



Bilag 4 – Teori og metoder

ANALYSE

DEN 24. APRIL 2020

FORSYNINGSTILSYNET

Torvegade 10
3300 Frederiksværk

Tlf. 4171 5400
post@forsyningstilsynet.dk
www.forsyningstilsynet.dk

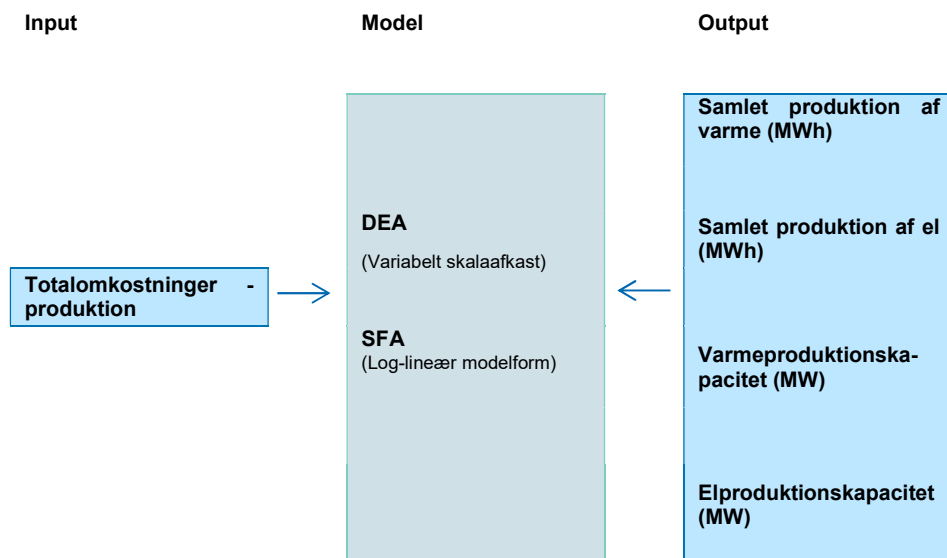
Indhold

1	OVERBLIK OVER BENCHMARKINGMODELLEN	3
2	FORKLARING AF BENCHMARKINGMETODER	4
3	'BEDST AF FLERE' BENCHMARKINGMETODER	4
4	DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)	5
	LINEÆR PROGRAMMERING	6
	SKALAAFKAST	7
5	STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA).....	8
	ANTAGELSE OM FUNKTIONEL FORM	9
	'FRONTEN' I SFA.....	9

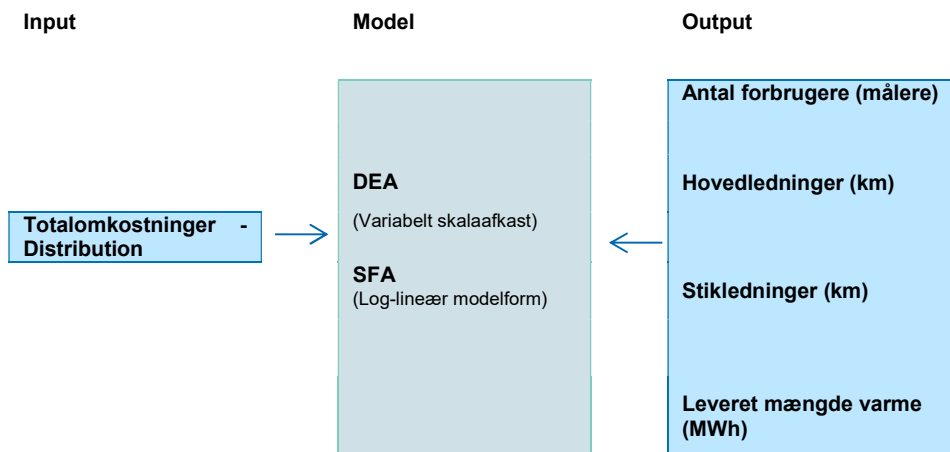
1 OVERBLIK OVER BENCHMARKINGMODELLEN

Figur 1.1 og 1.2 nedenfor illustrerer benchmarkingmodeller for henholdsvis produktion og transport af fjernvarme. Af figuren fremgår det, at der anvendes såkaldte DEA og SFA metoder til at beregne effektiviseringspotentialet. De to metoder er forklaret i de efterfølgende afsnit, mens de konkrete benchmarkingmodeller er beskrevet i bilag 5 om benchmarkingmodeller

FIGUR 1.1 | BENCHMARKINGMODELLEN FOR PRODUKTION AF FJERNVARME



FIGUR 1.2 | BENCHMARKINGMODELLEN FOR TRANSPORT AF FJERNVARME



Det fremgår af Figur 1.1 og 1.2, at fjernvarmevirksomhederne sammenlignes på baggrund af de totale omkostninger, som er modellens input og et antal ydelser, som er modellens output. Totalomkostningerne er beskrevet i bilag 2 om omkostningsgrundlaget og valg af ydelser er beskrevet i bilag 3 om costdriver analysen.

2 FORKLARING AF BENCHMARKINGMETODER

Der eksisterer flere typer af benchmarkingmetoder, som kan anvendes til at identificere og beregne effektiviseringspotentialer. To af de mest anerkendte og anvendte metoder er henholdsvis Data Envelopment Analysis (DEA) og Stochastic Frontier Analysis (SFA). DEA og SFA anvendes blandt andet af Forsyningssekretariatet samt Forsyningstilsynet til beregning og fastsættelse af individuelle effektiviseringskrav i indtægtsrammer for hhv. vandsektoren og el-netsektoren.

3 'BEDST AF FLERE' BENCHMARKINGMETODER

Forsyningstilsynet vurderer, at det er hensigtsmæssigt at benytte en såkaldt 'bedst af flere' tilgang i denne analyse på grund af usikkerhed i data, jf. bilag 1 om datagrundlag og -analyse. I en 'bedst af flere' tilgang anvendes flere forskellige benchmarkingmodeller til at beregne et potentiale for hver enkelt virksomhed, og der beregnes således flere effektiviseringspotentialer for hver virksomhed. 'Bedst af flere' kommer i spil, da man vælger den bedste (højeste) effektivitetsscore, som er beregnet i benchmarkingmodellerne, til at fastlægge den enkelte virksomheds effektiviseringspotentialer.

'Bedst af flere' tilgangen tjener som et væsentligt forsigtighedshensyn for virksomhederne, da det er muligt at inkludere resultaterne fra flere benchmarkingmodeller i vurderingen af det endelige individuelle effektiviseringspotentialer.

Der er ofte fordele og ulemper forbundet med en konkret benchmarkingmodel. Fx kan nogle typer af virksomheder have en tendens til at fremstå generelt effektive i én bestemt benchmarkingmodel, mens en anden type virksomheder kan fremstå som generelt ineffektive. Ved at tage den bedste effektivitetsscore fra flere benchmarkingmodeller, er det benchmarkingmodellen med den højeste effektivitetsscore, som anvendes for hver enkelt virksomhed. En 'bedste af flere' tilgang reducerer dermed effekten af, at én benchmarkingmodel kan være negativ biased over for en bestemt type af virksomheder.

I nærværende analyse er der benyttet der række forskellige benchmarkingmodeller for produktionen og transporten af varme, jf. bilag 5 om benchmarkingmodeller.

Det er Forsyningstilsynets vurdering, at det er hensigtsmæssigt at bruge 'bedst af flere' tilgangen i denne analyse, da data er behæftet med en vis usikkerhed, jf. bilag 1 om datagrundlag og -analyse. Såfremt det bliver relevant at videreudvikle benchmarkingmodeller for fjernvarmesektoren fremadrettet, vil anvendelsen af 'bedst af flere' tilgangen blive revurderet. Det bemærkes endvidere, at 'bedst af flere' tilgangen alene er et forsigtighedshensyn over for virksomhederne, og at dette til dels sker på bekostning af varmemeforbrugerne, da effektiviseringspotentialerne kunne have været vurderet højere uden dette forsigtighedshensyn.

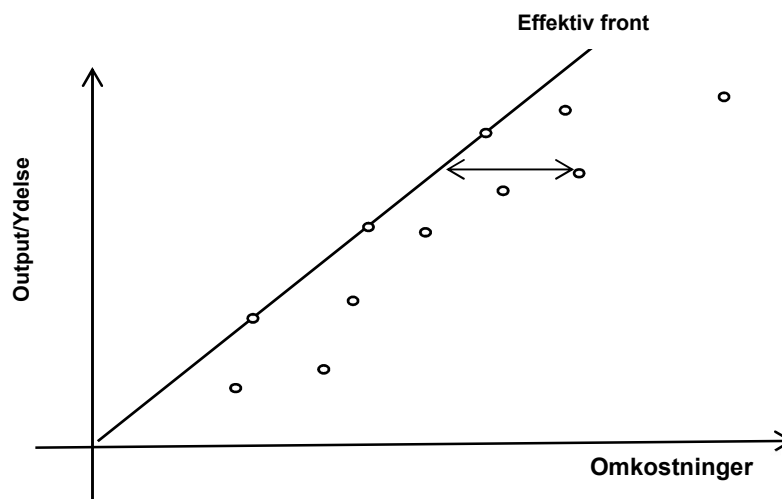
I de følgende afsnit gives en beskrivelse af DEA- og SFA-modellen samt en beskrivelse af den metode, der benyttes til identifikation af henholdsvis supereffektive fjernvarmevirksomheder i DEA og outliers i SFA.

4 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

I en benchmarkingmodel baseret på DEA kan der inddrages flere inputs og flere outputs på samme tid. Populært sagt er inputs de enheder, som en fjernvarmevirksomhed anvender til produktion, mens outputs er de enheder, som en fjernvarmevirksomhed producerer. Fjernvarmevirksomhedernes totale omkostninger indgår som input i modellen, mens de ydelser en fjernvarmevirksomhed stiller til rådighed for forbrugerne, indgår som outputs i benchmarkingmodellen af fjernvarmevirksomhedernes økonomiske effektivitet til brug for Forsyningstilsynets fastsættelse af individuelle effektiviseringskrav.

Ved at sammenligne fjernvarmevirksomhedernes inputs og outputs fastsættes der med DEA-modellen en rand, der omslutter alle fjernvarmevirksomheder. Randen kaldes den effektive front og repræsenterer de mest effektive fjernvarmevirksomheder. Fjernvarmevirksomheder, der ikke ligger på den effektive front, har et effektiviseringspotentiale. Jo længere en fjernvarmevirksomhed befinder sig fra den effektive front, jo større er fjernvarmevirksomhedens effektiviseringspotentiale. Dette er illustreret i Figur .

FIGUR 4.1 | ILLUSTRATION AF DEA



Kilde: Forsyningstilsynet.

Note: Illustration af DEA-modellen med konstant skalaafkast

LINEÆR PROGRAMMERING

I DEA-modellen bliver effektiviteten målt ved matematisk optimering, nærmere bestemt lineær programmering. Den matematiske opstilling af modellen er angivet i Boks 4.1.

BOKS 4.1 | MINIMERINGSPROBLEMET I DEA-MODELLEN

$$\min_{E, \lambda \dots \lambda_j} E^i$$

s. t.

$$E^i \cdot \text{input}^i \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j \cdot \text{input}_j \quad (1)$$

$$\text{output}_k^i \leq \sum_{j=1}^J \lambda_{j,k} \cdot \text{output}_{j,k} \quad (2)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (3)$$

Hvor,

E^i	estimeret effektivitet for fjernvarmevirksomhed i
input	totalomkostninger, som indgår i benchmarkingen
output	modelydelser, som anvendes i benchmarkingen
λ	vægte på de fjernvarmevirksomheder, der er peers for i
J	antal af fjernvarmevirksomheder, der kan danne front
k	fodtegn for den modelydelse, der evalueres

I ligningen angiver input^i mængden af input for fjernvarmevirksomhed i , og output_k^i angiver mængden af fjernvarmevirksomhed i 's ydelse, k .

E angiver et mål for effektiviteten af den enkelte fjernvarmevirksomhed. Modellen skal løses for alle de fjernvarmevirksomheder, der kan danne front. Det vil sige alle fjernvarmevirksomheder minus fjernvarmevirksomheder, der vurderes ikke at være repræsentative i modellen. Modellen finder en løsning ved at ændre på $\lambda \dots \lambda_j$ og E , således at E er optimal under bibetingelserne. Idet modellen skal løses for hvert enkelt fjernvarmevirksomhed bliver $\lambda \dots \lambda_j$ og E valgt på ny for hver enkel fjernvarmevirksomhed. De vælges derfor, så hver enkel fjernvarmevirksomhed bliver stillet bedst muligt. Til de konkrete beregninger af DEA-modellen og løsning af minimeringsproblemet anvender Forsyningstilsynet programmet R.

Effektivitetsmålet E vil altid ligge mellem 0 og 1. Hvis $E = 1$ er fjernvarmevirksomheden fuldt effektiv og ligger dermed på den effektive front. Hvis $E = 0,8$ er fjernvarmevirksomheden 80 pct. effektiv. Effektiviseringspotentialet er 20 pct. ($1 - 0,8$), det vil sige, at fjernvarmevirksomheden givet sine ydelser (output) kan sænke sine totalomkostninger (input) med 20 pct.

SKALAAFKAST

Den effektive front afhænger af sammenhængen mellem inputs og outputs. Sammenhængen kaldes for skalaafkast. Når DEA-modellen anvendes til at måle fjernvarme-

virksomhedernes effektivitet, skal det besluttes hvilket skalaafkast, der skal indgå i modellen. Udformningen af den effektive front afhænger således af antagelsen om skalaafkast.

Ændres antagelsen om skalaafkast i DEA-modellen, fx fra konstant skalaafkast til en anden type skalaafkast, ændres fjernvarmevirksomhedernes målte effektivitet sig også.

De mest anvendte typer af skalaafkast er:

- konstant skalaafkast
- variabelt skalaafkast
- faldende skalaafkast
- stigende skalaafkast

Konstant skalaafkast betyder, at mængden af output vokser med samme hastighed som mængden af input. Det vil sige, hvis mængden af input fordobles, fordobles mængden af output også. Ved konstant skalaafkast antages det, at der ikke er nogen signifikant ulempe ved at være hverken en stor eller lille fjernvarmevirksomhed.

Faldende skalaafkast betyder, at mængden af output vokser med en lavere hastighed end mængden af input. Det vil sige, en fordobling af mængden af input fører til en stigning i mængden af output, der er mindre end en fordobling. Ved faldende skalaafkast antages det, at der kan være en økonomisk ulempe ved at være en stor fjernvarmevirksomhed, hvilket tilgodeses ved at benytte et faldende skalaafkast.

Stigende skalaafkast betyder, at mængden af output vokser med en større hastighed end mængden af input. Det vil sige, en fordobling af mængden af input fører til en stigning i mængden af output, der er større end en fordobling. Stigende skalaafkast tager højde for, at der kan være økonomiske stordriftsfordele for virksomhederne.

Variabelt skalaafkast er en kombination af stigende og faldende skalaafkast. Ved variabelt skalaafkast antages det, at der både er ulemper ved at være en lille eller en stor fjernvarmevirksomhed. Ved at benytte variabelt skalaafkast i DEA-modellen estimeres der dermed de lavest muligt effektiviseringspotentialer sammenlignet med de øvrige typer af skalaafkast.

Forsyningstilsynet har valgt at anvende variabelt skalaafkast i DEA-modellen, hvilket er et væsentligt forsigtighedshensyn i vurderingen af virksomhedernes effektivitet. En nærmere begrundelse for valget af variabelt skalaafkast findes i bilag 5 om benchmarkmodellerne.

5 STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA)

Stochastic Frontier Analysis (SFA) er en stokastisk (parametrisk) metode til estimering af en produktionsfront, hvor det antages, at afstanden mellem den enkelte virksomhed og produktionsfronten ikke kun udgøres af ineffektivitet, men også af statistisk støj.

Ved bestemmelsen af en SFA-model skal der tages stilling til den matematiske funktionelle form for fronten. Den matematiske funktion beskriver forholdet mellem inputs og outputs. Afvigelser fra denne estimerede front antages at skyldes enten støj eller ineffektivitet. Det betyder, at det i modsætning til de deterministiske metoder, fx DEA, ikke alene er ineffektivitet, der får de estimerede potentialer til at afvige fra den estimerede front, men også støj. Modellens støjfaktor er således medvirkende til at tage højde for, at der kan være usikkerhed om data fx tilfældigheder og målefejl. Det antages, at støj og ineffektivitet er uafhængige af hinanden.

Fronten i SFA beregnes på baggrund af en omkostningsfunktion. Omkostningsfunktionen kan have forskellige former, og det er derfor vigtigt, at den rigtige omkostningsfunktion vælges. Antagelsen om produktionsfunktionens funktionelle form skal vælges før, der kan beregnes en SFA-front.

ANTAGELSE OM FUNKTIONEL FORM

Den mest almindelige modelform er en loglineær form. Den er mere fleksibel sammenlignet med en lineær modelform. Den tillader, at forholdet mellem totalomkostningerne og costdriverne ikke er lineær. En loglineær model defineres ved, at der tages logaritmen til modellens input og output.

Forsyningstilsynet har vurderet, at den loglineære SFA-model har et passende fit, hvorfor den er valgt som model til analysen. Den loglineære funktion er desuden en fagligt anerkendt metode og vurderes at tage passende hensyn til den nuværende struktur i fjernvarmesektoren.

'FRONTEN' I SFA

Fronten i SFA beregnes på baggrund af Ligning .

LIGNING 5.1 | STOCHASTIC FRONTIER MODEL

$$input_i = f(output_i; \beta_i) + v + u$$

Hvor,

<i>input</i>	totalomkostninger, der indgår i benchmarkingen
<i>output</i>	modelydelser, som anvendes i benchmarkingen samt et konstantled
β	de parametre, som skal estimeres for hvert output og konstantled
<i>v</i>	modellens stokastiske datastøj ¹
<i>u</i>	modellens estimerede effektiviseringspotentiale

Kilde: Forsyningstilsynet.

¹ I SFA-modellen er *v* støj i modellen, som kan antage en værdi, der er både positiv eller negativ. Støjen kan altså både hæve eller reducere, hvor meget SFA-modellen identificerer som effektivitet. Modellens ineffektivitet bliver opfanget i *u*, som kun kan være positiv, hvilket betyder, at ineffektivitet altid giver højere totalomkostninger - effektivitetsscore.