



Benchmarking av kundefunksjonen til Troms Kraft Nett AS.

av

Fredd Karl Arnesen

*STV-3906 Masteroppgave i strategisk ledelse og økonomi (MBA)
Fakultet for humaniora, statsvitenskap og lærerutdanning
Universitetet i Tromsø
Desember 2010*

Forord

Masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av en erfaringsbasert master i strategisk ledelse og økonomi (MBA). Studiet administreres av fakultet for humaniora, samfunnsvitenskap og lærerutdanning, mens selve masteroppgaven er gjennomført ved Handelshøyskolen i Tromsø.

I mitt virke som avdelingssjef og nestleder i Troms Kraft Nett AS har jeg gjennom flere år ønsket å benchmarke kundefunksjonen. Dels fordi tjenesten produseres i samme konsern, og dels fordi det ikke eksisterer et velfungerende marked for denne type tjenesteleveranser. Motivasjonen bak er å påse at tjenesten leveres med riktig kvalitet og pris, sett i forhold til ledende aktører blant norske nettselskaper.

Jeg håper at Troms Kraft Nett AS vil få nytte av de analysene som er foretatt. Ikke minst ved at det er satt fokus på at tjenester som leveres inn til et nettselskap kan benchmarkes gjennom effektivitetsanalyser med DEA.

Jeg retter en stor takk til min veileder professor Terje Vassdal, og stipendiat Helen Marita Sørensen Holst ved Handelshøyskolen for utmerket veiledning og faglig bistand.

Videre sendes en stor takk til familien for god støtte i en krevende tid, med en hektisk jobb og masteroppgaveskriving.

Avslutningsvis vil jeg takke medstudenter og lærekrefter ved MBA-en for en lærerik tid.

Tromsø 10. desember 2010



Fredd Arnesen

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Akronymer og enheter	v
Figuroversikt	v
Tabelloversikt	vi
Vedleggsoversikt	vi
Sammendrag	vii
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	2
1.3 Masteroppgavens struktur	3
2. Kundefunksjonen i nettselskaper	4
2.1 Kraftmarkedet og energiloven.....	4
2.2 Innhold i kundefunksjonen.....	5
2.3 Lovens krav til internhandel i konsern	7
2.4 Nærmere om benchmarking	8
3. Teori og metode	9
3.1 Produktivitet og effektivitet	9
3.2 Farrells effektivitetsmål.....	11
3.3 DEA-modellens funksjon og virkemåte	12
3.3.1 Forutsetninger for bruk av DEA.....	13
3.3.2 Matematisk formulering av DEA-modellen.....	13
3.3.3 Skalaegenskaer	15
3.4 Rangering	16
3.4.1 Supereffektivitet	17
3.4.2 Assurance region	18
4. Datagrunnlag	22
4.1 Innsatsfaktorer	23
4.2 Output – kostnadsdrivere	24
4.3 Korrelasjon mellom variablene	25
4.4 Modellvalg	28
4.5 Outlieranalyse.....	28
4.5.1 Deskriptiv statistikk	29
4.5.2 Output/innsatsfaktor	30
4.5.3 Supereffektivitet	32
4.5.4 Multiple Outlieranalyse med FEAR/R programvare	32
4.5.5. Fjerning av outliers.....	34
4.6 Programvare	35
5. Resultater	36
5.1 Effektivitetsvurderinger	36
5.1.1 Totaleffektivitet	36
5.1.2 Læremestre	37
5.1.3 Skalaeffektivitet	38
5.2 Hva kjennetegner de mest effektive selskapene?	39
5.2.1 Karakteristika ved de effektive selskapene	39
5.2.2 Strukturverdier	39
5.2.3 Hypotesetesting	40
5.2.4 Virtuell input	43
5.2.5 Virtuell output	45

5.3 Effektivitetsanalyser med restriksjon på virtuell input	46
5.3.1 DEA modell med begrensning i virtuell input	46
5.3.2 Totaleffektivitet med begrensning i virtuell input.....	47
5.3.3 Læremestre med begrensning i virtuell input.....	49
5.3.4 Skalaeffektivitet med begrensning i virtuell input	50
6. Diskusjon og oppsummering	51
7. Konklusjon.....	53
Referanseliste	54
Vedlegg	56

Akronymer og enheter

TKN:	Troms Kraft Nett AS
DEA:	Data Envelopment Analysis
NVE:	Norges Vassdrags- og energidirektorat
TKE:	Troms Kraft Entreprenør AS
TK-mor	Troms Kraft AS (morselskapet)
TPF:	Totalfaktorproduktivitet
VRS:	Variabelt skalautbytte
CRS:	Konstant skalautbytte
DMU:	Decision making unit, produsent, enhet eller nettselskap

Figuroversikt

Figur 1: Organisering av Troms Kraft-konsernet.....	6
Figur 2: Illustrasjon av produktivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.....	10
Figur 3: Illustrasjon av Farrell effektivitetsbegrep; teknisk effektivitet, allokeringseffektivitet og total økonomisk effektivitet/kostnadseffektivitet.....	11
Figur under viser de ulike skalaegenskapene grafisk:.....	15
Figur 4: Illustrasjon av skalaegenskaper.....	16
Figur 5: Illustrasjon av inputorientert supereffektivitet.....	17
Figur 6: Xy-plot av aggregerte størrelser for output/input.....	31
Figur 7: Illustrasjon av log-ratio plot.....	33
Figur 8: Salterdiagram for totaleffektiviteten.....	37
Figur 9: Sammenligning av strukturvariable for de 13 beste praktiserende og 13 dårligst praktiserende nettselskapene.....	40
Figur 10: Fordeling av virtuell input.....	44
Figur 11: Fordeling av virtuell output.....	45
Figur 12: Salterdiagram for totaleffektiviteten med og uten begrensning i virtuell input.....	48

Tabelloversikt

Tabell 1: Mulige innsatsfaktorer i kundefunksjonen.....	23
Tabell 2: Mulige outputvariable i kundefunksjonen.	25
Tabell 3: Notasjon korrelasjonsmatrise.	26
Tabell 4: Korrelasjonsmatrise mellom variable.	27
Tabell 5: Modellvalg DEA.	28
Tabell 6: Deskriptiv statistikk av innsatsfaktorene.....	29
Tabell 7: Effektivitetsscore ved supereffektivetsberegning	32
Tabell 8: $R^{(r)}_{\min}$ plot for datamaterialet.	33
Tabell 9: Effektivitetsresultater under forutsetning av CRS.	36
Tabell 10: Læremestre for TKN.	37
Tabell 11: Totaleffektivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.	38
Tabell 12: Karakteristika over de effektive selskapene mht. kundefunksjonen.....	39
Tabell 13: Kjikvadrattest av hypotese 1.	42
Tabell 14: Kjikvadrattest av hypotese 2.	42
Tabell 15: Deskriptiv statistikk for virtuell input.	46
Tabell 16: Vekter på virtuell input.	47
Tabell 17: Effektivitetsresultater med begrensning i virtuell input.....	47
Tabell 18: Læremestre for TKN under forutsetning om begrensning i virtuell input.....	49
Tabell 19: Frekvens i referansesett.....	49
Tabell 20: Totaleffektivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.....	50

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1: Innholdet i kundefunksjonen	56
Vedlegg 2: Fullstendig korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2008.	59
Vedlegg 3: Fullstendig korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2007.	60
Vedlegg 4: Resultater fra outlieranalyse – supereffektivitet	61
Vedlegg 5: Datamateriale etter outlieranalyse	62
Vedlegg 6: Resultater 2008.	63
Vedlegg 7: Resultater med begrensning på virtuell input.	65
Vedlegg 8: Læremestre under forutsetning av VRS og begrensning i virtuell input.....	69

Sammendrag

I denne oppgaven analyseres effektiviteten i kundefunksjonen til norske kraftnettselskaper, med hovedfokus på Troms Kraft Nett AS (heretter kalt TKN). I kundefunksjonen inkluderes kundeservice, abonnement, avregning og måling.

Datamaterialet som jeg anvender er hentet fra Norges Vassdrags- og Energidirektorat (heretter kalt NVE). Jeg anvender videre data fra den såkalte note seks i NVE-regnskapet for 2008. Analysen utføres for kundefunksjonen i distribusjonsnettet i og med at alle kunder i praksis er tilhørende dette spenningsnivået.

Etter at outliers er fjernet, er det 70 nettselskaper med videre i analysene. Med en modellspesifikasjon som har tre inputs og to outputs, så er dette innenfor regelen om at antall enheter i analysen skal være større eller lik tre ganger summen av variabler (input og output).

Resultatene viser at TKN i sin kundefunksjon har et samlet effektiviseringspotensial på ca. 38 %. Det betyr at kostnadene kan reduseres med 38 % for at TKN skal være like effektive som de beste i bransjen. Det oppgitte effektivitetsmålet er en relativ størrelse, målt mot de beste i bransjen. Med det menes det at effektiviseringspotensialet godt kan være større enn de 38 % som jeg har påvist, dersom det fins generell ineffektivitet i bransjen. 9 % av potensialet skyldes sløsing, og kalt teknisk ineffektivitet, og bør kunne hentes inn på kort sikt. TKN er av for stor skala, og det er påvist at kostnadene i kundefunksjonen kan reduseres ytterligere 31,5 %, om riktig skala oppnås. Det er imidlertid urealistisk å dele kundefunksjonen opp i mindre deler for å bli skalaeffektiv.

De mest velegnede rollemodellene som er realistiske referanser for prestasjonsforbedringer innen kundefunksjonen er Energiselskapet 1 Follo Røyken AS og Fredrikstad Energinett AS.

Det er ikke påvist stordriftsfordel i kundefunksjonen, og det er heller ikke påvist ytre faktorer som forklarer sammenhengen mellom effektivitet og størrelse. Forklaringen kan selvfølgelig ha sin årsak i faktorer som ikke er tatt hensyn til i modellen

Analysene er i hovedsak utført med DEA-Solver-PRO av Saitech. Øvrig programvare er beskrevet i kapittel 4.6.

Nøkkelord

Troms Kraft Nett AS, kundefunksjon, monopol, effektivitet, benchmarking.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Nettbransjen består av ca. 130 nettselskaper som alle har monopol på overføring av strøm til forbrukere i et område. I monopolkonsesjonene har konsesjonseier plikt til å levere strøm til alle kundene i regionen, og ellers å utføre en rekke nettrelaterte monopoloppgaver, herunder kundefunksjonen som består av måling, avregning, fakturering og kundeservice. Overføringen av strøm krever omfattende infrastruktur med lang levetid og høye anskaffelseskostnader. Infrastrukturen er så kostbar at parallelle overføringsnett ikke lønner seg for samfunnet. Markeder for overføring av elektrisk kraft er derfor naturlige monopol. Det vil si at kjøpere av overføringstjenester kun har en selger å forholde seg til. Regulerende myndighet er NVE som har fått denne myndigheten delegert fra Olje- og Energidepartementet.

Det er store strukturelle og geografiske forskjeller mellom nettselskapene i Norge. Det største nettselskapet i Norge er Hafslund Nett AS og har 537 534 kunder (2008), mens et av de minste selskapene er Evenes Kraftforsyning A/S med 1 361 kunder. De geografiske rammebetingelsene som selskapene opererer under er svært forskjellige og gjør at det vil være dyrere å bygge, eie og drive et kraftnett i et utsatt kystklima enn i et innlandsklima.

Imidlertid vil kundefunksjonen som måling, avregning, abonnement og kundeservice være forholdsvis lite -, eller helt uavhengig av geografiske rammebetingelser. Den viktigste driveren knyttet til kundefunksjonen er antall kunder. Min hypotese er at effektiviteten innen denne tjenesteproduksjonen vil kunne studeres i en DEA-modell, der input i modellen er kostnaden for tjenesteproduksjon, og output er relatert til antall kunder.

Inntektsdannelsen til norske nettselskaper skjer gjennom årlige effektivitetsanalyser, utført av NVE, der effektive selskaper belønnes med høyere inntekter enn ineffektive selskaper. Om kostnadene som et nettselskap pådrar seg gjennom tjenestekjøp er større enn ”markedsriktig pris” så vil både driftsresultatet og avkastningen bli tilhørende mindre. Det er derfor viktig at et nettselskap holder kostnadskontroll med de tjenestene som produseres i nettselskapet og de tjenestene som kjøpes inn. Dette gjelder uavhengig om innkjøpet skjer hos konserninterne søsterselskaper, eller hos eksterne tjenesteleverandører.

TKN ønsker derfor å benchmarke kundefunksjonen, som leveres av morselskapet i Troms Kraft (heretter kalt TK-mor), og søsterselskapet Troms Kraft Entreprenør AS (heretter kalt TKE). Denne tjenesteproduksjonen er ikke konkurranseutsatt, og det er vanskelig å vite hva som er markedsriktig pris for denne type tjenester. I og med at det ikke fins et velfungerende marked for kundefunksjoner, så er det viktig for TKN å måle hvor effektivt disse tjenestene produseres i forhold til andre nettselskaper i Norge.

1.2 Problemstilling

Oppgaven vil omhandle effektivitetsanalyse av kundefunksjonen i TKN. Kundeservice, abonnement og avregning leveres av TK-mor. Oppsett av målere leveres av TKE. Bestillerkompetansen for tjenestene, samt forvaltning av målepark og innsamling av måleverdier, er organisert i TKN. TKN har altså valgt å outsource en stor del av kundefunksjonen, som et alternativ til å produsere tjenesten selv. I og med at tjenesten ikke er konkurranseutsatt, så er det vanskelig å vite hva som er markedsriktig pris for denne type tjenester. I utgangspunktet skjer prisingen i en forhandlingsmodell i Troms Kraft-konsernet, mens det i praksis er selvkost pluss et påslag (også kalt kostnadsbasert internpris) som regulerer prisen. Tjenestene vi definerer som kundefunksjonen for et nettselskap er som følger:

- Kundeservice, som er generell interaksjon mot kunder.
- Abonnementshandtering, som er ajourhold av kundeforholdet.
- Avregningstjenester, som er fakturaproduksjon og innkreving.
- Måling, som er forvaltning av målerpark, inklusive innhenting av måleverdi.

En videre spesifikaasjon over hva som inngår i kundefunksjonen er vist i kapittel 2.2, og i vedlegg 1.

Innholdet i kundefunksjonen er (enten det produseres i et nettselskap, eller kjøpes hos søsterselskap/morselskap i samme konsern) et homogent produkt som er sammenlignbart mellom nettselskaper. Antall kunder er en god beskrivelse av den oppgaven som gjøres innenfor kundefunksjonen. Kostnadene som nettselskapene rapporterer inn til NVE er underlagt streng monopolkontroll (styrt per forskrift), i og med at nettselskaper er naturlige monopoler. Det er derfor enkelt å framskaffe kostnader som det enkelte nettselskap har rapportert inn for å utøve kundefunksjonen.

Det finnes datamateriale for fem år tilbake i tid. For TKNs del er det særlig interessant å se hvordan effektivitetsscore er i forhold til andre ledende nettselskaper i Norge, basert på siste tilgjengelige data fra 2008.

Oppgaven har som formål:

- Analysere effektiviteten i kundefunksjonen som TKN kjøper i morselskap/søsterselskap (TK-mor/TKE), og delvis utfører selv. Kunnskapen om hvor effektivt tjenesten produseres vil være med å danne grunnlaget for eventuelle framtidig effektiviseringstiltak, samt prising av tjenesteleveransen.
- Peke ut de mest velegnede rollemodeller som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer.
- Identifisere eventuelle stordriftsfordeler.

Gjennom to oppgaver ved handelshøgskolen i Tromsø (Berglund, 2006) og (Pettersen, 2007) er det gjennomført effektivitets- og produktivitetsanalyser for kraftnettsbransjen. I disse oppgavene er det benyttet aggregerte tall, der totalkostnader innenfor nettvirksomheten er input til analysene. Det samme gjør NVE ved fastsetting av årlige inntektsrammer. I min oppgave tar jeg ut en del av kostnadene i nettvirksomheten og benchmarker et av elementene som inngår i den totale nettvirksomheten. Så vidt det er meg bekjent, er det ikke gjennomført effektivitetsanalyser på så detaljert nivå, med utgangspunkt i datamaterialet som nettselskapene har rapportert inn til NVE.

1.3 Masteroppgavens struktur

Kapittel to innledes med en kort presentasjon av kraftmarkedet, slik det er blitt etter innføringen av energiloven, før jeg går mer spesifikt inn på kundefunksjonen som et nettselskap må utøve mot kundene innenfor konsesjonsområdet.

Kapittel tre utgjør teoridelen og tar for seg sentrale begreper om DEA, mens kapittel fire beskrives datagrunnlaget. Her inngår forklaringer og beskrivelse av modellvalg. I tillegg utføres outlieranalysene i dette kapittelet.

De empiriske resultatene presenteres i kapittel fem, å oppsummeres i kapittel seks, før masteroppgaven avsluttes med konklusjon i kapittel sju.

2. Kundefunksjonen i nettselskaper

2.1 Kraftmarkedet og energiloven¹

Energiloven trådte i kraft 1. januar 1991. Et av målene med energiloven var å utnytte alle ressursene i energisektoren mer effektivt ved å legge forholdene til rette for konkurranse. Mens energiverkene tidligere hadde enerett på å selge kraft til husholdninger og næringskunder innen sitt område, så har kraftbransjen i løpet av de 10 siste årene foretatt store omstruktureringer for å tilpasse seg energilovens målsettinger. En av forutsetningene for å nå målet om et effektivt kraftmarked, er et klart skille mellom monopolregulert og konkurranseorientert virksomhet. Det er den monopolregulerte nettfunksjonen som forestår transporten av strøm gjennom kraftledningen. Sluttkunden betaler like mye i transport uavhengig av hvem kraften kjøpes fra. Slik bransjen opplever det, så utøver NVE et bevisst regulatorisk press, for å sikre et velfungerende sluttbrukermarked for kraft.

Det innebærer videre at nettfunksjonen/nettselskapet ikke skal påvirke konkurranseforholdene mellom de ulike kraftleverandørene i markedet. Netteiers grad av selskapsmessig eller eiermessig integrasjon med én eller flere kraftleverandører skal ikke gi grunnlag for særordninger som påvirker kundens valg av kraftleverandør.

Det er NVE som sikrer at aktørene i energisektoren følger energiloven. Foruten å sette krav til organiseringen i bransjen, regulerer NVE også det enkelte nettselskap slik at kraftnettet åpnes for alle leverandører av elektrisitet. Dermed kan kundene kjøpe kraft fra den leverandøren de vil, uavhengig av geografisk lokalisering.

I kraftmarkedet skilles det ofte mellom engrosmarkedet og sluttbrukermarkedet.

Engrosmarkedet er markedet for handel mellom produsenter og store kjøpere. Alle energiverkene og andre videreselgere av kraft deltar i engrosmarkedet. Store sluttbrukere kan også inngå kontrakter på engrosmarkedet i stedet for å handle via et energiverk eller en megler. Energiintensiv industri og andre store bedrifter kan også ha egen energiproduksjon. Sluttbrukermarkedet er for en bruker som handler kraft til eget forbruk. De fleste kundene i dette markedet handler kraften via et energiverk.

¹ Kilde: <http://nve.no>

Da energiloven trådte i kraft i 1991, kunne alle forbrukere i prinsippet fritt velge hvilken kraftleverandør de ville ha. En del av kundefunksjonen i et nettselskap er å administrere og legge til rette for kraftleverandørbytter for kunder og sluttbrukere, slik at kundene fritt kan velge kraftleverandør.

Netteieren plikter videre å ha en oversikt over hvilke kraftleverandører som tilbyr kraft i konsesjonsområdet. Det er også mulig å kontakte kraftleverandøren direkte for å be om pristilbud.

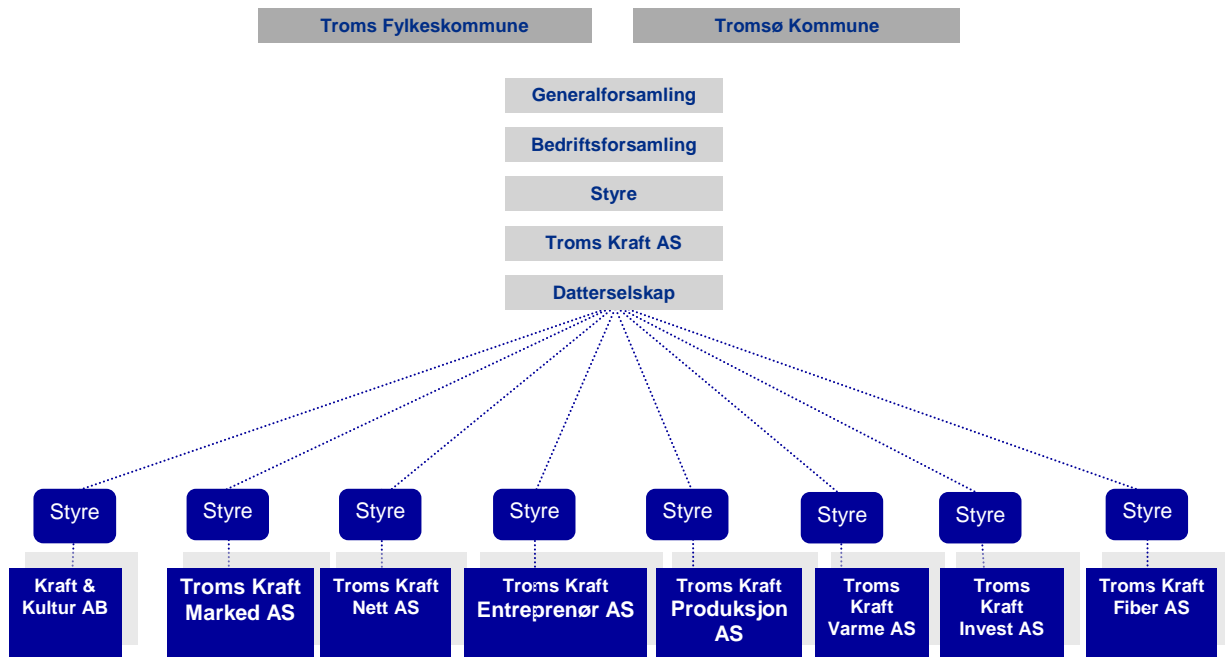
Min analyse i denne oppgaven vil kun ta for seg kundefunksjonen, som forklares i neste delkapittel.

2.2 Innhold i kundefunksjonen

Slik kundefunksjonen defineres i denne oppgaven består denne av:

- Kundeservice, som er generell interaksjon mot kunder.
- Abonnementshandtering, som er ajourhold av kundeforholdet.
- Avregningstjenester, som er fakturaproduksjon og innkreving.
- Måling, som er forvaltning av målerpark, inklusive innhenting av måleverdi.

TKN kjøper kundeservice, abonnement og avregningstjenester fra TK-mor, og målerinstallasjon fra søsterselskapet TKE. TKN innehar selv bestillerkompetanse innen kundefunksjonen, og forestår selv forvaltning av målerpark, inklusive innsamling av måleverdier. TK-mor leverer også kundeservicetjenester til Ishavskraft AS, som Troms Kraft-konsernet eier 50 % av. Ishavskraft driver sluttbrukersalg og er eid av flere energiselskaper i Nord. Figuren under viser organiseringen av Troms Kraft AS:



Figur 1: Organisering av Troms Kraft-konsernet.

Figuren over viser også eierstrukturen der Troms Fylkeskommune eier 60 % av konsernet, mens Tromsø kommune eier 40 %. Alle datterselskapene er 100 % eid av morselskapet i konsernet.

Det utføres årlig tjenesteforhandlinger over leveranse, kvalitet og pris, som resulterer i en tjenesteavtale mellom selger og kjøper. Troms Kraft-konsernet har utarbeidet retningslinjer for fakturering og internprising av konserninterne tjenester. Vederlaget er basert på budsjettert selvkost i tjenesteproduksjonen, tillagt en fortjenestemargin. I litteraturen beskrives prinsippet som kostnadsbasert internprising. Motsvaret til dette er markedsbasert internprising, der prisen settes til det nivået som finnes i markedet utenfor virksomheten. Det betyr at det selskapet som kjøper en tjeneste, skal betale det samme som om kjøpet skjedde utenfor konsernet. Den som selger tjenesten må derved være like effektiv som eksterne tilbydere for å tjene på salget. Den som kjøper tjenesten får samme kostnad som ved å kjøpe eksternt. Det eksisterer per tiden ikke et velfungerende marked for den kundefunksjonen som TKN kjøper. Dette gjør at tjenesten er særdeles attraktiv for benchmarking.

Spesifikasjon over innholdet i kundefunksjonen er av en slik art et det er mulig å benchmarke denne mot andre selskaper for å se om leveransen har riktig kvalitet og pris. Denne er vist i vedlegg 1.

2.3 Lovens krav til internhandel i konsern

Med et kraftnett som et naturlig monopol, kan ikke alle tjenestene i monopolet konkurransetsettes gjennom ordinære markedsmekanismer (Martinssen, Bibow & Støle, 2004). Energiloven gjennom dens forskrifter stiller derfor krav til regnskapsmessig skille mellom konkurransetsatt virksomhet og monopolvirksomhet. Dette skillet er et viktig ledd i monopolkontrollen, idet det skal motvirke at inntekter fra monopolvirksomhet understøtter konkurransetsatt aktivitet, såkalt kryssubsidiering (Martinssen et.al, 2004). Dette prinsippet er nedfelt i NVEs forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffen 1999-03-11 nr 302 (kontrollforskriften). I § 2-8 finner en bestemmelsene som angår interne transaksjoner mellom nettselskap og andre selskaper i samme konsern:

- Interne transaksjoner mellom nettvirksomheten og øvrige virksomhetsområder skal kunne dokumenteres med skriftlige avtaler. Norges vassdrags- og energidirektorat kan gi pålegg om at en bestemt metode for kostnadsberegning eller -fordeling skal benyttes.
- Transaksjoner mellom nettselskapet og andre selskaper i samme konsern skal skje til markedsvilkår. Avtaler mellom selskap i konsern skal foreligge skriftlig.

Både skattelovens alminnelige prinsipper og aksjeloven/allmennaksjeloven tilkjenner samme prinsipper som kontrollforskriften, i og med at all internprisingen mellom selskaper i samme konsern skal være basert på prinsippet om ”armlegdes avstand”. Dette betyr markedsmessige prinsipper.

TKN har behov for å benchmarke kundefunksjonen for å sjekke at denne utføres effektivt, og på vilkår som hos de mest effektive selskapene i bransjen. Ineffektiv tjenesteproduksjon med høye kostnader har også en side til driftsresultat og avkastning, i og med at både driftsresultat og avkastningen på nettkapitalen reduseres om prisen på de tjenestene som kjøpes er for høy.

2.4 Nærmere om benchmarking

Benchmarking er et uttrykk der man innen organisasjoner evaluerer sin virksomhet i forhold til de som man oppfatter er mest effektive innen samme bransje, eller i en annen bransje. Begrepet ”best practice” benyttes ofte om de beste, og det har vokst fram en egen industri i løpet av 1990-årene som på ulike måter er involvert i aktiviteter knyttet til benchmarking og beste praksis (Røvik, 2007). Denne ”beste praksis-industrien” tilbyr tjenester knyttet til å identifisere, bearbeide, kvalitetssikre og spre beste praksis på ulike områder.

Benchmarking er et sentralt verktøy i jakten på forbedring innen egen bedrift, og deles inn i tre hovedgrupper (Løvlund & Iversen, 2001):

1. Ytelsesbenchmarking. Denne går ut på å sammenligne egen ytelse mot andre bedrifters ytelse. Sammenligningene foregår på aggregert nivå, men resulterer ikke i en oppfatning om hvordan bedre ytelse oppnås.
2. Prosessbenchmarking. Denne går ett steg videre i forhold til ytelsesbenchmarking ved at den fokuserer på hvordan andre bedrifter løser praktiske problemer på en effektiv måte. Typisk så går en inn i bedrifter og analyserer organisasjonsdesign, arbeidsprosesser og bruk av støtteverktøy i forretningsprosessene i bedriften, dvs. ”måten å gjøre ting på”.
3. Strategisk benchmarking. Dette er sammenligning av strategier og strategiske valg mellom selskaper i form av ressursbruk, valg av aktiviteter og organisatorisk grensesetting.

Min masteroppgave kommer inn under gruppen ytelsesbenchmarking. Gjennom de analysene som utføres, vil det framkomme ”læremester” som framstår som tydelig i forhold til å være effektive i sin tjenesteproduksjon. En naturlig videreføring av oppgaven vil være å prosessbenmarke egen bedrift mot de effektive selskapene som blir identifisert i oppgaven.

3. Teori og metode

3.1 Produktivitet og effektivitet

Begrepene produktivitet og effektivitet brukes ofte om hverandre (Erlandsen & Førstund, 1996), og det kan være behov for en klargjøring av forskjellen mellom begrepene:

- Produktivitet er produksjon i forhold til ressursinnsats.
- Effektivitet er ressursinnsats i forhold til måloppnåelse.

Produktivitet er rent beskrivende. Gitt at produksjon og ressursinnsats er målbare og at det bare er ett produkt og en innsats, er etablering av målet enkelt. Men selv med målbarhet får vi problemer med å velge definisjon hvis det er flere produkter og flere innsatsfaktorer.

Effektivitet er et normativt begrep. Prestasjonen til den enheten vi ser på, bedømmes i forhold til en norm. Hvis vi har størst mulig produktivitet som mål, vil et mål for produktiviteten til vår produksjonsenhet i forhold til et normtall for produktivitet, være et mål for effektivitet. Effektivitetsforbedringer vil dermed øke produktiviteten.

Produktivitetsmålinger kan være målinger for samme organisasjon over tid, målinger for forskjellige organisasjoner på samme tidspunkt, eller en kombinasjon, dvs. tverrsnittstidsserie.

Ofte når man refererer til produktivitet, refererer man til totalfaktorproduktivitet (TFP) TFP involverer alle faktorer til produksjonen, dvs. multiple input og – output (Coelli, Rao & Battese, 1998):

$$(1) \quad TFP = \frac{\text{outputvektor}(y)}{\text{inputvektor}(x)}$$

hvor $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, og $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, s antall output og m antall input.

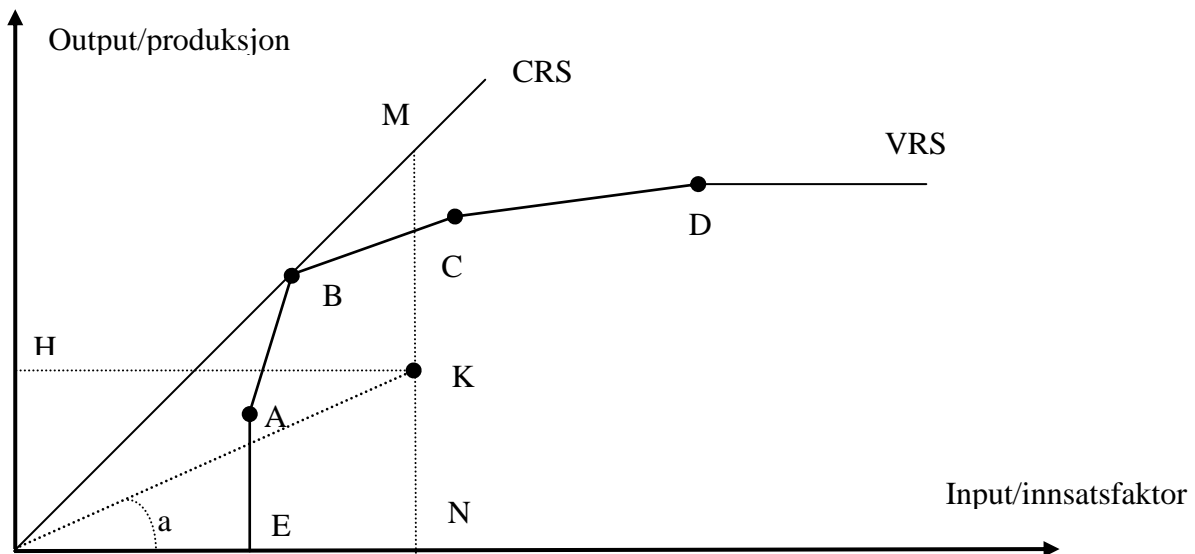
Teknisk effektivitet er et normativt mål som måler faktisk produktivitet per tidsenhet relativt til en norm for best mulig produktivitet, gitt de rammebetingelsene en virksomhet driver innenfor (Ray, 2004). Slike rammebetingelser kan være geografiske forhold, klimatiske forhold, juridiske forhold og lignende. Effektivitet (E) beregnes på følgende måte (Ray, 2004):

$$(2) \quad E = \frac{AP_j}{AP_{best}} = \frac{\frac{y_j}{x_j}}{\frac{y_{best}}{x_{best}}} = \frac{y_j}{y_{best}} \times \frac{x_{best}}{x_j}$$

hvor AP_j er produktiviteten til enhet j og AP_{best} er best oppnåelig produktivitet til enhet j . Y_j er aktuell output, mens y_{best} er output i bestpunktet. X_j og x_{best} defineres tilsvarende og gjelder for input.

Teknisk effektivitet viser dermed i hvilken grad observasjonsenheten (j) enten kan øke produksjonen uten å øke inputen, eller redusere inputen uten å redusere produksjonen. De som er teknisk effektiv, får verdien 1, mens ineffektive enheter får en verdi mindre enn 1.

Figuren under illustrerer forskjellen mellom teknisk effektivitet, skalaeffektivitet og produktivitet (Erlandsen & Førsum, 1996)



Figur 2: Illustrasjon av produktivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.

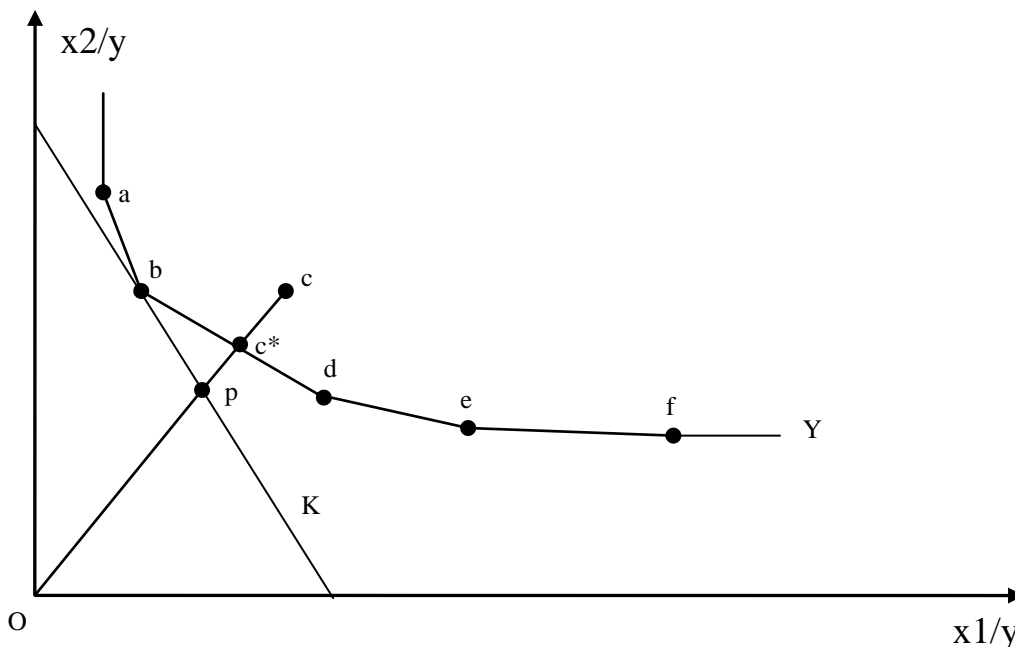
I figuren strekker vi en linje fra origo for å måle produktiviteten til et spesifikt selskap. Helningen på linjen gir et mål på produktiviteten til det enkelte selskap, i figuren vist for selskap K, med helning a . De selskapene som opererer på produksjonsfronten vil være teknisk effektive ($TE = 1$), mens selskap K som ligger under produksjonsfronten ikke er det ($TE < 1$). I vårt eksempel er A, B, C og D teknisk effektive, men selskap K er ineffektivt. Teknisk effektivitet reflekterer ett selskaps evne til å oppnå maksimal produksjon ut fra et gitt inputnivå (outputorientering), eventuelt selskaps evne til maksimal proporsjonal reduksjon i inputene, uten å endre produsert outputmengde (inputorientering).

Den tekniske effektiviteten måles under forutsetning av variabelt skalautbytte (VRS). Selskap B har optimal skala og er det selskapet som har størst produktivitet. Den effektiviteten som framkommer ved konstant skalautbytte (CRS) betegnes totaleffektivitet.

Når det er differanse mellom CRS-fronten og VRS-fronten har vi skalainneffektivitet. Skalaeffektiviteten forteller hvor mye effektiviteten til et selskap kan forbedres ved å endre skala, det vil si endre størrelsen på driften (Coelli, Rao, Donell & Battese, 2005)

3.2 Farrells effektivitetsmål

Farrell (1957) foreslo et sett med effektivitetsbegreper til bruk i samfunnsøkonomiske analyser som løser problemet med manglende priser, gitt at en kjenner normen for det som er fysisk mulig å produsere ved en gitt ressursbruk, eller motsatt hva som er nødvendig ressursbruk for å oppnå en gitt produksjon. Denne normen er det vi kjenner som produktfunksjonen, eller fronten til produksjonsmulighetsområdet. Grunntanken kan illustreres ved hjelp av figuren under (Førsund & Kittelsen, 2008):



Figur 3: Illustrasjon av Farrell effektivitetsbegrep; teknisk effektivitet, allokerings effektivitet og total økonomisk effektivitet/kostnadseffektivitet.

Isokvanten Y representerer fronten av mulighetsområdet, karakterisert ved at det ikke er mulig å redusere bruken av noen innsatsfaktor uten samtidig å produsere mindre enn kvantumet som isokvanten representerer. Mulighetsområdet er over og til høyre for

isokvanten. Selskapene a, b, d, e og f på fronten er teknisk effektive, mens alle tilpasninger inne i mulighetsområdet er teknisk ineffektive. Det er vanlig å anta at fronten krummer vekk fra origo, blant annet fordi det er vanskelig å tenke seg noen produksjon uten litt av hver av innsatsfaktorene.

Farrells mål for teknisk effektivitet for selskapet c er den andel av ressursbruken som er nødvendig for å produsere den observerte mengden langs isokvanten Y. En foretar en proporsjonal reduksjon av alle innsatsfaktorene, langs en rett linje fra c til origo O (så lenge en fortsatt befinner seg i mulighetsområdet). En tilpasning i punktet c^* har dermed samme relative sammensetning av innsatsfaktorene som i c.

Farralls mål for teknisk effektivitet er dermed distansen $O-c^*$ delt på distansen $O-c$. Med andre ord nødvendig faktorbruk delt på observert faktorbruk, og kalles derfor faktorbesparende teknisk effektivitet.

Dersom en kjenner prisene på innsatsfaktorene, vil forholdet mellom dem kunne representeres ved en kostnadslinje K. Den ”riktige” sammensetningen av innsatsfaktorene vil da være den som gir lavest kostnader. I figuren er dette tangeringspunktet mellom isokvanten Y og kostnadslinjen K. Alle punkter på kostnadslinjen har samme totalkostnad, slik at også punktet p representerer de minste nødvendige kostnadene. Kostnadseffektivitet for selskap p er derfor lik avstanden $O-c$ delt på $O-p$, med andre ord minste nødvendige kostnader delt på observerte kostnader. Forholdet mellom kostnadseffektivitet og teknisk effektivitet kalles allokeringseffektivitet og er den delen av kostnadseffektiviteten som skyldes ikke-optimal faktorsammensetning.

3.3 DEA-modellens funksjon og virkemåte

Data Envelopment Analysis (”DEA”) er en ikke-parametrisk metode som første gang ble introdusert av Charnes, Cooper & Rhodes (1978), og som var en videreutvikling av pionerarbeidet til Farrell (1957).

Rent formelt kan vi si at DEA er en metode som retter seg mot fronter istedenfor gjennomsnittelige tendenser. I DEA legges en linje som flyter på toppen av observasjonene som er effektive (Cooper, Seiford & Zhu, 2004), og som omhyller dataene. Derfor er gjerne ”dataomhyllingsmetoden” brukt i norsk litteratur om DEA.

DEA-metoden tar utgangspunkt i empiriske observasjoner og lar de mest effektive selskapene danne en effektiv front. Effektiviteten til selskapene som ikke er på fronten beregnes relativt til de beste enhetene. Forbedringspotensialet kan derfor være større enn det effektivitetsscoren tilsier, i og med at front-selskapene også kan være forbedringskandidater.

3.3.1 Forutsetninger for bruk av DEA

I følge Vassdal (2009) og Charnes et. al. (1978), bygger DEA på få og lette akseptable forutsetninger:

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

3.3.2 Matematisk formulering av DEA-modellen

I litteraturen fins det en rekke formuleringer av DEA-modellen:

- Brøkformen (Charnes et. al, 1978).
- Primal DEA også kalt multiplikatormodellen.
- Envelopemodellen.

Jeg velger å presentere multiplikatormodellen og envelopemodellen.

Multiplikatormodellen:

Multiplikatormodellen (inputorientert) gjengitt etter Vassdal (2009) er gitt som:

$$(3.1) \quad \text{Maks } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0}$$

Når:

$$(3.2) \quad \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} = 1$$

$$(3.3) \quad \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$(3.4) \quad u_r \geq 0, v_i \geq 0, \quad \forall_{r,i}$$

Målet med objektfunksjonen er å finne outputvektene (u_r) og inputvektene (v_i) som multipliseres med observerte output og input gir størst mulig effektivitet (produktivitet) for DMUen (også kalt produsent, selskap etc.) som undersøkes. Restriksjonen gitt i 3.2 sikrer at den veide summen av inputer, for DMU₀, skal summeres til 1. Restriksjonen i 3.3 sørger for at ingen DMUer får tildelt høyere effektivitet enn 1. Hvis en DMU er effektiv vil h_0 være lik 1, og dersom den er ineffektiv vil den være lavere enn 1. Det legges til at multiplikatormodellen forutsetter konstant skalautbytte (CRS).

Envelopemodellen:

Envelopemodellen (inputorientert) er etter Vassdal (2009) gitt som:

$$(4.1) \quad \text{Min } w_0$$

Når:

$$(4.2) \quad w_0 \cdot x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \quad i = 1, \dots, m$$

$$(4.3) \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(4.4) \quad \lambda_j \geq 0, w_0 \geq 0, \quad \forall_j \quad j = 1, \dots, n$$

Denne modellen forutsetter konstant skalautbytte (CRS). I følge Vassdal (2009) skal objektfunksjonen minimere en skalar vekt w_0 . Restriksjonen gitt i 4.2 innebærer at modellen reduserer alle input proporsjonalt for DMU₀, slik at innsatsforbruket blir minst mulig for den observerte produsenten, og innenfor produksjonsmulighetsområdet. Restriksjonen gitt i 4.3 innebærer at den observerte output for den observerte produsenten, skal være mindre eller lik

den beregnede output. Restriksjonen gitt i 4.4 innebærer at λ for alle produsenter i analysen ikke er negativ.

Envelopemodellen er den som er mest benyttet i praksis fordi:

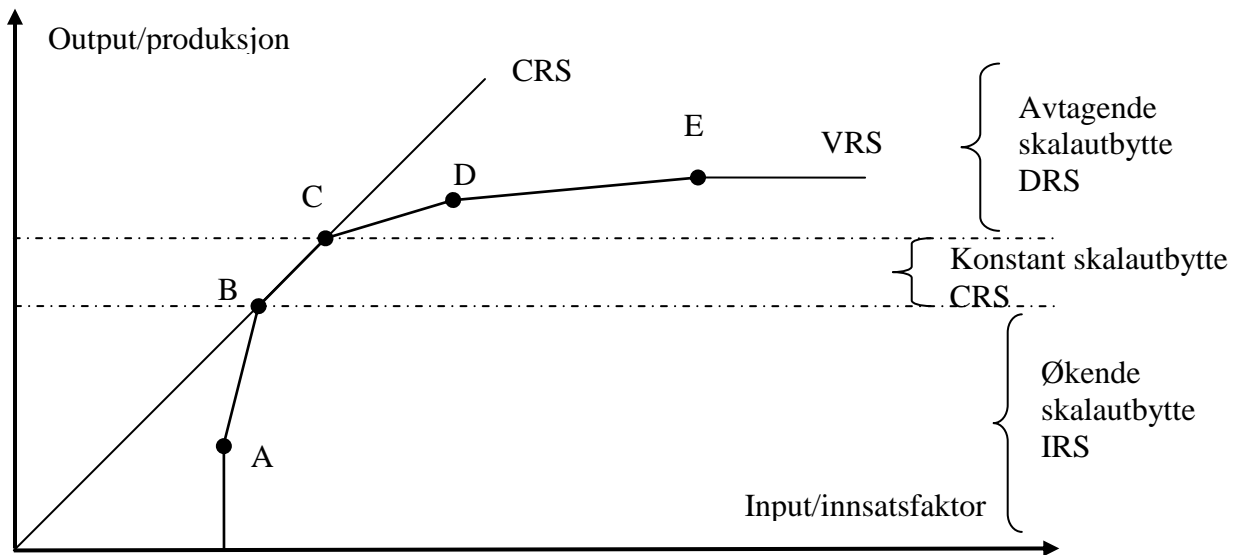
1. Den gir informasjon om referanseselskaper, idet modellen beregner en λ (kopieringsfaktor) for alle enheter i analysen.
2. Den passer til produksjonsteori.
3. Den har færre restriksjoner enn andre modellformuleringer.

3.3.3 Skalaegenskaer

Det er hevdet at den norske energiforsyningen opererer under svært ulike rammevilkår, med det resultat at det ikke er mulig å oppnå samme produktivitet for et lite nettselskapet som for et stort. Skalaeffektivitet sier noe konkret om hvordan størrelsen på bedriftens produksjon påvirker effektiviteten. Skalautbyttet forteller hvor mye en proporsjonal økning i alle inputs vil øke outputs og deles opp i:

- Konstant skalautbytte (CRS). En antar at alle produsenter skal være i stand til å oppnå samme produktivitet, ved at det er konstant skalautbytte langs hele fronten. Det betyr igjen at ved CRS straffes alle små og store produsenter som ikke har valgt optimal skala. Dette gjør størrelsen på bedriftens produksjon ubetydelig for effektiviteten.
- Variabelt skalautbytte (VRS) deles videre inn i økende (IRS) - og avtagende skalautbytte (DRS). I motsetning til CRS har størrelsen på bedriften betydning for effektiviteten, ved at det er økende/avtagende skalautbytte langs deler av fronten.

Figur under viser de ulike skalaegenskapene grafisk:



Figur 4: Illustrasjon av skalaegenskaper.

Selskapene D og E er teknisk effektive, men har for stor skala (DRS) i sin produksjon, og er dermed skalaineffektiv. Selskap A er også teknisk effektiv, men har for liten skala (skalaineffektiv). Selskapene B og C ligger både på CRS- og VRS-fronten, og har dermed optimal skala i sin produksjon (MPSS). Disse enhetene er skala- og teknisk effektive.

Envelopemodellen i kapittel 3.3.2 forsetter konstant skalautbytte. Ved å innføre en ekstra restriksjon, som sier at summen av λ skal være lik 1, tillates variabelt skalautbytte:

$$(4.5) \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

Ved å tillate variabelt skalautbytte, viste Banker, Cooper & Charnes (1984) hvordan teknisk effektivitet kan skilles fra totaleffektiviteten. Fordi en ved variabelt skalautbytte (VRS) innfører en ekstra restriksjon, blir den optimale verdien av LP-problemet høyere eller uendret. Altså blir effektiviteten høyere eller uendret ved bruk av VRS.

3.4 Rangering

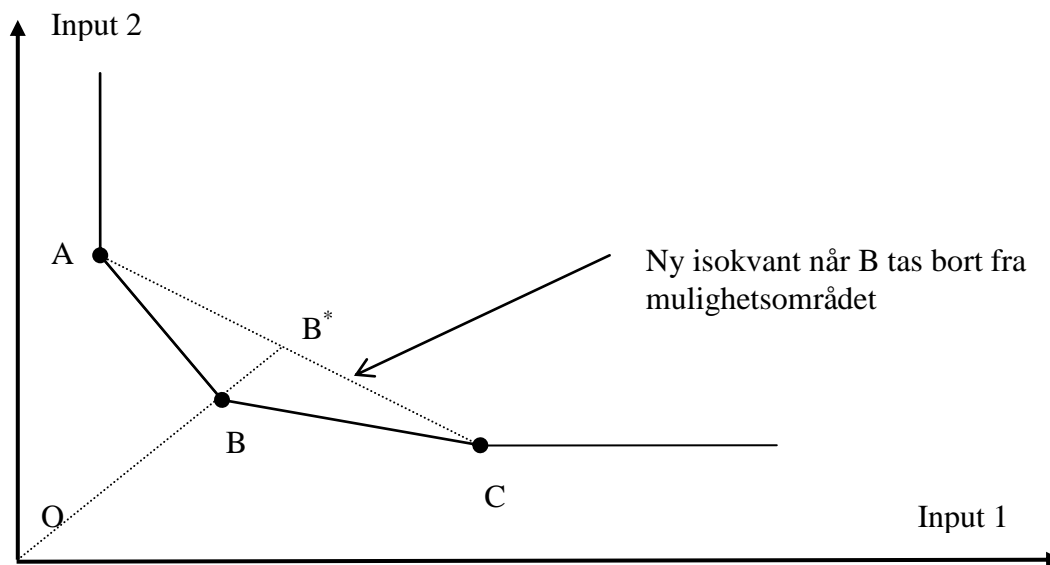
Det er en utfordring ved DEA-analyser at mange selskaper (DMUs) blir 100 % effektiv og ligger på fronten på grunn av at de er unik i en eller annen variabel (output/input). Det blir derfor vanskelig å skille ut hvilke DMUs som opererer på den perfekte produktfunksjonen. Det fins flere ulike måter å rangere på, men de mest vanlige er:

- Supereffektivitet
- Læremesterindeks
- Assurance region
- Cone-ratio-modeller

De to siste modellene har subjektivt innslag (Anquelo-Meza & Lins, 2002) og krever ekspertinformasjon for å sette restriksjoner i modellene. De to første modellene er i så henseende objektive. Jeg velger å omtale supereffektivitet og assurance region i det etterfølgende.

3.4.1 Supereffektivitet

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



Figur 5: Illustrasjon av inputorientert supereffektivitet.

Selskapene A, B og C er alle effektive selskaper og danner fronten i illustrasjonen over. Ved å ta ut enhet B vil en ny front dannes av A og C. B* blir referansepunkt for B, og er en kombinasjon av A og C. Supereffektivitet beregnes ved å ta forholdstallet mellom linjestykkene $0-B^*$ og $0-B$, og er alltid større eller lik 1.

Under forutsetning av inputorientering og CRS blir den matematiske formuleringen (Andersen & Pettersen, 1993):

$$(5.1) \quad \text{Min } \theta_0^{\text{super}}$$

Når:

$$(5.2) \quad \theta_0 \cdot x_{i0} \geq \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \quad i = 1, \dots, m$$

$$(5.3) \quad \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j \cdot y_{ij} \geq y_{r0} \quad r = 1, \dots, s$$

$$(5.4) \quad \lambda_j \geq 0, j \neq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Det er i de seinere årene kommet kritikk av supereffektivitet til rangeringsformål, da observasjoner som har unik input/output kombinasjon vil tildeles en svært høy supereffektivitet, som for eksempel for enhet A i figuren over. Banker & Chang (2006) anbefaler at metoden ikke brukes til å rangere effektive enheter, men med fordel kan brukes til å identifisere målefeil eller outliers i datasettet. Jeg vil derfor kun bruke supereffektivitet til å identifisere outliers.

3.4.2 Assurance region

I multiplikatormodellen (kapittel 3.3.3) er effektiviteten til en enhet bestemt av forholdet mellom veid sum av output dividert på veid sum av input (Vassdal, 2009). Når effektiviteten beregnes er det fri tilpasning av vektorer assosiert med hver input og/eller output, slik at den relative effektiviteten blir maksimert for den enkelte enhet. De optimale vektene for de effektive DMUene (enhetene) er ofte betegnet som skyggepriser av input og output. Den fullstendige fleksibiliteten i tilpasning av vektorer, kan resultere i at noen inputs og/eller outputs blir tildelt en vekt som er null eller neglisjerbar. Dette betyr i så fall at denne inputen eller outputen rent praktisk er ignorert når effektiviteten bestemmes. Små vektorer på input (Podinovski & Thanassoulis, 2007) indikerer at små endringer i nivået på input har liten betydning for målfunksjonen, som er effektivitetstallet. Likeså vil små outputvektorer identifisere de outputs som kan endres, uten at det har betydning for mengden av inputs. Dette betyr videre at ved store vektorer på input, medfører dette at selv små endringer i input kunne ha

store konsekvenser for beregnet effektivitet. Vektprofiler med mange vekter som er små eller null er ofte urealistiske. Dette kan resultere i at effektivitetsscoren ikke forteller noe om ”den virkelige” prestasjonen til enheten, fordi scoren er basert på en urealistisk profil av optimale input- og output. Generelt betyr dette at effektivitetsrangeringen som følger av DEA-analysene må fortolkes i lys av vektene som bestemmes i en fri tilpasning. En tradisjonell måte å sjekke dette forholdet på er å se om de effektive DMU-ene er læremestre (dvs. er i referansesettet) for få eller mange ineffektive bedrifter. En effektiv DMU som er i referansesettet for mange ineffektive DMUs, er reelt effektiv. En effektiv DMU som ikke er i referansesettet for andre ineffektive DMUs, er effektiv fordi den samtidig er utypisk. DMU-en kan ha funnet en fornuftig strategi som innebærer spesialisering, men det kan også være at DMU-en enten har noe feil i dataene, eller på annen måte er en outlier.

En metode for å begrense utfallsrommet for vektene er å innføre vektbegrensninger i DEA, slik at modellen strammes opp. I litteraturen er det beskrevet mange forskjellige typer vektrestriksjoner, og de mest vanlige er:

- Assurance regions av type 1
- Assurance regions av type 2
- Absolutte vektrestriksjoner
- Vektrestriksjoner på virtuell input eller output

Modellformuleringen er gitt av den primale formuleringen av DEA i ligning 3.1 til 3.4

Følgende greske bokstaver benyttes for å angi restriksjoner til modellen;

$\kappa_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i, \tau_i, \rho_r, \eta_r, \theta_r, \xi_r, \mu_r, \theta_r, \psi_r$. Outputvektene er u_r , mens inputvektene er v_i .

Beskrivelsene av restriksjonene er hentet i Fried, Lovell & Schmidt (2008):

Assurance region av type 1:

Følgende restriksjoner er aktuell:

$$(6.1) \quad \kappa_i v_i + \kappa_{i+1} v_{i+1} \leq v_{i+2}$$

$$(6.2) \quad \alpha_i \leq \frac{v_i}{v_{i+1}} \leq \beta_i$$

$$(6.3) \quad \mu_r u_r + \mu_{r+1} u_{r+1} \leq u_{r+2}$$

$$(6.4) \quad \theta_r \leq \frac{\mu_i}{\mu_{i+1}} \leq \xi_r$$

Restriksjonene gitt i 6.1 til og med 6.4 linker bare inputvekter (6.1 & 6.2), eller bare outputvekter (6.3 & 6.4). Restriksjonene i 6.2 og 6.4 er mest vanlig å bruke, og ofte utelates den øvre, eller alternativt den nedre grenseverdien

Assurance region av type 2:

Følgende restriksjon er aktuell:

$$(6.5) \quad \gamma_i v_i \geq \mu_r$$

Restriksjonen gitt i 6.5 modellerer avhengighet mellom input- og outputvekter, men er svært uvanlig i praktisk bruk.

Absolutt vektrestriksjoner:

Følgende restriksjoner er aktuell:

$$(6.6) \quad \delta_i \leq v_i \leq \tau_i$$

$$(6.7) \quad \rho_r \leq \mu_r \leq \eta_r$$

Restriksjonene gitt i 6.6 og 6.7 benyttes først og fremst for å forhindre at inputs eller outputs blir overeksponert eller ignorert i analyser, ved at en setter restriksjoner for hvordan vektene kan variere. Det er sterk avhengighet mellom restriksjonene og de ulike vektene. For eksempel å sette en øvre grense på en inputvekt, impliserer en lavere grense for den totale virtuelle inputen av de gjenværende variable. Dette har videre betydning for hvilke verdier de gjenværende inputvektene kan ta.

Vektrestriksjoner på virtuell input eller output:

Følgende restriksjon er aktuell:

$$(6.8) \quad \phi_r \leq \frac{\mu_r y_{rj}}{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}} \leq \psi_r \quad r = 1, \dots, s$$

Restriksjonen er vist for virtuell output, og det kan lages tilsvarende for input. En virtuell output er produktet av outputnivå og den tilhørende vekten. Virtuell input er definert tilsvarende. Denne type restriksjon vil derfor sette beskrankning i nivået for virtuell output, eller virtuell input. Således vil slike restriksjoner representere en normalisering av vekter for å

forhindre at effektivitetsscore for en enhet blir underestimert eller overestimert, av en gitt input eller output.

Beskrankningen i virtuell vektrestriksjon er ifølge Wong & Beasley (1990) enklest å oppnå i en konsensus, der den innbyrdes viktigheten av de virtuelle variablene kommer til uttrykk i et størrelsesforhold som "føles riktig". Det skal sågar være så enkelt som å stille følgende spørsmål; "Tror du at viktigheten av output i i evalueringen av DMUs skal være så lav/høy som z %.". Uansett så er de virtuelle vektbegrensningene gjenstand for subjektive vurderinger.

4. Datagrunnlag

Datagrunnlaget for denne masteroppgaven er innhentet fra NVEs publisering av tekniske- og økonomiske data for den norske bransjen av nettselskaper (NVEs økonomiske og tekniske data, u.å.). Alle konsesjonærer er gjennom kontrollforskriften, pålagt å innrapportere nevnte data årlig gjennom innrapporteringssystemet eRapp. Relevante data for kundefunksjonen finnes i den såkalte note seks i NVE-regnskapet, og er tilgjengelig for perioden 2004 til 2008. De økonomiske dataene som innrapporteres skal også være godkjent av revisor. Mine analyser utføres på data fra siste godkjente regnskapsår, som er 2008.

Utvalget i det tilgjengelige datamateriale består av i overkant 130 nettselskaper før fjerning av outliers. Det er store strukturelle og geografiske forskjeller mellom nettselskapene i Norge. Det største nettselskapet i Norge er Hafslund Nett AS og har 537 534 kunder (2008), mens et av de minste selskapene er Evenes Kraftforsyning A/S med 1 361 kunder. De geografiske rammebetingelsene som selskapene opererer under er svært forskjellige og gjør at det vil være dyrere å bygge, eie og drive et kraftnett i et utsatt kystklima enn i et innlandsklima.

Avregning, abonnementshandtering og kundeservice er elementer i kundefunksjonen som er uavhengig av geografiske rammebetingelser. Måling er også et element i kundefunksjonen, og kan være avhengig av geografiske rammebetingelser. I gjennomsnitt kan være dyrere å montere en måler i gravgrendt strøk, enn i sentrumsnære strøk. Dette til tross for at det er dyrere arbeidskraft i sentrumsnære strøk. Min hypotese er uansett at effektiviteten innen kundefunksjonen vil kunne studeres i en DEA-modell der input i modellen er kostnaden for tjenesteproduksjon, og output er relatert til antall kunder.

Datagrunnlaget antas til sist å være representativt. Alle nettselskapene som har områdekonsesjon, og som selger netjtjenester har ifølge kontrollforskrift en plikt til å levere inn tekniske- og økonomiske data via eRapp til NVE. I praksis vil det derfor si at alle norske nettselskaper som har sluttbrukere er representert i datamaterialet. Kvaliteten og validiteten i materialet vil jeg komme tilbake til i slutten av kapitlet.

4.1 Innsatsfaktorer

For å løse sine oppgaver bruker en bedrift ulike innsatsfaktorer. En slik faktor er en benevnelse på forskjellige typer ressurser som anvendes til dette formålet. Innen kundefunksjonen finner en følgende kostnadsinndeling i note seks i den tekniske og økonomiske rapporteringen som nettselskapene har innrapportert til NVE:

Kostnadsart	Forklaring
6030-annet varekjøp	Diverse varekjøp / forbruksmateriell.
6040-lønninger, arbeidsgiveravgift	Kostnad ved arbeidskraft.
6050-andre driftskostnader	Kostnad for nettselskap som kjøper kundefunksjon hos søsterselskap i konsern eller utenfor konsern, og ikke produserer denne internt i nettselskap.
6060-avskrivinger	Gjelder de selskapene som aktiverer målerskifte, kundeinformasjonssystem mv.
6080-felles kostnader	For de nettselskapene som produserer kundefunksjon internt i eget selskap, og ikke kjøper denne hos søsterselskap/morselskap. Dette er i så fall kundefunksjonens andel av felleskostnaden (areal mv.)

Tabell 1: Mulige innsatsfaktorer i kundefunksjonen.

Suksessen til enhver studie henger i stor grad sammen med hvor gode data man har tilgjengelig. Det endelige resultatet kan påvirkes stort av observasjoner som åpenbart ikke er riktige. Jeg har derfor innledningsvis foretatt en del korrigeringer i datagrunnlaget:

- Tidsavgrensing.

Det er noen selskaper som har ført negative kostnader innen en av kostnadsartene i kundefunksjonen. Dette antas å ha sammenheng med at kostnadene er ført på feil år (n-1), og seinere korrigert som minus året etter (n). Denne reverseres.

- Se etter null-verdier i datamaterialet og om disse i så fall er meningsfulle.

Spesielt kostnadsarten 6060-avskrivinger inneholder noen null-verdier. Dette kan forklares med at mange selskaper direktefører, og ikke aktiverer kostnadene ved å sette opp/skifte målere og andre kundespesifikke anlegg. I slike tilfeller vil en forvente å finne kostnadene i en av kostnadsartene 6030-annet varekjøp eller 6050-andre driftskostnader. Uansett har nettselskapene et kundeinformasjonssystem som mest sannsynlig er aktivert i balansen. Slik sett burde det være få null-verdier for kostnadsarten 6060-avskrivinger.

- Underveis i oppgaven oppdaget jeg feil i datagrunnlaget for TKN i 2008. Ved hjelp av økonomisystemet i TKN, har jeg søkt opp nye kostnadstall som benyttes i analysene.

Innledningsvis slår jeg sammen en del kostnadsarter for å unngå at en får altfor mange variabler i analysene. Som potensielle inputvariable peker kostnadsartene 6040-lønninger, og 6060-avskrivninger seg ut. I tillegg etableres summen av kostnadsartene 6030-annet varekjøp, 6050-andre driftskostnader og 6080-felleskostnader som potensiell inputvariabel. Disse kalles heretter 6030+6050+6080.

4.2 Output – kostnadsdrivere

I tradisjonelle effektivitetsanalyser etableres outputvariabler som et mål på produksjonen i en eller annen form. For en sparebank er utlån en typisk output, mens i et oppdrettsanlegg er vekt av slakteferdig fisk en typisk output. Slik kundefunksjonen er definert i min oppgave er det vanskelig å finne ett uttrykk for faktisk produksjon på samme måte. I sin analyse av norske kraftnettselskapene har Pettersen (2007) benyttet betegnelsen kostnadsdriver for outputvariablene. Kostnadsdriver blir likeså brukt som en samlende betegnelse for etterspørselsrelaterte størrelser og relevante rammevilkår. Dette er videre i tråd med hvordan NVE definerer outputvariable i den samlede nettreguleringen.

Jeg velger også å definere outputvariable som kostnadsdrivere i kundefunksjonen. Følgelig er det en kostnadseffektivitetsmodell som blir etablert og analysert.

Hovedoppgavene i kundefunksjonen er vist i kapittel 2.2 og i vedlegg 1. Antall kunder uttrykker et mål på etterspørselen etter nettilknytning og kunderelaterte tjenester. Forhold som fakturering og måleravlesninger blir fanget opp i denne variabelen, ved at slike faktorer gjelder for den enkelte kunde. Datamaterialet til NVE inneholder både antall kunder i sum, og antall kunder i relevante kundekategorier. I følge Langset (2006) er det rimelig å anta at kunder i kategorien fritidsboliger er dyrere å drive kundefunksjon ovenfor enn kunder i de øvrige kundekategorier. I så fall er det rimelig å etablere fritidskunder som egen outputvariabel.

Innen kundefunksjonen finner en følgende inndeling i NVEs datamateriale (note seks i den tekniske og økonomiske rapporteringen) som tilkjenner mulige outputvariable:

Outputvariabler (mulige)	Forklaring
Antall kunder	Sum antall kunder i konsesjonsområdet
Antall kunder i kategoriene: <ul style="list-style-type: none">• Husholdning• Fritidsboliger• Næring (4 kategorier)• Øvrige (4 kategorier)	Kunder delt opp i forskjellige kategorier. Tilfeldigkraftkunder

Tabell 2: Mulige outputvariable i kundefunksjonen.

Endelig valg av variabler foretas etter at det er gjennomført korrelasjonsanalyser av variablene.

4.3 Korrelasjon mellom variablene

For å anskueliggjøre korrelasjonen mellom aktuelle variable, så setter jeg først opp de notasjonene som benyttes i headingen i korrelasjonsmatrisen:

Kostnadsart	Forkortelse i korrelasjonsmatrise
6030-annet varekjøp	i1
6040-lønninger, arbeidsgiveravgift	i2
6050-andre driftskostnader	i3
6060-avskrivinger	i4
6080-felles kostnader	i5
6030+6050+6080	i6
6030+6040+6050+6060+6080	i7
Antall kunder (sum)	o1
Antall kunder ex fritid	o2
Antall kunder fritid	o3
Antall kunder hush. og jordbruk	o4
Antall kunder mindre næring energimåling	o5
Antall kunder mindre næring effektmåling	o6
Antall kunder næring (200-1000 kW)	o7
Antall kunder Næring (> 1000kW)	o8
Antall kunder utkoblbar mindre enn 2 timers varslingsstid	o9
Antall kunder utkoblbar mer enn 2 timers varslingsstid	o10
Antall kunder innmating av lokal produksjon	o11

Tabell 3: Notasjon korrelasjonsmatrise.

I vedlegg 2 er det vist en fullstendig korrelasjonsmatrise, mens tabellen under viser korrelasjon mellom de mest aktuelle variable for input og output:

	<i>i1</i>	<i>i2</i>	<i>i3</i>	<i>i4</i>	<i>i5</i>	<i>i6</i>	<i>i7</i>	<i>o1</i>	<i>o2</i>	<i>o3</i>
<i>i1</i>	1,000	0,627	-0,012	0,231	0,644	0,246	0,231	0,229	0,223	0,235
<i>i2</i>	0,627	1,000	0,069	0,235	0,432	0,368	0,329	0,379	0,354	0,615
<i>i3</i>	-0,012	0,069	1,000	0,895	-0,076	0,940	0,958	0,937	0,945	0,413
<i>i4</i>	0,231	0,235	0,895	1,000	0,121	0,892	0,939	0,881	0,885	0,445
<i>i5</i>	0,644	0,432	-0,076	0,121	1,000	0,111	0,119	0,093	0,084	0,203
<i>i6</i>	0,246	0,368	0,940	0,892	0,111	1,000	0,987	0,997	0,997	0,572
<i>i7</i>	0,231	0,329	0,958	0,939	0,119	0,987	1,000	0,983	0,985	0,536
<i>o1</i>	0,229	0,379	0,937	0,881	0,093	0,997	0,983	1,000	0,999	0,595
<i>o2</i>	0,223	0,354	0,945	0,885	0,084	0,997	0,985	0,999	1,000	0,553
<i>o3</i>	0,235	0,615	0,413	0,445	0,203	0,572	0,536	0,595	0,553	1,000
<i>o4</i>	0,229	0,352	0,944	0,885	0,085	0,997	0,984	0,998	1,000	0,541
<i>o5</i>	0,153	0,369	0,898	0,823	0,063	0,945	0,934	0,957	0,948	0,684
<i>o6</i>	-0,041	0,146	0,967	0,850	-0,071	0,931	0,936	0,935	0,944	0,398
<i>o7</i>	0,887	0,604	0,403	0,571	0,521	0,621	0,603	0,608	0,605	0,397

Tabell 4: Korrelasjonsmatrise mellom variable.

I den tradisjonelle DEA-litteraturen, eksempelvis som Thanassoulis, Dyson, & Foster (1987) stilles det krav til at innbyrdes korrelasjon mellom inputvariabler og outputvariabler ikke er for sterk. Dette er fordi om en inkluderer variabler som korrelerer sterkt med variabler som allerede er i modellen, så kan dette gi lite ny informasjon til analysen.

O2 er perfekt korrelert med o1. Dette finner jeg rimelig i og med at antall kunder ex fritid utgjør ca. 90 % av antall kunder (sum) for kraftnettbransjen som helhet. O2 er korrelert med o3 med en korrelasjonsfaktor 0,553.

Dyson, Allen, Camanho, Podinovski, Sarrico & Shale (2001) anbefaler at en ikke ekskluderer variabler, dersom korrelasjon er eneste rasjonale bak. Den eneste grunnen til å fjerne variabler med årsak i korrelasjon er om to variabler er perfekt korrelert, og der den ene variabelen er et multiplum av den andre. På bakgrunn av dette, og det faktumet at er dyrere å drive deler av kundefunksjon ovenfor fritidskunder (måleravlesning, målermontasje etc.) enn de øvrige kundekategorier, så velger jeg å bruke o2 (antall kunder ex fritid) og o3 (antall kunder fritid) som outputvariable.

Inputvariabelen i2 korrelerer svakt med variablene i4 og i6 (korrelasjonsfaktorer 0,235 & 0,368). Inputvariabelen i4 korrelerer sterkt med variabelen i6 (korrelasjonsfaktor 0,892), men svakt med variabelen i2 (se avsnittet over). Innbyrdes korrelasjon for inputvariabelen i6 går fram av det ovennevnte pga. symmetri.

Selv om i4 er sterkt korrelert med i6 så ansees denne inputvariabelen å være en sentral innsatsfaktor i produksjon av kundefunksjonen, og tas med som inputvariabel i modellen.

Den viktigste forutsetning er at det er positiv korrelasjon mellom input og output. Det motsatte ville i så fall bety at reduksjon i en innsatsfaktor ville resultert i økt output. De potensielle inputvariablene i2, i4 og i6 er alle positivt korrelert med outputvariablene o2 og o3. Nevnte korrelasjonsfaktorer er skravert gul i tabell 4.

I vedlegg 3 er det vist en fullstendig korrelasjonsmatrise for 2007. Drøftingene som er utført over er for 2008, men er like gyldig om en benytter data for 2007.

4.4 Modellvalg

Ut fra drøftingene i kapittel 4.3 etableres det en DEA-modell til analysene som vist i tabellen under:

Inputvariable	Outputvariable	Skalaegenskap
6040-lønninger, arbeidsgiveravgift	antall kunder ex fritid	CRS
6030-varekostnad + 6050-andre driftskostnader + 6080-felleskostnader	antall kunder fritid	
6060-avskrivinger		

Tabell 5: Modellvalg DEA.

4.5 Outlieranalyse

Som beskrevet i kapittel 4.1 henger suksessen til enhver studie sammen med hvor gode data man har tilgjengelig. Outliers er atypiske observasjoner, som på en eller annen måte avviker fra resten av observasjonene. Det kan være en enhet med en spesielt stor output, en veldig spesiell miks av input eller at enheten opererer med en helt annen produksjonsteknologi enn de øvrige enhetene. Problemet med outliers er at de kan influere effektivitetsscoren i stor grad. Det er derfor viktig å identifisere outliers, og ta stilling til hvordan disse skal behandles. Coelli et. al. (2005) stiller opp en del kriterier for å identifisere outliers i datamaterialer:

- Sjekke om det er outliers ved bruk av deskriptiv statistikk; gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum samt lage plot av observasjonene.
- Se etter null-verdier i datamaterialet og om disse i så fall er meningsfulle.

- Sammenligne og sjekke mistenkelige verdier i materialet med alternative kilder om mulig.
- Sjekke om det er konsistens i dataene.
- Kalkulere output per enhet innsatsfaktor og plotte disse for alle selskapene i materialet.
- Kjøre enkel regresjon for å estimere produktfunksjon eller distansefunksjon, og undersøke residualene for å finne utliggere og for observasjoner som har innvirkning på regresjonslikningen.

4.5.1 Deskriptiv statistikk

Tabellen under viser deskriptiv statistikk for de valgte inputvariablene:

	6040-Lønninger, arbeidsgiver.	630+650+680	6060-Avskrivninger
Minimum	0	0	0
Gjennomsnitt	4 699	6 154	1 139
Maksimum	300 150	239 323	34 383
Median	1 008	1 115	258
Standardavvik	26 686	22 832	3 526
Std./Gj.sn.	5,7	3,7	3,1

Tabell 6: Deskriptiv statistikk av innsatsfaktorene.

Tabellen viser at det er store variasjoner mellom de største og de minste nettselskapene med hensyn til innsatsfaktorer for å løse kundefunksjonen. Dette kommer spesielt til uttrykk i forholdstallet standardavvik/gjennomsnitt. Dette harmonerer godt med at det har vært strukturendringer i nettselskaper på Østlandet til større enheter, mens det i resten av landet fins til dels små- og mellomstore nettselskaper. Enkelte er ubetydelige i størrelse, og framstår i dag som andelslag med formålsparagraf om å levere billig strøm til eierne. Som nærmere omtalt i kapittel 4.5.4 så fjernes alle nettselskaper med mindre enn 5 000 kunder. Slike selskaper antas å operere med en annen produksjonsteknologi, enn de øvrige selskapene. Verdien av median ligger lavt i forhold til gjennomsnitt, noe som også uttrykker at det er mange små nettselskaper i Norge.

Etter silingen av de små nettselskapene med mindre enn 5 000 kunder, så går antall null-er ned i inputvariablene.

I 2008 er det seks selskaper som har innrapportert null i kostnadsarten 6040-lønn. Disse er: Askøy Energi AS, Istad Nett AS, BE Nett AS, Energi 1 Follo Røyken AS, Fredrikstad Energi Nett AS, Lyse Elnett AS. Forklaringen ligger i at disse selskapene ikke produserer

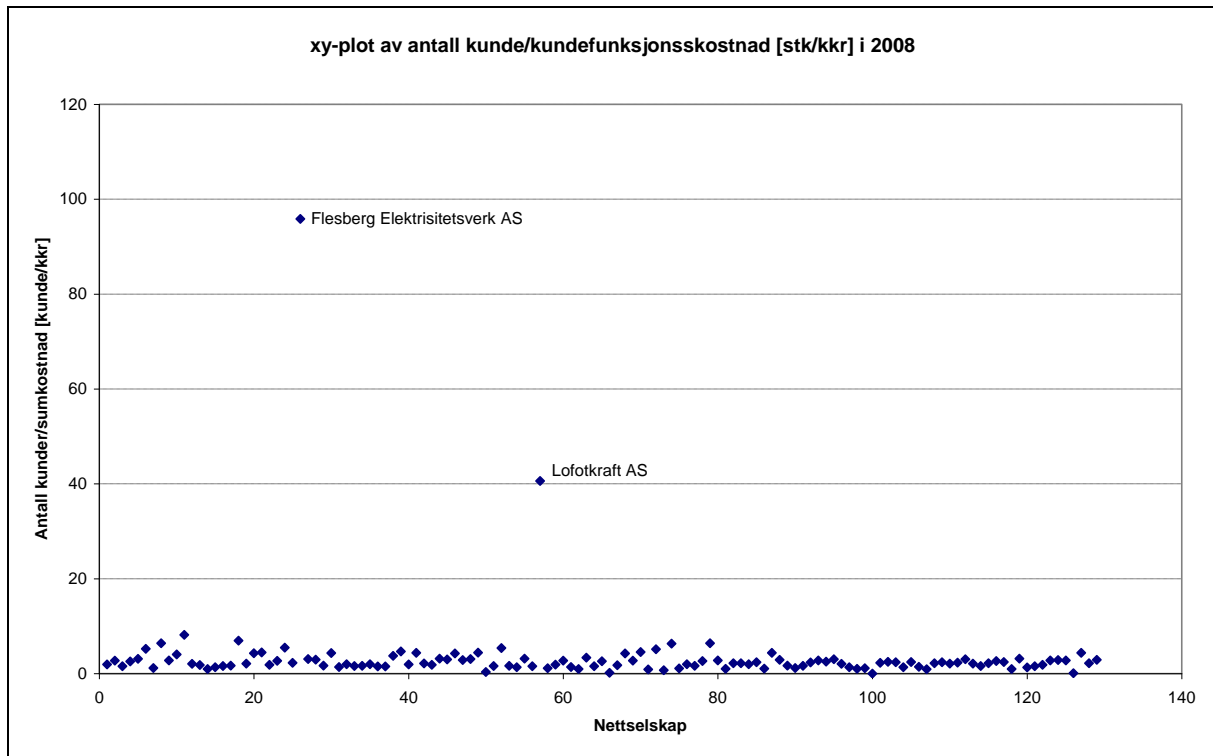
kundefunksjonen internt i nettselskapet, men kjøper denne hos morselskapet, eller søsterselskapet (mao. i et annet juridisk aksjeselskap i samme konsern). Kostnaden med kundefunksjonen føres dermed som andre driftskostnader og havner i inputvariabelen 6030+6050+6080. Ideelt sett burde nettselskapet allokere en liten kostnad til kostnadsarten 6040-lønn, for å vise at et nettselskap innehar bestillerkompetanse for å bestille kundefunksjonen i samme konsern.

For kostnadsarten 6060-avskrivninger er det 13 selskaper som har innrapportert null, disse er: Øvre Eiker Nett AS, Nordvest Nett AS, Høland og Setskog Elverk, Sunnhordland Kraftlag AS, Voss Energi AS, Askøy Energi AS, Vest-Telemark Kraftlag AS, Ringeriks-Kraft Nett AS, Haugaland Kraft AS, Energi 1 Follo Røyken AS, Istad Nett AS, Tussa Nett AS, Lyse Elnett AS. Noen selskaper direktefører kundespesifikke anlegg (blant annet målerskifte) og aktiver ikke disse i balansen. Kostnadene vil en finne som varekostnad, eller andre driftskostnader og havner i inputvariabelen 6030+6050+6080. Jeg er også tvilende til om ikke kundeinformasjonssystemene er anskaffet som investeringsobjekt, slik at det burde vært et beløp på kostnadsarten 6060-avskrivninger.

Seinere i oppgaven vil jeg imidlertid stramme opp DEA modellen med vektbegrensning på virtuelle input for å imøtegå problemstillingen med null-er i input.

4.5.2 Output/innsatsfaktor

Figuren under viser et plott av antall kunder totalt dividert på summen av kundefunksjonskostnaden:



Figur 6: Xy-plot av aggregerte størrelser for output/input.

Av figuren ser en at det er to nettselskaper med har et høyt forhold mellom antall kunder og kundefunksjonskostnaden. Dette er Flesberg elektrisitetsverk AS og Lofotkraft AS. Begge betraktes som outliers. I tillegg ser en at det er noen nettselskap som ligger langs absisseaksen på grunn av få kunder, stor kundefunksjonskostnad, eller en kombinasjon. Disse er Suldal Elverk, Yara Norge AS, Mo Industripark AS. De to siste er ikke typiske nettselskaper, i og med at de kun eier et lite kraftnett i tilknytning til primærproduksjonen.

4.5.3 Supereffektivitet

Som tidligere omtalt benyttes supereffektivitet i stadig mindre grad til rangering, og heller i større grad til å identifisere outliers. Tabellen under viser et utvalg av resultatene for supereffektivitetsberegningene for nettselskapene med høyest effektivitetsscore:

DMU No.	DMU Name	Super Efficiency
48	Lofotkraft AS	471,86627
43	Vest-Telemark Kraftlag AS	1,76703
26	Nordvest Nett AS	1,72834
39	Askøy Energi AS	1,67764
8	Oppdal Everk AS	1,63184
62	Fredrikstad Energi Nett AS	1,23065
28	Øvre Eiker Nett AS	1,19426
59	BE Nett AS	1,14299
18	Finnås Kraftlag	1,12536
41	VOKKS Nett AS	0,93541
30	Voss Energi AS	0,91478
56	Nordmøre Energiverk AS	0,89586
61	Energi 1 Follo Røyken AS	0,84650
20	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	0,73017
65	Haugaland Kraft AS	0,66986

Tabell 7: Effektivitetsscore ved supereffektivitetsberegning.

Av tabellen ser en at Lofotkraft har en effektivitetsscore som langt overgår de øvrige selskapene, og som åpenbart er en outlier. Identifisering av øvrige outliers gjøres ut fra et subjektivt valg, og jeg velger å betrakte Vest-Telemark Kraftlag AS, Nordvest Nett AS, Askøy Energi AS og Oppdal Energiverk AS også som outliers. De valgte outlierne er omrammet med rødt. En fullstendig tabellarisk oppstilling av resultatene ved supereffektivitetsberegningene fins i vedlegg 4.

4.5.4 Multiple Outlieranalyse med FEAR/R programvare

Statistikkprogrammet FEAR er et forholdsvis nytt verktøy for estimering av produktivitet og effektivitet. Programmet ligger ute på internett med en friversjon som kan benyttes av studenter.

De vanlige metodene som supereffektivitet og plot av forholdet mellom output og input vil ikke kunne identifisere outliers som en gruppe av selskaper, slik som programvaren i FEAR kan.

Tabellen under viser mulige outliers i datamaterialet:

r	Fjernede observasjoner											$R^{(r)}_{\min}$	
1	72												0,0833
2	61	72											0,0374
3	63	60	72										0,0142
4	61	63	60	72									0,0054
5	61	63	60	67	72								0,0025
6	56	61	63	60	67	72							0,0013
7	66	17	61	63	60	67	72						0,0007
8	66	17	56	61	63	60	67	72					0,0004
9	66	17	56	74	61	63	60	67	72				0,0002
10	37	66	57	56	74	61	63	60	67	72			0,0001
11	37	66	57	17	56	74	61	63	60	67	72		0,0000
12	59	37	66	57	17	56	74	61	63	60	67	72	0,0000

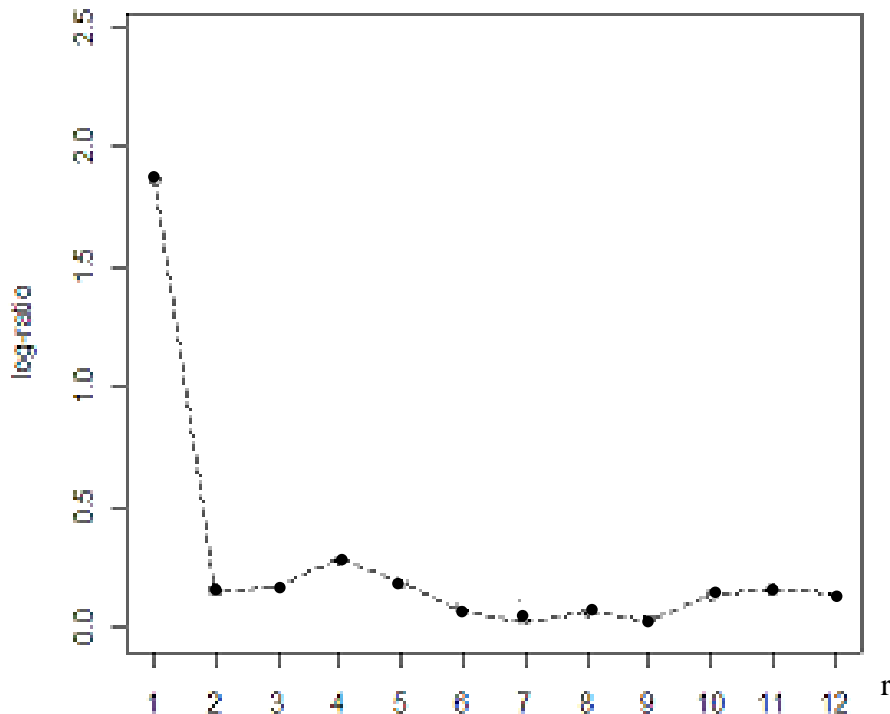
Tabell 8: $R^{(r)}_{\min}$ plot for datamaterialet.

Tabellen illustrerer størrelsen $R^{(r)}_{\min}$ (Bogetoft & Otto, in press) som vil ligge mellom 0 og 1.

$R^{(r)}_{\min}$ følger av matriseberegninger i FEAR, og desto nærmere denne er 0, desto større sannsynlighet er det for at nettselskapet, eller en gruppe av nettselskaper er outlier(s).

Størrelsen beregnes for alle kombinasjoner der nettselskaper først fjernes en og en fra materialet ($r = 1$), før grupper av selskaper fjernes ($r > 1$).

Tabellen kan også anskueliggjøres som vist i figuren under:



Figur 7: Illustrasjon av log-ratio plot.

I figuren er logaritmen til forholdet $\log \frac{R^{(r)}}{R^{(r)}_{\min}}$ framstilt langs ordinataksen, og r langs absisseaksen. Det logaritmiske forholdet bestemmes i FEAR. De største observasjonene er mest sannsynligvis outliers. Vi ser at for $r = 1$ (dvs. ett nettselskap) og for $r = 4$ (dvs. en gruppe nettselskaper på fire) tilkjenner figuren mulige outliers. Disse er nettselskapene med observasjon nummer 60, 61, 63 og 72, og som er BKK Nett AS, Eidsiva Nett AS, Skagerak Nett AS og Hafslund Nett AS. Hafslund Nett AS er det aller største nettselskaper i bransjen, med Skagerak Nett AS som nummer to og BKK Nett AS som nummer tre. Eidsiva Nett AS er det femte største nettselskapet.

Forskere ved Universitetet i Tromsø har funnet tilsvarende resultater i analyse av oppdrettsnæringen. Jeg har liten tro på at de største nettselskapene i bransjen systematisk er outliers, og vektlegger derfor ikke disse analysene videre.

4.5.5. Fjerning av outliers

Basert på drøftingene i kapittel 4.5.1 til 4.5.4, så velger jeg å fjerne noen nettselskaper fra datamaterialet i 2008.

Det fins en rekke små nettselskaper i Norge med ubetydelig kundefunksjon, og der mange av disse har som formålsparagraf å levere billig strøm til andelshaverne. Små nettselskaper med mindre enn 5 000 kunder, antas å operere med en annen produksjonsteknologi enn de øvrige større selskapene i Norge. En av hensiktene med oppgaven er å identifisere et eventuelt potensial for effektivisering i kundefunksjonen til TKN. Det blir vanskelig å få et realistisk effektiviseringsanslag, dersom svært små nettselskaper danner den effektive fronten. Totalt forsvinner det 54 selskaper ut med denne antagelsen.

Både plott av sum antall kunder / sum kundefunksjonskostnad og beregning av supereffektivitet indikerer at noen nettselskaper framstår i et for godt lys, og det er lite sannsynlig at det gir et reelt uttrykk for en ekstremt effektiv tjenesteproduksjon. Lofotkraft AS og Flesberg elektrisitetsverk AS betraktes som outliers. Også Vest-Telemark Kraftlag AS, Nordvest Nett AS, Askøy Energi AS og Oppdal Energiverk AS scorer såpass høyt at disse betraktes som outliers.

Suldal Elverk AS, Yara Norge AS, Mo Industripark AS har lav rating i forholdet sum antall kunder / sum kundefunksjonskostnad. Yara Norge AS og Mo Industripark AS er ikke typiske nettselskaper, og har få kunder. Begge er fjernet under betingelsen over i og med at de har mindre enn 5 000 kunder. Suldal Elverk har innrapportert en lønnskostnad (6040-lønninger, arbeidsg.) på over 300 000 NOK for en samlet kundemasse på 3 551 kunder. Denne observasjonen finner en også igjen i tabell 6, som den største observasjonen for 6040-Lønninger, arbeidsgiver. Dette må være bero på en feilrapportering. Dette nettselskapet fjernes også (nettselskapet har i tillegg mindre enn 5 000 kunder, og vil uansett bli fjernet da antall kunder er mindre enn 5 000).

Totalt gjenstår det 70 nettselskaper i datamaterialet for 2008. Hele datamaterialet er gjengitt i vedlegg 5. Av erfaring vet jeg at mange nettselskaper tidligere har slitt med å rapportere inn riktige tekniske og økonomiske data vedrørende kundefunksjonen til NVE. I og med at jeg har fjernet 60 nettselskaper så har jeg derimot stor tiltro til validiteten i det gjenværende materialet. Det antas at de gjenværende nettselskapene i stor grad er homogene hva angår kundefunksjonen, med samme oppgave og like rammevilkår.

4.6 Programvare

Til å løse DEA-modellen i oppgaven har jeg benyttet DEA-Solver-PRO av Saitech. I og med at denne programvaren ikke regner riktig supereffektivitet, er supereffektivitetsberegningene utført ved Zhus DEA excel solver. Beregningsresultatene er i stor grad framstilt i salterdiagram, som er utviklet av Dag Fjeld Edvardsen ved Frisch-senteret, og som er et programtillegg til Microsoft Excel.

Multiple outlieranalyse er utført i statistikkprogrammet FEAR av Paul W. Wilson. Grafiske framstillinger er gjort i R- programvaren, som er et verktøy som implementeres i FEAR, og som eies av "The R Foundation for Statistical Computing".

5. Resultater

I dette kapitlet presenteres de empiriske resultatene fra analysene, basert på materialet fra 2008. Først kalkuleres effektivitetsstørrelser som teknisk effektivitet, total effektivitet, skalaeffektivitet mv, før en går videre med å forklare hva som karakteriserer de effektive enhetene. Til sist estimeres et potensial for effektivisering innenfor kundefunksjonen i TKN.

5.1 Effektivitetsvurderinger

5.1.1 Totaleffektivitet

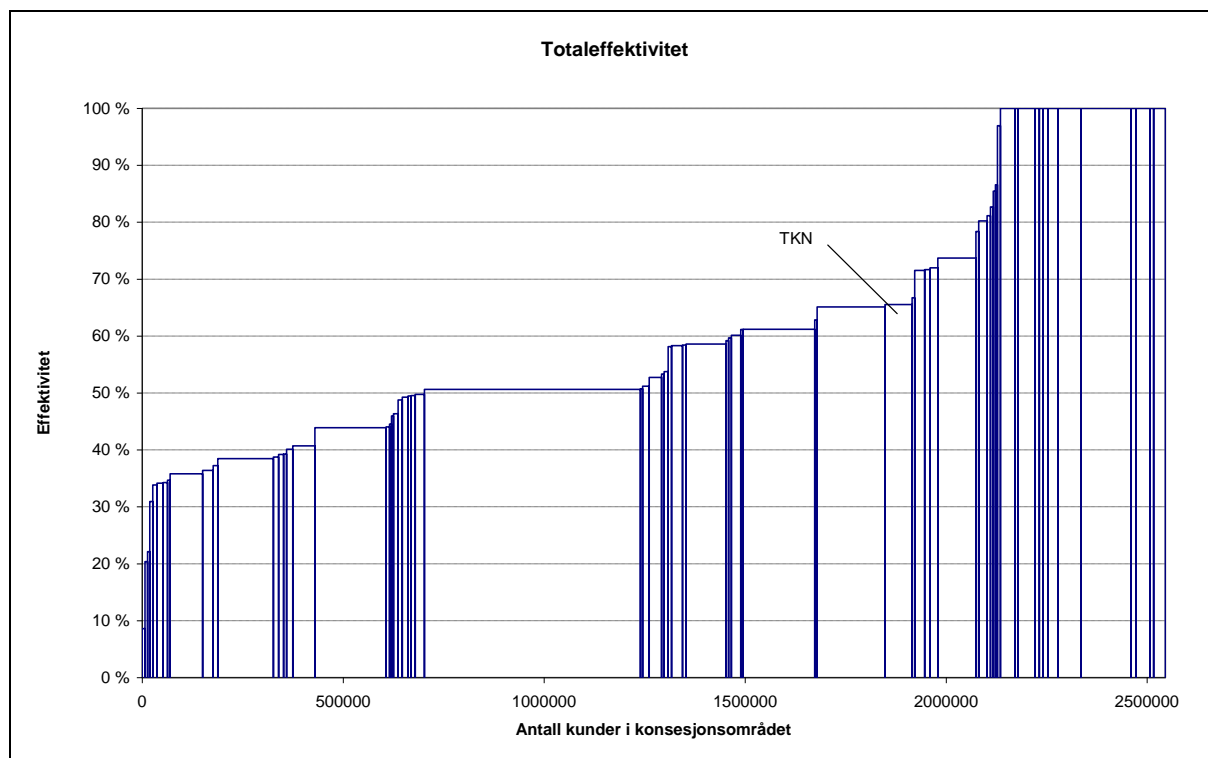
Tabellen under viser en oppstilling av effektivitetsdata under forutsetning av en inputorientert CRS-modell.

Resultat	Totaleff.
Antall nettselskaper [stk]	70
Antall effektive nettselskaper	13
Maksimal [%]	100,0 %
Minimum [%]	8,6 %
Gjennomsnitt [%]	61,8 %
Median [%]	58,4 %
Standardavvik [%]	24,4 %
Troms Kraft Nett AS [%]	65,5 %
Rangering	26

Tabell 9: Effektivitetsresultater under forutsetning av CRS.

Av tabellen går det fram at kundefunksjonen til TKN har en effektivitet (total) på ca. 65 %. Observasjonen er høyere enn både medianen og gjennomsnittet (uveid), og sågar bedre enn mange større nettselskaper i bransjen som Haslund Nett AS, Skagerak Nett AS og Agder Energi Nett AS. Likevel indikerer effektivitetsscoren at det er avstand til ”beste praksis” innen utførelsen av kundefunksjonen. Det følger videre at TKN kan redusere totalkostnaden med 34,5 % (100-65,5) gitt de samme kostnadsdriverne.

Figuren under viser fordelingen av totaleffektivitet i et salterdiagram der hver stolpe representerer et nettselskap:



Figur 8: Salterdiagram for totaleffektiviteten.

Høyden til stolpen er effektivitetsmålet til nettselskapet, og bredden er antall kunder. Arealet mellom 100 % -linjen og stolpene er dermed et uttrykk for verdien av den totale ineffektiviteten i utvalget. Det er vanskelig å se noen sammenheng mellom størrelse og effektivitet i diagrammet. De små nettselskapene er spredd utover det hele, og det er flere små nettselskaper enn store blant de mest effektive nettselskapene. Lyse Elnett AS er det største selskapet blant de som er 100 % effektive. En ser også at det fins noen ekstremt ineffektive nettselskaper i utvalget.

5.1.2 Læremestre

De mest velegnede rollemodellene som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer er vist i tabellen under:

Produktspekter Kundefunksjon	Troms Kraft Nett AS	Referanseselskap/Læremester				Totalt
		Fredrikstad Energinett AS	Nordmøre Energi AS	Energi 1 Follo Røyken AS	BE Nett AS	
Kopifaktor		0,36	0,69	1,02	0,07	2,14
(O)Antall kunder ex fritid	60 735	31 297	21 774	31 954	25 384	60 735
(O)Antall kunder fritid	6 896	5 505	3 017	2 498	3 884	6 896

Tabell 10: Læremestre for TKN.

Av tabellen ser en at alle referanseselskaper er mindre enn TKN. Den tyngste referanse (størst kopifaktor) er Energiselskapet 1 Follo Røyken AS. Dette nettselskapet er et heleid

datterselskap av Fredrikstad Energi AS (FEAS), som igjen eies av Fredrikstad kommune med 51 % og Fortum Holding Norway AS med 49 %. Energiselskapet 1 Follo Røyken AS har gjennom områdekonsesjon ansvaret for strømmettet i kommunene Ski, Enebakk, Nesodden og Røyken. Vedlegg 6 (tabell v6.2) viser referanseselskap(er) for alle selskapene i materialet.

5.1.3 Skalaeffektivitet

TKN har den 10. største kundefunksjonen blant norske nettselskaper. Det er interessant å studere hvor stor del av del av ineffektiviteten til TKN som eventuelt skyldes størrelsen. Når totaleffektiviteten ble beregnet, så ble dette gjort under forutsetning av CRS. Nettselskapets størrelse blir ikke tatt hensyn til under CRS, der en kan fritt skalere opp og ned. Beregning av skalaeffektivitet foregår via beregning av teknisk effektivitet, som skjer under antagelse om variabel skalautbytte (VRS). Tabellen under sammenstiller relevante størrelser for å vurdere skalaeffektivitet i kundefunksjonen:

Resultat	Totaleff.	Teknisk eff.	Skalaeff.
Antall effektive nettselskaper	13	27	13
Maksimal [%]	100,0 %	100,0 %	100,0 %
Minimum [%]	8,6 %	10,2 %	38,5 %
Gjennomsnitt [%]	61,8 %	73,3 %	84,9 %
Troms Kraft Nett AS [%]	65,5 %	92,4 %	70,9 %
Rangering	26	29	60

Tabell 11: Totaleffektivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.

I kapittel 5.1.1 ble TKNs effektiviseringspotensial referert som at TKN kan redusere sine kundefunksjonskostnader med 34,5 %, uten å endre kostnadsdriverne. Av tabellen ser en at 7,6 % (100 % - 92,4 %) skyldes teknisk ineffektivitet, eller sagt på en annen måte så tilsvarende dette sløsing. Kostnadene kan ytterligere reduseres med 29,1 % (100 % - 70,9 %) grunnet uoptimal skala. At kundefunksjonen i nettselskapet er for stor i forhold til det som er optimalt, ser en av tabell 10 der summen av kopifaktorene er 2,14. Så lenge denne summen er større enn en (1), så er kundefunksjonen for stor. Vedlegg 6 (tabell v6.1) viser en oversikt over effektivitetsscoren til alle selskapene innen kundefunksjonen.

I forhold til IT- systemer i kundefunksjonen (kundeinformasjonssystemer, innsamlingsystemer for måleverdier mv.), så kunne en forvente at skalafordel kom til uttrykk. Vi ser at dette ikke er tilfelle i vårt materiale.

5.2 Hva kjennetegner de mest effektive selskapene?

I min streben etter å estimere et potensial for forbedring i kundefunksjonen er det viktig å se om TKN virkelig kan klare å nå opp til de aller mest effektive nettselskapene i bransjen, eller om potensialet må beskrives som mindre. Det kan tenkes at de mest effektive nettselskapene er ”ekstrem” i en eller annen dimensjon slik at TKN uansett anstrengelse ikke klarer å nå opp. Dette skal undersøkes i det etterfølgende.

5.2.1 Karakteristika ved de effektive selskapene

De mest effektive nettselskapene i utførelsen av kundefunksjonen er listet opp i tabellen under:

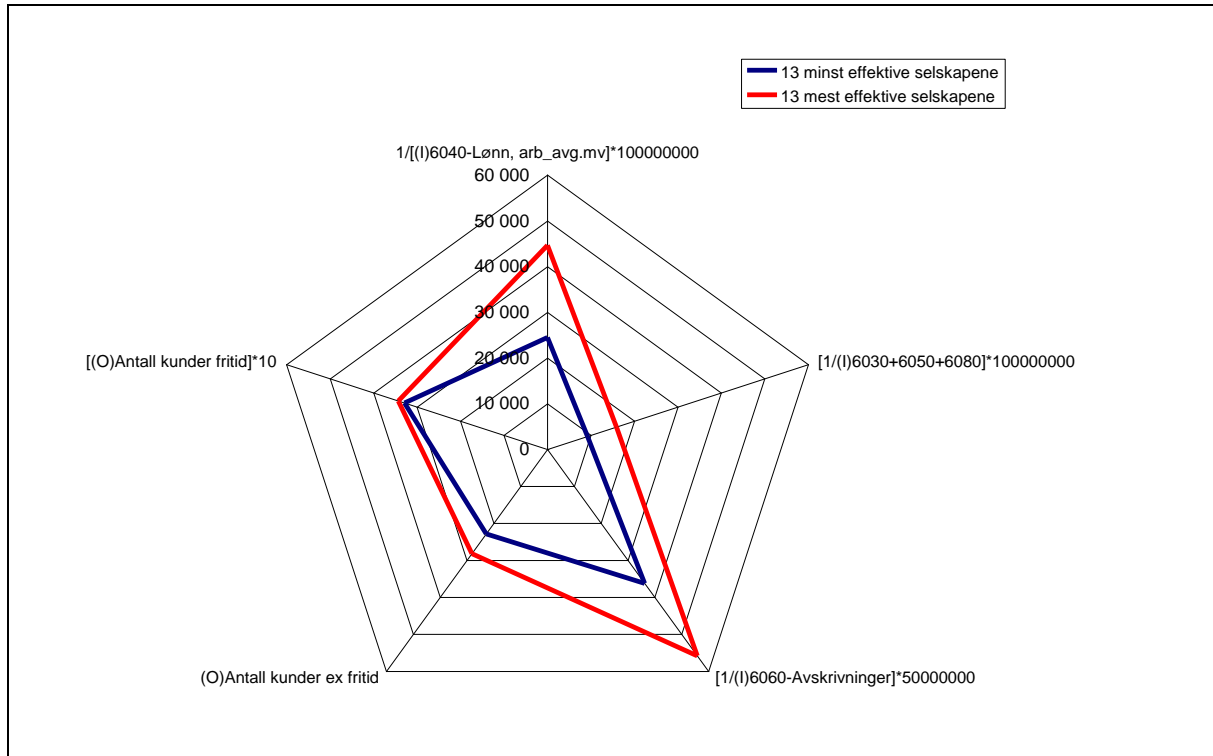
Nettselskap	DMU	Totaleff.	kunder ex fritid	kunder fritid
Fredrikstad Energi Nett AS	32	100	31 297	5 505
Finnås Kraftlag	43	100	5 550	1 479
HelgelandsKraft AS	71	100	36 984	5 214
Lier Everk AS	102	100	10 828	150
Øvre Eiker Nett AS	264	100	8 523	164
Valdres Energiverk AS	306	100	6 745	5 867
Nordmøre Energiverk AS	311	100	21 774	3 017
Haugaland Kraft AS	503	100	52 065	5 678
Lyse Elnett AS	511	100	118 614	5 282
VOKKS Nett AS	542	100	8 808	3 732
Energi 1 Follo Røyken AS	614	100	31 954	2 498
Voss Energi AS	625	100	7 439	2 137
BE Nett AS	726	100	25384	3884

Tabell 12: Karakteristika over de effektive selskapene mht. kundefunksjonen.

I tabellen ser en alle de effektive selskapene, bortsett fra Lyse Elnett AS, har en kundefunksjon som betjener et mindre antall kunder enn TKN. Større selskaper som Skagerak Nett AS, Agder Energi Nett AS og Hafslund Nett AS har en effektivitetsscore som ligger rett over TKNs score. I det etterfølgende blir det derfor gjort testing i forhold til om forhold som størrelse mv. har betydning for effektivitet.

5.2.2 Strukturverdier

Vi har tidligere sett at det er 13 nettselskaper som er 100 % effektiv. For å foreta en top-down strukturell sammenligning mellom effektive og ineffektive nettselskaper, så kalkuleres gjennomsnitt for variablene (input/output) for de 13 selskapene som er 100 % effektive, og for de 13 nettselskapene med dårligst effektivitet. Sammenligningen er vist i figuren under:



Figur 9: Sammenligning av strukturvariable for de 13 beste praktiserende og 13 dårligste praktiserende nettselskap.

For å få ”spent ut” figuren, så er antall kunder ex fritid multiplisert med faktoren 10. Alle inputs er framstilt som 1/input multiplisert med en faktor som framgår av forklaringen i figuren. I forhold til inputsiden, så har de beste nettselskapene (rød linje i figuren over) lavere gjennomsnittelig input (større forhold 1/input) enn de dårligste nettselskapene (blå linje). Dette er en selvfølgelighet i og med at det er inputorientert kostnadseffektivitet som måles.

I forhold til output er antall kunder ex. fritid større for de mest effektive nettselskapene, mens kunder fritid er omtrent like stor for de beste som for de dårligste nettselskapene. Dette indikerer at det er de relativt sett større nettselskapene som i ”gjennomsnitt” er de beste selskapene innen kundefunksjonen. Dette har også en side til TKN som er det 10. største nettselskapet, når jeg senere skal estimere et realistisk potensial for forbedring i kundefunksjonen til TKN.

5.2.3 Hypotesetesting

I forhold til strukturverdier har vi indikasjoner på at de relativt større nettselskapene i gjennomsnitt er mest effektiv i utøvelsen av kundefunksjonen, selv om vi ikke en entydig stordriftsfordel av salterdiagrammet i figur 8. Ved å bruke standardiserte hypotesetester, så vil

jeg analysere denne sammenhengen ytterligere. Kjikvadrattesten er den mest benyttede metoden for å utføre statistiske generaliseringer. Denne testen brukes til å teste en nullhypotesen om at det ikke er sammenheng mellom to variabler i populasjonen ved hjelp av data fra et sannsynlighetsutvalg.

Gangen i kjikvadrattesten er som følger (Hornæs, 2003):

1. Etabler et hypotesesett med to konkurrerende hypoteser. H_1 hypotesene er sammenhengen vi ”ønsker ” å vise, mens nullhypotesen (H_0) er da at det er uavhengighet mellom variablene.
2. Etabler en krysstabell med relevante observasjoner i forhold til hypotesesettet.
3. Etabler en krysstabell med forventet antall observasjoner, dersom nullhypotesen er korrekt. Dette er en tabell hvor frekvensfordelingen for den avhengige variabelen er like for alle verdier på den uavhengige variabelen.
4. Beregn kjikvadratet som $\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$

hvor χ^2 er kjikvadratet, O er observert verdi og E er forventningsverdien

5. Bestem signifikansnivået (α), som angir minste sannsynlighet for å forkaste en nullhypotese som er korrekt.
6. Antall frihetsgrader (df) bestemmes som (antall rader - 1) * (antall kolonner - 1) i krysstabellen.
7. Ved å kombinere informasjonen om α og df finner vi kritisk verdi i sannsynlighetstabell for kjikvadratfordelingen. Om kritisk verdi $< \chi^2$, så forkastes nullhypotesen.

De hypotesene som testes er som følger:

Hypotese 1:

H_0 : Det er ingen sammenheng mellom effektivitet og størrelse for nettselskap.

H_1 : Det er sammenheng mellom effektivitet og størrelse for nettselskap.

Tabellen under viser kjikvadrattesten av hypotesen:

Effektivitetsscore	Observert verdi antall kunder			Forventningsverdi antall kunder		
	stor nettselskap	lite nettselskap	tot.	stor nettselskap	lite nettselskap	tot.
	> =24000 kund.	<240000 kund.		> =24000 kund.	<240000 kund.	
høyt 25 beste	9	16	25	7,5	17,5	25
middels "middelshavsfarere"	7	13	20	6	14	20
lavt 25 dårligste	5	20	25	7,5	17,5	25
totalt	21	49	70	21	49	70

Dekomp. kjiqkvadrat			α antall frih. gr	0,05 2	0,10 2
stor nettselskap	lite nettselskap	tot.			
0,300	0,129	0,429	χ ² Krit. Verdi (P(χ ² >))	1,857	1,857
0,167	0,071	0,238			
0,833	0,357	1,190			
1,300	0,557	1,857			

Tabell 13: Kjiqkvadrattest av hypotese 1.

Av tabellen ser en at alle forventningsverdier er større enn eller lik fem, som er en forutsetning for at forventningsverdiene er kjiqkvadratfordelt. Vi ser også at den kritiske verdien er større enn kjiqkvadratet (χ^2) for begge signifikansnivåer. Dermed beholdes H_0 , og det er ingen sammenheng mellom effektivitet og størrelse på nettselskap.

Hypotese to etableres for å se om nettselskaper som forsyner områder utenom byområder framstår som effektive. I så fall ville en teori være at kundedferden, som eksempelvis flytting av abonnement og kraftleverandørskifter, gjør at nettselskaper i byer systematisk scorer en lavere effektivitet enn nettselskaper i grise strøk.

Hypotese 2:

H_0 : Det er ingen sammenheng mellom effektivitet og topografi/forsyningsforhold for nettselskap.

H_1 : Det er sammenheng mellom effektivitet og topografi/forsyningsforhold for nettselskap.

Tabellen under viser kjiqkvadrattesten av hypotesen:

Effektivitetsscore	Observert verdi Topografi			Forventningsverdi Topografi		
	By	Grisnt	tot.	By	Grisnt	tot.
	0	0		0	0	
høyt 25 beste	7	18	25	6,1	18,9	25
middels "middelshavsfarere"	6	14	20	4,9	15,1	20
lavt 25 dårligste	4	21	25	6,1	18,9	25
totalt	17	53	70	17	53	70

Dekomp. kjiqkvadrat			α antall frih. gr	0,05 2	0,10 2
By	Grisnt	tot.			
0,142	0,046	0,188	χ ² Krit. Verdi (P(χ ² >))	1,476	1,476
0,269	0,086	0,355			
0,707	0,227	0,933			
1,118	0,358	1,476			

Tabell 14: Kjiqkvadrattest av hypotese 2.

Av tabellen ser en at alle forventningsverdier utenom en, er større enn eller lik fem, som er en forutsetning for at forventningsverdiene er kjikvadratfordelt. Vi ser også at den kritiske verdien er større enn kjikvadratet (χ^2) for begge signifikansnivåer. Dermed beholdes H_0 , og det er ingen sammenheng mellom effektivitet og typografi/forsyningsforhold for et nettselskap.

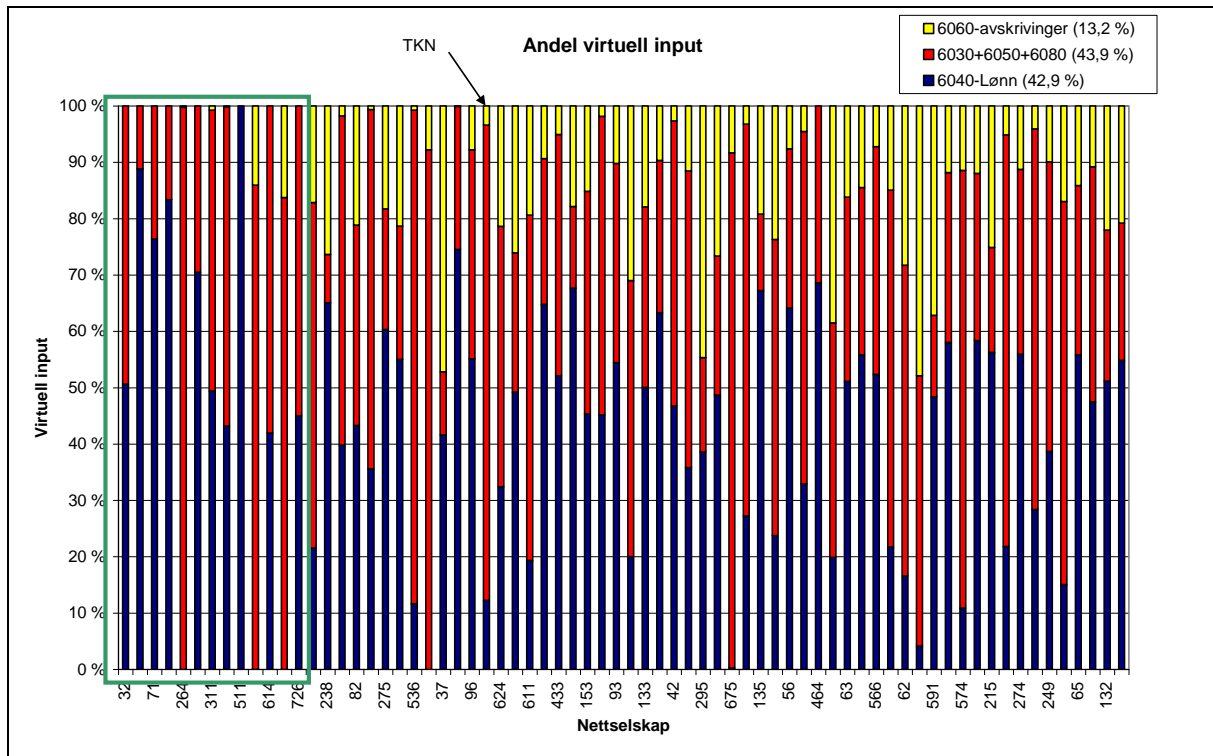
Begge hypotesetestene ”sparker bein” unna mine teorier om at nettselskaper med en stor andel av sine kunder i grisne strøk systematisk er mer effektive enn rene by-nettselskaper. Selv om et nettselskap i en by opplever en kundefunksjon som belaster kundefunksjonen, så blir dette sannsynligvis oppveid av andre faktorer som eksempelvis at det er billigere å forestå drift og vedlikehold av måleparken i bynære strøk.

Selv om gjennomsnittsbetraktninger i forhold til strukturverdier indikerte at størrelse og effektivitet har en viss avhengighet, så tilsier altså hypotesetestene at det ikke er noen ytre forhold som påvirker effektivitetsscoren i kundefunksjonen.

5.2.4 Virtuell input

I og med at det ikke er påvist ytre forhold med betydning for effektiviteten, vender jeg blikket innover, med intensjon om å se på sammensetningen av input og output i et selskaps effektivitet. En større vekt på en output eller en input betyr nødvendigvis ikke at selskapet produserer en output mer effektivt enn outputs eller inputs med lavere vekter. Dette skyldes at dimensjonen av hver vekt også er avhengig av størrelsen av den korresponderende input eller output. Et klarere bilde av den relative viktigheten for input og/eller output i et selskaps effektivitet, oppnår en best ved å studere virtuell input og virtuell output. For et selskap er den virtuelle output produktet av output og korresponderende vekt. Det samme gjelder for input. De virtuelle inputs og outputs, som kan tilskrives hver input og output, viser eksakt hvordan effektiviteten for et selskap er avledet.

Figuren under viser hvordan virtuelle input er for alle nettselskapene med hensyn til effektivitetsmåling av kundefunksjonen:

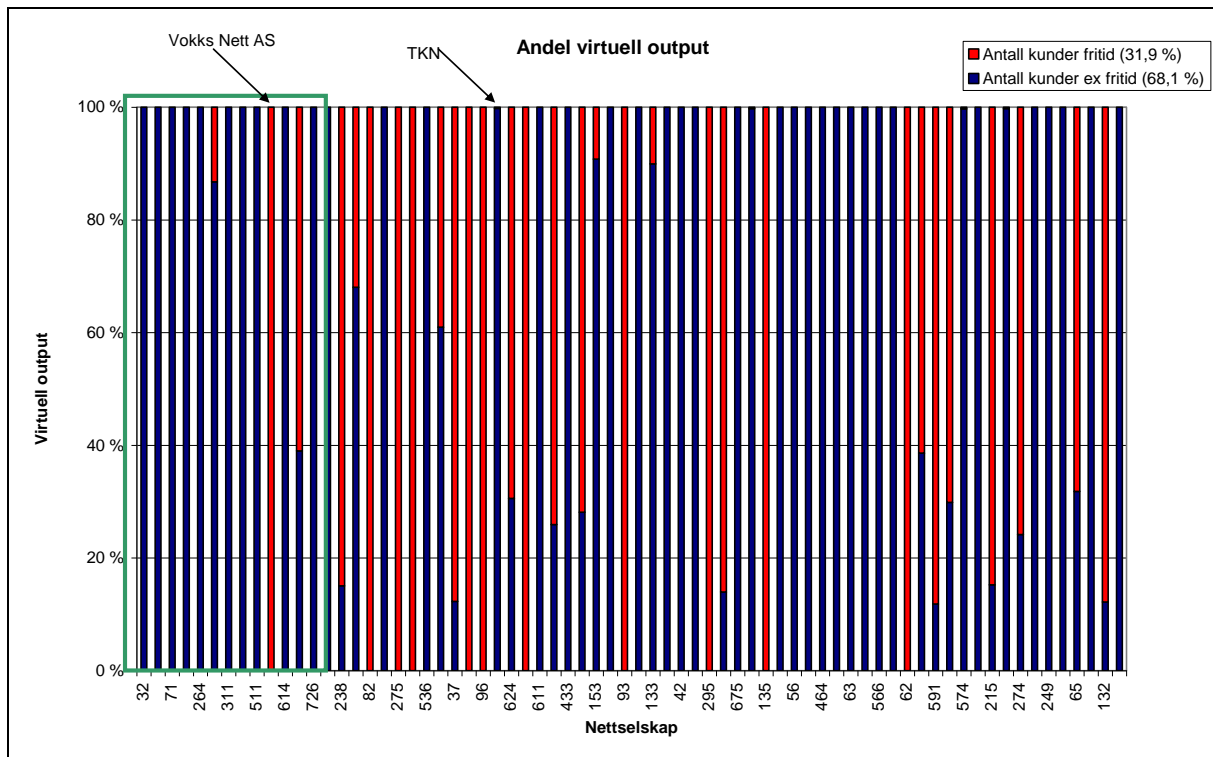


Figur 10: Fordeling av virtuell input.

I figuren ser en at de 13 effektive selskapene (i grønn ramme) har liten vekt på 6060-avskrivinger. Noen i denne gruppen har særdeles høy vekt på 6030+6050+6080, mens andre har høy vekt på 6040-lønn. Det virker urimelig at ikke alle tre virtuelle input er representert for hvert av de effektive selskapene. Dette gjør det aktuelt å innføre vektbegrensning i virtuell input. For bransjen som helhet er gjennomsnittelig vektning av virtuell input vist i forklaringen i figuren. Nivåforskjellen i virtuell input mellom de 13 effektive nettselskapene, og gjennomsnittet for bransjen forsterker ytterligere aktualiteten av å innføre vektbegrensning på virtuell input. TKN har for øvrig andel av alle tre virtuelle inputs.

5.2.5 Virtuell output

Figuren under viser sammensetningen av virtuell output for alle selskapene i datasettet:



Figur 11: Fordeling av virtuell output.

De 13 effektive selskapene er rammet inn med grønt i figuren. En ser videre at disse relativt sett har høy andel virtuell output på kunder ex. fritid i forhold til de selskapene som har ineffektivitet i kundefunksjonen. For bransjen som helhet så utgjør den samlede andel virtuell output for kunder ex. fritid 68,1 %, som vist i forklaringen til figuren. Vokks Nett AS er ett av de effektive selskapene, og har all sin andel virtuell output på kunder fritid. TKN har som det også framgår all sin vekt på kunder ex. fritid. Det er ikke aktuelt å innføre vektbegrensning for virtuell output, i og med at antall kunder og kundesammensetning er eksogent gitte variabler, som nettselskapene ikke kan påvirke. Det er derfor umulig for et selskap å søke tilpasning mellom outputvariablene i modellen.

5.3 Effektivitetsanalyser med restriksjon på virtuell input

For å forhindre at enkelte innsatsfaktorer slår for høyt ut i analysene videre, så ”strammes” modellen opp med å innføre vektbegrensning på en eller flere av de virtuelle inputene. Disse vektbegrensningene vil være gjenstand for subjektive vurderinger.

5.3.1 DEA modell med begrensning i virtuell input

Som omtalt i kapittel 3.4.2 så etableres beskrankningen i virtuell vektrestriksjon i en konsensus, der den innbyrdes viktigheten av de virtuelle variablene kommer til uttrykk i et størrelsesforhold som ”føles riktig”. Tabellen under viser deskriptiv statistikk over relevante størrelser knyttet til virtuell inputs for de 70 nettselskapene som er igjen i datamaterialet:

Virtuell input	$V_1 X_1 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_2 X_2 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_3 X_3 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000
Maksimum	1,0000	0,9976	0,4791
Gjennomsnitt	0,4293	0,4389	0,1317
median	0,4710	0,4103	0,1134
Standardavvik	0,2251	0,2305	0,1197

Tabell 15: Deskriptiv statistikk for virtuell input.

Av tabellen ser en at virtuell input for 6040-lønn (input x1) og 6060-avskrivinger (input x3) er null for en eller flere av selskapene. Dette virker urimelig. Selv om et nettselskap velger å kjøpe kundefunksjonstjenester, så må det være noen igjen i nettselskapet til å forvalte målerpark, drive datainnsamling og inneha generell bestillerkompetanse. Med andre ord bør virtuell input for 6040-lønn være større enn null. Øvre begrensning bør være romslig, i og med at noen nettselskaper kan ha egne ansatte som forestår kundefunksjonen. Dette som et alternativ til å outsource funksjonen til et annet juridisk selskap.

Noen selskaper aktiverer oppsett av målere i balansen, mens IT-systemer for måleverdiinnsamling og kundeinformasjonssystemer har en økonomisk verdi som tilsier at de aktiveres i balansen. Således bør virtuell input for 6060-avskrivning være større enn null. Øvre begrensning bør ikke være så romslig som for 6040-lønn. Om kostnadene med oppsett av målere kostnadsføres direkte, så finner en kostnadene i input 6030+6050+6080.

Jeg setter også begrensning i virtuell input på 6030+6050+6080 (input x2), i og med at denne vil være større enn null, og kan være betydelig dersom kundefunksjonstjenesten kjøpes i annet selskap, slik at kostnaden henføres som andre driftskostnader.

Begrensningene i virtuell input er også sett i lys av minimum og maksimum i tabell 15. Ut fra drøftingene velges følgende begrensning i virtuell input:

Vektrestriksjoner, virtuell input	$V_1 X_1 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_2 X_2 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_3 X_3 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$
Minimum	0,20	0,20	0,10
Maksimum	0,90	0,90	0,48

Tabell 16: Vekter på virtuell input.

5.3.2 Totaleffektivitet med begrensning i virtuell input

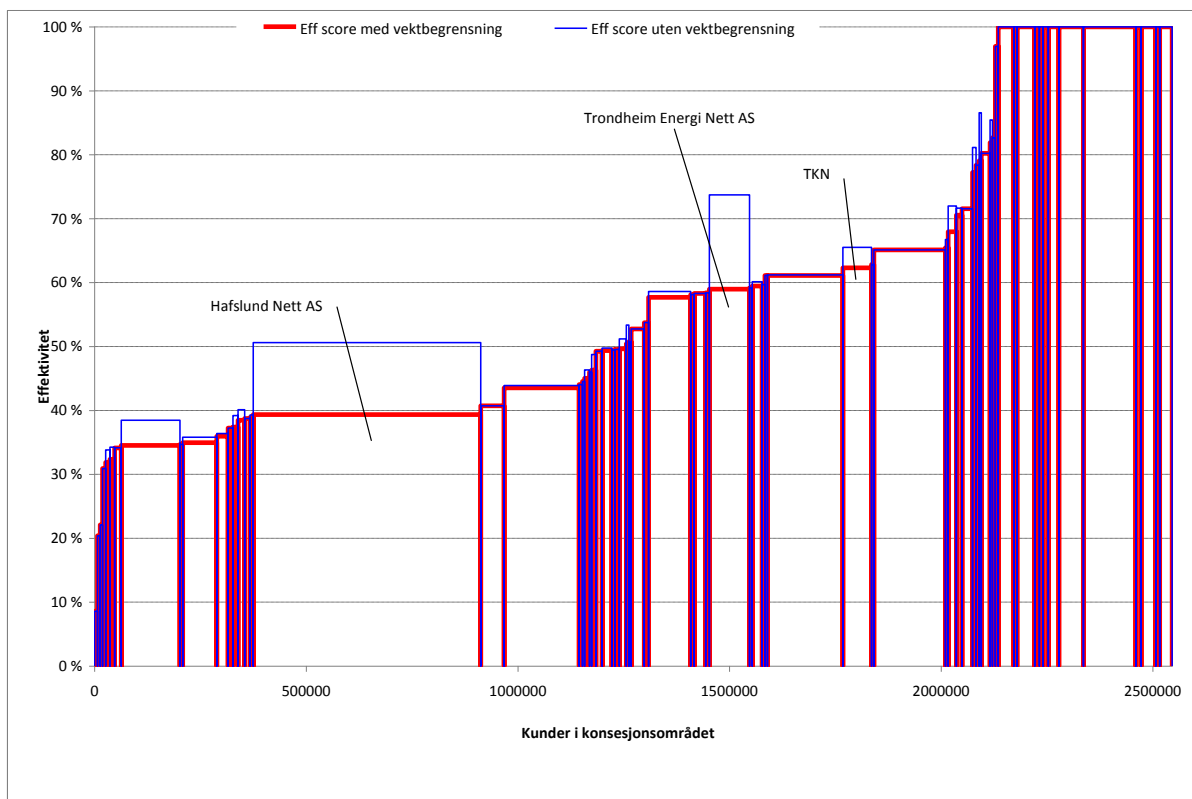
Tabellen under viser en oppstilling av effektivitetsdata under forutsetning av begrensning i virtuell input:

Resultat	Totaleff.
Antall nettselskaper [stk]	70
Antall effektive nettselskaper	13
Maksimal [%]	100,0 %
Minimum [%]	8,6 %
Gjennomsnitt [%]	60,7 %
Median [%]	58,2 %
Standardavvik [%]	24,5 %
Troms Kraft Nett AS [%]	62,3 %
Rangering	27

Tabell 17: Effektivitetsresultater med begrensning i virtuell input.

Av tabellen ser en at effektiviteten i kundefunksjonen til TKN er ca. 62 %. Det er 3 % lavere score uten begrensning i virtuell input. Fortsatt er observasjonen høyere enn både medianen og gjennomsnittet, og scoren indikerer fortsatt at det er avstand til ”beste praksis” innen utførelsen av kundefunksjonen. Det følger videre at TKN kan redusere total kostnaden med 37,7 % (100-62,3) gitt de samme kostnadsdriverne.

Figuren under viser salterdiagram med - og uten (dvs. fri tilpasning) begrensning i virtuell input:



Figur 12: Salterdiagram for totaleffektiviteten med og uten begrensning i virtuell input.

Av figuren ser en at noen selskaper får redusert sin effektivitetsscore, når en innfører vektbegrensning i virtuell input. Spesielt Hafslund Nett AS og Trondheim Energi Nett får redusert sin score betraktelig. TKN sin score er i mindre grad påvirket. De selskapene som er 100 % effektive ved fri tilpasning av vekt er fortsatt 100 % effektive ved begrensning i virtuell input. Om modellen hadde blitt ”strammet” opp enda hardere, så ville ikke dette vært tilfelle, se for øvrig figur v.7.1 i vedlegg 7 (case ”Med vektbegrensning-11”).

Det er fortsatt vanskelig å se noen sammenheng mellom størrelse og effektivitet i diagrammet. TKN har store selskaper som Skagerak Nett AS og Trondheim Energi Nett AS bak seg, mens store selskaper som Agder Energi Nett AS, Helgelandskraft AS, og Lyse Elnett AS har en bedre effektivitetsscore innen kundefunksjonen.

Figur v7.1 i vedlegg 7 viser effektivitetsscore ved flere alternativer for vektbegrensning i virtuell input. Det framgår av figuren at TKN er forholdsvis lite påvirket uansett nivå på vektbegrensningene. Figur v7.2 viser fordeling av virtuell input etter at vektbegrensningen ble innført for virtuell input. En ser at begrensningen gitt i tabell 16 er oppfylt for alle selskaper.

5.3.3 Læremestre med begrensning i virtuell input

De mest velegnede rollemodellene som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer er vist i tabellen under:

Produktaspekter Kundefunksjon	Troms Kraft Nett AS	Referanseselskap/Læremester			
		Fredrikstad Energinet AS	VOKKS Nett AS	Energi 1 Follo Røyken AS	Totalt
		Kopifaktor	0,57	0,13	1,30
(O)Antall kunder ex fritid	60 735	31 297	8 808	31 954	60 735
(O)Antall kunder fritid	6 896	5 505	3 732	2 498	6 896

Tabell 18: Læremestre for TKN under forutsetning om begrensning i virtuell input.

Av tabellen ser en at alle referanseselskaper fortsatt er mindre enn TKN. I forhold til effektivitetsmålingen uten begrensning i virtuell input, så er VOKKS Nett AS kommet inn som referanse, mens Nordmøre Energi AS og BE Nett AS (Bodø Energi Nett) er falt ut. Den tyngste referanse (størst kopifaktor) er fortsatt Energiselskapet 1 Follo Røyken AS. I og med at dette nettselskapet har samme eiere som Fredrikstad Energinet AS, så er disse selskapene aktuell å avlegge referansebesøk som gode rollemodeller for forbedringer i TKNs kundefunksjon. Vedlegg 7 (tabell v7.2) viser referanseselskap(er) for alle selskapene i materialet. I tillegg er disse to selskapene "læremester" også under variabelt skalautbytte (VRS), som vist i vedlegg 8. Selv om begge har en mindre kundefunksjon enn TKN, så er begge likevel såpass store at de antas å ha profesjonalisert sin kundefunksjon.

For å sjekke at læremestrene "reelt sett" er 100 % effektiv, og ikke som en følge av å ha en kombinasjon av input som ikke andre selskaper har, så etableres det en oversikt over hvor mange selskaper læremestrene inngår i referansesettet for:

DMU	Nettselskap	Antall ganger referanse
32	Fredrikstad Energi Nett AS	17
43	Finnås Kraftlag	29
71	HelgelandsKraft AS	10
102	Lier Everk AS	0
264	Øvre Eiker Nett AS	2
306	Valdres Energiverk AS	12
311	Nordmøre Energiverk AS	31
503	Haugaland Kraft AS	5
511	Lyse Elnett AS	2
542	VOKKS Nett AS	17
614	Energi 1 Follo Røyken AS	16
625	Voss Energi AS	2
726	BE Nett AS	9

Tabell 19: Frekvens i referansesett.

Av tabellen ser en at det er kun er Lier Everk AS som ikke er referanse for andre ineffektive selskaper. Dette nettselskapet kan ha en spesialiseringsfordel, dvs. en kombinasjon av input som ingen andre selskaper har, som gjør at selskapet framstår som 100 % effektiv. Lier Everk AS bør derfor ikke være læremester for andre selskaper. De øvrige selskapene i tabellen er referanser for andre ineffektive selskaper, og er reelt sett derfor 100 % effektiv.

5.3.4 Skalaeffektivitet med begrensning i virtuell input

Tabellen under sammenstiller relevante størrelser for å vurdere skalaeffektivitet i kundefunksjonen:

Resultat	Totaleff.	Teknisk eff.	Skalaeff.
Antall effektive nettselskaper	13	21	13
Maksimal [%]	100,0 %	100,0 %	100,0 %
Minimum [%]	8,6 %	9,8 %	35,6 %
Gjennomsnitt [%]	60,7 %	70,6 %	85,6 %
Troms Kraft Nett AS [%]	62,3 %	91,0 %	68,5 %
Rangering TKN	27	26	61

Tabell 20: Totaleffektivitet, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.

I kapittel 5.3.2 ble TKNs effektiviseringspotensial referert som at TKN kan redusere sine kundefunksjonskostnader med 37,7 %, uten å endre kostnadsdriverne. Av tabellen ser en at 9 % (100 % - 91,0 %) skyldes teknisk ineffektivitet, også kalt sløsing. Utover dette potensialet, så kan kostnadene kuttes ytterligere 31,5 % (100 % - 68,5 %) som et resultat av uoptimal skala. At kundefunksjonen i nettselskapet er for stor i forhold til det som er optimalt, ser en av tabell 18 der summen av kopifaktorene er 2,01. Så lenge denne summen er større enn en, så er kundefunksjonen for stor. Vedlegg 7 (tabell v7.1) viser en oversikt over effektivitetsscoren til alle selskapene innen kundefunksjonen.

6. Diskusjon og oppsummering

I dette kapittelet oppsummeres resultatene fra analysene. I kapittel 1.2 ble formålet med oppgaven satt opp:

Opgaven har som formål:

- Analysere effektiviteten i kundefunksjonen som TKN kjøper i morselskap/søsterselskap (TK-mor/TKE), og delvis utfører selv. Kunnskapen om hvor effektivt tjenesten produseres vil være med å danne grunnlaget for eventuelle framtidig effektiviseringstiltak, samt prising av tjenesteleveransen.
- Peke ut de mest velegnede rollemodeller som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer.
- Identifisere eventuelle stordriftsfordeler.

I oppgaven er etterspørselsrelaterte kostnadsdrivere definert som outputvariable i kundefunksjonen, mens inputvariable er typiske innsatsfaktorer (lønn mv.) i ”produksjon” av kundefunksjonen. Følgelig er det en kostnadseffektivitetsmodell som blir etablert, for å analysere effektiviteten i kundefunksjonen.

Suksessen til enhver studie henger i stor grad sammen med hvor gode data man har tilgjengelig. Det endelige resultatet kan påvirkes stort av observasjoner som åpenbart ikke er riktige. Jeg har derfor inngående drøftet rasjonale for å fjerne outliers fra datamaterialet. Såpass mange som 60 nettselskaper er tatt ut av det opprinnelige materialet, enten ved at de er outliers, eller er så små i kundefunksjonen (< 5 000 kunder) at de antas å operere med en annen produksjonsteknologi.

Ut fra DEA-analyser uten vektrestriksjoner, så har TKN et potensial for å redusere kostnadene i kundefunksjonen med 34,5 %. Med vektbegrensning er potensialet 37,7 %.

Det er ikke påvist ytre forklaringsvariable som forklarer effektivitetsforskjeller i kundefunksjonen hos nettselskapene. Interne årsaksvariable er dermed opphav til den effektivitetsscoren som nettselskapene oppnår i kundefunksjonen sin. Det som imidlertid er tydelig er at de 13 effektive nettselskapene har en spesiell sammensetning av virtuell input. For å forhindre ”ekstremutslag” i forhold til dette, er det valgt å implementere begrensning i virtuell input.

Etter dette framstår TKN som 62,3 % effektiv, med andre ord så er forbedringspotensialet i kundefunksjonen på 37,7 %. Dette potensialet er målt relativt til beste praksis, slik at potensialet godt kan være større enn det effektivitetsscoren tilsier. Dette fordi det kan finnes generell ineffektivitet i hele bransjen med hensyn til å utføre kundefunksjonen. Det største potensialet for TKN ligger i å forbedre skalaøkonomien, det vil si dele opp kundefunksjonen i mindre enheter. Dette er selvsagt ikke ønskelig. I forhold til sløsing, så har TKN et forbedringspotensial på 9 %. Dette potensialet er realistisk å ”hente” inn på kort sikt.

De mest velegnede rollemodeller som kan fungere som mulig referanse for prestasjonsforbedringer er Energiselskapet 1 Follo Røyken AS og Fredrikstad Energinett AS. Disse enhetene er rollemodeller både for å oppnå optimal skala, og å forbedre teknisk effektivitet.

De selskapene som framstår som effektive er ikke de største i bransjen (bortsett fra Lyse Elnett AS), og det er ikke påvist stordriftsfordeler i kundefunksjonen. Vi kan derimot påstå at det fins ulemper ved stordrift i de resultatene som kommer fram.

7. Konklusjon

Jeg har gjennom mine analyser sett at TKN har et stykke igjen for å bli ledende innen kundefunksjonen blant norske nettselskaper. Med bakgrunn i data fra 2008 så anslås et forbedringspotensial å være ca. 38 %.

Forbedringspotensialet skyldes både sløsing (teknisk ineffektivitet) og uoptimal skala. Kostnadene i kundefunksjonen kan kuttes med 9 % for å bli teknisk effektiv. Utover dette kan kostnadene kuttes med ytterligere 31,5 % for å bli skalaeffektiv. På kort sikt bør det være realistisk å hente opp den tekniske ineffektiviteten.

TKN har et strategisk fokus om å utnytte stordrift. Å dele opp kundefunksjonen i mindre enheter vil gå mot dette fokuset, og jeg trekker derfor ikke konklusjonen som innebærer at effektiviteten kan økes gjennom oppdeling av kundefunksjonen.

De mest velegnede rollemodeller for forbedring er Energiselskapet 1 Follo Røyken AS og Fredrikstad Energinett AS.

Det er ikke påvist stordriftsfordel i kundefunksjonen, og det er heller ikke påvist ytre faktorer som forklarer sammenhengen mellom effektivitet og størrelse. Forklaringen kan selvfølgelig ha sin årsak i faktorer som ikke er tatt hensyn til i modellen

Referanseliste

- Andersen, P. & Petersen, N.C. (1993). *A Procedure of Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis*. Management Science, Vol. 39, nr. 10, s. 1261-1264.
- Angulo-Meza, L. & Lins, M. P. E. (2007). *Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis*. Annals of operation research, 116, s.225-242.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. Management Science, Vol. 30, No. 9, s- 1078-1092.
- Banker, R. D. & Chang, H. (2006). *The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units*. European Journal of Operational Research, 175, s. 1311-1320.
- Berglund, R. S. (2006). *Effektivitetsanalyse av distribusjonsnett og regional-/sentralnettet til Troms Kraft Nett AS basert på inntektsrammereguleringsmodell foreslått innført i 2007*. Masteroppgave i økonomi og administrasjon. Institutt for Økonomi. Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Tromsø.
- Bogetoft, P. & Otto, L. (in press). *Benchmarking – Performance evaluation using DEA and SFA*.
- Charnes, A., Cooper, W. W & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, Vol. 2, No 6, s. 429-444.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. S. & Battese, G. E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. USA: Boston.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. S., O'Donell, C. & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. (2th ed.) USA: Boston.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Zhu, J. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (2th ed.) Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V, Sarrico. C. S.& Shale, E. A. (2001). *Pitfalls and protocols in DEA*. European Journal of Operational Research 132, s 245-259.
- Erlandsen, E. & Førsvund, F. (1996). *Metoder og data for måling og forbedring av effektivitet og kvalitet i kommunal virksomhet*. SNF rapport 83/96.
- Farrell, M. J. (1957). *The measurement of Productive Efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 120, s. 253-281.
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K. & Schmidt, S. S. (2008). *The measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. University Press, Oxford.

Førsund, F. & Kittelsen, S. (2008). *Analyseopplegg for å kunne måle om reorganisering av skatteetaten fører til en mer effektiv ressursbruk*. SNF-notat 3/2008, s. 5-7.

Hornæs, H. P. (2003). *Hypotesetesting for mastergradsstudium i informasjonssikkerhet*. Upublisert. Høgskolen i Gjøvik, Gjøvik.

Langset, T. (Ed.). (2006). *Modell for fastsettelse av kostnadsnorm – økonomisk regulering av nettselskapene fra 2007*. Utkast per 06.06.2006. Oslo

Løvlund, J. & Iversen, A. (2001). *Benchmarking som metode i bedriftsutviklingen*. Økonomisk fiskeriforskning, årgang 11, 2001, s.55-66.

Martinssen, G., Bibow, J. F., Støle, F. (2004). *Energiloven med kommentarer*. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.

NVEs økonomiske og tekniske data (u.å.). Hentet fra:

<http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Regulering-av-nettselskapene/Okonomisk-og-teknisk-data/>

Pettersen, B. I. (2007). *Effektivitetsmåling over tid – en analyse av Troms Kraft Nett AS og norske kraftnettselskaper ved bruk av Malmquist*. Masteroppgave i økonomi og administrasjon. Institutt for Økonomi. Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Tromsø.

Podinovski, V. V. & Thanassoulis, E. (2007). *Improving discrimination in data envelopment analysis: some practical suggestions*. Journal of Productivity Analysis, 28(1-2), s. 117-126.

Ray, S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis – Theory and Techniques for Economics and Operating Research*. USA: Cambridge

Røvik, K. A. (2007). *Trender og translasjoner, ideer som former det 21. århundrets organisasjon*. Universitetsforlaget, Oslo.

Vassdal, T. (2009). *En oversikt over en del DEA-modeller – et forelesningsnotat*. Upublisert. Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Tromsø.

Wong, Y. H. B. & Beasley, J. E. (1990). *Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis*. The Journal of the Operational Research Society, Vol. 41, no.9, s 829-835

Internettreferanser:

www.nve.no

Vedlegg

Vedlegg 1: Innholdet i kundefunksjonen

Kundefunksjonen som inkluderer kundeservice, abonnement, avregning og måling med tilhørende støtteprosesser utgjør en betydelig andel av kostnadene i et nettselskap. I min beskrivelse av innholdet i kundefunksjonen benyttes følgende korte definisjoner på uttrykk i de tabellariske aktivitetsbeskrivelsene:

- **Prosess;** en samling av aktiviteter/arbeidsoppgaver som fører til et produkt.
- **Produkt;** et fysisk gjenstand eller tilstand (inklusive skrevne ord) som noen kan overta.
- **Hovedprosess;** i dette tilfelle kundefunksjoner
- **Underprosess;** en avgrenset ”selvstendig” del av en hovedprosess
- **Delprosess;** deler av en underprosess
- **Aktivitet;** aktivitet/arbeidsoppgave som inngår i en delprosess
- **Delprodukt;** et produkt som genereres av en aktivitet

I det etterfølgende detaljeres innholdet i denne viktige funksjonen.

Kundeservice, abonnement og avregning

Alle aktiviteter som innebærer kontakt og interaksjon med kunden kan karakteriseres som kundeaktiviteter, og inngår i det som betegnes for kundefunksjonen.

I underprosessen kundeservice inngår beregning av forbrukt energimengde, generering av faktura, kontroll av innbetaling og skritt ved manglende betaling. Tabellen under viser en detaljert oversikt over delprosesser, aktiviteter og produkter innholdet i underprosessen kundeservice:

Delprosesser	Aktiviteter	Produkter
Kundemottak	Holde telefonkapasitet	Tilgjengelighet via telefon (åpningstid, ventetid)
	Holde Internettkapasitet	Tilgjengelighet via internett (funksjoner)
	Holde fysisk mottak	Tilgjengelighet fysisk (åpningstid, ventetid)
	Motta henvendelser	Svar (evt. foreløpig) til kunde
Opprette og avslutte anlegg	Registrere anlegget	Registrert i KIS, beskjed til teknisk avd.
	Planlegge iverksettelse	Tidspunkt for tilknytting og for tilbakemelding til kunde
	Gi tilbakemelding	Beskjed til kunden
Leverandørbytte	Motta melding fra kunde/selger	Melding registrert
	Gi bekreftelse til selger	Melding til ny kraftselger
	Sende opphørsmelding	Melding til gml. kraftselger
	Registrere oppstart	Oppdatering av KIS med ny leverandør
Behandle klager/ feilmeldinger	Motta melding	Melding registrert og evt. oversendt til rette vedk.
	Gjør analyse og beslutte tiltak	Tiltaksbeskrivelse
	Gi tilbakemelding	Melding til kunde

Gi veiledning	Veiledning vedr. måling, avregning etc.	Svar på nettavregningsspørsmål
	Veiledning andre områder	Svar på andre spørsmål elverket dekker
Rapportering	Registrering av alle henvendelser	Henvendelse registrert i kundesystem
	Generering av rapporter	Rapporter for resultatvurdering
Annet		

Tabell v1.1: Spesifikasjon over innholdet i underprosessen avregning og abonnement (Kilde Energidata)

I underprosessen abonnement og avregning inngår beregning av forbrukt energimengde, generering av faktura, kontroll av innbetaling og skritt ved manglende betaling. Tabellen under viser en detaljert oversikt over delprosesser, aktiviteter og produkter i underprosessen abonnement og avregning:

Delprosesser	Aktiviteter	Produkter
Tariffing	Bestemme tariffer	Tariffer på alle nettnivå
	Bestemme forbruksprofil	Forbruksprofil for distribusjonsnettet
	Registrere tariffer i KIS	KIS oppdatert
Nabonettsavregning	Motta timesverdier fra måler	Utvekslet energi på elektronisk form
	Energiregnskap for utvekslingspunkter	Filer med timeverdier
	Sende til nabonett for oppgjør	Faktura
Avregne slutt kunder	Ajourføre KIS	Målerstander i KIS-database
	Stipulere målerverdier	Korrigerte/stipulerte målerstander
	Avregningskjøring	Printfil klar for fakturaproduksjon
	Kontroll	Kontrollert forbruk pr. kunde
	Avregning fremmedleverandører	Datautveksling pr. fremmedleverandør
Avregne ved leverandørskifte	Motta sluttavlesning	Tellerstand
	Vedlikeholde kraftleverandørdata i KIS	KIS ajour
	Bestemme ubalanse og adressat	File oversendt
	Saldooppgjør	Faktura/kreditnota til kraftleverandør
Generere faktura	Produksjon av faktura	Faktura
	Pakking og utsendelse pr post	Brev
	Elektroniske utsendelse	Email
	Kontering	Krav kontert i økonomisystem
Betaling	Kontroll av betaling	Betaling kontrollert
	Grunnlag for registrering i økonomisystem	Betaling kontert
Inndriving	Registrere restanser	Registrering i KIS
	Purre	Brev/telefon
	Inkasso	Brev, registrering i KIS
	Møte i forliksrådet	Gjennomført møte
	Sende til frakopling	Melding til nett
Kontroll og rapportering av kundedata og fakturadata	Kontroller	Data kontrollert
	Generering av rapporter	Rapporter

Tabell v1.2: Spesifikasjon over innholdet i underprosessen avregning og abonnement (Kilde Energidata).

Måling

Underprosessen måling består av målerforvaltning, samt innsamling av måleverdier.

Målerforvaltning kan inndeles i følgende delprosesser, aktiviteter og produkter:

Delprosesser	Aktiviteter	Produkter
Innkjøp og lager	Bestemme behov	Innkjøps- og lagerbehov pr. målerstype
	Innhente og vurdere tilbud	Innkjøpsplan
	Plassere bestilling	Bestillingsbrev
	Administrere lokalt lager	Optimal tilgang på aktuelle målere (respons/kostnad)
Målermontering	Motta henvendelse	Henvendelse fra kundeservice, målerkontroll, nett
	Vurdere løsning	Målerløsning
	Foreta montasje	Måler montert
	Foreta demontering/stengning	Måler fjernet eller plombert
Målerkontroll og rep.	Motta henvendelse	Oppdrag mottatt (fra kundeservice)
	Kontroll av nyinnkjøpt måler	Målerstand kjent
	Feilsøking på sambandsutstyr	Feil lokalisert
	Feilsøking på måler og utstyr	Feil lokalisert
	Reparasjon	Måleutrustning OK
Annet		

Tabell v1.3: Spesifikasjon over innholdet i underprosessen målerforvaltning (kilde Energidata).

Innsamling av måleverdier kan inndeles i følgende delprosesser, aktiviteter og produkter:

Delprosesser	Aktiviteter	Produkter
Få måleverdier fra slutt kunder	Fysisk avlesning av personell	Målerstand
	Avlesningskort	Målerstand
	Målertelefon	Målerstand
	Internett	Målerstand
	Fjernavlesning	Målerstand
Oversendelse av målerstander	Sentralnettsmåling	Energiutveksling med sentralnettet sendt Statnett
	Regionalnettsmåling	Energiutveksling med reg.nett sendt aktuelle reg.nett
	Produksjonsmåling	Energiinnmating fra lokale kraftverk sendt
	Distribusjonsmåling	Registrert energilevering sendt engros.
	Sluttbrukere	Timeverdier på elektronisk form sendt kundebeh.
Kvalitetssikring av måleverdier	Kvalitetssikring	Måleverdier kvalitetssikret
Annet		

Tabell v1.4: Spesifikasjon over innholdet i underprosessen innsamling av måleverdier (kilde Energidata).

Vedlegg 2: Fullstendig korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2008.

	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9	o10	o11	o12-Lev	o13-level
i1	1,000	0,627	-0,012	0,231	0,644	0,246	0,231	0,229	0,223	0,235	0,229	0,153	-0,041	0,887	-0,050	0,364	-0,025	0,416	0,231	0,230
i2	0,627	1,000	0,069	0,235	0,432	0,368	0,329	0,379	0,354	0,615	0,352	0,369	0,146	0,604	0,071	0,596	0,022	0,475	0,351	0,347
i3	-0,012	0,069	1,000	0,895	-0,076	0,940	0,958	0,937	0,945	0,413	0,944	0,898	0,967	0,403	0,894	0,207	0,921	0,074	0,946	0,947
i4	0,231	0,235	0,895	1,000	0,121	0,892	0,939	0,881	0,885	0,445	0,885	0,823	0,850	0,571	0,735	0,325	0,826	0,185	0,892	0,891
i5	0,644	0,432	-0,076	0,121	1,000	0,111	0,119	0,093	0,084	0,203	0,085	0,063	-0,071	0,521	-0,090	0,074	-0,032	0,465	0,088	0,086
i6	0,246	0,368	0,940	0,892	0,111	1,000	0,987	0,997	0,997	0,572	0,997	0,945	0,931	0,621	0,861	0,360	0,853	0,259	0,999	0,998
i7	0,231	0,329	0,958	0,939	0,119	0,987	1,000	0,983	0,985	0,536	0,984	0,934	0,936	0,603	0,845	0,350	0,875	0,220	0,987	0,987
o1	0,229	0,379	0,937	0,881	0,093	0,997	0,983	1,000	0,999	0,595	0,998	0,957	0,935	0,608	0,855	0,351	0,860	0,248	0,997	0,996
o2	0,223	0,354	0,945	0,885	0,084	0,997	0,985	0,999	1,000	0,553	1,000	0,948	0,944	0,605	0,865	0,329	0,872	0,219	0,998	0,998
o3	0,235	0,615	0,413	0,445	0,203	0,572	0,536	0,595	0,553	1,000	0,541	0,684	0,398	0,397	0,331	0,536	0,302	0,595	0,549	0,540
o4	0,229	0,352	0,944	0,885	0,085	0,997	0,984	0,998	1,000	0,541	1,000	0,939	0,944	0,610	0,867	0,324	0,873	0,209	0,999	0,999
o5	0,153	0,369	0,898	0,823	0,063	0,945	0,934	0,957	0,948	0,684	0,939	1,000	0,879	0,512	0,796	0,402	0,790	0,343	0,940	0,939
o6	-0,041	0,146	0,967	0,850	-0,071	0,931	0,936	0,935	0,944	0,398	0,944	0,879	1,000	0,365	0,876	0,139	0,944	0,053	0,940	0,941
o7	0,887	0,604	0,403	0,571	0,521	0,621	0,603	0,608	0,605	0,397	0,610	0,512	0,365	1,000	0,333	0,418	0,358	0,372	0,612	0,611
o8	-0,050	0,071	0,894	0,735	-0,090	0,861	0,845	0,855	0,865	0,331	0,867	0,796	0,876	0,333	1,000	0,122	0,813	-0,006	0,870	0,871
o9	0,364	0,596	0,207	0,325	0,074	0,360	0,350	0,351	0,329	0,536	0,324	0,402	0,139	0,418	0,122	1,000	-0,023	0,374	0,341	0,337
o10	-0,025	0,022	0,921	0,826	-0,032	0,853	0,875	0,860	0,872	0,302	0,873	0,790	0,944	0,358	0,813	-0,023	1,000	0,007	0,864	0,866
o11	0,416	0,475	0,074	0,185	0,465	0,259	0,220	0,248	0,219	0,595	0,209	0,343	0,053	0,372	-0,006	0,374	0,007	1,000	0,216	0,210
o12-Lev	0,231	0,351	0,946	0,892	0,088	0,999	0,987	0,997	0,998	0,549	0,999	0,940	0,940	0,612	0,870	0,341	0,864	0,216	1,000	1,000
o13-level	0,230	0,347	0,947	0,891	0,086	0,998	0,987	0,996	0,998	0,540	0,999	0,939	0,941	0,611	0,871	0,337	0,866	0,210	1,000	1,000
o14-4621	0,159	0,441	0,368	0,421	0,201	0,476	0,459	0,492	0,450	0,938	0,439	0,570	0,326	0,294	0,289	0,433	0,250	0,522	0,453	0,443
o15-4621	0,254	0,383	0,930	0,879	0,104	0,997	0,980	0,996	0,997	0,558	0,998	0,932	0,931	0,630	0,863	0,338	0,855	0,225	0,998	0,998
o16-4621	0,195	0,492	0,762	0,709	0,066	0,864	0,832	0,868	0,850	0,784	0,841	0,925	0,712	0,494	0,714	0,596	0,568	0,421	0,852	0,848
o17-4621	-0,046	0,152	0,973	0,852	-0,069	0,941	0,942	0,944	0,951	0,432	0,951	0,896	0,996	0,361	0,892	0,167	0,928	0,073	0,949	0,950
o18-4621	0,513	0,444	0,830	0,849	0,262	0,942	0,929	0,934	0,938	0,478	0,941	0,842	0,812	0,830	0,752	0,368	0,765	0,251	0,942	0,942
o19-4621	-0,039	0,131	0,880	0,739	-0,105	0,861	0,845	0,854	0,860	0,403	0,858	0,836	0,859	0,313	0,870	0,239	0,744	0,084	0,866	0,866
o20-4621	-0,027	-0,072	-0,065	-0,069	-0,079	-0,082	-0,081	-0,087	-0,082	-0,126	-0,081	-0,093	-0,057	-0,062	-0,074	-0,081	-0,041	0,158	-0,080	-0,079
o21-4623	0,328	0,513	0,208	0,343	0,053	0,334	0,334	0,321	0,301	0,493	0,296	0,374	0,117	0,400	0,102	0,956	-0,041	0,355	0,317	0,313
o22-4623	-0,020	-0,032	0,928	0,847	-0,014	0,849	0,875	0,848	0,863	0,252	0,864	0,773	0,940	0,365	0,815	-0,084	0,977	-0,002	0,860	0,862
o23-4625	0,379	0,474	0,268	0,352	0,446	0,436	0,399	0,413	0,387	0,645	0,379	0,480	0,225	0,420	0,191	0,475	0,154	0,903	0,392	0,387

Tabell v2.1: Korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2008.

Vedlegg 3: Fullstendig korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2007.

	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9	o10	o11	o12-Lev	o13-lev	o14-462
i1	1,000	0,574	-0,002	0,450	0,622	0,133	0,269	0,234	0,228	0,232	0,228	0,205	-0,041	0,889	-0,025	0,415	-0,027	0,531	0,233	0,233	0,160
i2	0,574	1,000	0,116	0,389	0,350	0,192	0,402	0,398	0,373	0,632	0,369	0,413	0,227	0,565	-0,033	0,600	0,056	0,547	0,370	0,367	0,452
i3	-0,002	0,116	1,000	0,772	0,772	-0,091	0,990	0,946	0,941	0,949	0,424	0,949	0,926	0,949	0,392	0,219	0,197	0,893	0,086	0,950	0,951
i4	0,450	0,389	0,772	1,000	0,990	0,946	0,941	0,949	0,424	0,949	0,926	0,949	0,392	0,219	0,197	0,893	0,086	0,950	0,951	0,370	0,939
i5	0,622	0,350	-0,091	0,990	1,000	0,027	0,113	0,073	0,067	0,136	0,067	0,067	-0,098	0,519	-0,069	0,147	-0,061	0,514	0,068	0,067	0,094
i6	0,133	0,192	0,990	0,946	0,027	1,000	0,975	0,964	0,971	0,452	0,971	0,945	0,935	0,508	0,212	0,246	0,883	0,167	0,973	0,974	0,390
i7	0,269	0,402	0,946	0,941	0,113	0,975	1,000	0,987	0,988	0,564	0,987	0,973	0,917	0,614	0,179	0,372	0,832	0,286	0,989	0,989	0,468
o1	0,234	0,398	0,941	0,949	0,073	0,964	0,987	1,000	0,999	0,599	0,998	0,990	0,923	0,600	0,230	0,350	0,841	0,290	0,997	0,997	0,490
o2	0,228	0,373	0,949	0,424	0,067	0,971	0,988	0,999	1,000	0,559	1,000	0,985	0,930	0,597	0,234	0,329	0,851	0,262	0,998	0,998	0,449
o3	0,232	0,632	0,424	0,949	0,136	0,452	0,564	0,599	0,559	1,000	0,549	0,665	0,429	0,394	0,077	0,541	0,321	0,609	0,556	0,548	0,937
o4	0,228	0,369	0,949	0,926	0,067	0,971	0,987	0,998	1,000	0,549	1,000	0,982	0,930	0,598	0,237	0,325	0,852	0,255	0,998	0,999	0,441
o5	0,205	0,413	0,926	0,949	0,067	0,945	0,973	0,990	0,985	0,665	0,982	1,000	0,905	0,567	0,227	0,376	0,817	0,348	0,983	0,981	0,551
o6	-0,041	0,227	0,949	0,392	-0,098	0,935	0,917	0,923	0,930	0,429	0,930	0,905	1,000	0,324	0,051	0,159	0,894	0,075	0,923	0,924	0,338
o7	0,889	0,565	0,392	0,219	0,519	0,508	0,614	0,600	0,597	0,394	0,598	0,567	0,324	1,000	0,159	0,456	0,317	0,504	0,603	0,602	0,292
o8	-0,025	-0,033	0,219	0,197	-0,069	0,212	0,179	0,230	0,234	0,077	0,237	0,227	0,051	0,159	1,000	0,051	0,050	-0,047	0,249	0,250	0,071
o9	0,415	0,600	0,197	0,893	0,147	0,246	0,372	0,350	0,329	0,541	0,325	0,376	0,159	0,456	0,051	1,000	0,005	0,559	0,342	0,339	0,433
o10	-0,027	0,056	0,893	0,086	-0,061	0,883	0,832	0,841	0,851	0,321	0,852	0,817	0,894	0,317	0,050	0,005	1,000	-0,021	0,842	0,843	0,260
o11	0,531	0,547	0,086	0,950	0,514	0,167	0,286	0,290	0,262	0,609	0,255	0,348	0,075	0,504	-0,047	0,559	-0,021	1,000	0,263	0,259	0,536
o12-Lev	0,233	0,370	0,950	0,951	0,068	0,973	0,989	0,987	0,998	0,556	0,998	0,983	0,923	0,603	0,249	0,342	0,842	0,263	1,000	1,000	0,453
o13-lev	0,233	0,367	0,951	0,370	0,067	0,974	0,989	0,987	0,998	0,548	0,999	0,981	0,924	0,602	0,250	0,339	0,843	0,259	1,000	1,000	0,444
o14-462	0,160	0,452	0,370	0,939	0,094	0,390	0,468	0,490	0,449	0,937	0,441	0,551	0,338	0,292	0,071	0,433	0,260	0,536	0,453	0,444	1,000
o15-462	0,249	0,396	0,939	0,958	0,081	0,964	0,987	0,997	0,998	0,559	0,999	0,982	0,917	0,616	0,260	0,339	0,834	0,268	0,998	0,998	0,446
o16-462	0,130	0,303	0,958	0,957	0,016	0,967	0,969	0,983	0,982	0,589	0,981	0,984	0,915	0,511	0,264	0,301	0,847	0,257	0,983	0,983	0,504
o17-462	-0,044	0,232	0,957	0,825	-0,097	0,943	0,927	0,930	0,934	0,470	0,933	0,919	0,995	0,321	0,052	0,194	0,895	0,109	0,929	0,930	0,367
o18-462	0,531	0,447	0,825	0,554	0,276	0,890	0,936	0,923	0,926	0,486	0,927	0,892	0,796	0,820	0,092	0,376	0,745	0,360	0,928	0,929	0,378
o19-462	-0,043	0,136	0,554	-0,029	-0,140	0,539	0,520	0,569	0,569	0,329	0,571	0,570	0,428	0,247	0,853	0,255	0,363	0,064	0,585	0,585	0,282
o20-462	-0,016	0,029	-0,029	0,209	0,054	-0,028	-0,018	-0,029	-0,040	0,162	-0,041	-0,041	0,001	-0,039	-0,027	-0,072	-0,015	-0,032	-0,031	-0,035	0,341
o21-462	0,368	0,567	0,209	0,930	0,121	0,251	0,373	0,345	0,324	0,534	0,321	0,374	0,158	0,440	0,051	0,963	-0,039	0,541	0,341	0,338	0,440
o22-462	-0,022	-0,009	0,930	0,259	-0,054	0,920	0,856	0,853	0,867	0,272	0,868	0,829	0,913	0,336	0,055	-0,077	0,949	-0,031	0,863	0,865	0,234
o23-462	0,455	0,448	0,259	0,442	0,450	0,329	0,412	0,397	0,379	0,522	0,374	0,433	0,202	0,502	0,081	0,625	0,094	0,861	0,394	0,390	0,481

Tabell v3.1: Korrelasjonsmatrise for datamaterialet i 2007.

Vedlegg 4: Resultater fra outlieranalyse – supereffektivitet

DMU No.	DMU Name	Super Efficiency	Sammd, with Benchmarks						
48	Lofotkraft AS	471,86627	0,804	Finnås Kraftlag	0,253	Helgelandskraft AS			
43	Vest-Telemark Kraftlag AS	1,76703	1,715	Voss Energi AS	0,966	Askøy Energi AS			
26	Nordvest Nett AS	1,72834	0,006	Øvre Eiker Nett AS	0,148	Haugaland Kraft AS			
39	Askøy Energi AS	1,67764	0,478	Energi 1 Follo Røyken AS					
8	Oppdal Everk AS	1,63184	0,218	Finnås Kraftlag	0,215	Vest-Telemark Kraftlag AS	0,687	Lofotkraft AS	
62	Fredrikstad Energi Nett AS	1,23065	1,987	Askøy Energi AS	0,807	BE Nett AS			
28	Øvre Eiker Nett AS	1,19426	1,095	Nordvest Nett AS					
59	BE Nett AS	1,14239	0,830	Askøy Energi AS	0,525	Fredrikstad Energi Nett AS			
18	Finnås Kraftlag	1,12536	0,202	Oppdal Everk AS	0,573	Lofotkraft AS			
41	VOKKS Nett AS	0,93541	0,035	Oppdal Everk AS	0,398	Nordvest Nett AS	0,704	Vest-Telemark Kraftlag AS	
30	Voss Energi AS	0,91478	0,581	Nordvest Nett AS	0,367	Vest-Telemark Kraftlag AS			
56	Nordmøre Energiverk AS	0,88586	0,313	Oppdal Everk AS	2,163	Nordvest Nett AS	0,280	Askøy Energi AS	0,107
61	Energi 1 Follo Røyken AS	0,84650	2,971	Askøy Energi AS					
20	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	0,73017	0,558	Nordvest Nett AS	0,187	Askøy Energi AS	0,029	Lofotkraft AS	
65	Haugaland Kraft AS	0,66986	6,343	Nordvest Nett AS	0,340	Vest-Telemark Kraftlag AS			
5	Holand og Setskog Everk	0,60195	0,497	Nordvest Nett AS	0,039	Askøy Energi AS	0,063	Vest-Telemark Kraftlag AS	
2	Indre Hardanger Kraftlag AS	0,58429	0,317	Oppdal Everk AS	0,018	Nordvest Nett AS	0,201	Lofotkraft AS	
68	Trondheim Energi Nett AS	0,57076	2,290	Nordvest Nett AS	6,353	Askøy Energi AS	0,557	Lofotkraft AS	
55	Istad Nett AS	0,55936	2,133	Askøy Energi AS					
70	Lyse Eivnett AS	0,55418	11,029	Askøy Energi AS					
27	Sunnhordland Kraftlag AS	0,53673	0,856	Nordvest Nett AS	0,185	Øvre Eiker Nett AS			
51	Ringeriks-Kraft Nett AS	0,51047	2,091	Nordvest Nett AS	0,150	Vest-Telemark Kraftlag AS			
15	Kvinherad Energi AS	0,50366	0,286	Oppdal Everk AS	0,310	Nordvest Nett AS	0,156	Lofotkraft AS	
9	Odda Energi AS	0,48859	0,273	Oppdal Everk AS	0,468	Nordvest Nett AS	0,031	Vest-Telemark Kraftlag AS	
11	Kvam Kraftverk AS	0,47167	0,384	Oppdal Everk AS	0,080	Nordvest Nett AS	0,262	Vest-Telemark Kraftlag AS	
19	Tinn Energi AS	0,44309	0,858	Oppdal Everk AS	0,227	Nordvest Nett AS	0,003	Vest-Telemark Kraftlag AS	
69	Fortum Distribusjon AS	0,43434	0,777	Oppdal Everk AS	8,991	Nordvest Nett AS	0,771	Askøy Energi AS	0,633
42	Valdres Energiverk AS	0,41194	0,443	Oppdal Everk AS	0,158	Finnås Kraftlag	2,673	Lofotkraft AS	
74	Skagerak Nett AS	0,40758	0,769	Oppdal Everk AS	15,179	Nordvest Nett AS	2,948	Lofotkraft AS	
66	Troms Kraft Nett AS	0,40326	0,102	Oppdal Everk AS	1,166	Nordvest Nett AS	3,122	Askøy Energi AS	1,283
33	ÅVL Nord-Østfold Kraftlag	0,40250	0,906	Oppdal Everk AS	0,195	Nordvest Nett AS	0,206	Lofotkraft AS	
29	Kragere Energi AS	0,39733	0,631	Oppdal Everk AS	0,245	Nordvest Nett AS	0,252	Vest-Telemark Kraftlag AS	
52	Hallingdal Kraftnett AS	0,39711	2,891	Oppdal Everk AS	0,593	Vest-Telemark Kraftlag AS			
16	Hurum Energiverk AS	0,38792	0,727	Oppdal Everk AS	0,257	Askøy Energi AS	0,039	Vest-Telemark Kraftlag AS	
58	Tussa Nett AS	0,38719	1,783	Nordvest Nett AS	1,050	Askøy Energi AS			
54	Halogaland Kraft AS	0,38419	0,289	Oppdal Everk AS	1,808	Nordvest Nett AS	0,418	Lofotkraft AS	
10	Fauske Lysverk AS	0,38383	0,103	Oppdal Everk AS	0,446	Nordvest Nett AS	0,077	Askøy Energi AS	0,061
72	Agder Energi Nett AS	0,37231	5,359	Oppdal Everk AS	4,171	Nordvest Nett AS	4,928	Askøy Energi AS	2,767
46	Sunnfjord Energi AS	0,34407	0,238	Oppdal Everk AS	0,740	Nordvest Nett AS	0,448	Lofotkraft AS	
53	SFE Nett AS	0,33119	0,246	Oppdal Everk AS	0,858	Nordvest Nett AS	0,754	Askøy Energi AS	0,335
21	Fosenkraft AS	0,32549	0,447	Oppdal Everk AS	0,462	Nordvest Nett AS	0,047	Lofotkraft AS	
22	Notodden Energi AS	0,32207	0,431	Nordvest Nett AS	0,141	Øvre Eiker Nett AS	0,171	Lofotkraft AS	
45	AS Eidefoss	0,30699	0,825	Oppdal Everk AS	0,227	Finnås Kraftlag	0,673	Lofotkraft AS	
31	Midt-Telemark Energi AS	0,30444	0,047	Oppdal Everk AS	0,454	Nordvest Nett AS	0,390	Lofotkraft AS	
63	Helgelandskraft AS	0,30305	0,412	Oppdal Everk AS	0,546	Nordvest Nett AS	2,265	Lofotkraft AS	
7	Roros E-verk	0,29756	0,812	Oppdal Everk AS	0,090	Nordvest Nett AS	0,008	Vest-Telemark Kraftlag AS	
1	Rauma Energi AS	0,28089	0,248	Nordvest Nett AS	0,032	Øvre Eiker Nett AS	0,172	Lofotkraft AS	
44	Dalane energi IKS	0,27730	0,525	Oppdal Everk AS	0,976	Nordvest Nett AS	0,070	Askøy Energi AS	0,044
34	Eivernum Nett AS	0,26754	0,496	Nordvest Nett AS	0,245	Askøy Energi AS	0,267	Lofotkraft AS	
4	Gauldal Energi AS	0,24823	0,389	Oppdal Everk AS	0,160	Nordvest Nett AS	0,018	Askøy Energi AS	0,088
13	Sworka Energi AS	0,23868	0,326	Oppdal Everk AS	0,398	Nordvest Nett AS	0,050	Askøy Energi AS	0,039
47	Hadeland Energnett AS	0,22567	0,153	Oppdal Everk AS	0,086	Nordvest Nett AS	0,768	Askøy Energi AS	0,302
75	Hafsund Nett AS	0,22117	0,069	Nordvest Nett AS	23,137	Askøy Energi AS	20,171	Lofotkraft AS	
50	Gudbrandsdal Energi AS	0,21987	1,723	Oppdal Everk AS	0,288	Finnås Kraftlag	0,739	Lofotkraft AS	
23	Hammerfest Energi Nett AS	0,21504	0,247	Oppdal Everk AS	0,513	Nordvest Nett AS	0,044	Askøy Energi AS	0,072
14	Ørkdal Energi AS	0,20973	0,103	Oppdal Everk AS	0,197	Nordvest Nett AS	0,015	Askøy Energi AS	0,264
57	TrønderEnergi Nett AS	0,20367	1,717	Oppdal Everk AS	0,862	Nordvest Nett AS	0,595	Lofotkraft AS	
35	Lier Everk AS	0,20317	0,009	Øvre Eiker Nett AS	0,778	Lofotkraft AS			
67	NTE Nett AS	0,19978	0,485	Oppdal Everk AS	2,084	Nordvest Nett AS	2,553	Askøy Energi AS	1,908
73	BKK Nett AS	0,19789	10,543	Nordvest Nett AS	0,327	Askøy Energi AS	5,731	Lofotkraft AS	
36	Alta Kraftlag AL	0,19512	0,443	Nordvest Nett AS	0,306	Askøy Energi AS	0,248	Lofotkraft AS	
25	Nord Troms Kraftlag AS	0,19508	0,175	Oppdal Everk AS	0,203	Nordvest Nett AS	0,364	Lofotkraft AS	
60	Tafjord Kraftnett AS	0,18946	1,059	Nordvest Nett AS	0,333	Askøy Energi AS	1,351	Lofotkraft AS	
40	Midt Nett Buskerud AS	0,17086	1,074	Oppdal Everk AS	0,050	Finnås Kraftlag	0,363	Lofotkraft AS	
38	Nanik Energnett AS	0,16893	0,391	Nordvest Nett AS	0,085	Øvre Eiker Nett AS	0,465	Lofotkraft AS	
3	Trollfjord Kraft AS	0,16153	0,176	Nordvest Nett AS	0,021	Øvre Eiker Nett AS	0,232	Lofotkraft AS	
71	Eidsiva Nett AS	0,15621	1,560	Oppdal Everk AS	0,560	Nordvest Nett AS	3,796	Askøy Energi AS	5,103
24	Sognekraft AS	0,14421	0,257	Nordvest Nett AS	0,018	Øvre Eiker Nett AS	0,367	Lofotkraft AS	
49	Varanger Kraftnett AS	0,13303	0,583	Nordvest Nett AS	0,149	Askøy Energi AS	0,590	Lofotkraft AS	
64	EB Nett AS	0,12606	0,973	Nordvest Nett AS	0,885	Askøy Energi AS	2,674	Lofotkraft AS	
12	Nord-Salten Kraftlag AL	0,10436	0,573	Oppdal Everk AS	0,231	Nordvest Nett AS	0,032	Askøy Energi AS	0,038
32	Stange Energi Nett AS	0,09776	0,109	Nordvest Nett AS	0,174	Askøy Energi AS	0,489	Lofotkraft AS	
37	Vesterålskraft Nett AS	0,09562	0,050	Oppdal Everk AS	0,160	Nordvest Nett AS	0,613	Lofotkraft AS	
6	Malvik Everk AS	0,08195	0,253	Nordvest Nett AS	0,019	Askøy Energi AS	0,228	Lofotkraft AS	
17	Klepp Energi AS	0,02245	0,147	Nordvest Nett AS	0,024	Øvre Eiker Nett AS	0,397	Lofotkraft AS	

Tabell v4.1: Resultater fra outlieranalyse (2008).

Vedlegg 5: Datamateriale etter outlieranalyse

EVERK	EVERKNAVN	(I)6040-Lønne	(I)630+650+680	(I)6060-Avskrivninger	(O)Antall kunder	(O)Antall kunder	Lev energi
7	Alta Kraftlag A	1 589	5 035	479	10 165	941	347 322
32	Fredrikstad E	0	6 837	1 624	31 297	5 505	1 013 568
37	AS Eidefoss	1 768	1 029	1 501	9 822	3 552	308 724
42	Fauske Lysve	912	1 300	110	5 488	737	147 868
43	Finnås Kraftla	991	66	226	5 550	1 479	140 619
53	Fosenkraft AS	2 559	1 408	314	5 779	1 501	184 920
56	Sunnfjord Ene	3 645	1 629	622	12 811	1 829	378 110
62	Hadeland Ene	531	8 266	633	13 631	1 868	364 632
63	Trollfjord Kraf	1 191	772	541	4 746	474	153 527
65	Hammerfest E	2 104	2 410	343	6 311	1 123	248 165
71	HelgelandsKr	4 311	1 655	3 075	36 984	5 214	1 065 200
82	Hurum Energi	903	2 464	354	4 618	2 325	154 448
84	Høland og Se	773	958	0	4 782	668	123 711
86	Istad Nett AS	0	8 712	0	22 941	1 824	647 568
88	Jæren Everk	533	1 076	15	6 761	405	262 549
91	Klepp Energi	8 281	4 845	6 672	6 839	120	269 610
93	Kragerø Ener	2 619	2 680	300	6 082	2 961	155 606
96	Kvam Kraftve	1 786	1 897	154	4 028	2 280	142 548
97	Kvinnherad E	1 320	601	224	5 569	1 182	187 607
102	Lier Everk AS	5 639	30	1 444	10 828	150	447 545
111	Malvik Everk	2 166	2 509	1 048	5 322	239	129 742
119	Gauldal Ener	1 050	1 153	430	4 011	1 253	111 907
132	Nord-Salten K	3 640	4 122	1 174	4 637	1 694	121 612
133	Nord Troms K	1 217	993	873	7 213	1 185	208 015
135	A/L Nord-Øste	3 550	1 130	619	7 494	2 758	259 578
146	Odda Energi	1 164	989	108	4 846	1 149	111 061
153	Orkdal Energi	847	941	567	5 695	848	172 330
162	Rauma Energi	1 434	628	231	4 574	453	154 466
173	Røros E-verk	1 594	1 264	516	3 569	2 146	115 868
197	Sognekraft AS	1 738	1 216	960	7 231	787	241 996
210	Sunnhordland	2 269	1 223	0	8 237	193	213 221
215	TrønderEner	8 067	5 781	2 696	20 859	5 885	516 102
219	Tafjord Kraftn	3 925	7 601	2 688	30 486	415	850 422
223	Tinn Energi A	1 545	1 048	366	4 742	2 320	207 995
227	Troms Kraft N	2 142	19 638	1 247	60 735	6 896	2 002 457
238	Indre Hardang	765	218	232	4 018	1 150	105 319
249	Varanger Kraf	3 071	5 370	1 673	14 294	1 297	525 982
257	Dalane energi	3 176	3 514	417	10 771	2 101	362 808
264	Øvre Eiker Ne	3 360	587	0	8 523	164	294 650
269	SFE Nett AS	2 096	7 135	522	20 316	2 634	614 031
274	Svorka Energi	1 994	2 491	258	5 081	1 325	147 438
275	Hallingdal Kra	5 660	6 669	1 376	10 504	10 147	492 590
295	Gudbrandsda	4 305	2 943	3 044	10 441	6 019	398 269
306	Valdres Ener	817	423	2 736	6 745	5 867	256 605
311	Nordmøre En	2 041	2 709	66	21 774	3 017	542 658
349	Notodden Ene	2 408	1 115	200	6 920	510	549 668
433	Hålogaland K	3 951	3 287	552	20 842	2 586	616 041
460	Tussa Nett AS	3 210	9 142	0	25 188	1 834	718 100
464	Vesterålskraft	2 235	1 269	2 517	9 891	1 265	276 876
495	Elverum Nett	1 296	3 279	376	10 180	186	289 847
503	Haugaland Kr	7 974	7 425	0	52 065	5 678	1 307 931
511	Lyse Elnett AS	0	45 474	0	118 614	5 282	3 735 746
536	Trondheim Er	2 800	28 003	368	93 841	761	2 320 693
542	VOKKS Nett A	2 064	2 310	7	8 808	3 732	238 163
549	Fortum Distri	15 118	17 958	888	89 689	9 678	2 294 509
566	BKK Nett AS	37 251	37 898	10 919	164 775	12 465	4 899 778
574	Eidsiva Nett A	6 443	61 492	14 204	121 093	17 447	3 799 045
591	Midt Nett Bus	3 574	2 310	2 056	8 997	3 396	236 527
611	Skagerak Net	36 975	24 528	3 083	161 489	16 589	4 723 298
614	Energi 1 Follo	0	8 020	0	31 954	2 498	857 154
615	EB Nett AS	5 467	20 999	7 998	54 039	982	1 537 830
624	Agder Energi	13 337	42 664	5 522	142 188	26 727	3 749 366
625	Voss Energi A	1 937	1 485	0	7 439	2 137	208 057
637	Narvik Energi	3 522	1 816	1 037	10 280	1 049	346 784
659	Midt-Telemar	2 338	1 012	512	9 081	1 067	225 385
669	Stange Ener	795	4 781	1 887	9 476	711	258 908
675	Hafslund Nett	583	239 323	34 383	528 037	9 497	15 287 137
693	Ringeriks-Kra	4 790	3 410	0	17 459	2 053	562 803
699	NTE Nett AS	8 237	36 765	4 060	71 724	8 823	1 982 096
726	BE Nett AS	0	4 803	2 478	25 384	3 884	841 421

Tabell v5.1: Datamateriale etter outlayeranalyse (2008).

Vedlegg 6: Resultater 2008.

DMU	Selskap	Rangering	Totaleff.	Teknisk effekt	Skalaeffektivit
7	Alta Kraftlag AL	64	34,24 %	35,33 %	96,92 %
32	Fredrikstad Energi Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
37	AS Eidefoss	23	71,66 %	78,15 %	91,69 %
42	Fauske Lysverk AS	39	53,35 %	70,44 %	75,74 %
43	Finnås Kraftlag	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
53	Fosenkraft AS	56	39,29 %	42,22 %	93,04 %
56	Sunnfjord Energi AS	47	49,26 %	59,19 %	83,23 %
62	Hadeland Energinett AS	55	40,10 %	50,91 %	78,76 %
63	Trollfjord Kraft AS	51	44,54 %	58,86 %	75,67 %
65	Hammerfest Energi Nett AS	67	30,94 %	36,77 %	84,13 %
71	HelgelandsKraft AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
82	Hurum Energiverk AS	17	82,67 %	92,71 %	89,17 %
84	Høland og Setskog Elverk	16	85,45 %	100,00 %	85,45 %
86	Istad Nett AS	24	71,55 %	100,00 %	71,55 %
88	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	14	96,96 %	100,00 %	96,96 %
91	Klepp Energi AS	70	8,59 %	10,23 %	83,97 %
93	Kragerø Energi AS	35	58,40 %	59,76 %	97,72 %
96	Kvam Kraftverk AS	25	66,73 %	73,19 %	91,18 %
97	Kvinnherad Energi AS	32	59,69 %	67,25 %	88,75 %
102	Lier Everk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
111	Malvik Everk AS	68	22,11 %	28,97 %	76,34 %
119	Gauldal Energi AS	42	50,75 %	64,45 %	78,74 %
132	Nord-Salten Kraftlag AL	69	20,39 %	23,30 %	87,49 %
133	Nord Troms Kraftlag AS	37	58,12 %	65,43 %	88,84 %
135	A/L Nord-Østerdal Kraftlag	45	49,55 %	77,58 %	63,87 %
146	Odda Energi AS	30	61,14 %	77,92 %	78,47 %
153	Orkdal Energi AS	33	59,17 %	75,31 %	78,56 %
162	Rauma Energi AS	50	45,97 %	62,83 %	73,17 %
173	Rørøros E-verk	28	62,82 %	66,62 %	94,30 %
197	Sognekraft AS	52	44,05 %	48,20 %	91,40 %
210	Sunnhordland Kraftlag AS	18	81,14 %	100,00 %	81,14 %
215	TrønderEnergi Nett AS	61	36,39 %	55,55 %	65,52 %
219	Tafjord Kraftnett AS	40	52,74 %	52,82 %	99,85 %
223	Tinn Energi AS	20	78,35 %	80,03 %	97,91 %
227	Troms Kraft Nett AS	26	65,52 %	92,42 %	70,89 %
238	Indre Hardanger Kraftlag AS	15	86,56 %	100,00 %	86,56 %
249	Varanger Kraftnett AS	65	34,16 %	34,74 %	98,33 %
257	Dalane energi IKS	58	38,73 %	38,88 %	99,61 %
264	Øvre Eiker Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
269	SFE Nett AS	44	49,75 %	50,08 %	99,35 %
274	Svorka Energi AS	63	34,69 %	43,28 %	80,16 %
275	Hallingdal Kraftnett AS	19	80,23 %	100,00 %	80,23 %
295	Gudbrandsdal Energi AS	41	51,18 %	64,71 %	79,10 %
306	Valdres Energiverk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
311	Nordmøre Energiverk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
349	Notodden Energi AS	46	49,46 %	52,87 %	93,56 %
433	Hålogaland Kraft AS	31	60,12 %	66,65 %	90,20 %
460	Tussa Nett AS	36	58,31 %	100,00 %	58,31 %
464	Vesterålskraft Nett AS	49	46,34 %	50,89 %	91,05 %
495	Elverum Nett AS	48	48,76 %	50,25 %	97,04 %
503	Haugaland Kraft AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
511	Lyse Einett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
536	Trondheim Energi Nett AS	21	73,71 %	100,00 %	73,71 %
542	VOKKS Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
549	Fortum Distribusjon AS	34	58,61 %	100,00 %	58,61 %
566	BKK Nett AS	53	43,91 %	84,35 %	52,06 %
574	Eidsiva Nett AS	59	38,47 %	100,00 %	38,47 %
591	Midt Nett Buskerud AS	57	39,19 %	42,63 %	91,93 %
611	Skagerak Nett AS	29	61,20 %	100,00 %	61,20 %
614	Energi 1 Follo Røyken AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
615	EB Nett AS	54	40,71 %	53,37 %	76,28 %
624	Agder Energi Nett AS	27	65,11 %	100,00 %	65,11 %
625	Voss Energi AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
637	Narvik Energinett AS	60	37,23 %	37,52 %	99,25 %
659	Midt-Telemark Energi AS	38	53,76 %	53,93 %	99,69 %
669	Stange Energi Nett AS	66	33,83 %	46,47 %	72,79 %
675	Hafslund Nett AS	43	50,62 %	100,00 %	50,62 %
693	Ringeriks-Kraft Nett AS	22	71,98 %	100,00 %	71,98 %
699	NTE Nett AS	62	35,80 %	52,39 %	68,34 %
726	BE Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Tabell v6.1: Resultater 2008.

Benchmarking av kundefunksjonen til TKN - kundeservice, abonnement, avregning og måling

DMU	Selskap	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor
7	Alta Kraftlag AL	311	0,26652	614	0,08959	726	0,05906		
32	Fredrikstad Energi Nett AS	32	1,00000						
37	AS Eidefoss	32	0,07122	43	0,99253	306	0,26878	542	0,03083
42	Fauske Lysverk AS	71	0,00364	311	0,23068	726	0,01302		
43	Finnås Kraftlag	43	1,00000						
53	Fosenkraft AS	43	0,52321	311	0,06609	542	0,09588	625	0,07953
56	Sunnfjord Energi AS	43	1,26120	71	0,00127	311	0,26473		
62	Hadeland Energinett AS	32	0,15569	542	0,10296	614	0,25088		
63	Trollfjord Kraft AS	43	0,05117	71	0,07286	311	0,08117		
65	Hammerfest Energi Nett AS	32	0,02588	43	0,22871	311	0,18533	542	0,02227
71	HelgelandsKraft AS	71	1,00000						
82	Hurum Energiverk AS	32	0,17589	306	0,00164	542	0,36096		
84	Høland og Setskog Elverk	311	0,00531	503	0,06608	542	0,05945	614	0,02197
86	Istad Nett AS	511	0,01322	614	0,70223				
88	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	311	0,21951	503	0,00862	614	0,04796		
91	Klepp Energi AS	71	0,16340	311	0,00339	726	0,02844		
93	Kragerø Energi AS	43	0,11575	306	0,05277	542	0,66457		
96	Kvam Kraftverk AS	43	0,05007	306	0,03204	542	0,54072		
97	Kvinnherad Energi AS	32	0,00090	43	0,55250	311	0,11089	542	0,00678
102	Lier Everk AS	102	1,00000						
111	Malvik Everk AS	71	0,05125	311	0,12641	726	0,02656		
119	Gauldal Energi AS	32	0,04092	43	0,26321	306	0,03342	542	0,11853
132	Nord-Salten Kraftlag AL	32	0,03373	43	0,18746	306	0,05133	542	0,24917
133	Nord Troms Kraftlag AS	32	0,05143	43	0,16084	71	0,12598	311	0,00236
135	A/L Nord-Østerdal Kraftlag	43	1,35045	306	0,00003	542	0,20379		
146	Odda Energi AS	32	0,00206	43	0,24179	311	0,10910	542	0,12083
153	Orkdal Energi AS	32	0,03781	43	0,00975	71	0,08721	311	0,05660
162	Rauma Energi AS	43	0,44240	264	0,00866	311	0,09391		
173	Rørøs E-verk	43	0,26817	306	0,09551	542	0,31860		
197	Sognekraft AS	71	0,12835	311	0,10404	726	0,00863		
210	Sunnhordland Kraftlag AS	264	0,28608	311	0,00631	503	0,10874		
215	TrønderEnergi Nett AS	32	0,16585	43	2,18266	306	0,07900	542	0,34308
219	Tafjord Kraftnett AS	71	0,13902	311	0,72047	726	0,38043		
223	Tinn Energi AS	43	0,48137	306	0,06420	542	0,32995		
227	Troms Kraft Nett AS	32	0,36072	311	0,68689	614	1,02008	726	0,07459
238	Indre Hardanger Kraftlag AS	32	0,01117	43	0,59449	306	0,01759	542	0,02842
249	Varanger Kraftnett AS	71	0,06147	311	0,38406	726	0,14411		
257	Dalane energi IKS	32	0,03535	43	0,36912	311	0,30062	542	0,12151
264	Øvre Eiker Nett AS	264	1,00000						
269	SFE Nett AS	32	0,11092	311	0,51075	614	0,16447	726	0,01843
274	Svorka Energi AS	32	0,03090	43	0,14642	311	0,07416	542	0,19148
275	Hallingdal Kraftnett AS	32	0,06509	306	0,35957	542	2,05762		
295	Gudbrandsdal Energi AS	43	0,67886	306	0,51197	542	0,53891		
306	Valdres Energiverk AS	306	1,00000						
311	Nordmøre Energiverk AS	311	1,00000						
349	Notodden Energi AS	43	0,38927	264	0,14021	311	0,16371		
433	Hålogaland Kraft AS	43	0,83955	71	0,03142	311	0,68984		
460	Tussa Nett AS	503	0,23468	511	0,02120	614	0,32720		
464	Vesterålskraft Nett AS	71	0,24022	726	0,03965				
495	Elverum Nett AS	311	0,30956	614	0,05544	726	0,06572		
503	Haugaland Kraft AS	503	1,00000						
511	Lyse Elnett AS	511	1,00000						
536	Trondheim Energi Nett AS	311	1,01009	614	2,18357	726	0,08168		
542	VOKKS Nett AS	542	1,00000						
549	Fortum Distribusjon AS	43	0,92932	71	0,01828	311	3,85116		
566	BKK Nett AS	71	1,36692	311	5,12680	726	0,10203		
574	Eidsiva Nett AS	32	1,24574	311	1,21279	614	0,66579	726	1,35609
591	Midt Nett Buskerud AS	32	0,04120	43	0,80954	306	0,20267	542	0,20976
611	Skagerak Nett AS	43	6,87692	264	1,66078	311	5,01365		
614	Energi 1 Follo Røyken AS	614	1,00000						
615	EB Nett AS	71	0,05895	311	0,96525	726	1,21499		
624	Agder Energi Nett AS	32	2,11695	311	2,16199	542	2,06820	614	0,33304
625	Voss Energi AS	625	1,00000						
637	Narvik Energinett AS	43	0,59985	71	0,07745	311	0,18767		
659	Midt-Telemark Energi AS	43	0,81497	71	0,02607	311	0,16504		
669	Stange Energi Nett AS	311	0,13163	614	0,00502	726	0,25407		
675	Hafslund Nett AS	311	0,13585	614	10,85875	726	7,01617		
693	Ringeriks-Kraft Nett AS	264	0,21644	503	0,26599	625	0,23736		
699	NTE Nett AS	32	0,15233	311	1,44433	614	0,75531	726	0,44802
726	BE Nett AS	726	1,00000						

Tabell v6.2: Læremestre 2008.

Vedlegg 7: Resultater med begrensning på virtuell input.

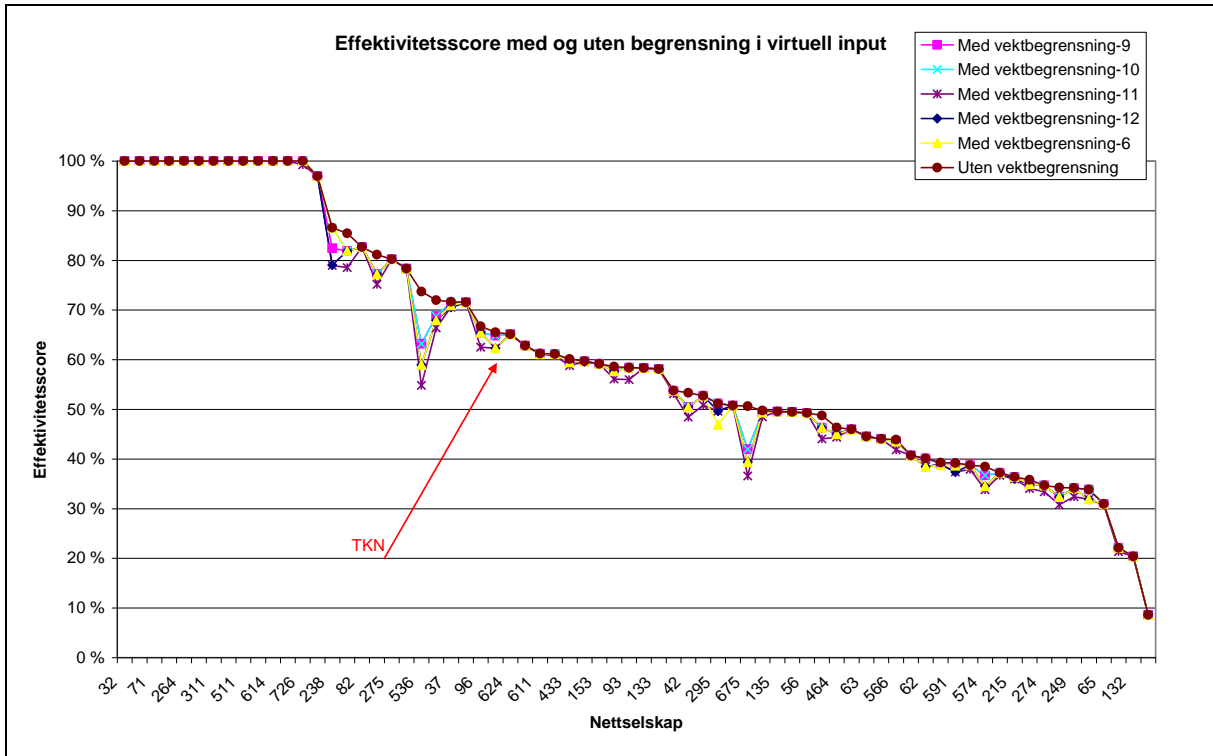
DMU	Selskap	Rangering	Totaleff.	Teknisk effekt	Skalaeffektivitet
32	Fredrikstad Energi Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
43	Finnås Kraftlag	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
71	HelgelandsKraft AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
102	Lier Everk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
264	Øvre Eiker Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
306	Valdres Energiverk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
311	Nordmøre Energiverk AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
503	Haugaland Kraft AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
511	Lyse Elnett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
542	VOKKS Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
614	Energi 1 Follo Røyken AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
625	Voss Energi AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
726	BE Nett AS	1	100,00 %	100,00 %	100,00 %
88	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	14	96,96 %	100,00 %	96,96 %
82	Hurum Energiverk AS	15	82,67 %	92,71 %	89,17 %
84	Høland og Setskog Elverk	16	81,89 %	100,00 %	81,89 %
275	Hallingdal Kraftnett AS	17	80,23 %	100,00 %	80,23 %
238	Indre Hardanger Kraftlag AS	18	79,07 %	100,00 %	79,07 %
223	Tinn Energi AS	19	78,35 %	78,95 %	99,24 %
210	Sunnhordland Kraftlag AS	20	77,23 %	94,81 %	81,45 %
86	Istad Nett AS	21	71,55 %	98,41 %	72,70 %
37	AS Eidefoss	22	70,55 %	75,79 %	93,08 %
693	Ringeriks-Kraft Nett AS	23	67,94 %	84,51 %	80,40 %
96	Kvam Kraftverk AS	24	65,44 %	72,85 %	89,82 %
624	Agder Energi Nett AS	25	65,11 %	100,00 %	65,11 %
173	Røros E-verk	26	62,82 %	64,57 %	97,30 %
227	Troms Kraft Nett AS	27	62,31 %	90,99 %	68,48 %
611	Skagerak Nett AS	28	61,11 %	100,00 %	61,11 %
146	Odda Energi AS	29	61,10 %	77,92 %	78,42 %
97	Kvinnherad Energi AS	30	59,56 %	67,04 %	88,84 %
433	Hålogaland Kraft AS	31	59,47 %	64,76 %	91,83 %
153	Orkdal Energi AS	32	59,17 %	70,92 %	83,44 %
536	Trondheim Energi Nett AS	33	58,98 %	86,94 %	67,83 %
93	Kragerø Energi AS	34	58,40 %	59,59 %	98,00 %
460	Tussa Nett AS	35	58,31 %	70,81 %	82,35 %
133	Nord Troms Kraftlag AS	36	58,12 %	63,03 %	92,22 %
549	Fortum Distribusjon AS	37	57,68 %	100,00 %	57,68 %
659	Midt-Telemark Energi AS	38	53,72 %	53,90 %	99,67 %
219	Tafjord Kraftnett AS	39	52,74 %	52,82 %	99,85 %
119	Gauldal Energi AS	40	50,75 %	61,60 %	82,38 %
42	Fauske Lysverk AS	41	50,43 %	70,44 %	71,60 %
295	Gudbrandsdal Energi AS	42	49,63 %	58,82 %	84,38 %
135	A/L Nord-Østerdal Kraftlag	43	49,55 %	69,75 %	71,03 %
349	Notodden Energi AS	44	49,46 %	52,87 %	93,56 %
269	SFE Nett AS	45	49,37 %	49,60 %	99,54 %
56	Sunnfjord Energi AS	46	49,25 %	57,44 %	85,74 %
495	Elverum Nett AS	47	46,30 %	47,71 %	97,04 %
162	Rauma Energi AS	48	45,97 %	62,83 %	73,16 %
464	Vesterålskraft Nett AS	49	45,03 %	48,83 %	92,21 %
63	Trollfjord Kraft AS	50	44,54 %	56,11 %	79,37 %
197	Sognekraft AS	51	44,05 %	47,26 %	93,21 %
566	BKK Nett AS	52	43,54 %	79,35 %	54,87 %
615	EB Nett AS	53	40,71 %	50,40 %	80,76 %
675	Hafslund Nett AS	54	39,34 %	100,00 %	39,34 %
53	Fosenkraft AS	55	38,93 %	42,22 %	92,19 %
257	Dalane energi IKS	56	38,73 %	38,88 %	99,61 %
62	Hadeland Energinett AS	57	38,45 %	50,47 %	76,18 %
591	Midt Nett Buskerud AS	58	37,38 %	41,64 %	89,78 %
637	Narvik Energinett AS	59	37,23 %	37,41 %	99,54 %
215	TrønderEnergi Nett AS	60	35,95 %	52,98 %	67,87 %
699	NTE Nett AS	61	34,94 %	52,39 %	66,70 %
274	Svorka Energi AS	62	34,69 %	43,26 %	80,19 %
574	Eidsiva Nett AS	63	34,53 %	97,07 %	35,57 %
249	Varanger Kraftnett AS	64	34,14 %	34,62 %	98,62 %
7	Alta Kraftlag AL	65	32,36 %	33,96 %	95,29 %
669	Stange Energi Nett AS	66	31,85 %	45,92 %	69,37 %
65	Hammerfest Energi Nett AS	67	30,94 %	36,44 %	84,89 %
111	Malvik Everk AS	68	22,11 %	27,06 %	81,73 %
132	Nord-Salten Kraftlag AL	69	20,39 %	22,60 %	90,18 %
91	Klepp Energi AS	70	8,59 %	9,77 %	87,89 %

Tabell v7.1: Resultater 2008 under forutsetning av vektbegrensning i virtuell input.

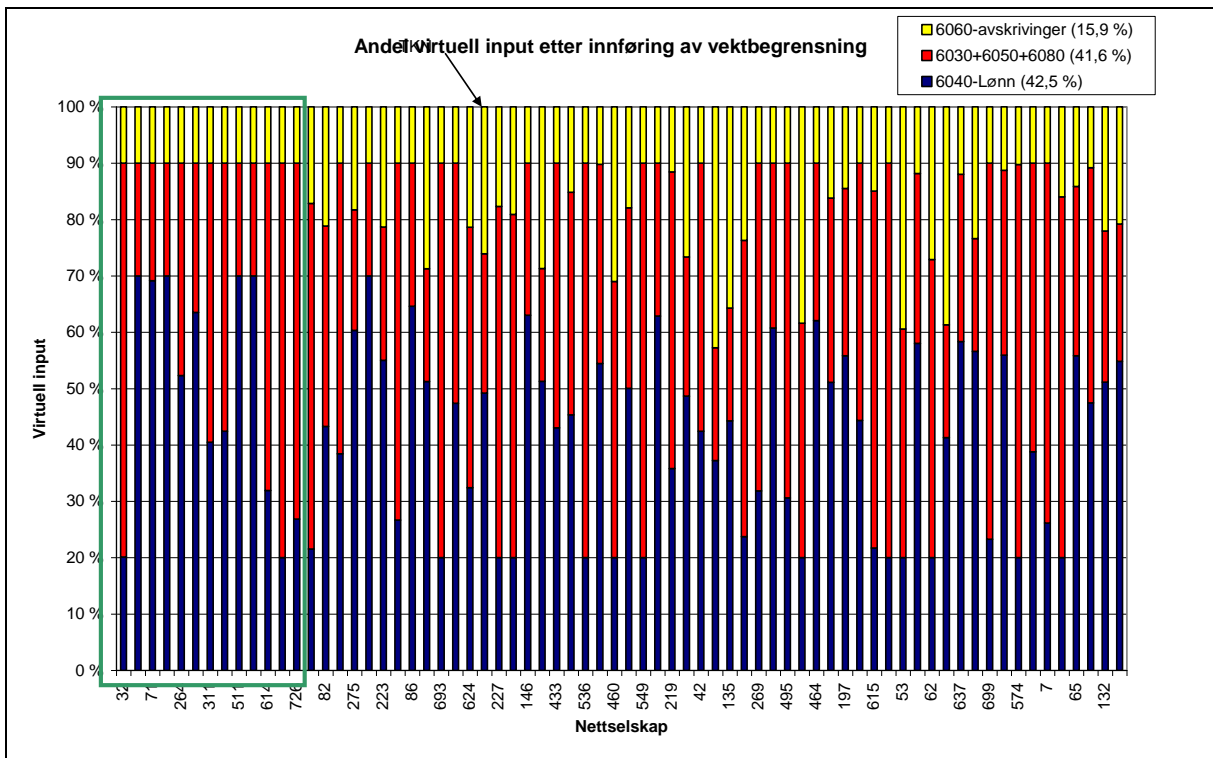
Benchmarking av kundefunksjonen til TKN - kundeservice, abonnement, avregning og måling

DMU	Selskap	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor
7	Alta Kraftlag AL	311	0,27657	614	0,12965				
32	Fredrikstad Energi Nett AS	32	1,00000						
37	AS Eidefoss	32	0,06369	43	1,07753	306	0,27402		
42	Fauske Lysverk AS	311	0,24313	614	0,00607				
43	Finnås Kraftlag	43	1,00000						
53	Fosenkraft AS	43	0,51982	311	0,07957	542	0,13187		
56	Sunnfjord Energi AS	43	1,26627	311	0,26560				
62	Hadeland Energinett AS	32	0,18702	614	0,33565				
63	Trollfjord Kraft AS	43	0,05117	71	0,07286	311	0,08117		
65	Hammerfest Energi Nett AS	32	0,02588	43	0,22871	311	0,18533	542	0,02227
71	HelgelandsKraft AS	71	1,00000						
82	Hurum Energiverk AS	32	0,17589	306	0,00164	542	0,36096		
84	Høland og Setskog Elverk	503	0,05328	614	0,03163	625	0,13405		
86	Istad Nett AS	511	0,01322	614	0,70223				
88	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	311	0,21951	503	0,00862	614	0,04796		
91	Klepp Energi AS	71	0,16340	311	0,00339	726	0,02844		
93	Kragerø Energi AS	43	0,11575	306	0,05277	542	0,66457		
96	Kvam Kraftverk AS	43	0,06961	542	0,58335				
97	Kvinnherad Energi AS	43	0,56242	311	0,11063	542	0,00440		
102	Lier Everk AS	102	1,00000						
111	Malvik Everk AS	71	0,05125	311	0,12641	726	0,02656		
119	Gauldal Energi AS	32	0,04092	43	0,26321	306	0,03342	542	0,11853
132	Nord-Salten Kraftlag AL	32	0,03373	43	0,18746	306	0,05133	542	0,24917
133	Nord Troms Kraftlag AS	32	0,05143	43	0,16084	71	0,12598	311	0,00236
135	A/L Nord-Østerdal Kraftlag	43	1,35087	542	0,20366				
146	Odda Energi AS	43	0,23149	311	0,11311	542	0,12470		
153	Orkdal Energi AS	32	0,03781	43	0,00975	71	0,08721	311	0,05660
162	Rauma Energi AS	43	0,44535	311	0,09655				
173	Rørøs E-verk	43	0,26817	306	0,09551	542	0,31860		
197	Sognekraft AS	71	0,12835	311	0,10404	726	0,00863		
210	Sunnhordland Kraftlag AS	264	0,28498	503	0,11156				
215	TrønderEnergi Nett AS	32	0,04664	43	3,35841	306	0,11269		
219	Tafjord Kraftnett AS	71	0,13902	311	0,72047	726	0,38043		
223	Tinn Energi AS	43	0,48137	306	0,06420	542	0,32995		
227	Troms Kraft Nett AS	32	0,57239	542	0,13060	614	1,30408		
238	Indre Hardanger Kraftlag AS	43	0,70029	306	0,01948				
249	Varanger Kraftnett AS	311	0,54308	726	0,09727				
257	Dalane energi IKS	32	0,03535	43	0,36912	311	0,30062	542	0,12151
264	Øvre Eiker Nett AS	264	1,00000						
269	SFE Nett AS	32	0,12157	311	0,51261	614	0,16741		
274	Svorka Energi AS	32	0,03090	43	0,14642	311	0,07416	542	0,19148
275	Hallingdal Kraftnett AS	32	0,06509	306	0,35957	542	2,05762		
295	Gudbrandsdal Energi AS	43	2,17336	306	0,47803				
306	Valdres Energiverk AS	306	1,00000						
311	Nordmøre Energiverk AS	311	1,00000						
349	Notodden Energi AS	43	0,38927	264	0,14021	311	0,16371		
433	Hålogaland Kraft AS	43	0,95235	311	0,71445				
460	Tussa Nett AS	503	0,23468	511	0,02120	614	0,32720		
464	Vesterålskraft Nett AS	71	0,24022	726	0,03965				
495	Elverum Nett AS	311	0,32258	614	0,09877				
503	Haugaland Kraft AS	503	1,00000						
511	Lyse Elnett AS	511	1,00000						
536	Trondheim Energi Nett AS	614	2,93675						
542	VOKKS Nett AS	542	1,00000						
549	Fortum Distribusjon AS	311	4,11909						
566	BKK Nett AS	43	4,33809	311	6,46177				
574	Eidsiva Nett AS	32	1,81047	614	0,99452	726	1,28632		
591	Midt Nett Buskerud AS	43	1,43298	306	0,21759				
611	Skagerak Nett AS	43	7,07706	311	5,61272				
614	Energi 1 Follo Røyken AS	614	1,00000						
615	EB Nett AS	71	0,05895	311	0,96525	726	1,21499		
624	Aqder Energi Nett AS	32	2,11695	311	2,16199	542	2,06820	614	0,33304
625	Voss Energi AS	625	1,00000						
637	Narvik Energinett AS	43	0,59985	71	0,07745	311	0,18767		
659	Midt-Telemark Energi AS	43	0,91922	311	0,18276				
669	Stange Energi Nett AS	614	0,05578	726	0,30309				
675	Hafslund Nett AS	614	16,52491						
693	Ringeriks-Kraft Nett AS	503	0,31927	625	0,11238				
699	NTE Nett AS	32	0,41482	311	1,48105	614	0,82910		
726	BE Nett AS	726	1,00000						

Tabell v7.2: Læremestre 2008 under forutsetning av vektbegrensning i virtuell input.



Figur v7.1: Effektivitetsscore ved forskjellige vektbegrensninger i virtuell input.



Figur v7.2: Andel virtuell input etter innføring av vektbegrensning.

Vektrestriksjoner, virtuell input	$V_1 X_1 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_2 X_2 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$	$V_3 X_3 / \sum_{i=1}^3 V_i X_i$
Med vektbegrensning-6	[0,2-0,8]	-	[0,1-0,35]
Med vektbegrensning-9	[0,15-0,9]	[0,15-0,9]	[0,1-0,48]
Med vektbegrensning-10	[0,15-0,9]	-	[0,1-0,48]
Med vektbegrensning-11	[0,2-0,9]	[0,2-0,9]	[0,15-0,48]
Med vektbegrensning-12	[0,2-0,9]	[0,2-0,9]	[0,1-0,48]

Tabell v7.3: Ulike vektbegrensning i virtuell input til figuren over.

Vedlegg 8: Læremestre under forutsetning av VRS og begrensning i virtuell input

Produktspekter Kundefunksjon	Troms Kraft Nett AS		Referanseselskap/Læremester				Totalt
			Fredrikstad Energinet AS	Lyse Elnett AS	Agder Energinet AS	Energi 1 Follo Røyken AS	
			Kopifaktor	0,31	0,18	0,12	
(O)Antall kunder ex fritid	60 735		31 297	118 614	142 188	31 954	75 076
(O)Antall kunder fritid	6 896		5 505	5 282	26 727	2 498	7 098

Tabell v8.1: Læremester under forutsetning av VRS og begrensning i virtuell input.

Benchmarking av kundefunksjonen til TKN - kundeservice, abonnement, avregning og måling

DMU	Selskap	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor	Reference	kopifaktor
7	Alta Kraftlag AL	43	0,19354	88	0,65437	311	0,01895	614	0,13313		
32	Fredrikstad Energi Nett AS	32	1,00000								
37	AS Eidfoss	43	0,41197	71	0,03338	306	0,38431	311	0,17034		
42	Fauske Lysverk AS	43	0,22398	88	0,68638	238	0,07132	614	0,01831		
43	Finnås Kraftlag	43	1,00000								
53	Fosenkraft AS	43	0,58157	84	0,27338	311	0,00278	542	0,09144	625	0,05081967
56	Sunnfjord Energi AS	43	0,61952	71	0,07154	311	0,30894				
62	Hadeland Energinett AS	32	0,14839	88	0,51419	614	0,33741				
63	Trollfjord Kraft AS	88	0,26542	238	0,73457						
65	Hammerfest Energi Nett AS	43	0,57274	88	0,39353	542	0,02618	614	0,00754		
71	HelgelandsKraft AS	71	1,00000								
82	Hurum Energiverk AS	32	0,11385	43	0,63029	542	0,10287	614	0,15298		
84	Høland og Setskog Elverk	84	0,99999								
86	Istad Nett AS	614	0,99999								
88	Jæren Everk Kommunalt foretak i Hå	88	0,99999								
91	Klepp Energi AS	43	0,76925	88	0,17652	726	0,05421				
93	Kragerø Energi AS	43	0,34219	542	0,65780						
96	Kvam Kraftverk AS	43	0,50698	88	0,09310	542	0,39991				
97	Kvinherød Energi AS	43	0,65913	84	0,20377	88	0,13243	542	0,00466		
102	Lier Everk AS	102	1,00000								
111	Malvik Everk AS	88	0,59298	238	0,40701						
119	Gauldal Energi AS	238	0,97815	306	0,02184						
132	Nord-Salten Kraftlag AL	43	0,94269	306	0,04024	542	0,01706				
133	Nord Troms Kraftlag AS	43	0,66669	88	0,26567	726	0,06763				
135	Å/L Nord-Østerdal Kraftlag	43	0,53794	306	0,12970	311	0,05446	542	0,27790		
146	Odda Energi AS	43	0,35555	84	0,37390	88	0,19125	542	0,07929		
153	Orkdal Energi AS	43	0,02593	88	0,57246	238	0,37701	306	0,02458		
162	Rauma Energi AS	43	0,63773	84	0,31621	88	0,04605				
173	Røros E-verk	43	0,77172	306	0,07153	542	0,15674				
197	Sognekraft AS	43	0,75812	88	0,16733	726	0,07454				
210	Sunnhordland Kraftlag AS	84	0,58554	264	0,37071	503	0,04374				
215	TrønderEnergi Nett AS	275	0,11106	306	0,49075	311	0,14359	503	0,25460		
219	Tafjord Kraftnett AS	71	0,36303	311	0,24886	614	0,27233	726	0,11578		
223	Tinn Energi AS	43	0,67729	306	0,05338	542	0,26931				
227	Troms Kraft Nett AS	32	0,30965	511	0,17855	614	0,38923	624	0,12257		
238	Indre Hardanger Kraftlag AS	43	0,00003	238	0,99996						
249	Varanger Kraftnett AS	88	0,51288	311	0,42617	726	0,06095				
257	Dalane energi IKS	32	0,00391	43	0,63196	311	0,18347	542	0,11346	614	0,06718697
264	Øvre Eiker Nett AS	264	1,00000								
269	SFE Nett AS	32	0,08042	43	0,29445	311	0,37429	614	0,25084		
274	Svorka Energi AS	43	0,50833	88	0,37923	542	0,11243				
275	Hallingdal Kraftnett AS	275	1,00000								
295	Gudbrandsdal Energi AS	71	0,06474	275	0,04691	306	0,85388	503	0,03447		
306	Valdres Energiverk AS	306	1,00000								
311	Nordmøre Energiverk AS	311	1,00000								
349	Notodden Energi AS	43	0,43580	88	0,36142	264	0,17790	311	0,02487		
433	Hålogaland Kraft AS	43	0,14596	71	0,09441	311	0,75963				
460	Tussa Nett AS	84	0,24899	614	0,75100						
464	Vesterålskraft Nett AS	43	0,82573	71	0,07627	726	0,09799				
495	Elverum Nett AS	88	0,81591	311	0,11970	614	0,06439				
503	Haugaland Kraft AS	503	1,00000								
511	Lyse Elnett AS	511	1,00000								
536	Trondheim Energi Nett AS	511	0,71414	614	0,28586						
542	VOKKS Nett AS	542	1,00000								
549	Fortum Distribusjon AS	549	1,00000								
566	BKK Nett AS	536	0,12786	611	0,83958	675	0,03256				
574	Eidsiva Nett AS	32	0,12441	511	0,30962	624	0,56597				
591	Midt Nett Buskerud AS	43	0,37286	306	0,28768	311	0,15404	542	0,18541		
611	Skagerak Nett AS	611	1,00000								
614	Energi 1 Follo Røyken AS	614	1,00000								
615	EB Nett AS	32	0,21077	71	0,46818	536	0,32105				
624	Agder Energi Nett AS	624	1,00000								
625	Voss Energi AS	625	1,00000								
637	Narvik Energinett AS	43	0,74593	71	0,03999	311	0,21407				
659	Midt-Telemark Energi AS	43	0,80761	71	0,02694	311	0,16545				
669	Stange Energi Nett AS	88	0,69256	726	0,30743						
675	Hafslund Nett AS	675	1,00000								
693	Ringeniks-Kraft Nett AS	84	0,69868	503	0,26613	625	0,03518				
699	NTE Nett AS	32	0,43953	503	0,11301	536	0,23868	624	0,20878		
726	BE Nett AS	726	1,00000								

Tabell v8.2: Læremestre 2008 under forutsetning av vektbegrensning i virtuell input og VRS.