KILE for husholdninger

Konsulentrapport

Thema Consulting Group og Vista Analyse

117
2015

Offentlig

ISBN nr. 978-82-93150-82-4

Utarbeidet for NVE
november, 2015

RAPPORT

Rapport nr 117-2015
KILE for husholdninger

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Kjersti Vøllestad

Forfattere: Thema Consulting Group og Vista Analyse

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: Internett
Forsidefoto:
ISBN 978-82-410-1169-6
ISSN 1501-2832

Sammendrag: Fra 1.1.2015 ble KILE-satsene for alle andre sluttbrukergrupper enn husholdninger endret med bakgrunn i et forskningsprosjekt. NVE valgte da å ikke justere KILE-satsene for husholdninger, av flere grunner. Denne rapporten konkluderer med at NVE ikke bør justere KILE-satsene for husholdninger nå, siden estimatene fra den siste spørreundersøkelsen er ganske usikre. Det anbefales at NVE henter inn ny kunnskap før en eventuell justering av KILE-satsene for husholdninger.

Emneord: KILE, husholdninger, inntektsrammer, avbrudd

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Desember 2015

Forord

Thema Consulting Group og Vista Analyse har på oppdrag fra NVE utarbeidet en rapport om KILE for husholdninger.

Fra 1.1.2015 ble KILE-satsene for alle andre sluttbrukergrupper enn husholdninger endret med bakgrunn i et forskningsprosjekt. NVE valgte da å ikke justere KILE-satsene for husholdninger, blant annet fordi anbefalingene fra spørreundersøkelsen i forskningsprosjektet førte til en betydelig nedjustering i KILE-satsene ved kortere avbrudd. I tillegg var det en del usikkerhet ved metodikken som ble benyttet.

Rapporten konkluderer med at NVE ikke bør justere KILE-satsene for husholdninger nå, siden estimatene fra den siste spørreundersøkelsen er ganske usikre. Det anbefales at NVE henter inn ny kunnskap før en eventuell justering av KILE-satsene for husholdninger.

Rapporten fra Thema Consulting Group og Vista Analyse bidrar til en økt forståelse av problemstillingen, men reflekterer ikke nødvendigvis NVEs syn.

Oslo, desember 2015

Ove Flataker
avdelingsdirektør

for Tore Langset
seksjonssjef

Offentlig

ISBN nr. 978-82-93150-82-4

KILE for husholdninger

Utarbeidet for NVE

november, 2015

THEMA Rapport 2015-34

Om prosjektet

Prosjektnummer:	NVE-15-01
Prosjektnavn:	KILE for husholdninger
Oppdragsgiver:	NVE
Prosjektleder:	Berit Tennbakk, THEMA
Prosjektdeltakere:	Haakon Vennemo, Vista Analyse Silje Elise Harsem, THEMA Åsmund Jenssen, THEMA

Om rapporten

Rapportnavn:	KILE for husholdninger
Rapportnummer:	2015-34
ISBN-nummer	978-82-93150-82-4
Tilgjengelighet:	Offentlig
Ferdigstilt:	30. November 2015

Brief summary in English

Estimates of the "cost of energy not supplied» (cens) when electricity supply is interrupted, is an important element in the regulation of electricity grid companies in Norway. In this report, we assess the representativity of current and proposed cost functions and correction factors for households, and alternative methods for valuation of cens. We conclude that contingent valuation of willingness to pay is the preferred method for estimation. However, the current survey data is too uncertain to merit an adjustment in cost functions and correction factors. We recommend that a three-stage strategy is implemented in order to provide an improved basis for cens estimates for households, including a survey of consumption patterns, choice experiments and an expert advisory board. Long supply interruptions happen rarely, and should be valued based on studies of actual cases.

Om THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6
0158 Oslo, Norway
Foretaksnummer: NO 895 144 932
www.thema.no

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybde-kunnskap om energimarkedene, bred samfunns-forståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.

Ansvarsfraskrivelse: THEMA Consulting Group AS (THEMA) tar ikke ansvar for eventuelle utelatelser eller feilinformasjon i denne rapporten. Analysene, funnene og anbefalingene er basert på offentlig tilgjengelig informasjon og kommersielle rapporter. Visse utsagn kan være uttalelser om fremtidige forventninger som er basert på THEMAs gjeldende markedssyn, -modellering og –antagelser, og involverer kjente og ukjente risikofaktorer og usikkerhet som kan føre til at faktisk utfall kan avvike vesentlig fra det som er uttrykt eller underforstått i våre uttalelser. THEMA fraskriver seg ethvert ansvar overfor tredjepart.

INNHOLD

1 BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLING 5
2 DRØFTING AV METODEVALG 6
2.1 Kostnaden ved avbrudd 6
2.1.1 Teoretisk bakgrunn 6
2.2 Generelt om metoder for å vurdere avbruddskostnader 12
2.3 Nærmere om metodene Direct Worth og Contingent Valuation 12
2.3.1 Styrker og svakheter ved Direct Worth 12
2.3.2 Styrker og svakheter ved Contingent Valuation 13
2.4 Om metodene som er benyttet i de to forskningsprosjektene 15
2.4.1 Beskrivelse av metoder og hovedresultater 15
2.4.2 Spørsmålsstilling i 2002-undersøkelsen 17
2.4.3 Spørsmålsstilling i 2010-undersøkelsen 19
2.4.4 Databearbeiding i de to undersøkelsene 20
2.5 Undersøkelsenes representativitet 21
2.5.1 Statistisk representativitet 21
2.5.2 Økonomiske representativitet 21
2.5.3 Representativitet og formålsfordeling 23
2.6 Noen resultater fra andre undersøkelser 29
2.7 Innspill fra ekspertintervjuer 29
2.8 Samlet vurdering av 2010-undersøkelsen 30
3 FORBEDRING AV METODEN 32
3.1 Ny spørreundersøkelse 32
3.2 Forbrukerpanel 33
3.3 Ekspertpanel 34
3.4 Case-studier 34
3.5 Anbefalinger 35
4 ENDRINGER I KILE-SATSER BASERT PÅ EKSISTERENDE DATA 36
4.1 Kostnadsnivåer 36
4.2 Korreksjonsfaktorer 39
4.3 Avbrudd ut over 24 timer 39
4.4 Andre forhold 39
REFERANSER 41
VEDLEGG 1 BEVIS PÅ PÅSTANDER I DEN TEORETISKE DELEN 43

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Investeringer i og driften av nettet har betydning for leveringssikkerheten for strøm, som igjen har betydning for næringsliv, helse og sikkerhet, og befolkningens velferd. For å gi incentiver til et fornuftig nivå på leveringssikkerheten, blir nettselskapene straffet økonomisk når det oppstår avbrudd. Straffen utformes som en reduksjon i inntektsrammen. Reduksjonen er basert på den estimerte kostnaden som avbruddet påfører de berørte nettkundene, de såkalte KILE-satsene.

Bakgrunnen for analysen er at endringen i KILE-ordningen som trådte i kraft 1. januar 2015 ikke omfattet oppdaterte KILE-satser for husholdningene. Dagens KILE-satser for husholdninger er basert på en spørreundersøkelse fra 2002. I 2010 ble det gjennomført en ny spørreundersøkelse som ga andre resultater enn 2002-undersøkelsen. Anbefalingene fra 2010-undersøkelsen innebar imidlertid en betydelig nedjustering i KILE-satsene ved kortere avbrudd, samtidig som det var usikkerhet omkring metodikken som ble benyttet.

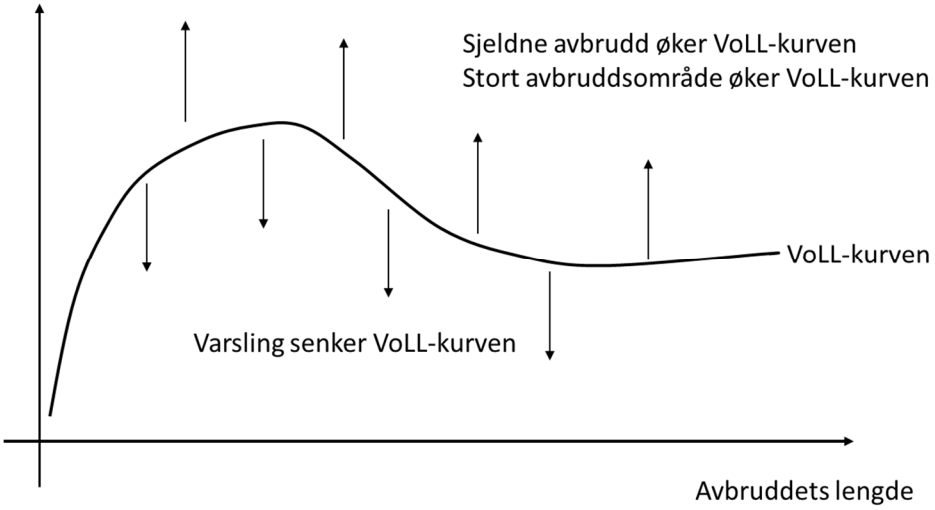
I denne rapporten vurderer vi:

1. Hvorvidt det er grunnlag for å justere dagens KILE-satser for husholdninger på basis av det eksisterende datagrunnlaget fra 2002 og 2010.
2. Hvordan metoden for å fastsette KILE for husholdninger kan forbedres fremover.

Teoretisk bakgrunn

Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi (KILE) avledes av det samfunnsøkonomiske tapet en husholdning opplever som følge av at de ikke får tilgang til elektrisitet. På engelsk kalles denne størrelsen VoLL «Value of lost load» (på norsk «avsavnsverdi»). VoLL påvirkes av en rekke faktorer, herunder: Lengden på avbruddet, varsling, hyppighet av avbruddet, størrelsen på området som rammes av avbrudd, husholdningen som rammes sin inntekt, samt når på året, uken og døgnet avbruddet inntreffer. Figuren under viser hvordan vi på teoretisk grunnlag kan anta at VoLL regnet per kilowattime påvirkes av de ulike faktorene.

Prinsippskisse for VoLL som funksjon av avbruddets lengde, varsling og avbruddsfrekvens



De to vanligste metodene for å verdsette kostnader ved avbrudd er «Direct Worth» (direkte kostnad) og «Contingent valuation» (betinget verdsetting). Det er også disse metodene som benyttes i de to norske undersøkelsene fra 2002 og 2010. I Direct worth-undersøkelser (DW) bes de spurte anslå hvilke direkte utlegg de vil få dersom de mister strømmen. I Contingent Valuation-undersøkelser (CV) bes de spurte om å angi hva de ville betale for å få slippe å miste strømmen. CV-metoden inkluderer derfor ulempekostnader og bør gi høyere anslag enn DW-metoden. CV-metoden anses derfor også som et bedre estimat for husholdningenes betalingsvilje enn DW siden den også inkluderer ikke-monetære kostnader. En sammenligning med internasjonale undersøkelser viser at

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

det er stor variasjon i anslagene. Videre er det underlig at flere undersøkelsene gir høyere anslag fra undersøkelser basert på DW enn CV.

Vurdering av 2002 og 2010-undersøkelsen

Vinteren 2001-2002 gjennomførte SINTEF i samarbeid med SNF og NVE en spørreundersøkelse av kostnaden ved ikke-levert energi for ulike brukergrupper («2002-undersøkelsen»). Spørreundersøkelsen fra 2002 spurte både om DW og CV, og anbefalte deretter KILE-satser på grunnlag av gjennomsnittet av disse to. Det er ingen vitenskapelig begrunnelse for å bruke et gjennomsnitt. I perioden 2008-2011 gjennomførte Pöyry Management Consulting og SINTEF en ny undersøkelse («2010-undersøkelsen»). 2010-undersøkelsen benyttet kun CV-metoden. Alt i alt finner vi 2010-undersøkelsen som metodisk bedre enn 2002-undersøkelsen. Resultatene er mer i tråd i hvordan VoLL forventes å utvikle seg ut fra teorien, og 2010-undersøkelsen fremstår som mer statistisk representativ som følge av flere svar. Videre er resultatene vektet ut fra populasjon og strømforbruk. Likevel mener vi at resultatene fra 2010-undersøkelsen forbindes med betydelig usikkerhet på grunn av:

- Urovekkende mange nullsvar, slik at estimatene drives av en liten andel av observasjonene
- Lave estimater for 1-2 timers avbrudd, særlig på visse tidspunkter på sommeren
- Metodiske problemer knyttet til omtrentlige spørsmål, hypotetisk betalingsform og bruk av åpne spørsmål om betalingsvilje
- Generell usikkerhet om respondentenes forståelse av konsekvensene av strømbrudd og konseptet betalingsvilje

Vi har også vurdert hvorvidt forskjellige resultater fra de to undersøkelsene kan forklares ut fra husholdningenes formålsfordeling, dvs. hva husholdningene bruker elektrisitet til. Gitt det man vet om husholdningenes formålsfordeling av elektrisitet, synes endringen å være plausibel. For eksempel er det naturlig å anta at kostnaden for avbrudd over fire timer har gått ned som følge av økt lagringsevne i bygningskropp og elektriske apparater. Vi vet imidlertid ganske lite om formålsfordelingen av effekten på ulike tidspunkter.

Forslag til forbedring av metoden

Med bakgrunn i usikkerheten knyttet til estimatene fra 2010-undersøkelsen har vi vurdert ulike alternativer for å forbedre metoden. For korte avbrudd, dvs. avbrudd som varer mindre enn ett døgn anbefaler vi en stegvis tilnærming som følger:

1. Kartlegge formålsfordelingen til husholdningene på ulike tidspunkter gjennom et forbrukerpanel. Denne kartleggingen kan benyttes som underlag for å lage en ny, mer presis spørreundersøkelse om verdsettingen av de faktiske godene man mister ved et strømbrudd.
2. Gjennomføre en ny spørreundersøkelse der man benytter såkalte valgeksperiment som metode (Direct Choice Experiment). Dette bør redusere antall protestsvar og øke presisjonen i svarene, ved at respondentene blir spurt mer direkte om verdien av å miste ulike tjenester og ved at avbruddsscenarioene blir formulert mer presist (basert på steg 1).
3. Kvalitetssikre og oppdatere resultatene fra undersøkelsen ved hjelp av et permanent ekspertpanel. Dette ekspertpanelet kan gi råd ut fra kunnskap om forbrukertrender, teknologiutvikling, statistikk og verdsettingsanalyser.

Verdsetting av lengre avbrudd

Dagens KILE-ordning benytter samme sats for avbrudd på 24 timer eller mer, og verken 2002- eller 2010-undersøkelsen spør om betalingsvilje for langvarige avbrudd. Verdsetting av langvarige avbrudd er utfordrende fordi de skjer sjelden, og kan ha ulike konsekvenser avhengig av hvor de skjer og hvilke områder som rammes.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

For å få en bedre oversikt over de faktiske konsekvensene (og kostnadene) ved lange avbrudd anbefaler vi at man gjennomfører intervjuer med respondenter som har opplevd et lengre avbrudd. Erfaringer om konsekvenser kan også hentes fra andre (nordiske) land som har opplevd slike avbrudd. Når det gjelder spørsmål om betalingsvilje og kostnader bør man imidlertid være på vakt mot at respondenter som nettopp har opplevd et strømbrudd, kan overvurdere sin betalingsvilje.

Endringer i KILE-satser basert på eksisterende data

Med utgangspunkt i den kvalitative vurderingen av 2010-undersøkelsen, har vi vurdert hvordan dagens KILE-satser eventuelt kan justeres. Vi vurderer følgende mulige justeringer nå:

- Justere det generelle nivået, dvs. KILE for referansetimen, basert på 2010-estimatene. Det vil i så fall gi lavere satser for korte avbrudd.
- Justere korreksjonsfaktorene med utgangspunkt i 2010-undersøkselsen, på samme måte som det generelle nivået. Det vil i så fall gi større variasjon i satsene avhengig av tidspunkt for avbruddet.
- Justere satsene for avbrudd over 24 timer. Dette finner vi ikke grunnlag for basert på gjeldende data.
- Innføre en korreksjonsfaktor for det geografiske omfanget av avbrudd. Det finnes ikke datagrunnlag for å gjøre det nå.

Hovedanbefaling

Vår hovedanbefaling er at man ikke justerer KILE-satsene for husholdninger nå, siden estimatene fra 2010-undersøkelsen er såpass usikre. Dersom man justerer satsene opp for så å justere dem ned igjen om kort tid, kan det være uheldig for troverdigheten til KILE-systemet.

Vi anbefaler derfor at det innhentes ny kunnskap før man justerer satsene gjennom nevnte stegvise tilnærming. Satser for lengre avbrudd bør baseres på konkrete erfaringer, og det bør vurderes å innføre en korreksjonsfaktor for omfanget av avbruddet.

Forbruksmønsteret og formålsfordelingen endrer seg over tid. Verdsettingsundersøkelser bør derfor gjennomføres med 10-15 års mellomrom.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

1 BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLING

Bakgrunnen for prosjektet er ordningen med kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi (KILE-ordningen). Endringene i KILE-ordningen som ble vedtatt i 2013, med virkning fra 1. januar 2015, omfattet ikke KILE-satsene for husholdningene. Det kom av at anbefalingene fra 2010-undersøkelsen, som ble lagt til grunn for endringer i KILE-satsene for andre forbruksgrupper, i noen tilfeller ville gi langt lavere satser enn de eksisterende satsene, og at man antok at dette hang sammen med den metoden som ble brukt. KILE-satsene fra 2002-undersøkelsen baserte kostnadsfunksjonen på det aritmetiske gjennomsnittet av husholdningenes betalingsvilje og beregnede kostnader, mens 2010-undersøkelsen bare undersøkte betalingsviljen. I 2002-undersøkelsen lå betalingsviljen vesentlig lavere enn de beregnede kostnadene.

Formålet med analysen er å vurdere alternative metoder for å verdsette husholdningenes kostnader ved avbrudd, og vurdere om det på dette grunnlaget kan foreslås nye kostnadsfunksjoner og korreksjonsfaktorer som er representative for avbrudd og rasjonering (heretter samlet omtalt som avbrudd, både varslede og ikke varslede) i strømforsyningen til husholdningene.

Problemstillingen kan oppsummeres som følger:

> *Hvilken metode bør brukes for å verdsette husholdningenes kostnader ved avbrudd i strømforsyningen, og hvilken kostnadsfunksjon med tilhørende korreksjonsfaktorer bør legges til grunn for KILE-satser for husholdningene?*

Rapporten er inndelt i følgende deler:

- I kapittel 2 drøfter vi metodevalget for de to undersøkelsene med utgangspunkt i økonomisk teori og en oversikt over ulike metoder for verdsetting. Videre vurderer vi undersøkelsenes representativitet statistisk, økonomisk og med utgangspunkt i det vi vet om hvilke formål elektrisitet brukes til i husholdningene.
- I kapittel 3 drøfter vi, på basis av svakheter som er avdekket i kapittel 2, hvordan metoden kan forbedres for å få mer robuste og troverdige estimater av kostnadene ved brudd i strømforsyningen
- I kapittel 4 drøfter vi hvorvidt KILE-satsene bør og kan justeres på basis av eksisterende data

Kostnader ved spenningsforstyrrelser er ikke en del av prosjektet, ettersom dette ikke er en del av dagens KILE-ordning verken for husholdninger eller andre kundegrupper

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

2 DRØFTING AV METODEVALG

2.1 Kostnaden ved avbrudd

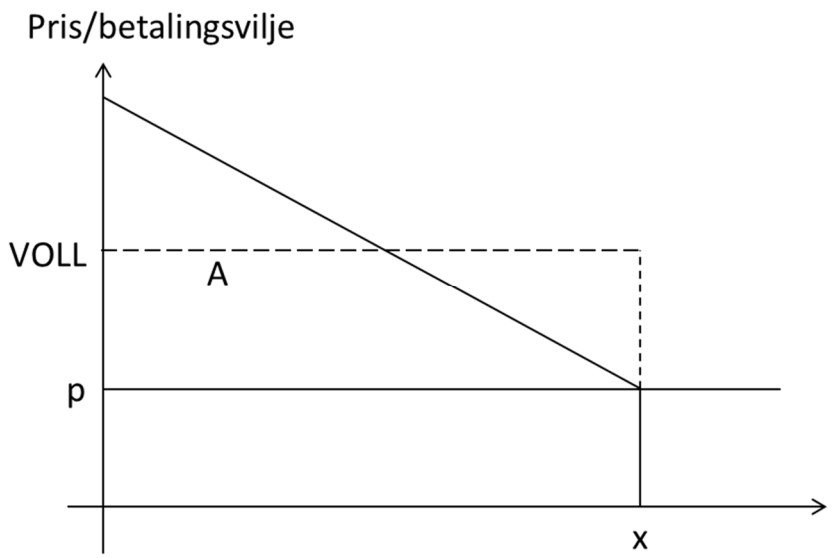
2.1.1 Teoretisk bakgrunn

Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi (KILE) høres muligens ut som et greit begrep, men hva er det egentlig? Som en bakgrunn for å vurdere ulike praktiske metoder for å anslå en kostnadsfunksjon for ikke-levert energi, er det nyttig å starte med den sentrale teorien på området. Vår drøfting her bruker alminnelig mikroøkonomisk teori. Joskow og Tirole (2007) er standardreferansen på feltet, men deres artikkel kan være vanskelig tilgjengelig.

Figur 1 illustrerer kjernen i situasjonen. Langs x-aksen måles kvantum strøm. Langs y-aksen måles husholdningenes etterspørselskurve, som uttrykker betalingsvilje for ulike kvanta per tidsenhet.[1] Betalingsviljen er størst for de første kvanta, som dekker husholdningenes basisbehov for lys og varme. Deretter synker den gradvis. Den vanlige situasjonen er at konsumentene tilbys strøm til prisen p og tilpasser seg i x. Forbruket x er kjennetegnet ved at den marginale betalingsviljen, dvs. betalingsviljen for den siste enheten, er lik med prisen p. Betalingsviljen for de øvrige enhetene er imidlertid høyere enn markedsprisen. Markedsprisen kan derfor ikke brukes til å verdsette det samfunnsøkonomiske tapet ved ikke-levert energi.

I en situasjon med ikke-levert energi får ikke konsumentene strøm. Kvantum er med andre ord null. Det samfunnsøkonomiske tapet knyttet til dette, per tidsenhet, er lik området A under etterspørselskurven. Det samfunnsøkonomiske tapet pr. enhet ikke-levert energi (kWh) er lik den stiplede linjen. På engelsk kalles denne størrelsen gjerne VoLL («Value of Lost Load»). Det norske navnet er «avsavnsverdi». For å finne avsavnsverdien VoLL tar vi arealet A og fordeler jevnt på alle x-ene. VoLL er med andre ord lik den gjennomsnittlige betalingsviljen for den ikke-leverte strømmen.

Figur 1 Betalingsvilje for ikke-levert energi, marginal og gjennomsnittlig (VoLL)



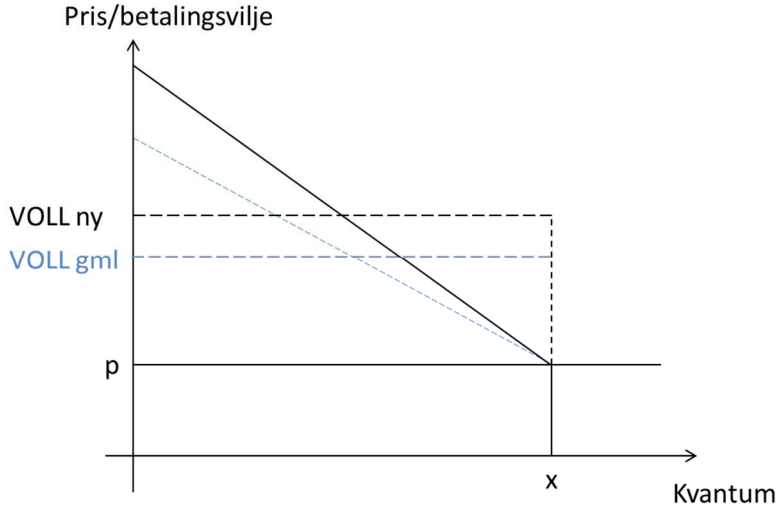
Vi bruker VoLL som det sentrale begrepet i dette kapitlet. Sammenhengen mellom VoLL, KILE og NVEs regulatoriske kostnadsfunksjon kommenteres andre steder i rapporten.

[1] I beregninger av betalingsvilje og nytte, også kalt konsumentoverskudd, er det den inntektskompenserte Hicks-etterspørselsfunksjonen som benyttes.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Et sentralt spørsmål i denne utredningen er hva som bestemmer VoLL. Figur 2 viser effekten av brattere etterspørselskurve.[2]

Figur 2 Brattere etterspørselskurve gir høyere VoLL



En brattere etterspørselskurve gjør at trekanten over gammel VoLL øker, og at den antydede trekanten utenfor etterspørselskurven minker. Derfor må VoLL øke og fjerne seg fra p. Se også vedlegg.

Jo brattere (mer uelastisk) etterspørselskurven er, desto høyere er VoLL i forhold til markedsprisen.

Flere forhold er med å avgjøre om etterspørselskurven er bratt, som for eksempel

Tid: Den langsiktige etterspørselskurven er gjerne mer elastisk, altså flatere, enn den kortsiktige etterspørselskurven i omegnen rundt tilpasningspunktet fordi husholdningene venner seg til de markedsforholdene som gjelder. Ved et strømbrudd vil det normalt være vanskelig å tilpasse seg til å begynne med, men ved lengre tids strømbrudd finner man løsninger og venner seg til at det ikke er strøm. Man skaffer seg stearinlys og en lommelykt, som gjør etterspørselskurven flatere. Etter hvert, dersom strømbruddet varer lenge, skaffer man seg kanskje en generator. Etterspørselskurven blir enda flatere. For hver slik tilpasning synker VoLL. Vi kan kalle dette tilvenningseffekten.

Tilvenningseffekten i retning av flatere langsiktig etterspørselskurve gjelder ikke nødvendigvis helt korte strømbrudd og helt kortsiktig strømetterspørsel. For eksempel kan et kortvarig strømbrudd føre til at middagen blir et kvarter forsinket. Det er til å leve med, og etterspørselskurven etter strøm kl 17 er flat så lenge man får strøm kl. 17.15. Men et langvarig strømbrudd fører kanskje til at man ikke får middag i det hele tatt. Da er etterspørselskurven etter strøm kl. 17 adskillig brattere. Først på lengre sikt overtar tilvenningseffekten (vedovn, middag hos venner (med strøm) i en annen by). Dersom strømbruddet skulle vare usedvanlig lenge, kan det tenkes at tilvenningseffekten ebber ut eller begynner å reverseres (vedovn mindre eksotisk, ulempene med å mangle varmtvann blir tydeligere, kan ikke utnytte venners gjestfrihet i lengden). Vi drøfter bl.a. dette nærmere i avsnitt 2.5.3.

Tilsvarende situasjon med en etterspørselskurve som først er flat, så blir bratt og så noe flatere igjen som funksjon av strømbruddets lengde er sannsynlig for etterspørsel etter strøm til installasjoner med lagringskapasitet (kjøleskap, fryser, varmtvannstank, eller varmen som sitter i veggene). Igjen er effekten av et kortvarig strømbrudd liten, men et langvarig strømbrudd på et døgn eller mer, kan ha stor effekt. På lengre sikt enn det, slår tilvenningseffekten inn, og på ekstra lang sikt kan det tenkes at tilvenningsmulighetene er brukt opp og strømbruddet svir mer.

[2] Påstander om effekter som fremkommer i dette avsnittet er belagt i vedlegg 1.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Disse momentene gjør at det kan være forskjell på VoLL knyttet til et helt kort avbrudd, mellomlangt avbrudd, og langt avbrudd. Figur 3 antyder VoLL som funksjon av tid i tråd med momentene vi har nevnt. Momentene er selvsagt helt subjektive, men de kan likevel være utgangspunkt for empiriske resonnementer. VoLL er i denne fremstillingen benevnt i kWh, slik at «VoLL som funksjon av tid» dreier seg om verdsetting av en enhet ikke-levert energi normert til kWh, som funksjon av avbruddets lengde. I Tabell 6 diskuterer vi VoLL som funksjon av tid for ulike bruksområder. Se også Boks 1.

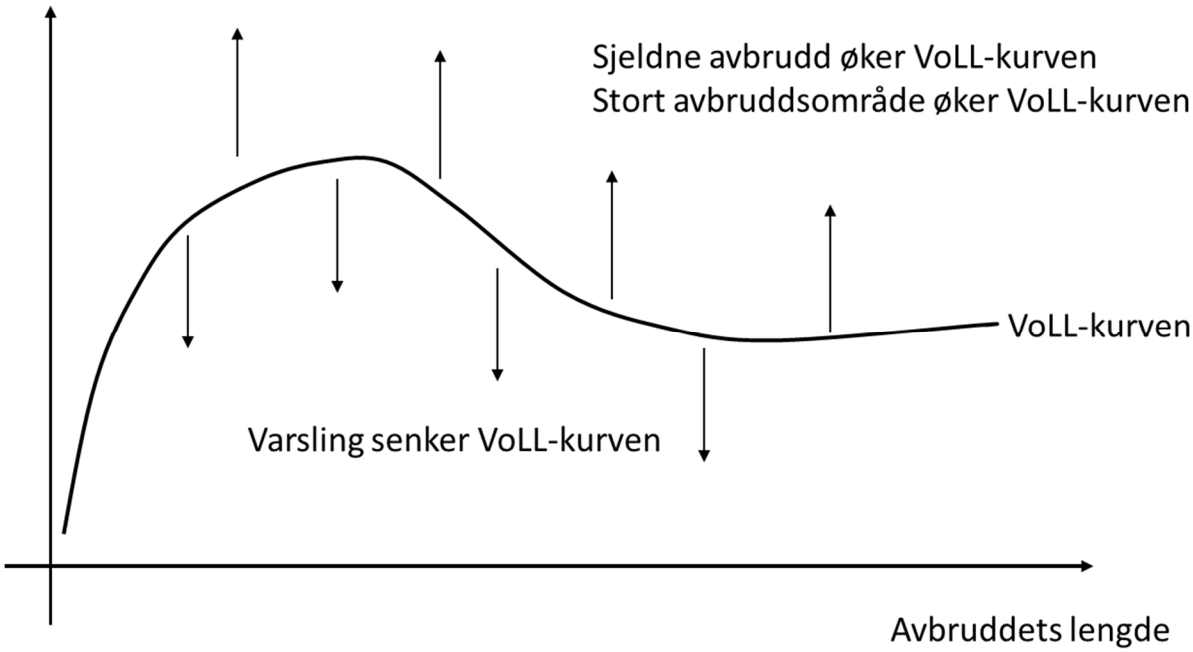
Boks 1 Mer om VoLL som funksjon av avbruddets lengde

Det har fremkommet et ønske om å fremstille VoLL som funksjon av avbruddets lengde. For dette formålet definerer vi at $x = f(p)$ er etterspørselen etter strøm på et tidspunkt som funksjon av strømprisen, og $p = g(x)$ er den inverse funksjonen pris/betalingsvillighet som funksjon av kvantum. En lineær utgave av $p = g(x)$ er tegnet i figurene.

Dersom strøm ikke blir levert er *x* null og den marginale betalingsvilligheten ved *x=0* kan leses av ved hjelp av *g(0)*. VoLL for strøm som blir borte et øyeblikk er da $VoLL = \frac{\int g(x)dx}{\overline{x}}$ der $\overline{x}$ er etterspurt kvantum til vanlig pris *p*. Imidlertid, som det står i teksten, er det rimelig at betalingsviljen for strøm på et tidspunkt er avhengig av hvor lenge strømmen er borte. Dersom strømmen er borte i et tidsrom *T* kan vi skrive $p = g(x;T)$. $g(x;T)$ er den marginale betalingsvilligheten for strøm av mengde *x*, som funksjon av lengden på strømbruddet som følger. Ved å putte dette inn i integralet får vi en ny VoLL for hver *T*, dvs. for hver mulig lengde på strømbruddet, på følgende måte: $VoLL(T) = \frac{\int g(x;T)dx}{\overline{x}}$. Hvis nå strømbruddet virkelig blir borte *T*, er samlet betalingsvillighet lik *VoLL(T) * T*, men strømmen i nevneren øker også og er $\overline{x} * T$. Kostnaden ved ikke-levert energi over en periode *T* blir *VoLL(T)*.

Det er *VoLL(T)* som er tegnet i Figur 3 på bakgrunn av hvor elastisk etterspørselskurven er på kort sikt, lang sikt osv. Utsagnene om elastisitet refererer til etterspørselskurven av typen $g(x;T)$ og dens inverse med *p* og *T* som argumenter. Ved siden av avbruddets lengde er det også andre faktorer som inngår og påvirker etterspørselskurven. Generelt kan vi skrive etterspørselen (med *x* som argument) som $g(x;Z)$ der *Z* er en vektor av variable som påvirker etterspørselen. Et av elementene i vektoren *Z* vil være strømbruddets lengde *T*, men det er også andre variable, se diskusjonen under.

Figur 3 Prinsippskisse for VoLL som funksjon av avbruddets lengde, varsling og avbruddsfrekvens



THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

En god empirisk analyse må være oppmerksom på VoLLs variasjon med avbruddets lengde. Vi skal senere se at det er forskjell på den såkalte 2002-undersøkelsen og 2010-undersøkelsen på dette punktet.

Frekvens: Dersom det er vanlig med strømbrudd, vil husholdningene ha lært å ta forholdsregler på samme måte som de over tid lærer av et pågående strømbrudd. Det kan tale for at VoLL for et strømbrudd alt annet like er lavere i et samfunn der strømbrudd er relativt vanlig. På den annen side kan det hevdes at et samfunn som ikke pleier å oppleve strømbrudd, som det norske, kan undervurdere de kostnadene det vil gi, fordi medlemmene i et slikt samfunn ikke klarer å sette seg inn i situasjonen. Det er derfor ikke sikkert at VoLLs relasjon til frekvens kommer til uttrykk i spørreundersøkelser. Det er et faktum at mange av de spurte i Norge mener at strømbrudd helt opp til fire timers varighet ikke vil ha særlige konsekvenser for dem, se under. Man kan spekulere på om det er en realitet eller skyldes manglende erfaring.

Varsling: Varsling er et annet moment som har med tilvenning å gjøre. Dersom et strømbrudd av en viss varighet er varslet, vil husholdningene kunne ta forholdsregler, og nyttetapet ved strømbrudd blir mindre. Det gjelder uansett hvor langt strømbruddet er. Joskow og Tirole (2007) bruker et eksempel med en person som vurderer å ta heisen. Dersom han er varslet om strømbruddet, er det grunn til å tro han vil ta trappen, men om han ikke er varslet, går han kanskje inn i heisen og må være der inntil strømbruddet er over. Varsling kan også tilskynde at man lader opp elbilen, kjører opp temperaturen på varmtvannet og termostaten i boligen, og kjøper inn ved før strømbruddet skjer. Kontakten på sensitivt elektrisk utstyr trekkes ut, osv.

Forskjellen mellom varslet og uvarslet avbrudd er nok størst dersom avbrudd skjer sjelden. Hvis avbrudd skjer mer hyppig, vil husholdningene ta risikoen i betraktning og uansett ha et ekstra vedlager, kjøpe en beskyttende kontakt til pc'en osv. Lofotkraft, som er nettselskap i et svært værutsatt forsyningsområde, har for eksempel utformet en informasjonsbrosjyre med råd om tiltak for å redusere konsekvensene ved strømbrudd. Brosjyren gav blant annet råd om mulige alternativer for oppvarming, lys og matlaging. Denne opplysningskampanjen bidro til at kundene tok forholdsregler og reduserte konsekvensene av stormen Ole (NVE, 2015).

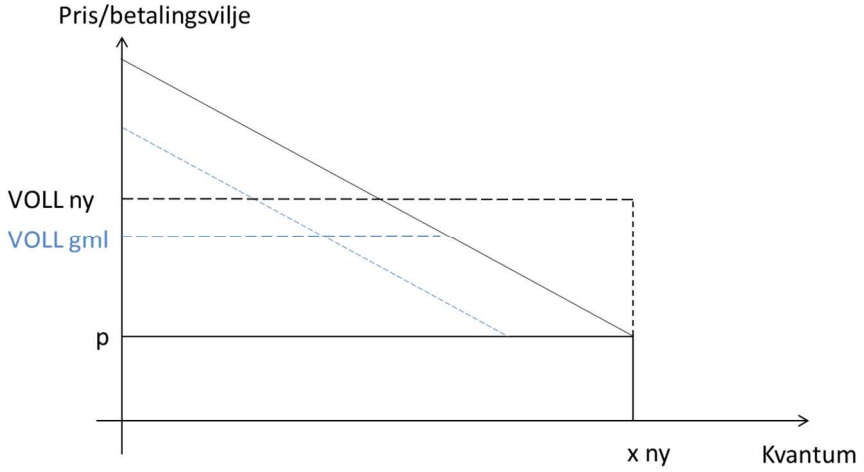
Det er altså grunn til å tro at det er forskjell i VoLL mellom et varslet og uvarslet avbrudd. En empirisk analyse må være oppmerksom på dette, og vi skal se at både 2002- og 2010-undersøkelsene finner forskjell mellom varslet og uvarslet avbrudd.

Avbruddsområde: Dersom strømbrudd skjer i et lite område, vil samfunnet rundt fungere Butikkene er åpne, kafeene fungerer, osv. Dermed blir det lettere for den som opplever strømbrudd å finne substitutter for godene de ikke får produsert hjemme pga. strømbruddet. Dersom avbrudd skjer i et stort område, blir det tilsvarende vanskeligere. Som vi kommer tilbake til senere, kan strømavbrudd som rammer et større område også innebære at samfunnskritiske funksjoner faller bort, som for eksempel tele og vann. Et stort avbruddsområde tenderer derfor til å øke VoLL. VoLL er ventelig større dersom de som opplever strømbrudd, bor langt fra folk. I en praktisk situasjon vil selvsagt antall kWh som går tapt også bety mye for nettselskapet.

Sesong, dag, tid på døgnet: Kraftetterspørselen i Norge er større om vinteren, større på hverdager, og større om morgenen. Dette har ledet til tanken om korreksjonsfaktorer for VoLL. Teoretisk kan situasjonen belyses ved hjelp av Figur 4. Anta at tilfellet vi nettopp analyserte i Figur 1, er en referansesituasjon med moderat etterspørsel. I Figur 4 har etterspørselskurven fått et parallelt skift utover og strømforbruket er høyere.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

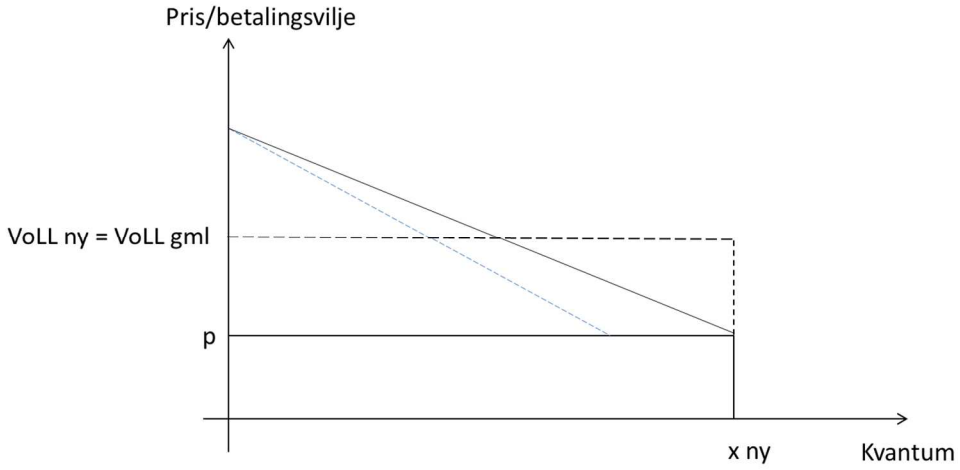
Figur 4 En parallell økning i etterspørselen gir høyere VoLL



Skiftet utover gjør at VoLL øker (intuitivt fordi etterspørselskurven starter høyere). Dette begrunner en korreksjonsfaktor for ulike tidspunkt for et strømbrudd.

I tilfellet med lineære etterspørselskurver er det den marginale betalingsviljen for *strøm i en situasjon uten strøm* (x lik null) som driver korreksjonsfaktoren. Dersom den marginale betalingsviljen for litt strøm ved strømbrudd er den samme om vinteren som om sommeren (for eksempel) er vedkommende korreksjonsfaktor null selv om strømetterspørselen skulle være større. Denne situasjonen, som er den motsatte av Figur 2, er vist i Figur 5.

Figur 5 Økt etterspørsel, men samme marginale betalingsvillighet for «litt strøm» ved strømbrudd, øker ikke VoLL



Også et tilfelle med brattere etterspørselskurve, jf. Figur 2 over, kan beskrives ved hjelp av den marginale betalingsviljen for litt strøm ved strømbrudd. Brattere etterspørselskurve flytter marginal betalingsvilje ved null strøm oppover og det er denne økningen i høyde som driver økning i VoLL. Økt lengde/større kvantum har ikke noe å si i seg selv. Som sagt gjelder disse tydelige resultatene først og fremst ved lineære etterspørselskurver.

Et parallelt skift i lineær etterspørsel øker altså VoLL og begrunner en korreksjonsfaktor relativt til «alminnelig» VoLL. Dette er tatt hensyn til i norske empiriske studier fra 2002 og 2010. Betalingsviljen for litt strøm ved strømbrudd (null strøm) kan være en nyttig indikator for korreksjonsfaktorens størrelse.

Virkninger på produksjonsleddet: I Figur 1 er KILE og VoLL knyttet til området A, som er forskjellen mellom betalingsvilje og pris summert over kvantum fra null (ikke levert energi) til x (vanlig

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

strømforbruk) på et tidspunkt. Dette målet for KILE og VoLL forutsetter implisitt at produsentene under et strømbrudd kan selge strømmen et annet sted til prisen p, eller at de sparer kostnader lik p dersom de ikke får solgt strømmen. Dette er jo ikke sikkert. Ved et strømbrudd kan det hende produsentenes mulighet til å levere strøm blokkeres. Det er et empirisk spørsmål om de taper på dette. I et vannkraftverk med god magasinkapasitet kan energien lagres og produseres en annen dag (vannverdien er høy), slik at produsentene neppe taper mye. Men i andre tilfeller og andre teknologier kan produsentene i verste fall måtte fortsette å la produksjonen gå. Det kan for eksempel gjelde elvekraftverk, vindkraftverk og såkalte plusskunder som har overskuddsstrøm å levere til nettet, men ingen nevneverdig lagringskapasitet. I verste fall bør det firkantede arealet *px* legges til A, og VoLL øker.

En del av kraftprisen til forbruker er betaling for bruk av nettet. Denne kostnaden bortfaller ikke under avbrudd og blir altså parallell med «å la produksjonen gå». Men den forutsettes internalisert hos netteier og er ikke med i beregningen av VoLL.

Vi oppfatter det som utenfor denne utredningens mandat å diskutere virkninger av ikke-levert strøm til husholdninger for produsentleddet, men en teoretisk gjennomgang vil være ufullstendig uten å nevne momentet. Verken norske eller utenlandske analyser vi har sett, legger nevneverdig vekt på momentet, om det i det hele tatt nevnes. En ordning som gir kompensasjon til kraftprodusenter i distribusjonsnettet kan imidlertid bli mer relevant etter hvert, ettersom andelen produsenter på lavere nettnivåer øker (flere plusskunder, småkraftprodusenter, osv.).

Eksterne virkninger av forsyningssikkerhet: I mange analyser av kostnaden ved ikke-levert energi og i publikasjoner som nettmeldingen, er forsyningssikkerhet et moment. Forsyningssikkerhet handler om at etterspørselen/betalingsviljen for ikke-levert energi presumptivt ikke tar hensyn til samfunnsmessige ringvirkninger. Den naturlige tolkningen i et samfunnsøkonomisk rammeverk er at avbrudd gir eksterne, ikke-internaliserte virkninger. Spørsmålet er om det er samfunnsmessige kostnader av strømbrudd som ikke er internalisert i VoLL.

For å diskutere det spørsmålet, er det viktig å forstå hva som *er* internalisert i VoLL. Det vanlige er å si at virkninger gjennom prisene er internalisert i VoLL.

For eksempel kan strømbrudd endre konsumentenes kjøpevaner, som i verste fall kan gi underskudd og konkurs i enkelte bedrifter. Dette er en ringvirkning, men det er ingen ekstern virkning så lenge prisene uttrykker bedriftenes grensekostnad. Et annet eksempel er at strømbrudd hjemme hos en arbeidstaker kan føre til at vedkommende må holde seg hjemme fra jobben. Jobbens produksjon kan rammes og i verste fall blir det underskudd og konkurs. Det er en ringvirkning, men ingen ekstern virkning så lenge lønningene avspeiler arbeidstakernes grenseproduktivitet.

Vi vil argumentere for at dersom VoLL beregnes noenlunde riktig, vil begrepet fange opp virkninger man kunne tro skulle ligge i rubrikken forsyningssikkerhet. Hva er det så man mener med eksterne virkninger som ikke er internalisert gjennom prisene? Det typiske eksemplet er bedrifter som påvirker hverandre positivt gjennom miljø- eller klyngeeffekter. I tilfellet husholdninger er det liknende effekter knyttet til bostedsbeslutninger – dersom hyppige strømbrudd fører til at husholdninger flytter, kan det gå ut over de gjenværende husholdningenes muligheter til å bli boende og verdien av boligene i området. Dette er en kostnad av strømbrudd som ikke kommer til utrykk i markedet. Det er imidlertid ikke vanlig i Norge å begrunne sine bostedsvalg i faren for strømbrudd. Eksterne virkninger av et motsatt slag kan oppstå i den grad husholdninger lærer av hverandre hvordan man best kan håndtere et strømbrudd. Dette gir en redusert kostnad i forhold til hva som kommer til uttrykk i betalingsvillighet.

Pöyry og SINTEF (2012a) kom til at det ikke eksisterer særlige eksterne virkninger på forsyningssikkerhet av ikke-levert energi til husholdninger. Vi slutter oss til dette og vil ikke drøfte momentet videre i denne rapporten.

Virkning av økt inntekt mv: I mange anvendte sammenhenger oppstår spørsmålet om å anslå fremtidig VoLL, og spesielt om VoLL bør øke i takt med inntekt. En teoretisk analyse taler for det. Et naturlig utgangspunkt er å anta at husholdningenes etterspørsel, alt annet like, øker med inntekten. Ved lineær etterspørsel og parallelle skift som følge av inntekt, har vi en situasjon som i Figur 4.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

VoLL øker med inntekt dersom inntekt driver strømetterspørsel. Hvis inntekt øker over tid, kan vi si at VoLL øker over tid.

Nå er jo situasjonen at husholdningenes etterspørsel etter strøm i Norge bare øker i beskjeden grad, om i det hele tatt. Det kan skyldes at elektriske apparater er blitt mer effektive og boligene bedre isolert, så vi ikke trenger like mye strøm for å oppnå samme komfort. Det er mulig etterspørselskurven etter elektrisitet av denne grunn er blitt uavhengig av inntekt. Da taler ikke inntektsvekst for økt VoLL over tid. En annen mulighet er at vi går mot en situasjon med brattere etterspørselskurve slik at den marginale betalingsviljen for strøm ved strømbrudd (null strøm) henger sammen med inntekt, men markedspunktet er som før. Mange vil for eksempel være enige i at utbredt bruk av internett og smarttelefoner er med å øke fortvilelsen når strømmen forsvinner. Bruk av strøm i nye anvendelser, som f.eks. til elbiler, taler også for økt betalingsvilje ved null strøm. En situasjon med brattere etterspørsel ble illustrert i Figur 2 og i dette tilfellet bør VoLL øke med inntekt. Bedre boligisolering kan trekke i motsatt retning og bidra til å begrense nyttetapet dersom strømmen blir borte en stund.

Verken 2002-undersøkelsen eller 2010-undersøkelsen legger opp til at VoLL og KILE skal øke med inntekt over tid.

2.2 Generelt om metoder for å vurdere avbruddskostnader

Det publiseres jevnlig rapporter og ny forskning om kostnader ved ikke-levert energi. Oversikten her er særlig basert på Pöyry og SINTEF (2010) og London Economics (2013a,b). Andre eksempler er SINTEF (2013), Deloitte Consulting (2014), Leahy og Tol (2011) og Praktiknjo m.fl. (2011).

Av hensiktsmessighetshensyn omtaler vi i hovedsak ulike metoder med sine engelske navn. En norsk språkbruk har ikke festet seg på flere av begrepene og de engelske navnene er godt forstått blant norske spesialister.

Pöyry og SINTEF (2010) skiller mellom

- Direct worth (direkte kostnad)
- Contingent valuation (betinget verdsetting)
- Conjoint analysis (senere skiftet navn til Choice Experiments, kalt samvalgsundersøkelser eller valgeksperimenter på norsk)
- Preparatory action (tiltak for å møte strømbrudd)

SINTEF (2013) uttaler at alle metodene er av typen Stated preference (uttalte preferanser), mens London Economics (2013 a,b) mener at Direct Worth er eksempel på Revealed Preference (avslørte preferanser). I tillegg finnes Production Cost Method (produksjonskostnadsmetoden, som også går under navnet macroeconomic methods) og Case Studies (av strømbrudd som har skjedd).

Selv om mange metoder kan ha interesse, konsentrerer vi oss nå om Direct Worth og Contingent Valuation. En kort drøfting av Choice Experiments er inkludert i omtalen av Contingent Valuation. Direct Worth og Contingent Valuation er klart mest populære i praksis (Pöyry og SINTEF, 2010), de er metodene brukt i de norske undersøkelsene fra 2002 og 2010, og de er særskilt nevnt i mandatet for vår utredning.

2.3 Nærmere om metodene Direct Worth og Contingent Valuation

2.3.1 Styrker og svakheter ved Direct Worth

Direct Worth går ut på at forskerne ber de spurte om å anslå sine kostnader, altså de monetære utlegg, knyttet til et strømbrudd. Det vanlige er at flere scenarioer for strømbrudd blir presentert for de spurte, som må spesifisere sine kostnader innenfor bestemte kostnadskategorier (Pöyry og SINTEF, 2010). Pöyry og SINTEF legger vekt på at strømbruddet er hypotetisk. London Economics hevder metoden også kan brukes i etterkant av faktiske strømbrudd, og det er vel da metoden blir «revealed» (avslørt).

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Pöyry og SINTEF fremhever som en styrke ved Direct Worth at de spurte vanligvis er forholdsvis godt kjent med hva ulike tiltak ved strømbrudd kan komme til å koste. Det er også en fordel at resultatene kan brukes direkte til å konstruere kostnadsfunksjoner.

Det finnes imidlertid også ulemper ved metoden, jf. Tabell 1. Pöyry og SINTEF (2010) legger vekt på tre ulemper. For det første er Direct Worth så langt bare benyttet til å spørre om monetære kostnader (utlegg). Metoden ignorerer ulemper av ikke-monetær art som også inngår i nyttetap ved strømbrudd/betalingsvilje for strøm. Ikke-monetære ulemper kan være irritasjonen over å måtte flytte middagen eller tidstap ved å dra hjemmefra for å få seg mat, det ukomfortable med å dusje i kaldt vann, skuffelsen over å ikke få brukt mobilen når den er utladet, osv.

For det andre må de spurte ofte gjøre en stor innsats for å besvare spørreskjemaet. Spørsmålene er vanligvis ganske krevende og tar tid å besvare. Likevel kan svarene bli unøyaktige.

For det tredje fremhever Pöyry og SINTEF at de spurte kan svare strategisk. Det kan være fristende å overdrive sine kostnader dersom man vet eller tror at svarene man gir, skal bidra til å avgjøre om strømforsyningen blir sikker eller ei. Alle vil jo alt annet like være interessert i en sikker strømforsyning.

London Economics, som gjennomgående er skeptisk til Direct Worth, fremhever flere ulemper. Aktuelle indikatorer for kostnad er ifølge London Economics kostnaden ved en back-up generator, eller kostnaden ved kontrakter for utkoblbart forbruk («interruptible contracts»). Men slike indikatorer er misvisende og for høye dersom husholdningene ikke kjøper slikt utstyr eller inngår slike kontrakter. Husholdningene vil neppe gjøre det før strømbruddene blir omfattende, jf. drøftingen av tilvenning over. Ytterligere et problem er at back-up tiltakene er imperfekte substitutter for strøm. En propanovn er for eksempel ikke et fullgodt substitutt for stekeovnen, mens en middag på restaurant kan gi høyere nytte enn en middag hjemme.

2.3.2 Styrker og svakheter ved Contingent Valuation

Contingent Valuation går ut på at forskerne ber de spurte om å anslå sin betalingsvilje for å unngå et hypotetisk strømbrudd. Det vanlige er at flere scenarioer for strømbrudd blir presentert for de spurte. Det er også mulig å spørre om hvilken kompensasjon som er nødvendig for å komme likt ut med et strømbrudd som uten strømbrudd. Dette er skillet mellom Willingness to Pay (WTP) og Willingness to Accept (WTA).

Pöyry og SINTEF (2010) slår fast at Contingent Valuation gjør det mulig å estimere den ekvivalente kostnaden av ulemper som ikke er monetære. Dette fremheves også av London Economics (2013 a,b) som en stor fordel.

Flere av ulempene ved Direct Worth er ifølge Pöyry og SINTEF også tilstede i Contingent Valuation: Spørreskjemaet er krevende og tar tid å besvare, og de spurte kan finne på å svare strategisk. I tillegg fremhever Pöyry og SINTEF fenomenet proteststemmer, dvs. at noen av de spurte svarer null eller et meget lavt beløp fordi de mener strømbrudd er noe som Staten bør betale; eller fordi de avviser å bruke verdsetting til å undersøke problemstillingen optimal forsyningssikkerhet. Loss aversion, status quo bias, kognitive problemer og andre fundamentale svakheter ved mikroøkonomisk konsumentteori er også problemer som Pöyry og SINTEF påpeker. Problemene kommer blant annet til uttrykk ved at det empirisk kan være betydelig forskjell mellom Willingness to Pay og Willingness to Accept, enda disse i teorien bør være like på marginen.

London Economics er, i tråd med sin grunnholdning, mer positiv til Contingent Valuation. Flere av grunnlagsproblemene som påpekes av Pöyry og SINTEF, kan reduseres og langt på vei løses med moderne metoder og spørreskjemaer. I tillegg hevder London Economics at mange av de spurte er i tvil om hvor store monetære kostnader et strømbrudd medfører for dem, og at det er lettere å besvare et spørsmål om alternativkostnad/betalingsvilje. På dette punktet er altså de to kildene uenige. Pöyry og SINTEF hevder de spurte har relativt god kunnskap om sine direkte kostnader.

Contingent Valuation er en metodikk i stadig utvikling. I moderne beste praksis er det uvanlig å spørre åpne spørsmål om betalingsvillighet, og det legges større vekt enn før på at betalingsformen («payment vehicle») skal være troverdig. Det er nå vanlig å stille de spurte overfor ulike

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

kombinasjoner av nytte av tiltak og kostnad ved tiltak, og be de spurte svare ja eller nei til disse kombinasjonene. Dette blir altså å ta stilling til om betalingsvilligheten for slik-og-slik er større enn et bestemt beløp. Ved å stille en rekke slike spørsmål til mange mennesker får man et univers av datapunkter som kan brukes til å estimere betalingsvillighet. En slik fremgangsmåte kalles Valgeksperimenter (Choice Experiments).

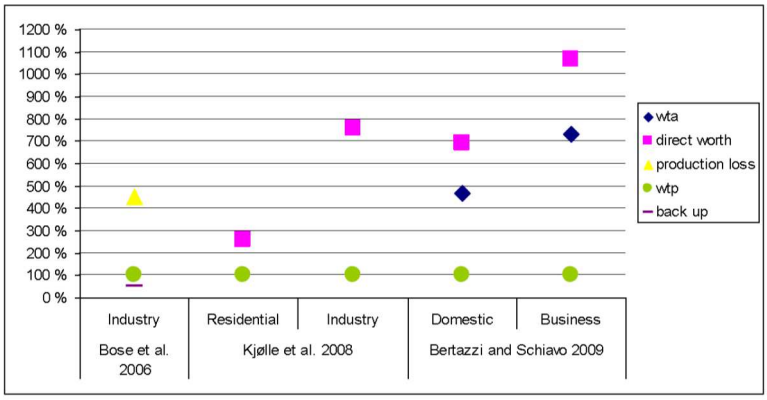
Tabell 1 oppsummerer diskusjonen over i form av like og ulike egenskaper ved de to metodene.

Tabell 1 Fordeler og ulemper ved Direct Worth og Contingent Valuation

Metode	Har med ikke-monetære kostnader	Tidkrevende å besvare	Mulighet for strategiske svar	Upresise estimater (se tekst for årsaker)
Direct Worth		-	-	(-)
Contingent Valuation	+	-	-	-

Siden Contingent Valuation har med ikke-monetære kostnader, skulle en forvente at estimert VoLL ved bruk av Contingent Valuation er høyere enn ved Direct Worth. Det ser imidlertid ikke ut til å være regelen. Figur 6 under er hentet fra Pöyry og SINTEF (2010) og viser at tre undersøkelser som har brukt begge metoder, beregner Direct Worth henimot ti ganger så høyt som WTP. Figuren viser også eksempler på at WTA ligger mye høyere enn WTP.

Figur 6 Direct Worth er ofte høyere enn WTA, som er høyere enn WTP



Kilde: Pöyry og SINTEF (2010)

Også den norske undersøkelsen fra 2002 fant høyere estimat ved hjelp av Direct Worth enn ved hjelp av WTP. Hvis man skal ta tallene på alvor, er altså den direkte kostnaden ved et strømbrudd høyere enn både betalingsvillighet for å unngå strømbrudd og nødvendig kompensasjon for å akseptere strømbrudd. Gjennomsnittsforbrukeren skulle altså være interessert i å sponse litt av kostnaden ved elektronikk som går i stykker osv. dersom det blir strømbrudd. Her er det noe som ikke stemmer, men man kan ikke a priori si om det er Contingent Valuation-estimatene som er for lave eller Direct Worth-estimatene som er for høye. Det krever en sak-til-sak gjennomgang av hver enkelt undersøkelse.

Det er også problematisk at WTA ligger høyere enn WTP. Ifølge standard økonomisk teori bør forbrukerne på marginen være indifferent mellom å betale p for å få tilgang på marginal strøm, og å kompenseres p dersom de ikke får tilgang på marginal strøm. På den annen side er det etter hvert grundig dokumentert gjennom såkalte «coffee mug experiments»[3] osv. at brukere verdsetter det de

[3] Coffee mug experiments går ut på at forsøkspersonen får tilbud om å kjøpe et ordinært kaffekrus (wtp). Betalingsviljen for kruset er gjerne lav. En annen forsøksperson får kruset som gave, hvoretter han får tilbud om å selge det (wta). I nesten alle eksperimenter viser salgsprisen seg å være høyere enn kjøpsprisen.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

har langt mer enn det de ikke har, og det er utviklet teori innen atferdsøkonomi for å forklare fenomenet. Forskjellen mellom WTA og WTP går altså an å forklare, selv om den synes svært stor i undersøkelsen til Bertazzi og Schiavo som figuren viser til. Den praktiske konsekvensen av å anerkjenne forskjell mellom WTA og WTP er å være oppmerksom på samfunnets valgsituasjon i det enkelte tilfellet. Her skal KILE brukes som incentiv for selskapene til å investere i forsyningssikkerhet. Dersom nullalternativet er dagens sikkerhet og investeringen dreier som å øke sikkerheten, vil WTP være den relevante størrelsen. Dersom nullalternativet er at sikkerheten blir dårligere (f.eks. på grunn av manglende vedlikehold) og investeringen er å opprettholde sikkerheten, vil WTA være den relevante størrelsen.

2.4 Om metodene som er benyttet i de to forskningsprosjektene

Vinteren 2001-2002 gjennomførte SINTEF i samarbeid med SNF og NVE en spørreundersøkelse av kostnaden ved ikke-levert energi til ulike brukergrupper («2002-undersøkelsen»). Våre hovedkilde for dokumentasjon av undersøkelsen er Samdal m.fl. (2002, 2003). I perioden 2008-2011 gjennomførte Pöyry Management Consulting og SINTEF en ny undersøkelse («2010-undersøkelsen»). Kilder for 2010-undersøkelsen er Pöyry og SINTEF (2012a,b). Vi sammenlikner her resultater og metoder i de to studiene.

2.4.1 Beskrivelse av metoder og hovedresultater

Begge undersøkelsene er spørreundersøkelser av typen Stated Preference som baserer seg på spørreskjemaer sendt ut til et representativt antall husholdninger. I 2002-undersøkelsen ble det spurt om Direct Worth og om Contingent Valuation. 2010-undersøkelsen spurte om Contingent Valuation. Sentrale resultater fra undersøkelsene er gjengitt i tabellen under.

Tabell 2 Anslag for avbruddskostnader i 2002 og 2010.

Undersøkelse	Metode	Varigheter					
		1 min	1 time	2 timer	4 timer	8 timer	24 timer
2002	DW	-	13,62	27,61	59,39	103,80	-
2002	CV	-	5,90	11,04	20,92	38,28	-
2002	M	-	10,05	19,35	40,48	69,26	-
2010	CV	0,12	5,20	-	36,30	85,61	183,46

Kilde: Pöyry og SINTEF (2012a). Enhet kr/kW. 2002-tallene er fremført til 2010-kroneverdi.

I tabellen refererer DW til Direct Worth og CV til Contingent Valuation. Størrelsen M er gjennomsnittet av DW og CV, altså

$$M = \frac{DW + CV}{2}$$

Oppmerksomheten i etterkant har konsentrert seg om forholdet mellom M-estimatene i 2002 og CV-estimatene i 2010. Vi ser at for strømbrudd på 1 time er CV-estimatene i 2010 omtrent halvparten av M-estimatene fra 2002 (fremført til 2010-pengeverdi). På 4 timer er estimatene forholdsvis like, og på 8 timer er 2010-estimatene høyest.[4] Vi ser også at estimatene for Direct Worth i 2002-

[4] Disse forskjellene er greit beskrevet i Pöyry og SINTEF (2012a), men i Pöyry og SINTEF (2012b) er det blitt til at estimatene er like på 1 time. Det er de jo ikke.

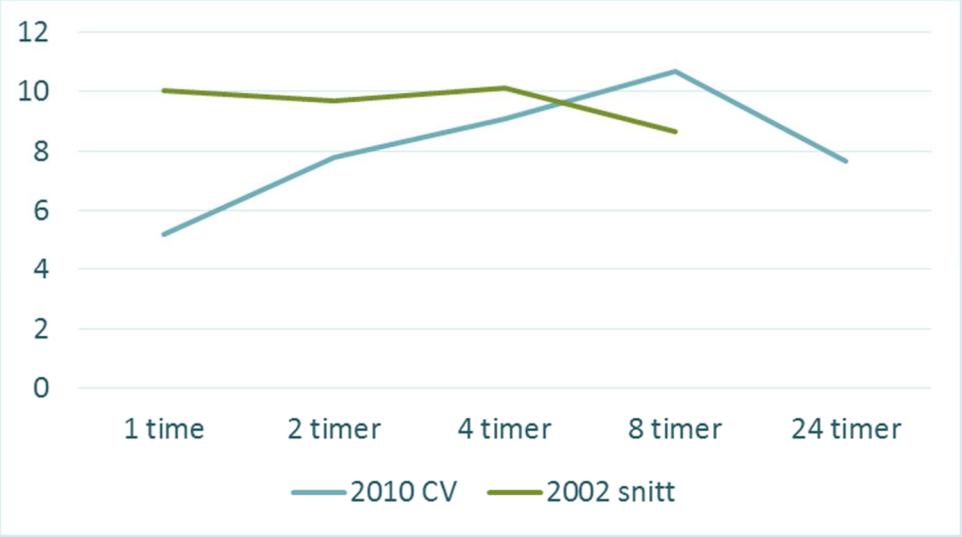
THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

undersøkelsen ligger godt over CV-estimatene, i strid med intuisjon, men i tråd med andre undersøkelser.

For avbrudd på en time er CV-estimatene i 2002 og 2010 svært like. For avbrudd av lengre varighet ligger CV-estimatene i 2010 godt over CV-estimatene i 2002.

2010-estimatene antyder en stigende marginal kostnad av avbrudd som funksjon av tid. Fire timers avbrudd er ca. syv ganger så ille som én times avbrudd, og åtte timers avbrudd er mer enn dobbelt så ille som fire timers avbrudd. 24 timers avbrudd er imidlertid mindre enn tre ganger så ille som åtte timers avbrudd ifølge 2010-undersøkelsen. I 2002-undersøkelsen antyder estimatene nesten påfallende konstant marginal kostnad, se Figur 7.

Figur 7 Avbruddskostnader pr. time, kr/kW



Med noe videre bearbeiding av tallene er Tabell 2 blitt til forskjellene som oppsummeres i tabell 5 i NVE (2013b), gjengitt i faksimile under:

Tabell 5 Sammenligning av avbruddskostnader (kr/kW) ved kostnadsfunksjon for husholdninger

Varighet	Avbruddskostnad 2012-kr med gjeldende kostnadsfunksjon	Avbruddskostnad 2012-kr med nytt forslag til kostnadsfunksjon	Endring
1t	10,9	5,1	-53 %
2t	20,8	15,6	-25 %
4t	40,4	36,7	-9 %
8t	79,7	87,7	10 %
12t	119,0	112,6	-5 %
24t	236,9	187,3	-21 %

Begge undersøkelsene tar som vi har sett, utgangspunkt i et strømbrudd ved middagstid om vinteren. Dette er kanskje antatt å være den maksimalt ugunstige tiden en husholdning kan oppleve strømbrudd på, men begge undersøkelsene spør hvor mye lavere kostnad og betalingsvilje er på andre tidspunkter og sesonger. Merk at 2002-undersøkelsen bare spør om dette for DW – det spørres etter *omtrentlige anslag på endringer i utgifter*. 2010-undersøkelsen spør om betalingsvillighet – *hvor mye endres beløpet husholdningen er villig til å betale.*

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

De to undersøkelsene kommer til ganske forskjellige resultater når det gjelder avvik mellom middagstid vinter og andre tider og sesonger (Tabell 3).

Tabell 3 Avbruddskostnaden ved middagstid om vinteren er høyere enn ellers

Kjennetegn	Verdi	2002-undersøkelsen Prosentvis avvik fra referansetidspunkt 2002	2010-undersøkelsen Prosentvis avvik fra referansetidspunkt 2010
Klokkeslett	Kl. 18	12	-31
	Kl. 02	-9	-60
Ukedag	Lørdag	9	7
	Søndag	11	7
Årstid	Vår	-7	-43
	Sommer	-22	-56
	Høst	-4	-25
Varsling	24 timer	-13	-45
	3 døgn	-	-48
	7 døgn	-	-49

2002-undersøkelsens avvik fra basisestimatet er jevnt over mye mindre enn i 2010. Det er konsistent med at 2002-undersøkelsen er langt mer stabil i forhold til avbruddets lengde. 2002-undersøkelsen er kort og godt mer stabil langs alle dimensjoner. For korte og moderate avbrudd på 1 time eller mindre, gjør de store korreksjonsfaktorene i 2010-undersøkelsen at reduksjonen i forhold til gjeldende KILE blir enda større på andre tidspunkter enn på referansetidspunktet om vinteren.

Referansetidspunktet for 2002-undersøkelsen er kl. 16 en hverdag i januar, se neste avsnitt. Samdal m.fl. (2003) kommenterer ikke hvorfor husholdningenes betalingsvilje er større klokken 18. I deres undersøkelse holder betalingsviljen seg høy utover kvelden og et strømbrudd kl. 20 oppleves også som verre enn strømbrudd kl. 16.

De til dels betydelige forskjellene mellom undersøkelsene i 2002 og 2010 kan gjøre en nysgjerrig på detaljene i undersøkelsene. Hvordan er spørsmålsstillingen, hvor mange er spurt, hvordan er resultatene bearbeidet og hvor robuste er de?

2.4.2 Spørsmålsstilling i 2002-undersøkelsen

2002-undersøkelsen spør altså både om Direct Worth og Contingent Valuation. Først kommer et oppvarmingsspørsmål (Samdal m.fl. 2002):

Forestill Dem at et strømbrudd oppstår uten varsel kl 16.00 en vanlig hverdag i januar. Strømmen blir borte i fire timer, men dette visste De ikke på forhånd. Nedenfor angis ulike problemer som kan oppstå. Vennligst vurder for hver situasjon hvor store ubehag og vansker et slikt strømbrudd ville ha medført for husholdningen. Sett kryss for hvert passende alternativ (understrekning i det originale spørreskjemaet).

Så følger en del mulige konsekvenser, nemlig *kan ikke lage middag, kan ikke bruke radio/stereoanlegg/TV, kan ikke bruke elektrisk lys, kan ikke bruke vaskemaskin, tørketrommel eller oppvaskmaskin, kan ikke bruke hjemmekontor/PC, temperaturen i hjemmet synker, temperaturstigning i fryser/kjøleskap, økt risiko for ulykker i hjemmet, og kan bli utsatt for kriminelle handlinger (alarm, off. belysning virker ikke).* De spurte blir bedt om å vurdere sin grad av ubehag på en firedelt skala fra intet ubehag til svært stort ubehag.

Neste spørsmål dreier seg om å anslå utgifter ved et strømbrudd:

Forestill Dem at et strømbrudd oppstår uten varsel kl 16.00 en vanlig hverdag i januar. Hva er Deres kostnader forbundet med et strømbrudd av forskjellig varighet? Sett en ring på skalaen nedenfor. De spurte blir bedt om å markere kostnaden ved strømbrudd på 1 time, 2 timer, 4 timer og 8 timer.

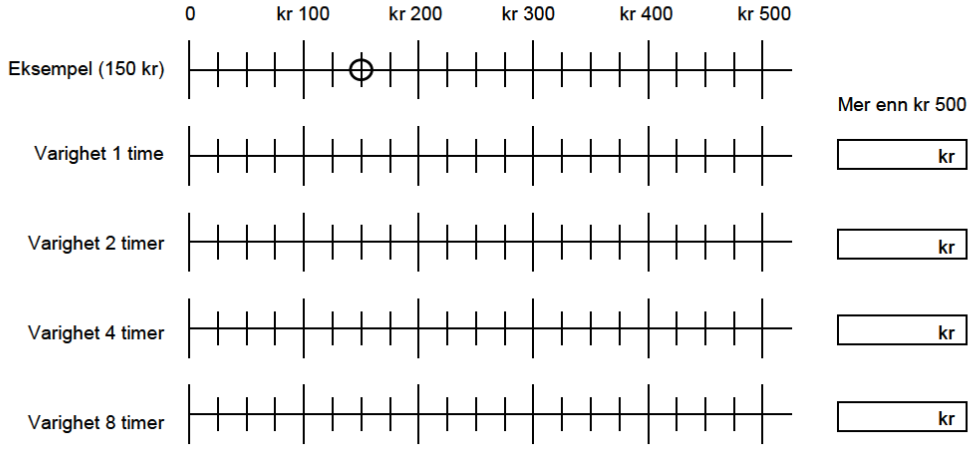
THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Anslå utgifter ved ikke varslet strømbrudd

7

Når strømmen blir borte kan det bli nødvendig å gjennomføre forskjellige tiltak som medfører utgifter for husholdningen (f eks kjøpe mat på kafe, benytte vedovn, stearinlys osv.)

Forestill Dem at et strømbrudd oppstår uten varsel kl. 1600 en vanlig hverdag i januar (spørsmål 6).
Hva er Deres kostnader forbundet med et strømbrudd av forskjellig varighet? Sett en ring på skalaen nedenfor:



Som vanlig i slike sammenhenger svinger avgitte svar voldsomt, for eksempel fra 0 til 227 kr/kWh for en times avbrudd (Samdal m.fl. (2002) tabell 8.3.1. Men gjennomsnittet av de spurte svarer meget konsistent omtrent 12 kr pr. kWh, jf. Samdal m.fl. (2002) tabell 15. De gir 11,50 som kostnad ved en times avbrudd; 23,50 som kostnad for to timers avbrudd, 51 kr som kostnad ved fire timers avbrudd og 88 kr som kostnad ved åtte timers avbrudd.

Samdal m.fl. (2002) går så over til å spørre om betalingsvilje. Spørsmålet lyder:

Anta at en reserveforsyning er tilgjengelig som vil kunne forsyne husstandens totale elektrisitetsbehov under et strømbrudd. De vil bli fakturert av nettselskapet over strømregningen kun for de tidsrom der reserveforsyningen faktisk benyttes av Dem (av/på bryter i boligen). Tenk Dem at strømmen blir borte en ettermiddag i januar. Hvor mye er De villig til å betale for en slik tjeneste hver gang de benytter den? (Understreking i original).

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

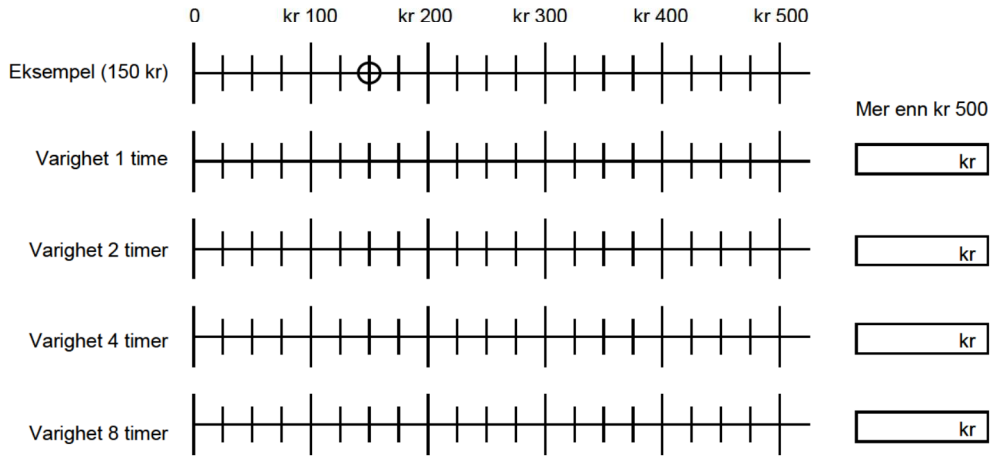
Anslå verdsettelse av mulig reserveforsyning

10

Anta at en reserveforsyning er tilgjengelig som vil kunne forsyne husstandens totale elektrisitetsbehov under et strømbrudd.

De vil bli fakturert av nettselskapet over strømregningen kun for de tidsrom der reserveforsyningen faktisk benyttes av Dem (av/på bryter i boligen).

Tenk Dem at strømmen blir borte en ettermiddag i januar. Hvor mye er De villig til å betale for en slik tjeneste hver gang De benytter den? Sett en ring på skalaen nedenfor:



Også her svinger svarene voldsomt, f.eks. mellom 0 og 91 kroner for en times avbrudd. (Figur 7 i Samdal m.fl. (2002) tyder på at ca. 180 av 220 spurte svarer 0 på spørsmålet om betalingsvillighet for en times avbrudd, men tallet er ikke oppgitt i rapporten. Forfatterne korrigerer en del av nullsvarene, se under.) Gjennomsnittet svarer meget konsistent 4,50 kroner pr. kWh. Etter viderebehandling og oppdatering til 2010 blir dette til tallene i Tabell 2 over.

Resultatene til Samdal m.fl. (2002) tilsier altså at selv om gjennomsnittet oppgir kostnader på 12 kroner pr. kWh dersom forsyningen svikter, er gjennomsnittet bare villig til å betale 4,50 kroner for å opprettholde stabil strømforsyning. Samdal m.fl. (2002) diskuterer ikke mulige årsaker til dette, for eksempel om det er flere nullsvar (protestsvar) til spørsmålet om betalingsvillighet, eller om ordbruken «en ettermiddag» ikke oppfattes likt med «kl. 16».

2.4.3 Spørsmålsstilling i 2010-undersøkelsen

I 2010-undersøkelsen blir de spurte presentert for fem scenarioer for strømbrudd, der avbruddene har ulik lengde, men alle er *uventet* og inntreffer *kl. 17 en hverdag om vinteren*. Det korteste avbruddet er 1 minutt, det lengste er 24 timer. Som i den tidligere undersøkelsen innleder Pöyry og SINTEF (2012a), som er blitt dus med sine intervjuobjekter, med et oppvarmingsspørsmål:

Hvilke av de følgende konsekvensene har størst betydning for husholdningen din? Du kan nevne inntil fem.

Så følger en liste konsekvenser: *Ubehag ved ikke å vite når strømmen er tilbake, ubehag på grunn av at temperaturen synker, kan ikke bruke elektrisk lys, skader på mat i kjøleskap/fryser, tap av data på datamaskin, må bruke tid på reprogrammering av elektronisk utstyr, klokker og annet, kan ikke lage varm mat som ønsket/planlagt, kan ikke bruke tv, radio, stereoanlegg eller lignende som ønsket/planlagt, kan ikke bruke datamaskin eller internett som ønsket/planlagt, kan ikke bruke varmt vann til dusjing, vasking som planlagt, kan ikke bruke medisinsk utstyr som planlagt, redusert kvalitet på ønskede/planlagte fritidsaktiviteter, ingen konsekvenser av betydning, annet (spesifiser).*

Neste spørsmål følger opp ved å spørre hvor store er konsekvensene ved strømbruddet totalt sett for husholdningen?

Så følger to spørsmål om betalingsvillighet. Som i 2002-undersøkelsen motiveres betalingsvillighet i tilgang til en reserveforsyning. Det sies:

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Anta at husholdningen har tilgang til en reserveforsyning som kan dekke hele husholdningens elektrisitetsbehov under strømbruddet. Husholdningen har en av/på bryter i boligen, og velger selv om den vil benytte reserveforsyningen under strømbruddet. Reserveforsyningen betales med et engangsbeløp dersom den benyttes (ingen investeringskostnader).

Det første spørsmålet er *Gitt at strømbruddet varte i x timer, ville husholdningen vært villig til å betale for reserveforsyningen for å unngå strømbruddet?* (x varierer mellom scenarioene, mellom 1 minutt og 24 timer). Svaralternativene er ja, helt klart; ja, sannsynligvis; nei og vet ikke.

Det andre spørsmålet stilles de som svarer ja på det første spørsmålet og lyder *Hvor mye er husholdningen villig til å betale for reserveforsyningen i x timer? Svar ____ kr.*

Det er svært mange i 2010-undersøkelsen som svarer at et kortvarig strømbrudd har *ingen konsekvenser av betydning.* Hele 809 av 1008 spurte mener at et strømbrudd på ett minutt har ingen konsekvenser av betydning for dem, og i tillegg er det 151 spurte som sier små konsekvenser. 12 personer sier de har betalingsvilje for å ta i bruk reserveforsyningen. Et noe lenger avbrudd på en time gir små eller ingen konsekvenser for 747 husholdninger, og 70 husholdninger sier de har betalingsvilje for reserveforsyning. Det er også et mindretall som har betalingsvilje for 4 timer og 8 timers avbrudd, mens et snaut flertall har betalingsvilje for reserveforsyning ved et 24 timers avbrudd om vinteren.

Som i 2002 spriker de avgitte svarene meget, fra 0 til 1000 kroner for en times avbrudd og fra 0 helt opp til 20000 kroner for 24 timers avbrudd. Ekstremverdier blir luket ut i den endelige beregningen, og Pöyry og SINTEF har også et omfattende opplegg for å håndtere nullsvar. Neste avsnitt går nærmere inn på hvordan de to undersøkelsene bearbeidet dataene som kom inn.

2.4.4 Databearbeiding i de to undersøkelsene

Utvalgsstørrelse og -sammensetning er forskjellig

I 2002-undersøkelsen ble det sendt ut postalt spørreskjema til 1000 husstander via DM-huset og Telenor 180. Etter to purringer og en ny utsendelse til husholdninger som ikke hadde svart, kom det inn 425 svar.

2010-undersøkelsen ble gjennomført på web i regi av TNS Gallup og rettet mot et såkalt aksesspanel som er rekruttert til å delta i ulike undersøkelser. Ca. 2400 personer ble spurt om å være med, og formålet var å få 1000 personer til å svare. Det endelige utvalget bestod av 1008 personer/husholdninger.

2002-undersøkelsen ble sendt til et tilfeldig utvalg. I 2010-undersøkelsen ble utvalget vektet for å sikre bedre statistisk representativitet i forhold til befolkningens alder, region osv.

For å finne gjennomsnittlig Direct Worth og CV-verdi tok man i 2002-undersøkelsen et vanlig (dvs aritmetisk, uvektet) gjennomsnitt av svarene (frasett ekskluderte svar), mens man i 2010-undersøkelsen vektet svarene med husholdningenes elektrisitetsforbruk. I 2010 vektet man med andre ord på to måter. For det første ble husholdninger som er mer sjeldne i utvalget enn i virkeligheten, vektet opp (populasjonsvekting). For det andre ble betalingsviljen til husholdninger med høyt elektrisitetsforbruk vektet opp.

Nullsvar ble håndtert i begge undersøkelser, men på forskjellig måte

Begge undersøkelsene opplevde et stort antall nullsvar og det er både i 2002 og 2010 bare et mindretall som oppgir betalingsvilje og kostnader ved strømbrudd under et døgn. Det kan skyldes at strømbrudd ikke oppleves å gi konsekvenser av betydning, som 2010-undersøkelsen ganske sterkt peker på. Men det kan også skyldes proteststemmer, problemer med å forstå undersøkelsen, uvilje mot å bruke tid på undersøkelsen, eller annet.

I 2002-undersøkelsen fjernes blant annet observasjoner fra husholdninger med årsforbruk under 5000 kWh, og husholdninger som oppgir årsforbruk i kroner som ikke stemmer med det de oppgir i kWh. (Implisitt pris mer enn 5 standardavvik fra gjennomsnittlig pris). De 1,5 prosent laveste verdiene

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

fjernes også. Undersøkelsen postulerer at svarobservasjonene følger en normalfordeling, som blir transformert til en log-normalfordeling, observasjoner fjernes, og observasjonene blir transformert tilbake til en normalfordeling.

I 2010-undersøkelsen ble det stilt ekstraspørsmål om hvorfor man svarer null betalingsvilje. Dersom årsaken var *ubetydelige konsekvenser*, ble nullsvaret betraktet som reelt. Men det var også så mange som 300-400 som svarte null fordi *nettleien er høy nok til at strømbrudd kan unngås* og strømbrudd *bør betales av det offentlige*. Disse ble utelukket fra undersøkelsen og gjennomsnittlig betalingsvilje økte som følge av dette.

Begge undersøkelser utelukket veldig høye svar, men på ulik måte

I 2002-undersøkelsen fjernet man de 2,5 prosent høyeste svarene. I Pöyry og SINTEF (2012a) bestemte man seg for å fjerne de aller høyeste svarene etter en bestemt formel.[5] I praksis ble ingen av observasjonene fjernet på 1 minutt, 1 time eller 4 timer, mens én observasjon ble fjernet på åtte timer.[6] Samme husholdning oppgav 20 000 også for 24 timer og ble fjernet også der, sammen med to observasjoner à 10 000 kr, til sammen tre observasjoner på 24 timer.

Strømforbruk og lastkurver beregnes forholdsvis likt

Anslag for betalingsvilje og kostnader ved strømbrudd er lite verdt hvis man ikke kombinerer med et estimat på husholdningenes strømforbruk i perioden. De to undersøkelsene beregner strømforbruket på mer eller mindre samme måte, ved hjelp av lastkurver fordelt etter klimasone. I 2010-undersøkelsen var det en fjerdedel av husholdningene som ikke oppgav årlig strømforbruk. Disse fikk tilordnet et forbruk lik gjennomsnittet i sin kategori.

2.5 Undersøkelsenes representativitet

Vi vurderer undersøkelsenes representativitet både med utgangspunkt i de statistiske metodene som er brukt, med utgangspunkt i økonomisk teori, og med utgangspunkt i det vi vet om strømforbruket i husholdningene.

2.5.1 Statistisk representativitet

2010-undersøkelsen er etter vår vurdering av høyere faglig statistisk kvalitet. Slik vi ser det, er det viktigste fortrinnet at nullsvar behandles bedre. Det skilles mellom reelle og ikke-reelle nullsvar, mens man i 2002 fjerner svar under en tilfeldig grense. Det er også en styrke ved 2010-undersøkelsen at den bygger på flere observasjoner og at svarene vektes med hensyn på populasjon og strømforbruk. Dette øker representativiteten. Det er likevel uvisst hvor representativt utvalget er når det gjelder viktige variable, som for eksempel oppvarmingsløsning. Det må også understrekes at betalingsviljen for strømbrudd på 1 minutt er beregnet på grunnlag av positivt svar fra 12 personer. Selv om det kan være reelt at bare én prosent av husholdningene har positiv betalingsvilje, må nødvendigvis gjennomsnittet være beregnet på usikkert grunnlag. Tilsvarende er estimatet på én time beregnet på grunnlag av svarene fra 70 personer. Betalingsviljen blant disse er svært sprikende.

2.5.2 Økonomiske representativitet

Den økonomiske representativiteten i de to undersøkelsene er vanskelig å bedømme. 2002-undersøkelsen finner altså at den gjennomsnittlige husholdnings kostnad ved strømbrudd er mer enn dobbelt så høy som den gjennomsnittlige husholdnings betalingsvilje for reservestrøm som kan løse problemet. Dette er underlig og etterlater en del spørsmål, uansett om andre undersøkelser har

[5] Basert på tidligere litteratur bestemte man seg for å fjerne en observasjon X dersom X > 95.persentil + 3(95.persentil – 5.persentil).

[6] Ifølge Pöyry og SINTEF (2012a) var dette en husholdning som oppgav en betalingsvilje på 20000 kroner for reservestrøm i åtte timer, men som oppgav at konsekvensen av et strømbrudd var «moderat».

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

funnet noe liknende. Er det for eksempel det samme gjennomsnittet som heller vil pådra seg kostnader enn å betale en liten sum for å unngå dem?

I 2010-undersøkelsen er forholdsvis lave betalingsviljer støttet opp av bekreftelser på at strømbrudd har små eller ingen konsekvenser for en majoritet av de spurte. Men man kan lure på hvor godt de spurte kjenner situasjonen. Strømbrudd er sjeldne i Norge, men når det oppstår brudd av noe omfang så blir det en nyhet. Er det media som overdriver betydningen, eller kan det være at de spurte ikke forstår nyttetapet av strømbrudd før man har opplevd det?

Gjennomsnittlig betalingsvilje for 1 kW i én time (1 kWh) om vinteren kl. 17 er beregnet til 5 kroner. Etter middag, kl. 18, er den sunket til ca. 3,50 kroner, og om sommeren synker den til under halvparten av nivået om vinteren, 1,50 kr en sommerkveld. Det er ikke stort mer enn mange husholdninger betaler for strøm inklusive nettleie og mva. Umiddelbart kan beløpene høres små ut. Samtidig er det ikke gitt at introspeksjon av forfatterens eller leserens betalingsvilje skal overprøve resultatene av en undersøkelse der 1000 individer har svart.

2010-undersøkelsen beregner konvekse kostnadsfunksjoner til og med åtte timer (se Figur 7). Dette er i tråd med vår *a priori*-antagelse om at det marginale nyttetapet er stigende i avbruddets lengde inntil det punkt at tilpasning tar over.

Resultatene i 2010-undersøkelsen virker også plausible og internt konsistente når man bare ser på fordelingen av konsekvenser i forhold til varigheten på avbruddet. Den delen som ikke virker plausibel, er betalingsviljen. Selv om *rangeringene* også her er internt konsistente, oppgir mange at et avbrudd har moderate eller store konsekvenser, men er likevel ikke villige til å betale for å unngå avbruddet.

Tabellene under viser sammenhengen mellom hvor store konsekvensene er, og hvorvidt man er villig til å betale for å unngå dem for avbrudd i henholdsvis 4 og 24 timer. Blant de som oppgir svært store eller store konsekvenser (114 respondenter, tilsvarende 12 prosent av utvalget) ved et avbrudd på 4 timer, er det 56 prosent (64 respondenter) som oppgir at de klart eller trolig har betalingsvilje for å unngå avbruddet.

Når lengden på avbruddet øker til 24 timer, er det over 70 prosent av respondentene som svarer at det vil ha svært store eller store konsekvenser for dem. Andelen av disse som oppgir betalingsvilje (Ja, klart eller Ja, trolig) øker likevel bare til 62 prosent. (Andelen vet ikke-svar øker imidlertid også.) Andelen av dem som oppgir svært store eller store konsekvenser, men som ikke oppgir betalingsvilje for å unngå konsekvensene, er rett under 30 prosent både for 4-timersavbrudd og for 24-timersavbrudd.

2010-undersøkelsen har korrigert for disse protestsvarene så godt det har latt seg gjøre, men det kan fortsatt være feil og mangler.

Tabell 4 Eksempel: Konsekvenser og betalingsvillighet 4 timer

Konsekvenser	Betalingsvilje				
	Ja, klart	Ja, trolig	Nei	Vet ikke	Andel
Svært store	8	4	4	0	2%
Store	5	47	30	16	10%
Moderate	16	147	196	90	45%
Små	11	72	201	60	34%
Ingen	3	16	66	15	10%
Andel	4%	28%	49%	18%	100%

Kilde: Põyry og SINTEF (2012a).

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Tabell 5 Eksempel: Konsekvenser og betalingsvillighet 24 timer

Konsekvenser	Betalingsvilje				
	Ja, klart	Ja, trolig	Nei	Vet ikke	Andel
Svært store	140	76	95	22	33%
Store	82	150	120	36	39%
Moderate	24	71	105	30	23%
Små	3	13	25	8	5%
Ingen	1	0	5	1	1%
Andel	25%	31%	35%	10%	100%

Kilde: Pöyry og SINTEF (2012a).

Vi har også gjort en enkel vurdering av konsistens i det underliggende datamaterialet. Når det gjelder ikke-varslede avbrudd i 4 timer finner vi bekreftet at de som bare har elektrisk oppvarming i snitt har høyere betalingsvilje enn de som har alternativ eller annen hovedoppvarming. Den gjennomsnittlige betalingsviljen er også høyere blant spurte som f.eks. opplever at den største konsekvensen er at de ikke kan bruke medisinsk utstyr, mens de som opplever ubehag eller ulemper knyttet til fritidsaktiviteter har lavere betalingsvilje. De som bor i leiligheter har høyere betalingsvilje, noe som kan henge sammen med at de har en større andel elspesifikt forbruk. For lengre avbrudd (24 timer om vinteren) er gjennomsnittlig betalingsvilje høyere i nord enn i sør. I fordelingen på en rekke andre variable, som inntekt, antall barn under 15 år, og om noen i husstanden er hjemme i løpet av dagen, finner vi ikke noe klart mønster. Det kan hende at klarere mønstre ville avtegnet seg dersom man hadde koblet sammen flere kjennetegn ved de spurte, f.eks. husstandens inntekt og antall barn under 15 år.

2.5.3 Representativitet og formålsfordeling

En annen måte å vurdere representativiteten til resultatene fra undersøkelsen i 2002 og 2010 på, er å undersøke hvorvidt de estimerte avbruddskostnadene synes plausible med utgangspunkt i kunnskap om hva husholdningene bruker strøm til. Det kan man gjøre med utgangspunkt i den såkalte formålsfordelingen. Det kan også gi oss et utgangspunkt for å vurdere om estimatene fra de to undersøkelsene reflekterer at formålsfordelingen har endret seg i perioden.

Strøm har ingen verdi i seg selv, i betydning at strøm først gir verdi for husholdningene når den benyttes som en innsatsfaktor til å produsere «goder» i hjemmet, for eksempel lys i stuen, varme til komfyren eller varmtvann i dusjen. Verdien av strøm avhenger derfor av hvilket formål den til enhver tid benyttes til. Tilsvarende, siden strøm først gir verdi når den benyttes som innsatsfaktor til å produsere andre goder i «husholdningens produktfunksjon», vil verdien av strøm avhenge av hvorvidt det finnes alternative innsatsfaktorer til å produsere de samme godene i husholdningen. Verdien av strøm bestemmes med andre ord av verdien av godet som strømmen produserer og hvorvidt det samme godet kan produseres ved bruk av andre innsatsfaktorer.

For å få et bedre begrep om verdien av elektrisitet må vi derfor i første omgang forstå hvilke goder husholdningene får vha. av strøm, og så i andre omgang hvor substituerbar strøm er i produksjonen av disse godene.

Hvilke goder får vi vha. av elektrisitet?

Gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk pr. husholdning ligger på rundt 16 000 kWh i året. Husholdningene benytter gjerne denne elektrisiteten til tre hovedformål: Oppvarming av rom, oppvarming av vann og til såkalt elspesifikke formål som omfatter belysning og annet elektrisk utstyr. Hvordan strømforbruket fordeler seg mellom disse tre hovedformålene er vanskelig å si, da det ikke er mulig å måle denne fordelingen direkte og resultatene fra de få studiene som er gjort på dette området spriker.

Så vidt vi kan se er det kun Statistisk sentralbyrå (SSB, 2009) som har gjennomført eksplisitte analyser av formålsfordelingen av elektrisitetsbruken til husholdninger i Norge. SSB analyserte

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

formålsfordelingen til husholdninger i 2006 ved hjelp av økonometriske metoder og data fra Forbruksundersøkelsen 2006. Denne formålsfordelingen anslår hvor stor andel av elektrisitets-forbruket som går til oppvarming og hvor mye som går til belysning, oppvaskmaskiner, tørketromler og andre husholdningsapparater. Resultatene fra analysen indikerer at av et årlig elektrisitetsforbruk på 15 852 kWh går 20 prosent til oppvarming av rom, 16 prosent til oppvarming av vann, 23 prosent til elspesifikt forbruk og 41 prosent til «annet» forbruk. «Annet» oppsummerer forbruk som ikke er spesifisert i den økonometriske modellen, herunder forbruk til komfyr, oppvaskmaskin, lyd- og bildeanlegg, basseng og badstue, i tillegg til en rekke mindre forbruksformål som vannkoker, kjøkkenmaskin, brødrister, kaffetrakter, mikrobølgeovn, batteriladere og hårføner. En stor del av dette framstår som elspesifikt forbruk.

NVEs energibruksrapport for 2012 (NVE, 2013a) har hovedvekt på stasjonær energibruk og energibruken i husholdninger. Rapporten ser også nærmere på formålsfordelingen av husholdningenes *energi*forbruk, som i gjennomsnitt anslås å ligge på rundt 21 000 kWh. NVE (2013a) anslår at dette forbruket er fordelt mellom formålene som følger: Oppvarming av rom 66 prosent, oppvarming av vann 12 prosent og elspesifikt forbruk 22 prosent.

Vi kan med utgangspunkt i NVEs formålsfordeling av energiforbruket utlede en formålsfordeling av elektrisitetsforbruket.

- *Oppvarming av rom:* I henhold til Energibruksrapporten 2012 går altså ¾ av husholdningenes energiforbruk til oppvarming av rom eller vann. Elektrisitet dekker mellom 70 og 80 prosent av dette oppvarmingsbehovet.
- *Oppvarming av vann:* Energibruksrapporten til NVE henviser blant annet til en studie fra SINTEF som sier at 85 prosent av norske husholdninger har varmtvannsbereder. Husholdninger som ikke har bereder antas å være husholdninger i blokk med felles varmtvannsforsyning. Oppvarming av varmtvann i husholdningene skjer derfor i hovedsak via varmtvannsberedere som benytter elektrisitet. Den gjennomsnittlige energibruken til oppvarming av vann ligger på mellom 2000 og 3000 kWh, hvorav elektrisitet altså utgjør den viktigste energikilden.
- *Elspesifikt forbruk:* Det elspesifikke forbruket til husholdninger er, som navnet tilsier, forbruk som kun kan dekkes av elektrisitet, som for eksempel kjøleskap, vaskemaskiner, hårfønere, TV-apparater, ladere, osv. Xrgia gjennomførte et prosjekt på vegne av NVE i 2011 der de kartla det elspesifikke forbruket til husholdninger. I prosjektet ble over 2000 husholdninger spurt om hvilke typer apparater de eide og bruksmønsteret for disse apparatene. Det elspesifikke forbruket for ulike husholdningstyper ble deretter beregnet ved å koble informasjonen fra spørreundersøkelsen med data for hvor mye elektrisitet ulike apparater trenger når de er i bruk. Basert på Xrgias studie og resultater fra tilsvarende studier i Norden, anslås det det elspesifikke forbruket å ligge på rundt 4500 kWh for en gjennomsnittshusholdning.

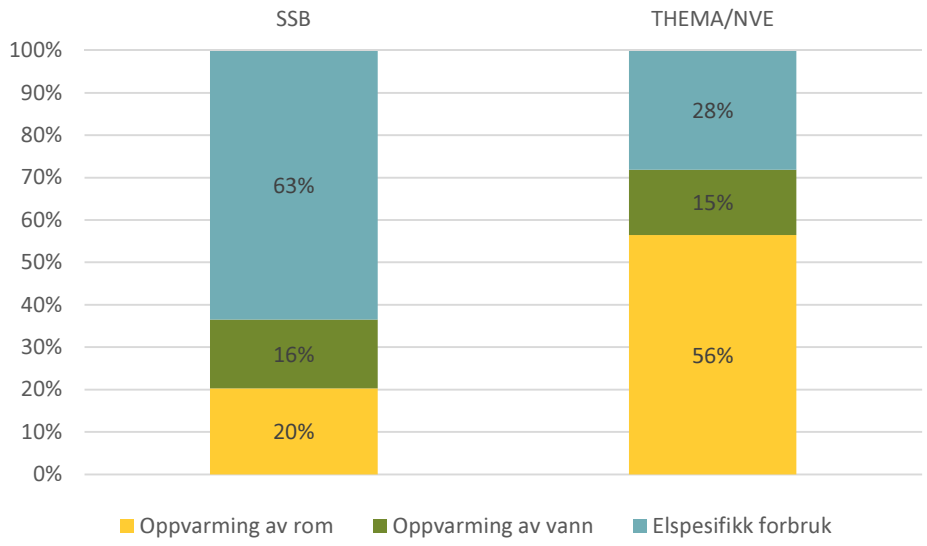
Basert på NVEs forbruksrapport, der mesteparten av energiforbruket til oppvarming av vann dekkes av elektrisitet, og hele det elspesifikke forbruket dekkes av elektrisitet, kan en anta at den gjennomsnittlige formålsfordelingen av elektrisitetsforbruket til en husholdning med et årlig elektrisitetsforbruk på 16 000 kWh kan være som følger: 57 prosent går til oppvarming av rom, 15 prosent går til oppvarming av vann, mens 28 prosent går til elspesifikt forbruk. Formålsfordelingen vil variere betydelig mellom husholdninger avhengig av blant annet boligtype og antall personer i husholdningen. For eksempel har husholdninger som bor i leiligheter som regel et lavere oppvarmingsbehov, slik at en større andel av elektrisitetsforbruket vil gå til hhv. oppvarming av vann eller elspesifikt forbruk. Tilsvarende vil antall personer i husholdningen særlig påvirke størrelsen på det elspesifikke forbruket. I henhold til Xrgia (2011) øker eksempelvis energiforbruket til vasking og tørking av klær betydelig med antall personer i husholdningen.

Figur 8 illustrerer forskjellene mellom SSBs formålsfordeling av elektrisitetsbruken til husholdninger og vår utledede formålsfordeling. Vi har definert forbruket fra SSBs «annet»-kategori som elspesifikt forbruk ut fra hvilket elektrisk utstyr SSB nevner at denne kategorien inkluderer. Som figuren viser,

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

gir resultatene fra SSBs studie et nesten motsatt bilde av fordelingen enn vår tilnærming med unntak av oppvarming av vann. Resultatene fra SSB indikerer at nesten 2/3 av elektrisitetsforbruket går til elspesifikke formål, mens vår tilnærming tilegner mindre enn 1/3 av den totale elektrisitetsbruken til denne formålskategorien. Det synes også merkelig at SSBs studie gir en såpass lav andel av elektrisitetsforbruket til oppvarming av rom. Til tross for at studien nevner at 2006 (året forbruksdataene ble samlet inn) var et spesielt varmt år, virker dette tallet veldig lavt sammenlignet med NVEs formålsfordeling av energibruken. Tilsvarende synes forbruket til elspesifikke formål å være relativt høyt sammenlignet med resultatene fra Xrgia (2011) og andre nordiske studier som nevnes i NVE (2013a).

Figur 8 Sammenligning mellom ulike formålsfordelinger



Med bakgrunn i diskusjonen over velger vi derfor å videre anta at elektrisitetsforbruket til husholdninger i snitt fordeler seg som i vår tilnærming utledet fra NVEs formålsfordelingen av energiforbruket.

Hva er verdien av elektrisitet?

Som nevnt ønsket vi å få et bedre begrep om verdien av elektrisitet via verdien av godene som elektrisiteten produserer. Så hva er verdien av de ulike godene som elektrisiteten bidrar til? Behagelig temperatur hjemme, varmt vann i springen og det å ha tilgang til oppvaskmaskin, lys og TV, er goder som øker komforten og rekreasjonsverdien ved å være hjemme. Siden dette er goder som ikke omsettes i markedet, finnes det ingen observerbar, konkret kroneverdi for husholdningenes verdsetting av disse godene. For noen av godene kan vi imidlertid få en indikasjon på husholdningenes verdsettelse ved å se nærmere på hvilke tilpasninger de kan gjøre ved strømbrudd, og hvilke substitusjonsmuligheter som finnes.

Som drøftet i avsnittene over, finnes det pr. i dag ingen perfekte substitutter til elektrisitet (fra nettet) i produksjonen av mange av de godene som omfattes av det elspesifikke forbruket, herunder belysning, TV, mediautstyr, PC, ruter/internett, vaskemaskin og tørketrommel, kjøleskap og fryser, samt kokeutstyr og vifter. Enkelte av disse maskinene kan imidlertid gå på batteri en periode. At flere av apparatene har batteri og en lagringsevne gjør at husholdningen fortsatt har tilgang til godet en viss tid etter strømmen har gått, hvilket reduserer husholdningenes kostnad av avbrudd. Selv om husholdningene ikke kan substituere selve innsatsfaktoren til godet kan de substituere godene til en viss grad. De kan for eksempel gå ut og spise fremfor å lage mat på komfyren hjemme eller vaske klær på et vaskeri. Videre kan de i ulik grad forskyve konsumet av godet i tid, avhengig av strømbruddets varighet. Alternativene vil imidlertid være mer eller mindre imperfekte substitutter slik at husholdningen vil oppleve nyttetap ved å måtte endre planlagt atferd i tillegg til den monetære kostnaden knyttet til å spise på restaurant fremfor å lage mat hjemme. I motsetning til det elspesifikke

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

forbruket kan vann varmes opp av enn rekke ulike energikilder, bl.a. fjern- eller nærvarme, varmepumpe, solvarme eller biokjel. Det er imidlertid naturlig å anta at de fleste kun baserer seg på én energikilde ved oppvarming av vann i hjemmet. Dersom husholdningen først har valgt å anskaffe en elektrisk varmtvannsbereder vil de derfor ikke ha andre energikilder å basere seg på om strømmen går. Substituerbarheten til elektrisitet ved oppvarming av vann er derfor begrenset. Elektrisiteten som benyttes til oppvarming av vann har derfor en relativt høy verdi. Tilgang til varmtvannsbereder vil på samme måte som batterier redusere den umiddelbare kostnaden ved strømbrudd. Husholdningene har også til en viss grad mulighet til erstatte godet «å vaske seg hjemme» med å ta en dusj på det lokale treningssentret, på jobben e.l.

Substituerbarheten til elektrisitet i produksjonen av varme rom er større. En kartlegging SSB gjennomførte av husholdningers oppvarmingsløsninger i 2014, avdekker at nesten samtlige husholdninger (96-98 prosent) har elektrisk oppvarming, men også at nesten 70 prosent av husholdningene har mulighet til å for eksempel fyre med ved Bøeng, Halvorsen og Larsen (2014). SSBs undersøkelse reflekterer at mange husholdninger kan basere seg på andre oppvarmingskilder dersom strømmen går. Verdien av elektrisiteten som benyttes til oppvarming er derfor lavere enn for elektrisiteten som benyttes til hhv. oppvarming av vann eller elspesifikt forbruk.

Oppsummert så gir elektrisitet husholdningene bl.a. oppvarmede boliger, varmt vann, mulighet for å tilberede mat hjemme og underholdning (PC, TV, internett). Disse godene antas, dog i noe ulik grad, å ha høy verdi for husholdningenes daglige velferd. Med unntak av romoppvarming, synes elektrisitet å ha relativt lav substituerbarhet i produksjonen av disse godene. Selv om selve innsatsfaktoren i produksjonen av godene er relativt lite substituerbar, har husholdningene til en viss grad mulighet til å substituere selve godet, hvilket reduserer kostnaden ved avbrudd. Dette henger imidlertid også sammen med hvor omfattende strømbruddet er. Ved strømbrudd som kun rammer et begrenset område, vil noen av alternativene være tilgjengelige innen en håndterbar avstand.

Kostnaden ved avbrudd varierer med varigheten på avbruddet

Kostnaden husholdninger opplever ved strømavbrudd øker med varigheten og omfanget av avbruddet. Kostnaden ved korte avbrudd er lavere pga. de ulike formålenes/godenes evne til å lagre energi og fordi kostnaden ved en liten utsettelse av en aktivitet trolig er mindre enn en større utsettelse i de fleste tilfeller. For eksempel vil ikke temperaturen falle momentant ved strømavbrudd, pga. isolasjon og bygningsmassens evne til å holde på varme. Et strømbrudd på en time vil derfor ikke innebære store kostnader pga. redusert temperatur- og komfortnivå for de fleste. Teknologiutviklingen har samtidig bidratt til en stadig bedre batterikapasitet på elektriske apparater som PCer, mobiler o.l., slik at bruken av goder med batterier ikke begrenses av korte strømavbrudd. Flere elektroniske apparater tåler også et strømbrudd i større grad enn før.

Tabell 6 viser en tentativ oppsummering av kostnadsdriverne ved avbrudd som funksjon av varigheten av avbruddet.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Tabell 6 Kostnaden ved avbrudd øker med varigheten av strømbruddet

Varighet på avbrudd	Oppvarming av rom	Oppvarming av vann	Elspesifikt forbruk
1 minutt	Ingen endring	Ingen endring	Liten endring
1 time	Noe lavere temperatur for husholdninger uten alternativ oppvarming	Trolig liten endring: Hvorvidt husholdningen må utsette dusjen/oppvasken avhenger av størrelsen på varmtvannstanken	Mister tilgang på alt elektrisk utstyr som ikke er koblet mot batterier (lys, tv, komfyr)
4 timer	Lavere innetemperatur for husholdninger uten alternativ oppvarming	Husholdningen må utsette dusj og oppvask, evt. dusje kortere, vaske opp i mindre varmt vann	Begynner også å miste tilgang til elektrisk utstyr med batteri.
8 timer	Svært lav innetemperatur for boliger med dårlig isolering og uten alternativ oppvarming	Husholdning må utsette dusj og oppvask	Mister tilgang til mesteparten av det elektriske utstyret. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang.
24 timer	Det blir kaldt i de fleste hus uten alternativ oppvarming	Husholdningen kan ikke dusje eller vaske opp	Mister tilgang til alt elektrisk utstyr. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang.
48 timer (2 døgn)	Det blir så kaldt i de fleste hus uten alternativ oppvarming at husholdningen må basere seg på substitutter (innkjøp av oppvarmingsutstyr som er uavhengig av elektrisitet eller midlertidig flytte til husrom med oppvarming).	Husholdningen kan ikke dusje eller vaske opp	Mister tilgang til alt elektrisk utstyr. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang, vann- og avløpssystemer fungerer ikke lenger
72 timer (3 døgn)	Det blir så kaldt i de fleste hus uten alternativ oppvarming at husholdningen må basere seg på substitutter (innkjøp av oppvarmingsutstyr som er uavhengig av elektrisitet eller midlertidig flytte til husrom med oppvarming).	Husholdningen kan ikke dusje eller vaske opp. Husholdningen opplever et tap av komfort som følge av at de ikke har vasket seg på 3 døgn. Dersom avbruddet rammer et større område reduseres husholdningens substitusjonsmuligheter da det er lite poeng å finne alternative oppvarmingskilder til vann (har ikke tilgang til vann).	Mister tilgang til alt elektrisk utstyr. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang, vann- og avløpssystemer fungerer ikke lenger
96 timer (4 døgn)	Det blir så kaldt i de fleste hus uten alternativ oppvarming at husholdningen må basere seg på substitutter (innkjøp av oppvarmingsutstyr som er uavhengig av elektrisitet eller midlertidig flytte til husrom med oppvarming).	Husholdningen kan ikke dusje eller vaske opp. Husholdningen opplever et tap av komfort som følge av at de ikke har vasket seg på 4 døgn. Dersom avbruddet rammer et større område reduseres husholdningens substitusjonsmuligheter da det er lite poeng å finne alternative oppvarmingskilder til vann (har ikke tilgang til vann).	Mister tilgang til alt elektrisk utstyr. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang, vann- og avløpssystemer fungerer ikke lenger
120 timer (5 døgn)	Det blir så kaldt i de fleste hus uten alternativ oppvarming at husholdningen må basere seg på substitutter (innkjøp av oppvarmingsutstyr som er uavhengig av elektrisitet eller midlertidig flytte til husrom med oppvarming).	Husholdningen kan ikke dusje eller vaske opp. Husholdningen opplever et tap av komfort som følge av at de ikke har vasket seg på 4 døgn. Dersom avbruddet rammer et større område reduseres husholdningens substitusjonsmuligheter da det er lite poeng å finne alternative oppvarmingskilder til vann (har ikke tilgang til vann).	Mister tilgang til alt elektrisk utstyr. Dersom strømbruddet rammer et større område – tap av mobil- og internettilgang, vann- og avløpssystemer fungerer ikke lenger

Etter hvert som varigheten av avbruddet øker, vil imidlertid den lagrede energien brukes opp ved at boliger, på vinterstid og uten alternative oppvarmingskilder, får en temperatur på et ukomfortabelt lavt nivå og ved at batteriene til de elektriske produktene brukes opp. Et strømavbrudd som varer over åtte timer vil påvirke de fleste husholdningers hverdag. Selv de som har alternative oppvarmingskilder å basere seg på, vil savne strøm til matlaging, belysning, varmt vann i dusjen og til ulike underholdningsapparater.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Tilsvarende vil kostnaden ved avbrudd øke med størrelsen på det geografiske området som rammes av avbruddet. Jo større avbruddet er, desto flere samfunnsfunksjoner og bedrifter rammes, hvilket både reduserer husholdningenes tilgang til viktige samfunnsfunksjoner, samt reduserer husholdningenes substitusjonsmuligheter. Selv om sykehus, brannstasjoner og andre kritiske samfunnsfunksjoner har krav om nødstrøm, vil et strømbrudd likevel begrense driften ved disse funksjonene for eksempel at operasjoner utsettes, osv. Større strømbrudd vil også innebære mørke veier, uorden i trafikken (veilys og trafikklys er ute av funksjon), stengte bensinstasjoner, redusert kollektivtilbud (t-bane, trikk og tog) og etter hvert ikke fungerende vann og avløpssystemer. Teleinfrastrukturen er også avhengig av elektrisitet for å fungere og selv om fasttelefon, mobilnett og nødnett har noen timers back-up, vil denne brukes raskt opp ved et strømbrudd. I henhold til Statnett er mobilnettet nede allerede etter to til seks timer med strømbrudd (Newswire, 2015). Strømbruddene under ekstremværet Dagmar var for eksempel hovedårsaken til at 30 000 var uten telefon og 12 000 var uten bredbånd (Energi Norge & Telenor, 2013). Under stormen Ole mistet for eksempel Henningsvær helt sine kommunikasjonskanaler til omverden, hvilket gjorde at alternative kommunikasjonsmetoder for å nå innbyggerne måtte tas i bruk. Her ble den lokale matbutikken, som hadde tilgang til egen nødstrøm, benyttet som samlings- og informasjonspunkt for hele Henningsvær (NVE, 2015).

Den 8.-9. januar 2005 ble Sør-Sverige rammet av Stormen Gudrun. Gudrun medførte at over 730 000 nettkunder mistet strømmen. Mens halvparten av kundene fikk tilbake strømmen i løpet av et døgn, var 68 000 strømkunder uten strøm i en uke eller lengre. Elforsk (2008) gjennomførte i etterkant av denne hendelsen en studie som så nærmere på nettselskapers, kommuners og strømforbrukeres rolle og ansvarsfordeling ved strømavbrudd. I denne studien ble 59 husholdninger intervjuet om ulike forhold rundt et strømbrudd. 50 av 59 sa at avbrudd med varighet 12 til 24 timer er akseptabelt, men at strømavbrudd som varer over et døgn opplevdes som problematisk. Husholdningene oppgav at det var svært forstyrrende dersom deres daglige rutiner ble berørt. Frysere, toalettbesøk, tap av varme i huset, mangel på vann og lys og mangel på informasjon ble oppgitt som det som var mest problematisk å håndtere. Mangel på vann var det som husholdningene oppga som det aller vanskeligste ved strømbrudd.

Studien fra Sverige reflekterer at kostnaden ved avbrudd går kraftig opp når avbruddet varer over ett døgn, og dersom avbruddet rammer et større område slik at vann- og avløpssystemene samt basestasjoner slutter å fungere.

Samlet vurdering

Dersom en sammenligner kostnadsestimatet som utgjorde grunnlaget for dagens KILE-ordning med kostnadsestimatet fra 2010-undersøkelsen, jf. tabell 2, ser det som kostnaden ved avbrudd har falt for avbrudd med kortere varighet enn fire timer, men økt for avbrudd med varighet over fire timer. En lavere kostnad for avbrudd med varighet på under fire timer, kan blant annet forklares av at lagringsevnen til boliger og elektriske apparater har økt de siste årene som følge av hhv. bedre isolasjon og økt batterikapasitet.

Kostnaden ved lengre avbrudd kan ha økt fra 2002 til 2010 både som følge av en nedgang i antall husholdninger som har tilgang til alternative oppvarmingskilder, og som følge av at husholdningene tillegger tilgang til godene innenfor det elspesifikke forbruket en høyere verdi. Også 2010-rapporten (Pöyry og Sintef, 2012a) oppgir økt avhengighet av elektrisitet til oppvarmingsformål som en mulig årsak til at husholdningenes betalingsvilje for å unngå avbrudd har økt fra 2002 og 2010. Samtidig kan verken 2002-undersøkelsen tas som fasit på den reelle kostnaden ved strømbrudd i 2002, eller 2010-undersøkelsen som fasit på den reelle kostnaden i 2010.

Som beskrevet i avsnittene over, reflekterer estimatene fra 2010-undersøkelsene at det er en stigende marginal kostnad av avbrudd som funksjon av tid, mens estimatene fra 2002-undersøkelsen antyder en nesten konstant marginalkostnad. At kostnaden ved avbrudd mer enn dobles når varigheten av avbruddet dobles synes plausibelt gitt diskusjonen rundt Tabell 6. Når strømbruddet har vart i nærmere åtte timer, er mye av lagringskapasiteten i både bygningskroppen og elektrisk utstyr med batterier brukt opp, hvilket innebærer at husholdningen som opplever avbruddet må endre atferd for å unngå å fryse og kunne bruke mobil, PC, osv.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

2.6 Noen resultater fra andre undersøkelser

Norge er langt fra det eneste landet som trenger anslag for VoLL og kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi. Før vi drøfter og anbefaler nye anslag for Norge, kan det være nyttig å kaste et blikk på utenlandske anslag. Hvordan ligger tall i størrelsesorden 5-10 kr/kW for en times avbrudd, dvs. 5-10 kr/kWh, jf. Tabell 2, i forhold til utenlandske tall?

Noen anslag er gitt i Tabell 77. Vi har konsentrert oss om CV-studier. I motsetning til Pöyry og SINTEF (2010) fant vi ingen Direct Worth studier. Utvalget av studier og anslag gjør ingen krav på representativitet.

Tabell 7 Kostnad ved avbrudd i utenlandske undersøkelser

	Kilde	Metode	Kostnad pr. kWh i lokal valuta	Kr/kWh
UK	London Economics 2013a	CV, WTP	£ 1,65	18-21
UK	London Economics 2013a	CV, WTA	£ 11,82	130-155
Østerrike	Scmidthaler (2012), Reichl m.fl. (2013)	CV, WTP	€ 2,45	20-22
Nederland	Baarsma and Hop (2009)	CV, Conjoint analysis	€ 4-5	32-45
USA	Lawrence Berkeley National Laboratory (2009)	Meta-analyse av 28 tidligere studier	$ 0,11	0,7-0,9
Australia - Victoria	Australian Energy Market Operator (2014)	CV, kombinert WTP og WTA	AU $ 25,95	156

Note: UK estimatene referer til Winter, peak, weekend, som er mest sammenliknbart med de norske estimatene. Schmidthaler refererer til «winter, morning». Baarsma og Hop gjelder et gjennomsnitt av VoLL for 1-4 timer strømbrudd. Pundkurs 11-13 kr, eurokurs 8-9 kroner, dollarkurs 6-8 kroner, AU dollarkurs 6 kroner.

To slutninger er åpenbare: i) Det er meget store forskjeller i anslag mellom studier og land. Forskjellene er etter vår vurdering foruroligende store. Selv om land er forskjellige, finner vi det urimelig at australske husholdningers nyttetap ved strømbrudd skulle være 200 ganger større enn amerikanske husholdninger sitt, for eksempel. ii) de norske estimatene for en times avbrudd på ca. 10 kroner (i 2002) og 5 kroner (i 2010) er begge lave i forhold hva de fleste utenlandske undersøkelsene finner. Riktignok er strømprisen lavere i Norge, men den er ikke så mye lavere at det forklarer hele forskjellen.

Vi har ikke hatt tid eller ressurser til å gå inn i de utenlandske undersøkelsene for å forstå dem til bunns. Det hevdes i Pöyry og SINTEF (2012b) at «i spørreundersøkelser med data for betalingsvillighet og kostnader ved avbrudd har man som regel fjernet ekstremobservasjoner». Dersom alle nullsvarene er fjernet, blir naturlig nok gjennomsnittsverdiene høyere. Det kan også spille en stor rolle hvorvidt man fjerner de aller høyeste svarene.

2.7 Innspill fra ekspertintervjuer

I forbindelse med prosjektet har vi innhentet synspunkter på metodene og hvor sammenlignbare analysene er, fra noen eksperter. Disse har gitt oss følgende vurderinger

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

- Det er ikke enkelt å svare på spørsmål om strømforbruk – man må tenke seg om. Det hjelper imidlertid at man får noen hint (listen over konsekvenser, se avsnitt 2.4.4) og at casene er beskrevet nærmere.
- Casene kunne vært beskrevet enda bedre, f.eks. «Hvordan er den vinterdagen vi snakker om?».
- En spørreundersøkelse blant et strategisk utvalg som har særlige forutsetninger til å forstå sammenhengene, kan være et alternativ til å gjennomføre en spørreundersøkelse blant et representativt utvalg av forbrukerne.
- Det kan spille inn på resultatene hvorvidt undersøkelsene er gjennomført på samme tid på året. Vi har imidlertid ikke opplysninger om når 2002- og 2010-undersøkelsene er gjennomført.
- Det store antallet nullsvar i begge undersøkelsene, er et dårlig tegn.
- Bruken av en alternativ elforsyningskilde som såkalt «payment vehicle» i undersøkelsene virker kunstig.
- Verken Direct Worth eller WTP-analyse er state-of-the-art når det gjelder verdsettingsanalyse. I dag ville man antagelig valgt å bruke Choice Experiments.

I tillegg har ekspertene påpekt noen uklarheter i spørsmålsstillingene, og at det kan være vanskelig å svare på spørsmålene. Muligens hadde svarene vært bedre dersom respondentene hadde vært bedre forberedt eller casene vært beskrevet i større detalj.

Intervjuene med ekspertene ble gjennomført på følgende måte:

1. Vi lot dem svare på spørreskjemaet fra 2010 uten nærmere innledning
2. Intervju:
    a. Generelle innspill på undersøkelsen
    b. Forklare bakgrunnen for undersøkelsen nærmere: Ville de svart annerledes etter at de har fått mer forklaring?
    c. Forklare utfordringene i prosjektet (stort sprik mellom DW og WTP, DW høyere enn WTP): Be om innspill på hvordan man kunne utforme spørreundersøkelsesopplegg for å få bedre svar

Vi intervjuet tre eksperter på denne måten: En sosiolog som har mye erfaring med spørre-undersøkelser, men ikke med verdsetting; en samfunnsøkonom som har erfaring med verdsetting; og en samfunnsøkonom som har erfaring fra energisektoren, men ikke med verdsetting og spørre-undersøkelser. Intervjuene ble gjennomført enkeltvis. Samfunnsøkonomene vil også være mer fortrolige med begrepet betalingsvilje enn sosiologen.

2.8 Samlet vurdering av 2010-undersøkelsen

Vi konkluderer med at CV-estimatene fra 2010 er (metodisk) bedre fundert enn CV-estimatene fra 2002. De bygger også på reelle svar fra flere respondenter enn estimatene fra 2002-undersøkelsen.

Vi mener likevel at 2010-undersøkelsen har noen metodiske svakheter:

1. Bruken av en reserveforsyning som «payment vehicle» er uheldig fordi den oppfattes som kunstig og derfor antagelig bidrar til å øke andelen protestsvar. Protestsvarene tyder på at respondentene har en oppfatning om at de allerede har betalt for tjenesten gjennom nettleien, og derfor mener det er urimelig at de skal betale for en reserveforsyning i tillegg. (Hvis det finnes en reserveforsyning, hvorfor skal jeg måtte betale for den?) Respondentene har mangelfull kjennskap til alternativet til reserveforsyningen, som er økte investeringer i nettet og høyere nettleie.
2. Spørsmålene omtrentlig formulert: Det presiseres ikke nærmere hvordan omstendighetene er i de aktuelle timene. Snakker vi f.eks. om en vanlig vinterdag, en gjennomsnittlig

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

vinterdag eller en veldig kald vinterdag? Siden dette overlates til respondentens tolkning, vil de rapporterte betalingsviljene avhenge av tolkningen.

3. Det rapporteres ikke når på året spørreundersøkelsen er gjennomført. Det kan påvirke hvor presise estimatene er. Uansett på hvilken årstid undersøkelsen er gjennomført, vil korreksjonsfaktorene for andre årstider kunne være påvirket av avstanden i tid.
4. I 2010-undersøkelsen oppgis det i innledningen at det ikke kreves noen forhåndskunnskap å svare på undersøkelsen. Likevel rapporteres det at noen av svarene er forkastet fordi det ikke er overensstemmelse med det strømforbruket og den strømbetalingen respondentene oppgir. Omfanget av dette kunne trolig vært redusert dersom respondentene hadde blitt oppfordret til å sjekke forbruk og strømregning på forhånd.

Vi er også usikre på om respondentene fullt ut forstår spørsmålene og i hvilken grad de er i stand til å gi troverdige estimater for sin betalingsvilje for å unngå strømbrudd.

- For det første er selve konseptet «betalingsvilje» krevende, som i alle slike undersøkelser, fordi det er snakk om en hypotetisk betaling.
- For det andre er «strøm» en relativt abstrakt vare som det ikke nødvendigvis er enkelt å knytte opp mot alle de ulike godene strømmen produserer. Strøm er en innsatsfaktor i produksjon av ulike tjenester, og sånn sett ikke en direkte forbruksvare.
- For det tredje er situasjonen det skal angis betalingsvilje for, relativt hypotetisk, siden strømbrudd er sjeldne i Norge. Det kan derfor være vanskelig for respondentene fullt ut forestille seg hva som vil skje ved en strømstans. Særlig er langvarige strømbrudd uvanlige i Norge.

Til sammen er det dermed flere forhold som tilsier at usikkerheten om resultatene fra 2010-undersøkelsen er betydelig. Det samme gjelder i enda større grad 2002-undersøkelsen.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

3 FORBEDRING AV METODEN

Vår konklusjon, basert på vurderingen over, er at 2010-undersøkelsen er metodisk bedre enn 2002-undersøkelsen. Likevel gjør usikkerheten omkring estimatene at det er aktuelt å vurdere om metoden bør forbedres ved neste korsvei. Vi har vurdert følgende alternativer for nye undersøkelser:

- Ny spørreundersøkelse
- Forbrukerpanel
- Ekspertpanel
- Case-studier

3.1 Ny spørreundersøkelse

Som vi har konkludert med i kapittel 2, har også 2010-undersøkelsen noen svakheter som gjør at resultatene er usikre. Særlig gir det store antallet null- og protestsvar grunn til bekymring, og innebærer at estimatene er basert på et relativt lite antall svar. Videre er det usikkert om de respondentene som oppgir betalingsvilje, svarer på det samme spørsmålet, dvs. om de tolker «en hverdag om vinteren» på samme måte, og om de har tilstrekkelig kunnskap til å svare på spørsmålene.

Contingent valuation ved hjelp av Valgeksperimenter

Vi mener at det er Contingent Valuation av WTP som er den mest relevante metoden for å fastsette nye KILE-satser for husholdningene. Her kan man bruke en tradisjonell spørreundersøkelse a la 2010-undersøkelsen, men forbedre undersøkelsen i forhold til noen av de svakhetene vi har påpekt over. Et viktig mål må være å redusere antall nullsvar som er protestsvar. Det kan hende man kan oppnå det ved å stille spørsmålet på en annen måte, og bruke en annen payment vehicle. F.eks.: Dersom nettselskapet installerer en ekstra linje/komponent/bryter, kan avbrudd sånn og slik unngås. Det innebærer imidlertid at nettleien øker. Hvor mye vil du være villig til å betale i økt nettleie for dette? Skal man spørre på denne måten, må man antagelig også forklare prinsippet som ligger til grunn for finansiering av strømnettet. Likevel vil nok en del respondenter fremdeles protestere på at de skal betale nettleie, og mene at kostnaden bør dekkes av det offentlige. Det er neppe en god løsning å gjøre respondentene oppmerksomme på at KILE-satsene skal brukes som grunnlag for å straffe nettselskapet for ikke-levert energi. Dersom respondentene ikke forstår sammenhengen mellom KILE-satsene og investeringer i økt leveringssikkerhet, som betales gjennom nettleien, vil de trolig være tilbøyelig til å oppgi for høy betalingsvilje.

Det er imidlertid blitt mer vanlig å bruke valgeksperimenter som metode for å verdsette betalingsvilje for den samfunnsøkonomiske verdien av f.eks. miljøgoder eller tid. Med denne CV-metoden kan man redusere problemene knyttet til reserveforsyning som «payment vehicle» i 2010-undersøkelsen. I et valgeksperiment avslører man betalingsviljen ved å sette ulike alternativer opp mot hverandre, og man kan bruke flere «payment vehicles» som kontantbeløp, endringer i nettleie, eller tekniske løsninger. Ved hjelp av økonometriske metoder kan man så estimere betalingsviljekurver for å unngå strømavbrudd. Denne metoden er blant annet brukt for å verdsette reisetid i «Den norske verdsettingsstudien» (Ramjerdi m.fl., 2010). I tidsverdiundersøkelsen har man i denne undersøkelsen f.eks. brukt følgende struktur:

1. Innledende spørsmål for å samle data om sosioøkonomiske bakgrunn og demografiske kjennetegn ved respondentene
2. Spørsmål om referansereisen, for å samle data om respondentens referansereise
3. Valgeksperimenter, for å samle data om respondentens avveining mellom kostnader og andre egenskaper ved reisen
4. Avsluttende kontrollspørsmål og innsamling av flere data om respondentene

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Hvordan et valgeksperiment for å estimere ILE-verdier kan designes, må utredes nærmere. I tidsundersøkelsen vi har referert til her, har man f.eks. gjort tre pilotstudier før man gikk ut med den endelige spørreundersøkelsen.

Øke presisjonen i svarene

Grep for å øke respondentenes forståelse for sammenhengen mellom deres nettleie og nettkostnadene, vil imidlertid ikke hjelpe på utfordringen med upresise svar som kommer av at det er vanskelig for respondentene å forestille seg hvilke ulemper et strømbrudd innebærer.

Som vi har påpekt, har elektrisitet ingen verdi i seg selv (hvis man ikke har apparater å putte den inn i), men gjennom de tjenestene den bidrar til å produsere. Dvs. at når man mister strømmen, mister man tilgang til et knippe av tjenester som har ulik verdi (se også avsnittet om formålsfordeling over). Noen av tjenestene kan det hende man tar som en selvfølge inntil man mister dem. Bildet blir dermed diffust og verdsetting komplisert. Et alternativ kunne derfor være å spørre mer direkte om verdien av å miste ulike tjenester, og hvilke tilpasninger man i så fall ville gjort. Som innledningsspørsmål for Scenario 1 i 2010-undersøkelsen oppgis det f.eks. en meny av konsekvenser ved et ikke varslet strømbrudd på 4 timer kl. 17 på en hverdag om vinteren. Oppstillingen «likestiller» f.eks. tilsynelatende «kan ikke bruke elektrisk lys» med «kan ikke bruke varmt vann til dusjing, vasking som planlagt» og «skader på mat i kjøleskap/fryser». Det er imidlertid ikke sikkert at alle disse konsekvensene er relevante for det aktuelle avbruddet. Mens lyset forsvinner umiddelbart, forsvinner det varme vannet gradvis, og kan til en viss grad spares. Skader på mat er antagelig en mer relevant konsekvens for avbrudd av lengre varighet enn 4 timer. Spørsmålet later imidlertid til å være ment som et oppvarmingsspørsmål for å få respondenten til å tenke over hvilke konsekvenser et strømbrudd vil ha for ham eller henne, og leder opp til den nærmere verdsettingen av bruddet.

Likeledes vil det være en forbedring om scenarioet var noe mer presist formulert. Det dreier seg ikke bare om hvor kaldt det er, men også f.eks. om hvor omfattende strømbruddet er (og hvilke konsekvenser det i så fall har), jf. en undersøkelse som TNS Gallup nylig gjennomførte for Statnett (Newswire, 2015). Undersøkelsen dreier seg om forståelsen av de indirekte konsekvensene for forbrukerne, som f.eks. at mobildekningen forsvinner etter tid, og at bensinpumper må ha strøm for å fungere. Ved langvarige strømbrudd vil de fleste typer infrastruktur slutte å fungere. Undersøkelsen avslører at forbrukerne har mangelfulle kunnskaper om strømforsyning og bruk av energi.

Nå er det naturligvis store forskjeller mellom strømbrudd. For å gjøre undersøkelsene mer presise, kan det imidlertid være grunn til å beskrive scenarioene – og konsekvensene – nærmere med utgangspunkt i typiske avbruddssituasjoner. Samtidig vil den typiske strømbruken i ulike husholdninger på et gitt tidspunkt antagelig variere mellom husholdninger. Et valgeksperiment kan også brukes til å identifisere respondentenes «referanseforbruk», jf. strukturen over.

3.2 Forbrukerpanel

Som nevnt er det også en utfordring at spørreundersøkelsen er gjennomført på samme tidspunkt, eller i løpet av en kort periode, fordi tidspunktet kan påvirke verdsettingen. Generelt kan det være enklere å verdsette et strømbrudd som skjer nært opp til tidspunktet for besvarelsen. I spørreundersøkelser som dreier seg om forbrukervaner, er det ikke uvanlig å bruke faste paneler som rapporterer sine forbruk på faste tidspunkter eller over en bestemt periode.

I 2010-undersøkelsen er det spurt om oppvarmingskilder (for romoppvarming). Det kan imidlertid være andre kjennetegn ved boligen, f.eks. varmtvannsforsyningen, eller kjennetegn ved husholdningen, f.eks. hvilke aktiviteter de gjør på referansetidspunktet, som også påvirker sårbarheten for avbrudd. Det innebærer at det også kan være nyttig å vite mer om det løpende strømbruket og formålsfordelingen til respondentene, særlig hvis estimatene er basert på få svar. En forbrukerpanel-undersøkelse sammen med kontinuerlig måling, som er under innføring, kan altså også brukes til å kartlegge elforbruket og formålsfordelingen av elforbruket på ulike tidspunkt. Som vi har sett over (se avsnitt 2.5.3) er det gjort flere undersøkelser av detaljert formålsfordeling hos ulike forbrukere, men disse studerer typisk fordelinger av *energi*forbruket over året. En formålsfordeling som kan brukes til vurdering av KILE-satser fordrer at man har data om

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

formålsfordelingen av *strøm*forbruket, og at man har data for formålsfordeling på spesifikke relevante tidspunkt.

Med andre ord kan man som grunnlag for justeringer av KILE-satsene gjennomføre undersøkelser av formålsfordeling på ulike tidspunkter gjennom et forbrukerpanel. Slik kan man kartlegge faktisk strømforbruk på ulike tidspunkter og man kan overvåke endringer i brukeratferd og formålsfordeling over tid. En slik kartlegging kan i neste omgang brukes som underlag for å lage en ny, mer presis spørreundersøkelse om verdsetting av de faktiske tjenestene og godene man bruker elektrisitet til å produsere, enten som en tradisjonell spørreundersøkelse eller som et valgeksperiment.

3.3 Ekspertpanel

Gitt at det er komplisert å utforme en spørreundersøkelse som gir færre nullsvar og reduserer usikkerheten omkring estimatene, eller at man vurderer en slik prosess som for omfattende og kostnadskrevende, kan man bruke et ekspertpanel til å verdsette konsekvensene av avbrudd.

Et ekspertpanel kan brukes og settes sammen på forskjellig måter:

1. Ekspertpanel som fungerer som råd:
    - Vurdere tilgjengelig materiale og data, gi råd om tilleggsundersøkelser og om hyppigheten av ulike typer undersøkelser og datainnhenting for å estimere KILE-satser.
    - Vurdere hvordan ulike trender vil påvirke formålsfordelingen og KILE fremover
2. Ekspertpanel som fungerer som et opplyst forbrukerpanel:
    - Svare på hvordan de selv vil verdsette ikke-levert energi på ulike tidspunkt, av ulik varighet, osv. Dvs. at man i stedet for å spørre et representativt utvalg av forbrukere, bevisst spør respondenter som har spesielt godt grunnlag for å forstå bakgrunnen for undersøkelsen.

I det siste tilfellet vil panelet måtte være bredere sammensatt enn i det første tilfellet.

Den første typen ekspertpanel kan f.eks. brukes i kombinasjon med en undersøkelse av formålsfordeling og/eller betalingsvilje ved hjelp av et forbrukerpanel. Forbrukerpanelet brukes til å kartlegge formålsfordelingen på ulike tidspunkter, mens ekspertpanelet kan brukes til å verdsette kostnadene ved avbrudd på basis av formålsfordelingen på ulike tidspunkt. Ekspertpanelet kan settes sammen av representanter som har erfaring med verdsetting, god innsikt i formålsfordelingen i husholdningene, og kunnskap om ulike tilpasninger og kostnader ved tilpasning.

I stedet for å gjennomføre omfattende spørreundersøkelser hver gang det er aktuelt å justere KILE-satsene for husholdninger, kan et ekspertpanel brukes til å vurdere justeringer med jevne mellomrom. Det gjelder begge typene panel.

3.4 Case-studier

Det er særlig utfordrende å verdsette langvarige strømbrudd, blant annet fordi de skjer sjelden og kan ha svært ulike konsekvenser avhengig av hvor de skjer, og hvor stort område som rammes. De faktiske konsekvensene kan derfor være lettere å få oversikt over, dersom man tar utgangspunkt i faktiske strømbrudd. Det innebærer både at man kan samle inn data og gjennomføre spørre-undersøkelser i forbindelse med faktiske strømbrudd.

Det er i tillegg vanskeligere å få gode svar på ulempene med langvarige strømbrudd ved hjelp av et forbrukerpanel - jo lengre strømbrudd, jo mer hypotetisk vil situasjonen virke for respondenten, selv om man stiller spørsmål om konsekvensene dersom det hypotetiske strømbruddet skjedde nå.

I første omgang kan man gjennomføre intervjuer med respondenter som relativt nylig har opplevd lengre strømbrudd, dvs. over 24 timer, for å kartlegge hvilke konsekvenser som oppleves etter hvert og hvilke tilpasninger man gjør. Her kan det hende at det også kan hentes erfaringer fra andre nærliggende land, som f.eks. erfaringer fra Sverige etter stormene Gudrun i 2005 og Per i 2007 (se avsnitt 2.5). Selv om det kan være tvilsomt å bruke verdsettingsstudier fra andre land (jfr. avsnitt 2.6), kan de erfarte konsekvensene og tilpasningene som ble gjort være overførbare til norske

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

forhold, og som sådan gi et bredere erfaringstilfang for å estimere KILE-satser for langvarige avbrudd.

Når det gjelder verdsetting ved hjelp av intervjuer av respondenter som nettopp har opplevd et langvarig strømbrudd, kan det imidlertid også være grunn til å være på vakt mot at respondentene vil overvurdere betalingsviljen.

3.5 Anbefalinger

Uansett hvilken metode man bruker til å estimere betalingsviljer, er det en utfordring at strøm er et abstrakt gode. For å estimere kostnadene ved å miste strømmen, må man gå via formålsfordelingen. Man kan spørre direkte om betalingsvilje, men respondenten må estimere sin betalingsvilje ved å tenke gjennom hvilke goder han mister dersom strømmen blir borte. Det samme gjelder dersom verdsettingen skjer ved hjelp av et ekspertpanel: Ekspertene må ta utgangspunkt i hva husholdningene bruker strøm til, for å gi faglige vurderinger av kostnadene ved å miste strømmen. Selv om vi vet noe om formålsfordelingen for strøm på årsbasis, vet vi lite om formålsfordelingen på de aktuelle tidspunktene. Den samlede lasten som måles i distribusjonsnettene er typisk høyest kl. 17 på en kald vinterdag, men hvordan fordeler den seg mellom ulike forbrukere og ulike formål? Like viktig er det å måle strømforbrukets størrelse. Det hjelper lite å vite at forbrukernes betalingsvilje for å miste strømmen fire timer framover fra kl. 17 er x, hvis man ikke vet hvor stort forbruket deres er kl. 17 og fire timer fremover.

Mer treffsikre estimater av betalingsviljen bør derfor gjøres med utgangspunkt i kontinuerlig måling av forbruket og en bedre forståelse av formålsfordelingen. Vi anbefaler derfor at det i første omgang gjøres en målrettet kartlegging av den relevante formålsfordelingen, dvs. formålsfordelingen på de aktuelle tidspunktene, via et forbrukerpanel. Informasjon fra kontinuerlig måling av forbruk må matches statisk mot dette. Resultatene kan brukes som grunnlag for å lage bedre WTP-undersøkelser ved hjelp av valgeksperimenter (bedre beskrivelse av scenarioene, og indirekte verdsetting av de godene man går glipp av), eller som grunnlag for vurderinger gjennomført av et ekspertpanel.

KILE-verdiene vil endre seg over tid med endringer i forbrukeratferd, endringer i hva vi bruker strøm til, endringer i bygningsmasse og teknologiske framskritt. For eksempel kan økt bruk av strøm i transportsektoren føre til endringer i KILE. Kostnadene ved strømbrudd endres også med endringer i inntekt og bosettingsmønster. KILE-satsene kan derfor ikke settes en gang for alle. Samtidig bør det være et mål at KILE-satsene ikke endres for ofte og for mye, siden de skal legges til grunn for investeringer i nettet som har svært lang levetid. Disse momentene tilsier også at det er viktig å ha god oversikt over formålsfordelingen på ulike tidspunkt og hvordan formålsfordelingen utvikler seg.

Et stegvis opplegg for fastsettelse og justeringer av KILE-satsene kan dermed være som følger:

1. Formålsfordelingskartlegging vha. forbrukerpanel
2. Verdsettingsanalyse WTP vha. valgeksperiment
3. Oppfølging ved hjelp av et (permanent) ekspertpanel
4. Nye formålsfordelingsundersøkelser ved behov, eventuelt nye valgeksperimenter

Både forbrukerpanelundersøkelse og valgeksperimenter er antagelig ganske omfattende og kostbare metoder, men gitt at KILE-satsene påvirker omfattende investeringer i nettet, er det trolig samfunnsøkonomisk fornuftig å få mer troverdige og robuste estimater. Ved å legge et godt grunnlag gjennom steg 1 og 2, kan man trolig også unngå å gjøre hyppige spørreundersøkelser, og, ikke minst, justere KILE-satsene på usikkert grunnlag.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

4 ENDRINGER I KILE-SATSER BASERT PÅ EKSISTERENDE DATA

Vi er også bedt om å vurdere om gjeldende KILE-satser for husholdningene bør justeres basert på resultatene fra 2010-undersøkelsen. En slik justering kan eventuelt gjøres på flere måter:

- Etablere nytt middelestimat etter mønster av 2002-undersøkelsen
- Erstatte gjeldende CV-baserte funksjon med en funksjon basert på DW
- Forbedre CV-estimatene fra 2010-undersøkelsen på basis av de kvalitative vurderingene

Den første og andre måten å justere satsene på fordrer at man innhenter nye DW-anslag. Vi er imidlertid enig med forfatterne av 2010-undersøkelsen i at WTP-anslag basert på CV-metodikk er det relevante målet på KILE i husholdningene.

Den siste måten å justere satsene på, innebærer at vi bruker den kvalitative vurderingen av 2010-undersøkelsens representativitet.

Det er videre mulig å justere kostnadsfunksjonen på flere måter:

1. Justere det generelle nivået, dvs. KILE for referansetimen
2. Justere korreksjonsfaktorene
3. Foreslå nye korreksjonsfaktorer for avbrudd ut over 24 timer

Det er mulig å foreslå endringer på alle disse områdene, eller på ett eller to av dem. I de påfølgende avsnittene drøfter vi dem hver for seg.

4.1 Kostnadsnivåer

Vi har i kapittel 2 konkludert med at WTP er den riktige størrelsen å estimere i denne sammenhengen fordi det dreier seg om betalingsvilje for noe man ikke har (økt forsyningssikkerhet). Pöyry og SINTEF (2012a,b). begrunner valget av WTP slik:

- WTP i forhold til DW: Fordi det er grunn til å forvente at store deler av ulempene for en husholdning ikke er knyttet til direkte utlegg
- WTP i forhold til WTA: Fordi generelle erfaringer viser at WTA i større grad inviterer til strategisk svargivning i form av overkompensasjon

De kommenterer ikke metoden fra 2002-undersøkelsen nærmere.

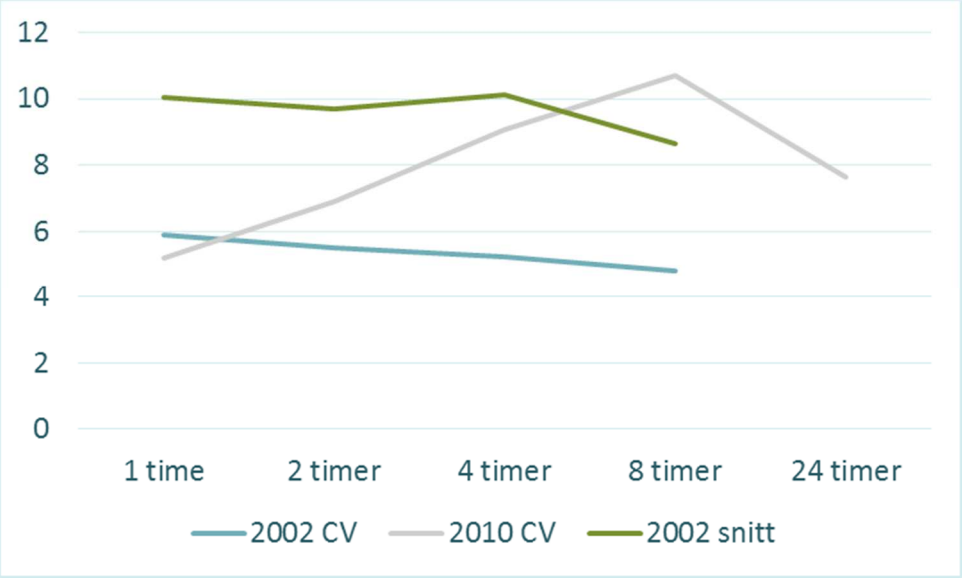
Helst ville vi brukt anslagene fra 2010 som basis for nye KILE-satser fordi vi mener WTP er mer relevant for KILE i husholdningene enn DW. Videre har vi konkludert med at WTP-estimatene fra 2010-undersøkelsen er basert på et bedre metodisk grunnlag enn WTP-estimatene fra 2002. Utfordringen er at vi mener at også 2010-undersøkelsen har svakheter som innebærer at det er usikkert hvor presise anslagene er. I kapittel 3 har vi derfor anbefalt en fremgangsmåte for å forbedre metoden for å innhente anslag på KILE i husholdningene.

Utgangspunktet er altså at vi har gjeldende KILE-satser som er basert på et gjennomsnitt av DW-anslag og WTP-anslag fra 2002. Fra 2002-undersøkelsen har vi altså både estimater på DW og WTP. Fra 2010-undersøkelsen har vi bare WTP-anslag.

Vi er enige i at CV av WTP er en bedre metode enn DW når husholdningenes kostnad ved ILE skal verdsettes. Vi har tidligere konstatert at det er til dels store sprik mellom estimatene fra 2002, basert på et snitt av DW og WTP, og estimatene fra 2010, basert på WTP. Det skyldes imidlertid ikke bare at 2002-estimatene er basert på et snitt av to verdsettelsesmetoder. Figur 9 viser at det også er store sprik mellom WTP-estimatene i de to undersøkelsene.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Figur 9 CV-estimater fra 2002-undersøkelsen og fra 2010-undersøkelsen



Basert på svakhetene i 2010-undersøkelsen og den store endringen fra 2002-undersøkelsen, mener vi det ikke er grunnlag for å justere KILE-satsene kun basert på estimatene fra 2010-undersøkelsen. Likevel mener vi det er grunn til å tro at 2010-estimatene er mer representative når det gjelder formen på kurven, jf. diskusjonen i avsnitt 2.1.1. Det taler for en justering av satsene nå. I avsnitt 2.5.3 har vi også fremført argumenter for at kostnadene ved korte avbrudd er lavere nå enn i 2002. Sammenligner vi bare WTP-estimatene fra 2002 og 2010, tyder de imidlertid på at endringen er at KILE for lengre avbrudd har økt, mens KILE for avbrudd i én time, er omtrent det samme.

I forhold til gjeldende satser, tyder altså WTP-estimatene fra begge undersøkelsene på at KILE for korte avbrudd er lavere. Figur 10 viser hvordan KILE-satsene vil endre seg dersom vi legger CV-estimatene fra 2010 til grunn, sammenlignet med gjeldende nivåer i 2012. En slik omlegging gir en relativt stor endring for avbrudd av kortere varighet.

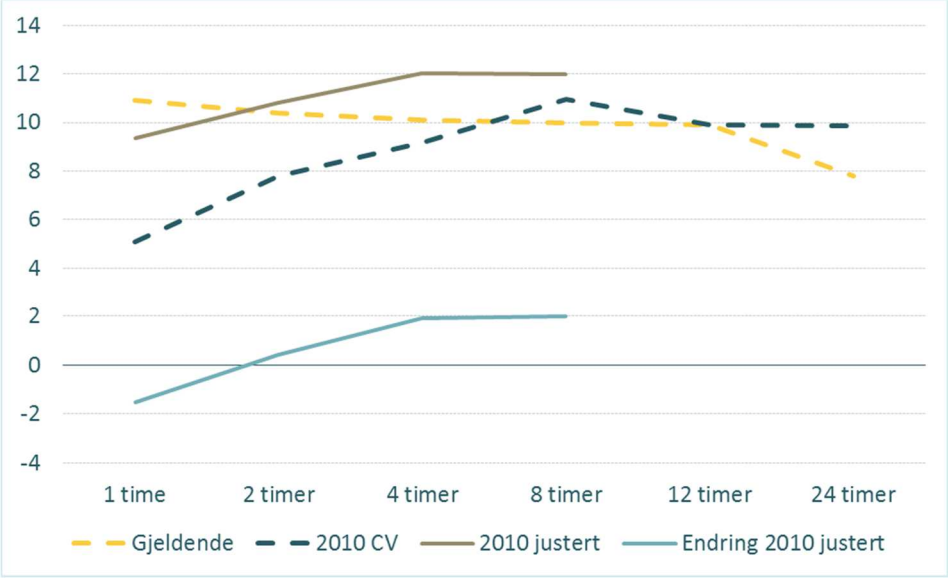
En mer forsiktig justering, i påvente av en ny, forbedret undersøkelse, kunne være å justere KILE-satsene, i hvert fall for de korte avbruddene, ved hjelp av DW-anslagene fra 2002. Dette er også vist i figuren. Hvordan dette vil slå ut for avbrudd opp til 8 timer, er illustrert i Figur 10. (Det er de opprinnelige DW-anslagene som er benyttet for beregningene i figuren. Dersom denne metoden skal brukes, bør også DW-anslagene justeres til 2012-valuta.) Vi ser at dette gir noe lavere KILE-satser for korte avbrudd, men høyere satser for de fleste avbruddslengdene.

Vi kan ikke se at vi har noe grunnlag for å vurdere hvordan DW-estimatene fra 2002 kan justeres på grunnlag av data fra 2010, eller på grunnlag av det vi vet om formålsfordelingen. Vår diskusjon av formålsfordelingen avslører først og fremst at vi har for lite presis kunnskap både om dagens formålsfordeling på de aktuelle tidspunktene og om utviklingen i formålsfordeling fra 2002 til 2010. Vi vet heller ikke om undersøkelsene er gjennomført i samme tidsrom på året, og hvordan det eventuelt vil påvirke estimatene og forskjellene mellom estimatene.

Vi forkaster derfor denne metoden, også fordi en slik gjennomsnittsberegning savner en god faglig begrunnelse, som nevnt i kapittel 2. Vi mener derfor det er tvilsomt å bruke denne metoden til å beregne et nytt «snitt» med utgangspunkt i DW-estimater fra 2002 og WTP-estimater fra 2010.

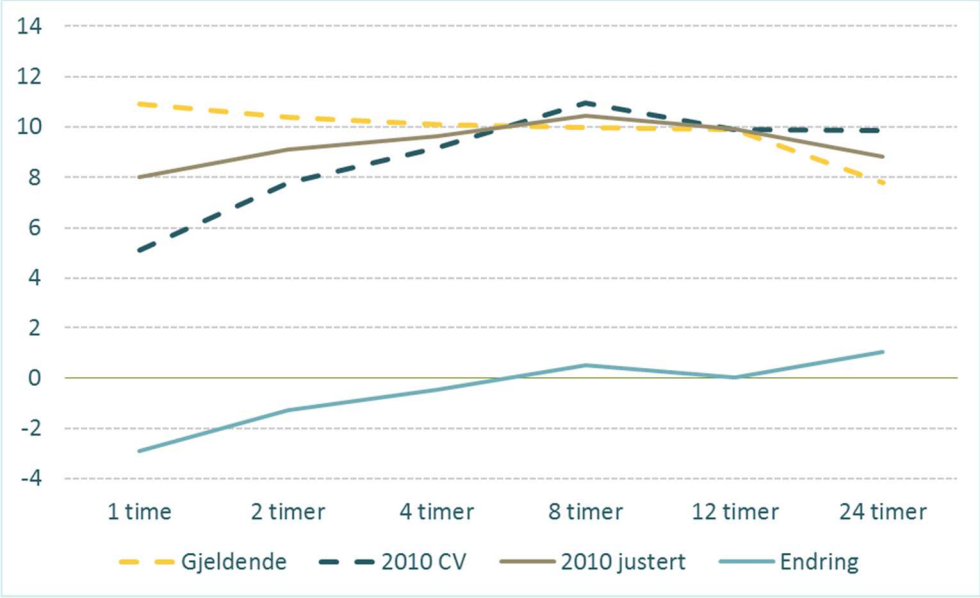
THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Figur 10: Nye KILE-satser basert på WTP 2010 og DW 2002, kr/kWh



Et annet alternativ, dersom man ønsker å justere satsene for å ta hensyn til at vi tross alt fester større lit til resultatene fra 2010-undersøkelsen, er å justere gjeldende satser basert på 2010-estimatene. F.eks. kan man gjøre det ved å beregne et gjennomsnitt mellom gjeldende satser og 2010-estimatene. Det vil gi en kurve som vist i figuren under.

Figur 11: Justering av gjeldende KILE-satser basert på WTP 2010, kr/kWh



Med utgangspunkt i de kvalitative vurderingene vi har gjort, anser vi den siste varianten som tryggere enn den første, selv om den siste varianten gir en større endring i KILE-satsene for korte avbrudd enn den første. Begrunnelsen for å velge en slik justering er at

- Vi fester større lit til resultatene fra 2010-undersøkelsen enn til resultatene fra 2002-undersøkelsen, og mener nye estimater for KILE vil bevege seg i den retningen i forhold til gjeldende satser.
- Det er uheldig å justere KILE-satsene for mye all den tid vi er usikre på de faktiske nivåene på KILE som er estimert på basis av 2010-undersøkelsen.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Likevel vil det ikke være utelukket at resultatene fra en ny undersøkelse vil gi høyere nivåer for WTP enn 2010-undersøkelsen og eventuelt også for snittet mellom 2010-undersøkelsen og gjeldende satser. I så fall løper man en risiko for at man justerer ned satsene nå, for så å justere dem opp igjen når nye estimater foreligger. Det kan være uheldig for troverdigheten til KILE-systemet. For å redusere denne risikoen, kan man gjøre en mindre justering basert på 2010-estimatene (f.eks. 25% i stedet for 50% vekt).

Selv om vi her har antydet noen måter man *kan* bruke for å justere satsene, så er vår viktigste anbefaling å innhente ny kunnskap som beskrevet i kapittel 3. Med et målrettet program for ny kunnskap er vårt råd å la satsene være som de er så lenge.

4.2 Korreksjonsfaktorer

Det er til dels store avvik i korreksjonsfaktorene for avbrudd på andre tidspunkter og for varsling/ikke-varsling mellom 2002- og 2010-undersøkelsen, jf. Tabell 3 i avsnitt 2.4.1. Korreksjonsfaktorene trekker, med ett unntak, i samme retning, noe som innebærer at KILE er lavere ved avbrudd på andre tidspunkter enn i referansetimen. Jevnt over er imidlertid korreksjonsfaktorene mye større i 2010-estimatene. Det er i og for seg konsistent med en utvikling med større variasjoner i elforbruket, men på basis av usikkerheten også i 2010-anslagene finner vi det vanskelig å justere korreksjons-faktorene basert på eksisterende data.

Dersom man ut fra en helhetsvurdering velger å justere nivåene i retning av resultatene fra 2010-undersøkelsen, jf. avsnittet over, kan det i og for seg også være rimelig å justere korreksjonsfaktorene tilsvarende.

4.3 Avbrudd ut over 24 timer

Det er ikke estimert avbruddskostnader for avbrudd ut over 24 timer i noen av undersøkelsene, og vi har også ellers sparsomt med holdepunkter for å estimere KILE for avbrudd ut over 24 timer. Spørreundersøkelsene har ikke omfattet så lange avbrudd, og langvarige avbrudd oppstår relativt sjelden. Samtidig har man foreløpig ikke benyttet anledningen til å gjennomføre verdsettingsanalyser i forbindelse med de langvarige avbruddene som har vært, selv om man har gjort evalueringer av konsekvensene. På basis slike evalueringer, formålsfordelingen og anekdotisk informasjon er det mulig å danne seg et inntrykk av hva som skjer ved langvarige avbrudd, men dette er på langt nær tilstrekkelig til å kunne si at avbruddskostnaden øker eller reduseres med en faktor sånn og sånn hvis avbruddet varer lenger enn i 24 timer. I kapittel 3 har vi imidlertid foreslått at man gjennomfører noen case-studier for å få et bedre grunnlag for å vurdere om man bør ha egne satser

I påvente av det er vår anbefaling å fortsatt legge til grunn 24-timerssatsen for lengre avbrudd. Dvs. at satsen regnet per kW etter 48 timer bør være den dobbelte av dagens sats etter 24 timer, osv.

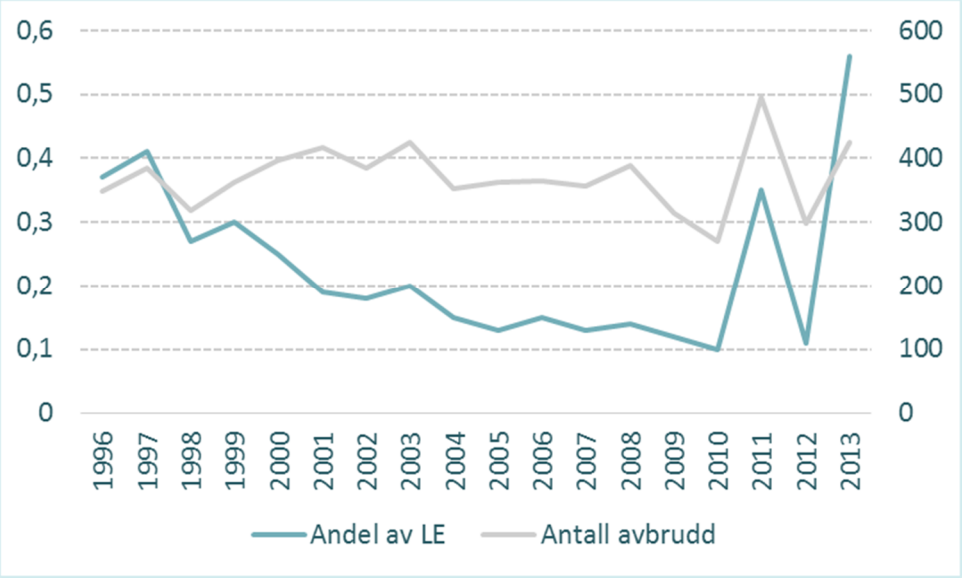
4.4 Andre forhold

I avsnitt 2.1 drøfter vi hvilke forhold som påvirker KILE. Gjeldende kostnadsfunksjon reflekterer varigheten av avbrudd, betydningen av varsling, og når på døgnet, i uka, eller året avbruddet skjer. Det er imidlertid minst to forhold som påvirker KILE, som ikke fanges opp. Det er hyppigheten av avbrudd og hvor omfattende avbruddet er. Det første antas å redusere KILE fordi husholdningene tilpasser seg en større usikkerhet, mens det andre antas å øke KILE fordi tilpasningsmulighetene blir mindre hvis det er et stort område som er rammet. Omfanget øker også sannsynligheten for at viktig infrastruktur og offentlige tjenester rammes.

Dersom hyppigheten av avbrudd har økt fra 2002 til 2010 kan det være en medvirkende årsak til lavere KILE. Avbruddsstatistikken viser at antallet avbrudd hadde økt noe i årene før 2002, mens det var en nedadgående trend fra 2002 til 2010. Videre tyder utviklingen i andelen ikke-levert energi på at avbruddene var kortere og/eller mindre omfattende fram til 2010. Det kan ha påvirket resultatene.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Figur 12 Årlig avbruddsstatistikk, 1996-2013



Det er neppe hensiktsmessig å ta hensyn til utviklingen i avbruddsstatistikken i kostnadsfunksjonen. Som vi ser av figuren, har både hyppighet og omfang variert betydelig etter 2010. Hvordan dette påvirker husholdningenes tilpasninger og sårbarhet for avbrudd, og dermed KILE, er ikke godt å si. Slike endringer og variasjoner taler imidlertid for at man bør gjennomføre verdsettingsundersøkelser med noen års mellomrom.

Derimot kan det være grunn til å vurdere om det er hensiktsmessig å innføre en korreksjonsfaktor for omfanget av avbrudd. På samme måte som med langvarige avbrudd, må det antagelig gjøres noen case-studier for å få et grunnlag for å vurdere dette, og eventuelt også hvordan dette kan inkorporeres i fremtidige spørreundersøkelser/valgeksperimenter. Her er det imidlertid viktig å unngå dobbeltellinger. F.eks. kan en del av husholdningenes KILE knyttet til f.eks. helsetjenester allerede være tatt høyde for i KILE-satsene som gjelder offentlig virksomhet.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

REFERANSER

Australian Energy Market Operator (AEMO), 2014. Value of Customer Reliability Review. September. http://www.aemo.com.au/Electricity/Planning/Value-of-Customer-Reliability-review

Baarsma, Barbara E. og J. Peter Hop, 2009. Pricing power outages in the Netherlands. *Energy*, 34, 1378-1386.

Bøeng, A., Halvorsen, B., & M. Larsen, B., 2014. Kartlegging av oppvarmingsutstyr i husholdningene. Oslo: Statistisk sentralbyrå.

DeLoitte Consulting, 2014. A Study of the Value of Lost Load for Georgia. Prepared for USAID Hydro Power and Planning Project. May. https://dec.usaid.gov/dec/GetDoc.axd?ctID=ODVhZjk4NWQtM2YyMi00YjRmLTkxNjktZTcxMjM2NDBmY2Uy&pID=NTYw&attchmnt=VHJ1ZQ==&rID=MzQ5MTg3

Elforsk, 2008. Krishantering i elsystemet - Elnätsbolags, kommuners och hushålls uppfatningar om roller och ansvarsfördelning vid elavbrott. Linköping: Elforsk.

Energi Norge & Telenor, 2013. Sikkerhet og beredskap mot ekstremvær i telesektoren. Oslo: Energi Norge og Telenor.

Joskow, Paul og Jean Tirole, 2007. Reliability and competitive electricity markets. *RAND Journal of Economics*, 38, 1, 60-84.

Lawrence Berkeley National Laboratory, 2009. Estimated value of service reliability for electric utility customers in the United States. LBNL-2132. Principal authors Michael J Sullivan, Matthew Mercurio, Josh Schellenberg. http://emp.lbl.gov/sites/all/files/REPORT%20lbnl-2132e.pdf

Leahy, Eimear og Richard S.J. Tol, 2011. An estimate of the value of lost load for Ireland. *Energy Policy*, 39, 1514-1520.

London Economics, 2013a. Estimating the Value of Lost Load. Briefing paper prepared for the Electric Reliability Council of Texas, Inc. 11. June. http://www.ercot.com/content/gridinfo/resource/2015/mktanalysis/ERCOT_ValueofLostLoad_LiteratureReviewandMacroeconomic.pdf

London Economics, 2013b. The value of Lost Load (VoLL) for Electricity in Great Britain. Final Report for OFGEM and DECC. July. https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/82293/london-economics-value-lost-load-electricity-gb.pdf

NVE, 2013a. *Energibruksrapporten 2012.* Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE, 2013b. Forslag til endringer i forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer. Høringsdokument 1 2013. http://webby.nve.no/publikasjoner/hoeringsdokument/2013/hoeringsdokument2013_01.pdf

NVE, 2015. *Erfaringer fra ekstremværet Ole.* Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Praktiknjo, Aaron, Alexander Hähnel og Georg Erdmann, 2011. Assessing energy supply security: Outage costs in private households. *Energy Policy*, 39, 7825-7833.

Pöyry og SINTEF, 2010. Assessing socio-economic costs of quality problems in electricity supply – an overview of the literature. Energi Norge publikasjon nr. 309-2010. Av Einar Bowitz, Matthias Hofman, Knut SAmdal og Cecilie Seem.

Pöyry og SINTEF, 2012a. Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – husholdninger. Energi Norge Publikasjon nr 348-2012. Av Line Furseth Bjørk, Einar Bowitz og Cecilie Seem.

Pöyry og SINTEF, 2012b. Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – implikasjoner for regulering. Energi Norge Publikasjon nr 354-2012.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Reichl, Johannes, Michael Schmidthaler og Friedrich Schneider, 2013. The value of supply security: The costs fo power outages to Austrian households, firms and the public sector. *Energy Economics*, 36, 256-261.

Ramjerdi, F., S. Flügel, H. Samstad og M. Killi, 2010. Den norske verdsettingsstudien. Tid. TØI rapport 1053B/2010

Samdal, Knut, Gerd Kjølle, Olav Kvitastein og Balbir Singh, 2002. Anbefaling til nye KILE-satser. SINTEF Energiforskning. 11. juni.

Schmidthaler, Michael, 2012. The value of supply security: the costs of power outages to Austrian households, firms and the public sector. Mimeo. http://eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/events/AAEE-PhD-Day-2012/01_schmidthaler.pdf

SINTEF, 2014. State of the art on reliability assessment in power systems. Deliverable no. D1.1. Project 608540 GARPUR. http://www.garpur-project.eu/system/resources/W1siZiIsIjIwMTQvMDQvMDcvMTJfMzdfNDJfNjZfR0FSUFVSX0QxLjFfU3RhdGVfb2ZfdGhlX2FydF9vbl9yZWxpYWJpbGl0eV9hc3Nlc3NtZW50X2luX3Bvd2VyX3N5c3RlbXMucGRmIl1d/GARPUR%20D1.1%20State%20of%20the%20art%20on%20reliability%20assessment%20in%20power%20systems.pdf

SSB. (2009). *Formålsfordeling av husholdningenes elektrisitetsforbruk i 2006.* Oslo: Statistisk sentralbyrå.

Xrgia, 2011. *Hovedundersøkelse for elektrisitetsbruk i husholdningene.* Oslo: NVE.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

VEDLEGG 1 BEVIS PÅ PÅSTANDER I DEN TEORETISKE DELEN

Teorien i kapittel 2 baserer seg mye på figurbetraktninger. Figurbetraktninger et alltid litt usikre. For å forvisse oss om at vi har tenkt riktig, sjekker vi her betraktningene mer formelt

Uten tap av generalitet setter vi prisen lik 0. Etterspørselskurven er $y = -ax + b$ der x er kvantum, y er betalingsvilje og a og b er positive konstanter. Ved avbrudd er $x=0$. Uten avbrudd er $x = b/a$.

Konsumentoverskuddet kan regnes ut som

$$Konsumentoverskudd = \int_0^{b/a} (-ax+b)dx = \left| \left(-a\frac{1}{2}\frac{b^2}{a^2} + \frac{b^2}{a} \right) = \frac{1}{2}\frac{b^2}{a} \right.$$

VoLL blir da

$$VoLL = \frac{\frac{1}{2}\frac{b^2}{a}}{\frac{b}{a}} = \frac{1}{2}b$$

Virkningen av brattere etterspørselskurve

Brattere etterspørselskurve betyr at a øker og etterspørselskurven er fortsatt sentrert om markedspunktet b/a. Siden b/a er fast, øker b like mye som a, jf figuren i hovedteksten. Siden b øker vil VoLL øke. VoLL er jo halve b.

Virkningen av inntektsvekst

Vi antar at økt inntekt parallellforskyver etterspørselskurven, og spesielt øker b. Siden b øker vil VoLL øke. VoLL er jo halve b.

Dersom inntektsvekst ikke har virkning på b (betalingsviljen for strøm ved null strøm er uendret selv om inntekten øker) så er VoLL konstant.

THEMA Consulting Group
Øvre Vollgate 6, 0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no