



RAPPORT

2017/32

Nye KILE-funksjoner for husholdninger

Sofie Waage Skjeflo, Kristin Magnussen, Ståle Navrud,
Berit Tennbakk og Haakon Vennemo

VISTA ANALYSE AS



For NVE

Dokumentdetaljer

Vista Analyse AS	Rapport nummer 2017/32
Rapporttittel	Nye KILE-funksjoner for husholdninger
ISBN	978-82-8126-347-5
Forfatter	Sofie Waage Skjeflo, Kristin Magnussen, Ståle Navrud, Berit Tennbakk og Haakon Vennemo
Dato for ferdigstilling	20.08.2018
Prosjektleder	Haakon Vennemo
Kvalitetssikrere	Henrik Lindhjem og John Magne Skjelvik
Oppdragsgiver	For NVE
Tilgjengelighet	Offentlig
Publisert	www.vista-analyse.no
Nøkkelord	Strømbrydd, betalingsvillighet, nett

Forord

Utredningen og undersøkelsen Nye KILE-funksjoner for husholdninger er gjennomført i perioden juni 2016 til november 2017. Utredningen følges opp av en spesialundersøkelse rettet mot husholdninger som har opplevd lange avbrudd.

Utredningen er gjennomført av Vista Analyse og Thema Consulting Group. Fra 1. februar 2017 er prosjektmedarbeiderne Kristin Magnussen, Ståle Navrud og Henrik Lindhjem tilknyttet Menon Economics – Menon senter for miljø- og ressursøkonomi. Fra 1. oktober er Sofie Waage Skjeflo tilknyttet samme sted. Fra september 2016 er Silje Harsem knyttet til Hafslund Nett, og hun gikk da ut av utredningsgruppen. Anne Maren Erlandsen har bidratt til rapporten i sluttfasen.

Takk til referansegruppen ledet av Mi Lagergren (til august 2017) og Silje Cathrine Syvertsen, deltakerne i fokusgruppene i Oslo og Ålesund og i en-til-en intervjuene i Oslo, Ole Fredrik Ugland og Robin Juliussen i Kantar TNS - Norsk Gallup, Kjerstin Keller i Nanodesign, og respondentene som tok seg tid til å svare på spørreundersøkelsen. Gjenstående feil og mangler står for forfatterens regning.

Denne rapporten ble opprinnelig offentliggjort 7. desember 2017. Sommeren 2018 ble det klart at det var noen unøyaktigheter i våre beregninger av KILE sammenliknet med forskriften og praksis i programmet Fasit. Den foreliggende rapporten har korrigert disse unøyaktighetene, og erstatter den tidligere versjonen fra 2017.

Haakon Vennemo

Prosjektleder

Vista Analyse AS

Innhold

Forord	1
Sammendrag og konklusjoner	7
1. Innledning	13
2. Tidligere arbeid med verdsetting av unngåtte avbrudd	15
2.1 Tidligere norske studier.....	16
3. Verdsettingsundersøkelsen	20
3.1 Utforming og testing av spørreundersøkelsen.....	20
3.2 Endelig spørreskjema	24
4. Resultater fra spørreundersøkelsen	32
4.1 Utvalg og svarprosent	32
4.2 Protestsvar	32
4.3 Ekstreme observasjoner	35
4.4 Representativitet og vekting.....	38
4.5 Økonometrisk spesifisering	40
4.6 Endelige resultater for gjennomsnittlig betalingsvillighet	47
5. Ny KILE-funksjon for husholdninger	51
5.1 Dagens kostnadsfunksjon er utgangspunktet.....	51
5.2 Leddet $f_{K,h}$ korrigerer for klokkeslett.....	51
5.3 Leddet $f_{K,d}$ korrigerer for dag	52
5.4 Leddet $f_{K,m}$ korrigerer for måned.....	53
5.5 Leddet $k_{P,ref}$ uttrykker betalingsvillighet per standard effektenhet	54
5.6 Visuelle uttrykk for ny funksjon i forhold til gammel	56
5.7 Varslet avbrudd er mindre ubekvemt	60
5.8 Videre tolkning og andre måter å lage kostnadsfunksjon på	61
5.9 Kostnadsfunksjoner regnet per kWh	63
Vedlegg A	67
Vedlegg B	69
Referanser	70

Tabeller:

Tabell S.1 Husholdningenes betalingsvillighet for å unngå avbrudd på ulike tidspunkt og av ulik varighet.....	8
Tabell S.2 Funksjonen $k_{P,ref}$ vist for ulike intervaller for varighet på avbruddet.....	9
Tabell 2.1 Anslag for avbruddskostnader i 2002 og 2010 (i 2010-kr)	17
Tabell 4.1 Svarprosent	32
Tabell 4.2 Andel nullsvar i hvert scenario	33
Tabell 4.3 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar uten å ta ut ekstreme observasjoner	35
Tabell 4.4 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 1	36
Tabell 4.5 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 2	37
Tabell 4.6 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3	37
Tabell 4.7 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, uten regel for å utelukke varslede brudd.....	38
Tabell 4.8 Andeler i endelig utvalg og befolkning etter kjønn og aldersgruppe.....	39
Tabell 4.9 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, vektet for utvalgsskjevhet.....	39
Tabell 4.10 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, Cameron og Huppert's (1989) intervallregresjonsmodell.....	41
Tabell 4.11 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, kontroll for individfaste effekter.....	42
Tabell 4.12 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, nedre intervallgrense	43
Tabell 4.13 Beskrivende statistikk for bakgrunnsvariabler i endelig utvalg	44
Tabell 4.14 Regresjonsresultater, betalingsvillighet for å unngå strømbrydd tirsdag kl. 17 i januar	46
Tabell 4.15 Endelige anslag for gjennomsnittlig betalingsvillighet	47
Tabell 4.16 P-verdier for tester av lik betalingsvillighet mellom scenarier.....	49
Tabell 5.1 $f_{K,h}$ i gammel og ny funksjon	52
Tabell 5.2 $f_{K,d}$ i gammel og ny funksjon	53
Tabell 5.3 $f_{K,m}$ i gammel og ny funksjon	54

Tabell 5.4	Anslått betalingsvillighet i kr per kW knyttet til referansetidspunktet – $k_{P,ref}$	55
------------	---	----

Tabell 5.5	Ny $k_{P,ref}$	56
------------	----------------------	----

Tabell 5.6	Faktor for varslet avbrudd i gammel og ny funksjon	60
------------	--	----

Figurer:

Figur S.1	Betalingsvillighet per kW som funksjon av tid. Ny og gammel funksjon	10
-----------	---	----

Figur S.2	Betalingsvillighet per kW som funksjon av tid opp til seks timer. Ny og gammel funksjon	11
-----------	---	----

Figur 2.1	Avbruddskostnader pr. time, kr/kWh.....	17
-----------	---	----

Figur 3.1	Illustrasjon av strømbruk fra spørreundersøkelsen	26
-----------	---	----

Figur 3.2	Spørsmål om kostnader og ulemper ved strømbrudd	27
-----------	---	----

Figur 3.3	Betalingsvillighetsspørsmål for scenario tirsdag kl. 17 i januar	29
-----------	--	----

Figur 3.4	Betalingsvillighetsspørsmål for scenario lørdag kl. 17 i januar	30
-----------	---	----

Figur 3.5	Oversiktstabell for alle betalingsvillighetsspørsmål	31
-----------	--	----

Figur 3.6	Begrunnelse av nullsvar for varigheter over seks timer.....	31
-----------	---	----

Figur 4.1	Begrunnelser for nullsvar.....	34
-----------	--------------------------------	----

Figur 4.2	Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd en tirsdag kl. 17 i januar, med økende varighet	48
-----------	---	----

Figur 4.3	Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med seks timers varighet	49
-----------	--	----

Figur 4.4	Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med 72 timers varighet.....	50
-----------	---	----

Figur 5.1	Befolkningsvektet middeltemperatur gjennom året.....	54
-----------	--	----

Figur 5.2	KILE-kostnad med utgangspunkt i tirsdag i januar kl 17 (referansetidspunktet)	57
-----------	---	----

Figur 5.3	KILE-kostnad med utgangspunkt i tirsdag i januar kl 17 (referansetidspunktet) opp til seks timer	58
-----------	--	----

Figur 5.4	Ny og gammel funksjon en hverdagsettermiddag om sommeren	59
-----------	--	----

Figur 5.5	Ny og gammel funksjon om sommeren kl 09-12.....	60
-----------	---	----

Figur 5.6	Ny og gammel funksjon om sommeren kl 09-12, varslet	61
-----------	---	----

Figur 5.7	Avbruddskostnader per time på referansetidspunktet, kr per kWh	64
-----------	--	----

Figur 5.8	Prinsippskisse for avbruddskostnad per kWh (VoLL) hentet fra Vista Analyse og Thema Consulting (2016)	65
-----------	---	----

Bokser:

Tekstramme 3.1 Scenariobeskrivelser fra fokusgruppene 23

Tekstramme 3.2 Endelig scenariobeskrivelse 24

Sammendrag og konklusjoner

Rapporten presenterer en undersøkelse av husholdningers vilje til å betale for sikker strømforsyning. Undersøkelsen viser økonomisk og statistisk troverdige resultater og danner et godt grunnlag for å revidere størrelsen på avbruddskostnadene knyttet til husholdninger, som inngår i nettselskapenes kvalitetsjusterte inntektsrammer for ikke levert energi (KILE).

Viljen til å betale avgjør investeringene i sikker strømforsyning

Sikker strømforsyning er en viktig verdi i landet vårt. Statnett, de regionale og lokale nettselskapene investerer store beløp for å sikre og videreutvikle strømmettet.

På et eller annet punkt blir det likevel et spørsmål om man får nok igjen for å øke investeringene. Nettselskapene handler på vegne av strømforbrukerne, og det er ikke rasjonelt for nettselskapene å bruke mer penger på å sikre nettet enn velinformerte forbrukere er villige til å betale. Ikke bare investeringer, men også vedlikehold, beredskap og gjenopprettingsevne omfattes av dette.

Et viktig spørsmål for Statnett og nettselskapene er derfor hva forbrukerne er villige til å betale for å unngå ulempene ved strømavbrudd. Med synkende avkastning av investeringene bør selskapene investere opp til det punktet der den marginale kostnaden er lik den marginale nytten. I beregningen av nytten må man kjenne investeringenes virkninger på avbruddsfrekvens (sannsynligheten for avbrudd), og betalingsvilligheten for å unngå avbrudd av ulike varigheter, på ulike tidspunkt.

Vi utforsker husholdningenes betalingsvillighet for å unngå avbrudd

Denne utredningen handler om betalingsvilligheten for å unngå avbrudd av ulike varigheter, på ulike tidspunkt. Det er mange sluttbrukere av strøm, og vi undersøker kun betalingsvilligheten til husholdningene. Det gjør vi ved å gjennomføre en betinget verdsetningsundersøkelse, som er en strukturert spørreundersøkelse av betalingsvillighet.

Betalingsvilligheten varierer fra 37 kroner for ett minutt unngått avbrudd, til 2800 kroner for 72 timer

Over 2000 husholdninger fra hele landet besvarte spørsmål om sin betalingsvillighet for å unngå avbrudd av ulik varighet og på ulike tidspunkt. Om lag 1350 ga meningsfulle svar, og disse ligger til grunn for tallene vi viser i Tabell S.1.

Tabell S.1 Husholdningenes betalingsvillighet for å unngå avbrudd på ulike tidspunkt og av ulik varighet.

Scenario	1 min	2 timer	6 timer	24 timer	72 timer
Tirsdag kl. 17 i januar	37 kr	138 kr	434 kr	1032 kr	2814 kr
Tirsdag kl. 09 i januar			331 kr		
Tirsdag kl. 01 i januar			280 kr		
Lørdag kl. 17 i januar			506 kr		2482 kr
Tirsdag kl. 17 i juli			265 kr		1863 kr
Tirsdag kl. 17 i januar, varslet			210 kr		1555 kr

Note: Varighet fra ett minutt til 72 timer. Alle avbrudd er uvarslet, utenom det nederste som er et varslet avbrudd. Protestsvarere, respondenter som verdsetter tapt næringsinntekt og respondenter som svarer inkonsistent er utelatt. Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Undersøkelsen tyder på at husholdningene verdsetter et kortvarig avbrudd på ett minutt forholdsvis mer enn et avbrudd på to timer, regnet i form av betalingsvillighet per tidsenhet. Det er rimelig å tolke dette i lys av at en del kostnader og ulemper ved avbrudd er uavhengige av avbruddets lengde. Et avbrudd på seks timer verdsettes til om lag tre ganger så mye som et avbrudd på to timer, noe som tyder på proporsjonalitet i kostnaden i dette tidsintervallet, mens å unngå et avbrudd på 24 timer verdsettes ca. 2,5 ganger høyere enn ett på seks timer. Her kan det være avbøtende tiltak som gjør at kostnaden ikke er proporsjonal, dvs. ikke fire ganger større. Avbrudd i tre døgn (72 timer) vurderes å være snaue tre ganger så alvorlig som avbrudd i ett døgn, og er dermed tilnærmet proporsjonalt.

Referansetidspunktet for å vurdere avbrudd er en tirsdag kl. 17 i januar, det vil si middagstid om vinteren. Dersom avbruddet inntreffer kl. 09, synker betalingsvilligheten til om lag 75 prosent av referansetidspunktet. Dersom det inntreffer kl. 01, når de fleste sover, synker den til 65 prosent av referansetidspunktet. Videre finner vi at betalingsvilligheten er 15 prosent høyere på en lørdag enn en hverdag. Dersom avbruddet inntreffer i juli er betalingsvilligheten 60 prosent av betalingsvilligheten i januar. Dersom avbruddet er varslet, er betalingsvilligheten for å unngå det, bare halvparten. Dette viser som forventet at folk ved et varslet avbrudd tilpasser seg slik at velferdstapet, og dermed betalingsvilligheten for å unngå det, er mindre.

De relative tallene i forrige avsnitt gjelder et avbrudd av seks timers lengde. Hvis vi ser på et langvarig avbrudd på 72 timer, er resultatene omtrent de samme som for seks timer. Unntaket er avbrudd fra lørdag ettermiddag til tirsdag ettermiddag, der betalingsvilligheten er lavere enn for avbrudd fra tirsdag til fredag. Det kan skyldes at ved et virkelig langt avbrudd er det større frihet i helgene til å reise bort eller annet.

Regnet per kW effekt er betalingsvilligheten nær proporsjonal over lange tidsintervaller

I enkelte sammenhenger er det ikke betalingsvilligheten per husholdning som er interessant, men betalingsvillighet regnet i forhold til effektforbruket. Husholdningenes

effektforbruk er dårlig kartlagt inntil vi får nær kontinuerlige målinger fra AMS-målerne som nå installeres, men vi har brukt resultater og beregninger fra FASIT (fasit.no), som er kraftbransjens nettsted for informasjon om feil og avbrudd i kraftsystemet.

Funksjonen for betalingsvillighet per kW effekt begynner på 11 kroner, som gjenspeiler de 37 kronene over, dividert på et standard effektforbruk kl. 17 i januar på 3,45 kW (Tabell S.2). Vi antar med andre ord at kostnaden registrert for ett minutt gjelder avbrudd inntil ett minutt, selv om det bare skulle forekomme i et sekund. Øvrige estimater blir også delt på tallet 3,45 kW. Deretter interpolerer vi mellom disse verdiene, men må også ta hensyn til forskriftens krav om at avbrudd som varer mer enn en time, ruller gjennom timeskorreksjonsverdier som kan anta en verdi forskjellig fra 1,0.

I KILE-kostnadsfunksjonen opptrer leddet $k_{P,ref}$. Dette er en funksjon som etter vårt forslag vil ha formen gitt i Tabell S.2.

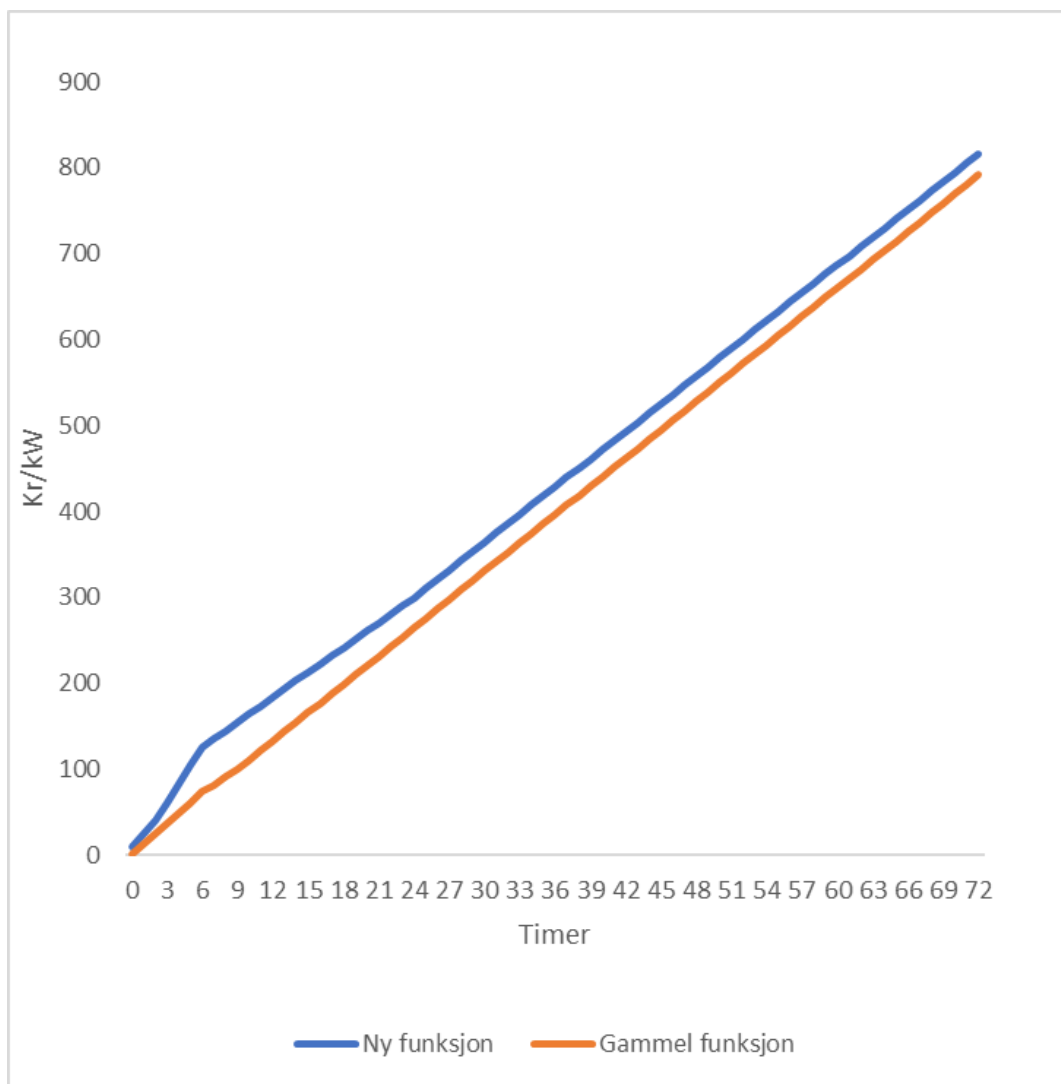
Tabell S.2 Funksjonen $k_{P,ref}$ vist for ulike intervaller for varighet på avbruddet

(0,1 m)	[1 m, 2 t)	[2 t, 6 t)	[6 t, 24 t)	[24 t, 72)	[72 t, ∞)
11	$11+13,7*t$	$38+21,9*(t-2)$	$126+13,0*(t-6)$	$360+13,0*(t-24)$	$984+13,0*(t-72)$

Note: m = minutt, t = time. Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

KILE-kostnadsfunksjonen kan sammenliknes med konstant og stigningstall i den gamle funksjonen. Inflasjonskorrigert til 2017 er konstanten i den gamle funksjonen 1,2, og stigningstallet er 11,0 kroner. Konstanten i den nye funksjonen er altså nær ti ganger høyere enn den gamle, og stigningstallet fram til seks timer er også høyere. Fra 6 til 24 timer nærmer funksjonene seg hverandre, som skyldes timekorreksjonsverdiene i gjennomsnitt over døgnet er lavere enn i gammel funksjon. Figur S.1 gir en grafisk fremstilling av ny kostnadsfunksjon i blått og gammel kostnadsfunksjon i oransje.

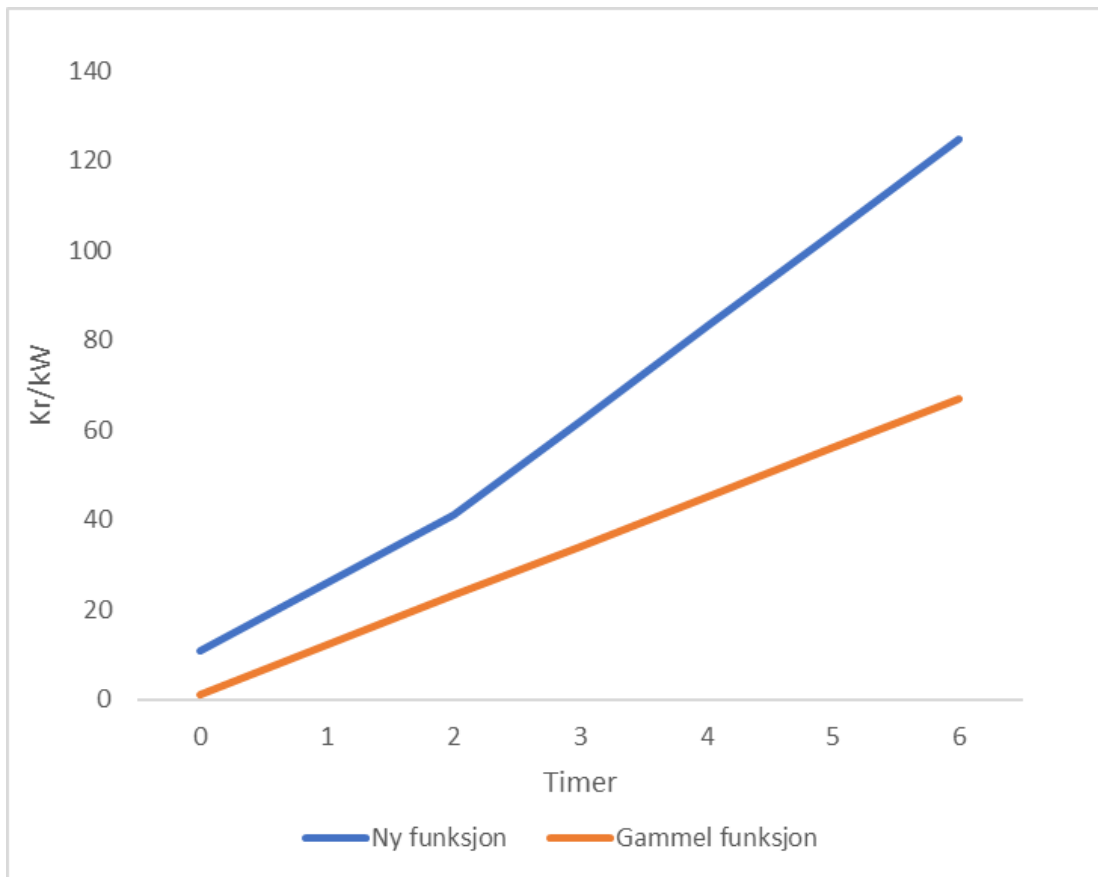
Figur S.1 **Betalingsvillighet per kW som funksjon av tid. Ny og gammel funksjon**



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017

Av figuren kan man få det inntrykk at ny og gammel funksjon er ganske parallelle. Dersom vi forkorter perspektivet til seks timer, blir imidlertid bildet et annet. Figur S.2 viser dette.

Figur S.2 Betalingsvillighet per kW som funksjon av tid opp til seks timer. Ny og gammel funksjon



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017

Av denne figuren får en et bedre inntrykk av at ny og gammel funksjon har ulike startpunkt, og at ny funksjon stiger raskere enn gammel. Et avbrudd på fire timer om vinteren vurderes for eksempel å være dobbelt så kostbart i ny funksjon som i gammel.

I et oppfølgingsprosjekt analyserer Vista Analyse og Thema Consulting Group betalingsvillighet blant husholdninger som har opplevd lange avbrudd. Vi vil vente med å trekke en endelig konklusjon om kostnadsfunksjonen vi anbefaler inntil resultatene fra oppfølgingsprosjektet foreligger.

Undersøkelsen følger god praksis for undersøkelser av betalingsvillighet (betinget verdsetting)

For å få pålitelige resultater i en betinget verdsettingsundersøkelse av betalingsvillighet, er spørreundersøkelsen utviklet og analysert i flere steg:

i) Etter interne diskusjoner og arbeid med utkast til spørreskjemaet, arrangerte vi to fokusgruppemøter i henholdsvis Oslo og Ålesund, der gruppene diskuterte hvilke konsekvenser av avbrudd som var viktige, hvilken innretning på spørsmål om betalingsvillighet som fungerte best, osv. I møtet i Ålesund hadde vi sikret oss at gruppen inneholdt deltagere som selv hadde opplevd lange avbrudd.

ii) På grunnlag av erfaringene fra fokusgruppene, og i tråd med «beste praksis» innen betinget verdsetting, utformet vi et fullstendig spørreskjema og testet det i en-til-en intervjuer. I intervjuene besvarte hver respondent skjemaet mens han eller hun

kommenterte høyt sin tenkemåte og reaksjoner. Slik ble vi oppmerksom på flere feil og uklarheter i skjemaet. Det var særlig viktig for oss å teste betalingsscenarioet – det skal være troverdig og utløse færrest mulig protestsvar.

iii) Etter en-til-en intervjuene og ny revisjon av spørreskjemaet gjennomførte vi en pilotundersøkelse, det vil si en undersøkelse rettet mot et representativt utvalg i mindre skala. Ca. 300 respondenter deltok i pilotundersøkelsen. Pilotundersøkelsen ga oss positive tilbakemeldinger, men førte til at vi gjorde noen mindre endringer i oppfølgingsspørsmål om motivene for å svare null betalingsvillighet eller svare «vet ikke» for bedre å identifisere mulige protestsvar.

iv) Endelig undersøkelse ble gjennomført med 2000 deltagere i april-mai 2017.

v) Svarene i undersøkelsen ble behandlet ved hjelp av ulike statistiske metoder. Blant annet har vi testet om de avgitte svarene for tidspunkt, sesong og dag er signifikant forskjellige, noe de er. I utvalget er det respondenter som svarer på en slik måte at det ikke er forsvarlig å la deres svar inngå i det som til syvende og sist kan gi grunnlag for store investeringsbeslutninger. Det er for eksempel enkelte som oppgir samme betalingsvillighet for å unngå avbrudd på ett minutt og 72 timer. Vi har testet ulike kriterier for å inkludere/ekskludere respondenter. Kriteriene spiller liten rolle for estimert betalingsvillighet for lange avbrudd, men større rolle for korte avbrudd. Estimert betalingsvillighet for korte avbrudd synker ettersom respondenter som har svart inkonsistent og/eller har misforstått, ekskluderes.

1. Innledning

Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi (KILE) er et mål for samfunnets kostnader ved avbrudd i strømforsyningen. Ordningen trådte i kraft 1. januar 2001. KILE-ordningen skal bidra til at nettselskapene tar hensyn til avbruddskostnader i utvikling, utnyttelse og drift av nettet. Ved avbrudd reduseres nettselskapenes tillatte inntekt med ca. 60 prosent av KILE-beløpet. Det er viktig for å få en riktig forsyningssikkerhet i det norske kraftnettet at KILE-funksjonene i størst mulig grad reflekterer de samfunnsøkonomiske kostnadene ved avbrudd.

KILE legger til grunn ulike kostnadsfunksjoner for ulike kundegrupper. Fra 1. januar 2015 endret NVE KILE-satsene for alle kundegrupper unntatt husholdninger. Endringene var basert på en undersøkelse fra 2010 som også inkluderte estimater for KILE-kostnader for husholdningene. NVE mente imidlertid at det var behov for mer informasjon om husholdningenes betalingsvillighet ved avbrudd, før KILE-satsene også endres for denne gruppen. I 2015 fikk NVE utarbeidet en rapport (Vista Analyse og Thema Consulting Group, 2016) som vurderte hvorvidt 2010-undersøkelsen kan legges til grunn for nye KILE-satser for husholdningene. Rapporten konkluderte med at 2010-undersøkelsen ikke bør brukes direkte for fastsettelse av nye KILE-satser for husholdningene.

I 2016 fikk Vista og THEMA i oppdrag å utarbeide en spørreundersøkelse som grunnlag for å korrigere KILE-kostnader for husholdninger. I oppdraget skal det innhentes besvarelser fra et statistisk representativt utvalg husholdninger, svarene skal bearbeides, og det skal utformes eventuelle nye kostnadsfunksjoner og korreksjonsfaktorer for husholdninger. Eventuelle svakheter ved undersøkelsen og besvarelsene skal belyses. Mandatet for undersøkelsen er gjengitt i Vedlegg B.

Konklusjonene som denne rapporten kommer til, skal blant annet sammenliknes med resultater fra en oppfølgingsundersøkelse rettet mot husholdninger som har opplevd lange avbrudd.

Denne rapporten begynner i kapittel to med en kort introduksjon til tidligere arbeid med verdsetting av unngåtte avbrudd. Vi fokuserer på det den vitenskapelige litteraturen forteller om hvordan en slik spørreundersøkelse bør utformes for å sikre best mulig estimater for husholdningenes velferdstap ved avbrudd. Vi gjennomgår også to tidligere undersøkelser av norske husholdningers kostnader ved avbrudd. Videre viser vi i kapittel tre hvordan vår spørreundersøkelse er utformet og testet for å unngå svakhetene ved de tidligere gjennomførte undersøkelsene. I kapittel fire viser vi resultatene fra spørreundersøkelsen og vurderer kvaliteten på besvarelsene, estimerer gjennomsnittlig betalingsvillighet for de ulike scenariene for avbrudd og undersøker hvor følsomme resultatene er for ulike antakelser. Til slutt bruker vi i kapittel fem resultatene fra spørreundersøkelsen til å utforme nye kostnadsfunksjoner og korreksjonsfaktorer for husholdningene.

2. Tidligere arbeid med verdsetting av unngåtte avbrudd

I Norge er det i løpet av de siste 15 årene gjort to forsøk på å verdsette unngåtte avbrudd for husholdninger, og det er gjennomført en rekke studier i andre land. Det finnes flere ulike metoder for å estimere verdien av unngåtte avbrudd, eller Value of Lost Load (VoLL), som det omtales som i den internasjonale litteraturen.¹

I revealed preference-undersøkelser ("avslørte preferanser") bruker man data for aktørenes faktiske beslutninger for å utlede verdien av å unngå avbrudd. Et eksempel på informasjon som kan brukes, er kostnader forbundet med investering i reserveutstyr eller andre investeringer husholdninger gjør når de opplever avbrudd. Som London Economics International (2013) påpeker, vil ikke dette gi tilstrekkelig informasjon i områder med høy leveringspålitelighet. Avslørte preferanser er dermed en lite anvendelig metode for husholdninger i Norge.

En annen tilnærming er den såkalte produksjonskostnadstilnærmingen, hvor verdien av å unngå avbrudd for husholdninger er satt lik verdien av tiden man tilbringer hjemme, beregnet på ulike måter (Leahy og Tol, 2011). Leahy og Tol (2011) viser imidlertid til at de ikke fanger opp kostnader ved ulemper for husholdningene gjennom denne metoden, og at det er en metode som bare bør brukes når man ikke har mulighet til å samle inn data gjennom spørreundersøkelser.

Spørreundersøkelser rettet mot husholdninger fremheves som den beste tilnærmingen til å estimere verdien av å unngå avbrudd for husholdninger i litteraturgjennomganger både fra London Economics International (2013) og Electricity North West (2016). En type spørreundersøkelse er direct worth-metoden ("direkte utgifter"). Den går ut på å presentere respondenter i en spørreundersøkelse for ulike scenarier for avbrudd og be dem oppgi hvilke utgifter de ulike avbruddene medfører. Ved hjelp av denne tilnærmingen fanger man imidlertid ikke opp kostnader ved ubehag og ulemper for husholdningene.

Den anbefalte metoden i begge de tidligere omtalte litteraturgjennomgangene er stated preference-undersøkelser ("uttrykte preferanser"). Dette er enten betalingsvillighetsundersøkelser hvor man spør respondentene direkte om deres betalingsvillighet eller nødvendig kompensasjon,² eller valgeksperimenter (choice experiments) hvor betalingsvilligheten utledes indirekte gjennom valgene respondenten gjør i eksperimentet.

I undersøkelser av kostnader ved avbrudd presenteres vanligvis respondenten for ulike scenarier for avbrudd, og blir bedt om å oppgi det meste hun er villig til å betale for å unngå avbruddet, eller det minste hun måtte bli kompensert for å akseptere avbruddet. I praksis spør man som regel om betalingsvillighet og ikke kompensasjon, fordi et kompensasjonskrav ikke er begrenset av inntekten, og det er dermed ikke noen øvre grense for hvor høyt beløp respondenten kan oppgi. Man kan også oppleve en høy andel «vet ikke»-svar fordi konsumenter har liten erfaring med å kreve kompensasjon, men er vant til å betale for varer og tjenester. I tillegg kan andelen protestsvar bli høy fordi

¹ Vi viser til Vista Analyse og Thema Consulting Group (2016) for en mer grundig gjennomgang og vurdering av metodevalg.

² Denne typen undersøkelser omtales som betinget verdsetting i verdsettingslitteraturen.

respondenten ikke aksepterer situasjonen med avbrudd, og ikke vil la seg «bestikke» med en kompensasjon for å godta avbruddene.

I litteraturen skiller man mellom åpne og lukkede betalingsvillighetsspørsmål, hvor man ved åpne betalingsvillighetsspørsmål fritt kan oppgi et beløp, enten i et åpent felt i spørreundersøkelsen eller ved hjelp av et betalingskort med en skala, for eksempel ved hjelp av en glideskala i internettbaserte undersøkelser. I undersøkelser med lukkede betalingsvillighetsspørsmål får respondenten spørsmål om hun er villig til å betale et bestemt beløp eller ikke, og i noen tilfeller påfølgende spørsmål om et høyere eller lavere beløp for å avgrense betalingsvilligheten. Betalingsvilligheten utledes ved hjelp av observasjoner fra mange respondenter som er stilt spørsmål om ulike beløp.

I et valgeksperiment kan respondenten gjentatte ganger bli bedt om å velge mellom to alternativ/program karakterisert av attributter som for eksempel lengde på avbrudd, varsling og sesong, og en kostnad forbundet med hvert valgalternativ (hvor verdiene for hvert attributt varieres over valgene som respondenten presenteres for).

Ved hjelp av stated preference-undersøkelser skal man i teorien både fange opp direkte kostnader og ikke-monetære kostnader ved avbrudd, som ulemper og ubehag. Stated preference-undersøkelser er imidlertid også omdiskutert i en del sammenhenger. Det gjelder særlig ved verdsetting av fellesgoder der det er urimelig å anta at respondentene har erfaring med å gjøre valg som påvirker tilbudet av disse godene. En hovedinnvending er at hypotetiske undersøkelser kan gi betalingsvillighetsbeløp som er «for høye» sammenlignet med en reell valgsituasjon, fordi respondentene vet at situasjonen ikke er reell, og dermed ikke trenger å forplikte seg til valgene de tar. Dette omtales som hypotetisk skjevhet. I litteraturen omtales ulike måter å forhindre hypotetisk skjevhet på, det vil si å sikre at respondenten har insentiv til å oppgi sin faktiske betalingsvillighet (at undersøkelsen er såkalt insentiv-kompatibel). Carson et al. (2001) poengterer at grundig utforming av betalingsvillighetsundersøkelsen er viktig. For det første må godet som skal betales for, forklares på en måte som er forståelig for alle respondenter. Beskrivelsen må være slik at respondenten skjønner hvordan godet skal bringes til veie. Betalingsmekanismen må være troverdig, slik at respondenten tror på at hun må betale for godet. Til slutt må også spørreundersøkelsen utformes slik at respondentene tror at valgene de tar påvirker faktiske beslutninger (dvs. såkalt konsekvensialitet).

I neste avsnitt ser vi nærmere på de to norske studiene fra 2002 og 2010.

2.1 Tidligere norske studier³

Vinteren 2001-2002 gjennomførte SINTEF i samarbeid med Samfunns- og næringslivsforskning og NVE en spørreundersøkelse av kostnaden ved ikke-levert energi til ulike brukergrupper («2002-undersøkelsen») (Samdal m.fl., 2002, 2003). I perioden 2008-2011 gjennomførte Pöyry Management Consulting og SINTEF en ny undersøkelse («2010-undersøkelsen») (Pöyry og SINTEF, 2012a, b). Begge undersøkelsene er spørreundersøkelser som baserer seg på spørreskjemaer sendt ut til et representativt utvalg husholdninger. 2002-undersøkelsen spør om direkte utgifter og om betalingsvillighet. 2010-undersøkelsen spør om betalingsvillighet. Sentrale resultater fra undersøkelsene er gjengitt i tabellen under.

³ Dette avsnittet er basert på Vista Analyse og Thema Consulting Group (2016), og vi henviser til denne rapporten for en mer detaljert gjennomgang av undersøkelsene.

Tabell 2.1 Anslag for avbruddskostnader i 2002 og 2010 (i 2010-kr) .

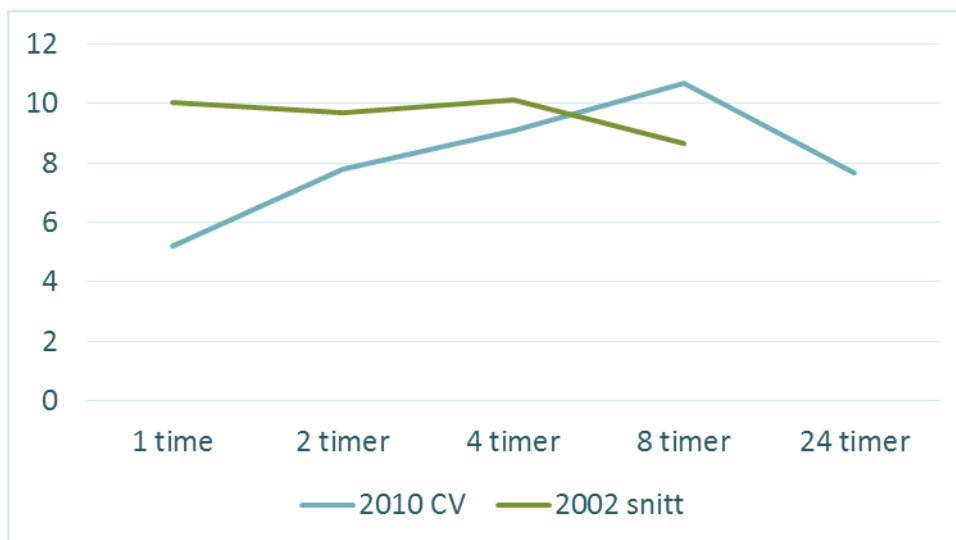
Undersøkelse	Metode	Varigheter					
		1 min	1 time	2 timer	4 timer	8 timer	24 timer
2002	Direkte utgifter	-	13.62	27.61	59.39	103.80	-
2002	Betalingsvillighet	-	5.90	11.04	20.92	38.28	-
2002	Gjennomsnitt av estimatene	-	10.05	19.35	40.48	69.26	-
2010	Betalingsvillighet	0.12	5.20	-	36.30	85.61	183.46

Kilde: Pöyry og SINTEF (2012a). Enhet kr/kWh. 2002-tallene er fremført til 2010-kroneverdi, v.h.a. konsumprisindeksen (KPI). Ifølge ssb.no har det vært 15 prosent prisstigning fra 2010 til 2017, slik at i 2017 års prisnivå vil tallene være 15 prosent høyere.

Vi ser at for avbrudd på én time er betalingsvillighetsestimatene i 2010 omtrent halvparten av gjennomsnittsestimatet fra 2002 (fremført til 2010-pengeverdi). På fire timer er estimatene forholdsvis like, og på åtte timer er 2010-estimatene høyest. Vi ser også at estimatene for direkte utgifter i 2002-undersøkelsen ligger godt over betalingsvillighetsestimatene, i strid med intuisjonen, men i tråd med andre undersøkelser.

For avbrudd på én time er betalingsvillighetsestimatene i 2002 og 2010 svært like. For avbrudd av lengre varighet ligger betalingsvillighetsestimatene i 2010 godt over betalingsvillighetsestimatene i 2002.

2010-estimatene antyder at marginalkostnaden for avbrudd er stigende 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 2.1.

Figur 2.1 Avbruddskostnader pr. time, kr/kWh

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group (2016). Merk enheten kroner per kWh.

2.1.1 2002-undersøkelsen

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

Undersøkelsen spør både om direkte utgifter og betalingsvillighet, og starter med et oppvarmingsspørsmål. Deretter følger en del mulige konsekvenser, og respondenten blir bedt om å vurdere sin grad av ubehag på en firedelt skala fra intet ubehag til svært stort ubehag (Samdal m.fl. 2002).

Neste spørsmål dreier seg om å anslå utgifter ved et avbrudd, og det blir oppgitt eksempler på forskjellige tiltak som kan være nødvendig å gjennomføre når det skjer avbrudd, og som medfører utgifter. De spurte blir bedt om å markere kostnaden ved avbrudd på én time, to timer, fire timer og åtte timer på et betalingskort med beløp fra 0 til 500 kroner, og et åpent felt for beløp over 500 kroner.

På tvers av varighetene er gjennomsnittlig kostnad per kWh relativt lik, på omtrent 12 kr pr. kWh, jf. Samdal m.fl. (2002) tabell 15. I snitt oppgir respondentene 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.

Deretter blir respondentene spurt om betalingsvillighet for å unngå avbrudd:

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

Også her er gjennomsnittlig betalingsvillighet per kWh relativt konstant over de ulike varighetene, på 4,50 kroner pr. kWh. Etter viderebehandling og oppdatering til 2010 blir dette til tallene i Tabell 2.1 over.

Resultatene til Samdal m.fl. (2002) tilsier altså at selv om gjennomsnittsrespondenten oppgir kostnader på 12 kroner pr. kWh dersom forsyningen svikter, er respondenten i gjennomsnitt 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».

Gjennomsnittlig direkte utgifts- og betalingsvillighetsverdi er beregnet som vanlig (dvs. aritmetisk), uvektet gjennomsnitt av svarene. Det blir ikke stilt oppfølgingsspørsmål til respondentene for å skille mellom reelle nullsvar og protestsvar. I stedet blir de 1,5 prosent laveste verdiene og de 2,5 prosent høyeste verdiene fjernet, samt observasjoner fra husholdninger med årsforbruk under 5000 kWh og husholdninger som oppgir årsforbruk i kroner som ikke stemmer med det de oppgir i kWh.

2.1.2 2010-undersøkelsen

2010-undersøkelsen er en webundersøkelse som ble gjennomført av TNS Gallup og rettet mot et såkalt aksesspanel som er rekruttert til å delta i ulike undersøkelser. Utvalget er vektet for å sikre bedre statistisk representativitet i forhold til befolkningens alder, bosted og så videre. Ca. 2400 personer ble spurt om å være med, og formålet var å få 1000 personer til å svare. Det endelige utvalget besto av 1008 respondenter.

I undersøkelsen blir respondentene presentert for fem scenarier for avbrudd, der avbruddene har ulik lengde, men alle er "uventet og inntreffer kl. 17 en hverdag om vinteren". Det korteste avbruddet er ett minutt, det lengste er 24 timer. Undersøkelsen startet med et oppvarmingsspørsmål om hvilke konsekvenser ved et avbrudd som har størst betydning for husholdningen, hvor respondenten kan velge fem konsekvenser fra en liste. Neste spørsmål følger opp ved å spørre hvor store konsekvensene ved avbruddet totalt sett er for husholdningen. Så følger to spørsmål om betalingsvillighet. Som i 2002-undersøkelsen motiveres betalingsvillighet med en reserveforsyning som kan benyttes dersom det skjer et avbrudd, og som medfører en engangskostnad. Deretter får respondenten først spørsmål om hun ville vært villig til å betale for en reserveforsyning ved et avbrudd med en gitt varighet, og hvis ja, hvor mye.

En høy andel av respondentene svarer at et kortvarig avbrudd har "ingen konsekvenser av betydning". Hele 809 av 1008 spurte mener at et avbrudd på ett minutt ikke har konsekvenser av betydning for dem, og i tillegg er det 151 spurte som sier små konsekvenser. 12 personer sier de har betalingsvillighet 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 betalingsvillighet for reserveforsyning. Det er også et mindretall som har betalingsvillighet for fire timer og 8 timers avbrudd, mens et snaut flertall har betalingsvillighet for reserveforsyning ved et 24 timers avbrudd om vinteren.

Det er stor variasjon i svarene, fra 0 til 1000 kroner for en times avbrudd og fra 0 helt opp til 20 000 kroner for 24 timers avbrudd. Ekstremverdier blir luket ut i den endelige beregningen, og 2010-undersøkelsen har også et omfattende opplegg for å håndtere nullsvar.

Det blir stilt oppfølgingsspørsmål om hvorfor respondenten oppgav null som betalingsvillighet for å skille ut protestsvar. Dersom årsaken er "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 avbrudd kan unngås og avbrudd bør betales av det offentlige". Disse blir utelukket fra undersøkelsen og gjennomsnittlig betalingsvillighet øker som følge av dette.

I beregningen av gjennomsnittlig betalingsvillighet er svarene vektet på to måter. For det første blir husholdninger som er underrepresentert i utvalget vektet opp (populasjonsvektning). For det andre blir betalingsvilligheten til husholdninger med høyt elektrisitetsforbruk vektet opp. Det fører til at betalingsvilligheten til slike husholdninger teller mer i den endelige beregningen, mens husholdninger som nesten ikke bruker strøm, teller mindre.

Vista Analyse og Thema Consulting Group (2016) konkluderer med at det er en rekke svakheter ved 2010-undersøkelsen som gjør at resultatene fra undersøkelsen ikke bør ligge til grunn for oppdaterte KILE-satser for husholdninger. Blant annet tyder en høy andel protestsvar på at undersøkelsen ikke har fungert godt, og det er flere uklarheter i undersøkelsen som gjør at man ikke er sikker på om svarene reflekterer faktisk betalingsvillighet. Dersom vi ser tilbake på anbefalingene fra Carson et al. (2001), kan mulige årsaker til dette være at både beskrivelsen av hvordan godet skal skaffes til veie og betalingsmekanismen ikke er realistiske. I begge undersøkelsene kan respondenten velge å betale for en «reserveforsyning» av strøm, og bruk av reserveforsyningen betales som en engangsbetaling. For respondenten kan dette både oppfattes som urealistisk og provoserende – dersom det er strøm tilgjengelig, hvorfor skjer det da avbrudd? I neste kapittel viser vi hvordan vår undersøkelse er utformet og testet for å motvirke problemer med hypotetisk skjevhet.

3. Verdsettingsundersøkelsen

Verdsettingsundersøkelsen ble utformet og gjennomført i perioden juni 2016 til mai 2017. Formålet var å innhente informasjon om betalingsvillighet for å unngå avbrudd med ulik varighet, på ulike tider av døgnet og året, og med og uten varslings, fra et representativt utvalg av norske husholdninger. I undersøkelsen ble det lagt vekt på å unngå svakhetene ved tidligere undersøkelser, jfr forrige kapittel, for eksempel høy andel protestsvar og urealistisk betalingsmekanisme. Undersøkelsen ble gjennomført som en web-undersøkelse i samarbeid med Norsk Gallup, og sendt ut til Norsk Gallups landsdekkende panel.

3.1 Utforming og testing av spørreundersøkelsen

Utformingen av undersøkelsen følger anbefalingene i verdsettingslitteraturen (se for eksempel Carson, 2012) og tidligere erfaringer fra store betalingsvillighetsundersøkelser (se blant annet Vista Analyse, 2016), og består av flere runder med testing og revisjon. Testingen av spørreskjemaet er spesielt viktig for å forhindre potensielle problemer med hypotetisk skjevhet og for å unngå en høy andel protestsvar blant respondentene. Testingen og utformingen av spørreundersøkelsen er basert på følgende trinn:

- Utarbeide førsteutkast til spørreskjema basert på erfaringer fra 2010-undersøkelsen og spørreskjemametodikk.
- Fokusgruppesamtaler med to fokusgrupper bestående av 7-8 personer. Testing av forståelse av begreper, tolkning av og reaksjoner på foreløpige formuleringer og betalingsmekanisme.
- En-til-en intervjuer hvor respondenter gjennomfører spørreundersøkelsen mens en av utrederne observerer og stiller oppfølgingsspørsmål for å undersøke hvordan respondenter besvarer undersøkelsen, deres forståelse av spørsmålene og teknisk funksjonalitet, og for å avdekke eventuelle misforståelser.
- Pilottest av undersøkelsen og analyse av svar fra pilotundersøkelse for å avdekke eventuelle svakheter og reaksjoner fra et større (representativt) utvalg respondenter.
- Innhente og analysere svar på endelig spørreundersøkelse fra et representativt utvalg husholdninger.

I tillegg til disse trinnene fikk vi tilbakemeldinger på utformingen av spørreskjemaet underveis fra en referansegruppe bestående av representanter fra NVE, Statnett og Eidsiva Energi.

Førsteutkastet til spørreundersøkelse ble utformet basert på følgende oppbygging:

Innledende spørsmål: Undersøkelsen innledes med "oppvarmingsspørsmål" for å sette godet som skal verdsettes inn i en større sammenheng. Her er det viktig å få respondenten til å tenke gjennom konsekvensene av avbrudd for husholdningen. På den andre siden bør man få respondenten til å sammenligne godet som beskrives (unngåtte avbrudd) med andre goder man kan tillegge verdi, for å unngå at respondenten legger for stor vekt på kostnadene og ulempene ved strømburdd og dermed overvurderer betalingsvilligheten sin.

Scenariobeskrivelsen er en beskrivelse av godet som skal verdsettes, og må være både faglig korrekt og forståelig for folk flest. Fokusgrupper og en-til-en intervjuer er sentrale for å sikre at scenariobeskrivelsen er forståelig. I denne undersøkelsen benytter vi oss i

tillegg av den tidligere omtalte referansegruppen for å sikre en faglig korrekt framstilling. I scenariet må man både sannsynliggjøre at husholdningen vil oppleve avbrudd dersom det ikke gjøres tiltak, og at man faktisk kan unngå avbrudd ved å gjøre tiltak. Her er det viktig at scenariet beskrives slik at respondentene tror at valgene de tar vil påvirke faktiske beslutninger. I følge Carson (2012) må en godt utformet verdsettingsstudie formidle til respondentene at myndighetene vurderer å gjennomføre tiltak, og at deres svar på undersøkelsen skal brukes som informasjonsgrunnlag for denne vurderingen.

Betalingsmekanismen er måten betalingen for godet skal foregå på; for eksempel som en avgift, engangsbetaling eller årlig skatteøkning. Det er viktig at betalingsmekanismen er troverdig. Dersom man for eksempel velger et påslag på nettleien som betalingsmekanisme, er det viktig å forklare dette på en måte som ikke utløser protest mot avgiftsøkninger generelt hos respondenten. Dette henger tett sammen med scenariobeskrivelsen, hvor man må sannsynliggjøre at det faktisk vil skje avbrudd dersom det ikke gjennomføres tiltak, og at disse tiltakene betales over nettleien. Videre må scenariet konstrueres slik at respondentene svarer ut fra at tiltakene er effektive og helt unngår framtidige avbrudd. (Selv om noen vil være klar over at det i praksis vil være vanskelig å unngå helt, må det framgå at de skal angi sitt velferdstap ut fra at dette var mulig). Det er også viktig at betalingsmekanismen fremstår som rettferdig, for eksempel ved å presisere at alle som drar nytte av et forbedret nett må være med å betale.

Utforming av betalingsvillighetsspørsmålene er basert på tidligere erfaringer fra betalingsvillighetsundersøkelser og anbefalinger fra litteraturen. Betalingsvillighetsspørsmålet kan formuleres som et budspill (bidding game), todelt valg (dichotomous choice), åpent spørsmål eller betalingskala. Som diskutert i for eksempel Soeteman m. fl. (2017) er det flere fordeler med betalingskala i forhold til de andre mulighetene. Man unngår det som kalles "starting point bias" fordi man ikke starter betalingsvillighetsspørsmålet med et ankerbeløp, man unngår "yea-saying" fordi man ikke stiller ja-nei spørsmål, og man kan også unngå at mange respondenter lar være å svare fordi det er mindre krevende å oppgi svar på en skala enn å svare på et åpent spørsmål, eller en rekke ja/nei-spørsmål. På den andre siden har enkelte studier vist at respondentene påvirkes av beløpene som vises på skalaen, for eksempel dersom de oppfatter at beløpet de ønsker å oppgi er høyt eller lavt i forhold til beløpene på skalaen. Det er derfor viktig å teste ut og velge en fornuftig betalingskala.

3.1.1 Fokusgrupper

Vi gjennomførte to fokusgruppesamtaler hvor vi testet enkelte elementer av det foreløpige spørreskjemaet. Formålet med samtalene var blant annet å forstå hva som kunne utløse protestsvar hos respondentene, og hvordan respondentene reagerte på ulike scenariobeskrivelser.

Den første fokusgruppen ble samlet i Oslo 12. oktober 2016, med åtte deltakere rekruttert gjennom Norstats webpanel,⁴ med forsøksvis jevn fordeling over kjønn, alder og inntekt. For å innhente erfaringer fra husholdninger i en mindre by, og i et område med flere avbrudd, ble den andre fokusgruppen samlet i Ålesund 17. oktober 2016. Også her var det åtte deltakere, men Norstat hadde fått beskjed om å rekruttere inntil fire respondenter som hadde opplevd avbrudd som varte lenger enn fire timer for å sikre innspill fra respondenter med erfaringer fra lengre avbrudd.

⁴ Vi benyttet ikke Norsk Gallups panel til fokusgrupper og en-til-en intervjuer ettersom de kun rekrutterer til grupper hvor de selv gjennomfører intervjuene/samtalene.

I forkant av fokusgruppene ble det utarbeidet en fokusgruppeguide og en presentasjon av foreløpige elementer i spørreundersøkelsen. Fokusgruppen ble ledet av en av utrederne, mens en annen utreder noterte og fulgte opp med utfyllende spørsmål dersom det var nødvendig. Det ble stilt åpne spørsmål og lagt til rette for at alle deltakerne skulle få si sin mening.

Fokusgruppene begynte med innledende spørsmål om kjennskap til NVE, bruk av strøm og tidligere erfaringer med avbrudd. Her diskuterte vi blant annet hva deltakerne synes om leveringspåliteligheten i dag. Deretter ble deltakerne ledet over på en diskusjon om konsekvenser for husholdningen deres ved avbrudd, og sammenhengen mellom konsekvenser og varighet, tidspunkt, årstid og varsling. Under dette punktet fikk vi også innspill fra respondentene på en illustrasjon av strømbruk i et hjem, og en liste med mulige konsekvenser. Etterhvert gikk vi enda mer i detalj, og ba respondentene fylle ut en tabell med konsekvenser av avbrudd med ulik lengde, for så å diskutere hvordan tabellen fungerte. I begge fokusgruppene brukte vi en del tid på å diskutere hvordan respondentene forstod begrepene "konsekvenser", "kostnader" og "ulempen", for å sikre at både direkte kostnader og ulemper og ubehag blir verdsatt i undersøkelsen.

Til slutt leste vi opp den foreløpige introduksjonen til betalingsvillighetsspørsmålet (scenariobeskrivelsen), og ba om deltakernes inntrykk av hvor troverdig scenariet som ble presentert for dem, var. Her undersøkte vi om deltakerne synes det var troverdig at man ville få flere avbrudd i fremtiden uten nye tiltak, og hvordan de reagerte på formuleringen om at alle må være med å betale for tiltak i strømmettet for å unngå flere avbrudd. Basert på tilbakemeldingene fra fokusgruppen i Oslo, og for å teste to ulike scenarier endret vi noe på formuleringen til fokusgruppen i Ålesund. I Oslo ble behovet for tiltak for å unngå økte avbrudd i fremtiden motivert med økt slitasje og forbruk, mens i Ålesund ble behovet for tiltak motivert med mer uvær og økt forbruk, som vist i tekstboksen under. I tillegg gav vi mer informasjon om hvilke tiltak som er aktuelle for å unngå avbrudd.

Tekstramme 3.1 Scenariobeskrivelser fra fokusgruppene

Scenariobeskrivelse, fokusgruppe 1:

«Energimyndighetene og nettselskapene vurderer nå nye tiltak for å unngå strømbrudd i fremtiden. Uten tiltak må vi regne med at det blir flere strømbrudd på grunn av slitasje på strømmettet og økt forbruk. Både næringslivet, offentlige myndigheter og folk flest vil ha fordeler av å unngå strømbrudd, og alle disse må være med på å betale for de nye tiltakene. Vi ber deg nå tenkte igjennom hva det er verdt for deg og husholdningen din å unngå hvert av de ulike eksemplene på strømbrudd som vi vil presentere for deg. Din mening er viktig for valg av omfang av tiltak, og dermed for kostnadene for din husholdning.»

Scenariobeskrivelse, fokusgruppe 2:

«Vi må regne med at det blir flere strømbrudd i årene som kommer på grunn av mer uvær og økt strømforbruk som gjør at kapasiteten i nettet blir sprenget. NVE og nettselskapene vurderer derfor nye tiltak for å unngå flere strømbrudd i fremtiden. Disse tiltakene er blant annet å forsterke linjer og transformatorer, legge utsatte linjer i bakken i stedet for i luften og lage back-up med doble linjer slik at strømmettet blir mindre utsatt for brudd. I tillegg økes beredskapen. Både næringslivet, offentlige myndigheter og husholdningene vil ha fordeler av å unngå strømbrudd, og alle må derfor være med å betale for de nye tiltakene. Vi ber deg nå tenke igjennom hva det er verdt for deg og husholdningen din å unngå kostnadene og ulempene ved et strømbrudd. Din mening er viktig for hvor mange tiltak som blir gjennomført, og dermed for kostnadene for din husholdning.»

Felles for begge gruppene var relativt sterke reaksjoner på spørsmål om betalingsvillighet. Det ble særlig uttrykt misnøye overfor nettselskapene. Til en viss grad kan dette skyldes at med en gang en deltaker uttrykker skepsis, smitter det over på de andre deltakerne. Etter begge fokusgruppene forklarte vi deltakerne hva det egentlige formålet med spørreundersøkelsen er, og forsøkte å forklare hvordan KILE-ordningen fungerer. En tydelig tilbakemelding fra respondentene var at det ville være bedre å forsøke å forklare dette i undersøkelsen, enn å prøve å argumentere for at nettleien måtte øke for å unngå avbrudd. Ettersom vi ikke kom frem til en versjon av scenariobeskrivelsen som fungerte godt nok i fokusgruppene, besluttet vi å fortsette å teste to versjoner av scenariobeskrivelsen i en-til-en intervjuene. Den ene versjonen var en variant av scenariobeskrivelsen fra fokusgruppe 2, mens den andre versjonen inneholdt en forenklet forklaring av KILE-ordningen.

3.1.2 En-til-en intervjuer

Basert på tilbakemeldingene fra fokusgruppene og innspill fra referansegruppen ble det foreløpige spørreskjemaet revidert, før web-versjonen av skjemaet ble programmert. I utformingen av web-skjemaet jobbet vi spesielt med illustrasjonene og symbolene som hadde som hensikt å minne respondentene om kostnadene og ulempene ved avbrudd med ulik varighet. Web-skjemaet ble deretter testet i en-til-en intervjuer i Oslo, hvor syv respondenter rekruttert av Norstat gjennomførte spørreundersøkelsen sammen med hver sin utreder. Deltakerne ble rekruttert med tanke på å få en jevn spredning i alder, inntekt og kjønn for å få tilbakemeldinger fra ulike typer respondenter. I intervjuene testet vi de to ulike versjonene av scenariobeskrivelsen, hvor halvparten av deltakerne fikk én versjon i selve spørreundersøkelsen, og ble presentert for den andre versjonen etterpå

for å vurdere hvilken de foretrakk, og omvendt for den andre halvparten. Dette gav oss noen nyttige tilbakemeldinger, selv om det ikke var noen klare preferanser for den ene eller den andre versjonen. Basert på tilbakemeldingene fra fokusgruppene og nye innspill fra referansegruppen besluttet vi likevel å gå videre med en forenklet forklaring av KILE-ordningen i den endelige scenariobeskrivelsen, som vist i tekstboksen under.

Tekstramme 3.2 Endelig scenariobeskrivelse

«Gjennom strømregningen betaler du nettleie. Nettleien går til ditt lokale nettselskap som leverer strøm til husholdningen din, og dekker kostnadene til drift og vedlikehold av nettet. Ved strømbrudd må nettselskapet betale en form for avgift. Hvis avgiften er høy, gjør nettselskapene flere tiltak for å unngå strømbrudd. Tiltakene betales som et spleiselag ved at du og de andre kundene får høyere nettleie.

NVE skal bruke undersøkelsen til å fastsette hvor stor avgiften skal være, og vi vil derfor gjerne vite hvor mye det er verdt for husholdningen din å unngå strømbrudd.

Det er ikke så vanlig med strømbrudd i Norge, men det skjer ofte i forbindelse med ekstremvær. Det kan bli flere avbrudd i årene som kommer på grunn av mer uvær og større behov for strøm i landet.»

En-til-en intervjuene gav oss også viktige innspill til den tekniske utformingen og funksjonaliteten til undersøkelsen. Undersøkelsen ble testet i ulike nettlesere og på ulike plattformer, og det ble gjort tiltak for å sikre at undersøkelsen også fungerer greit på mobiltelefon. Det er en avveining mellom funksjonalitet på mobiltelefon og løsninger som hjelper respondenten gjennom undersøkelsen, for eksempel illustrasjoner og glideskala for å oppgi beløp, og den endelige undersøkelsen kan fungere noe bedre på pc eller nettbrett enn på en mobiltelefon. Vi besluttet også å vise en oversikt over hvilke beløp respondenten har oppgitt etter å ha svart på alle scenariene, med mulighet for å revidere beløpene, for å sikre enda bedre kvalitet på svarene som oppgis.

3.1.3 Pilottest

Etter ytterligere revideringer basert på innspill fra en-til-en intervjuene ble det gjennomført en pilottest av undersøkelsen i februar 2017. Undersøkelsen ble besvart av 324 respondenter, og median responstid var 14 minutter. I introduksjonen til undersøkelsen oppgis det at undersøkelsen vil ta omtrent 10 minutter, og vi forsøkte derfor å korte ned undersøkelsen noe etter pilottesten. Pilottesten viste at undersøkelsen i hovedsak fungerte godt og at relativt få respondenter protesterte på betalingsvillighets-spørsmålene. Omtrent 10 prosent av respondentene ble definert som "protestsvarere" ved at de oppgav null som betalingsvillighet på alle spørsmål og oppgav det vi definerte som protestårsaker til nullsvarene. Vi fant imidlertid ut at det var behov for å be respondentene begrunne nullsvar og «vet ikke»-svar hver for seg, slik at vi enda bedre kunne skille mellom reelle nullsvar og protestsvar. Oppgitt betalingsvillighet økte som forventet med varigheten til avbruddene, og variasjonen mellom scenariene med ulike oppstartstidspunkt- og dag, ulik sesong og med og uten varsling var også som forventet. Vi gjorde derfor kun mindre endringer i undersøkelsen før vi kom fram til den endelige versjonen av spørreskjemaet.

3.2 Endelig spørreskjema

Introduksjon

Undersøkelsen starter med en introduksjon hvor respondenten får beskjed om at undersøkelsen gjennomføres på vegne av Norges vassdrags- og energidirektorat, og at NVE og strømnetselskapene vurderer ulike tiltak for å sikre strømforsyningen og derfor ønsker å vite hvor viktig det er for husholdninger å unngå avbrudd. Deretter får respondenten beskjed om at meningen deres er viktig for å beslutningen om å gjennomføre tiltak eller ikke. Til slutt får de opplysninger om forventet varighet (ca. 10 minutter) og hvor mange poeng de får for å gjennomføre undersøkelsen.⁵ Denne introduksjonen har som hensikt å vekke respondentenes interesse for å gjennomføre undersøkelsen, samtidig som den skal sikre *konsekvensialitet*, det vil si at respondentene skjønner at svarene deres påvirker faktiske beslutninger slik at de skal ha insentiv til å oppgi sin reelle betalingsvillighet.

Innledende spørsmål

Som oppvarmingsspørsmål blir respondentene bedt om å tenke gjennom hvor mye penger de synes samfunnet bør bruke på ulike oppgaver, som å sikre bredbåndsutbygging, trygg vannforsyning, strømforsyning osv. Hensikten er å minne respondentene på at det finnes mange samfunnsoppgaver som krever finansiering, og som man derfor bør veie opp mot hverandre. Deretter får respondenten bla gjennom "kort" med informasjon om ulike uvær som har ført til avbrudd for mange husholdninger, og blir bedt om å markere hvorvidt de kan huske å ha hørt om de ulike hendelsene. Her er formålet å minne respondentene på at det faktisk skjer avbrudd i dag som påvirker mange husholdninger. Deretter følger en rekke spørsmål om respondentens egne erfaringer med avbrudd (hvor mange, hvor mange siste året, erfaringer med lengre avbrudd). Så følger et spørsmål om hvorvidt husholdningen er avhengig av strøm for å varme opp hjemmet sitt, for å begynne å få respondenten til å tenke gjennom mulige kostnader og ulemper ved avbrudd.⁶ En illustrasjon av et hus med ulike elektriske apparater, lys, varme etc. skal minne respondenten på alt som er avhengig av strøm i en typisk bolig. For å få respondentene til å se nøye på bildet, blir de bedt om å se om det er noe de savner på bildet.

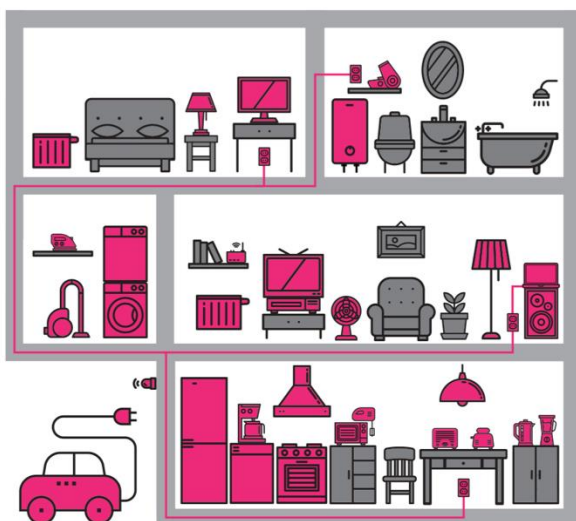
⁵ Medlemmene i Galluppanelet får poeng som belønning for å delta i undersøkelser og kan bytte inn poengene i gaver og gavekort.

⁶ Et særlig poeng her gjelder spørsmål om elektrisk oppvarming. Under testingen av skjemaet ble det klart at forholdsvis mange av de spurte ikke var klar over at f.eks. vannbåren varme drives av elektrisitet i boligen eller dens umiddelbare nærhet. Vi endret spørsmålsstillingen på dette punktet for å få fram at de fleste oppvarmingskilder krever elektrisitet, men det kan hende enkelte av de spurte i hovedundersøkelsen fortsatt var usikre på dette. Regresjonsresultatene dokumentert i Tabell 4.14 viste ingen sammenheng mellom betalingsvillighet og hvorvidt en er avhengig av strøm til oppvarming.

Figur 3.1 Illustrasjon av strømbruk fra spørreundersøkelsen

Side 7 av 30

Bildet nedenfor viser eksempler på hva en typisk husholdning bruker strøm til.



Er det noe viktig du bruker strøm til i boligen din, som du savner på bildet?

- Nei
- Ja, vennligst spesifiser:
- Vet ikke

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

For å sikre at respondentene både tenker på direkte kostnader og indirekte kostnader gjennom ulemper og ubehag, følger en forklaring av "kostnader og ulemper":

Strømbrydd kan medføre kostnader og ulemper for husholdningen din.

Med kostnader tenker vi for eksempel på utgifter til å kjøpe mat på restaurant, overnatte på hotell, eller erstatte mat som blir dårlig i kjøleskap/fryser.

Med ulemper tenker vi på ubehag og irritasjon, for eksempel fordi man må endre på planene sine, eller blir kald.

Deretter blir respondenten bedt om å tenke gjennom hva som vil være de største kostnadene og ulempene for husholdningen ved et avbrudd en typisk tirsdag kl. 17 i januar som ikke er varslet med varighet ett minutt, to timer, seks timer, 24 timer og 72 timer. Respondentene blir presentert for en liste med mulige kostnader og ulemper, og må velge de to viktigste. Hver varighet er presentert med ulike symboler som skal illustrere mulige kostnader og ulemper, for eksempel ved et stearinlys-symbol for et avbrudd med varighet to timer. Et skjermbilde fra denne delen av undersøkelsen er vist i Figur 3.2.

Figur 3.2 Spørsmål om kostnader og ulemper ved strømbrudd

Side 13 av 30

Hva tror du ville være de største kostnadene og ulempene for husholdningen din ved et strømbrudd i boligen din en typisk tirsdag kl 17 i januar, som ikke er varslet og som varer i 72 timer?



Inntil 2 svaralternativer er mulig

- Klokker og lignende må stilles inn på nytt
- Elektrisk utstyr kan bli skadet
- Alt elektrisk lys forsvinner
- Utstyr som går på strøm kan ikke brukes og batteridrevne apparater går tom for strøm
- Varmtvannstanken er kald
- Mat i kjøleskap og fryser blir dårlig
- Husholdninger i boliger uten alternativ oppvarming må midlertidig flytte ut
- Boliger uten alternativ oppvarming kan bli skadet, f.eks. fordi vannrør fryser
- Annet
- Ingen kostnader eller ulemper

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Scenariobeskrivelse

Scenariobeskrivelsen i undersøkelsen er vist i Tekstramme 3.2. For å sikre at respondentene leser scenariobeskrivelsen nøye, etterfølges den av et spørsmål om hvor store konsekvenser avbrudd får for respondentens husholdning. Dette skal angis på en firedelt skala fra "ingen konsekvenser" til "store konsekvenser".

Betalingsmekanisme

Gjennom scenariobeskrivelsen er det etablert at nivået på "avgiften" som nettselskapene betaler ved avbrudd, bestemmer nivået på tiltak i strømmettet, som betales som et spleiselag gjennom økt nettleie for kundene. Scenariobeskrivelsen er utformet for at den skal være troverdig, men samtidig ikke for komplisert. Sammenhengen mellom beløpet respondentene oppgir, nivået på "avgiften" og den faktiske økningen i nettleie kan imidlertid være vanskelig å se for seg, og det er en tydelig avveining mellom en enkel og en troverdig scenariobeskrivelse. Erfaringene fra fokusgruppene er at alternativet hvor man kun presenterer sammenhengen mellom investeringer i nettet og økt nettleie, vekker sterke protestfølelser hos deltakerne.

Betalingsvillighetsspørsmål

Figur 3.3 viser de første betalingsvillighetsspørsmålene i undersøkelsen. Respondenten trekker pilen på glideskalaen til ønsket beløp. Merk at pilen må dras til null for at respondenten skal kunne gå videre, for å unngå at respondenter går videre uten å aktivt markere et beløp eller svare "vet ikke". Skalaen går fra 0 til 12500 kr, med tettere intervaller for de lavere enn de høyere beløpene. Respondenter som drar pilen til "Mer enn 12500 kroner" blir bedt om å oppgi konkret beløp i en åpen rute i neste steg i undersøkelsen. Etter dette spørsmålet følger spørsmål om avbrudd som starter kl. 09 og som varer i seks timer. For å hjelpe respondenten til å svare konsistent, viser vi beløpet

respondenten oppgav for tilsvarende avbrudd som startet kl. 17 til høyre for glideskalaen. Tilsvarende spørsmål følger om avbrudd som starter kl. 01, og avbrudd som starter en lørdag i stedet for tirsdag, med både 6 og 72 timers varighet, avbrudd i juli i stedet for januar, og til slutt avbrudd som er varslet på forhånd. Til sammenligning vises hele tiden beløpet for avbrudd med tilsvarende lengde, men for "referansescenariet" tirsdag kl. 17 i januar, ved siden av glideskalaen.

Figur 3.3 Betalingsvillighetsspørsmål for scenario tirsdag kl. 17 i januar

Hva er det verdt for husholdningen din å unngå kostnadene og ulempene ved ett strømbrudd i boligen din kl. 17 en typisk tirsdag i januar? Strømbruddet er ikke varslet på forhånd.

Flytt markøren til det høyeste beløpet det er verdt for husholdningen din å unngå ett strømbrudd i boligen din for hver av varighetene som er vist. Se for deg at beløpet betales som en engangsbetaling.



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

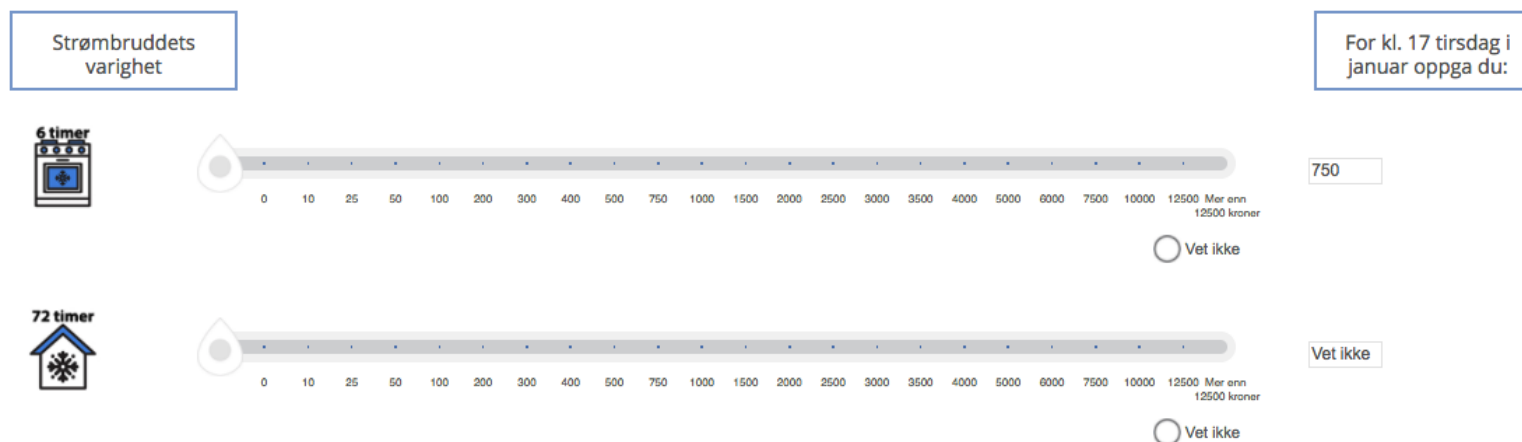
Figur 3.4 Betalingsvillighetsspørsmål for scenario lørdag kl. 17 i januar

Side 18 av 30

Hva er det verdt for husholdningen din å unngå kostnadene og ulempene ved ett strøbrudd i boligen din kl. 17 en typisk lørdag i januar? Strøbruddet er ikke varslet på forhånd.

Flytt markøren til det høyeste beløpet det er verdt for husholdningen din å unngå ett strøbrudd i boligen din for hver av varighetene som er vist. Se for deg at beløpet betales som en engangsbetaling.

Til sammenligning viser vi ytterst til høyre det beløpet du oppga for samme type strøbrudd kl. 17 en tirsdag i januar.



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Til slutt får respondenten se en tabell med alle svarene sine, med mulighet for å revidere beløpene, som vist i Figur 3.5.

Figur 3.5 Oversiktstabell for alle betalingsvillighetsspørsmål

Side 21 av 30

I tabellen under ser du hva du har oppgitt som verdi for husholdningen din for å unngå ulike typer strømbrudd. Dersom du ønsker å endre på noen av svarene dine kan du gjøre det direkte i tabellen. Dersom du er fornøyd med svarene dine kan du gå videre i undersøkelsen.

	1 minutt	2 timer	6 timer	24 timer	72 timer
kl. 17 en tirsdag i januar	0	100	750	1500	Vet ikke
kl. 9 en tirsdag i januar			500		
kl. 01 en tirsdag natt i januar			400		
kl. 17 en lørdag i januar			750		Vet ikke
kl. 17 en tirsdag i juli			400		Vet ikke
kl. 17 en tirsdag i januar - VARSLET			400		Vet ikke

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Respondenter som oppgir null som betalingsvillighet for avbrudd med varighet 6, 24 og/eller 72 timer får et oppfølgingsspørsmål om hva som er den viktigste grunnen til at de svarte null. Svaralternativene er vist i Figur 3.6. Formålet med spørsmålet er å skille mellom respondenter som ikke har betalingsvillighet og respondenter som ikke har besvart spørsmålet, men som på en eller annen måte protesterer på problemstillingen.

Figur 3.6 Begrunnelse av nullsvar for varigheter over seks timer

Side 23 av 30

Du har svart at det ikke er verdt noe for husholdningen din å unngå ett eller flere strømbrudd på minst ett spørsmål. Hva er den viktigste grunnen til at det ikke er verdt noe?

Kryss av for den ene grunnen som er aller viktigst for husholdningen din

- Vi klarer oss uten strøm i denne perioden
- Husholdningen min har ikke råd til å betale for dette
- Det er nettselskapenes ansvar å sikre strømforsyningen
- Det var for vanskelig å komme fram til et beløp
- Ingen av utsagnene overfor passer helt eller delvis. Skriv den viktigste grunnen til at du vil ikke vil betale eller svarte «Vet ikke»:
- Vet ikke

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Tilsvarende får respondenter som har svart "vet ikke" på ett eller flere spørsmål oppfølgingsspørsmål for å begrunne svarene sine. Her er svaralternativene de samme som for begrunnelsen av nullsvar.

Helt til slutt følger noen generelle spørsmål om husholdningen for å fange opp bakgrunnsinformasjon som ikke er tilgjengelig i Norsk Gallups bakgrunnsdata på paneldeltakerne. Her spør vi om type bosted (by, tettbygd strøk etc.), bolig, strømforbruk og husholdningsinntekt.

4. Resultater fra spørreundersøkelsen

I dette kapitlet viser vi resultatene fra spørreundersøkelsen, som ble gjennomført i slutten av april og begynnelsen av mai 2017. Vi gjennomgår hvordan vi kommer frem til endelige tall for gjennomsnittlig betalingsvillighet for å unngå avbrudd, med flere følsomhetsanalyser for å belyse hvor følsomme resultatene er for hvordan vi definerer protestsvar og ekstreme observasjoner, og hvilken estimeringsmetode som ligger til grunn. Vi belyser også eventuelle svakheter ved undersøkelsen som avdekkes gjennom resultatene.

4.1 Utvalg og svarprosent

Undersøkelsen ble sendt ut til 4399 respondenter og ble åpnet av omtrent 2375 respondenter. Av disse besvarte 2029 respondenter hele undersøkelsen. Dette gir, som vist i Tabell 4.1, en svarprosent på 46 prosent. Median intervjuetid for undersøkelsen var 14 minutter. Som tidligere nevnt fikk respondentene opplyst at undersøkelsen skulle ta omtrent 10 minutter å fylle ut. I følge Norsk Gallup er en responsrate på 46 prosent noe lavere enn gjennomsnittlig svarprosent fra andre undersøkelser med samme type utvalg. Dette kan kanskje ha noe med lengden på undersøkelsen å gjøre.

Tabell 4.1 Svarprosent

Status	Antall respondenter	Andel
Utsendte	4399	100 %
Åpnet	2375	54 %
Fullstendig besvarelse	2029	46 %

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Utvalget som undersøkelsen ble sendt ut til er forhåndsstratifisert etter alder, kjønn og bosted. Det endelige utvalget på 2029 respondenter følger stort sett befolkningen etter kjønn og region, men med noen unntak. Det endelige utvalget er underrepresentert blant de yngre under 45 år, særlig blant menn. Mens andelen under 29 år og aldersgruppen 30-44 år utgjør henholdsvis 20% og 26% i befolkningen, er de tilsvarende andelene i utvalget 14% og 22%. Tilsvarende er særlig de eldste over 60 år overrepresenterte med 35% i utvalget mot 28% i befolkningen. Når vi ovenfor har sett at responsen er noe lavere i dette utvalget enn «normalt», og at dette særlig gjør seg gjeldende blant de yngste, kan det også ha sammenheng med at denne målgruppen i større grad besvarer skjemaet med mobiltelefon, og at skjemaet kan være krevende å fylle ut på mobiltelefon. I overkant av 10 prosent av respondentene besvarte likevel skjemaet på mobiltelefon.

4.2 Protestsvar

Til tross for at undersøkelsen er grundig testet og utformet, kan enkelte respondenter protestere på spørsmål om betalingsvillighet for å unngå avbrudd. Noen av deltakerne i fokusgruppene hadde sterke, negative følelser overfor særlig nettselskapene, og selv om den endelige scenariobeskrivelsen er utformet for å unngå protestfølelser, er dette fortsatt et problem vi må ta hensyn til når vi tolker resultatene fra spørreundersøkelsen. Protestsvar er svar fra respondenter med positiv betalingsvillighet, men som av en eller

annen grunn protesterer mot noe i spørsmålsstillingen og derfor oppgir null i betalingsvillighet. Det kan for eksempel være respondenter som mener at de allerede betaler for mye i strømgjeld, at nettselskapene har ansvar og dermed bør betale, at det er vanskelig å svare osv. Dersom disse protestsvarene regnes som null i utregningen av gjennomsnittlig betalingsvillighet, vil vi trolig underestimere den reelle betalingsvilligheten. Det er derfor viktig å skille ut protestsvarene og ta dem ut ved beregning av gjennomsnittlig betalingsvillighet. I Tabell 4.2 ser vi andelen nullsvar for betalingsvillighetsspørsmålet for hvert av de 13 scenariene. Som forventet er andelen nullsvar høyest for scenariene med kortest varighet, med 64 prosent nullsvar for scenariet med ett minuts avbrudd. Vi ser også at andelen nullsvar er høyere for scenariet som er varslet og for sommerscenariet. Noe overraskende er andelen nullsvar høyere for scenariet med 24 timers varighet enn for scenariet med seks timers varighet.

Tabell 4.2 Andel nullsvar i hvert scenario

Scenario	1 min	2 timer	6 timer	24 timer	72 timer
Kl. 17 tirsdag januar	64 %	37 %	15 %	18 %	3 %
Kl. 09 tirsdag januar			23 %		
Kl. 01 tirsdag januar			26 %		
Kl. 17 lørdag i januar			13 %		3 %
Kl. 17 tirsdag juli			26 %		5 %
Kl. 17 tirsdag i januar, varslet			26 %		7 %

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

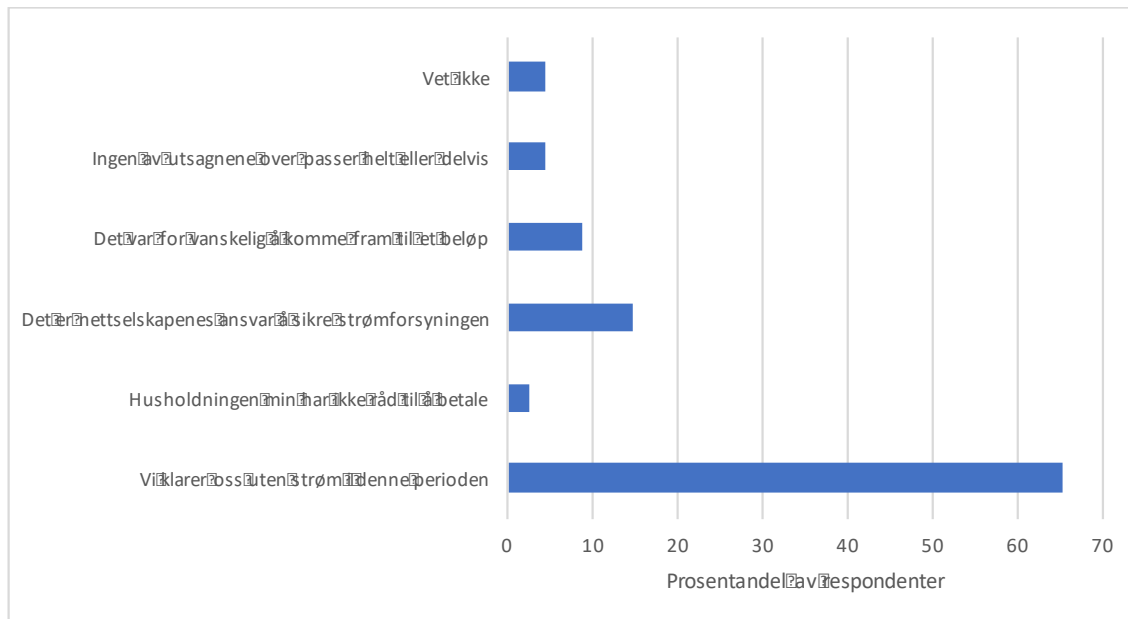
For å skille mellom protestsvar og reelle nullsvar har vi, som vist i Figur 3.6, stilt respondenter som oppgir null i betalingsvillighet på avbrudd med varighet 6 timer, 24 timer eller 72 timer, et oppfølgingsspørsmål for å begrunne svaret sitt. Vi tolker de to øverste alternativene i listen som begrunnelser som signaliserer reelle nullsvar. Respondenter som sier at de klarer seg uten strøm i denne perioden, opplever reelt ikke et velferdstap de er villige til å betale for å unngå. Respondenter som oppgir at de ikke har råd til å betale, opplever ikke et stort nok velferdstap til at de vil prioritere å betale for å unngå avbrudd fremfor andre goder. Respondenter som oppgir at det er nettselskapenes ansvar å sikre strømforsyningen, eller at det var for vanskelig å komme fram til et beløp, vet vi derimot ingenting om betalingsvilligheten til. Det samme gjelder respondenter som begrunner nullsvar med "vet ikke". Figur 4.1 viser andelen av respondentene som oppgir hver av begrunnelsene. Den største andelen oppgir null betalingsvillighet fordi de mener at de klarer seg uten strøm fra 6 til 72 timer og dermed ikke har et velferdstap av avbruddet. Det kan tyde på at flestepartene av nullsvarene er reelle nullsvar, og ikke protestsvar, slik at oppgitt betalingsvillighet angir reelt velferdstap ved avbrudd. Imidlertid synes det merkelig at folk ikke har noe velferdstap av de aller lengste varighetene (se drøftingen og korleksjon for dette nedenfor). Et fåtall husholdninger oppgir at de ikke har råd til å betale for å unngå avbrudd, mens resten (32 prosent av respondentene som har oppgitt null betalingsvillighet for å unngå avbrudd på seks timer eller mer), oppgir det vi definerer som protestårsaker.

De få respondentene (4 prosent) som oppgav at ingen av utsagnene over passer helt eller delvis, fikk muligheten til å spesifisere årsaken til nullsvaret i et kommentarfelt. Her

er det mange av kommentarene som indikerer at nullsvaret stammer fra en protestfølelse, eller at det var for vanskelig å svare, og ikke at betalingsvilligheten faktisk er null. For eksempel er det en respondent som skriver:

Jeg blir provosert over tanken på at jeg som kunde skal betale for at leverandøren av strøm og nettleie ikke har gjort jobben sin, dette er ikke mitt ansvar som kunde, jeg forventer at den allerede høye nettleien dekker slike ting.

Figur 4.1 Begrunnelser for nullsvar



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

I en undersøkelse som inneholder et fåtall betalingsvillighetsspørsmål, vil det være naturlig å stille dette oppfølgingsspørsmålet separat etter hvert spørsmål. I vårt tilfelle ville det gjort undersøkelsen for lang, dermed har vi begrenset oss til å stille ett oppfølgingsspørsmål til alle respondenter som har oppgitt at de ikke er villige til å betale noe for å unngå avbrudd som varer seks timer eller lenger. I tilfeller hvor respondenten har oppgitt mer enn ett nullsvar betyr det at vi ikke vet hvilket nullsvar som burde utelukkes fra beregningen av gjennomsnittlig betalingsvillighet. Vi utforsker derfor ulike mulige regler for å utelukke protestsvar.

Vi finner at 47 respondenter har oppgitt null på alle betalingsvillighetsspørsmål. I tillegg er det én respondent som har oppgitt null i betalingsvillighet på alle de lange varighetene, definert som avbrudd som varer lenger enn 24 timer. Til sammen 49 respondenter har oppgitt null i betalingsvillighet for alle spørsmålene etter den første runden med betalingsvillighetsspørsmål, det vil si spørsmålene vist i Figur 3.3. Disse inkluderer de 47 som har svart null på alt, og den ene som har svart null på alle lange varigheter.

Blant de 47-49 respondentene er det 35 som oppgir det vi har definert som protestbegrunnelser for svarene sine. Denne typen svarmønster, kombinert med begrunnelser som indikerer protest, fører til at vi utelukker disse 35 respondentene fra de videre undersøkelsene. I tillegg utelukker vi fem respondenter som gjennom ulike kommentarer i undersøkelsen avslører at de i sin verdsetting tar hensyn til tapte næringsinntekter, for eksempel gjennom stans i gårdsproduksjon etc., og ikke bare

husholdningens tap.⁷ Til sammen utelukker vi altså 40 respondenter fra den videre analysen.

4.3 Ekstreme observasjoner

Man kan også se for seg at respondenter protesterer mot spørsmålene i undersøkelsen på andre måter enn ved å oppgi null betalingsvillighet. Respondenter kan for eksempel oppgi vilkårlige eller ekstremt høye beløp på alle spørsmålene. Vi undersøker ulike måter å avsløre og utelukke denne typen besvarelser på. Det finnes ingen allmenn regel for å identifisere og utelukke ekstreme observasjoner i verdsettingslitteraturen (Notaro og De Salvo, 2010). I noen tilfeller defineres ekstreme observasjoner som beløp som overstiger en viss andel av husholdningens totale inntekt (Alberini, 2005). I vårt tilfelle er det vanskelig å definere en klar grense for når et beløp er ekstremt eller urimelig, og en slik grense måtte vært ulik for de ulike scenariene som verdsettes. I stedet utnytter vi at vi har informasjon om oppgitt betalingsvillighet for ulike scenarier som kan rangeres basert på hvor store kostnader og ulemper de forventes å medføre. For det første legger vi til grunn at et avbrudd medfører større kostnader og ulemper jo lenger det varer. For det andre legger vi til grunn av et avbrudd som ikke er varslet, medfører større kostnader og ulemper enn et avbrudd som er varslet. Basert på dette utforsker vi ulike beslutningsregler for å utelukke inkonsistente og ekstreme observasjoner.

La oss først se på gjennomsnittlig betalingsvillighet for avbrudd en tirsdag ettermiddag i januar, når vi kun har tatt ut de 40 observasjonene som ble omtalt i avsnitt 4.2. Vi vil komme tilbake til hvordan gjennomsnittene er beregnet.

Antall observasjoner i hver kolonne varierer fordi antall "vet ikke"-svar varierer over de ulike scenariene. Vet-ikke svar er tatt ut av undersøkelsen.

Tabell 4.3 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar uten å ta ut ekstreme observasjoner⁸

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet	112.7*** [76.1, 149.2]	211.2*** [168.7, 253.7]	456.8*** [408.4, 505.2]	1013.7*** [932.4, 1095.0]	2692.8*** [2484.3, 2901.4]
Antall observasjoner	1753	1752	1745	1961	1645

95% konfidensintervall i klammeparentes. Antall observasjoner varierer pga ulikt antall vet-ikke svar.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

⁷ Denne typen tap er tatt hensyn til i KILE-satsene for kundegruppen jordbruk, og skal derfor ikke inkluderes i satsene som reflekterer husholdningenes avbruddskostnader.

⁸ Gjennomsnittet med konfidensintervall er beregnet ved å estimere en OLS modell med midtpunktet av intervallene som avhengig variabel, og kun en konstant på høyre side, eller $WTP_{i, \text{midtpunkt}} = \alpha + u_i$ hvor $WTP_{i, \text{midtpunkt}}$ er midtpunktet i intervallet valgt av respondent i for det aktuelle betalingsvillighetsspørsmålet, α er konstanten vi estimerer (altså gjennomsnittet over alle observasjonene), og u_i er et restledd.

Opgitt betalingsvillighet øker som forventet med varighet, fra 113 kroner for ett minutt, til omtrent 2700 kroner for 72 timer, og basert på konfidensintervallene ser vi at forskjellen mellom estimatene er statistisk signifikant.⁹

4.3.1 Beslutningsregel 1

Den første beslutningsregelen innebærer at vi utelater respondenter som har oppgitt høyere betalingsvillighet for kortere enn for lengre varigheter. Dette gjelder 100 respondenter. I tillegg utelater vi 186 respondenter som har oppgitt høyere betalingsvillighet for å unngå avbrudd som er varslet, enn som ikke er varslet.

Dersom en respondent har svart inkonsistent på minst ett betalingsvillighetsspørsmål etter disse kriteriene, utelates alle svar fra denne respondenten. Selv om enkelte av svarene er konsistente, vurderer vi det slik at respondentens svar ikke bør inngå i grunnlaget for å gi råd til NVE om KILE.

Totalt utelater vi 286 observasjoner ved å følge den første beslutningsregelen. Tabell 4.4 viser estimert betalingsvillighet basert på det reduserte utvalget. Den gjennomsnittlige betalingsvilligheten er lavere for alle varighetene bortsett fra 72 timers avbrudd og tyder på at vi utelukker noen ekstreme observasjoner for de kortere varighetene.

Tabell 4.4 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 1¹⁰

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet	66.30*** [32.20, 100.4]	158.1*** [119.5, 196.7]	432.4*** [384.3, 480.6]	966.5*** [881.2, 1051.8]	2770.0*** [2520.9, 3019.1]
Antall observasjoner	1478	1473	1460	1675	1387

95 % konfidensintervall i klammeparentes. Antall observasjoner varierer pga ulikt antall vet-ikke svar.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.3.2 Beslutningsregel 2

Den andre beslutningsregelen innebærer at vi i tillegg utelater alle respondenter som har oppgitt samme betalingsvillighet for å unngå 72 timers avbrudd som for ett minutt avbrudd. Dette gjelder 65 respondenter i tillegg til de 286 respondentene som ble utelatt under beslutningsregel 1, men en del av disse overlapper med respondenter som har svart "vet ikke" på ett eller flere spørsmål. Det er kun 35 nye observasjoner som utelukkes ved å følge beslutningsregel 2. Tabell 4.5 viser gjennomsnittlig betalingsvillighet når vi følger beslutningsregel 1 og 2. Estimert betalingsvillighet reduseres

⁹ Dersom vi gjentok estimeringen og lagde nye konfidensintervaller 100 ganger med ulike utvalg fra samme populasjon, vil den sanne parameterverdien ligge i 95% konfidensintervallet i 95 av de 100 beregnede konfidensintervallene. P-verdiene i tabellen viser at vi kan forkaste nullhypotesen om at gjennomsnittlig betalingsvillighet er null på minst 0,1 prosent signifikansnivå for alle scenariene. Det betyr at det er mindre enn 0,1 prosent sannsynlighet for å observere de estimerte verdiene dersom den sanne verdien er 0.

¹⁰ Differansen mellom antall observasjoner i tabell 1 og tabell 2 er ikke 286 observasjoner fordi det er noen tilfeller av overlapp mellom utelatte observasjoner og observasjoner som uansett var utelatt på grunn av "vet ikke"-svar.

ytterligere fra Tabell 4.4 for alle varighetene bortsett fra 72 timer, hvor estimert betalingsvillighet er høyere.

Tabell 4.5 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet	42.29*** [17.80, 66.78]	135.9*** [105.2, 166.7]	415.8*** [373.1, 458.6]	961.8*** [877.4, 1046.2]	2804.2*** [2551.1, 3057.3]
Antall observasjoner	1448	1443	1430	1645	1357

95 % konfidensintervall i klammeparentes. Antall observasjoner varierer pga ulikt antall vet-ikke svar.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.3.3 Beslutningsregel 3

Den tredje beslutningsregelen innebærer at vi i tillegg utelater respondenter som har oppgitt samme betalingsvillighet for å unngå 24 timers avbrudd, som for 1 minutt avbrudd. Dette omfatter 112 observasjoner. Totalt, når vi sammenlikner beslutningsregel 3 med startpunktet i Tabell 4.3, utelukker vi mellom 333 og 428 observasjoner avhengig av hvilket scenario vi ser på. Tabell 4.6 viser igjen estimert betalingsvillighet for de fem varighetene når vi følger beslutningsregel 1, 2 og 3. I forhold til Tabell 4.5 øker estimert betalingsvillighet noe for alle varigheter unntatt 1 min.

Tabell 4.6 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet	36.63*** [15.83, 57.43]	136.3*** [107.5, 165.0]	430.8*** [388.7, 472.8]	1024.4*** [935.8, 1113.0]	2832.1*** [2573.1, 3091.2]
Antall observasjoner	1336	1342	1353	1533	1312

95 % konfidensintervall i klammeparentes. Antall observasjoner varierer pga ulikt antall vet-ikke svar.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.3.4 Følsomhet knyttet til varslet avbrudd

Til slutt undersøker vi hvor følsomme resultatene er for antakelsen om at det er inkonsistent å oppgi høyere betalingsvillighet for varslet enn for ikke varslet avbrudd. Hovedantagelsen er at uvarslet avbrudd gir større velferdstap. En innflytelsesrik artikkel av Joskow og Tirole (2007) bruker et eksempel med en person som vurderer å ta heisen. Dersom han er varslet om strømbryddet, 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 strømbryddet 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 strømbryddet skjer. Kontakten på sensitivt elektrisk utstyr trekkes ut, osv. Det *kan* imidlertid også tenkes at respondenter for eksempel irriterer seg mer over, eller gruer seg til varslede avbrudd, hvis de uansett ikke er i stand til å tilpasse seg slik at de unngår kostnader og ulemper.

Som nevnt er det 186 respondenter som har oppgitt høyere betalingsvillighet for varslet enn uvarslet avbrudd. Disse er utelatt i beslutningsregel 3. Hvis vi fører dem tilbake igjen, innebærer det at vi utelukker totalt 245 respondenter. (Noen av de vi fører tilbake igjen har svart vet-ikke på et eller flere scenarioer).

Vi ser av Tabell 4.7 at resultatene stort sett er robuste for denne endringen, men at gjennomsnittlig betalingsvillighet for å unngå 1 minutts avbrudd er en del høyere med dette utvalget. Fra en praktisk synsvinkel kan dette tyde på at det er en riktig beslutning å utelate alle svar fra respondenter som har oppgitt ett inkonsistent svar – en respondent som har oppgitt høyere betalingsvillighet for varslet enn for ikke varslet brudd, har kanskje også oppgitt vilkårlige eller svært høye svar for andre varigheter. Dermed er det ikke hensiktsmessig ta med disse respondentenes svar i grunnlaget for å gi råd om ny KILE. For ett minutts varighet har disse svarene stor påvirkning på gjennomsnittlig betalingsvillighet på grunn av den høye andelen nullsvar.

Tabell 4.7 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, uten regel for å utelukke varslede brudd

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet	53.82*** [32.29, 75.35]	148.9*** [120.8, 177.0]	422.1*** [383.0, 461.2]	1038.8*** [956.7, 1120.9]	2778.2*** [2547.1, 3009.4]
Antall observasjoner	1546	1556	1571	1751	1527

95 % konfidensintervall i klammeparentes. Antall observasjoner varierer pga ulikt antall vet-ikke svar.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Vår vurdering er at utvalget bør være basert på beslutningsregel 3, som vel og merke tar opp i seg og inkluderer beslutningsregel 1 og 2. Det er vanskelig å se for seg noen grunn til at respondenter skal ha lik eller høyere betalingsvillighet for å unngå ett minutts avbrudd som for ett eller tre døgns avbrudd. Vi mener heller ikke at det finnes gode forklaringer for at respondenter skal ha høyere betalingsvillighet for varslede enn ikke varslede avbrudd. Denne typen svar indikerer at respondenten kan ha svart vilkårlig på betalingsvillighetsspørsmålene, og for å sikre at våre estimater reflekterer reell betalingsvillighet mener vi disse observasjonene må tas ut av utvalget. Vi sitter da igjen med i overkant av 1300 observasjoner for hvert av scenariene, og har dermed fortsatt et solid datagrunnlag for de videre analysene. I neste avsnitt vurderer vi representativiteten i det endelige utvalget.

4.4 Representativitet og vekting

Som nevnt i avsnitt 4.1, finner vi at menn og eldre er noe overrepresentert i utvalget i forhold til i befolkningen som helhet, mens yngre menn er noe underrepresentert. Tabell 4.8 viser at dette også er et problem i det endelige utvalget vårt basert på beslutningsregel 3.

Tabell 4.8 Andeler i endelig utvalg og befolkning etter kjønn og aldersgruppe

	Kvinne	Mann	Total
Alder 18-29 i utvalg	8.84	5.83	14.7
Alder 18-29 i befolkningen	9.9	10.5	20.4
Alder 30-44 i utvalg	8.97	12.3	21.3
Alder 30-44 i befolkningen	12.5	13.3	25.8
Alder 45-59 i utvalg	13.07	16.85	29.9
Alder 45-59 i befolkningen	12.4	13.0	25.4
Alder 60+ i utvalg	15.57	18.58	34.1
Alder 60+ i befolkningen	15.0	13.3	28.4

Kilde: Norsk Gallup (2017)

Analyser av samvariasjon mellom respondentkarakteristikker og betalingsvillighet (beskrevet i detalj i avsnitt 4.5.1) viser at menn i gjennomsnitt oppgir høyere betalingsvillighet enn kvinner, og at eldre i snitt oppgir lavere betalingsvillighet enn yngre respondenter for noen scenarier. Dette fører til at et enkelt gjennomsnitt basert på vårt utvalg ikke vil være representativt for befolkningens gjennomsnittlige betalingsvillighet. På den ene siden kan overrepresentasjon av menn føre til overestimert betalingsvilligheten. På den andre siden kan overrepresentasjon av eldre trekke estimert betalingsvillighet i motsatt retning. Totaleffekten på estimert betalingsvillighet er usikker.

For å kontrollere for utvalgsskjevheten må vi vekte observasjonene slik at svarene fra overrepresenterte grupper av respondenter tillegges mindre vekt, og slik at underrepresenterte grupper tillegges høyere vekt i estimeringen. Vektene genereres ved å dele andelen i populasjonen på andelen i det endelige utvalget. For kategorien menn i aldersgruppen 18-29 vil for eksempel vekten være $10.5/5.83=1.8$, som vil si at hver observasjon i denne gruppen teller som 1.8 observasjoner i beregningen av gjennomsnittet. Resultatene er vist i Tabell 4.9, og vi ser at resultatene i stor grad er robuste for vektingen. En sammenligning av gjennomsnittlig betalingsvillighet med og uten vekting for resten av scenariene (ikke vist her) viser at disse resultatene også er robuste for vekting.

Tabell 4.9 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, vektet for utvalgsskjevhet

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Vektet gjennomsnittlig betalingsvillighet	36.55*** [16.22, 56.88]	138.1*** [108.8, 167.5]	433.8*** [390.3, 477.2]	1031.5*** [942.6, 1120.3]	2814.1*** [2570.9, 3057.3]
Antall observasjoner	1336	1342	1353	1533	1312

95 % konfidensintervall i klammeparentes

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.5 Økonometrisk spesifikasjon

Resultatene som er presentert til nå, er basert på midtpunktene i intervallene på betalingskalaen. I spørreundersøkelsen oppgir respondenten “det høyeste beløpet det er verdt for husholdningen din[...]” på en glideskala med ulike beløp. En respondent som trekker pilen til 100 er dermed villig til å betale minst 100 kroner, men ikke 200 kroner, som er neste beløp på skalaen. Det vil si at den faktiske betalingsvilligheten ligger et sted mellom 100 og 200 kroner. Til nå har vi antatt at faktisk betalingsvillighet ligger midt mellom nedre og øvre intervallgrense på betalingskalaen (dvs. i midtpunktet), med unntak av respondenter som oppgir null.¹¹ For respondenten som trekker pilen til 100 antar vi dermed at faktisk betalingsvillighet er 150 kroner (siden neste beløp på skalaen er 200 kr).

Intervallregresjon basert på log-normal fordeling av svar

Cameron og Huppert (1989) viser at estimatene for gjennomsnittlig betalingsvillighet som er basert på midtpunktene (det vil si gjennomsnittene som er presentert i tabellene over) er avhengig av designet av betalingskalaen, og kan være forskjellig fra estimater basert på en intervallregresjonsmodell med en antatt log-normal sannsynlighetsfordeling av betalingsvilligheten.¹² Siden vi ikke kjenner fordelingen av folks «faktiske» betalingsvillighet innen intervallene vil jo også en slik fordeling være en antagelse på linje med å anta at den «faktiske» betalingsvilligheten er midtpunktet i intervallet. Forskjellen mellom disse to estimeringsmetodene antas imidlertid å være liten når det, som i vårt tilfelle, er mange beløp på betalingskalaen og avstanden mellom beløpene er liten (noe som er spesielt viktig i beløpsområdet de fleste velger). Likevel har vi valgt å gjøre en følsomhetsanalyse for vår midtpunktanalyse i form av en intervallregresjon for å kartlegge effektene av ulike estimeringsteknikker.

Intervallregresjonsmodellen estimeres ved hjelp av maximum likelihood, som svært forenklet går ut på å velge parameterestimatene som maksimerer sannsynligheten for å observere datapunktene i datasettet, gitt en antakelse om den betingede sannsynlighetsfunksjonen som ligger bak observasjonene. Cameron og Huppert (1989) utleder log likelihood-funksjonen som må maksimeres for å finne maximum likelihood-estimatene for intervallregresjonsmodellen med log-normal betalingsvillighet. Vanligvis finnes det ikke noen analytisk løsning på optimeringsproblemet man står igjen med, i stedet maksimeres funksjonen ved hjelp av en algoritme som finner estimatene som maksimerer funksjonen gjennom “prøving og feiling”.

Tabell 4.10 viser resultatene når vi estimerer gjennomsnittlig betalingsvillighet ved hjelp av intervallregresjon. Utvalget er basert på beslutningsregel 3, og vi viser her kun resultatene for scenariene med ulike varighet som starter en tirsdag kl. 17 i januar.

¹¹ Null vi tolker som faktisk null og ikke midtpunktet mellom null og første intervallgrense.

¹² Den log-normale fordelingen tar hensyn til at betalingsvilligheten gjerne er skjevfordelt på grunn av et høyt antall nullsvar, og at betalingsvilligheten ikke kan være negativ.

Tabell 4.10 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, Cameron og Huppert's (1989) intervallregresjonsmodell

	(2)	(3)	(4)	(5)
	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet, intervallregresjon	118.88*** [109.21, 129.39]	452.14*** [420.44, 486.23]	1115.32*** [1039.0, 1197.3]	2961.4*** [2753.2, 3185.4]
Antall observasjoner	1342	1353	1533	1312

95 % konfidensintervall i klammeparentes

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Estimatet for 1 minutt ble meningsløst og er tatt ut

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

I likhet med ovenfor har vi her estimert en modell uten forklaringsvariabler, det vil si at vi kun estimerer den gjennomsnittlige, predikerte verdien av betalingsvillighetsvariabelen. Fordi den avhengige variabelen her er en ukjent verdi som ligger mellom to beløp for hver respondent, er ikke den gjennomsnittlige, predikerte verdien den samme som gjennomsnittet av midtpunktene. Den gjennomsnittlige betalingsvilligheten er estimert ved å finne estimatene som maksimerer log likelihood-funksjonen, som igjen er basert på en antakelse om log-normal fordeling av betalingsvilligheten.

Vi ser at denne tilnærmingen gir en noe lavere estimert betalingsvillighet for de to korteste varighetene, særlig for ett minutt varighet. Resultatene for de lengre varighetene ser ut til å være lite følsomme for valg av estimeringsmetode.

Det faktum at intervallregresjonsmetoden er følsom for hvilken sannsynlighetsfordeling for betalingsvilligheten som ligger til grunn, taler for midtpunktestimering. Det samme gjør vår betalingsskala med relativt mange beløp hvor midtpunktet vil gi en god approksimasjon for «faktisk» betalingsvillighet. Vi holder derfor fast ved den enklere og mer transparente tilnærmingen med å basere seg på midtpunktene mellom beløpene på betalingsskalaen.

Individfaste effekter

Et annet mulig problem ved å bruke et enkelt gjennomsnitt av midtpunktverdiene, er at man kan se for seg at hver respondent ikke besvarer betalingsvillighetsspørsmålene uavhengig av hverandre. Det er mulig at respondentene behandler betalingsskalaen på en uobserverbar måte som i hvert fall delvis er fast på tvers av hvert scenario. Forskjeller i respondentenes tilnærming til betalingsskalaen bør «lukes vekk» fra undersøkelsen. Eksempel på tilnærming kan for eksempel være dersom Per oppfatter verdiene på skalaen som proporsjonale fordi de visuelt ser slik ut. Reelle forskjeller i betalingsvillighet mellom respondenter på tvers av scenarioer bør derimot beholdes og ikke lukes vekk. Eksempel på reell forskjell er dersom Per gjennomgående har høyere betalingsvillighet enn Pål fordi Per synes strøm er viktig.

For å kontrollere for uønskede faste effekter kan vi estimere en paneldatamodelle med individfaste effekter, og dermed redusere feilestimeringen som kommer av at vi ikke observerer faktisk betalingsvillighet.¹³ Vi estimerer følgende modell:

¹³ Dersom man har et datasett med flere observasjoner for hver enhet, i dette tilfelle for hver respondent, kan man kontrollere for uobserverbare karakteristikk ved respondentene ved å inkludere en dummyvariabel for hver respondent i modellen man estimerer. Da bruker man variasjonen mellom scenariene innad i hver respondent for å estimere koeffisientene i modellen. Uobserverbare faktorer som bare varierer mellom respondentene og ikke mellom scenariene (for eksempel måten man behandler betalingsskalaen på) påvirker ikke de estimerte koeffisientene i modellen.

$$WTP_{i,s} = \alpha_i + \sum_{s=1}^{12} \beta_s SC_s + u_{i,s}$$

hvor $WTP_{i,s}$ er betalingsvilligheten til respondent i for scenario s , α_i er et individspesifikt konstantledd, SC_s er dummyvariabler for tolv scenarier (det trettende scenariet er referansescenariet). β_s er den marginale effekten av scenario s på betalingsvilligheten, relativt til referansescenariet. Her estimerer vi altså én modell for alle scenariene, med 13 observasjoner av betalingsvillighet for hver respondent. Gjennomsnittlig betalingsvillighet beregnet ved hjelp av de estimerte koeffisientene fra denne modellen er vist i Tabell 4.11.

Tabell 4.11 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, kontroll for individfaste effekter

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet, individfaste effekter	7.34	110.42***	410.88***	1120.42***	2816.53***
	[-66.41, 81.1]	[41.09, 179,75]	[351.84, 469.93]	[1069.42, 1171.42]	[2624.80, 2008.25]

95 % konfidensintervall i klammeparentes.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Igen ser vi at estimert betalingsvillighet for de korte varighetene er noe lavere enn i modellen med midtpunktestimater, særlig for ett minutt, og omtrent den samme for 72 timer. For ett minutts varighet ser vi imidlertid at estimatet er svært upresist estimert, sannsynligvis på grunn av det høye antallet nullsvar og at vi bruker en del av variasjonen til å estimere de individfaste effektene.

Betalingsvillighet lik nedre intervallgrense

Alt i alt ser vi at resultatene er relativt robuste for valg av estimeringsmetode, med unntak av gjennomsnittlig betalingsvillighet for å unngå ett minutts avbrudd. Fordi det kan være mulige svakheter ved de to alternative tilnærmingene vi har testet, og disse svakhetene kan være årsaken til at estimatet for ett minutt varierer en del, velger vi å gå videre med det vektete gjennomsnittet av midtpunktestimatene. Betalingsskalaen vår består av forholdsvis mange, relativt små intervaller, noe som gjør antakelsen om at faktisk betalingsvillighet ligger i midtpunktene i intervallene, mindre problematisk enn i tilfeller med få, store intervaller. I tillegg er det en fordel å velge en enkel metode som ikke hviler på strenge antakelser om fordelingen av faktisk betaling innen intervallet.

Som et konservativt, nedre estimat for gjennomsnittlig betalingsvillighet kan vi sette faktisk betalingsvillighet lik beløpet respondenten markerer på betalingsskalaen. Som vist i Tabell 4.12 påvirker denne antakelsen gjennomsnittlig betalingsvillighet vesentlig mer enn følsomhetsanalysene over. Dette kan ses på som en nedre grense for gjennomsnittlig betalingsvillighet.

Tabell 4.12 Betalingsvillighet tirsdag kl. 17 i januar med beslutningsregel 3, nedre intervallgrense

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1 min	2 t	6 t	24 t	72 t
Gjennomsnittlig betalingsvillighet, nedre intervallgrense	30.23** [9.94, 50.52]	110.41*** [82.50, 138.31]	338.28*** [310.56, 366.0]	842.92*** [777.33, 908.50]	2184.88*** [2043.95, 2325.82]

95 % konfidensintervall i klammeparentes.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.5.1 Samvariasjon mellom oppgitt betalingsvillighet og respondentkarakteristikker

Vi er også interesserte i hvordan oppgitt betalingsvillighet varierer med ulike typer karakteristika ved respondenten. Dette kan både gi oss en indikasjon på hvorvidt undersøkelsen ser ut til å ha fungert som ønsket, og gi interessant informasjon om hvilke faktorer som påvirker hvor mye det er verdt for husholdninger å unngå avbrudd. Man kan for eksempel se for seg at husholdninger som har opplevd mange avbrudd tidligere, kan ha gjort investeringer som reduserer kostnadene og ulempene ved nye avbrudd. Respondenter som har opplevd lange avbrudd tidligere kan også ha gjort seg erfaringer som påvirker hvor mye de er villige til å betale for å unngå å oppleve denne typen avbrudd igjen.

La oss først se på beskrivende statistikk for det endelige utvalget vårt basert på beslutningsregel 3 beskrevet over.

Tabell 4.13 Beskrivende statistikk for bakgrunnsvariabler i endelig utvalg

	Antall	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Maks
Husholdningsinntekt	1561	819 438.8	414 361.1	100 000	3 000 000
Alder	1561	50.70	16.57	18	90
Mannlig respondent	1561	0.54	0.50	0	1
Høyere utdanning lenger enn fire år	1561	0.22	0.42	0	1
Sør	1561	0.09	0.29	0	1
Vest	1561	0.25	0.43	0	1
Midt	1561	0.08	0.27	0	1
Nord	1561	0.11	0.31	0	1
Opplevd flere enn fire brudd	1561	0.32	0.47	0	1
Opplevd brudd lenger enn 24 timer	1537	0.07	0.25	0	1
Ikke avhengig av strøm for oppvarming	1558	0.47	0.50	0	1
Alt eller noe strømforbruk er inkludert i husleia	1561	0.14	0.35	0	1
Bor i leilighet	1561	0.30	0.46	0	1
Boligareal (kvm)	1522	131.19	61.80	15	300
Svar på mobiltelefon	1561	0.12	0.32	0	1
Små eller ingen konsekvenser ved strømbrudd	1561	0.44	0.50	0	1

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Gjennomsnittsinntekten til husholdningene i undersøkelsen er i overkant av 800 000 kroner, og respondentene er i snitt 50 år gamle. 53 prosent av respondentene er menn, og i overkant av 20 prosent oppgir å ha høyere utdanning lenger enn fire år. 9 prosent av respondentene bor i Sør-Norge, 25 prosent på Vestlandet, 8 prosent i Midt-Norge, 11 prosent i Nord-Norge, og de resterende 47 prosentene bor på Østlandet.¹⁴ 32 prosent av respondentene oppgir å ha opplevd flere enn fire avbrudd i boligen sin, mens 7 prosent har opplevd avbrudd som varer lenger enn ett døgn. Hele 47 prosent oppgir at de ikke er avhengig av strøm for å varme opp boligen sin. Vi tolker dette som at 47 prosent kan varme opp i hvert fall deler av boligen sin ved hjelp av en vedovn eller lignende. 14 prosent har hele eller deler av strømregningen inkludert i husleien, mens omtrent 30 prosent bor i leilighet. Gjennomsnittlig boligareal er i overkant av 130 kvadratmeter.

Omtrent 12 prosent av respondentene besvarte undersøkelsen på mobil. I følge Norsk Gallup er dette en lavere andel enn snittet for undersøkelsene deres. En mulig forklaring er at respondenter underveis finner ut at de ikke synes undersøkelsen fungerer så godt

¹⁴ Sør-Norge er her definert som Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder, Vestlandet er Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, Midt-Norge er Nord- og Sør-Trøndelag, Nord er Norland, Troms og Finnmark, og Øst er resten av fylkene.

på mobil eller tar lengre tid enn oppgitt, og så avbryter; eller at lengden på undersøkelsen (oppgitt til å ta omtrent 10 minutter, mens median intervjuetid var 14 minutter) avskrekker mange respondenter fra å starte besvarelsen på mobil. I forkant av betalingsvillighetsspørsmålene (rett etter scenariobeskrivelsen i Tekstramme 3.2) får respondentene spørsmål om hvor store konsekvenser avbrudd får for husholdningen. 44 prosent av respondentene svarer at avbrudd får små eller ingen konsekvenser.

Vi fortsetter å bruke midtpunktene på betalingsskalaen, og estimerer en log-log modell hvor oppgitt betalingsvillighet og kontinuerlige variable er log-transformerte. Når vi estimerer en log-transformert modell sikrer vi at den predikerte betalingsvilligheten ikke er negativ, og vi kan i tillegg tolke koeffisientene på de log-transformerte variablene som elastisiteter. Vi estimerer følgende modell:

$$\log WTP_i = \alpha + X'\beta + u_i$$

Her er igjen WTP_i oppgitt betalingsvillighet (basert på midtpunktet) for respondent i . Merk at vi estimerer 13 separate modeller, én for hvert scenario, i stedet for å estimere en samlet modell som i analysen med individfaste effekter. α er et konstantledd, X' er en vektor av forklaringsvariabler hvor kontinuerlige variabler er log-transformerte, og u_i er restleddet.

Her viser vi kun resultatene for de første fem scenariene, det vil si avbrudd som starter klokken 17 en typisk tirsdag i januar med varighet ett minutt, to timer, seks timer, ett døgn og tre døgn. Resultatene for de resterende åtte scenariene er vist i Vedlegg A.

Tabell 4.14 Regresjonsresultater, betalingsvillighet for å unngå strømbrudd tirsdag kl. 17 i januar

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Log BV 1 min	Log BV 2 t	Log BV 6 t	Log BV 24 t	Log BV 72 t
Log husholdningsinntekt	0.146 (1.55)	0.241 (1.82)	0.139 (1.31)	0.278* (2.25)	0.161* (2.11)
Alder	-0.00609 (-0.30)	-0.0358 (-1.33)	-0.0326 (-1.54)	-0.0233 (-0.92)	-0.0158 (-1.01)
Alder kvadrert	0.0000484 (0.25)	0.000156 (0.59)	0.000148 (0.70)	0.0000914 (0.37)	0.0000689 (0.44)
Mannlig respondent	0.363*** (3.66)	0.414** (3.11)	0.320** (2.88)	0.399** (3.27)	0.224** (2.85)
Høyere utdanning lenger enn fire ar	0.0701 (0.61)	0.242 (1.56)	0.172 (1.40)	0.0868 (0.64)	-0.0249 (-0.27)
Sør	-0.111 (-0.66)	-0.346 (-1.41)	-0.337 (-1.59)	-0.490* (-2.16)	-0.0622 (-0.45)
Vest	0.136 (1.09)	0.0783 (0.48)	-0.146 (-1.09)	-0.170 (-1.15)	-0.0193 (-0.21)
Midt	-0.173 (-1.06)	-0.420 (-1.82)	-0.246 (-1.21)	-0.149 (-0.68)	0.0839 (0.58)
Nord	-0.0493 (-0.30)	-0.167 (-0.78)	-0.127 (-0.67)	-0.0873 (-0.41)	0.204 (1.57)
Opplevd flere enn fire brudd	0.00908 (0.08)	0.379* (2.48)	0.175 (1.38)	-0.0707 (-0.50)	0.0317 (0.36)
Opplevd brudd lenger enn 24 timer	-0.115 (-0.65)	-0.374 (-1.51)	-0.265 (-1.16)	0.243 (1.06)	0.0580 (0.33)
Ikke avhengig av strøm for oppvarming	0.0240 (0.22)	-0.0792 (-0.55)	-0.0108 (-0.09)	-0.115 (-0.86)	-0.106 (-1.25)
Alt eller noe strømforbruk er inkludert i husleia	0.134 (0.81)	0.183 (0.87)	0.132 (0.78)	-0.144 (-0.72)	-0.0444 (-0.34)
Bor i leilighet	0.0641 (0.43)	0.220 (1.15)	0.0630 (0.39)	-0.0772 (-0.42)	0.0193 (0.16)
Log boligareal	-0.00188* (-2.01)	-0.000548 (-0.39)	0.00136 (1.11)	0.00199 (1.56)	0.00184* (2.29)
Svar på mobiltelefon	0.310 (1.79)	0.0490 (0.25)	-0.0747 (-0.49)	0.258 (1.61)	-0.00489 (-0.04)
Små eller ingen konsekvenser ved strømbrudd	-0.519*** (-5.24)	-1.123*** (-8.39)	-0.910*** (-8.10)	-0.0954 (-0.79)	-0.378*** (-4.80)
Konstant	-0.652 (-0.55)	1.154 (0.67)	4.327** (3.18)	2.521 (1.63)	5.423*** (5.67)
Observasjoner	1289	1297	1310	1475	1267
Justert R²	0.026	0.072	0.062	0.023	0.033

t-statistikk i parentes

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Som forventet, er høyere inntekt assosiert med høyere betalingsvillighet, men denne sammenhengen er kun statistisk signifikant for de to lengste avbruddene. Den estimerte koeffisienten tolkes som en elastisitet, og vi ser at én prosents økning i husholdningsinntekt er assosiert med mellom 0.15 og 0.28 prosents økning i oppgitt betalingsvillighet for å unngå de ulike avbruddene. Dette er i nedre del av intervallet for inntektselastisiteter man har funnet i andre betalingsvillighetsstudier for fellesgoder som vannkvalitet og biodiversitet (se Kristöm og Riera 1996; og Barbier et al 2017). Vi ser

også at alder ikke har signifikant effekt på betalingsvilligheten for scenariene vist i tabellen, men for seks timers avbrudd som starter klokken 09, på en lørdag og om sommeren (gjengitt i Vedlegg A), har eldre signifikant lavere betalingsvillighet enn de yngre.

Det er en tydelig sammenheng mellom respondentens kjønn og oppgitt betalingsvillighet i de fleste scenariene. Mannlige respondenter oppgir i snitt høyere betalingsvillighet enn kvinnelige respondenter. Respondenter i sør, øst, vest, midt og nord har ikke signifikant forskjellig betalingsvillighet når man kontrollerer for de andre forklaringsvariablene i modellen. Det ser heller ikke ut til å være noen tydelig sammenheng mellom tidligere opplevelser med avbrudd eller hvorvidt strømutfgifter er inkludert i husleia. Det siste funnet er beroligende, ettersom vi ønsker at respondentene skal oppgi betalingsvillighet uavhengig av hvordan de betaler for strøm. Vi ser heller ingen tydelig sammenheng mellom oppgitt betalingsvillighet og boligtype, boligareal eller hvorvidt respondenten har svart på mobiltelefon. Imidlertid ser vi en signifikant negativ sammenheng mellom betalingsvillighet og hvorvidt respondenten oppgir at avbrudd har små eller ingen konsekvenser for husholdningen. Dette er også betryggende fordi det viser at respondentene har svart konsistent på spørsmålene om konsekvenser og betalingsvillighet.

Justert R^2 viser hvor stor andel av variasjonen i betalingsvillighet som forklares av variablene vi har inkludert i modellen, og varierer fra i overkant av 2 prosent til 7 prosent. Det er selvfølgelig en rekke faktorer som forklarer respondentenes betalingsvillighet for å unngå avbrudd som ikke fanges opp av bakgrunnsvariablene vi har samlet inn informasjon om, men formålet med regresjonsanalysen er først og fremst å undersøke om undersøkelsen ser ut til å ha fungert som ønsket, noe resultatene bekrefter.

4.6 Endelige resultater for gjennomsnittlig betalingsvillighet

Resultatene av analysene indikerer at spørreundersøkelsen har fungert godt, og at resultatene er relativt robuste for hvordan vi velger å utelukke ekstreme observasjoner, og hvilken estimeringsmetode vi benytter oss av. Tabell 4.15 viser de endelige anslagene for gjennomsnittlig betalingsvillighet for hvert av de tretten scenariene, basert på beslutningsregel 3, og vektet for å sikre representativitet.

Tabell 4.15 Endelige anslag for gjennomsnittlig betalingsvillighet

Scenario	1 min	2 timer	6 timer	24 timer	72 timer
Tirsdag kl. 17 i januar	37 kr	138 kr	434 kr	1032 kr	2814 kr
Tirsdag kl. 09 i januar			331 kr		
Tirsdag kl. 01 i januar			280 kr		
Lørdag kl. 17 i januar			506 kr		2482 kr
Tirsdag kl. 17 i juli			265 kr		1863 kr
Tirsdag kl. 17 i januar, varslet			210 kr		1555 kr

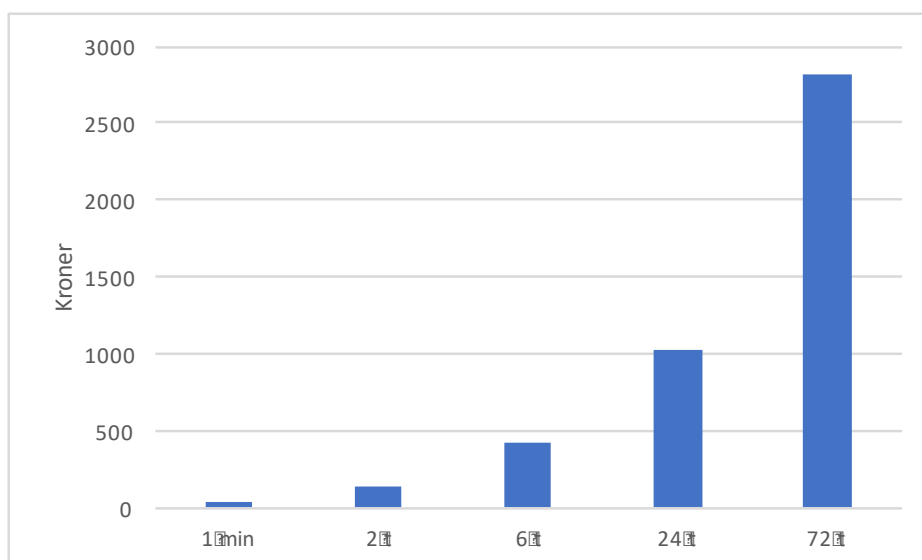
Note: Vektete gjennomsnitt av oppgitt betalingsvillighet basert på midtpunktene i intervallene på betalingskalaen, med unntak av null, som tolkes som et punktestimat. Protestsvarere, respondenter som verdsetter tapt næringsinntekt og respondenter som svarer inkonsistent (etter beslutningsregel tre) er utelatt.

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

4.6.1 Test av forskjeller mellom scenariene

Forskjellene i betalingsvillighet mellom de ulike scenariene skal brukes for å utforme korreksjonsfaktorer i KILE-satsene. Dermed er det viktig å vite om forskjellene mellom scenariene er statistisk signifikante eller om variasjonen i oppgitt betalingsvillighet er så stor at vi ikke kan si med sikkerhet om det er noen forskjell i betalingsvillighet. For scenariene med ulik varighet som inntreffer tirsdag kl. 17 i januar, kan vi allerede fra konfidensintervallene i Tabell 4.9 se at betalingsvilligheten er signifikant høyere jo lengre varighet på avbruddet er. Forskjellen mellom de ulike varighetene kommer også tydelig fram i figuren under.

Figur 4.2 Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd en tirsdag kl. 17 i januar, med økende varighet



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

For resten av scenariene gjør vi grundigere undersøkelser ved hjelp av tre ulike tester. Resultatene er vist i Tabell 4.16. Den uparede t-testen har som nullhypotese at de to variablene som sammenlignes har likt gjennomsnitt, mens alternativhypotesen er at de ikke har likt gjennomsnitt. Den parede t-testen har som nullhypotese at differansen mellom de to observasjonene for hvert individ i gjennomsnitt er null, og sammenligner derfor bare parede observasjoner. Etersom variablene vi undersøker ikke er normalfordelte, gjør vi også en ikke-parametrisk test (Wilcoxon sign rank test), hvor nullhypotesen er at medianen av differansene mellom de to variablene er null. Som vist i Tabell 4.16 kan vi forkaste nullhypotesen på minst 5 prosent signifikansnivå for alle sammenligningene, med unntak av sammenligningen av lørdag vs. tirsdag for 72 timers brudd når man ser på den uparede t-test.

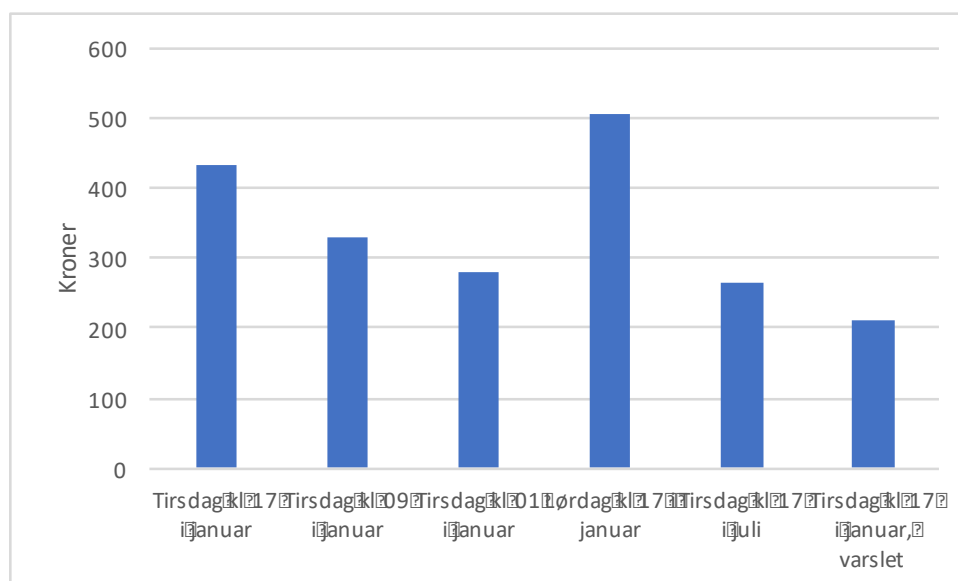
Tabell 4.16 P-verdier for tester av lik betalingsvillighet mellom scenarier

Scenario	6 timer			72 timer		
	Uparet t-test	Paret t-test	Paret, ikke-parametrisk	Uparet t-test	Paret t-test	Paret, ikke-parametrisk
Kl. 17 vs kl. 09	p=0.002	p=0.000	p=0.000	-	-	-
Kl. 17 vs kl. 01	p=0.000	p=0.000	p=0.000	-	-	-
Kl. 09 vs kl. 01	p=0.045	p=0.019	p=0.000	-	-	-
Lørdag vs tirsdag	p=0.036	p=0.000	p=0.000	p=0.077	p=0.000	p=0.000
Januar vs juli	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000
Ikke varslet vs varslet	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000	p=0.000

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Vi kan dermed konkludere med at betalingsvilligheten for å unngå avbrudd som varer i seks timer og som starter kl. 17, er høyere enn dersom avbruddet starter kl. 9. Tilsvarende er betalingsvilligheten høyere for å unngå et avbrudd kl. 17 enn kl. 01, og den er også høyere for et avbrudd som starter kl. 09 enn for et avbrudd som starter kl. 01. Dette er i tråd med våre forventninger, basert på når en gjennomsnittlig husholdning er mest avhengig av stabil strømforsyning. Betalingsvilligheten for å unngå et avbrudd som skjer i juli i stedet for i januar, er også lavere, og som forventet er husholdningene villige til å betale mindre for å unngå et varslet enn et ikke varslet avbrudd.

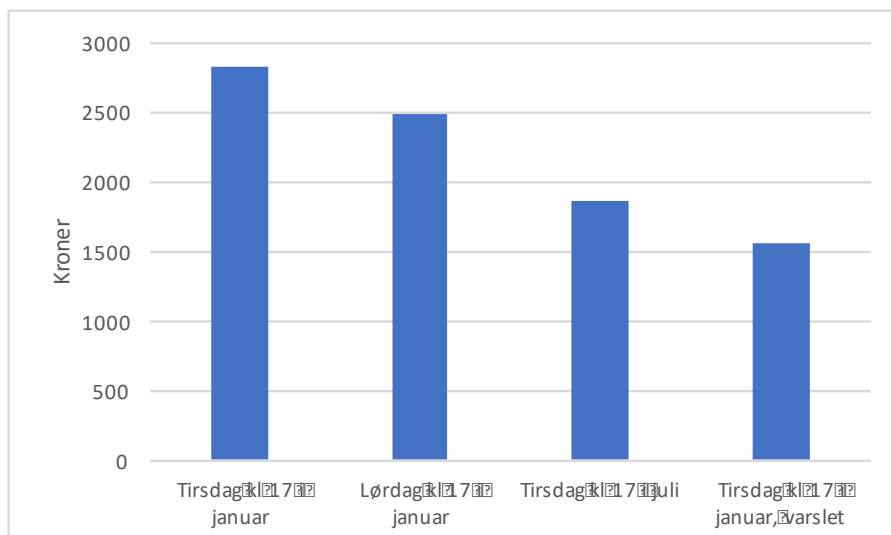
Figur 4.3 Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med seks timers varighet



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

For scenariene med avbrudd som varer i tre døgn, ser vi at betalingsvilligheten er høyere for avbruddet som starter en tirsdag, enn det tilsvarende avbruddet som starter en lørdag. Betalingsvilligheten er også høyere for å unngå avbrudd om vinteren enn om sommeren, og den er som ventet, også høyere for å unngå ikke varslet enn varslet avbrudd.

Figur 4.4 Betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med 72 timers varighet



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

5. Ny KILE-funksjon for husholdninger

Forrige kapittel konkluderte med anslag for betalingsvillighet for avbrudd av ulik varighet og under ulike omstendigheter. Neste og siste skritt i denne utredningen er å bruke anslagene til å foreslå en ny kostnadsfunksjon for avbrutt effekt i husholdninger. Den foreslåtte funksjonen vil vi stort sett kalle *ny* funksjon. Dagens kostnadsfunksjon vil vi stort sett kalle *gammel* funksjon, men enkelte steder, som i neste avsnitt bruker vi *dagens* funksjon.

5.1 Dagens kostnadsfunksjon er utgangspunktet

Utgangspunktet for vårt forslag er dagens funksjon, som er spesifisert i *Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer*, fra NVE. I paragraf 9-2 Avbruddskostnader sies det:

Kostnaden (K_j) for et vilkårlig avbrudd på tidspunkt j , skal beregnes som:

$$K_j = k_{P,ref} \cdot f_{K,m} \cdot f_{K,d} \cdot f_{K,h} \cdot P_{ref}$$

Der

K_j = kostnad i kr for avbrudd på tidspunkt j

P_{ref} = avbrutt effekt i rapporteringspunktet dersom tilsvarende avbrudd hadde skjedd på referansetidspunktet (kWh/h)

$k_{P,ref}$ = spesifikk avbruddskostnad (i kr/kWh) på referansetidspunktet for en gitt varighet

$f_{K,m}$ = korreksjonsfaktor for avbruddskostnad (i kr) i måned m

$f_{K,d}$ = korreksjonsfaktor for avbruddskostnad (i kr) på dag d

$f_{K,h}$ = korreksjonsfaktor for avbruddskostnad (i kr) i time h

Kostnadsfunksjonen har samme form for alle kundegrupper, og vi legger denne formen til grunn for vårt forslag for husholdninger.

Vi går nå gjennom leddene i kostnadsfunksjonen ett for ett. Det viser seg praktisk å begynnet med faktoren $f_{K,d}$, som tar hensyn til klokkeslett.

5.2 Leddet $f_{K,h}$ korrigerer for klokkeslett

Leddet $f_{K,h}$ er gitt ved følgende formel:

$$f_{K,h} = \frac{BV_h}{BV_{ref}}, \text{ der } BV_h \text{ er betalingsvillighet vedkommende klokkeslett. } BV_{ref} \text{ refererer seg}$$

til kl 17.

Tabell 4.15 opplyser om betalingsvillighet for seks timers avbrudd en tirsdag i januar kl. 01-07 og 09-15 i tillegg til 17-23:

- 331 kroner for et brudd som starter kl. 09, mot 434 kroner hvis det starter kl. 17. Forholdstall 0,76.
- 280 kroner for et brudd som starter kl. 01, mot 434 kroner hvis det starter kl. 17, forholdstall 0,65.

På grunnlag av disse tallene anbefaler vi følgende sett av $f_{k,h}$ -ledd fordelt på de tidsintervallene som brukes for alle brukergrupper i forskriften (Tabell 5.1)

Tabell 5.1 $f_{k,h}$ i gammel og ny funksjon

Timer	00-06	06-09	09-12	12-16	16-18	18-21	21-24
Ny $f_{k,h}$	0,65	1,05	0,75	0,75	1,05	1,05	0,8
Gammel $f_{k,h}$	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Merk at inndelingen i timer i kolonneoverskriftene er noe annerledes i ny funksjon enn i gammel (kl 09 istedenfor 08 i nåværende forskrift, og 21 istedenfor 20 i forskriften).

I tråd med funnene fra undersøkelsen setter vi $f_{k,h}$ kl 01 til 0,65 og $f_{k,h}$ kl 09 settes til 0,75. Når vi setter $f_{k,h}$ kl 17 til 1,05 og ikke 1,00 så skyldes det følgende passus i forskriften: *Når avbruddets varighet berører mer enn én av tidsperiodene gitt i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**, skal et vektet gjennomsnitt av korreksjonsfaktorene benyttes.* Et seks timers avbrudd som starter kl 17 vil avsluttes først kl 23 og er da i en periode tilordnet faktoren 0,8. For å få en riktig verdi i gjennomsnitt må vi til gjengjeld korrigere faktoren kl 17 opp til 1,05.

Når faktoren kl 17 er 1,05 blir i utgangspunktet betalingsvilligheten for et to timers avbrudd som begynner kl 17, for høy. Den korrigerer vi imidlertid ned ved hjelp av faktoren $k_{P,ref}$. Mer om korreksjonen av $k_{P,ref}$ i et senere avsnitt.

Vi har ikke data for andre tider enn kl 01, 09 og 17 og faktoren $f_{k,h}$ for andre tider er satt ut fra rimelighetsbetraktning. Kl 01 antas å representere perioden fra midnatt til kl 06. Frokostperioden kl 06-09 behandles som ettermiddagsperioden 16-21. Kl 09 representerer formiddagen til kl 16, og fasen fra 21-24 legges mellom ettermiddag og natt i betydning.

5.3 Leddet $f_{K,d}$ korrigerer for dag

Leddet $f_{K,d}$ er gitt ved følgende formel:

$$f_{K,d} = \frac{BV_d}{BV_{ref}}$$

der BV_d er betalingsvillighet vedkommende dag. BV_{ref} refererer seg til tirsdag.

Tabell 4.15 gir to anslag for betalingsvillighet på lørdag og tirsdag for tilsvarende avbrudd:

- 506 kr på lørdag, mot 434 kr på tirsdag for et avbrudd på seks timer. Forholdstall 1,165.
- 2482 kr på lørdag, mot 2814 kr på tirsdag for et avbrudd på 72 timer. Forholdstall 0,88.

Av disse legger vi vekt på avbruddet på seks timer når vi utformer forslag til korreksjonsfaktorer. 6-timersavbruddet gir et rent anslag på forskjellen mellom tirsdag og lørdag. Det andre alternativet, 72-timersavbruddet gjelder perioden fra lørdag kl. 17 til tirsdag kl. 17 i det ene tilfellet (2482 kr), og fra tirsdag kl. 17 til fredag kl. 17 i det andre tilfellet (2816 kr) i det andre tilfellet. Begge periodene inneholder hverdager, ingen inneholder hele helgen og man får ikke like skarpt frem skillet mellom helg og hverdag.

Det er likevel interessant at perioden som inneholder helg har lavere betalingsvillighet knyttet til seg i tilfellet med et virkelig langt avbrudd. Kanskje er det slik at dersom strømmen blir borte i flere dager medfører det større ulemper på hverdager, fordi man er avhengig av å være hjemme for å være i nærheten av arbeidsplass eller lignende. I helgene kan man i større grad gjøre avbøtende tiltak, for eksempel oppholde seg et annet sted enn hjemme. Et kortere avbrudd kjennes derimot tyngre i helger, spesielt lørdag ettermiddag når man er hjemme og kanskje skal kose seg med familie og venner.

Når vi tar for oss alle dagene, anbefaler vi følgende sett av $f_{K,d}$ -ledd (Tabell 5.2):

Tabell 5.2 $f_{K,d}$ i gammel og ny funksjon

Dag	Ukedag	Lørdag	Søn-/helligdager
Ny $f_{K,d}$	1,0	1,15	1,15
Gammel $f_{K,d}$	1,0	1,1	1,1

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Vi har ingen kunnskap om betalingsvilligheten på søndag/helligdag utover det som eventuelt kan leses ut av svarene på spørsmålet om 72 timer. Vi velger å gjøre som i nåværende funksjon, nemlig å tilordne søndag/helligdag samme faktor som lørdag. De andre hverdagene behandles som tirsdag. Til sammen gir dette en faktor-struktur på dette punktet omtrent som i dagens funksjon.

5.4 Leddet $f_{K,m}$ korrigerer for måned

Leddet $f_{K,m}$ er gitt ved følgende formel:

$$f_{K,m} = \frac{BV_m}{BV_{ref}}, \text{ der } BV_m \text{ er betalingsvillighet vedkommende måned. } BV_{ref} \text{ refererer seg til}$$

januar.

I Tabell 4.15 for betalingsvillighet har vi to anslag som gir grunnlag for å sammenligne betalingsvillighet i juli med betalingsvillighet i januar:

- 265 kr i juli versus 434 kroner i januar for et seks timers avbrudd. Det gir et forholdstall på 0,61.
- 1863 i juli versus 2814 i januar for et 72 timers avbrudd. Det gir et forholdstall på 0,66.

Ettersom seks timers avbrudd er vanligere enn 72 timer, legger vi forholdstallet ved seks timer til grunn for et avbrudd i juli sammenliknet med januar. Når vi tar for oss alle månedene, anbefaler vi følgende sett av $f_{K,m}$ -ledd (Tabell 5.3).

Tabell 5.3 $f_{K,m}$ i gammel og ny funksjon

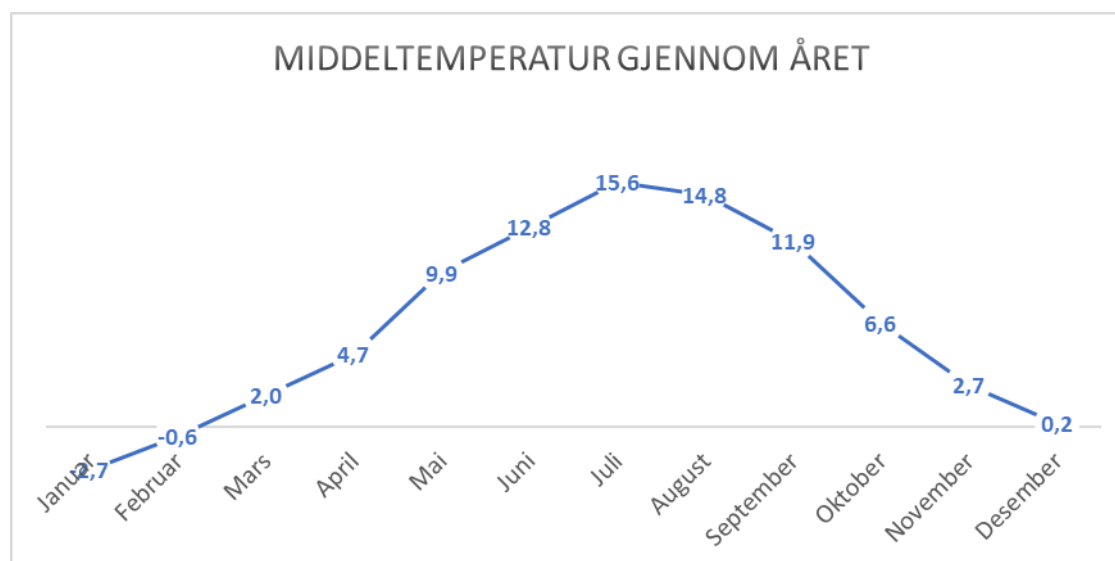
Måned	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	des
Ny $f_{K,m}$	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	1,0
Gammel $f_{K,m}$	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Forskjellen mellom gammel funksjon og vårt forslag skyldes dels at vi finner at nivået i juli er 60 prosent av januar, mot tidligere antatt 80 prosent. Dels skyldes det også at vi ønsker en jevn nedtrapping fra januar til juli, og en jevn opptrapping mot desember. Desember, januar og februar er de tre vintermånedene i FASIT, og det er naturlig å sette verdien til 1,0 for disse månedene.

Intuisjon til forløpet for $f_{K,m}$ -leddet kan man ellers få ved å se på norske temperaturserier. I Figur 5.1 under viser vi gjennomsnittet av middeltemperaturer per fylke, vektet med befolkningen i fylket, over femårsperioden 2012-2016. Figuren viser en klokkeformet kurve der juli er varmest og januar er kaldest. Det kan være fornuftig å la $f_{K,m}$ -leddet speile en tilsvarende fasong.

Figur 5.1 Befolkningsvektet middeltemperatur gjennom året



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Note. Temperatur ved sentral værstasjon per fylke, vektet med befolkning, 2012-2016.

5.5 Leddet $k_{P,ref}$ uttrykker betalingsvillighet per standard effektenhet

Leddene $k_{P,ref}$ er benevnt i kr/kW, der kronebeløpet er hentet fra betalingsvilligheten for avbrudd av en viss lengde, og kW er det standardiserte effektforbruket for samme lengde. Med andre ord er $k_{P,ref}$ gitt av følgende formel:

$$k_{P,ref} = \frac{BV_{ref}}{P_{standardprofil}}$$

BV_{ref} er betalingsvillighet på referansetidspunktet hverdag kl 17 i januar. $P_{standardprofil}$ er det standardiserte effektforbruket på referansetidspunktet, eller standardhusholdningens effektforbruk om man vil.

Den gamle $k_{P,ref}$ for husholdninger er simpelthen $1,1 + 9,8*t$ for alle lengder. Forskriften oppgir at dette tallet er i 2012-kroner, og at totale avbruddskostnader skal justeres ved hjelp av konsumprisindeksen. Prisstigningen i perioden 2012 (gjennomsnitt) til april-mai 2017 da vår undersøkelse fant sted, har vært 12 prosent. I kroneverdi per april 2017 er gammel funksjon da $1,2 + 11,0*t$.

Vi finner standardisert effektforbruk for husholdninger fra nettstedet fasit.no.¹⁵ Forbruket i FASIT er gitt som

$$P_h = (A_{d,h} * T_{u_d} + B_{d,h}) \frac{W}{W_N}$$

B er en temperaturuavhengig konstant og A en temperaturavhengig konstant. Forholdet W/W_N uttrykker forholdet mellom en sluttbrukers energiforbruk (W) og standardisert forbruk (W_N). Vi har fått vite at dette refererer seg til energiforbruk året før. Vi finner konstantene A og B fra fasit.no (regneark *Generelle lastprofiler for FASIT*, besøkt 1. oktober 2017). Disse koeffisientene varierer per time, døgn og sesong. Vi legger til grunn vinter, hverdag og koeffisientene for time 17 og 18. Time 17 referer seg til timen mellom 16 og 17. Time 18 er timen mellom 17 og 18. Effektforbruket kl 17 blir et gjennomsnitt av time 17 og 18. Temperaturen på referansetidspunktet i januar har vi anslått i Figur 5.1, den er minus 2,7 grader.

Et aritmetisk gjennomsnitt under disse forutsetningene er 3,45 kW. Vi bruker dette tallet til å normere $k_{P,ref}$.

I parentes bemerket fremstår beregningen av husholdningers effektforbruk som noe sjablongpreget, men forhåpentligvis vil AMS-måling vil gi bedre tall for effekt.

Neste skritt er å dividere tallene for betalingsvillighet knyttet til referansetidspunktet tirsdag kl. 17 i januar, fra Tabell 4.15, på beregnet effekt kl 17 i januar. Resultatet av denne øvelsen er gitt i Tabell 5.4.

Tabell 5.4 Anslått betalingsvillighet i kr per kW knyttet til referansetidspunktet – $k_{P,ref}$

Scenario	1 min	2 timer	6 time	24 timer	72 timer
Tirsdag kl. 17 i januar	11	40	126	299	816

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

¹⁵ Nettstedet fasit.no driftes av EnergiAkademiet i samarbeid med Referansegruppe for feil og avbrudd. I referansegruppen sitter Statnett, NVE og EnergiAkademiet, og i tillegg tre nettselskap på omgang. Sintef Energi er også representert. Nettstedet samler det som kalles FASIT-arbeid, og det finnes FASIT programvare, FASIT-system og ulike dokumentasjonsrapporter. Vi henviser til nettstedet som et samlet informasjonspunkt for alt dette.

Det er ønskelig å utforme en funksjon på grunnlag av disse tallene, jf. hvordan $k_{P,ref}$ er beskrevet i dag. Vi lar tallet 11 kr/kW representere alle avbrudd opp til et minutt. For øvrig lager vi lineære funksjoner mellom hvert punktanslag i tabellen.

Lineære funksjoner av denne typen har formen

$$y = y_{t-1} + a(x - x_{t-1})$$

der

$$a = \frac{y_t - y_{t-1}}{x_t - x_{t-1}}$$

For å finne a kan vi ikke bare plugge inn tallene i Tabell 5.4. Siden KILE-anslaget følger formen

$$K_j = k_{P,ref} \cdot f_{K,m} \cdot f_{K,d} \cdot f_{K,h} \cdot P_{ref}$$

så må vi ta hensyn til at enkelte av korreksjonsfaktorene kan være forskjellige fra 1,0. Spesielt vil et avbrudd på 24 timer rullere gjennom alle timesfaktorene. Gjennomsnittet av timesfaktorene viser seg å være 0,83. Vi har altså (frasett de andre faktorene) at

$$K_{24} = k_{P,ref,24} \cdot 0,83.$$

For å sørge for at $k_{P,ref,24} \cdot 0,83$ treffer riktig K på 24 timer, må vi derfor dividere betalingsvilligheten for 24 timer fra Tabell 5.4 på tallet 0,83. Tilsvarende dividerer vi betalingsvilligheten for 2 timer fra tabellen med tallet 1,05, jf diskusjonen i avsnitt 5.2.

Tilsvarende problem oppstår ikke for de andre timeskorreksjonsfaktorene, eller for korreksjonsfaktorer for dag eller måned.

$k_{P,ref}$ -funksjonen er gitt i Tabell 5.5.

Tabell 5.5 Ny $k_{P,ref}$

(0,1 min)	[1 min, 2 t)	[2 t, 6 t)	[6 t, 24 t)	[24 t, 72)	[72 t, ∞)
11	11+13,7*t	38+21,9*(t-2)	126+13,0*(t-6)	360+13,0*(t-24)	984+13,0*(t-72)

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Vi ser her en funksjon der stigningstallet varierer mellom 13,0 og 21,9. Noe av stigningstallet fram til 24 timer skyldes imidlertid at vi skyter for høy med $k_{P,ref}$, og treffer som det går fram av konstantleddet 360 på 24 timer, mens den normaliserte betalingsvilligheten på dette tidspunkt er 299. Gammel funksjon har til sammenlikning 11,0 som stigningstall når det regnes i 2017-kroner. Konstanten i den nye funksjonen er 11, mot 1,2 (i 2017-kroner) tidligere. Konsekvensen er at særlig korte og mellomlange avbrudd blir verdsatt høyere i den nye funksjonen, enn i den gamle.

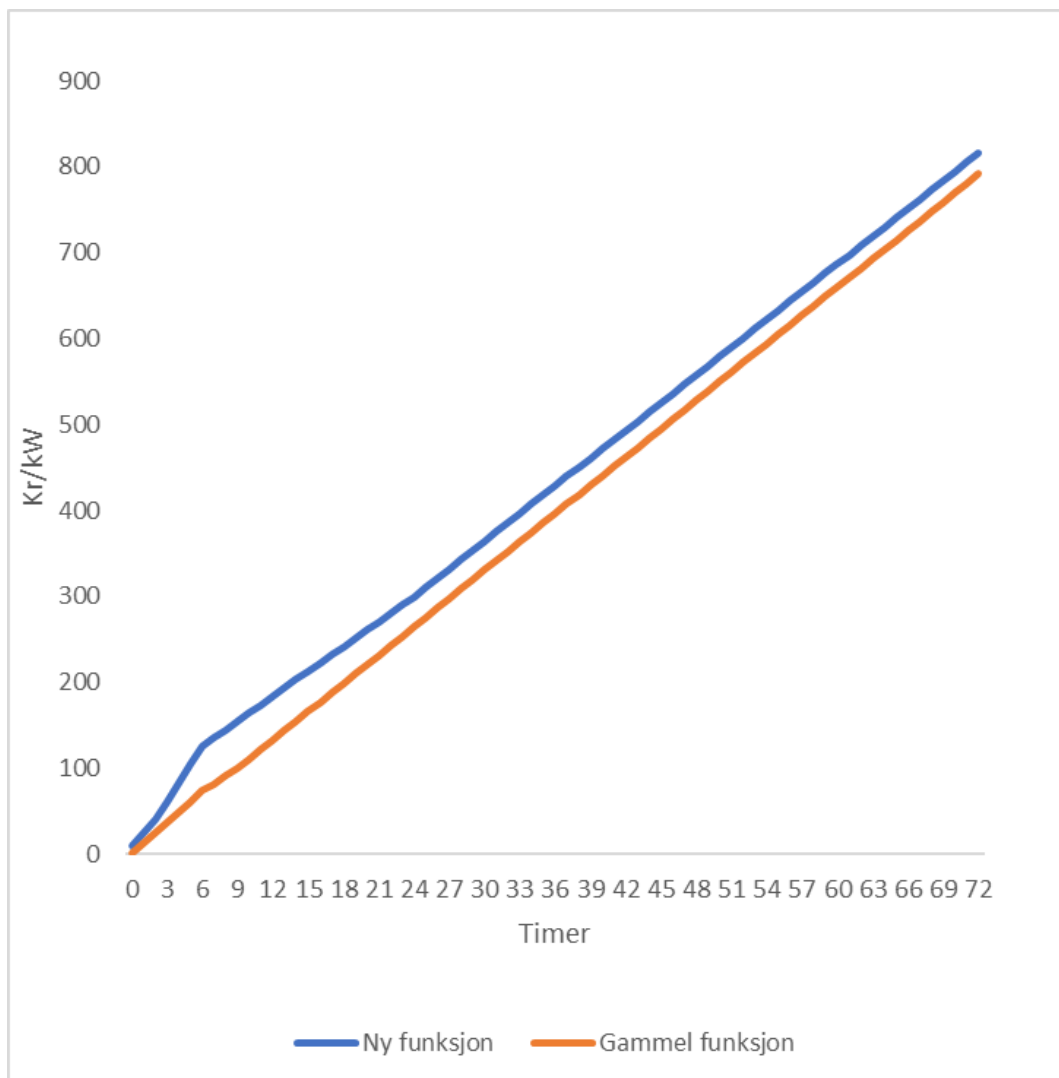
5.6 Visuelle uttrykk for ny funksjon i forhold til gammel

Referansetidspunktet tirsdag i januar kl 17

På referansetidspunktet en hverdagsettermiddag i januar ser ny funksjon ut som i Figur 5.2. Her har vi også lagt inn den gamle funksjonen for sammenlikningens skyld. I figuren

faller den nye funksjonen tilbake mot den gamle fra seks til 24 timer. Det skyldes at stigningstallet er lavere enn 11,0 når vi tar hensyn til at vi skal treffe gjennomsnittlig timeskorreksjon på 0,83 på 24 timer.

Figur 5.2 KILE-kostnad med utgangspunkt i tirsdag i januar kl 17 (referansetidspunktet)

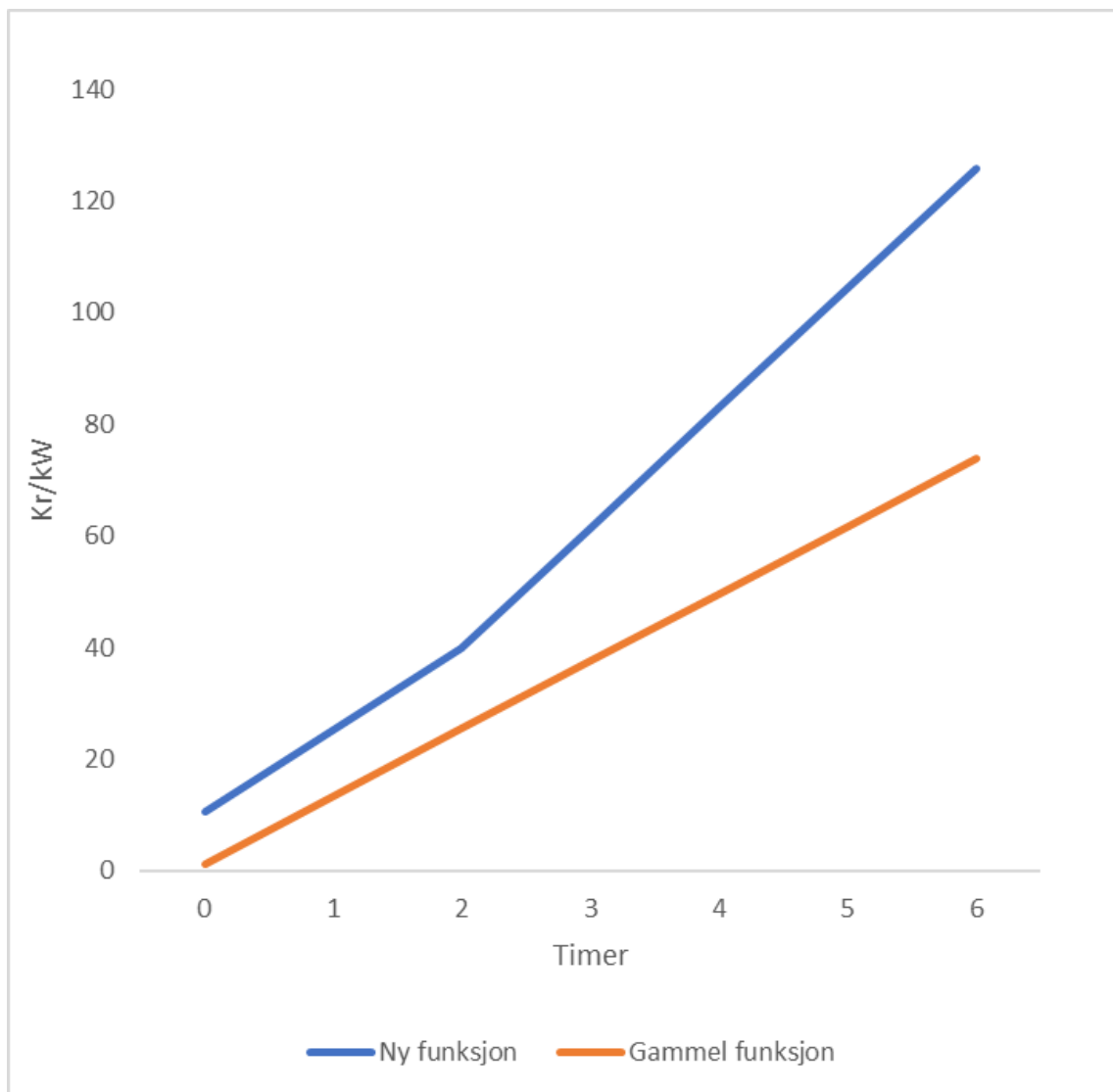


Note: Funksjonene samler $K_{P,ref}$ og korreksjonsfaktorene med start kl 17 en hverdag i januar

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017

Dersom vi begrenser oss til perioden null til og med seks timer, hvor langt de fleste avbruddene skjer, ser funksjonene ut som i Figur 5.3. Et kort avbrudd på inntil et minutt vurderes ti ganger høyere i ny enn i gammel funksjon. Et avbrudd på fire timer vurderes ca dobbelt så høyt, osv.

Figur 5.3 KILE-kostnad med utgangspunkt i tirsdag i januar kl 17 (referansetidspunktet) opp til seks timer

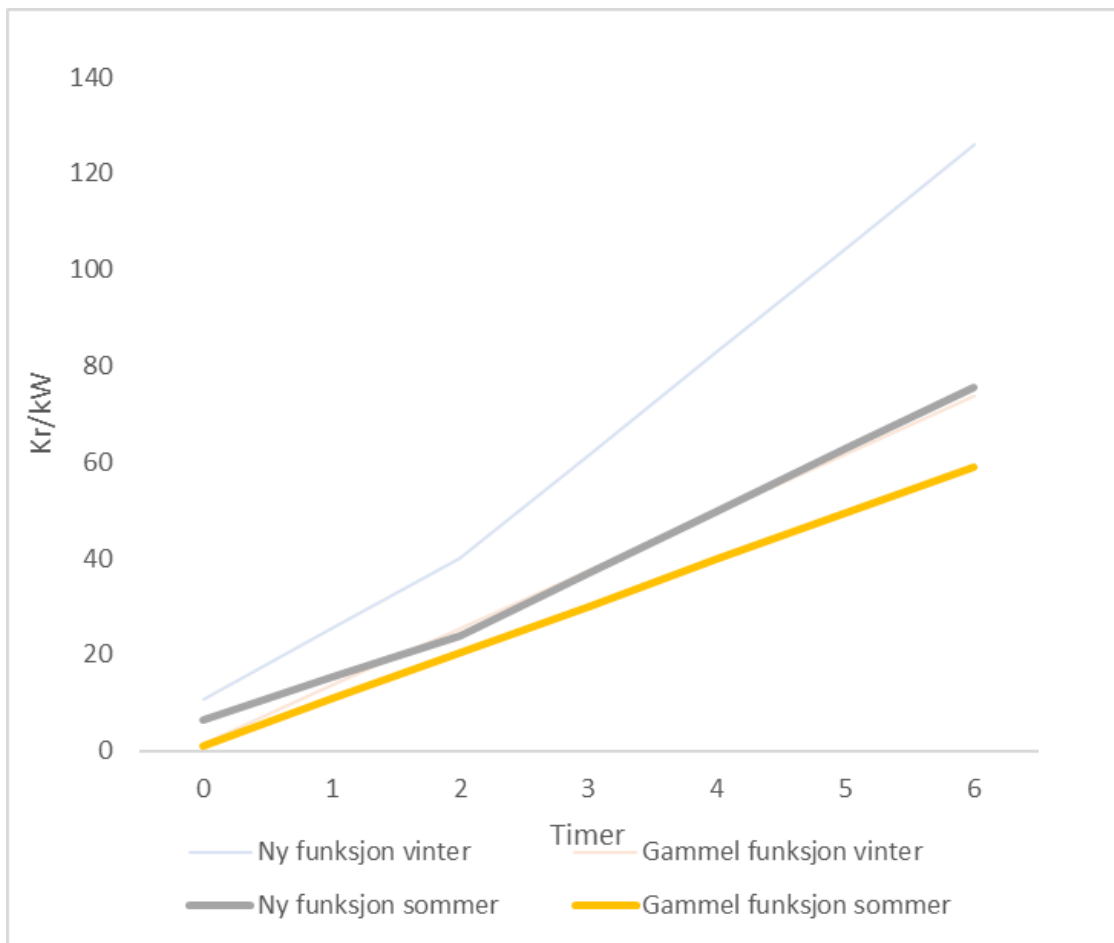


Note: Funksjonene samler $K_{P,ref}$ og korreksjonsfaktorene med start kl 17 en hverdag i januar
 Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017

Hverdagsettermiddag i juli

Siden den forholdsmessige reduksjonen om sommeren er større i ny funksjon enn i gammel funksjon, blir forskjellen mellom funksjonene mindre om sommeren enn om vinteren. Figur 5.4 viser dette, jf de uthevede linjene om sommeren i forhold til de bleke om vinteren. Om våren og høsten blir forskjellen midt mellom det en har om vinteren og om sommeren. I perioden desember-april er det ingen endring i det relative forholdet mellom gammel og ny funksjon.

Figur 5.4 Ny og gammel funksjon en hverdagsettermiddag om sommeren



Note: Funksjonene samler $K_{P,ref}$ og korreksjonsfaktorene med start kl 17 en hverdag i juli.
 Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017.

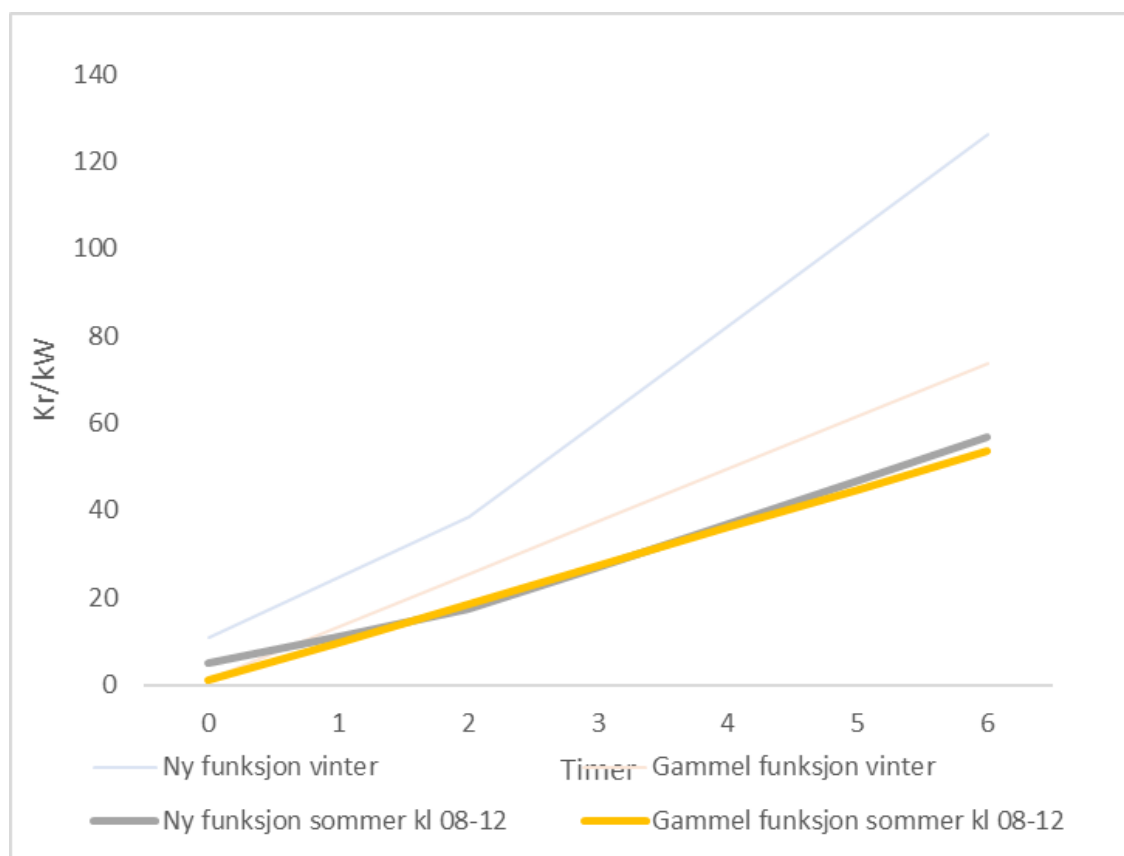
Hverdag tidlig formiddag i juli

For å demonstrere effekten av ulike klokkeslett tar vi for oss perioden 09-12. Hvis vi også antar at avbruddet skjer en hverdag i juli om sommeren, får vi funksjoner som vist i Figur 5.5.

Vi har beholdt funksjonene på referansetidspunktet (januar, tirsdag kl 17) i blek farge, for å gi perspektiv. Avbruddsfunksjonene for juli, tirsdag, kl 09-12 er omtrent like før og nå. Vi kan altså konkludere at forskjellen mellom gammel og ny funksjon varierer betydelig med tid og sesong, men at ny funksjon ikke gir lavere kostnad enn gammel så lenge vi snakker om uvarslet avbrudd.¹⁶

¹⁶ Vi har ikke undersøkt et avbrudd med start sent om kvelden, da forskjellen i timeskorreksjon er enda litt større enn tidlig formiddag (0,3 vs 0,25).

Figur 5.5 Ny og gammel funksjon om sommeren kl 09-12



Note: Funksjonene samler $K_{P,ref}$ og korreksjonsfaktorene med start kl 09 en hverdag i juli.
 Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017. Kombinasjon av leddene $f_{K,m}$ og $f_{K,h}$.

5.7 Varslet avbrudd er mindre ubekvent

Tabell 4.15 gir bakgrunn for å vurdere kostnaden av varslet avbrudd sammenliknet med uvarslet:

- 210 kr ved varslet, mot 434 kr ved uvarslet avbrudd på seks timer, et forholdstall på 0,48.
- 1555 kr ved varslet, mot 2814 kr ved uvarslet avbrudd på 72 timer, et forholdstall på 0,55.

Vi anbefaler følgende korreksjon for varslet avbrudd (Tabell 5.6)

Tabell 5.6 Faktor for varslet avbrudd i gammel og ny funksjon

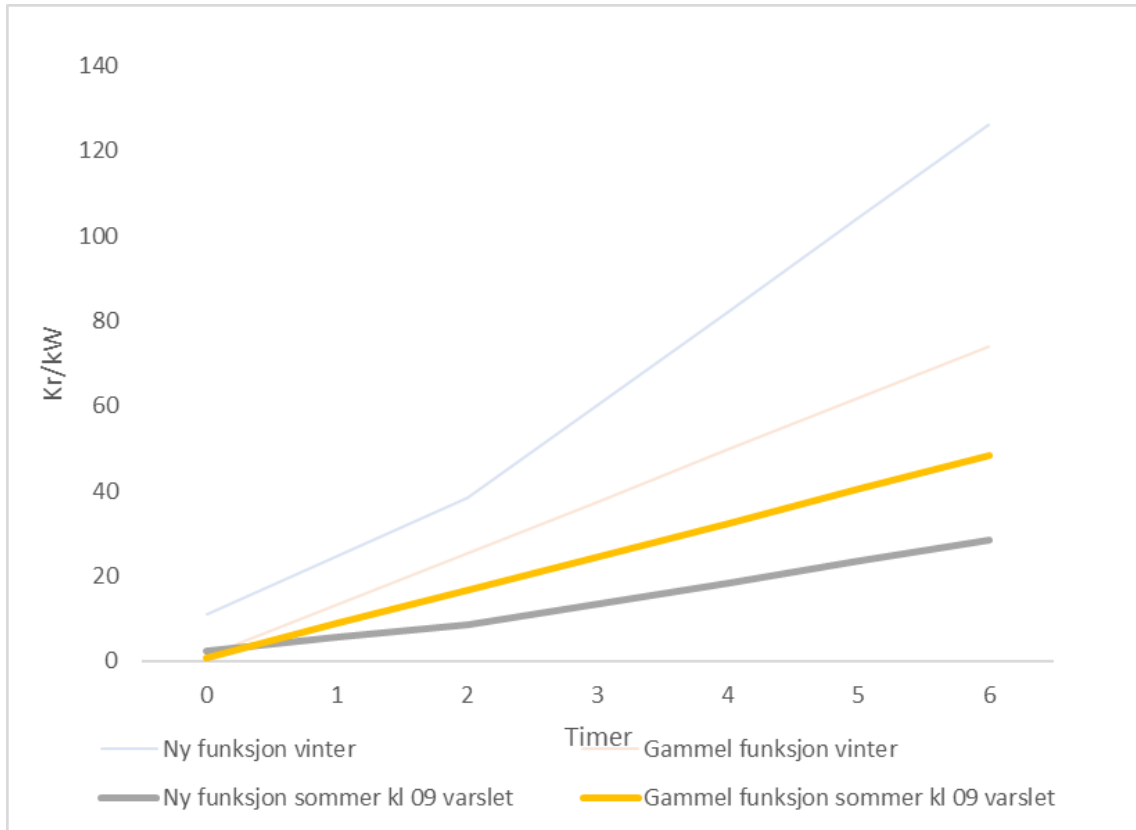
	Uvarslet	Varslet
Ny faktor	1,0	0,5
Gammel faktor	1,0	0,9

Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group

Vårt forslag på dette punktet innebærer som man ser, en relativt stor endring fra dagens forskrift. Denne endringen innebærer at i enkelte situasjoner vil ny funksjon vise langt

lavere verdier enn gammel funksjon i tilfellet varslet avbrudd. Figur 5.6 gir det tydeligste eksemplet på dette, idet vi har tatt utgangspunkt i sommeren kl 09-12, der funksjonene allerede er ganske like, og lagt på effekten av varslet avbrudd. Ny funksjon blir da nesten halvparten av gammel for avbrudd av noe lengde.

Figur 5.6 Ny og gammel funksjon om sommeren kl 09-12, varslet



Note: Funksjonene samler $K_{P,ref}$ og korreksjonsfaktorene for varslet avbrudd med start kl 09 en hverdag i juli
 Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017. Kombinasjon av leddene $f_{K,m}$, $f_{K,h}$ og *varslet*.

I kostnadsfunksjonen inngår også leddet P_{ref} , såkalt avbrutt effekt i rapporteringspunktet dersom tilsvarende avbrudd hadde skjedd på referansetidspunktet. Her foreslår vi ingen endring.

5.8 Videre tolkning og andre måter å lage kostnadsfunksjon på

I dette kapitlet har vi foreslått nye parameterverdier for den nåværende kostnadsfunksjonen for husholdninger. Det innebærer at vi har fulgt strukturen i den nåværende funksjonen.¹⁷ Vi antar at det forenkler kommunikasjonen med brukerne av kostnadsfunksjonen. Dessuten brukes den samme strukturen for de andre sluttbrukergruppene.

Arbeidet med denne utredningen har imidlertid vist at mange eksperter synes strukturen i kostnadsfunksjonen er komplisert. Det er mulig å se for seg andre måter å beregne avbruddskostnadene på som ikke involverer en fullt så komplisert formel. For en som er

¹⁷ Et lite unntak gjelder tidsangivelsene som bidrar til knekkpunkter i leddet $k_{P,ref}$. Tidsangivelsene ble avtalt med oppdragsgiver etter omfattende diskusjon med referansegruppa.

utenfor det vante brukermiljøet er det særlig forholdet mellom $k_{P,ref}$ og P_{ref} som er kompliserende.

La oss tenke oss at f-faktorene er lik 1,0 og vi ser på et avbrudd en hverdag om vinteren. Kostnadsfunksjonen blir da

$$K_j = k_{P,ref} * P_{ref}$$

Her er $k_{P,ref}$ en brøk på formen $k_{P,ref} = \frac{BV_{ref}}{P_{standardprofil}}$, se avsnitt 5.5. BV_{ref} er

betalingsvillighet på referansetidspunktet hverdag kl 17 i januar. $P_{standardprofil}$ er standardprofilens effektforbruk på referansetidspunktet, eller standardhusholdningens effektforbruk om man vil. Dette er i praksis ett tall som er uavhengig av avbruddets lengde. P_{ref} er som før «avbrutt effekt i rapporteringspunktet dersom tilsvarende avbrudd hadde skjedd på referansetidspunktet». Det vil si at både $P_{standardprofil}$ og P_{ref} refererer seg til en hverdag om vinteren.

Vi har fått oppgitt at det er ett rapporteringspunkt svarer til én husholdning. Hvis vi antar at $P_{standardprofil}$, altså nevneren i $k_{P,ref}$ er lik P_{ref} , så ender vi med at K_j er lik én husholdnings betalingsvillighet for et avbrudd på referansetidspunktet.

Den kompliserte formelen kan i så tilfelle erstattes med sum betalingsvillighet for avbrudd per rapporteringspunkt. Det vil si at P_{ref} og $P_{standardprofil}$, altså nevneren i $k_{P,ref}$, elimineres. f-faktorene for brudd på andre tidspunkter, dager og måneder enn referansetidspunktet kan fortsatt brukes.

En forenklet formel for et avbrudd av gitt lengde kan med andre ord være

$$K = BV_{ref} * f_{K,m} * f_{K,d} * f_{K,h}$$

Den forenklete formelen krever at det er kjent hvor mange husholdninger som rammes av et avbrudd, og hvor lenge de er rammet.

Dagens formel har en fordel i den grad det er viktig å ivareta at P_{ref} kan være forskjellig fra $P_{standardprofil}$, altså nevneren i $k_{P,ref}$. I fasit-dokumentasjonen gjøres det klart at effektforbruket i rapporteringspunktet (P_{ref}) kan være forskjellig fra $P_{standardprofil}$. Det kan for eksempel være varmere om vinteren i rapporteringspunktet enn i standardprofilen. Det trekker P_{ref} ned i forhold til $P_{standardprofil}$. Det gjøres også en annen korrigering, knyttet til energiforbruket i rapporteringspunktet sammenliknet med standardprofilen, som tar hensyn til husholdningsspesifikke forhold.

Resultatet er at gammel funksjon veker opp avbruddskostnaden for husholdninger og områder med høyere effektforbruk enn standard, mens den veker ned for husholdninger og områder med lavere effektforbruk enn standard. I områder der noen rapporteringspunkter har høyt forbruk og andre lavt, blir det til syvende og sist ingen nevneverdig endring sammenliknet med den enklere formelen.

Vi vil argumentere for at dagens kompliserte formel ikke nødvendigvis er riktigere enn den enklere formelen. Betrakt et område der 100 kW faller ut, og det rammer 25 husholdninger med høyt forbruk om vinteren. Sammenlikne med et annet område der 100 kW faller ut, og det rammer 50 husholdninger med lavt forbruk om vinteren. Anta at det målte forbruket om vinteren er dobbelt så stort i høyforbruksområdet, slik at målt og faktisk forbruk er like. Det er ikke garantert, men forenkler resonnementet.

I gammelt system får de to områdene samme avbruddskostnad. Vi vil argumentere for at dette ikke er a priori mer korrekt enn den motsatte forutsetningen at avbruddskostnaden er dobbelt så høy når 50 rammes.

Dagens regel antar i eksempelet implisitt at de 25 husholdningene med høyt forbruk, har dobbelt så høy betalingsvillighet som de 50 med lavt forbruk. Generelt antar dagens regel at betalingsvilligheten for å unngå et avbrudd av en viss varighet og til et visst tidspunkt, øker med det beregnede strømforbruket om vinteren.

Dette er i beste fall en utestet forutsetning. Den er vanskelig å teste direkte fordi husholdningene ikke har oversikt over strømforbruket sitt, men indikatorer vi har testet i Tabell 4.14 over, kan ikke bekrefte at betalingsvilligheten stiger med strømforbruket. Vi finner riktignok en svak korrespondanse med inntekt, som kan tenkes å stå i forhold til strømforbruket, men de regionale effektene er ikke signifikante og ikke systematiske i forhold til temperatur. Som vi kommenterte i kapittel 4, er R^2 lav, noe som viser at det er svært mange forklaringsfaktorer bak betalingsvillighet som vår regresjonsanalyse ikke har fanget opp.¹⁸ Det mest presise vi kan si, er at oppgitt betalingsvillighet er et gjennomsnitt av husholdninger, hvorav noen har høyt forbruk og andre har lavere forbruk. Gitt de mange faktorene som påvirker strømforbruket i ulike retninger, virker det ikke overbevisende å gjøre en stor innsats (jfr FASIT-apparatet) for å korrigere i én av retningene.

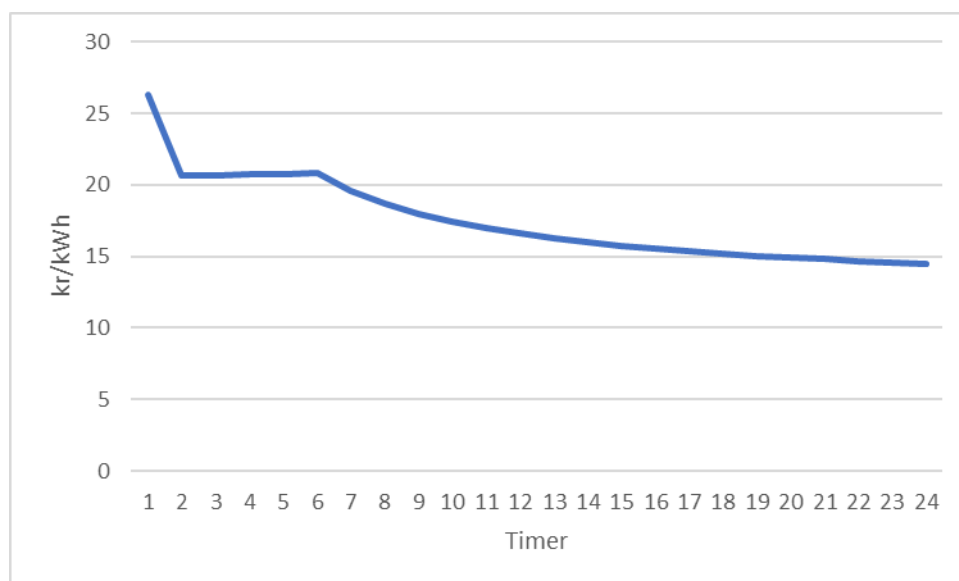
5.9 Kostnadsfunksjoner regnet per kWh

I enkelte sammenhenger kan det være nyttig å kjenne kostnadsfunksjonen regnet per kWh. Det kan argumenteres for at når en husholdning oppgir betalingsvillighet for unngå strømavbrudd i for eksempel to timer, så er det antall kWh over perioden husholdningen har betalingsvillighet for. Det kan da være naturlig å dividere oppgitt betalingsvillighet med antall kWh over perioden.

I Figur 5.7 har vi gjort dette. Figuren antyder en fallende tendens i betalingsvillighet for kWh som funksjon av timer avbrudd, men med enkelte flate partier. På lang sikt går betalingsvilligheten mot 12,5 kr/kWh.

¹⁸ R^2 og justert R^2 er mål som viser hvor stor andel av spredningen i oppgitt betalingsvillighet blant respondentene som forklares av forklaringsfaktorene.

Figur 5.7 Avbruddskostnader per time på referansetidspunktet, kr per kWh

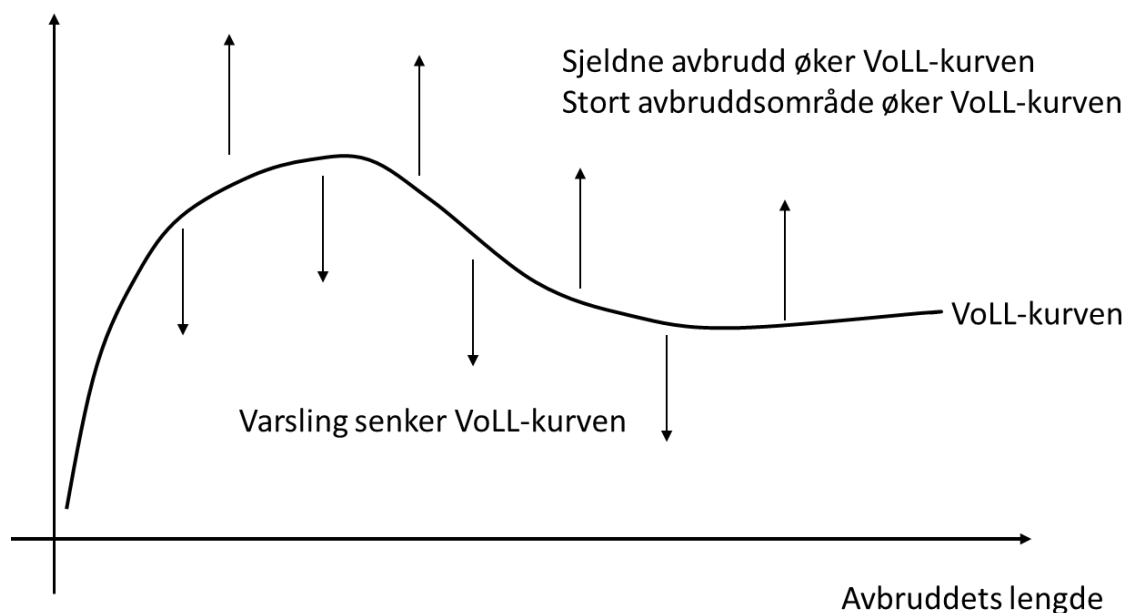


Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting Group. Kroneverdi per april-mai 2017

Formen på funksjonen i Figur 5.7 kan sammenliknes med de tidligere norske undersøkelsene vist i Figur 2.1. Den fallende tendensen er lik som i 2002-undersøkelsen, mens 2010-undersøkelsen viste en topp ved åtte timer. Ellers kan vi legge merke til at antall kroner per kWh er betydelig høyere i 2017 enn i 2002 og 2010. Det ville vært tilfellet selv om vi hadde inflasjonsjustert de tidligere undersøkelsene.

Formen på funksjonen i Figur 5.7 kan også sammenliknes med den hypotetiske VoLL-kurven som ble presentert i Vista Analyse og Thema Consulting (2016), se Figur 5.8. Vista Analyse og Thema Consulting (2016) lanserte en hypotese om at helt korte avbrudd gir liten kostnad: «For eksempel kan et kortvarig strømbrydd 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.» Et noe lenger avbrudd skulle ifølge Vista Analyse og Thema Consulting gi høyere kostnad regnet per kWh: «Et langvarig strømbrydd fører kanskje til at man ikke får middag i det hele tatt.» På enda lengre sikt mente Vista Analyse og Thema Consulting at kurven kunne falle og flate ut, og også reverseres, på grunn av det de kalte en tilvenningseffekt: «På lengre sikt overtar tilvenningseffekten (vedovn, middag hos venner (med strøm) i en annen by). Dersom strømbryddet 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).».

Figur 5.8 Prinsippskisse for avbruddskostnad per kWh (VoLL) hentet fra Vista Analyse og Thema Consulting (2016)



Kilde: Vista Analyse og Thema Consulting (2016)

Den empiriske funksjonen i Figur 5.7 bekrefter ikke fullt ut hypotesen til Vista Analyse og Thema Consulting (2016). Spesielt viser empirien at helt korte avbrudd har en meget høy kostnad regnet per kWh (og kW) på grunn av de faste kostnadene knyttet til strømbrudd. Det er for så vidt riktig at med et kvarters strømbrudd blir middagen et kvarter forsinket. Men irritasjonen knyttet til dette, og andre sider ved at strømforsyningen avbrytes, utgjør ifølge empirien en fast kostnad som i et kortvarig avbrudd skal utliknes på et meget lite antall kWh. Dermed blir VoLL høy for kortvarige avbrudd

Den videre utviklingen i Figur 5.7, fra 2 timer og utover, kan sies å bekrefte hypotesen ganske godt. I fasen 2-6 timer er stiger riktignok kostnaden bare meget svakt, før den begynner å falle i tråd med «tilvenningseffekten».

Vi har også sett at varsling reduserer avbruddskostnaden, i tråd med hypotesen i Vista Analyse og Thema Consulting (2016).

Vedlegg A

Tabell A 1 Regresjonsresultater, betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med 6 timers varighet

	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Log BV tirsdag kl. 09 januar	Log BV tirsdag kl. 01 januar	Log BV lørdag kl. 17 januar	Log BV tirsdag kl. 17 juli	Log BV tirsdag kl. 17 i januar, varslet
Log husholdningsinntekt	-0.0421 (-0.29)	0.113 (0.78)	0.123 (1.05)	0.388** (2.72)	0.208 (1.48)
Alder	-0.0635* (-2.16)	-0.00106 (-0.03)	-0.0527* (-2.37)	-0.0583* (-2.09)	-0.00210 (-0.07)
Alder kvadrert	0.000646* (2.25)	-0.0000511 (-0.17)	0.000334 (1.51)	0.000388 (1.39)	-0.0000870 (-0.31)
Mannlig respondent	0.434** (3.08)	0.566*** (3.90)	0.180 (1.53)	0.613*** (4.25)	0.372** (2.62)
Høyere utdanning lenger enn fire år	0.0905 (0.56)	-0.0723 (-0.43)	0.0881 (0.66)	0.0907 (0.55)	0.0760 (0.46)
Sør	-0.229 (-0.89)	-0.408 (-1.51)	-0.446 (-1.88)	-0.154 (-0.58)	-0.585* (-2.21)
Vest	-0.148 (-0.86)	-0.332 (-1.91)	-0.192 (-1.33)	0.331* (1.97)	-0.125 (-0.72)
Midt	-0.159 (-0.62)	-0.358 (-1.26)	-0.345 (-1.52)	0.0322 (0.13)	-0.190 (-0.73)
Nord	-0.0724 (-0.31)	0.0187 (0.08)	0.0108 (0.06)	0.209 (0.80)	-0.117 (-0.48)
Opplevd flere enn fire brudd	0.453** (2.86)	0.314 (1.87)	0.120 (0.89)	0.194 (1.16)	0.382* (2.34)
Opplevd brudd lenger enn 24 timer	-0.426 (-1.54)	-0.365 (-1.27)	-0.325 (-1.23)	0.242 (0.85)	-0.330 (-1.14)
Ikke avhengig av strøm for oppvarming	-0.0608 (-0.41)	-0.119 (-0.77)	-0.168 (-1.33)	0.00344 (0.02)	-0.262 (-1.72)
Alt eller noe strømforbruk er inkludert i husleia	0.296 (1.36)	0.152 (0.69)	0.116 (0.65)	0.400 (1.84)	0.120 (0.52)
Bor i leilighet	-0.416* (-2.08)	-0.191 (-0.93)	0.179 (1.04)	0.167 (0.82)	0.0425 (0.21)
Log boligareal	0.00108 (0.74)	0.000174 (0.12)	0.00311* (2.33)	-0.000276 (-0.18)	0.000752 (0.50)
Svar på mobiltelefon	-0.327 (-1.39)	0.209 (0.91)	-0.200 (-1.19)	-0.0116 (-0.05)	-0.211 (-0.99)
Små eller ingen konsekvenser ved strømbrudd	-0.912*** (-6.41)	-1.042*** (-7.10)	-0.893*** (-7.35)	-0.999*** (-6.97)	-0.982*** (-6.78)
Konstant	6.040*** (3.30)	2.655 (1.43)	5.040*** (3.39)	0.115 (0.06)	1.337 (0.74)
Observasjoner	1273	1267	1267	1259	1250
Justert R²	0.051	0.049	0.065	.0579	0.046

t-statistikk i parentes

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Tabell A 2 Regresjonsresultater, betalingsvillighet for å unngå strømbrudd med 72 timers varighet

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Log BV tirsdag kl. 17 januar	Log BV lørdag kl. 17 januar	Log BV tirsdag kl. 17 juli	Log BV tirsdag kl. 17 januar, varslet
Log husholdningsinntekt	0.155* (2.00)	0.193* (2.18)	0.313** (2.59)	0.509** (2.71)
Alder	-0.0175 (-1.10)	-0.0178 (-1.05)	-0.0321 (-1.25)	-0.000813 (-0.03)
Alder kvadrert	0.0000843 (0.53)	0.0000727 (0.42)	0.000137 (0.52)	0.00000153 (0.00)
Mannlig respondent	0.217** (2.71)	0.197* (2.14)	0.319* (2.36)	0.385* (2.20)
Hoyere utdanning lenger enn fire ar	-0.0182 (-0.19)	-0.0638 (-0.60)	-0.0283 (-0.20)	-0.0782 (-0.41)
Sør	-0.0549 (-0.39)	-0.155 (-0.83)	-0.340 (-1.22)	0.169 (0.58)
Vest	-0.0129 (-0.14)	-0.00719 (-0.07)	0.117 (0.79)	-0.0644 (-0.31)
Midt	0.0913 (0.63)	0.0286 (0.16)	-0.00654 (-0.03)	0.437 (1.59)
Nord	0.215 (1.63)	0.173 (1.02)	0.151 (0.57)	0.325 (1.12)
Opplevd flere enn fire brudd	0.0372 (0.42)	-0.0742 (-0.68)	-0.157 (-0.99)	-0.118 (-0.58)
Opplevd brudd lenger enn 24 timer	0.0588 (0.33)	0.196 (1.09)	0.190 (0.62)	-0.144 (-0.36)
Ikke avhengig av strøm for oppvarming	-0.0993 (-1.15)	-0.208* (-2.07)	-0.0272 (-0.20)	-0.0125 (-0.07)
Alt eller noe strømforbruk er inkludert i husleia	-0.0785 (-0.53)	0.0931 (0.72)	0.182 (0.95)	-0.239 (-0.86)
Bor i leilighet	0.0437 (0.33)	-0.0920 (-0.59)	-0.232 (-1.14)	0.235 (0.87)
Log boligareal	0.00197* (2.33)	0.00228* (2.36)	-0.0000522 (-0.04)	0.00316 (1.81)
Svar på mobiltelefon	-0.00425 (-0.04)	-0.141 (-1.04)	-0.277 (-1.30)	-0.307 (-1.21)
Små eller ingen konsekvenser ved strømbrudd	-0.372*** (-4.63)	-0.392*** (-4.25)	-0.471*** (-3.51)	-0.700*** (-4.03)
Konstant	5.509*** (5.65)	4.960*** (4.62)	3.524* (2.31)	-1.213 (-0.49)
Observasjoner	1267	1238	1245	1220
Justert R²	0.033	0.032	0.025	0.030

t statistikk i parentes

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Vedlegg B

Bilag 1 Kundens beskrivelse av Oppdraget

Avtalen punkt 1.1 Avtalens omfang

Beskrivelse av Kundens behov for Oppdraget:

NVE ønsker å vurdere om dagens KILE-satser for husholdninger bør endres, og i så fall hva de bør endres til. Det er avgjørende for forsyningssikkerheten i det norske kraftnettet at KILE-funksjonene i størst mulig grad reflekterer de samfunnsøkonomiske kostnadene ved avbrudd.

Kundens krav til Oppdraget og forventet sluttresultat:

Konsulenten skal utarbeide kostnadsfunksjoner, korreksjonsfaktorer og referansetidspunkt som er representative for kundegruppen husholdninger. Disse skal være basert på en kartlegging av husholdningenes betalingsvilje for å unngå strømvbrudd. Kartleggingen må minimum omfatte avbrudd opp til 72 timer.

Konsulenten skal ta utgangspunkt i forslagene i NVE-rapport 117/2015, men kan foreslå endringer dersom det er hensiktsmessig ut fra formålet med undersøkelsen eller kostnadsrammene. Mangler og forhold som skaper usikkerhet, beskrevet i rapporten, knyttet til kartleggingen og utarbeidelsen av kostnadsfunksjoner og korreksjonsfaktorer må imidlertid adresseres.

Konsulenten skal:

1. Utarbeide en spørreundersøkelse som håndterer usikkerhetsmomentene beskrevet over. Listen med forhold som skaper usikkerhet ved en slik spørreundersøkelse er ikke uttømmende. Det er av avgjørende betydning for resultatet at antallet protestsvar minimeres.
2. Innhente besvarelser fra et statistisk representativt utvalg husholdninger som gir et godt nok grunnlag for å finne nye KILE-satser for husholdninger for avbrudd av alle varigheter.
3. Bearbeide besvarelsene og utforme eventuelle nye kostnadsfunksjoner og korreksjonsfaktorer for kundegruppen husholdninger.
4. Belyse eventuelle svakheter ved undersøkelsen og besvarelsene. Det bør også beskrives hvorvidt respondentenes betalingsvillighet samsvarer med samfunnsøkonomisk teori, jf. figur 3 i NVE-rapport 117/2015.

Grunnlagsmateriale/resultat av Oppdraget

Følgende grunnlagsmateriale skal utarbeides og overleveres Kunden ved oppdragets avslutning:

Sluttproduktet skal være én helhetlig rapport som omfatter alle relevante vurderinger og konklusjoner. Rapporten skal, dersom NVE ønsker det, publiseres som en del av NVEs rapportserie.

Referanser

Alberini, A. (2005). What Is a Life Worth? Robustness of VSL Values from Contingent Valuation Surveys. *Risk Analysis* 25 (4), 783-800.

Barbier, E.B.; M. Czajkowski og N. Hanley (2017): Is the Income elasticity of the willingness to pay for pollution control constant? *Environmental and Resource Economics*, 28 (1), 1-17.

Cameron, T.A. og Hupper D.D. (1989) OLS versus ML Estimation of Non-market Resource Values with Payment Card Interval Data. *Journal of Environmental Economics and Management* 17, 230-246.

Carson, R., N. Flores, og N. F. Meade (2001). Contingent valuation. Controversies and evidence. *Environmental and resource economics* 19 (2),173-213.

Carson, R. (2012). Contingent valuation. A practical alternative when prices aren't available. *Journal of Economic Perspectives* 26 (4), 27-42.

Electricity North West (2016). The Value of Lost Load (VoLL). Methodology Statement Addendum. A Literature Review.

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

Kriström B og P. Riera (1996): Is the income elasticity of environmental improvements less than one? *Environmental and Resource Economics*, 7 (1),45–55.

Leahy, E. og Tol, R.S.J. (2011). An estimate of the value of lost load for Ireland. *Energy Policy* 39 (3), 1514-1520.

London Economics International (2013). Estimating the Value of Lost Load. Briefing paper prepared for the Electric Reliability Council of Texas, Inc.

Norsk Gallup (2017). Vista Betalingsvillighet strøm Pnr 16101858. Kantar TNS, Norsk Gallup. Upublisert notat 12.05.2017.

Notaro, S. og De Salvo, M. (2010). Estimating the economic benefits of the landscape function of ornamental trees in a sub-Mediterranean area. *Urban Forestry & Urban Greening* 9, 71-81.

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*.

Samdal, K., G. Kjølle, O. Kvitastein, og B. Singh (2002). Anbefaling til nye KILE-satser. *SINTEF Notat*, 6. november.

Samdal, K., G. Kjølle, O. Kvitastein, og B. Singh (2003). Sluttbrukeres kostnader forbundet med avbrudd og spenningsforstyrrelser: Del 2: Spørreundersøkelse – Resultater. *SINTEF Teknisk Rapport, TR A5754*.

Soeteman, L., van Exel, J. og Bobinak, A. (2017). The impact of the design of payment scales on the willingness to pay for health gains. *European Journal of Health Economics* 18, 743-760.

Vista Analyse og Thema Consulting Group (2016). KILE for husholdninger. *Rapport 2016/05*. Av Silje Elise Harsem, Berit Tennbakk og Haakon Vennemo.

Vista Analyse (2016). Verdsetting av miljørelatert velferdstap ved oljeutslipp fra skip: Kalkulasjonspriser for samfunnsøkonomiske analyser. *Rapport 2016/22*. Av Henrik Lindhjem, Kristin Magnussen, Ståle Navrud, Sofie Skjeflo og Odd Willy Brude.

Vista Analyse AS

Vista Analyse AS er et samfunnsfaglig analyseselskap med hovedvekt på økonomisk forskning, utredning, evaluering og rådgivning. Vi utfører oppdrag med høy faglig kvalitet, uavhengighet og integritet. Våre sentrale temaområder omfatter klima, energi, samferdsel, næringsutvikling, byutvikling og velferd.

Våre medarbeidere har meget høy akademisk kompetanse og bred erfaring innennfor konsulentvirksomhet. Ved behov benytter vi et velutviklet nettverk med selskaper og ressurspersoner nasjonalt og internasjonalt. Selskapet er i sin helhet eiet av medarbeiderne.

Vista Analyse AS
Meltzersgate 4
0257 Oslo

post@vista-analyse.no
vista-analyse.no