

Bilag 6 - Produktionsfunktionsmetoden

Et dansk estimat for value of lost load (VoLL) – 2023

Indledning

En alternativ løsning til at udregne VoLL, som ikke er så afhængig af besvarelser fra en tilfældigt udtrukket stikprøve, er at bruge den såkaldte *produktionsfunktionsmetode*, hvor der anvendes makrodata til udregningen. Det er ikke den metode, som den metode-guideline, der er udarbejdet af ENTSO-E som følge af elmarkedsforordningen, foreskriver anvendelse af. Resultaterne af produktionsfunktionsmetoden kan dog med fordel bruges til at sammenholde med resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen, hvilket ENSTO-Es metode også lægger op til. Derfor har Energistyrelsen lavet en udregning af VoLL ved denne metode til sammenligningsgrundlag.

Fremgangsmåde

Beskrivelse af metoden

Produktionsfunktionsmetoden kan benyttes til at afdække værdien af det produktive tab ved en strømafbrydelse. Metoden er udledt på baggrund af teorien om virksomheders produktionsfunktion (output som funktion af input af fx arbejdskraft, råvarer og energi).

Produktionsfunktionsmetoden for virksomheder estimerer VoLL på sektorniveau ved brug af brutto-værditilvækst for sektoren set i forhold til sektorens strømforbrug. Dette kan ske ved brug af registerudtræk fra den nationale erhvervs- og forbrugsstatistik. Desuden anvendes en substitutionsfaktor, som kan afdækkes ved hjælp af en spørgeskemaundersøgelse. Substitutionsfaktoren er den andel af sektorens omsætning, som afhænger af strøm. Des lettere man har ved at substituere væk fra forbrug af elektricitet og foretage sig/producere noget, der er uafhængigt af el, des lavere er substitutionsfaktoren.

Metoden estimerer VoLL med følgende formel:

$$VoLL_i = \text{substitutionsfaktor}_i \cdot \frac{\text{Bruttoværditilvækst}_i}{\text{Forventet strømforbrug}_i}$$

Hvor subscriptet i er hver medtagne sektor i VoLL-estimeringen. VoLL-estimeringen bliver et udtryk for sektorens tabte produktion.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



Hvor en enkelt sektors produktionsfunktion kan ændre sig markant årligt, så vil sektorens substitutionsfaktor være mere trægt, da det kræver omstilling af virksomhedernes anlæg og produktionsmetoder.

Metoden er ikke velegnet til at inddrage særlige karakteristika ved strømafbrudelse, som fx tidspunkt for og længden af strømafbrudelsen. Metoden tager ej heller højde for, at nogle virksomheder vil være i stand til at tilpasse sig situationen over tid, og den ligestiller virksomheders tabte produktion med deres VoLL. Herved bliver afledte omkostninger ikke medregnet som fx kasserede fødevarer lagre forårsaget af manglende køl.

Produktionsfunktionsmetoden for husholdninger estimerer VoLL ved brug af samme principper som produktionsfunktionsmetoden for virksomheder. For husholdningerne opgøres dog ikke en bruttoværditilvækst. Derfor tager udregningen i stedet følgende form:

$$VoLL_{hh} = \frac{Fritidsværdi_{hh}}{Forventet\ strømforbrug_{hh}}$$

Heraf er husholdningernes fritidsværdi i kroner beregnet ved følgende formel:

$$\begin{aligned} Fritidsværdi &= \text{Timer brugt på fritidsaktiviteter pr. år} \cdot \text{gennemsnitlig timeløn} \\ &\cdot \text{substitutionsfaktor} \cdot (\text{antal personer i arbejde} \\ &+ \text{antal personer uden arbejde} \cdot \text{arbejdsløshedskoeficient}) \end{aligned}$$

Substitutionsfaktoren her indikerer, i hvilken grad fritidsaktiviteter afhænger af strøm. Arbejdsløshedskoeficienten er et udtryk for, at arbejdsløses fritidsværdi er antaget at være mindre end fritidsværdien for personer i arbejde.

Substitutionsfaktoren

Parameterværdierne for substitutionsfaktoren beregnes på baggrund af svar fra spørgeskemaundersøgelsen på spørgsmålet: *På en skala fra 1 til 10, hvor svært vil du sige, at det er for virksomheden, at skifte produktionsaktiviteter/arbejdsopgaver, der er afhængige af elektricitet, ud med aktiviteter, der ikke er afhængige af elektricitet?* Tabel 1 viser resultatet, når man tager den sektorvise gennemsnitsværdi til svarene på ovenstående spørgsmål.

Tabel 1: Substitutionsfaktorer for sektorerne baseret på egen spørgeskemaundersøgelse

Sektor	Substitutionsfaktor
Handel og service	0,819
Offentlig sektor	0,739
Industri (< 50 medarb.)	0,877
Industri (> 50 medarb.)	0,936
Transport	0,662
Husholdninger	0,456



Substitutionsfaktoren skal dog være mellem 0 og 1, og derfor er brugt følgende omregningsformel: $(100 - \text{middel}(11 \cdot \text{svar på spørgsmålet}_j - 10))/100$ for at finde faktoren ud fra vores data.

Det skal nævnes, at fordelingen af svar er afhængig af sektoren. Svarene fra husholdningerne er nogenlunde jævnt fordelt over hele skalaen, mens det er mere entydigt, for fx handels- og servicesektoren, at de har svært ved at substituere væk fra el-forbrugende aktiviteter, hvorfor svarene samler sig omkring 1, se Figur 1.

VoLL-estimer baseret på produktionsfunktionsmetoden

Figur 1: Fordeling af svar på spørgsmål om elafhængighed i handels- og servicesektoren og blandt husholdninger



Note: Hyppegheden af svar på spørgsmålet: På en skala fra 1 til 10, hvor svært vil du sige, at det er for virksomheden, at skifte produktionsaktiviteter/arbejdsopgaver, der er afhængige af elektricitet, ud med aktiviteter, der ikke er afhængige af elektricitet? Hhv. På en skala fra 1 til 10, hvor svært vil du sige, at det er for dig at skifte aktiviteter du foretager dig i din fritid og som kræver elektricitet, ud med aktiviteter, der ikke er afhængige af elektricitet? Skalaen går fra 1=umuligt til 10=så let som ingenting.

Tallene, der er anvendt her til at udregne VoLL ved brug af produktionsfunktionsmetoden, er hentet fra hhv. Danmarks Statistik, tabellen NABP10, tal fra 2020, samt fra Energistyrelsens Energistatistik også med tal fra 2020.

For så vidt angår beregningen af VoLL for transportsektoren er der desuden indregnet et estimat for omkostninger forbundet med tabt tid, når passagerer sidder fast i et eldrevet transportmiddel. Dette er beregnet ved følgende formel:

$$\begin{aligned} & \text{Værdien af mistet tid} \\ &= \frac{\text{Antal pass. om året} \cdot \text{gnsn. længde af en rejse} \cdot \text{værdien af en time}}{\text{Årligt elforbrug i banetransporten}} \\ &= \frac{300 \text{ mio.} \cdot 0,55 \text{ timer} \cdot 140 \text{ kr./time}}{423,92 \text{ GWh}} \end{aligned}$$



Tabel 2: Faktorer i udregning af VoLL for virksomhederne med produktionsfunktionsmetoden

	BVT, mio.kr.	Årligt el-forbrug, GWh	Forhold	Substitutionsfaktor	VoLL
Handel	262.470	2.782,9	94,314	0,819	77,24
Privat service	700.585	4.448,1	157,50	0,819	128,99
Landbrug, skovbrug og fiskeri	30.432	1.806,65	16,84	0,68*	11,45
Fremstillingsvirksomhed	368.597	8.209,93	44,90	0,885	39,73
Bygge og anlæg	124.504	395,83	314,54	0,8*	251,63
Offentlig service	435.664	2.121,03	205,40	0,739	151,79
Transport:					
Tabt produktion	105.019	519,46	202,17	0,662	133,84
Tabt tid	23.100	423,92	54,49		54,49

*Substitutionsfaktor fra CEPA 2018: STUDY ON THE ESTIMATION OF THE VALUE OF LOST LOAD OF ELECTRICITY SUPPLY IN EUROPE

Tabel 3: Faktorer til udregning af VoLL for husholdningerne med produktionsfunktionsmetoden

	Gnsn. fritidstimer/person/år	Timeløn	Antal personer	Årligt elforbrug, kWh	Substitutionsfaktor	VoLL
Husholdninger	2.295	194,1	4.350.000	7.310.881.000	0,456	120,86

Med udgangspunkt i de ovenstående VoLL-estimater for de forskellige sektorer og husholdningerne, vil den samlede VoLL, beregnet ved at vægte hver sektor med sektorens relative andel af EENS. Vægtene er baseret på en timeserie af EENS-tal fra Energistyrelsens egne beregninger af effekttiltrækkelighed for 2035. 2035 er valgt, fordi der er meget EENS i beregningerne for det år og derfor mere udsving at basere vægtningen på. Dette er ganget med sektorens andel af energiforbruget i hver time af året.

Tabel 4: Samlet VoLL med produktionsfunktionsmetoden

Sektor	VoLL-estimat	Andel af EENS	Andel af elforbrug
Husholdninger	120,86	0,372	0,351
Industri	42,88	0,271	0,333
Transport	188,33	0,039	0,017
Handel	77,24	0,094	0,089
Service	128,99	0,142	0,142
Offentlig sektor	151,79	0,081	0,068
Samlet		101,94	95,36

Det giver samlet set et VoLL-estimat på lige omkring 100 kr.

Sammenligninger

Som nævnt er det primære formål med at regne VoLL ved produktionsfunktionsmetoden at bruge det som sammenligningsgrundlag for det estimerede VoLL ved brug af spørgeskemaundersøgelsen. Det fremgår, at VoLL er lavere ved brug af produktionsfunktionsmetoden. Dette kan forklares med, at produktionsfunktionsmetoden er meget grov, og ikke medtager karakteristika for hvornår strømafbruddet sker og den ødelæggende effekt af et strømafbrud, men blot ser på værdien af strøm pr. enhed.

Tabel 5: Liste med forskellige VoLL-estimer til sammenligning (grundlag for Figur 13 i hovedrapporten)

Land	Udfører	Årstal	Enhed	VoLL	Metode	VoLL omregnet til DKK/kWh	VoLL omregnet til 2020-priser
Danmark	DAMVAD	2015	DKK/kWh	140	Spørgeskemaundersøgelse. Median. Direct cost. Link .	140	144,76
Danmark	CEPA	2018	DKK/kWh	79	Produktionsfunktionsmetoden.	79	79,93
Danmark	COWI	2004	DKK/kWh	58	Omkostninger ved strømafbrud september 2003.	58	72,69
Danmark	Energistyrelsen, makrodata	2020 (udgivet 2023)	DKK/kWh	101	Produktionsfunktionsmetoden.	101	101
Danmark	Energistyrelsen	2020 (udgivet 2023)	DKK/kWh	175	Spørgeskemaundersøgelse. Gennemsnit. WTP.	175	175
Sverige	University of Gothenburg	2019	SEK/kWh	76,25	Spørgeskemaundersøgelse. Omregning til kr/kWh og Tobit-model. WTP.	53,375	53,51
Frankrig	RTE	2022	€/kWh	33	Spørgeskemaundersøgelse. Direct cost.	245,85	239,65
UK	Implementation plan	2020	Omregnet til DKK/kWh	52,8		52,8	52,8
UK	London Economics	2013	Pund/kWh	21,7(SME) +0,2(HH)	Spørgeskema. DCE. WTP	158,4	167,45
Italien	Terna	2021	€/kWh	28,4	Spørgeskemaundersøgelse. DCE. WTP+WTA/2.	211,58	206,24
Tyskland (+ Luxembourg)	Bundesnetzagentur	2020	€/kWh	12,24	Makrodata.	91,188	91,19
Belgien	AD Energie van de FOD Economie	2020	€/kWh	17,34	WTP	129,183	129,18
Tjekkiet	ČEPS (kilde)	2020	€/kWh	4,016	WTP	29,9192	29,92
Finland	Energimyndigheten	2020	€/kWh	8	WTP + opadgående korrektion grundet protestsvar	59,6	59,6
Grækenland	PAE - Regulatory Authority for Energy	2020	€/kWh	6,838	WTP	50,9431	50,94
Danmark	Niras og DTU	2022	DKK/kWh	75	Discrete Choice Experiment og produktionsfunktionsmetoden.	75	68,33