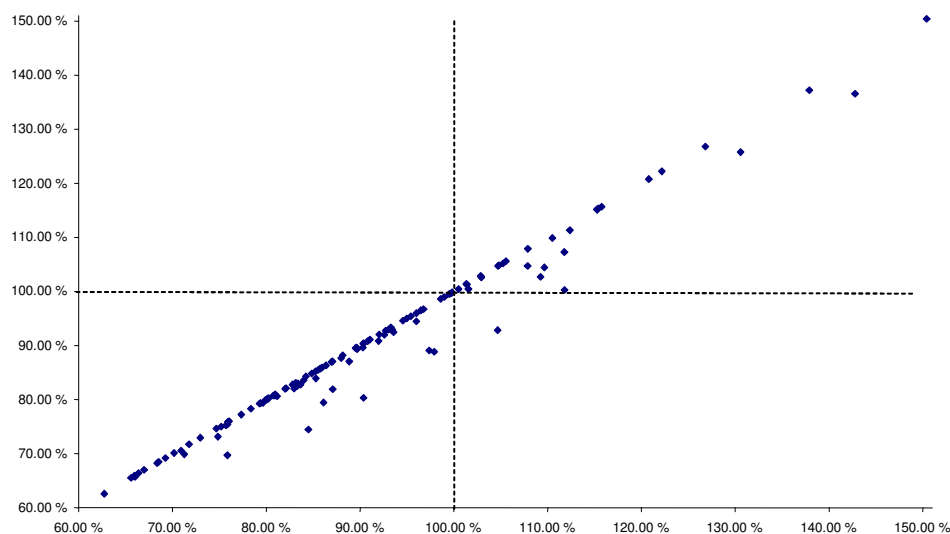
$$VR_6 \quad -\sigma_{fb} < 3 \sigma_{ab}$$

Den nederste restriksjonen, VR_6 , sier at det å få en fritidsboligkunde til ikke kan øke den målte effektiviteten med mer enn tre ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom øvrige abonnementer økes med en enhet. VR_5 sier imidlertid at det å øke fritidsboligabonnementer med en enhet heller ikke kan øke den målte effektiviteten med mindre enn 0,333 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom øvrige abonnementer økes med en enhet.

Evaluering av vektrestriksjonen

Før restriksjonene ble innført hadde 65 selskaper definert skyggepris på fritidsboligabonnementer, mens 62 hadde definert skyggepris på øvrige abonnementer. Innføring av beskrankningene fører isolert sett til at dette endres til hhv. 80 og 80, og at 106 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.

Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 1,05 prosent til 90,1 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 11,83 prosent. Tre av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris på begge variabler før begrensningen innføres. To av disse opplever en reduksjon i supereffektivitet, mens det tredje opplever en reduksjon i faktisk effektivitet på 1,65 prosent.



Figur 10 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom fritidsboligabonnementer og øvrige abonnementer

I figur 10 er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av restriksjonene VR_5 og VR_6 illustrert. Selv om begrensningene reduserer resultatet til enkelte selskaper mye, har de ikke veldig stor virkning samlet. I figuren ser vi at et selskap som før restriksjonene innføres måles som effektivt etter innføringen av begrensningene ikke lenger måles som effektivt. Det er dette selskapet som har den største reduksjonen i effektivitet.

3.4 Nettstasjoner vs abonnementer⁹

Over fant vi at en nettstasjon koster 14 466 kroner (i 2005-kroner) i året.

⁹ Med abonnementer menes her abonnementer utenom fritidsboligabonnementer.

For å finne en tilsvarende pris på kundene tar vi utgangspunkt i at kostnader forbundet med kundene kan deles opp i to:

- kostnader forbundet med måling, avregning og fakturering og
- kundespesifikke nettkostnader.

Med kundespesifikke nettkostnader menes kostnader forbundet med lavspent luftledninger og kabler.

Når det gjelder kostnader forbundet med måling, avregning og fakturering så antas det at en enkelt kunde koster 380 kroner i året. Dette tallet er hentet fra et memo som Econ skrev for NVE sommeren 2007. Tallet gjenspeiler gjennomsnittlig kostnad beregnet på bakgrunn av informasjon fra note 6 i den økonomiske og tekniske rapporteringen til NVE for 2005, samt avskrivninger av kundespesifikke måleranlegg.

For å beregne de kundespesifikke nettkostnadene har vi beregnet prisen på lavspent linjelengde per kunde. Først er gjennomsnittlig lavspent linjelengder per abonnement beregnet. I 2005 var det i gjennomsnitt 72,71 meter lavspent linjelengde per abonnement.

For å beregne prisen på en km. lavspent linjelengde har vi benyttet informasjon om prisene på luftlinjer og jord- og sjøkabler på forskjellig spenningsnivåer og innrapporterte traselengder fra rapportering av tekniske anlegg per 31.12.1999, TEK2000. På bakgrunn av denne informasjonen har vi beregnet en vektet gjennomsnittspris per km. lavspent linjelengde. Hvor traselengder fordelt på luftlinjer og jord- og sjøkabler, og spenningsnivå er benyttet som vekt. Dette gir en vektet gjennomsnittspris på 149 226 kroner (i 99-kroner) per km. lavspent linjelengde. Hvis det antas at de årlige driftskostnadene¹⁰ med en km. lavspent linjelengde tilsvarer 57 prosent av den årlige kapitalkostnaden for luftledninger, 48 prosent for jordkabler og 40 prosent for sjøkabler, og at levealderen på lavspennetnettet er 40 år kan den årlige kostnaden med en km. lavspent linjelengde beregnes.

Med en annuitet på 40 år, og 5,6 prosent rentesats, så får man en årlig kapitalkostnad på 8 923 kr per km. lavspent linjelengde. Den vektete driftsandelen er kr. 4 649 kroner. Dermed er årlig kostnad (drift + kapital) for en km. lavspent linjelengde kr. 13 573 kroner (i 99-kroner). Dette gir en årlig nettkostnad per abonnement på 987 kroner i 99-kroner, og 1 110 kroner i 2005-kroner.

Hvis de årlige kostnader forbundet med måling, avregning og fakturering legges sammen med de kundespesifikke nettkostnadene får vi at kostnaden med et abonnement er 1 490 kroner i året (i 2005-kroner).

For å gi rom for fleksibilitet i faktorprisforholdet setter vi her grensen ved en-sjettedel og seksgangeren av dette. Bakgrunnen for at seksgangeren er benyttet i dette tilfellet er at det er veldig stor spredning på antall nettstasjoner per abonnement i bransjen. Innledende undersøkelser har i tillegg vist at bruk av tregangeren gir en veldig streng begrensning mellom variablenes skyggepriser. Bruk av seksgangeren gir:

$$\sigma_{ns} \in [1/6, 6] \times (14\,466/1\,490) \sigma_{ab}.$$

Dette gir:

$$\sigma_{ns} \in [1,618, 58,252] \times \sigma_{ab}$$

Vi får to vektbegrensninger fra dette:

$$VR_7 \quad \sigma_{ns} > -1,618 \sigma_{ab}$$

$$VR_8 \quad -\sigma_{ns} < 58,252 \sigma_{ab}$$

¹⁰ Driftsandelene tilsvarer gjennomsnittlig driftsandel for tilsvarende linjetype for det laveste spenningsnivået for høyspent linjeledninger som er benyttet i vektene som benyttes til å verdisette nettet i regional- og sentralnettsanalysene.

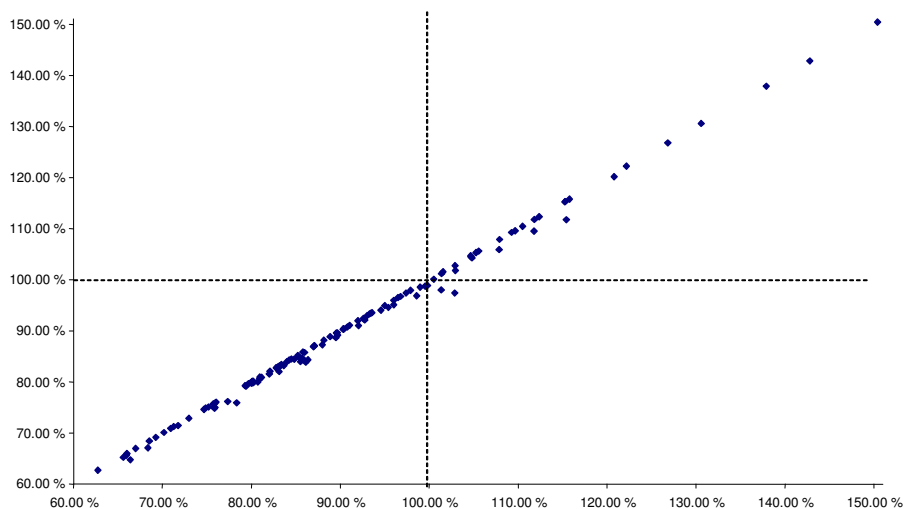
Den nederste restriksjonen, VR₈, sier at det å få en nettstasjon til ikke kan øke den målte effektiviteten med mer enn 58,252 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom abonnementer økes med en enhet. VR₇ sier imidlertid at det å øke nettstasjoner med en enhet heller ikke kan øke den målte effektiviteten med mindre enn 1,618 ganger mer enn det den målte effektiviteten hadde økt dersom antall abonnementer økes med en enhet.

Evaluering av vektrestriksjonen

Før begrensningene ble innført hadde 75 selskaper definert skyggepris på nettstasjoner, mens 62 hadde definert skyggepris på abonnementer uten fritidsboligabonnementer. Innføring av restriksjonene fører isolert sett til at dette endres til hhv. 84 og 84, og at 91 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.

Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 0,42 prosent, til 90,74 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 5,45 prosent.

To av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris på begge variabler før begrensningen innføres. En av disse opplever kun en reduksjon i supereffektivitet, mens den andre opplever en reduksjon i faktisk effektivitet på 1,58 prosent.



Figur 11 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom abonnementer og nettstasjoner

I figur 11 er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av restriksjonene tegnet inn. Beskrankningene har velig liten virkning på resultatene. I figuren ser vi at to selskap som før restriksjonene innføres måles som effektivt etter innføringen av beskrankningene ikke lenger måles som effektive. Det er et av disse selskapene som har den største reduksjonen i effektivitet.

4 Vekstrestriksjoner for geografivariablene

Innføringen av geografivariablene i modellen fører til at DEA-resultat for enkelte selskaper endrer seg relativt mye, og antakelig mer enn det som er rimelig ut i fra de underliggende kostnadsforholdene. Bakgrunn for dette er, som for Grensesnittsvariabelen, at de i en grad bidrar til å dele inn utvalget i selskaper med samme type geografi.

Dette åpner for at det kan være fornuftig å vurdere restriksjoner på hvor store utslag innføringen av geografivariablene skal ha på effektiviteten.

4.1 Skog vs høyspent linjelengder

I den eksisterende modellen er det innført en skogvariabel som skal fange opp selskaper som har store kostnader forbundet med skog. Variabelen gir relativt stor endring i målt effektivitet for enkelte selskaper. Vi skal derfor se på om det er mulig å begrense variabelens virkning gjennom vekstrestriksjoner.

Skogvariabelen forteller hvor stor andel av selskapenes relevante konsesjonsområde – der det går linjer og kabler – som er dekket med skog med svært høy eller høy bonitet. Variabelen er deretter vektet inn i DEA-modellen med km. høyspent luftledninger. Det kan dermed sies at skogvariabelen i DEA-modellen forteller hvor stor andel av selskapets høyspent luftledninger som går gjennom skog med svært høy eller høy bonitet.

Det bør derfor være mulig å innføre en vekstrestriksjon mellom skogvariabelen og høyspent linjelengder. På denne måten kan det legges en begrensning på hvordan en km. mer med høyspent luftledning som går gjennom skog med høy bonitet kan påvirke effektiviteten i forhold til en km. til med høyspent linjelengder. På denne måten kan det legges begrensninger på for mye mer en km. med skogutsatt nett får lov til å øke selskapets kostnader i forhold til en km. til med høyspentnett uten at det påvirker selskapets DEA-resultat.

Skogvariabelen tolkes som et fysisk mål. Grunnen til at variabelen er ganget med 100 er at den består av andel i prosent ganget med 100 av selskapets høyspent luftledninger som går gjennom skog. Dette deles så på to for å ta høyde for at kun halvparten av høyspent linjelengder er luftledninger – i gjennomsnitt så var 50 prosent av bransjen sine totale høyspent linjelengder i 2005 luftledninger. Deretter multipliseres skyggeprisen på høyspent med to for å ta høyde for at skyggeprisen på skogsnett skal kunne være opptil dobbelt så stor som skyggeprisen på høyspent linjelengder.

$$\sigma_{\text{skog}} \quad 100 / 2 < 2 \sigma_{\text{hs}}$$

$$\sigma_{\text{skog}} \quad 25 < \sigma_{\text{hs}}$$

$$\sigma_{\text{skog}} < 0,04 \sigma_{\text{hs}}$$

Dette gir:

$$VR_9 \quad -\sigma_{\text{skog}} < 0,04 \sigma_{\text{hs}}$$

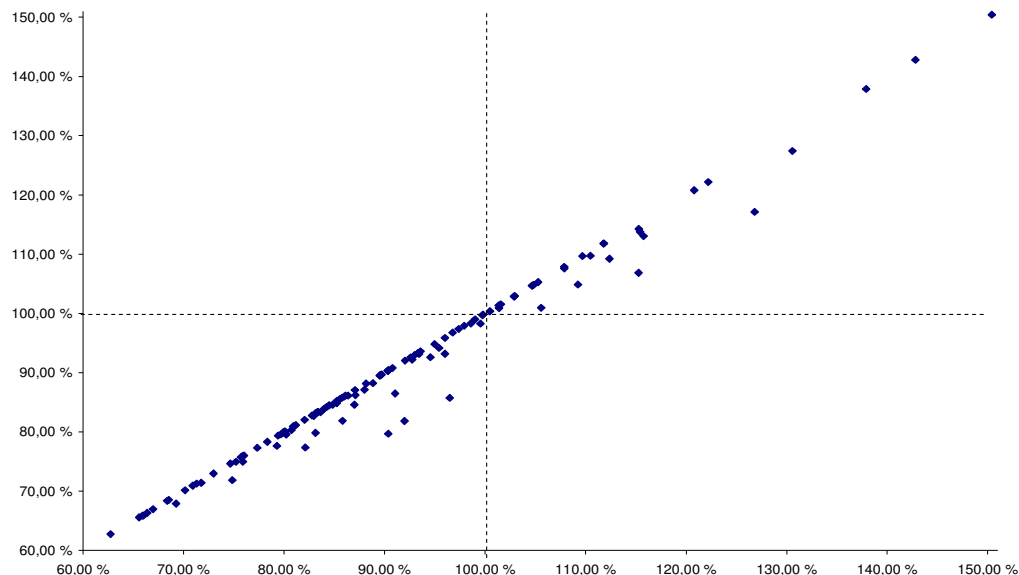
Det vil si at skyggeprisen på skog i nett ikke kan være større enn 0,04 ganger skyggeprisen på høyspent linjelengder. Med andre ord så kan en km. mer med skogutsatt nett ikke øke effektiviteten mer enn dobbelt så mye som en km. til med høyspentnett.

Evalueringsrestriksjonen

Før restriksjonen ble innført hadde 50 selskaper definert skyggepris på høyspent linjelengder mens 80 hadde definert skyggepris på skogvariabelen. Innføring av restriksjonen fører isolert sett til at dette endres til hhv. 58 og 74, og at 91 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.

Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 0,88 prosent til 90,28 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 10,74 prosent.

Et av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris på begge variabler før begrensningen innføres. Selskapet opplever en reduksjon på 8,41 prosent, men det er kun en reduksjon i supereffektivitet fra 115,26 prosent til 106,85 prosent.



Figur 12 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom skog og høyspent linjelengder

I figur 12, er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av restriksjonen illustrert. Vi ser at heller ikke denne restriksjonen har totalt sett veldig stor effekt, men den har relativt stor virkning på syv til ni selskaper. Vi ser at noen selskaper opplever ganske stor reduksjon i supereffektivitet, men at det ikke er noen som går fra å være effektive til å bli ineffektive. De største reduksjonene er imidlertid i faktisk effektivitet.

For å evaluere begrensningen ytterligere skal vi se på hvordan selskapene som får størst reduksjon i effektivitet når beskrankningen tas med gjør det i dagens DEA-modell, uten vektrestriksjoner, med og uten skogvariabelen. Dette gjøres for å se om restriksjonen påvirker de selskapene som tjener mest på at skogvariabelen er inkludert i modellen.

I tabell 3, på neste side, er de 25 selskapene som oppnår størst økning i sitt DEA-resultat ved innføring av skogvariabelen sine endringer i DEA-resultat med og uten skogvariabelen, og reduksjon i DEA-resultat ved innføring av vektrestriksjonen listet opp. Tabellen viser at de selskapene som oppnår store reduksjoner ved innføring av VR_9 også oppnår stor økning i DEA-resultatet sitt når skogvariabelen inkluderes i modellen. Vi ser også at nesten alle selskaper som oppnår størst økning i DEA-resultat når skogvariabelen inkluderes får redusert sitt DEA-resultat når VR_9 inkluderes i modellen. Det kan se ut til at vektrestriksjonen fungerer etter hensikten, og reduserer virkningen som skogvariabelen får lov til å ha på selskapenes målte effektivitet. I det videre arbeidet må det vurderes nærmere om selskapene som opplever en reduksjon i resultatet sitt er selskap som i utgangspunktet oppnådde uforholdsmessig stor økning ved innføring av skogvariabelen.

Tabell 3 – DEA-resultat med og uten skog og med skog og VR₉

	DEA-res m skog	DEA-res u skog	Endring	DEA-res m VR ₉	Endring
Selskap 1	126,81 %	95,73 %	31,08 %	117,14 %	-9,68 %
Selskap 2	96,48 %	68,63 %	27,85 %	85,73 %	-10,74 %
Selskap 3	90,37 %	64,28 %	26,09 %	79,70 %	-10,67 %
Selskap 4	130,57 %	107,83 %	22,74 %	127,42 %	-3,15 %
Selskap 5	115,26 %	93,96 %	21,30 %	106,85 %	-8,41 %
Selskap 6	80,18 %	65,31 %	14,87 %	79,65 %	-0,53 %
Selskap 7	91,98 %	77,23 %	14,75 %	81,86 %	-10,12 %
Selskap 8	91,05 %	76,56 %	14,49 %	86,49 %	-4,56 %
Selskap 9	102,90 %	89,51 %	13,39 %	102,90 %	0,00 %
Selskap 10	93,43 %	81,00 %	12,43 %	93,16 %	-0,27 %
Selskap 11	115,76 %	104,67 %	11,09 %	113,06 %	-2,70 %
Selskap 12	104,82 %	93,93 %	10,89 %	104,82 %	0,00 %
Selskap 13	105,58 %	96,89 %	8,69 %	100,94 %	-4,64 %
Selskap 14	94,56 %	87,90 %	6,66 %	92,59 %	-1,97 %
Selskap 15	87,00 %	80,52 %	6,48 %	84,58 %	-2,42 %
Selskap 16	83,12 %	76,87 %	6,25 %	79,85 %	-3,27 %
Selskap 17	96,00 %	89,84 %	6,16 %	93,19 %	-2,81 %
Selskap 18	89,65 %	83,51 %	6,14 %	89,65 %	0,00 %
Selskap 19	109,24 %	103,29 %	5,95 %	104,87 %	-4,37 %
Selskap 20	87,09 %	81,81 %	5,28 %	86,20 %	-0,89 %
Selskap 21	89,54 %	84,61 %	4,93 %	89,54 %	0,00 %
Selskap 22	82,10 %	77,42 %	4,68 %	77,38 %	-4,72 %
Selskap 23	142,80 %	138,56 %	4,24 %	142,80 %	0,00 %
Selskap 24	78,33 %	74,78 %	3,55 %	78,33 %	0,00 %
Selskap 25	80,09 %	76,58 %	3,51 %	80,09 %	0,00 %

4.2 Snø vs høyspent linjelengder

I DEA-modellen for distribusjonsnettene er det også tatt med en snøvariabel som skal fange opp selskaper som har store kostnader knyttet til snøproblematikk. Denne variabelen gir også veldig store utslag i målt effektivitet for enkelte selskaper. Det skal derfor undersøkes om det å innføre en vektrestriksjon kan løse dette problemet.

Snøvariabelen er et mål på hvor mye snø det i gjennomsnitt faller der det går linjer og kabler i selskapets konsesjonsområde, målt i mm-snø. Variabelen er deretter vektet inn i DEA-modellen med km. høyspent luftledninger.

Det bør også være mulig å innføre en vektrestriksjon mellom snøvariabelen og høyspent linjelengder. På denne måten kan det legges en begrensning på hvordan en km. mer med høyspent luftledning som er utsatt for snø kan påvirke effektiviteten i forhold til en km. til med høyspent linjelengder. Det vil si at det legges begrensninger på for mye mer en km. med snøutsatt nett får lov til å øke selskapets kostnader i forhold til en km. til med høyspentnett uten at det påvirker selskapets DEA-resultat.

757 er maksimal årlig snømengde – beregnet ut fra det selskapet i datasettet som har størst verdi på ratioen snø*HSL/HS. Den deles på to for å ta hensyn til at kun halvparten av høyspent linjelengdene

er luftlinjer – det er disse som er snøutsatt. Deretter multipliseres skyggeprisen for høyspent med to for å ta høyde for at skyggeprisen $\sigma_{snø}$ kan være opptil dobbelt så stor som σ_{hs} .

$$\sigma_{snø} 757 / 2 < 2\sigma_{hs}$$

$$\sigma_{snø} 189,25 < \sigma_{hs}$$

$$\sigma_{snø} < 0,0053 \sigma_{hs}$$

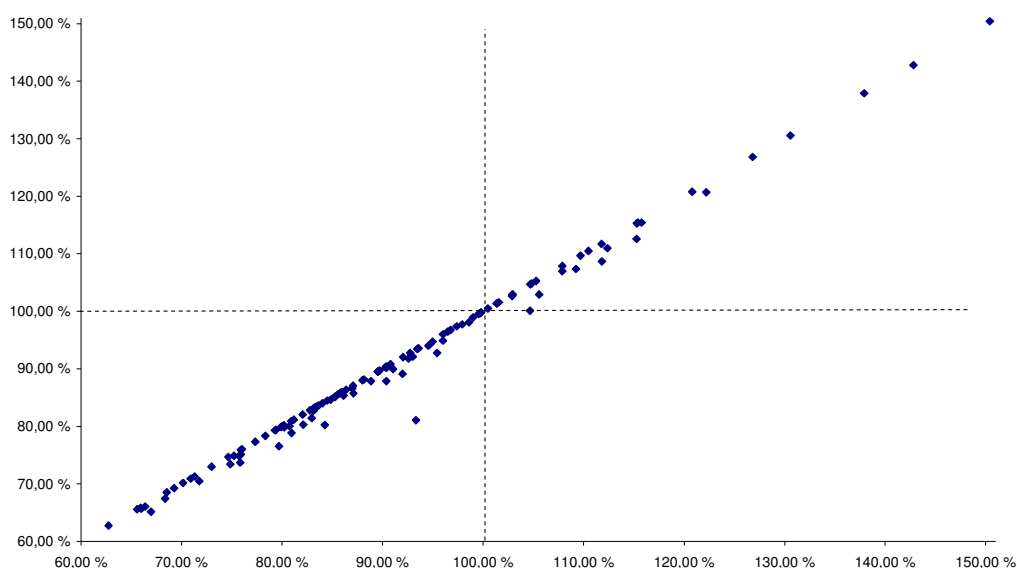
Dette gir:

$$VR_{10} - \sigma_{snø} < 0,0053 \sigma_{hs}$$

Med andre ord skal ikke en enhet av snøutsatt nett – justert for antall millimeter snø – koste mer enn en gitt mengde høyspent linjelengder. Grensen er definert slik at 189,25 millimeter snø, beregnet ut fra maksimal årlig snømengde, justert for at halvparten av høyspent linjelengdene er luftlinjer i gjennomsnitt, ekstra ikke kan doble kostnadene i høyspentnettet.

Evaluering av restriksjonen

Før restriksjonen ble innført hadde 50 selskaper definert skyggepris på høyspent linjelengder mens 60 hadde definert skyggepris på snøvariabelen. Innføring av restriksjonen fører isolert sett til at dette endres til hhv. 99 og 59, og at 94 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.



Figur 13 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom snø og høyspent linjelengder

Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 0,58 prosent til 90,58 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 12,24 prosent.

Et av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris på begge variabler før begrensningen innføres. Selskapet opplever en reduksjon på 2,67 prosent, men det er kun en reduksjon i supereffektivitet fra 115,26 prosent til 112,59 prosent.

I figur 13 er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av restriksjonen tegnet inn.

Restriksjonen har isolert sett ikke stor effekt. I figuren ser vi at det ikke er noen som går fra å være effektive til å bli ineffektive. Vi ser også at de fleste reduksjonene kun er små reduksjoner, og at den

største reduksjonen er i faktisk effektivitet. Hvis vi ser i tabell 4 under ser vi imidlertid at dette er det samme selskapet som tjener mest på at snøvariabelen inkluderes i modellen.

For å evaluere denne restriksjonen skal vi også se på hvordan de som får størst reduksjon i målt effektivitet gjør det i dagens DEA-modell, uten vektrestriksjoner, med og uten snøvariabelen.

Tabell 4 – DEA-resultat med og uten snø og med snø og VR₁₀

	DEA-res m snø	DEA-res u snø	Endring	DEA-res m VR ₁₀	Endring
Selskap 1	93,31 %	67,53 %	25,78 %	81,07 %	-12,24 %
Selskap 2	104,67 %	87,12 %	17,55 %	100,09 %	-4,58 %
Selskap 3	90,37 %	74,44 %	15,93 %	87,85 %	-2,53 %
Selskap 4	115,26 %	99,58 %	15,68 %	112,59 %	-2,67 %
Selskap 5	84,25 %	70,77 %	13,48 %	80,22 %	-4,04 %
Selskap 6	91,98 %	78,61 %	13,37 %	89,10 %	-2,87 %
Selskap 7	105,58 %	92,67 %	12,91 %	102,91 %	-2,67 %
Selskap 8	95,40 %	84,27 %	11,13 %	92,76 %	-2,64 %
Selskap 9	80,94 %	71,10 %	9,84 %	78,85 %	-2,09 %
Selskap 10	75,83 %	66,14 %	9,69 %	73,70 %	-2,13 %
Selskap 11	111,82 %	102,27 %	9,55 %	108,67 %	-3,15 %
Selskap 12	79,67 %	70,48 %	9,19 %	76,53 %	-3,15 %
Selskap 13	109,24 %	100,46 %	8,78 %	107,36 %	-1,88 %
Selskap 14	66,97 %	58,53 %	8,44 %	65,15 %	-1,82 %
Selskap 15	137,90 %	130,04 %	7,86 %	137,90 %	0,00 %
Selskap 16	82,10 %	74,51 %	7,59 %	80,28 %	-1,82 %
Selskap 17	68,37 %	61,22 %	7,15 %	67,45 %	-0,92 %
Selskap 18	96,00 %	89,03 %	6,97 %	94,89 %	-1,11 %
Selskap 19	91,05 %	84,40 %	6,65 %	89,95 %	-1,10 %
Selskap 20	87,09 %	80,65 %	6,44 %	85,74 %	-1,34 %
Selskap 21	71,77 %	65,91 %	5,86 %	70,49 %	-1,28 %
Selskap 22	112,36 %	106,89 %	5,47 %	110,96 %	-1,40 %
Selskap 23	82,96 %	77,92 %	5,04 %	81,43 %	-1,53 %
Selskap 24	98,58 %	93,65 %	4,93 %	98,07 %	-0,51 %
Selskap 25	89,54 %	84,61 %	4,93 %	89,54 %	0,00 %

I tabell 4 ser vi at de selskapene som oppnår store reduksjoner ved innføring av VR₁₀ også oppnår stor økning i DEA-resultatet sitt når snøvariabelen inkluderes i modellen. Vi ser også at de selskapene som oppnår størst økning i DEA-resultat når snøvariabelen inkluderes får redusert sitt DEA-resultat når VR₁₀ inkluderes i modellen. Det kan se ut til at vektrestriksjonen fungerer etter hensikten, og reduserer virkningen som snøvariabelen får lov til å ha på selskapenes målte effektivitet. I det videre arbeidet må det vurderes nærmere om selskapene som opplever en reduksjon i resultatet sitt er selskap som i utgangspunktet oppnådde uforholdsmessig stor økning ved innføring av snøvariabelen.

4.3 Kystnærhet vs høyspent linjelengder

I DEA-modellen for distribusjonsnettene er det også inkludert en kystnærhetsvariabel som skal fange opp selskaper som har store kostnader knyttet til kyst- og vindproblematikk. Denne variabelen gir spesielt store utslag i målt effektivitet for enkeltelskaper. Det skal derfor undersøkes om det å innføre en vektrestriksjon kan løse dette problemet.

Variabelen består av en brøk. I telleren har vi gjennomsnittlig vindbelastningen i det enkelte konsesjonsområdet, mens nevneren består av gjennomsnittlig avstand til kyst. Jo større vindbelastning selskapet er utsatt for og jo nærmere selskapet er kysten, jo større verdi har selskapet på variabelen. Kystnærhetsvariabelen er også vektet inn i DEA-modellen med km. høyspent luftledninger.

Det bør derfor være mulig å innføre en begrensning mellom skyggeprisene til kystnærhetsvariabelen og høyspent linjelengder. For å legges en begrensning på hvordan en km. mer med høyspent luftledning som er utsatt for kystproblematikk kan påvirke effektiviteten i forhold til en km. til med høyspent linjelengder. På denne måten kan det legges begrensninger på for mye mer en km. med kystutsatt nett får lov til å øke selskapets kostnader i forhold til en km. til med høyspentnett uten at det påvirker selskapets DEA-resultat.

0,11 er maksimal kystnærhet – beregnet ut fra maks av ratioen $knHSL / HS$ i datasettet. Denne deles på to fordi det antas at kun halvparten av høyspent linjelengdene er luftlinjer. Skyggeprisen for kystnærhet multipliseres deretter med to for å ta høyde for at skyggeprisen på kystnærhetsvariabelen kun skal kunne være opptil dobbelt så stor som skyggeprisen på høyspent linjelengder.

$$\sigma_{kn} \quad 0,11 / 2 < 2 \sigma_{hs}$$

$$\sigma_{kn} \quad 0,0275 < \sigma_{hs}$$

$$\sigma_{kn} < 36,364 \sigma_{hs}$$

Dette gir:

$$VR_{11} \quad -\sigma_{kn} < 36,364 \sigma_{hs}$$

Med andre ord skal ikke en enhet av kystutsatte nett – justert for nærhet til kyst – koste mer enn en gitt mengde høyspentnett. Grensen er definert slik at 0,0275 enheter kystnærhet – beregnet ut fra maksimal kystnærhet, justert for at halvparten av HS nettet er luftlinjer i gjennomsnitt – ekstra ikke kan mer enn doble kostnadene i høyspentnettet.

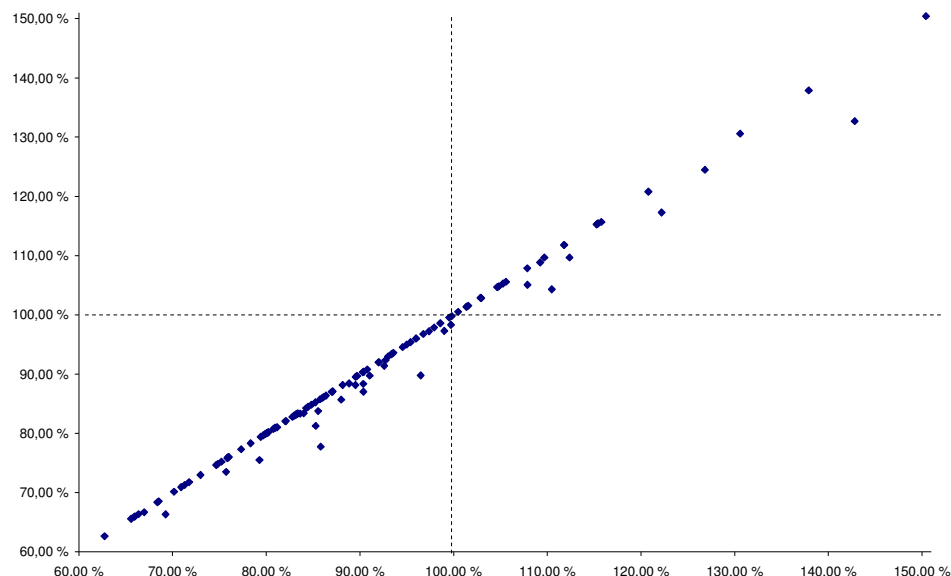
Evaluering av restriksjonen

Før restriksjonen ble innført hadde 50 selskaper definert skyggepris på høyspent linjelengder mens 47 hadde definert skyggepris på kystnærhetsvariabelen. Innføring av restriksjonen fører isolert sett til at dette endres til hhv. 70 og 36, og at 82 selskapers målte effektivitet/supereffektivitet reduseres.

Restriksjonene fører til at gjennomsnittseffektiviteten reduseres med 0,59 prosent til 90,56 prosent. Den største enkeltreduksjonen er på 10,10 prosent.

Et av selskapene som får redusert sin effektivitet med over en prosent har skyggepris på begge variabler før begrensningen innføres. Selskapet opplever bare en reduksjon på 1,76 prosent i faktisk effektivitet.

I figur 14 er endringer i målt supereffektivitet som følge av innføringen av restriksjonen tegnet inn. Heller ikke denne restriksjonen har isolert sett veldig stor effekt. I figuren ser vi at det ikke er noen som går fra å være effektive til å bli ineffektive. Vi ser at den største reduksjonen bare er en reduksjon i supereffektivitet, men at reduksjonene ellers er jevnt fordelt mellom endringer i supereffektivitet og effektivitet.



Figur 14 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjon mellom kystnærhet og høyspent linjelengder

For å evaluere denne restriksjonen ser vi også på hvordan selskapene som får opplever størst reduksjon i målt effektivitet gjør det i dagens DEA-modell, uten vektrestriksjoner, med og uten kystnærhetsvariabelen.

Tabell 5 – DEA-resultat med og uten snø og med kn og VR₁₁

	DEA-res m kn	DEA-res u kn	Endring	DEA-res m VR ₁₁	Endring
Selskap 1	142,80 %	67,23 %	75,57 %	132,70 %	-10,10 %
Selskap 2	122,19 %	84,10 %	38,09 %	117,28 %	-4,91 %
Selskap 3	85,81 %	51,87 %	33,94 %	77,74 %	-8,07 %
Selskap 4	79,29 %	56,91 %	22,38 %	75,52 %	-3,77 %
Selskap 5	90,37 %	73,42 %	16,95 %	87,03 %	-3,34 %
Selskap 6	92,75 %	79,46 %	13,29 %	92,36 %	-0,39 %
Selskap 7	79,90 %	67,01 %	12,89 %	79,90 %	0,00 %
Selskap 8	110,49 %	98,62 %	11,87 %	104,33 %	-6,15 %
Selskap 9	90,36 %	78,97 %	11,39 %	88,36 %	-2,00 %
Selskap 10	69,24 %	59,07 %	10,17 %	66,35 %	-2,90 %
Selskap 11	87,99 %	78,27 %	9,72 %	85,68 %	-2,31 %
Selskap 12	96,48 %	86,82 %	9,66 %	89,76 %	-6,71 %
Selskap 13	92,59 %	84,24 %	8,35 %	91,38 %	-1,20 %
Selskap 14	137,90 %	130,96 %	6,94 %	137,90 %	0,00 %
Selskap 15	62,73 %	56,47 %	6,26 %	62,62 %	-0,11 %
Selskap 16	107,88 %	102,88 %	5,00 %	105,07 %	-2,81 %
Selskap 17	89,54 %	84,61 %	4,93 %	89,54 %	0,00 %
Selskap 18	85,53 %	81,52 %	4,01 %	83,77 %	-1,76 %
Selskap 19	130,57 %	126,81 %	3,76 %	130,57 %	0,00 %
Selskap 20	91,05 %	87,72 %	3,33 %	89,76 %	-1,29 %
Selskap 21	83,64 %	80,70 %	2,94 %	83,33 %	-0,30 %
Selskap 22	80,94 %	78,11 %	2,83 %	80,94 %	0,00 %
Selskap 23	75,71 %	72,90 %	2,81 %	73,51 %	-2,20 %
Selskap 24	112,36 %	110,06 %	2,30 %	109,67 %	-2,69 %
Selskap 25	109,24 %	107,01 %	2,23 %	108,84 %	-0,40 %

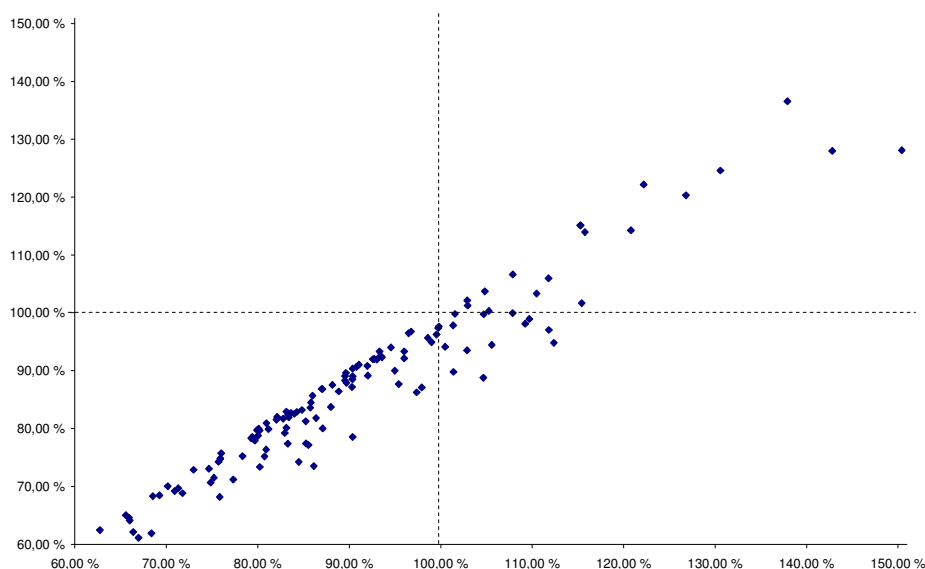
I tabell 5 ser vi at de selskapene som oppnår store reduksjoner ved innføring av VR_{11} også oppnår stor økning i DEA-resultatet sitt når kystnærhetsvariabelen inkluderes i modellen. Vi ser også at de fleste selskapene som oppnår størst økning i DEA-resultat når kystnærhetsvariabelen inkluderes får redusert sitt DEA-resultat når VR_{11} inkluderes i modellen. Det kan se ut til at vektrestriksjonen fungerer etter hensikten, og reduserer virkningen som kystnærhetsvariabelen får lov til å ha på selskapenes målte effektivitet. I det videre arbeidet må det vurderes nærmere om selskapene som opplever en reduksjon i resultatet sitt er selskap som i utgangspunktet oppnådde uforholdsmessig stor økning ved innføring av kystnærhetsvariabelen.

5 Samlet virkning av vektrestriksjonene

Gjennomgangen av den samlede virkningen er delt opp i tre. I den første delen tar vi for oss endringer som følge av vektrestriksjonene VR_1 til og med VR_8 . I del to tas endringer som følger av innføring av VR_1 , VR_2 , VR_7 , VR_8 , VR_9 , VR_{10} og VR_{11} opp. I del tre ser vi på endringer som følge av at alle begrensningene tas inn i DEA-modellen for distribusjonsnettene. Bakgrunnen for at gjennomgangen deles opp i tre er at det har vist seg at det er problematisk å innføre flere enn åtte vektrestriksjoner i EMS-programmet. Vi har hatt tilgang til et program som takler flere restriksjoner. Vi har ikke vært i stand til å beregne supereffektivitet i dette programmet, den totale vurderingen er derfor uten supereffektivitet. Programmet er ikke, på nåværende tidspunkt, offentlig tilgjengelig. Vi vet heller ikke om andre – lett tilgjengelige programmer – som takler flere enn åtte vektrestriksjoner i DEA. For at andre i alle fall skal kunne etterprøve deler av resultatene i dette notatet er resultatene delt opp i tre.

5.1 En samlet vurdering – del I

Under dette punktet skal endringer ved innføring av vektrestriksjon en til åtte analyseres. Disse vektrestriksjonene er mellom variablene som skal forklare selskapenes strukturelle og etterspørselsrelaterte utfordringer i DEA-modellen for distribusjonsnettene. Det vil si at skrankene på rammevilkårsvariablene, skog, snø og kystnærhet ikke er med. I figuren under ser vi hvordan disse begrensningene sammen virker på effektiviteten og supereffektiviteten.



Figur 15 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjonene VR_1 til VR_8

Her ser vi at vektrestriksjonene som her evalueres til sammen påvirker mange selskaper. I figuren ser vi at de største reduksjonene i effektivitet kun er reduksjoner i supereffektivitet. Vi ser også at en del selskaper som var effektive blir ineffektive når beskrankningene innføres, og at enkelte av disse får stor nedgang i DEA-resultatet sitt. Forøvrig ser vi at restriksjonene påvirker selskaper over hele skalaen.

Før restriksjonene innføres er det henholdsvis 75, 50, 65, 62 og 61 som har skyggepris på variablene nettstasjoner, høyspent linjelengder, fritidsboligabonnementer, øvrige abonnementer og grensesnitt. Innføring av beskrankningene VR_1 til VR_8 fører til at dette endrer seg til henholdsvis 113, 113, 113, 113 og 112. Vektrestriksjonene fører altså til at flere selskaper får skyggepris på alle variablene. Det mangler likevel 15–16 selskaper som ikke fanges opp av disse beskrankningene.

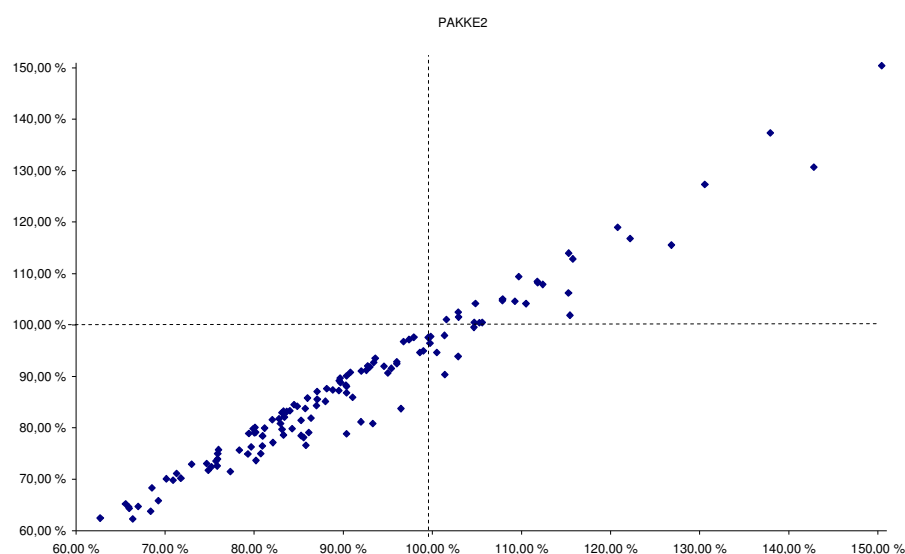
I tabellen under er en del av de viktigste virkningene av oppsummert.

Tabell 6 – Oppsummering av endringer

	Effektivitet	Supereffektivitet
Endring i gjennomsnittseffektiviteten	-2,42 %	-3,74 %
Antall med redusert effektivitet	107	124
Største reduksjon i effektivitet	-12,60 %	-22,31 %
Reduksjon i effektive selskaper	13	13
Antall med reduksjon på over 15 prosent	0	3
Antall med reduksjon på over 10 prosent	7	15
Antall med reduksjon på over 5 prosent	22	34
Antall med reduksjon på over 3 prosent	36	51
Antall med reduksjon på over 1 prosent	73	90

5.2 En samlet vurdering – del II

Her skal endringene som følger av å innføre beskrankninger på geografivariablene, skog, snø og kystnærhet, sin virkning analyseres. For å fange opp så mange selskaper som mulig er disse restriksjonene analysert sammen med begrensningene mellom abonnementer og nettstasjoner og nettstasjoner og høyspent linjelengder. Med andre ord er det beskrankningene VR₁, VR₂, VR₇, VR₈, VR₉, VR₁₀ og VR₁₁ som skal analyseres. I figur 16 er endringer i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjonene illustrert.



Figur 16 – Endring i supereffektivitet ved innføring av vektrestriksjonene VR₁, VR₂, VR₇, VR₈, VR₉, VR₁₀ og VR₁₁

Figuren viser at restriksjonene fører til at det blir færre effektive selskaper, og at flere av de som er effektive etter at restriksjonene innføres får redusert sin supereffektivitet. Det fremgår også at den største endringen kun er en nedgang i supereffektivitet, men at både selskaper som hadde DEA-resultat under og over en opplever store reduksjoner i resultatene sine.

Før restriksjonene innføres er det henholdsvis 75, 50, 62, 81, 60 og 47 som har skyggepris på variablene nettstasjoner, høyspent linjelengder, abonnementer, skog, snø og kystnærhet. Innføring av beskrankningene fører til at dette endrer seg til henholdsvis 124, 124, 124, 86, 48 og 43.

Vektrestriksjonene fører til at nesten alle selskaper, 124 av 128, får skyggepris på variablene nettstasjoner, høyspent linjelengder og abonnemeter. Som forventet er det mange selskaper som fortsatt mangler skyggepris på geografivariablene. Dette skyldes at vektbegrensningene som er satt på disse variablene er ensidige. Det vil si at de bare begrenser hvor mye mer effektiviteten får lov til å øke hvis geografivariablene øker med en enhet i forhold til høyspent linjelengder – uten at det er satt en grense for hvor mye en km. til høyspentnett får lov til å påvirke effektiviteten i forhold til geografivariablene.

I tabellen under er en del av de viktigste virkningene av oppsummert.

Tabell 7 – Oppsummering av endringer

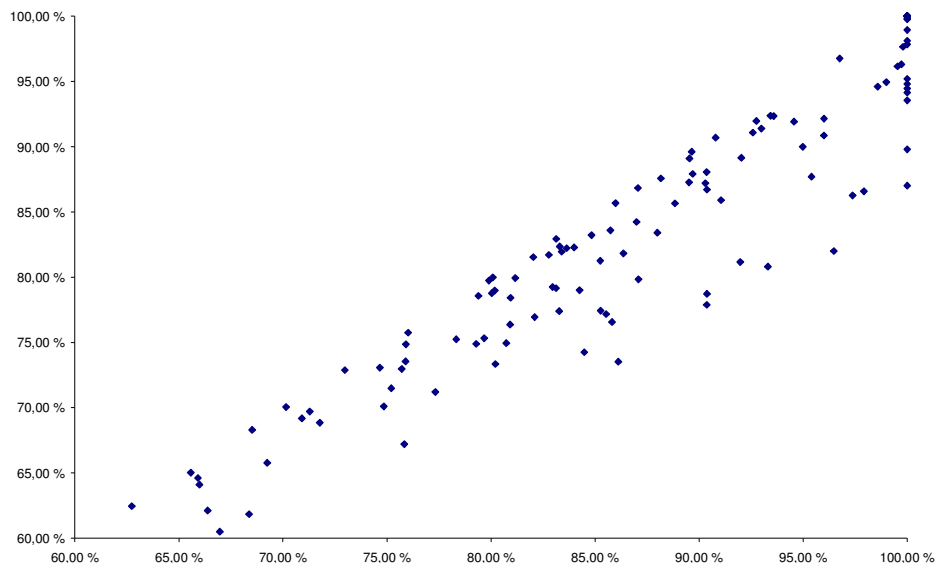
	Effektivitet	Supereffektivitet
Endring i gjennomsnittseffektiviteten	-2,17 %	-3,09 %
Antall med redusert effektivitet	99	124
Største reduksjon i effektivitet	-12,75 %	-13,53 %
Reduksjon i effektive selskaper	5	5
Antall med reduksjon på over 15 prosent	0	0
Antall med reduksjon på over 10 prosent	4	8
Antall med reduksjon på over 5 prosent	15	23
Antall med reduksjon på over 3 prosent	37	54
Antall med reduksjon på over 1 prosent	66	87

En sammenligning av figurene 15 og 16 og tabellene 6 og 7 viser at vektrestriksjonene som ble innført i punkt 2.3.1 har større virkning enn restriksjonene som undersøkes under dette punktet.

5.3 En samlet vurdering – del III

Her skal virkningen av å inkludere alle vektrestriksjonene i samme analyse vurderes. I figur 17, på neste side, er endringene ved innføring av alle vektrestriksjonene illustrert. I figuren er bare endringer i faktisk effektivitet tatt med. Bakgrunnen til dette er vanskeligheter med å få programmet som her er benyttet til å rapportere supereffektivitet.

Figuren viser at restriksjonene fører til ganske store endringer, og at det blir færre effektive selskaper. Det fremgår også at det er store endringer over hele skalaen. Det ser imidlertid ut til at det er minst nedgang blant selskapene som i utgangspunktet har lav effektivitet. I tillegg til disse endringene så må vi huske at restriksjonene også vil føre til at supereffektiviteten til selskapene som er effektive vil endre seg. En innføring av alle restriksjonene vil minst føre til de samme reduksjonene i supereffektivitet som de to kombinasjonene av begrensninger som er vist over.



Figur 17 – Endring i supereffektivitet ved innføring av alle vektrestriksjonene

Før restriksjonene innføres er det henholdsvis 75, 50, 65, 62, 61, 81, 60 og 47 som har skyggepris på variablene nettstasjoner, høyspent linjelengder, fritidsboligabonnementer, øvrige abonnementer, grensesnitt, skog, snø og kystnærhet. Innføring av beskrankningene fører til at dette endrer seg til henholdsvis 127, 127, 127, 127, 127, 85, 47 og 34. Vektrestriksjonene fører til at så god som alle selskaper, 127 av 128¹¹, får skyggepris på nettstasjoner, høyspent linjelengder, grensesnitt og begge abonnemerkategoriene. Som forventet er det mange selskaper som etter at vektbeskrankningene er tatt med mangler skyggepris på geografivariablene. Dette skyldes at vektbegrensningene som er satt på disse variablene er ensidige. Det vil si at de bare begrenser hvor mye mer effektiviteten får lov til å øke hvis geografivariablene øker med en enhet i forhold til høyspent linjelengder – uten at det er satt en grense for hvor mye en km. til høyspentnett får lov til å påvirke effektiviteten i forhold til geografivariablene.

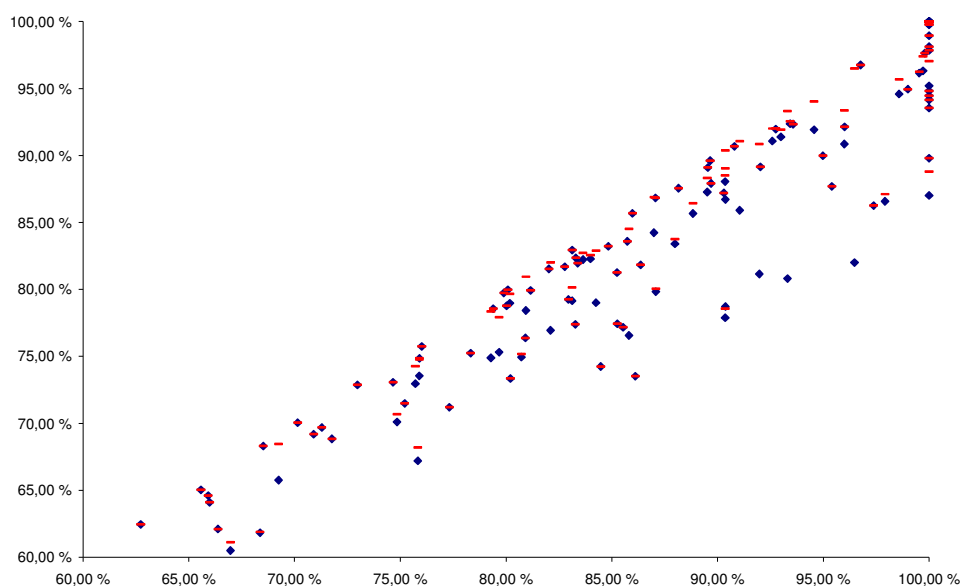
I tabellen under er en del av de viktigste virkningene av oppsummert.

Tabell 8 – Oppsummering av endringer

	Effektivitet
Endring i gjennomsnittseffektiviteten	-3,28 %
Antall med redusert effektivitet	110
Største reduksjon i effektivitet	-14,48 %
Reduksjon i effektive selskaper	13
Antall med reduksjon på over 15 prosent	0
Antall med reduksjon på over 10 prosent	11
Antall med reduksjon på over 5 prosent	31
Antall med reduksjon på over 3 prosent	54
Antall med reduksjon på over 1 prosent	87

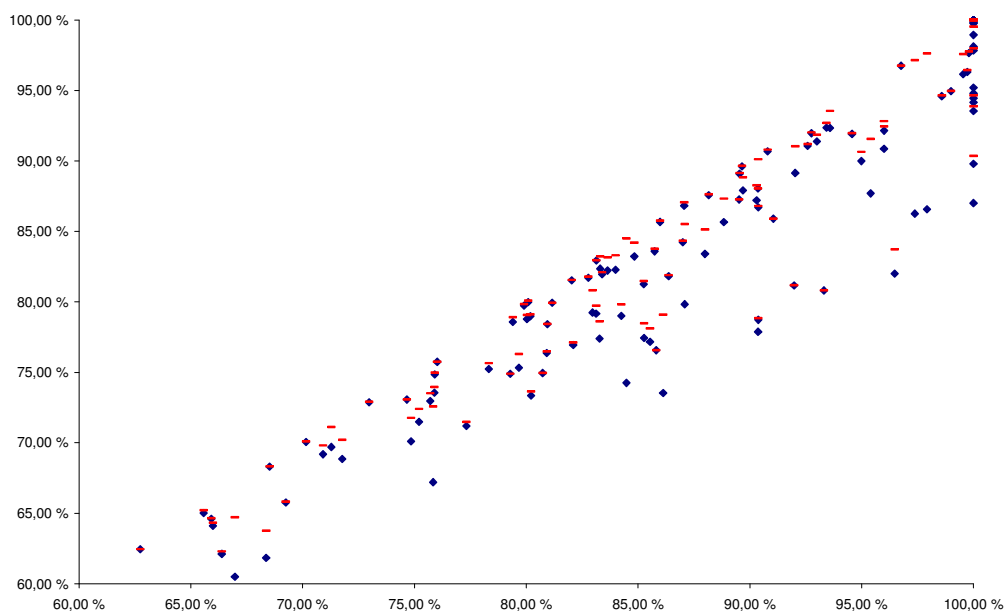
En sammenligning av tabellene i punktene over, tabellene 6 og 7, og tabell 8 viser noe av forskjellene i resultater mellom de to kombinasjonene av beskrankninger og alle restriksjonene samlet. Forskjellene kan også vises i plot hvor endringene som følger av de to kombinasjonene vises sammen med endringer som følger av alle restriksjonene.

¹¹ Det eneste selskapet som mangler skyggepriser på variablene er Hafslund Nett AS. Det skyldes sannsynligvis det at selskapet har så stor verdi på alle variablene at skyggeprisene derfor blir for små til å vises.



Figur 18 – Endring i effektivitet ved innføring av alle vektrestriksjonene plottet mot endringer som følger av innføring av vektrestriksjonene VR₁-VR₈,

I figur 18 er endringer som følger av inkludering av VR₁-VR₁₁ og VR₁-VR₈ plottet mot hverandre. Virkning av å inkludere VR₁-VR₁₁ er vist med de blå prikkene, mens de røde strekene illustrerer endringene av å ta med VR₁-VR₈. Vi ser at inkludering av alle begrensningene har stor virkning på enkelte selskapers resultat i forhold til den første kombinasjonen.



Figur 19 – Endring i effektivitet ved innføring av alle vektrestriksjonene plottet mot endringer som følger av innføring av vektrestriksjonene VR₁, VR₂, VR₇, VR₈, VR₉, VR₁₀ og VR₁₁

I figur 19 er endringer som følger av inkludering av alle restriksjoner og kombinasjon to, bestående av beskrankingene VR₁-VR₂, og VR₇-VR₁₁, plottet mot hverandre. Virkning av å inkludere VR₁-VR₁₁

er vist med de blå prikkene, mens de røde strekene illustrerer endringene av å ta med den andre kombinasjonen. Vi ser at inkludering av alle begrensningene totalt sett har stor virkning på resultatene i forhold til den evaluerte kombinasjonen, og at endringene er større her enn i figur 18.

6 Oppsummering

I notatet er bruk av vektrestriksjoner i NVEs sammenlignende analyser for distribusjonsnettene vurdert med henblikk på å redusere problemer knyttet til slakk, og for å begrense virkningen geografi-variablene har på resultatene fra analysene.

Det er i alt foreslått å innføre syv forskjellige begrensninger mellom variabler i modellen som benyttes til å sammenligne selskapene ressursbruk i distribusjonsnettene.

Fire av beskrankningene har som mål å redusere slakk i modellen. Disse restriksjonene er satt mellom; nettstasjoner og høyspent linjelengder (VR₁ og VR₂), nettstasjoner og grensesnitt (VR₃ og VR₄), fritidsboligabonnementer og øvrige abonnementer (VR₅ og VR₆) og nettstasjoner og abonnementer uten fritidsboligabonnementer (VR₇ og VR₈). De viktigste virkningene av disse restriksjonene er oppsummert i tabellene 9 og 10. I tråd med hensikten fanger begrensningene i hovedsak opp selskaper som har slakk/mangler skyggepris på de begrensede variablene. Enkelte selskaper som har skyggepris på variablene fanges imidlertid; i liten grad; opp, men selskapene som opplever stor reduksjon i DEA-resultatet sitt som følge av restriksjonene mangler skyggepris på – har slakk i – variablene. Beskrankningene er logiske, og gir forventede virkninger på resultatene, samtidig som de reduserer antall selskaper med slakk i disse variablene.

Tabell 9 – Endringer i selskaper med skyggepriser

Variabel	Uten restriksjoner	VR ₁ og VR ₂	VR ₃ og VR ₄	VR ₅ og VR ₆	VR ₇ og VR ₈	VR ₉	VR ₁₀	VR ₁₁	VR ₁ - VR ₈	VR ₁ -VR ₂ og VR ₇ - VR ₁₁	Alle
Nettstasjoner	75	72	92	-	84	-	-	-	113	124	127
Høyspent linjelengder	50	73	-	-	-	58	99	70	113	124	217
Grensesnitt	61	-	93	-	-	-	-	-	112	-	127
Fritidsboligabonnementer	65	-	-	80	-	-	-	-	113	-	127
Øvrige abonnementer	62	-	-	80	84	-	-	-	113	124	127
Skog	81	-	-	-	-	74	-	-	-	86	85
Snø	60	-	-	-	-	-	59	-	-	48	47
Kystnærhet	47	-	-	-	-	-	-	36	-	43	34

Det er også foreslått at det innføres tre begrensninger som skal redusere geografivariablenes virkning på resultatene av de sammenlignende analysene. Disse restriksjonene er satt mellom; høyspent linjelengder og skogvariabelen (VR₉), høyspent linjelengder og snøvariabelen (VR₁₀) og høyspent linjelengder og kystnærhetsvariabelen (VR₁₁). De viktigste resultatene av disse beskrankningene er også oppsummert i tabellen 9 og 10. Restriksjonene virker etter sin hensikt og reduserer resultatet til de selskapene som får størst positiv virkning av at geografivariablene tas med i normmodellen.

Tabell 10 – Oppsummering av virkninger av å inkludere de enkelte vektrestriksjonene i analysene

	Uten restriksjoner	VR ₁ og VR ₂	VR ₃ og VR ₄	VR ₅ og VR ₆	VR ₇ og VR ₈	VR ₉	VR ₁₀	VR ₁₁
Gjennomsnittseffektivitet	87,93 %	86,95 %	87,45 %	87,28 %	87,64 %	87,37 %	87,51 %	87,57 %
Endring	0,00 %	-0,98 %	-0,48 %	-0,65 %	-0,29 %	-0,57 %	-0,42 %	-0,36 %
Gjennomsnittligeffektivitet i analyser med supereffektivitet	91,16 %	89,85 %	90,13 %	90,10 %	90,74 %	90,28 %	90,58 %	90,56 %
Endring	0,00 %	-1,31 %	-1,03 %	-1,05 %	-0,42 %	-0,88 %	-0,58 %	-0,59 %
Antall referenter	31	28	26	30	29	31	31	31
Største endring i effektivitet	0,00 %	-9,52 %	-5,16 %	-10,06 %	-2,58 %	-10,74 %	-12,24 %	-8,07 %
Største endring i supereffektivitet	0,00 %	-13,54 %	-12,87 %	-11,83 %	-5,45 %	-10,74 %	-12,24 %	-10,10 %
Antall med endringer i faktisk effektivitet	0	80	80	82	77	65	71	62
Antall med endringer i supereffektivitet	0	22	20	24	19	26	23	20
Selskap med skyggepris på variabler som oppnår reduksjon på over 1 %	-	14	3	3	2	1	1	1
Selskap med skyggepris på variabler som oppnår reduksjon på over 3 %	-	5	0	2	1	1	0	0
Selskap med skyggepris på variabler som oppnår reduksjon på over 5 %	-	3	0	1	0	1	0	0

I tabellene 10 og 11 er de viktigste effektene av at to kombinasjoner av vektrestriksjonene og at alle begrensningene inkluderes i modellen.

Tabell 11 – Virkninger av

	Uten restriksjoner	VR ₁ -VR ₈	VR ₁ -VR ₂ og VR ₇ -VR ₁₁	Alle
Gjennomsnittseffektivitet	87,93 %	85,51 %	85,77 %	84,65 %
Endring	0,00 %	-2,42 %	-2,17 %	-3,28 %
Gjennomsnittligeffektivitet i analyser med supereffektivitet	91,16 %	87,41 %	88,07 %	0,00 %
Endring	0,00 %	-3,74 %	-3,09 %	-91,16 %
Antall referenter	31	18	26	18
Største endring i effektivitet	0,00 %	-12,60 %	-12,75 %	-14,48 %
Største endring i supereffektivitet	0,00 %	-22,31 %	-13,53 %	0,00 %
Antall med endringer i faktisk effektivitet	0	107	99	110
Antall med endringer i supereffektivitet	0	17	25	-

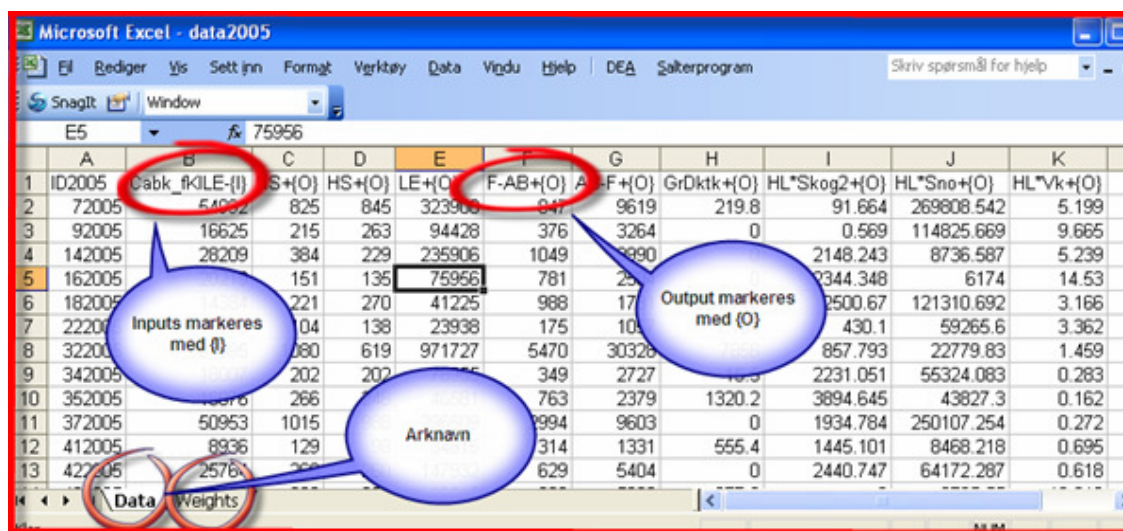
Vedlegg 1 – Vektrestriksjoner som er benyttet

Tabell 12 – Vektrestriksjonene som er benyttet

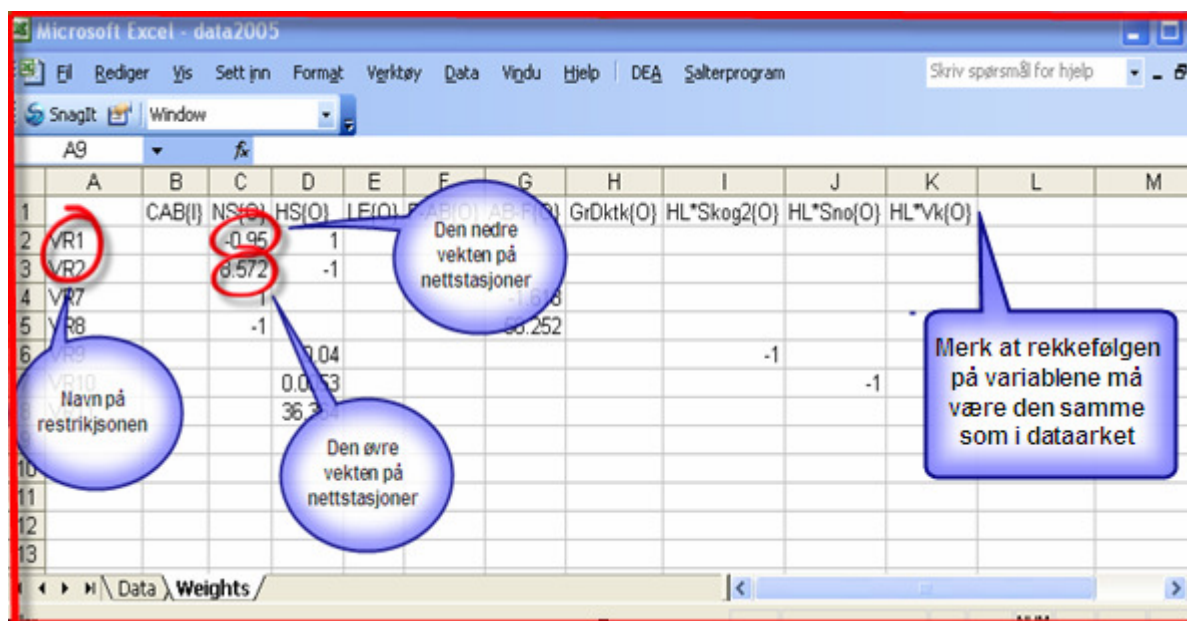
Vekt- restriksjon	Nett- stasjoner	Høyspent linjelengder	Fritidsbolig- abonnementer	Øvrige abonnementer	Grensesnitts- variabel	Skog	Snø	Kyst- nærhet
VR ₁	-0,952	1						
VR ₂	8,572	-1						
VR ₃	-0,02304				1			
VR ₄	0,20738				-1			
VR ₅			1	-0,33333333				
VR ₆			-1	3				
VR ₇	1			-1,618				
VR ₈	-1			58,252				
VR ₉		0,04				-1		
VR ₁₀		0,0053					-1	
VR ₁₁		36,364						-1

Vedlegg 2 – EMS og bruk av vektrestriksjoner

Først må det etableres en datafil som programmet leser. Det letteste er å bruke en Excel arbeidsbok. Hvis du skal ha vektene og dataene i samme arbeidsbok, så må boken som et minimum inneholde to ark. Et som inneholder dataene som skal benyttes – arket må kalles "Data", og et som inneholder vektrestriksjonene – arket må hete "Weights".



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID2005	Cabk_IKILE(I)	S(O)	HS(O)	LE(O)	F-AB+(O)	A-F+(O)	GrDktk+(O)	HL*Skog2+(O)	HL*Sno+(O)	HL*Vk+(O)
2	72005	54032	825	845	323906	947	9619	219.8	91.664	269808.542	5.199
3	92005	16625	215	263	94428	376	3264	0	0.569	114825.669	9.665
4	142005	26209	384	229	235906	1049	3990		2148.243	8736.587	5.239
5	162005		151	135	75956	781	25		2344.348	6174	14.53
6	182005		221	270	41225	988	17		2500.67	121310.692	3.166
7	222005		04	138	23938	175	10		430.1	59265.6	3.362
8	322005		80	619	971727	5470	30328		857.793	22779.83	1.459
9	342005		202	202		349	2727		2231.051	55324.083	0.283
10	352005		266			763	2379	1320.2	3894.645	43827.3	0.162
11	372005		50953	1015		994	9603	0	1934.784	250107.254	0.272
12	412005		8936	129		314	1331	555.4	1445.101	8468.218	0.695
13	422005		2576			629	5404	0	2440.747	64172.287	0.618



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CAB(I)	NS(I)	HS(O)	LE(O)	F-AB+(O)	A-F+(O)	GrDktk(O)	HL*Skog2(O)	HL*Sno(O)	HL*Vk(O)			
2	VR1		-0.95	1									
3	VR2		0.572	-1									
4	VR7												
5	VR8		-1										
6	VR9			0.04					-1				
7	VR10			0.053						-1			
8				36.3									
9													
10													
11													
12													
13													

Når det skal beregnes vekter mellom skyggeprisen på to variabler så må de være på følgende form. Vi har to variabler, x_1 og x_2 . Hvis vi antar at skyggeprisen på x_1 , σ_1 , skal være større enn dobbelt så stor som skyggeprisen på x_2 , σ_2 , så skal skyggeprisen beregnes på følgende måte.

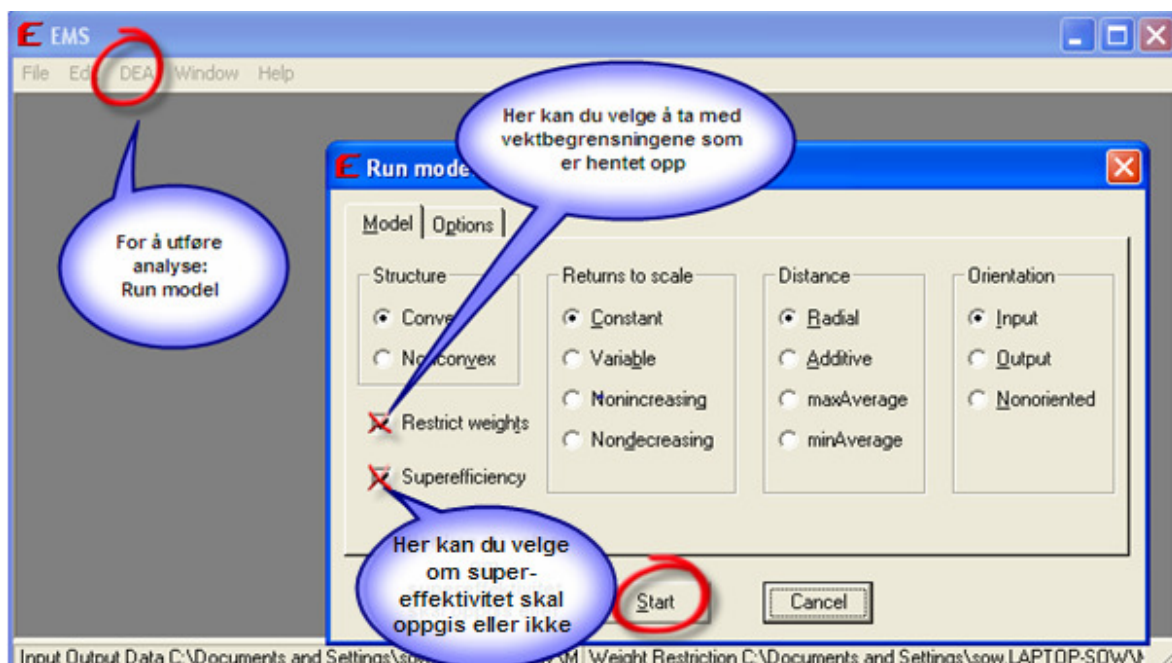
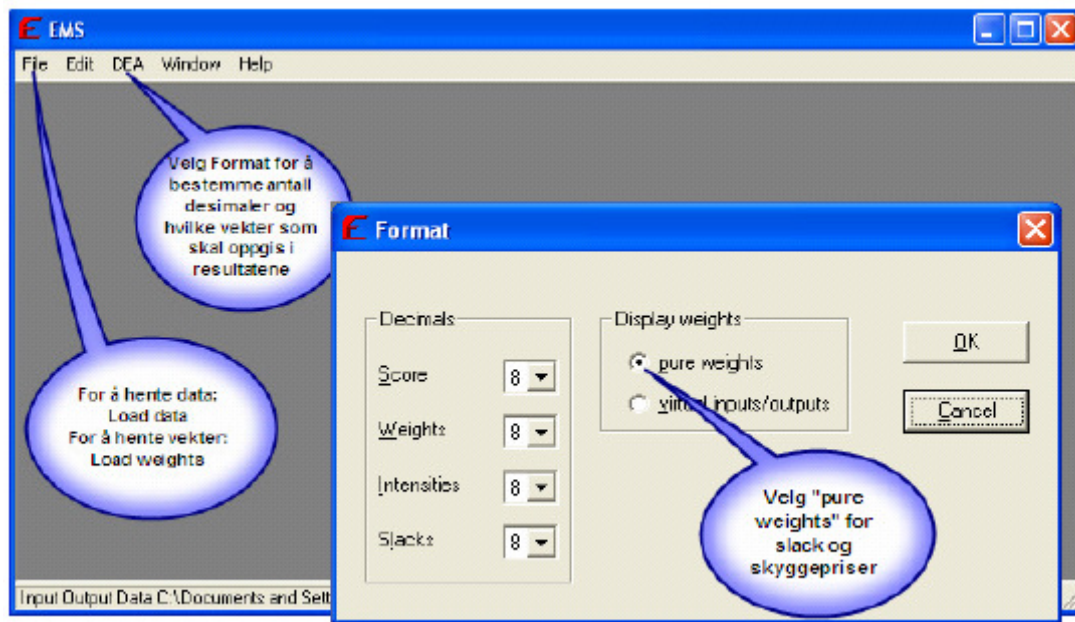
$$2\sigma_1 > \sigma_2 \Rightarrow 2\sigma_1 - \sigma_2 > 0$$

som sier at skyggepris på x_1 skal være større enn dobbelt så stor som skyggeprisen på x_2 , og

$$\sigma_2 < 2\sigma_1 \Rightarrow -2\sigma_1 + \sigma_2 < 0$$

som sier at skyggepris på x_2 skal være mindre enn halvparten av skyggeprisen på x_1 .

Når dataene og vektene er lagret i samme arbeidsbok kan disse hentes opp i EMS-programmet på følgende måte.



Resultatfil fra EMS.

Resultatfil

and Settings\ow.LAPTOP-SOW\mine dokumenter\Wektrestriksjoner\Wektrestriksjoner\data2005.xls_C

DMU	Score	bk_KILE-{0}{w}	NS+{0}{w}	LS+{0}{w}	LE+{0}{w}	F-AB+{0}{w}	AB-F+{0}{w}
1	72005	83.77056173%	0.00001818	0.00031270	0.00029769	0.00000085	0.00000000
2	92005	91.19411871%	0.00006011	0.00018915	0.00052683	0.00000042	0.00000000
3	142005	105.04537862%	0.00003515	0.00011959	0.00031121	0.00000000	0.00012417
4	162005	76.57834820%	0.00004146	0.00007075	0.00060648	0.00000117	0.00012486
5	182005	104.60271496%	0.00001352	0.00007038	0.00060327	0.00000000	0.00033850
6	222005	83.30322269%	0.00001389	0.00140074	0.00133350	0.00000000	0.00000000
7	322005	118.9864591%	0.00001389	0.00003636	0.00003462	0.00000003	0.00004624
8	342005	65.215311%	0.00001389	0.00092586	0.00088142	0.00000262	0.00000000
9	422005	104.18295883%	0.00001389	0.00022220	0.00190469	0.00000000	0.00006627

Skyggepris på nettstasjoner

DEA-resultat

C:\Documents and Settings\ow.LAPTOP-SOW\mine dokumenter\Wektrestriksjoner\Wektrestriksjoner\data2005.xls_CRS_R...

F-AB+{0}{w}	AB-F+{0}{w}	GrDkt+{0}{w}	HL*Skog2+{0}{w}	HL*Sno+{0}{w}	HL*Vt+{0}{w}	Benchmark	{S} Cabk_KILE	{S} NS+{0}	{S} HS+{0}
1	0.00000000	0.00000537	0.00000848	0.00000000	0.00000000	30	0.00000000	0.00000001	0.00000001
2	0.00000000	0.00011690	0.00000000	0.00000000	0.00000110	21	0.00000000	0.00000698	0.00000049
3	0.00012417	0.00007391	0.00000000	0.00000250	0.00000000	7	0.00000000	0.00000000	0.00000000
4	0.00012486	0.00004373	0.00000000	0.00002426	0.00000000	21	0.00000000	0.00000004	0.00000000
5	0.00033850	0.00000121	0.00026518	0.00002413	0.00000000	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000
6	0.00000000	0.00026997	0.00000000	0.00004939	0.00000000	0	0.00000000	0.00000035	0.00000041
7	0.00004624	0.00002247	0.00002079	0.00000000	0.00000000	20	0.00000000	0.00000001	0.00000000
8	0.00000000	0.00001589	0.00000000	0.00001650	0.00000000	3	0.00000000	0.00000001	0.00000000
9	0.00006627	0.00000381	0.00022822	0.00003837	0.00000000	3	0.00000000	0.00000000	0.00000000
10	0.00003047	0.00000503	0.00000000	0.00000000	0.00000000	2	0.00000000	0.00000000	0.00000000
11	0.00013082	0.00007808	0.00028611	0.00004178	0.00000000	9	0.00000000	0.00000001	0.00000002
12	0.00000000	0.00007458	0.00000000	0.00001707	0.00000000	43	0.00000000	0.00000063	0.00000005
13	0.00010654	0.00007878	0.00003459	0.00000000	0.00000000	3	0.00000000	0.00000028	0.00000001
14	0.00014748	0.00013370	0.00000000	0.00003912	0.00000000	21	0.00000000	0.00000007	0.00000001
15	0.00028647	0.00020138	0.00000000	0.00003492	0.00000000	3	0.00000000	0.00000022	0.00000015

Slack i nettstasjonsvariabelen

For ytterligere informasjon om programmet bruk følgende link:

<http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsgf/or/scheel/ems/>

Referanser

Battese, Georg, Tim Coelli og D. S. Prasada Rao (1998): "*AN INTRODUCTION TO EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ANALYSIS*". Dordrecht: Kluwer Academic Publishers Group.

Farrell, M. J. (1957): "*The measurement of productive efficiency*". Journal of the Royal Statistical Society, ENRE A, CXX, part 3, 253-290.

Varian, Hal R. (1996): "*Intermediate Microeconomics*". New York: W.W. Norton & Company, Inc.