

SAMFUNNSØKONOMISKE KOSTNADER VED AVBRUDD OG SPENNINGSFORSTYRRELSER

- IMPLIKASJONER FOR REGULERING



Energi Norge AS – EnergiAkademiet

Besøksadresse:
Middelthuns gate 27

Postadresse:
Postboks 7184 Majorstuen,
0307 OSLO

Telefon: 23 08 89 00
Telefaks: 23 08 89 01

Epost: post@energinorge.no
Internett: www.energinorge.no

Publ.nr: 354-2012
ISBN-nr: 978-82-432-0683-0

© Energi Norge AS

Etter lov om opphavsrett til åndsverk
av 12. mai 1961 er det forbudt å
mangfoldiggjøre innholdet i denne
publikasjonen, helt eller delvis, uten
tillatelse av Energi Norge AS.

Forbudet gjelder enhver form for
mangfoldiggjøring ved trykking, kopiering,
stensilering, båndspill, elektronisk o.l.

Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – implikasjoner for regulering

Utarbeidet for Energi Norge AS

Resymé

I et forskningsprosjekt gjennomføres av Pöyry og SINTEF estimeres samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd, spenningsforstyrrelser og rasjonering.

Det er utarbeidet rapporter fra hvert av 9 delprosjekter. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra alle delprosjektene. Dessuten drøftes implikasjonene av resultatene for reguleringen av avbrudd, spenningsforstyrrelser og rasjonering.

Emneord

Avbrudd, rasjonering, spenningsvariasjoner, samfunnsøkonomiske kostnader, regulering.

Rapporten er utarbeidet som del av forskningsprosjektet "Samfunnsøkonomiske kostnader ved at sluttbrukere opplever avbrudd, spenningsforstyrrelser og rasjonering" gjennomført av Pöyry og SINTEF Energi, for Energi Norge AS, som del av RENERGI-programmet til Norges forskningsråd. Prosjektet støttes finansielt av Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statnett, Statoil, Norsk Hydro, Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap (BKK) og Energi Norge.

Dokumentdetaljer

Prosjektnr. Pöyry Management Consulting (Norway) AS: 5Z090054.10
SINTEF Energi AS: 12X648

Dato for ferdigstilling 6. desember 2012

Kontakt detaljer

Pöyry Management Consulting

Pöyry Management Consulting (Norway) AS
Postboks 9086 Grønland,
0133 Oslo

Besøksadresse i Oslo:
Schweigaards gate 15B
0191 Oslo

Telefon: 45 40 50 00
Telefaks: 22 42 00 40
e-post: oslo.econ@poyry.com
Web: <http://www.poyry.no>
Org.nr: 960 416 090

SINTEF Energi

SINTEF Energi AS
Postboks 4761 Sluppen
7465 Trondheim

Besøksadresse i Trondheim:
Sem Sælands vei 11
7034 Trondheim

Telefon: 73 59 72 00
Telefaks: 73 59 72 50
e-post: energy.research@sintef.no

Web: <http://www.sintef.no/energi>

Org.nr: 939 350 675

INNHold

INNHold	4
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	6
1.1 Del av et større forskningsprosjekt	6
1.2 Delprosjekt om implikasjoner for regulering	7
2 RESULTATER FOR AVBRUDDSKOSTNADER	8
2.1 Kostnader ved avbrudd på referansetidspunkt	8
2.2 Betydningen av avbruddskjennetegn	12
3 SAMMENLIGNING MED EKSISTERENDE KILE	16
3.1 Eksisterende KILE-satser	16
3.2 Forskjeller i design og beregningsmetodikk mellom underøskelsene	17
3.3 Kostnadsestimat for referansetidspunktet	21
3.4 Betydningen av avbruddskjennetegn	24
3.5 illustrasjon av avbruddskjennetegn	25
4 IMPLIKASJONER FOR AVBRUDDSDREGULERING	30
4.1 KILE-satser	30
4.2 Infrastruktur	34
4.3 Svært lange avbrudd	35
4.4 Geografisk Svært utbredte avbrudd	35
5 SPENNINGSFORSTYRRELSER	37
5.1 Kostnader	37
5.2 Regulering av spenningsforstyrrelser	38
6 RASJONERING	41
6.1 Kostnader	41
6.2 Regulering	42
7 METODIKK FOR OPPDATERING AV KOSTNADSFUNKSJONER	45
REFERANSER	47
VEDLEGG 1: NÆRINGSKODER	48

VEDLEGG 2: AVBRUDDSKOSTNADER	49
------------------------------------	----

SAMMENDRAG

Bakgrunn og problemstilling

Energiloven har blant annet som formål at overføringsnettene skal planlegges, dimensjoneres og drives på en samfunnsmessig rasjonell måte. Det krever at elektrisitetsforsyningen gis en kvalitet som står i et rimelig forhold til kostnadene og til samfunnets betalingsvilje for leveringskvalitet. Som et ledd i arbeidet for å oppfylle denne målsettingen, trenger myndighetene kunnskap om de samfunnsøkonomiske kostnadene ved ulike former for avvik i elektrisitetsforsyningen. Til støtte for sin regulering har NVE tidligere fått gjennomført studier av disse kostnadene. Dette prosjektet gir ny og oppdatert informasjon om kostnadene ved svikt i leveringskvaliteten.

Overordnet mål for prosjektet har vært å framskaffe ny kunnskap om og bedre metoder for å kartlegge kostnadene for samfunnet ved avbrudd, spenningsforstyrrelser og rasjonering. Myndighetene kan benytte en rekke forskjellige virkemidler av økonomisk, teknisk og juridisk karakter for å regulere leveringskvaliteten på elektrisitet. Forslagene i denne rapporten tar utgangspunkt i hovedtrekkene i dagens modell.

Prosjektet har vært gjennomført av Pöyry Management Consulting i samarbeid med SINTEF Energi.

I sammendraget redegjøres det for et utvalg av de viktigste konklusjonene. Resten av rapporten dokumenterer resultatene i noe mer detalj, og drøfter implikasjonene for NVEs regulering av leveringskvalitet. For øvrig vises det til de enkelte delrapportene fra prosjektet.

Hovedkonklusjoner

Anbefalte kostnadssatser

Basert på resultatene fra spørreundersøkelser og caseintervjuer er det utarbeidet anbefalte satser for de samfunnsøkonomiske kostnader for følgende kundegrupper:

- Husholdninger
- Industri
- Handel og private tjenester
- Offentlige tjenester
- Eldrevne prosesser

Vi anbefaler at de estimerte kostnadssatsene og justeringsfaktorene for avbruddstidspunkt og varsling fra denne undersøkelsen benyttes som grunnlag for NVEs oppdatering av KILE-satser. Vi anbefaler også at NVE vurderer å implementere kostnadsfunksjonene for undergrupper innen eldrevne prosesser.

En oversikt over de anbefalte satsene for avbrudd på referansetidspunktet for utvalgte varigheter, er vist i Tabell A nedenfor.

Tabell A *Anbefalte normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)*

	1 min	1 t	4 t	8 t	24 t
Husholdninger	0,1	5	36	86	183
Industri (eks. eldrevne)	33	116	358	576	1149
Handel og private tjenester	27	192	460	1014	2620
Offentlige tjenester	59	170	252	455	731
Metall	88	532	1602	1632	1753
Gass og raffineri	32	57	68	82	200
Treforedling	25	29	43	83	154
Kjemisk	50	140	176	183	210

Note: Referansetidspunktet for husholdninger er kl 17 en hverdag om vinteren. For øvrige grupper kl 10 en hverdag om vinteren. Referansetidspunktene er de klokkeslettene som antas å medføre størst konsekvens for de respektive kundegruppene.

Kostnadsfunksjonene har en til dels mer nøyaktig tidsoppløsning enn hva som framgår i tabellen. Funksjonene er presentert i kapittel 4 i rapporten.

Tabell B gir anbefalte prosentvise avvik fra avbruddskostnaden i referansescenarioet som følge av endring i avbruddskjennetegn.

Tabell B *Anbefalte prosentvise avvik fra avbruddskostnaden i referansescenarioet som følge av endring i avbruddskjennetegn*

Kjennetegn	Verdi	Hushold	Industri	Handel/private tjenester	Offentlige tjenester	Eldrevne prosesser
Klokkeslett	Kl. 08	-31	0	0	0	0
	Kl. 18	0	-86	-71	-69	0
	Kl. 02	-60	-88	-89	-57	0
Ukedag	Lørdag	7	-87	-55	-70	0
	Søndag	7	-86	-89	-71	0
Årstid	Vår	-43	-13	0	-33	0
	Sommer	-56	-14	2	-49	0
	Høst	-25	-12	6	-42	0
Varsling	24 timer	-45	-45	-17	-9	0
	3 døgn	-48	-50	-30	-18	0
	7 døgn	-49	-51	-34	-20	0

Note: Referanseklokkeslettet for husholdninger er kl. 17, mens det for de øvrige gruppene er kl. 10. De valgte klokkeslettene for andre avbruddstidspunkt i tabellen er ment å representere dagtid og nattestid for husholdninger og kveldstid og nattestid for de øvrige gruppene.

Note: Industribedrifter med kraftintensive produksjonsprosesser er en kundegruppe som i prosjektet er benevnt "Eldrevne prosesser". Dette omfatter store kraftkunder innen industri og petroleumsvirksomhet. En rekke bedrifter innen hva som tradisjonelt omtales som "kraftkrevende industri" er ikke inkludert i denne gruppen.

For de fleste kundegruppene er avbruddskostnaden (i kroner) vesentlig lavere når avbruddet oppstår om kvelden eller om natten enn på referansetidspunktet (kl 10). Merk at for kundegruppen husholdninger er avbruddskostnaden høyest om kvelden. Avbrudd som oppstår en hverdag medfører gjennomgående, men ikke uten unntak, høyere kostnad enn avbrudd som oppstår en helgedag.

For de fleste kundegruppene innebærer de nye resultatene en til dels betydelig økning i de samfunnsøkonomiske kostnadene på referansetidspunktet, sammenlignet med eksisterende kostnadssatser i KILE-ordningen. Unntaket fra dette er husholdningene, der

de estimerte kostnadene på referansetidspunktet i denne undersøkelsen er på nivå med eller noe lavere enn kostnadssatsene i eksisterende KILE. Justeringsfaktorene for avbrudd på andre tidspunkter enn referansetidspunktet er imidlertid gjennomgående mer negative enn i eksisterende KILE-satser, noe som modifierer økningen i normaliserte kostnader.

Når det gjelder eldrevne prosesser, fant vi at i all hovedsak er avbruddskostnadene ikke påvirket av klokkeslett, ukedag eller årstid. Varsling kan virke marginalt kostnadssenkende ved at risikoen for at utstyr blir skadet eller ødelagt, blir noe redusert. Men vi har ikke hatt grunnlag for å kvantifisere effekter av risikoen for skade på utstyr i eldrevne prosesser, verken i kostnadsfunksjonene på referansetidspunktet eller når det gjelder betydningen av andre avbruddskjennetegn enn dem i referansescenarioet. Forventede kostnadseffekter som følge av skade på utstyr er derfor ikke inkludert i tabellene over.

Oppdatering av satsene

Vi anbefaler at satsene for normaliserte kostnader for husholdningene over tid oppdateres med konsumprisindeksen, mens vi anbefaler at satsene for industri og handel og tjenester oppdateres med endringene i prisindeksene for bruttoproduktet i disse sektorene ifølge Nasjonalregnskapet. For offentlige tjenester anbefaler vi at satsene for normaliserte kostnader over tid oppdateres med endring i timelønnskostnadene. For sektorer der disse variablene utviser store årlige variasjoner kan en glatting av endringer over flere år vurderes.

Infrastruktur

Det er gjennomført en bred, overordnet kartlegging og vurdering av en rekke kritiske infrastrukturer/samfunnsfunksjoner, der konsekvensene for samfunnet er vurdert for ulike varigheter av avbruddet i elektrisitetsforsyningen. Det er videre gjennomført detaljerte casestudier av tre infrastrukturer/samfunnsfunksjoner; et case for sykehus, et case for vannforsyning (to vannverk) og et case for jernbane. Vi finner varierende, og til dels høye, samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd som rammer kritisk infrastruktur, men resultatene er for casespesifikke til at de kan overføres til alle sluttkunder av typen kritisk infrastruktur eller samfunnsfunksjon. Denne undersøkelsen gir således ikke grunnlag for å skille ut kritiske infrastrukturer ut som noen egen gruppe i KILE. Generelt anser vi at samfunnsøkonomiske kostnader som følge av driftsforstyrrelser innen kritisk infrastruktur/kritisk samfunnsfunksjon bør ivaretas av reguleringen av disse virksomhetene direkte, og at spesifikke kostnadssatser innenfor KILE-ordningen er mindre egnet for å ivareta disse hensyn.

Betydningen for kostnadene av størrelsen på området som rammes

Størrelsen på området som rammes av et avbrudd kan påvirke de samfunnsøkonomiske normaliserte kostnadene ved avbrudd. Vi har sett på sett på avbrudd av midlere varighet (inntil 24 timer).

Vi finner at et geografisk stort utbredte avbrudd kan gi større negative ringvirkninger for samfunnet enn hva som er tilfellet med geografisk lite utbredte avbrudd. Årsaken er ved geografisk utbredte avbrudd blir det i mindre grad mulig for kundene til bedriftene som opplever avbrudd å gjøre sine innkjøp hos andre leverandører i nærheten, siden de alternative leverandørene også opplever avbrudd. Basert på teoretiske vurderinger og regneeksempler anser vi at det særlig er innen varehandel og privat tjenesteyting at de samfunnsøkonomiske kostnadene ved et avbrudd kan øke som følge av at avbruddet rammer et større område. Men selv innenfor denne sektoren anser vi at den kvantitative betydningen for normaliserte avbruddskostnader er begrenset (under 10 prosent).

Spenningsforstyrrelser

I prosjektet er det estimert samfunnsøkonomiske kostnader ved spenningsforstyrrelser for husholdninger og bedriftskunder. For en del bedrifter innen eldrevne prosesser vil spenningsforstyrrelser kunne generere svært høye normaliserte kostnader.

Spenningsforstyrrelser er delvis et resultat av emisjon fra utstyr som sluttbrukerne har, og vil således være påvirket av sluttbrukerne selv. Å påvirke kundenes utstyrsbruk vil kunne bidra til bedre spenningskvalitet, men slik påvirkning er vanskelig.

Vi tror den viktigste reguleringsutfordringen når det gjelder spenningsforstyrrelser er å balansere tiltak i nettet med tiltak hos kunden (og for den del hos utstysprodusentene). Ulike tiltak, fra "myke" reguleringer, dialog, informasjonskampanjer med installasjonsbransjen kan være en viktig vei å gå for å sikre at nettkundene ikke tar i bruk sterkt emitterende utstyr som kanskje en gang ikke gir så mye større samfunnsøkonomisk nytte enn utstyr som gir lite emisjon. Reguleringer som på ulike vis ansvarliggjør kundene økonomisk dersom de tar i bruk utstyr som gir økte spenningsforstyrrelser for andre, bør også vurderes grundig.

Rasjonering

Vi har beregnet rasjoneringskostnader per kWh rasjonert energi (normaliserte kostnader) for kvoterasjonering og rullerende utkobling for de ulike kundegruppene. Vi anser dette som grove anslag, og anslag som er mer usikre enn kostnadsanslagene for avbrudd.

De estimerte kostnadene er klart høyest for handel og private tjenester, og lavest for husholdningene, med industri og offentlige tjenester i en mellomstilling, jf. Tabell 6.1. Dette bildet ligner kostnadsbildet for avbrudd.

Tabell C *Kostnader ved 2 ukers rasjonering av elektrisitet. Normaliserte kostnader i kr/kWh rasjonert energi*

Kundegruppe	Rullerende utkobling	Kvote 50 %
Husholdninger	2	1,8
Industri (utenom eldrevne prosesser)	30	27
Handel og private tjenester	172	146
Offentlig virksomhet	16	16
Eldrevne prosesser	-	11

Et gjennomgående funn er at rasjonering ved rullerende utkoblinger medfører høyere kostnader for samfunnet enn det en kvoterasjonering gjør. Merkostnaden per kWh rasjonert energi ved rullerende utkobling i forhold til kvoterasjonering, er i størrelsesorden 10-20 prosent for de fleste kundegruppene.

Dersom en rasjonering forlenges fra to til fire uker, blir ulempene og kostnadene i de to siste ukene klart høyere enn i de to første ukene. Størrelsen på denne merkostnaden varierer mellom 20 og 40 prosent mellom kundegruppene.

Vi anser generelt at disse avsavnsverdiene på relativt aggregert nivå bør legges til grunn for myndigheters og nettselskaps prioriteringer under rasjonering. Vi mistenker at våre estimerte avsavnsverdier for husholdningene underestimerer de reelle samfunnsøkonomiske kostnadene, og at det kan vurderes å legge til grunn en høyere avsavnsverdi for husholdningene enn hva som framkommer av vår undersøkelse.

1 INNLEDNING

1.1 DEL AV ET STØRRE FORSKNINGSPROSJEKT

Denne rapporten er utarbeidet som del av et omfattende forskningsprosjekt for kartlegging av samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd, spenningsvariasjoner og rasjonering, gjennomført i fellesskap av Pöyry og SINTEF Energi. Den første studien av denne typen ble gjennomført i 1990 av Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF) med assistanse av SINTEF Energi (tidligere Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt EFI). Den forrige studien ble gjennomført i perioden 2000-2003 og ble utført av SNF og SINTEF Energi.

I 2008 gjennomførte Pöyry (da Econ Pöyry) en forstudie som grunnlag for dette prosjektet i samarbeid med Troll Power (ECON, 2008). I etterkant av forstudien ble dette prosjektet utformet i samarbeid mellom Pöyry (da Econ Pöyry) og SINTEF.

Overordnet mål for hele prosjektet har vært å:

Framskaffe ny kunnskap om og bedre metoder for å kartlegge kostnadene for samfunnet ved avbrudd, spenningsforstyrrelser og rasjonering, som grunnlag for en samfunnsmessig rasjonell utvikling av kraftsystemet og reguleringen av leveringskvalitet

Konkrete *delmål* for prosjektet omfatter:

- Etablering av individuelle kostnadsfunksjoner for avbrudd og spenningsforstyrrelser for store nettkunder.
- Etablering av sektorvise kostnadsfunksjoner for avbrudd og spenningsforstyrrelser for husholdninger, offentlig sektor og private bedrifter
- Kvalitativ beskrivelse og kvantitative anslag på følgekostnadene for samfunnet ved avbrudd hos kritiske infrastrukturvirksomheter
- Identifisering av drivkrefter bak endringer i kostnadene ved avbrudd og spenningsforstyrrelser, både langsiktige trender og kortsiktige svingninger
- Grov kvantifisering av betydningen for de samfunnsøkonomiske kostnadene av hvor stort geografisk/befolkningsmessig område som rammes av et avbrudd.
- Kvalitativ beskrivelse og grov kvantifisering av kostnadene ved ulike former for rasjonering.

Prosjektet har bestått av delprosjekter, jf. tabellen nedenfor.

Tabell 1.1 Delprosjekter i forskningsprosjektet, med hovedaktiviteter

Delprosjekt	Aktiviteter
A1 Litteraturstudie	Gjennomgåelse av relevant litteratur
A2 Eldrevne prosesser	Casestudier, analysemodeller, kostnadsfunksjoner
A3 Øvrige bedrifter og offentlig	Spørreundersøkelser, beregning av samfunnsøkonomiske kostnader, estimering av kostnadsfunksjoner
A4 Husholdninger	Spørreundersøkelser, beregning av kostnadsfunksjoner
A5 Drivkrefter bak endringer	Analyser av drivkrefter bak kostnadsendringer over tid
A6 Kritisk infrastruktur	Analyse av konsekvensene for samfunnet av avbrudd hos kritiske infrastrukturvirksomheter, basert på casestudier
A7 Betydning av størrelse på geografisk område som rammes	Grov tallfesting av konsekvensene for avbruddskostnadene dersom et større geografisk område rammes og ikke bare enkelte sluttbrukere.
A8 Rasjonering	Prinsipiell analyse av kostnadene for samfunnet ved ulike rasjoneringsregimer
A9 Implikasjoner for regulering	Sammenfatning, anbefaling for prinsipper for KILE-satser og andre regulatoriske instrumenter

1.2 DELPROSJEKT OM IMPLIKASJONER FOR REGULERING

Denne rapporten dokumenterer arbeidet på delprosjektet A9 "Implikasjoner for regulering".

Myndighetene kan benytte en rekke forskjellige virkemidler av økonomisk, teknisk og juridisk karakter for å regulere leveringskvaliteten på elektrisitet. Forslagene i denne rapporten tar utgangspunkt i hovedtrekkene i dagens modell.

I rapporten redegjør vi i kapittel 2 for hovedresultatene når det gjelder avbruddskostnader. I kapittel 3 sammenlignes disse resultatene med kostnadsfunksjonene i KILE-ordningen per 2012. I kapittel 4 drøfter vi hvordan NVE bør endre KILE-ordningen og andre reguleringer av leveringskvalitet. I kapittel 5 redegjør vi for hovedresultatene for kostnader ved og drivkrefter for utviklingen i kostnadene ved spenningsforstyrrelser, samt mulige implikasjoner for reguleringen av spenningsforstyrrelser. I kapittel 8 drøftes våre estimat for kostnader ved rasjonering, samt mulige implikasjoner for reguleringen av rasjonering.

Rapporten er i hovedsak skrevet av Line Bjørk og Einar Bowitz (prosjektleder) i Pöyry.

I tillegg har alle andre prosjektdeltagere, Cecilie Seem (Pöyry), Matthias Hofmann (SINTEF), Gerd Kjølle (SINTEF), deltatt i faglige diskusjoner og kvalitetssikring. I tillegg har de vært med å utforme det faglige materialet i forskningsprosjektet gjennom ulike delprosjekter som er bakgrunn for rapporten i dette avsluttende delprosjektet. Vi vil også her nevne Åsmund Jenssen (Pöyry), Ulf Møller (Pöyry) og Knut Samdal (SINTEF) som har vært med i prosjektet i ulike faser og således bidratt til det totale resultat.

Vi har dessuten fått mange gode innspill fra en brukergruppe med representanter fra NVE, Energi Norge, Statnett, Statoil, Norsk Hydro og BKK Nett i dette delprosjektet og i de andre delprosjektene.

2 RESULTATER FOR AVBRUDDSKOSTNADER

I dette kapitlet oppsummeres hovedresultatene i kartleggingen som er gjort¹. Det er beregnet kostnader på ulike tidspunkt og med ulike kjennetegn ved avbruddet for kundegruppene husholdninger, industri, handel og private tjenester, offentlige tjenester og eldrevne prosesser. Se vedlegg 1 for en oversikt over næringskoder.

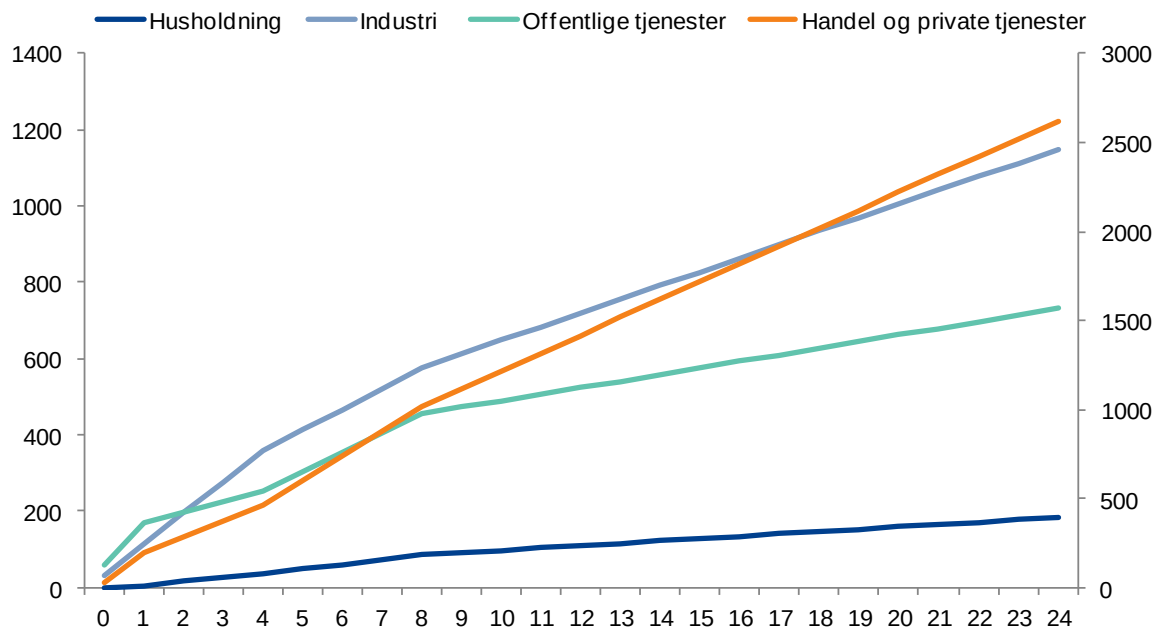
2.1 KOSTNADER VED AVBRUDD PÅ REFERANSETIDSPUNKT

Tabell 2.1 presenterer estimerte avbruddskostnader på referansetidspunktet. Referansetidspunktet er et tidspunkt hvor man i utgangspunktet antok at konsekvensene av avbrudd ville være størst, og er for husholdningene kl. 17 en hverdag om vinteren, og for de øvrige kundegruppene kl. 10 en hverdag om vinteren.

Tabell 2.1 Estimerte normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser).

Varighet	Husholdninger	Industri	Handel/tjenester	Offentlig
1 min	0,1	33	27	59
1 t	5	116	192	170
4 t	36	358	460	252
8 t	86	576	1014	455
24 t	183	1149	2620	731

Figur 2.1 Estimerte normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, som funksjon av antall timer avbrudd. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: Kostnadene for handel og private tjenester er vist på høyre akse, de øvrige gruppene på venstre akse.

¹ Resultatene er nærmere dokumentert i Bjørk m. fl. (2012a, b, c), Hoffmann og Kjølle (2012) og Seem og Bowitz (2012).

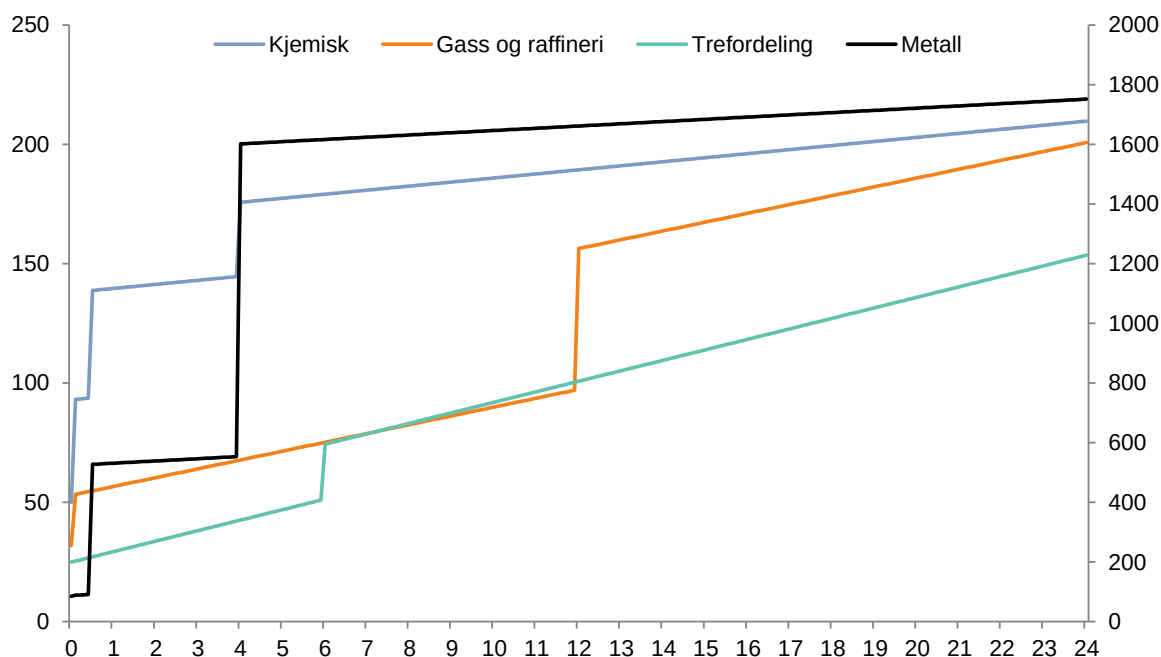
I denne undersøkelsen er det beregnet kostnadsfunksjoner for fire undergrupper av kundegruppen som i prosjektet er betegnet som eldrevne prosesser. Denne kundegruppen omfatter store kraftkunder på sentral- og regionalnettet innenfor treforedling, kjemisk industri og produksjon av metaller, i tillegg til store kraftkunder innen raffinering og bearbeiding/transport av naturgass. Dette er en mindre gruppe bedrifter enn de bedriftene i de næringsgruppene i henhold til NACE som til nå har vært gruppert innenfor kraftkrevende industri og treforedling. Tall for undergruppene innen eldrevne prosesser er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 2.2 Estimerte normaliserte avbruddskostnader for grupper av bedrifter innen eldrevne prosesser. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)

Varighet	Metall	Gass/raffineri	Treforedling	Kjemisk	Gjennomsnitt
1 sek	84	32	25	50	48
1 min	88	53	25	93	65
3 min	88	53	25	93	65
1 time	532	57	29	140	189
4 timer	1602	68	43	176	472
24 timer	1753	200	154	210	579

Avbruddsvarigheter for bedrifter med eldrevne prosesser, hvor kostnadene gjør sprang, er vist i figuren nedenfor.

Figur 2.2 Estimerte normaliserte avbruddskostnader for bedrifter med eldrevne prosesser som funksjon av antall timer avbrudd. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Merk: Kostnadsfunksjonen for metall er vist på høyre akse, mens de resterende kostnadsfunksjonene er vist på venstre akse.

Avbruddskostnadene gjør i visse tilfeller en del sprang ved visse varigheter, på grunn av forhold i produksjonsprosessene. Nøyaktig ved hvilken varighet kostnadene gjør slike

sprang er noe usikkert, og de kan variere noe fra gang til gang og mellom ulike bedrifter. Vi har derfor glattet kurvene rundt de varighetene der vi har identifisert slike sprang.

Kostnader ved redusert leveringskapasitet innen eldrevne prosesser

Bedriftene med eldrevne prosesser kan i noen grad tåle redusert leveringskapasitet i kortere perioder. Redusert leveringskapasitet vil gi tap som følge av redusert produksjon. Merknader ved avbøtende tiltak (alternativ energiproduksjon) medfører også kostnader for noen bedrifter. I Tabell 2.3 vises konsekvensene for de fire undergruppene som følge av en situasjon der bedriftene må redusere effektforbruket med henholdsvis 25 og 50 prosent i 2 timer. Kostnadene i kroner er beregnet som inntektstap som følge av redusert produksjonsnivå i de to timene med redusert effekt, samt tap i perioden med opptrapping etter at normal elektrisitetsforsyning er gjenopprettet.

Tabell 2.3 Normaliserte kostnader ved redusert leveringskapasitet for eldrevne prosesser ved effektnivå på hhv. 75 % og 50 % i 2 timer. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)

	Metall	Treforedling	Kjemisk	Gass og raffineri
Kostnad ved effektnivå 75 %	66	5	31	134
Kostnad ved effektnivå 50 %	64	5	40	126

Konsekvenser og kostnader ved avbrudd som rammer kritisk infrastruktur

Det er gjennomført en bred, overordnet kartlegging og vurdering av en rekke kritiske infrastrukturer/samfunnsfunksjoner, der alvorligheten i konsekvensene for samfunnet er vurdert for ulike varigheter av avbruddet i elektrisitetsforsyningen. Det er videre gjennomført detaljerte casestudier av tre infrastrukturer/funksjoner; et case for sykehus, et case for vannforsyning (to vannverk) og et case for jernbane.

Bred kartlegging

Omfanget av de samfunnsmessige konsekvensene avhenger av avbruddsvarigheten. Men tidspunktet for når konsekvensene blir store varierer betydelig, jf. Figur 2.3.

Vi finner at det kan forventes store samfunnsmessige konsekvenser for nesten alle infrastrukturer/samfunnsfunksjoner når avbruddet varer i flere dager. Noen unntak er veitransport og nødetatene, som ikke er særlig avhengige av elektrisitet, og kringkasting hvor konsekvensene for samfunnet vurderes som ikke særlig store siden kringkasting bare antas brukt for å dekke informasjonsbehovet til befolkningen. For avbrudd av kortere varighet (inntil noen få timer), vil konsekvensene gjennomgående trolig være beskjedne.

Figur 2.3 Størrelsen på samfunnsmessig konsekvens ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen for kritiske infrastrukturer/samfunnsfunksjoner



Casestudier

De tre casestudiene gir bare et grovt grunnlag for å anslå samfunnsøkonomiske kostnader i kroner per kW. Disse anslagene er vist i Tabell 2.4.

Tabell 2.4 Beregnede avbruddskostnader for et avbrudd på 4 timer for case innen kritisk infrastruktur/funksjon. Kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)

	kr/kW
Trondheim vannverk	1290
Åmot vannverk	2930
St. Olavs hospital	160

Kilde: Beregninger basert på Hoffmann og Kjølle (2012), samt informasjon om årlig elektrisitetsforbruk i casene. Grovt anslag basert på at forbruket er like stort i alle timene i året.

Tallene indikerer at normalisert kostnad kan bli svært høy innenfor vannforsyning. For Sykehuscasen er den beregnede kostnaden ikke mye forskjellig fra estimatet for normalisert kostnad for offentlige tjenester i tabell 2.1 foran. Det må selvsagt ses på bakgrunn av at metodikken for tallfesting er den samme for sykehus og offentlige tjenester (basert på anslåtte tapte timeverk og en sats for verdien av en tapt arbeidstime).

De to vannverksestimatene indikerer at de samfunnsøkonomiske kostnadene (normalisert, dvs. målt i kroner per kW avbrutt effekt) ved avbrudd for viktige funksjoner/infrastrukturer kan bli svært høye når avbruddet fører til at tjenestene fra denne infrastrukturen/funksjonen avbrytes. Analysen av infrastruktur gir ikke godt grunnlag for å vurdere nivået verken på absolutte eller normaliserte kostnader ved avbrudd i annen kritisk infrastruktur. Vi mistenker imidlertid at normaliserte samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd for eksempel internett eller mobiltelefon vil kunne bli svært høye når batterikapasiteten ved basestasjonene er uttømt, noe som trolig vil skje gradvis etter 5-6 timer.

Betydningen for kostnadene av størrelsen på området som rammes

Størrelsen på området som rammes av et avbrudd kan påvirke de samfunnsøkonomiske normaliserte kostnadene ved avbrudd. Vi har sett på sett på avbrudd av midlere varighet (inntil 24 timer).

Vi finner at et geografisk stort utbredte avbrudd kan gi større negative ringvirkninger for samfunnet enn hva som er tilfellet med geografisk lite utbredte avbrudd. Årsaken er ved geografisk utbredte avbrudd blir det i mindre grad mulig for kundene til bedriftene som opplever avbrudd å gjøre sine innkjøp hos andre leverandører i nærheten, siden de alternative leverandørene også opplever avbrudd.

Trolig er det innen varehandel og privat tjenesteyting at de samfunnsøkonomiske kostnadene ved et avbrudd kan øke som følge av at avbruddet rammer et større område. Det er fordi det denne sektorens kunder ved et lite avbrudd i mange tilfeller kan handle inn på andre steder som ikke opplever avbrudd. For kunder av industribedrifter og brukere av offentlige tjenester er det ikke vanlig at kunden/brukeren lett kan skaffe seg varen/tjenesten hos alternative tilbydere på andre steder i en situasjon med et lokalt avbrudd.

Regneeksempler på hvor mye kostnadene for kundene til varehandel og privat tjenesteyting kan øke når området som er berørt av avbrudd øker tyder på at kostnadene er noe høyere ved et geografisk utbredt avbrudd sammenlignet med et lokalt avbrudd, men at merkostnaden er relativt liten. Grove anslag tilsier en økning i normalisert kostnad for handel og private tjenester på i intervallet 2 til 9 prosent i forhold til et "normalt", dvs geografisk lokalisert avbrudd. For øvrige kundegrupper anser vi at merkostnadene er små eller fraværende.

Med andre ord er den viktigste kostnadskomponenten ved et avbrudd kortere enn 24 timer, de direkte kostnadene og ulempene som husholdningene, bedriftene og virksomhetene har som følge av at de selv opplever avbrudd i sine hjem og lokaler.

2.2 BETYDNINGEN AV AVBRUDDSKJENNETEGN

Eldrevne prosesser

For bedrifter innen eldrevne prosesser er avbruddskostnadene i hovedsak uavhengige av tidspunktet for avbruddet, siden disse bedriftene med få og små unntak driver døgntilgjengelig gjennom året.

Varsling: Varsling av avbrudd vil kunne gi grunnlag for en kontrollert stans, men hovedelementet i kostnaden for bedriften – bortfall av produksjonen under og etter et avbrudd – vil ikke bli påvirket. Generelt synes det derfor å være små kostnadsbesparelser for disse bedriftene som følge av at et avbrudd varsles på forhånd. Det er likevel en fordel med varsling, da en kontrollert nedstenging vil medføre mindre slitasje og risiko for skade på bedriftens maskiner og utstyr, men dette er ikke inkludert i kostnadsfunksjonene.

Årstid: Ingen betydning.

Ukedag: Ikke betydning

Husholdningene

Betydningen av andre kjennetegn ved avbruddet, målt som prosentvis endring i avbruddskostnaden målt i kroner, sammenlignet med referansescenarioet, det vil si et ikke varslet avbrudd med varighet 4 timer som oppstår en hverdag kl 17 om vinteren, er vist i Tabell 2.5.

Tabell 2.5 Betydningen av avbruddskjennetegn for avbruddskostnaden. Prosentvis avvik fra kostnad i kr i referansescenarioet

Kjennetegn	Verdi	Prosentvis endring
Klokkeslett	Kl. 08	-31
	Kl. 02	-60
Ukedag	Helg	7
Årstid	Vår	-43
	Sommer	-56
	Høst	-25
Varsling	24 timer	-45
	3 døgn	-48
	7 døgn	-49

Industri, handel/private tjenester og offentlige tjenester

Med utgangspunkt i kostnadene ved referansescenarioet (ikke varslet avbrudd med varighet 4 timer en hverdag kl. 10 om vinteren), har vi beregnet betydningen av andre kjennetegn ved avbruddet enn varigheten, jf. Tabell 2.6.

Tabell 2.6 *Betydningen av avbruddskjennetegn for avbruddskostnaden. Prosentvis avvik fra kostnad i kr i referansescenarioet*

Kjennetegn	Verdi	Industri	Handel og private tjenester	Offentlige tjenester
Klokkeslett	Kl. 18	-86	-71	-69
	Kl. 02	-88	-89	-57
Ukedag	Lørdag	-87	-55	-70
	Søndag	-86	-89	-71
Årstid	Vår	-13	0	-33
	Sommer	-14	2	-49
	Høst	-12	6	-42
Varsling	24 timer	-45	-17	-9
	3 døgn	-50	-30	-18
	7 døgn	-51	-34	-20

For alle de tre kundegruppene er avbruddskostnaden (i kroner) vesentlig lavere når avbruddet oppstår om kvelden eller om natten enn på referansetidspunktet (kl 10). Avbrudd som oppstår en hverdag medfører høyere kostnad enn avbrudd som oppstår en helgedag for alle de tre gruppene. At avbruddskostnaden for industrien er estimert til å være 86-88 prosent lavere dersom avbruddet skjer om kvelden og om natten, samsvarer rimelig godt med at bedriftene anslår at om lag 12 prosent av døgnproduksjonen skjer om kvelden og 5 prosent om natten, jf. Tabell 2.7. At kostnadsreduksjonen ved avbrudd om natten i forhold til om avbruddet hadde skjedd om dagen er noe mindre for handel og private tjenester, er også i overensstemmelse med at handel og private tjenester i noe større grad har sin produksjon om kvelden enn hva som er tilfellet for industrien. For offentlige tjenester er ikke samsvaret mellom kostnadsreduksjonen kveld/natt og virksomhetenes svar på når produksjonen skjer, så klart.

Også når det gjelder avbrudd i helgen, finner vi at kostnadene er svært mye lavere enn om avbruddet hadde skjedd en hverdag (nesten 90 prosent lavere kostnad). Igjen samsvarer dette rimelig godt med at i produksjonen i helgen er i størrelsesorden 10 prosent av produksjonsnivået en hverdag. Også den sterke reduksjonen for handel og tjenester, samt det forhold at kostnadsreduksjonen er mindre på lørdager enn på søndager for denne sektoren, finner vi igjen i resultatene for når respondentene anslår at produksjonen foregår. Også for offentlige tjenester synes resultatene rimelige sett i sammenheng med Tabell 2.7.

Tabell 2.7 *Nøkkeltall for driftens fordeling på ulike tidspunkter.*

	Industri	Handel og private tjenester	Offentlige tjenester
Aktivitetens fordeling over døgnet:			
Gjennomsnittlig aktivitetsnivå dag (% av døgnet)	84	76	80
Gjennomsnittlig aktivitetsnivå kveld (% av døgnet)	12	20	14
Gjennomsnittlig aktivitetsnivå natt (% av døgnet)	5	4	6
Aktivitetsnivå i helgen:			
Gjennomsnittlig aktivitetsnivå lørdag (% av hverdag)	10	29	19
Gjennomsnittlig aktivitetsnivå søndag (% av hverdag)	7	13	17

Kostnadene for industribedrifter og bedrifter innen handel og tjenester er i noen, men liten grad avhengig av årstid. For offentlige tjenester, derimot, er de estimerte kostnadene betydelig høyere dersom avbruddet oppstår om vinteren enn ved en annen årstid. Det siste kan muligens synes mindre opplagt. Sommerferien, da skoler og barnehager er stengt, dekker for det første bare 2 av 3 sommermånedene. Øvrige offentlige tjenester har

aktivitet hele sommeren, selv om den er lavere enn ellers i året. Riktig nok vil ulempene ved avbrudd i offentlig sektor i stor grad være relatert til tap av oppvarmingskilde, og dette problemet vil være langt større om vinteren enn ved øvrige årstider. Så selv om rimeligheten ved disse prosentsatsene nok kan diskuteres, framstår ikke prosentsatsene for kostnadsreduksjon i offentlig sektor ved avbrudd på andre årstider enn vinter, som urimelige.

Varsling på forhånd reduserer avbruddskostnadene for alle de tre kundegruppene, mest for industrien og minst for offentlige tjenester. Kostnadsreduksjonen er større desto lengre tid i forveien (ut over ett døgn) avbruddet varsles for handel og private tjenester og offentlige tjenester, men i liten grad når det gjelder industrien.

3 SAMMENLIGNING MED EKSISTERENDE KILE

3.1 EKSISTERENDE KILE-SATSER

Avbruddskostnader på referansetidspunktet er vist i tabellen nedenfor. Merk at referansetidspunktet er kl. 06 en hverdag om vinteren for jordbruk, kl. 16 for husholdninger og kl. 10 for øvrige sektorer.

Tabell 3.1 Avbruddskostnader i eksisterende KILE ordning, omregnet til 2010-kroner per kW. Avbrudd på referansetidspunktet

Varighet	Jordbruk	Husholdninger	Industri	Handel/tjenester	Offentlig	Kraftkrevende
1 s	4	1	19	22	1	7
1 t	16	11	79	129	17	15
4 t	51	40	262	449	65	40
8 t	97	78	343	596	84	52
24 t	283	232	665	1175	156	107

Note: Eksisterende KILE er satser i 2006-priser fra "kontrollforskriften", omregnet til 2010-priser ved hjelp av SSBs konsumprisindeks. Alle resultater fra 2010-undersøkelsen er også i 2010-priser.

Tabell 3.2 Betydningen av avbruddskjennetegn for avbruddskostnaden i eksisterende KILE. Prosentvis avvik fra kostnad i kr i referansescenarioet

Kjennetegn	Verdi	Jordbruk	Husholdning	Industri	Handel og private tjenester	Offentlige tjenester	Kraftkrevende
Ukedag	Lørdag	10	10	-40	-20	-50	-10
	Søndag	10	10	-40	-30	-60	-10
Årstid	Vår	3	-10	0	0	-10	0
	Sommer	-10	-20	-3	-7	-30	-10
	Høst	3	0	0	3	-3	-3
Varsling	24 timer	-20	-10	-20	-30	-30	-10

Note: I eksisterende KILE er avvikssatsene spesifisert etter måned, time og ukedag. Dette er aggregert opp til de inndelingene som er benyttet i denne undersøkelsen ved å benytte aritmetiske gjennomsnitt.

Når det gjelder klokkeslett i referansescenarioet, varierer det i eksisterende KILE mellom kundegruppene. For jordbruk er det en hverdag om vinteren kl. 06, mens det for husholdningene er en hverdag om vinteren kl. 10. Vi regner betydningen av klokkeslett om til avvik fra kostnad dersom avbruddet hadde skjedd kl. 10 i alle kundegruppene, jf. Tabell 3.3.

Tabell 3.3 *Betydning av klokkeslett for avbruddskostnaden i eksisterende KILE. Prosentvis avvik i kr relativt til kostnaden ved avbrudd kl. 10*

Klokke	Jordbruk	Husholdning	Industri	Handel og private tjenester	Offentlig	Kraftkrevende
KI 06	11	0	-10	-30	-40	0
KI 10	0	0	0	0	0	0
KI 18	11	10	-20	-20	-30	0
KI 02	-11	-10	-30	-50	-60	0

3.2 FORSKJELLER I DESIGN OG BEREGNINGSMETODIKK MELLOM UNDERØSKELSENE

Nedenfor presenterer vi en sammenligning av referansetidspunkter, metodevalg og resultater for eksisterende kostnadsestimat fra 2002-undersøkelsen og nye kostnadsestimat fra 2010-undersøkelsen.

3.2.1 Referansetidspunkt

Tabell 3.4 viser en sammenligning av referansetidspunktet for de to undersøkelsene. I begge undersøkelsene er referansescenariot et ikke varslet avbrudd med varighet 4 timer som oppstår på referansetidspunktet.

Tabell 3.4 *Sammenligning av referansetidspunktet*

Kundegruppe	Attributter	2002	2010
Husholdninger	Klokkeslett Ukedag Årstimid	16:00 Hverdag Januar	17:00 Hverdag Vinter
Industri	Klokkeslett Ukedag Årstimid	10:00 Torsdag Januar	10:00 Hverdag Vinter
Handel og private tjenester	Klokkeslett Ukedag Årstimid	10:00 Torsdag Januar	10:00 Hverdag Vinter
Offentlige tjenester	Klokkeslett Ukedag Årstimid	10:00 Hverdag Januar	10:00 Hverdag Vinter
Eldrevne prosesser/ kraftintensiv industri	Klokkeslett Ukedag Årstimid	10:00 Torsdag Januar	10:00 Hverdag Vinter

Referanselast

Avbrutt effekt er basert på lastkurver for 8 ulike kundetyper, og for hver kundetype er det beregnet lastkurver for 8 ulike klimasoner i begge undersøkelsene. I 2010-undersøkelsen ble avbrutt effekt beregnet som gjennomsnittlig effekt i det aktuelle avbruddsscenarioet, mens de normaliserte kostnadene som benyttes i dagens KILE ordning er basert på avbrutt effekt på det tidspunkt avbruddet startet. Normaliserte kostnader for alle avbrudd lengre enn 3 minutter ble i 2002-undersøkelsen rapportert i kr/kWh ikke levert energi og

senere normalisert med avbrutt effekt slik den er definert i FASIT², og resulterte i de satsene som er vist i Tabell 3.1.

Fordelen med å benytte gjennomsnittlig effekt er at man i tillegg til å ta hensyn til når på døgnet avbruddet oppstår, også tar hensyn til at den ikke leverte energien avhenger av varigheten på avbruddet. Betydningen av denne forskjellen for resultatene er trolig beskjeden.

3.2.2 Metodevalg

Estimeringsmetode

Kostnader som følge av avbrudd kan kartlegges ved bruk av tre ulike metodetilnærminger:

- *Betalingsvillighet, i engelskspråklig litteratur benevnt Willingness To Pay (WTP).* Respondenten blir bedt om å oppgi hvor mye husholdningen, bedriften eller virksomheten er villig til å betale for å unngå kostnadene det gitte avbruddsscenarioet faktisk vil påføre husholdningen/bedriften/virksomheten.
- *Kostnadsanslag, i engelskspråklig litteratur benevnt Direct Worth (DW):* Respondenten blir bedt om å anslå kostnadene det gitte avbruddsscenarioet faktisk vil påføre husholdningen/bedriften/virksomheten.
- *Indirekte kostnadsberegning (Indirekte DW):* Respondenten blir bedt om å anslå antall tapte produksjonstimer eller antall tapte arbeidstimer i tillegg til at respondenten blir bedt om å anslå eventuelle ekstrakostnader utover dette. Kostnaden beregnes ved bruk av offentlig tilgjengelig statistikk over produktpriser og lønnskostnader.

Tabell 3.5 viser en sammenligning av valgt estimeringsmetode for å tallfeste kostnader ved referansescenarioet.

Tabell 3.5 Sammenligning av valgt estimeringsmetode for å tallfeste kostnader for avbrudd som oppstår på referansetidspunktet

Kundegruppe	2002	2010
Husholdninger	(DW+WTP)/2	WTP
Industri	(DW+WTP)/2	DW
Handel og private tjenester	(DW+WTP)/2	DW
Offentlige tjenester	(DW+WTP)/2	Indirekte DW Tapte arbeidstimer + ekstrakostnad
Eldrevne prosesser/ kraftintensiv industri	(DW+WTP)/2	Indirekte DW Tapte produksjonstimer + ekstrakostnad

I 2002-undersøkelsen (Samdal m. fl. 2003 a, b, c) ble det benyttet to ulike metoder for å estimere avbruddskostnadene for alle kundegrupper. Det ble beregnet et aritmetisk, dvs. uvektet, gjennomsnitt for normaliserte kostnader basert på respondentenes oppgitte direkte kostnader (DW), samt at det ble beregnet et aritmetisk gjennomsnitt for normaliserte kostnader basert på respondentenes oppgitte betalingsvillighet (WTP). Det ble så estimert en middelværdi av DW og WTP, kalt M, og det er dette som utgjør det eksisterende kostnadsestimatet.

I 2010-undersøkelsen ble det benyttet betalingsvillighet (WTP) for husholdningene, direkte kostnader (DW) for industri og handel og private tjenester og en indirekte versjon av DW

² Dette er dokumentert i Samdal m. fl. (2007).

for offentlige tjenester og industri med eldrevne prosesser (kraftintensiv industri). For nærmere beskrivelser og begrunnelser for valg av estimeringsmetoder vises til de enkelte analyserapportene (Bjørk m. fl. 2012 a, b, c). De rapporterte kostnadene er, til motsetning fra hva som ble gjort i undersøkelsen for 2002, vektet med respondentenes elektrisitetsforbruk.

Det er altså benyttet noe ulike estimeringsmetoder for alle kundegrupper i de to undersøkelsene. Størst endring er det for de to kundegruppene offentlige tjenester og eldrevne prosesser (KKI). Se Bjørk m. fl. (2012 a og c) for en nærmere beskrivelse av metodevalget i 2010-undersøkelsen.

Spørsmålsstilling i skjemaene

I tillegg til at 2010-undersøkelsen ble gjennomført elektronisk ved at respondenten skrev inn svarene på sin datamaskin, mens man i 2002-undersøkelsen hadde postale skjema, var det en del forskjeller i måten spørsmålene var utformet på. Vi redegjør nedenfor for de viktigste forskjellene.

Vi omtaler først forskjeller i spørsmålsstilling for bedrifter og offentlige tjenester. Når det gjelder avvik i kostnadene ved avbrudd med andre kjennetegn enn 4 timers avbrudd på referansetidspunktet, var svaralternativene noe ulike. For eksempel kunne bedriftene i 2002-undersøkelsen angi prosentvis kostnadsreduksjon ved varsling til nærmeste 25 prosent, mens dette tallet i 2010-undersøkelsen var 10 prosent. I 2010-undersøkelsen spurte man bedriftene om prosentvis kostnadsavvik for hver måned, mens man i 2010-undersøkelsen bare spurte om kostnadsavvik for hver av de 4 årstider. Kostnadsforskjeller mellom ukedager ble i 2002 for bedriftene dekket ved avviksprosenter, mens dette i 2010 ble dekket ved at respondenten anga kostnadsanslag i kroner også for avbrudd på andre dager enn hverdag (dvs. lørdager og søndager). Spørsmålene for å måle kostnadsforskjeller ved avbrudd på ulike tider på døgnet var også annerledes. Mens man i 2002 spurte om prosentvis forskjell i kostnad relativt til avbruddstidspunktet for 6 perioder på døgnet, spurte vi i 2010-undersøkelsen om absolutte kostnadstall i kroner ved avbrudd på hhv kveld og natt (to tidspunkter). For offentlige tjenester var spørsmålsstillingene kraftig endret fra 2002 til 2010, siden vi i 2010 valgte å spørre direkte om tapte timeverk ved avbruddet, mens man i 2002 spurte om kostnader for virksomheten (som riktignok også kunne omfatte tapt arbeidstid), jf. tidligere omtale av estimeringsmetode.

For husholdningene var det også en del ulikheter i spørsmålsstillinger. Betydningen av årstid, ukedag og klokkeslett ble i 2002 kartlagt ved at respondenten kunne velge svaralternativer for avviksprosenter med 25 prosent mellom alternativene. I 2002 var avstanden mellom alternativene større (50 prosent). En annen forskjell er at i 2002 var endringsprosentene relatert til anslaget på økonomiske kostnader (DW), mens de i 2010-undersøkelsen var relatert til betalingsvilligheten for å unngå avbruddet (WTP). Skjemaet i 2010-undersøkelsen inneholdt ikke spørsmål om økonomiske kostnader, jf. tidligere omtale av estimeringsmetode.

Utvalg

Begge undersøkelsene dekker de fem kundegruppene husholdninger, industri, handel og private tjenester, offentlige tjenester og eldrevne prosesser/kraftkrevende industri. Populasjonen bestående av husholdninger, bedrifter og virksomheter er (naturligvis) ikke den samme i de to undersøkelsene da nye kunder kan ha kommet til, mens andre kan ha gått ut som følge av eksempelvis nedleggelse. Det er også verdt å merke seg at selv om respondentene i de to undersøkelsene hadde vært trukket fra identisk populasjon, vil ikke utvalgene bestå av nøyaktig samme respondenter i de to undersøkelsene. Det er altså en utvalgsusikkerhet i resultatene fra begge undersøkelsene. Ulikheter i populasjon og utvalg har betydning for sammenligning av resultatene i de to undersøkelsene. Gruppen

eldrevne prosesser, tidligere kalt treforedling og kraftintensiv industri, er i tillegg betydelig endret siden forrige undersøkelse. I samråd med prosjektets brukergruppe ble det besluttet at det skulle tas utgangspunkt i "store nettkunder", det vil si bedrifter innen kraftkrevende industri samt innen utvinning av gass og produksjon av raffinerte petroleumsprodukter, som var knyttet til sentral- eller regionalnettet. Prosjektet mottok en liste fra NVE som inneholdt ca 140 bedrifter som i hovedsak var knyttet til regionalnettet. En del av disse bedriftene ble fjernet fra utvalget enten fordi de ikke var en del av målgruppen, fordi de var dekket av andre kundegrupper, fordi de ble omfattet av delprosjektet om infrastruktur, fordi de tilhørte sektoren elektrisitetsforsyning/fjernvarme eller fordi de var nedlagt. Denne fjerningsprosessen resulterte i en endelig populasjon på 73 store nettkunder (bedrifter) med "eldrevne prosesser". Mange av bedriftene er eid av samme selskap, og den endelige populasjonen bestod derfor av bedrifter fra 42 selskaper.

I 2002 ble utvalgene trukket tilfeldig fra populasjonen, mens det i 2010 ble foretatt en stratifisering av utvalget for å sikre at undersøkelsen ble sendt til et tilstrekkelig antall bedrifter innenfor ulike næringsgrupper innenfor de definerte kundegruppene, samt at store virksomheter ble godt nok representert i utvalget. En stratifisering av utvalget øker sannsynligheten for at man skal motta informasjon fra virksomheter med gitte karakteristika selv om disse er sjeldne i populasjonen, men krever samtidig at bedriftene i nettoutvalget vektet for at resultatene skal være representative for populasjonen av virksomheter i Norge. Resultatene fra 2010-undersøkelsen er derfor vektet for å korrigere for stratifiseringen (omtalt som populasjonsvektet).

Sensurering og behandling av nullsvar

I spørreundersøkelser med data for betalingsvillighet og kostnader ved avbrudd har man som regel fjernet ekstremobservasjoner, både 0-svar (respondenter som svarer at de ikke har betalingsvillighet) og svært høye betalingsvilligheter/kostnadsanslag. Behandlingen av slike observasjoner varierte noe mellom de to undersøkelsene.

Både sensurering og behandling av nullsvar ble gjort annerledes i 2010-undersøkelsen. Vi går ikke i teknisk detalj her, men viser til rapportene (Bjørk m. fl. (2012 a,b,c)). Ett poeng vil vi nevne, og det er at vi i 2010-undersøkelsen stilte en del ekstraspørsmål til respondentene for å skille ut 0-svar som var rene protestsvar (dvs. de hadde egentlig positiv betalingsvillighet for å unngå avbruddet, men svarte likevel 0 fordi de mente det var urettferdig at de skulle betale for å ikke oppleve avbrudd). Dette førte trolig til at vi i undersøkelsen rettet mot husholdningene fikk en større andel nullsvar enn hva som var tilfellet i 2002-undersøkelsen. Isolert sett trekker dette i retning av lavere estimat på avbruddskostnadene.

Antall respondenter

Antall respondenter som danner grunnlag for kostnadsberegningene har vært noe ulikt mellom de to undersøkelsene, jf. Tabell 3.6. I tillegg til antall respondenter som er med i endelig utvalg, vises antall respondenter som har svart på kostnadsspørsmålene i referansescenarioet (ikke alle som har returnert besvarelser har svart på alle spørsmålene).

Tabell 3.6 Sammenligning av antall respondenter i endelige utvalg.

Kundegruppe	Antall respondenter		Antall kostnadssvar i referanse-scenariot	
	2002	2010	2002 (DW/WTP)	2010
Husholdninger	425	1008	303/301	696
Industri	618	233	224/193	165
Handel og private tjenester	425	185	115/107	107
Offentlige tjenester	347	268	69/38	217
Eldrevne prosesser/ kraftintensiv industri	78	13	33/17	13

Samfunnsøkonomiske kostnader vs. bedriftsøkonomiske kostnader

Mens det i 2002-undersøkelsen ble beregnet bedriftsøkonomiske kostnader, var det i 2010 ønskelig å rapportere samfunnsøkonomiske kostnader. Avviket mellom bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader kan skyldes at avbruddet medfører

- Gevinster for andre aktører enn bedriften som opplever avbruddet:
En bedriftsøkonomisk kostnad på grunn av produksjonstap ved avbrudd i én bedrift kan motvirkes ved økt produksjon og økt verdiskaping i andre norske bedrifter. Det trekkes i retning av at det samfunnsøkonomiske tapet ved avbruddet blir mindre enn det bedriftsøkonomiske tapet i avbruddsbedriften.
- Følgekostnader for andre aktører enn bedriften som opplever avbruddet:
Redusert eller forsinket leveranse kan føre til bedriftsøkonomiske tap hos avbruddsbedriftens kunder, uten at avbruddsbedriften opplever noen økonomisk kostnad ved dette. Det trekkes i retning av at det samfunnsøkonomiske tapet blir større enn det bedriftsøkonomiske tapet i avbruddsbedriften.

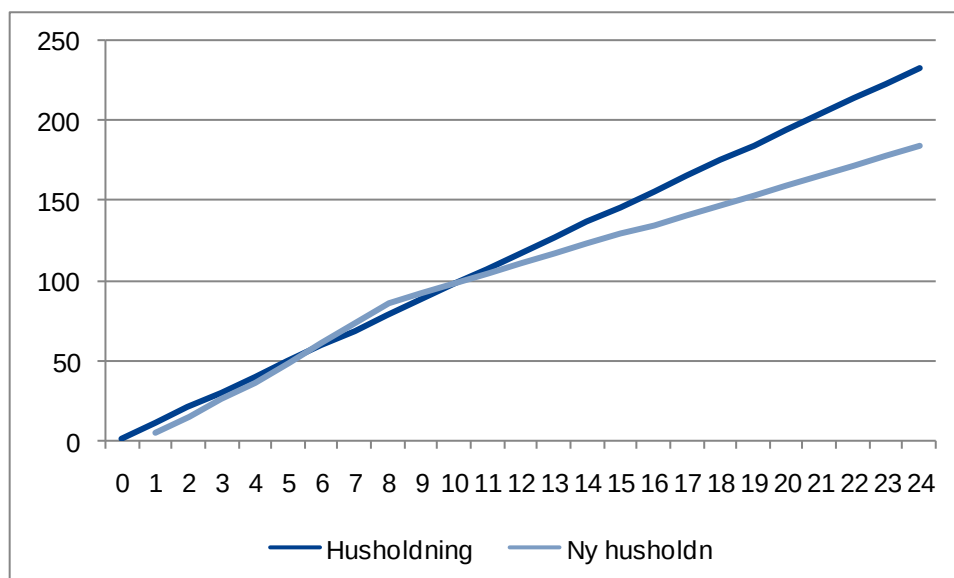
Vi finner relativt små forskjeller mellom bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader for de avbruddscenariene som er omfattet av undersøkelsen, blant annet som følge av at de to effektene i stor grad motvirker hverandre.

3.3 KOSTNADSESTIMAT FOR REFERANSETIDSPUNKTET

For å sammenligne eksisterende KILE-satser, som bygger på resultatene fra 2002-undersøkelsen, og de nye resultatene fra 2010-undersøkelsen, er eksisterende KILE-kostnader regnet om til 2010-kr ved hjelp av konsumprisindeksen. Nedenfor vises en grafisk illustrasjon av hvordan normaliserte kostnadene på referansetidspunktet i de to undersøkelsene varierer med avbruddsvarigheten.

For husholdningene er kostnadene omtrent like i de to undersøkelsene for med varighet under 8 timer, mens estimert kostnad for lengre avbrudd i 2010-undersøkelsen er lavere enn eksisterende KILE-kostnader. Husholdninger er den eneste kundegruppen der de estimerte kostnadene er lavere enn eksisterende kostnader.

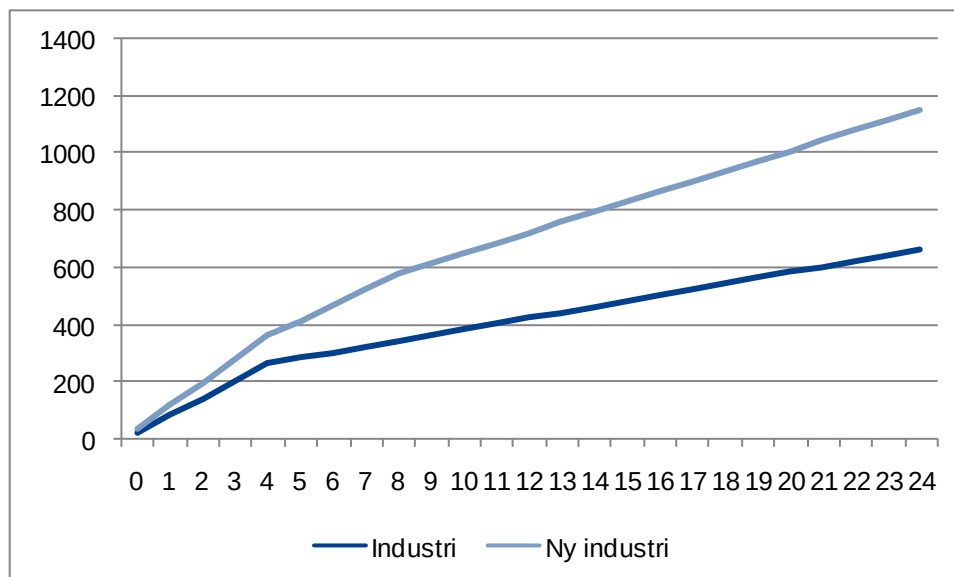
Figur 3.1 Husholdninger. Normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, etter varighet i timer. kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: "Husholdning" er eksisterende KILE og "Ny husholdning" er resultatet fra 2010-undersøkelsen.

Figur 3.2 viser industriens kostnader. Kostnadene er høyere for alle varigheter enn eksisterende KILE-kostnader, og forskjellen er størst for avbrudd med varighet over 4 timer.

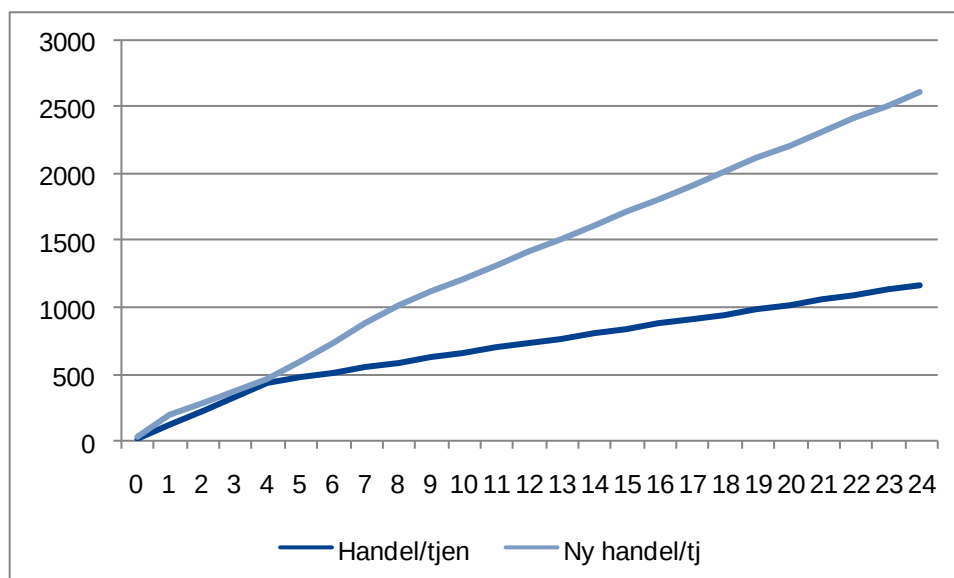
Figur 3.2 Industri. Normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, etter varighet i timer. kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: "Industri" er eksisterende KILE og "Ny industri" er resultatet fra 2010-undersøkelsen.

Også for handel og private tjenester er de estimerte kostnadene i 2010-undersøkelsen høyere enn eksisterende kostnader for alle varigheter, og forskjellen er klart størst for avbrudd med varighet over 4 timer, jf. Figur 3.3.

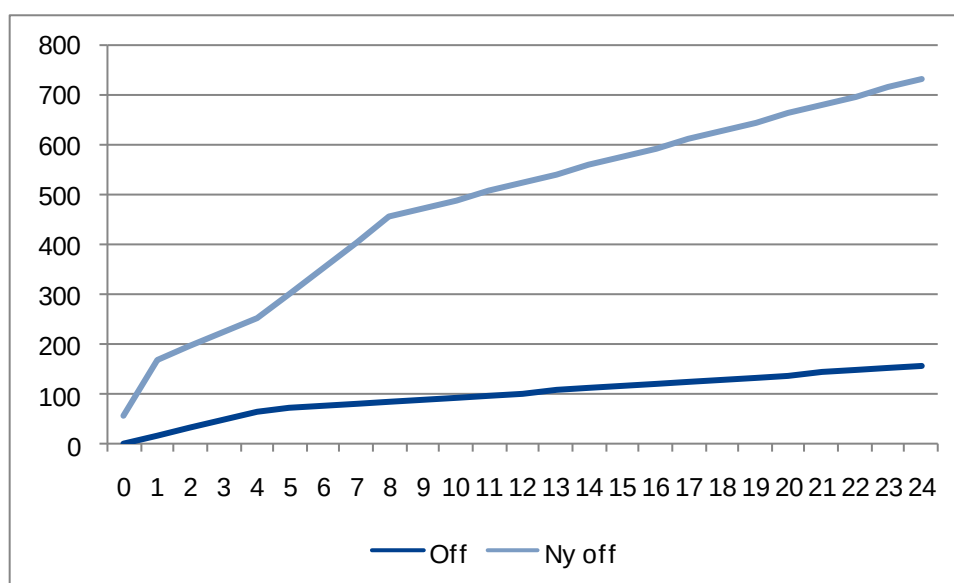
Figur 3.3 Handel og private tjenester. Normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, etter varighet i timer. kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: "Handel/tjen" er eksisterende KILE og "Ny handel/tj" er resultatet fra 2010-undersøkelsen.

De estimerte kostnadene for offentlige tjenester er betydelig høyere enn eksisterende KILE-kostnader for alle avbruddsvarigheter, jf. Figur 3.4. Den store forskjellen skyldes i stor grad ulike metodevalg. Dessuten var kostnadene for offentlige tjenester ekstraordinært lave i forhold til kostnadene for de øvrige sektorene i eksisterende KILE. Eksisterende KILE-kostnader er basert på en kombinasjon av WTP og DW, mens de nye kostnadsestimatene er basert på verdsetting av tapte timeverk og eventuelle ekstrakostnader.

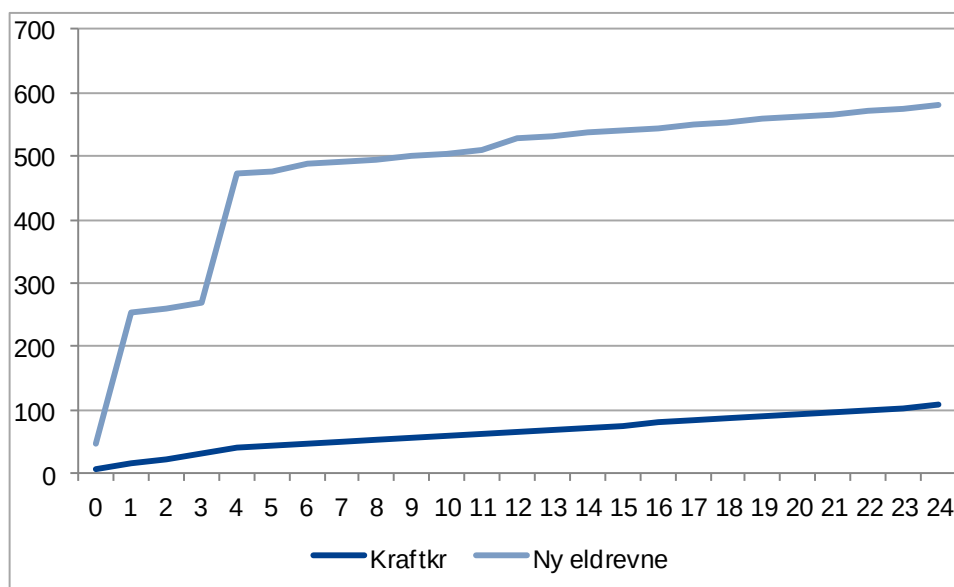
Figur 3.4 Offentlige tjenester. Normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, etter varighet i timer. kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: "Off" er eksisterende KILE og "Ny off" er resultatet fra 2010-undersøkelsen.

Den estimerte kostnaden for eldrevne prosesser er høyere enn eksisterende KILE-kostnad for alle varigheter. Forskjellen er i hovedsak knyttet til endret definisjon av kundegruppen. Kundegruppen i 2010-undersøkelsen omfatter "store nettkunder", noe som medførte en betydelig reduksjon i antall bedrifter i populasjonen, sammenlignet med 2002-undersøkelsen.

Figur 3.5 Eldrevne prosesser (Kraftkrevende industri). Normaliserte avbruddskostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, etter varighet i timer. kr/kW avbrutt effekt (2010-priser)



Note: "Kraftkr" er eksisterende KILE og "Ny eldrevne" er resultatet fra 2010-undersøkelsen. Merk at gruppen "kraftkrevende" omfattet flere og mer heterogene bedrifter enn gruppen "eldrevne prosesser". Pga at figuren er beregnet med en tidsopløsning på ½ time, er knekkpunktene i ny kostnadsfunksjon ("Ny eldrevne") noe unøyaktig vist i figuren.

3.4 BETYDNINGEN AV AVBRUDDSKJENNETEGN

Nedenfor presenteres en sammenligning mellom 2002- og 2010-undersøkelsen når det gjelder betydningen for de absolutte avbruddskostnadene av klokkeslett, ukedag, årstid og av om avbruddet er varslet eller ikke. Retningen i resultatene er den samme i de to undersøkelsene, men størrelsesordenen i effektene varierer en del med avbruddstidspunkt. Dette kan blant annet ha sammenheng med hvordan spørsmålene er utformet.

Betydning av klokkeslett

Vi finner i 2010-undersøkelsen mye større prosentvis kostnadsreduksjon i forhold til kostnadene på referansetidspunktet dersom avbruddet skjer om ettermiddagen eller natten for industri, handel/private tjenester og offentlige tjenester (referansetidspunktet kl. 10). Vi finner også mye større kostnadsreduksjon for husholdningene dersom avbruddet skjer om morgenen eller om natten istedenfor på referansetidspunktet (kl. 17), enn hva som ligger inne i eksisterende KILE-satser. For eldrevne/kraftkrevende spiller ikke klokkeslett noen rolle verken i eksisterende KILE eller i den nye undersøkelsen.

Betydning av ukedag

Både for industri, handel/private tjenester og for offentlige tjenester gir 2010-undersøkelsen som resultat vesentlig større prosentvise reduksjoner i

avbruddskostnadene hvis avbruddet skjer i helgen enn hvis det skjer en hverdag. For husholdningene derimot, er resultatene samstemte når det gjelder betydningen av ukedag; begge resultatene innebærer at avbruddskostnadene for husholdningene er noe høyere i helgen enn på hverdager.

Betydning av årstid

For husholdningene finner vi i 2010-undersøkelsen mye større prosentvise kostnadsreduksjoner dersom avbruddet skjer om våren, sommeren eller høsten i forhold til om avbruddet fant sted på referansetidspunktet (vinter), enn hva som ligger til grunn for eksisterende KILE. For industri og handel og private tjenester er forskjellene moderate eller små. For offentlige tjenester finner vi i den nye undersøkelsen igjen klart større prosentvis kostnadsreduksjon hvis avbruddet skjer på en annen årstid enn vinteren, enn hva eksisterende KILE innebærer.

Betydning av varsling

Den største forskjellen mellom 2010-undersøkelsen og eksisterende KILE er at tidspunktet for varsling ikke er nøyaktig spesifisert i dagens regulering da varslingstiden er minimum 24 timer før avbruddet inntreffer, mens man i 2010-undersøkelsen har undersøkt prosentvis reduksjon i kostnadene som følge av varslingstid på 24 timer, 3 døgn og 7 døgn. For et avbrudd som er varslet 24 timer på forhånd, reduseres avbruddskostnadene for industri og husholdninger vesentlig mer i 2010-undersøkelsen enn i eksisterende KILE. For handel og private tjenester og offentlige tjenester er kostnadsreduksjonen som følge av en varslingstid på 24 timer mindre i 2010-undersøkelsen enn i eksisterende KILE. 2010-undersøkelsen viser imidlertid at kostnadsreduksjonen øker med varslingstiden, men at en varslingstid på 3 og 7 døgn gir omtrentlig samme kostnadsreduksjon relativt til en situasjon der avbruddet ikke var varslet på forhånd.

3.5 ILLUSTRASJON AV AVBRUDDSKJENNETEGN

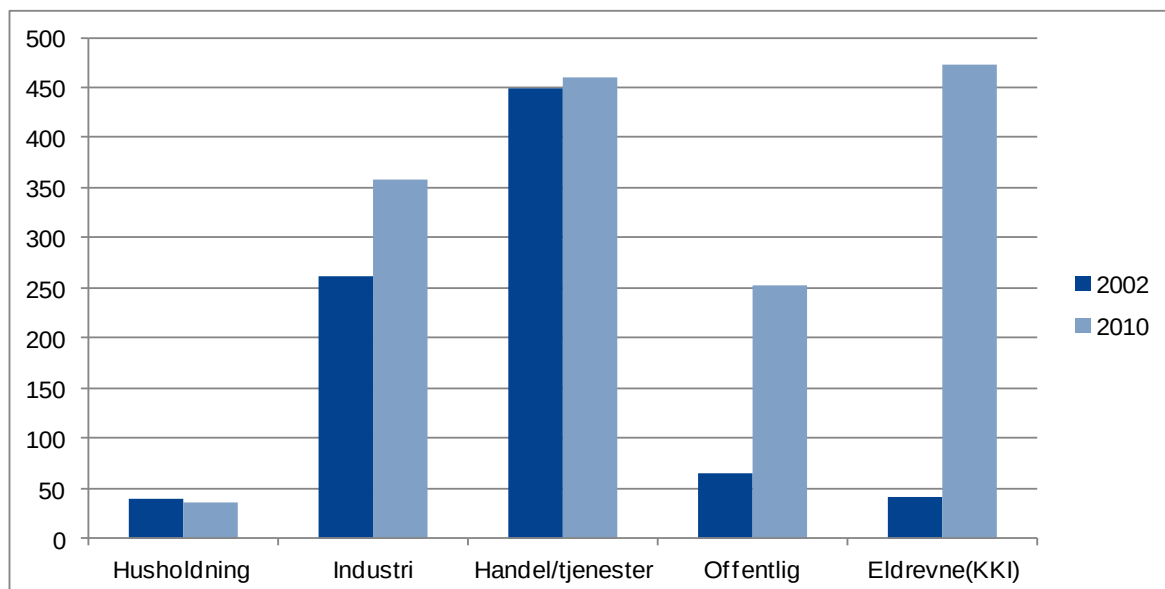
Hovedfunnene fra 2010-undersøkelsen er altså at de nye estimatene innebærer høyere kostnader ved avbrudd på referansetidspunktet, men også større nedjusteringsfaktorer for avbrudd på andre tidspunkt, og større reduksjon ved varsling. For å få et samlet bilde av betydningen av disse motstridende forskjellene mellom 2010-undersøkelsen og eksisterende KILE, vises nedenfor en sammenligning av kostnadene med eksisterende KILE og kostnadene fra 2010-undersøkelsen for en del scenarioer. Vi ser i alle tilfellene på et 4 timers avbrudd og for øvrig følgende avbruddstidspunkt:

1. Kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) hverdag om vinteren, ikke varslet (referansescenario)
2. Kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) hverdag om sommeren, ikke varslet
3. Kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) helg om vinteren, ikke varslet
4. Kl. 02 hverdag om vinteren, ikke varslet
5. Kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) hverdag om vinteren, varslet 7 døgn på forhånd

For å kunne sammenligne eksisterende KILE med kostnadene fra 2010-undersøkelsen, har vi benyttet de prosentvise justeringsfaktorene som er vist tidligere. Bortsett fra for husholdningene, som har en omtrent uendret kostnad, er den estimert kostnaden som følge av et avbrudd som oppstår på referansetidspunktet med varighet 4 timer og gjennomsnittlig avbrutt effekt på 1 kW høyere for alle kundegrupper enn i 2002-undersøkelsen, jf. Figur 3.6.

Referansetidspunktet

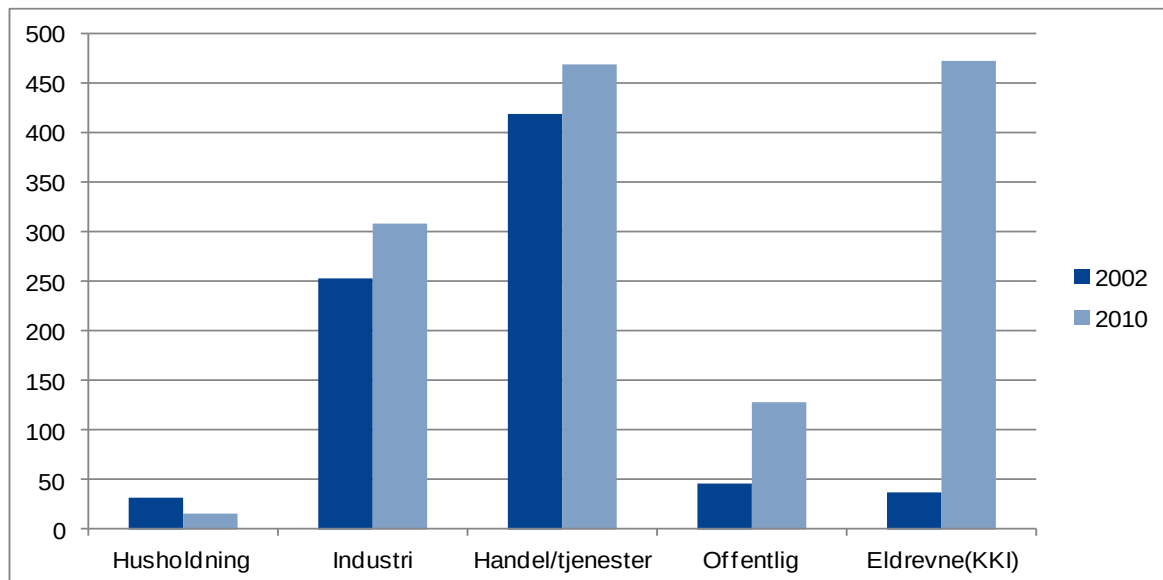
Figur 3.6 Kostnad ved et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) en hverdag om vinteren. Kr (2010-priser)



Dersom avbruddet oppstod om sommeren istedenfor om vinteren, blir kostnadsestimatet fra 2010 fremdeles høyere enn kostnadsestimatet fra 2002 for kundegruppene industri, handel og private tjenester, offentlige tjenester og eldrevne prosesser, men lavere for kundegruppen husholdninger, jf. Figur 3.7. Ved sammenligningen skal en være klar over at vår gruppe bedrifter med eldrevne prosesser gjennomgående omfatter langt større (og færre) bedrifter enn den gruppen som er omfattet av kraftkrevende industri/treforedling i eksisterende KILE ordning.

Hverdag om sommeren

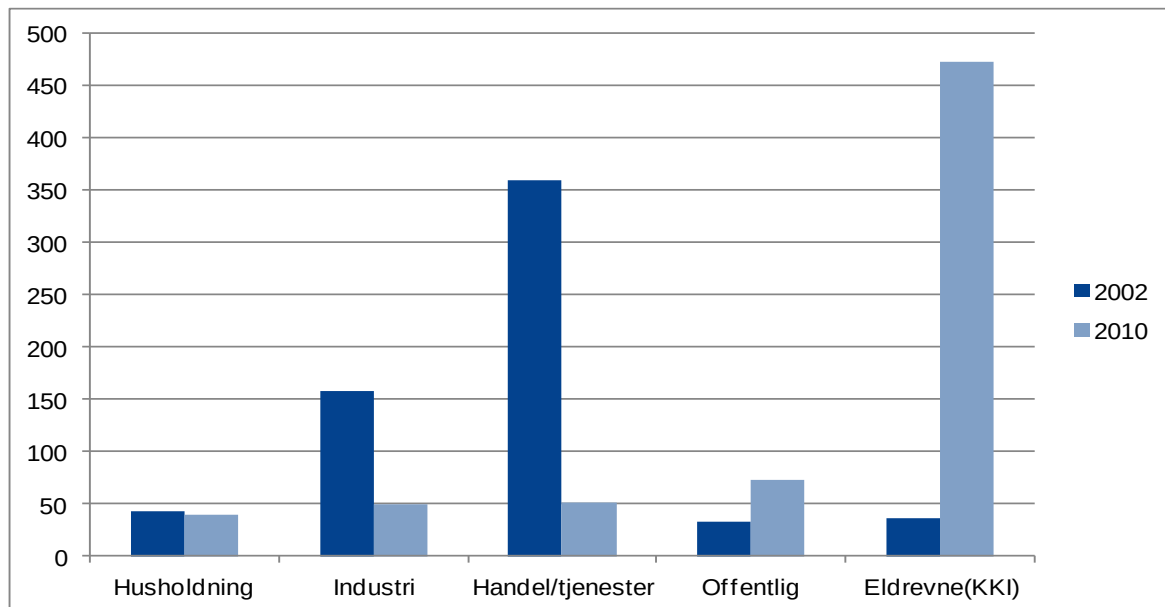
Figur 3.7 Kostnad ved et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) en hverdag om sommeren. Kr (2010-priser)



For industri og offentlige tjenester er kostnadsreduksjonen ved at avbruddet oppstår en lørdag eller en søndag istedenfor en hverdag tilnærmet det samme, mens det for handel og private tjenester er stor forskjell (55 % reduksjon dersom avbruddet oppstår en lørdag istedenfor en hverdag og 89 % reduksjon for søndag). Den store kostnadsforskjellen for avbrudd lørdag og søndag for kundegruppen handel og private tjenester skyldes at en god del bedrifter har åpent på lørdager, mens de fleste er stengt på søndager. Nedenfor har vi sett på betydningen av at avbruddet oppstår en dag i helgen, det vil si et gjennomsnitt av lørdag og søndag, istedenfor en hverdag. Figur 3.8 viser at 2010-kostnaden for et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt som oppstår en dag i helgen istedenfor en hverdag, er betydelig lavere enn 2002-kostnaden for industri og handel og private tjenester, noe høyere for offentlige tjenester, fremdeles betydelig høyere for gruppen eldrevne prosesser og omtrent uendret for husholdningene.

Helg om vinteren

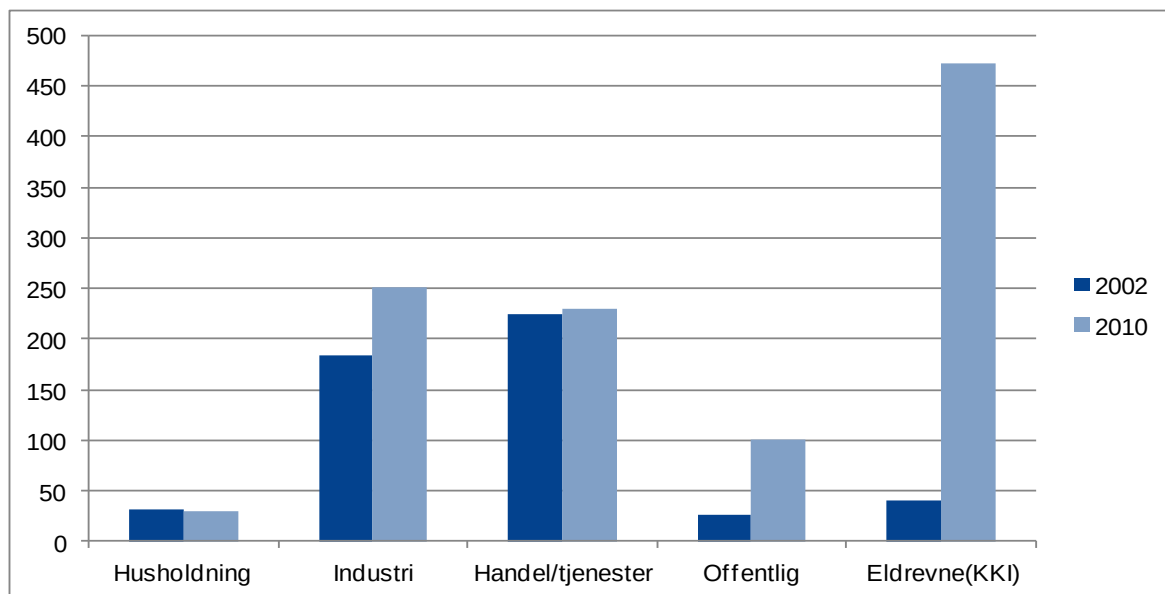
Figur 3.8 Kostnad ved et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) en helg om vinteren. Kr (2010-priser)



Ved å sammenligne kostnadsestimatene for et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt som oppstår om natten istedenfor om dagen ser vi at 2010-etsimatet er omtrent det samme som 2002-estimatet for husholdninger og handel/private tjenester, en del høyere for industri og offentlig virksomhet og betydelig høyere for eldrevne prosesser. Se Figur 3.9.

Natt, hverdag om vinteren

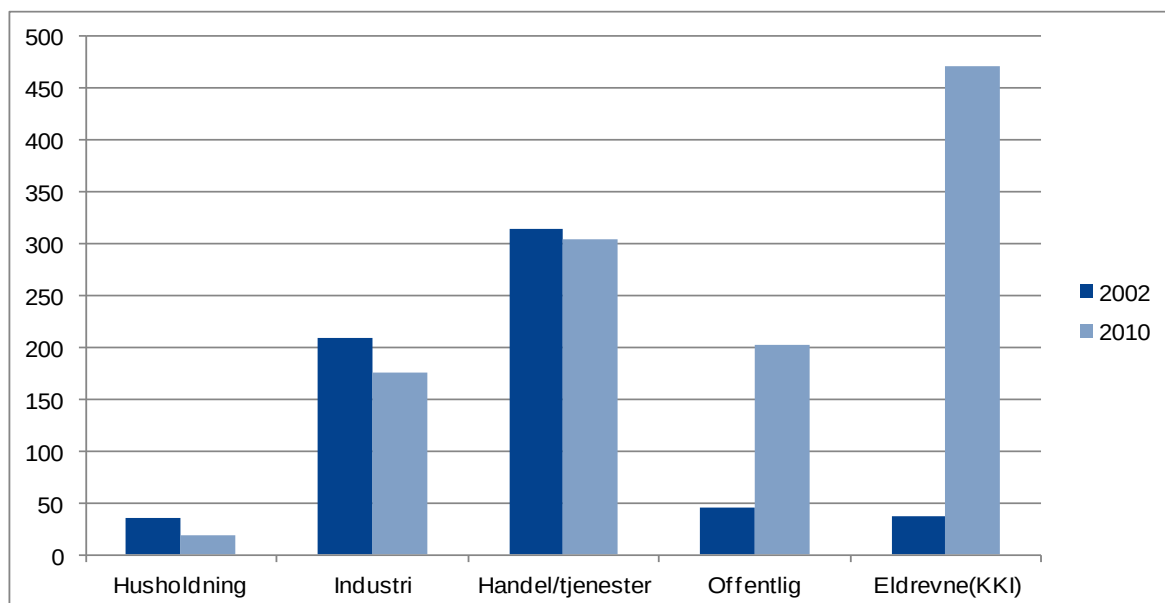
Figur 3.9 Kostnad ved et ikke varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt om natten (kl. 02) en hverdag om vinteren. Kr (2010-priser)



Figur 3.10 gir en sammenligning av kostnadsestimatene fra 2002 og 2010 for et avbrudd med varighet 4 timer og gjennomsnittlig avbrutt effekt på 1 kW som er varslet 7 døgn på forhånd. De estimerte kostnadene er lavere for husholdninger, industri og handel/private tjenester, og høyere for offentlige tjenester og eldrevne prosesser.

Varslet, hverdag om vinteren

Figur 3.10 Kostnad ved et varslet 4 timers avbrudd av 1 kW gjennomsnittlig effekt kl. 10 (kl. 17 for husholdningene) en hverdag om vinteren. Kr (2010-priser)



4 IMPLIKASJONER FOR AVBRUDDSDREGULERING

De avbruddsscenarier som er dekket gjennom dette prosjektet beskriver avbrudd som har en relativt lokal karakter og kan regnes som relativt hyppig forekommende. Avbruddskostnader som følge av ekstremhendelser der elektrisitetsforsyningen gir avbrudd for store områder og over lengre tid som følge av uvær eller andre ekstraordinære hendelser, er ikke omfattet av undersøkelsene gjort i dette prosjektet.

Vi går inn på implikasjoner av våre resultater for

- KILE-satser
- Regulering av svært lange avbrudd
- Regulering av geografisk utbredte avbrudd av kortere og midlere varighet
- Regulering av kritiske infrastrukturer/samfunnsfunksjoner
- Mulighetene for enkelte elektrisitetskunder til å inngå individuelle avtaler

4.1 KILE-SATSER

4.1.1 *Anbefaling til KILE-satser*

Basert på resultatene fra spørreundersøkelser og caseintervjuer er det utarbeidet anbefalinger til nye KILE-satser (kostnadsfunksjoner) for følgende kundegrupper:

- Husholdninger
- Industri
- Handel og private tjenester
- Offentlige tjenester
- Eldrevne prosesser

Vi anbefaler at de estimerte avbruddskostnadene og justeringsfaktorene for avbruddstidspunkt og varslings fra 2010-undersøkelsen benyttes som grunnlag for NVEs oppdatering av KILE-satser. Vi anbefaler også at NVE implementerer kostnadsfunksjonene for undergruppene innen eldrevne prosesser.

Jordbruk

Det foreligger ikke nye resultater for kundegruppen jordbruk i 2010-undersøkelsen. Vi anbefaler derfor at NVE implementerer KILE-satser som viderefører de prosentvise justeringene for avbruddstidspunkt som man hadde i 2002-undersøkelsen. Når det gjelder det underliggende kostnadsnivået (dvs. kostnadsfunksjonen for referansetidspunktet), anbefaler vi en justering av funksjonene fra 2002.

Fra 1991 til 2002 økte kostnadene for jordbruk mest av alle kundegruppene, noe som ble satt i sammenheng med industrialisering av jordbruket (Samdal m. fl. 2003b). Denne tendensen har trolig fortsatt. Det kan tilsi økt avhengighet av elektrisitet i jordbruket og økte kostnader ved avbrudd også fra 2002 til 2010.

Noen nøkkeltall for utviklingen i jordbruket 2002-10 kan danne grunnlag for noen vurderinger av hvordan en justering bør gjøres. Ifølge SSBs nasjonalregnskap, økte elforbruket i perioden med 1 prosent, bruttoproduktet med 11 prosent, mens antall årsverk avtok med 24 prosent. Produksjonen ble med andre ord mer el-intensiv. Det kan tilsi økte avbruddskostnader. På den andre siden gikk prisindeksen på bruttoproduktet ned med 5

prosent, noe som trekker i motsatt retning. Denne typen vurderinger gir ikke grunnlag for store justeringer fra 2002-anslaget.

På bakgrunn av en vurdering at DW-anslag er det som gir best grunnlag for de reelle kostnadene innen næringsvirksomhet, foreslår vi en ren prisjustering av DW-anslaget for jordbruket fra 2002.

Dette gir en normalisert avbruddskostnad i referansescenarioet i jordbruk som er drøyt 15 prosent av kostnaden i industrien ved 1 times avbrudd, stigende til omtrent 30 prosent ved et 24 timers avbrudd.

Eldrevne prosesser

Vi anbefaler at kundegruppen eldrevne prosesser deles inn i følgende fire kundegrupper: Metall, gass/raffineri, treforedling og kjemisk. Merk at de estimerte kostnadsfunksjonene for de fire kundegruppene ikke omfatter bedrifter som produserer ferrolegeringer, jern og stål og sement. Heller ikke 2002-undersøkelsen (Samdal m. fl., 2003 a, b, c) hadde med bedrifter innenfor disse næringene i sitt utvalg, og det er derfor ikke mulig å utarbeide kostnadsfunksjoner på basis av resultater fra 2002-undersøkelsen. Da aluminium og nikkel, til forskjell fra hva som er tilfellet med produksjonen i de ovennevnte næringene, produseres ved elektrolyseprosesser, er det ikke rimelig å plassere de aktuelle næringene under kundegruppen metall. Heller ikke petroleumsrelatert virksomhet og treforedling antas å være representative for kostnadene for denne typen bedrifter, da produksjonsprosessene typisk vil være svært ulike. Vi anbefaler derfor at en legger kostnadsfunksjonen for kjemisk industri til grunn også for bedrifter som produserer ferrolegeringer, jern og stål samt sement. Dette innebærer kostnader ved et avbrudd på 1 time som er vesentlig høyere enn for treforedling, men langt lavere enn kostnadene innen metallproduksjon.

Kundegruppen eldrevne prosesser skiller seg ut fra de resterende kundegruppene ved at det tar en del tid før produksjonsprosessen går som normalt igjen etter et avbrudd. Varigheten på opptappingsprosessen etter et avbrudd varierer med varigheten på avbruddet, da en lengre stans kan kreve en annen oppstartsmetode og ofte lengre opptappingstid enn et kortvarig avbrudd. Vår metode med casestudier av bedrifter med eldrevne prosesser gjør at vi har identifisert "knekkpunkter" i bedriftenes kostnadsfunksjoner, det vil si avbruddsvarigheter der de normaliserte avbruddskostnadene gjør store, diskontinuerlige, sprang. Se Bjørk m. fl. (2012c) for en nærmere beskrivelse av kostnadsfunksjonene for bedrifter med eldrevne prosesser.

Det er en viss usikkerhet knyttet til det nøyaktige tidspunktet for når kostnadene gjør disse sprangene. Vi har vurdert om en glatting av funksjonene rundt disse knekkpunktene kan være hensiktsmessig, men vi har konkludert med å ikke anbefale slik glatting. Grunnen er at brattheten i de glattede kostnadsfunksjonene rundt disse knekkpunktene uansett ville blitt svært høy. Selv med glatting ville derfor små variasjoner i varighet rundt disse knekkpunktene uansett få store konsekvenser for de normaliserte avbruddskostnadene.

Tabell 4.1 viser de anbefalte kostnadsfunksjonene for de fire undergruppene metall, kjemisk, gass/raffineri og treforedling.

Tabell 4.1 *Anbefalte kostnadsfunksjoner for de fire kundegruppene innenfor eldrevne prosesser, kr/kW*

	1 sekund ¹	> 1 sek og < 0,5 timer	≥ 0,5 timer og < 4 timer	≥ 4 timer
Metall	$K = 85$	$K = 88 + 7,5 \cdot t$	$K = 524 + 7,5 \cdot t$	$K = 1572 + 7,5 \cdot t$
	1 sekund ¹	> 1 sek og < 0,5 timer	≥ 0,5 timer og < 3 timer	≥ 3 timer
Kjemisk	$K = 50$	$K = 93 + 1,7 \cdot t$	$K = 138 + 1,7 \cdot t$	$K = 169 + 1,7 \cdot t$
	1 sekund ¹	> 1 sek og < 12 timer	≥ 12 timer	
Gass og raffineri	$K = 32$	$K = 53 + 3,7 \cdot t$	$K = 112 + 3,7 \cdot t$	
	1 sekund	> 1 sek og < 6 timer	≥ 6 timer	
Treforedling	$K = 25$	$K = 25 + 4,4 \cdot t$	$K = 48 + 4,4 \cdot t$	

1) Kostnaden er basert på kostnaden ved spenningsdipp.

Kostnadsfunksjoner for øvrige kundegrupper

Vi har utarbeidet anbefalte kostnadsfunksjoner for KILE-ordningen basert på lineær interpolering mellom avbruddsvarighetene det er beregnet normaliserte avbruddskostnader for i kapittel 2.

For avbrudd kortere enn ett minutt, har vi lagt til grunn konstant kostnad per kW tilsvarende estimert kostnad for kortvarige underspenninger, der våre estimat er lavere enn avbruddskostnadene for ett minuts avbrudd. Det er tilfellet for Handel og private tjenester og Offentlige tjenester. For husholdninger og industri var normalisert kostnad ved spenningsdipp marginalt høyere enn ved ett minuts avbrudd. Vi har for disse kundegruppene lagt til grunn at normaliserte kostnader for avbrudd inntil ett minutt er lik kostnaden ved ett minuts avbrudd.

Våre anbefalte kostnadsfunksjoner er på denne bakgrunn presentert i Tabell 4.2.

Tabell 4.2 *Anbefalte kostnadsfunksjoner for kundegrupper utenom eldrevne prosesser, kr/kW*

	< 1 min	≥1 min og <1 t	≥1 t og < 4t	≥ 4t og < 8t	≥ 8 t og < 24 t
Husholdninger	$K = 0.1$	$K = 0.1 + 4.9 \cdot t$	$K = 5 + 10.3 \cdot (t-1)$	$K = 36 + 12.5 \cdot (t-4)$	$K = 86 + 6.1 \cdot (t-8)$
Industri (eks. eldrevne)	$K = 33$	$K = 33 + 83 \cdot t$	$K = 116 + 80.7 \cdot (t-1)$	$K = 358 + 54.5 \cdot (t-4)$	$K = 576 + 35.8 \cdot (t-8)$
Handel og private tjenester	$K = 16$	$K = 27 + 165 \cdot t$	$K = 192 + 89.3 \cdot (t-1)$	$K = 460 + 138.5 \cdot (t-4)$	$K = 1014 + 100.4 \cdot (t-8)$
Offentlige tjenester	$K = 7$	$K = 59 + 111 \cdot t$	$K = 170 + 27.3 \cdot (t-1)$	$K = 252 + 50.8 \cdot (t-4)$	$K = 455 + 17.3 \cdot (t-8)$
Jordbruk	$K = 5 + 14 \cdot t$	$K = 5 + 14 \cdot t$	$K = 19 + 15.3 \cdot (t-1)$	$K = 65 + 14 \cdot (t-4)$	$K = 65 + 14 \cdot (t-4)$

Note: t er avbruddets varighet i timer.

En grafisk presentasjon av alle de anbefalte kostnadsfunksjonene er vist i Vedlegg 2.

Betydning av avbruddskjennetegn

Tabell 4.3 gir anbefalte prosentvise avvik fra avbruddskostnaden i referansescenarioet som følge av endring i avbruddskjennetegn. Prosentvis endring for jordbruk er basert på resultater fra 2002-undersøkelsen.

Tabell 4.3 *Anbefalte prosentvise avvik fra avbruddskostnaden i referansescenariot som følge av endring i avbruddskjennetegn*

Kjennetegn	Verdi	Hushold	Industri	Handell/private tjenester	Offentlige tjenester	Eldrevne prosesser	Jordbruk
Klokkeslett	Kl. 18	-31	-86	-71	-69	0	4
	Kl. 02	-60	-88	-89	-57	0	-17
Ukedag	Lørdag	7	-87	-55	-70	0	6
	Søndag	7	-86	-89	-71	0	14
Årstid	Vår	-43	-13	0	-33	0	3
	Sommer	-56	-14	2	-49	0	-14
	Høst	-25	-12	6	-42	0	2
Varsling	24 timer	-45	-45	-17	-9	0	-16
	3 døgn	-48	-50	-30	-18	0	
	7 døgn	-49	-51	-34	-20	0	

4.1.2 Oppdatering av KILE-satser

Over tid kan teknologiske og sosioøkonomiske forhold endre seg, noe som kan føre til at kostnadene ved avbrudd og spenningsforstyrrelser endres over tid. I delprosjekt A5 Drivkrefter bak endringer har vi analysert betydningen av ulike faktorer som kan tenkes å påvirke utviklingen i de normaliserte avbruddskostnadene over tid. Resultatene er dokumentert i Bjørk og Bowitz (2012).

Husholdninger

For husholdningene finner vi vesentlig lavere normaliserte kostnader hvis husholdningen bor i by enn på landet, lavere kostnader hvis boligen er bygd etter 2000, høyere kostnader desto høyere inntektsnivået er og lavere kostnad desto høyere årlig elforbruket er (et mål på husholdningens el-intensitet).

Vi anser imidlertid at selv om effektene er statistisk signifikante, har disse faktorene i det store og hele endret seg såpass lite over siste tiårsperiode, at betydningen for de gjennomsnittlige avbruddskostnadene må sies å være liten.

På bakgrunn av at økt inntektsnivå hos husholdningene øker både absolutte avbruddskostnader og elforbruket over tid, anbefaler vi at normaliserte avbruddskostnader årlig bare justeres med økningen i konsumprisindeksen.

Industri

For industri (utenom eldrevne prosesser) finner vi at normaliserte avbruddskostnader er vesentlig høyere i små bedrifter (20 ansatte eller mindre) enn i øvrige bedrifter. I tillegg finner vi en relativt liten, men statistisk utsagnskraftig effekt av elintensitet; jo høyere elforbruk per ansatt, desto lavere er normalisert avbruddskostnad.

Grunnet en relativt liten endring i elintensitet i perioden 2007-2011 synes ikke denne faktoren å være viktig for å justere kostnadsestimatene innenfor en tidsperiode på 5-10 år. Heller ikke andelen små bedrifter har endret seg vesentlig over tid. Dermed blir det mindre viktig å ta hensyn til disse variablene i årlige oppdateringer av KILE-satsene.

For industrien har imidlertid prisveksten på de varer som produseres, gjennomgående vært klart høyere enn den generelle prisutviklingen i samfunnet, målt ved konsumprisindeksen. For perioden 2000-2010 har prisene økt om lag 40 prosent mer enn konsumprisene, noe som må antas å ha bidratt til en økning i normaliserte avbruddskostnader i samme størrelsesorden.

Kostnadene for kundegruppen industri foreslås derfor oppdatert med prisindeksen for bruttoproduktet.

Handel og private tjenester

Også for handel og private tjenester finner vi en relativt liten negativ effekt av elintensitet. Grunnet en relativt liten endring i elintensitet i perioden 2007-2011 synes ikke denne faktoren å være viktig for å justere kostnadsestimatene årlig.

For handel/private tjenester anbefaler vi at de normaliserte kostnadene årlig justeres med prisindeksen for bruttoproduktet.

Offentlige tjenester

Også for offentlige tjenester finner vi en relativt liten negativ effekt av elintensitet, og en relativt liten endring i elintensitet i perioden 2007-2011.

På bakgrunn av at avbruddskostnadene for offentlige tjenester er kvantifisert på basis av tapt arbeidstid ved avbrudd, anbefaler vi at de normaliserte kostnadene for offentlige tjenester årlig justeres med veksten i lønnskostnadene per timeverk for offentlig ansatte.

Eldrevne prosesser

For industribedrifter med eldrevne prosesser er utviklingen i produktpriser en viktig faktor for utviklingen i kostnadene. Eldrevne prosesser har den sterkeste, men også mest varierende prisveksten i perioden 2000-2011. I tiårsperioden vokste prisindeksen for denne gruppen bedrifter med ca 120 prosent, eller i gjennomsnitt drøyt 7,5 prosent årlig. Kostnadene for kundegruppen eldrevne prosesser foreslås derfor oppdatert med utviklingen i prisindeksen for bruttoproduktet. På grunn av særlig store årlige svingninger i prisene på produkter fra eldrevne prosesser, anbefales en glatting der prisutviklingen i flere år tas hensyn til.

Jordbruk

Det foreslås at de normaliserte kostnadene oppdateres basert på prisindeksen for bruttoproduktet. I den grad denne prisindeksen er kjennetegnet av store årlige svingninger, kan et gjennomsnitt for de siste årene benyttes.

4.2 INFRASTRUKTUR

I spørreundersøkelsen rettet mot handel/private tjenester og offentlige tjenester skal i prinsippet alle typer kritiske infrastrukturer og samfunnsfunksjoner være representert. Unntak er bedrifter innenfor transport og sykehus, som ikke var med i populasjonen for disse undersøkelsene, da disse virksomhetstypene var omfattet av casestudiene for infrastruktur.

Når det gjelder offentlige tjenester som sykehus, sykehjem og andre personrettede tjenester, anser vi at å basere anslagene på tapte timeverk er en akseptabel, men selvsagt svært usikker, tallfestingsmetode. Denne typen infrastruktur anser vi således rimelig godt dekket i anslagene for offentlige tjenester og handel/private tjenester.

Men for flere av øvrige infrastrukturer der elektrisitet driver utstyr som gir direkte tjenester til alle brukere som er tilkoblet, eksempelvis ekomtjenester (internett, mobiltelefoni og fasttelefoni), vannverk, avløp, vil svarene fra spørreundersøkelsen i liten grad fange opp kostnadene for samfunnet i den grad avbrudd i elektrisitetsforsyningen fører til at tilgangen til disse infrastrukturene/funksjonene hindres. Grunnen er (selvsagt) at konsekvensen for brukerne/kundene er langt større enn verdien av de tapte salgsinntektene (i den grad det er slike tap) for virksomheten.

De 2 casestudiene som er gjort av vannverk gir normaliserte kostnader som er i området 3 til 6 ganger høyere enn de estimerte kostnadene for handel og private tjenester i gjennomsnitt. Men undersøkelsen har ikke gitt grunnlag for kvantitative estimat på nivået for disse kostnadene, og langt mindre hvordan disse kostnadene varierer med varighet og andre avbruddskjennetegn. Denne undersøkelsen gir således ikke grunnlag for å skille ut kritiske infrastrukturer ut som noen egen gruppe i KILE.

Generelt er det et resultat fra økonomisk reguleringsteori at eksterne effekter bør reguleres så nær "kilden" som mulig, dvs. der den eksterne effekten oppstår. Overført til tilfellet med avbrudd i elektrisitetsforsyningen til leverandører av ekomtjenester tilsier det at samfunnets verdi av at ekomtjenester opprettholdes og har høy leveringskvalitet, bør ivaretas gjennom reguleringer av disse tjenestene direkte. Det kan skje i form av direkte reguleringer av for eksempel krav til reservekapasitet på basestasjoner i mobilnettet, eller det kan skje i form av økonomiske incentiver for operatørene av mobilnettet, der "ikke leverte mobilsamtaler" tilordnes satser for samfunnsøkonomiske kostnader på line at avbrutt effekt i elektrisitetsforsyningen er underlagt KILE-satser. Altså en ordning for ekomnettet som ligner KILE-ordningen for elektrisitetsnettet. Vi går ikke nærmere inn på hvordan slike incentivreguleringer kan utformes.

En strengere direkte regulering av ekomtjenester, for eksempel ved krav om økt reservekapasitet på basestasjoner, vil føre til at trafikken i nettet i større grad kan opprettholdes enn hva som er tilfellet i dag. Det ville redusere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen til basestasjonene. Dermed vil strengere direkte regulering av leveringskvaliteten i ekomnettene redusere den samfunnsøkonomiske kostnaden ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen til disse nettene. Dette reduserer betydningen av at vår undersøkelse undervurderer kostnadene for samfunnet ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen til kritisk infrastruktur/samfunnsfunksjon. Det blir da også mindre viktig å skille slike elektrisitetskunder ut som egne kundegrupper.

4.3 SVÆRT LANGE AVBRUDD

I dag er det i paragraf 9A-2 i Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering mulighet for sluttbrukere til å kreve utbetalt et beløp for svært langvarige avbrudd. Dette kommer i tillegg til nettselskapets KILE-kostnad ved disse avbruddene. I dag er satsene 600 kroner for avbrudd inntil 24 timer, 1400 kr for avbrudd mellom 24 og 48 timer, 2700 for avbrudd 48-72 timer og et ytterligere tillegg for hver ytterligere påbegynte 24-timersperiode avbruddet varer.

Som følge av at reguleringen er i absolutte kroner, er disse beløpene trolig bare av praktisk betydning for husholdninger. For bedrifter med større forbruk, vil disse beløpene trolig være så små at få bedrifter vil kreve disse beløpene fra nettselskapet.

Undersøkelsen gir ikke direkte informasjon om kostnadene ved avbrudd med varighet over 24 timer. Det kan være aktuelt for NVE å justere disse satsene i på samme måte som KILE-satsene for husholdningene, dvs. med konsumprisindeksen.

4.4 GEOGRAFISK SVÆRT UTBREDTE AVBRUDD

Kostnadene ved avbrudd som rammer et stort geografisk og befolkningsmessig område, for eksempel en hel by, vil innebære noe høyere kostnader per kW enn om avbruddet rammet et lite område. Men for avbrudd av gjennomsnittlig lengde (i størrelsesorden inntil 4 timer), tyder våre tentative resultater på at ekstrakostnaden per kW er av relativt beskjeden størrelse. Det synes å være kostnadene ved avbrudd innen handel og privat tjenesteyting som blir høyere hvis et avbrudd av denne varighet rammer et større område.

Dersom dette geografiske aspektet skulle vurderes innarbeidet i KILE-ordningen, må statistikkgrunnlaget kunne identifisere slike avbrudd, og kostnadene ved dette ses i sammenheng med gevinsten ved bedre KILE-satser. Siden våre resultater indikerer at disse merkostnadene er av moderat eller liten størrelsesorden ved avbrudd på under 24 timers varighet anser vi at det bør vurderes nøye hvorvidt man skal forsøke å innarbeide denne typen kostnader i incentivreguleringen av leveringskvalitet.

5 SPENNINGSFORSTYRRELSER

5.1 KOSTNADER

Eldrevne prosesser

De fleste bedriftene med eldrevne prosesser har problemer med spenningsforstyrrelser, særlig kortvarig underspenning (spenningsdipp). Bedriftene opplyser at produksjonen stopper når underspenningen er større enn visse kritiske nivåer og varigheter. Produksjonsstans medfører kostnader i form av tapt produksjon under ofte tidkrevende oppstarts- og opptrappingsprosesser.

Gitt at spenningsdipp medfører produksjonsstans, og at oppstartsprosessen kan starte øyeblikkelig etter en spenningsforstyrrelse (dipp), anslås kostnader som vist i Tabell 5.1. Merk at det er individuelle forskjeller i kritiske nivåer også mellom bedrifter innenfor samme kundegruppe.

Tabell 5.1 Kostnader i kr/kW som følge av en spenningsdipp og kritiske nivåer

Kundegruppe	Kostnad ved spenningsdipp Kr/kW	Kritisk spenningsnivå %	Kritisk varighet ms
Metall ¹⁾	0,3	-	-
Gass og raffineri	31,8	70 – 80	0 – 100
Treforedling	24,8	60 – 70	0 – 100
Kjemisk	49,8	40 – 60	100 - 150

1) Estimatet er basert på kostnadsestimatet for aluminiumsbedriftene pga manglende data for øvrige metallbedrifter.

En spenningsforstyrrelse kan også medføre kostnader for bedriftene som følge av slitasje eller skader på bedriftens maskiner eller utstyr. Denne kostnaden er usikker, og vil også variere fra tilfelle til tilfelle. Denne eventuelle ekstra kostnaden har ikke bedriftene kunnet tallfeste, og er ikke inkludert i estimatet i tabellen.

Industri og tjenester

Kostnadsestimat ved spenningsforstyrrelser som rammer industri, handel og private tjenester samt offentlige tjenester er vist i Tabell 5.2.

Tabell 5.2 Normaliserte samfunnsøkonomiske kostnader i kr/kW som følge av spenningsforstyrrelser

Type spenningsforstyrrelse	Industri	Handel og private tjenester	Offentlige tjenester
Kortvarig underspenning	35	16	7
Kortvarig overspenning	119	7	37

Ifølge resultatene medfører kortvarig underspenning samme eller lavere kostnad målt i kr/kW enn et ikke varslet avbrudd på 1 minutt for alle de tre sektorene. For industri og offentlige tjenester medfører kortvarige overspenninger kostnader som er flere ganger høyere enn kostnadene ved underspenninger, men dette finner vi ikke for handel og private tjenester. Der er den estimerte kostnaden ved kortvarig overspenning derimot lavere enn kostnaden ved kortvarig underspenning. Dette kan synes lite rimelig, all den tid det er overspenninger som erfaringsmessig synes å medføre størst fare for skader på elektrisk utstyr.

Husholdninger

Vi har estimert tre ulike kostnadsanslag som følge av spenningsforstyrrelser. Det ene anslaget er et gjennomsnittsanslag for alle typer spenningsforstyrrelser. Dette kostnadsanslaget er høyere enn den estimerte kostnaden ved et avbrudd på 1 minutt. En viktig grunn til at spenningsforstyrrelser innebærer høyere kostnader enn et kortvarig avbrudd, er at en spenningsforstyrrelse kan medføre skader på elektrisk utstyr eller i verste fall brann (i motsetning til hva som er tilfellet for avbrudd). Vi har i tillegg splittet kostnadsanslaget på underspenninger (spenningsdipp) og på andre spenningsforstyrrelser enn underspenninger (herunder overspenninger). Vi anslår at kostnadene ved kortvarige underspenninger er små. Men våre estimat tyder på at kostnadene ved overspenninger og andre spenningsforstyrrelser enn underspenning i gjennomsnitt er betydelige, jf. Tabell 5.3.

Tabell 5.3 Normaliserte kostnader i kr/kW som følge av spenningsforstyrrelser

Type spenningsforstyrrelse	Normaliserte kostnader, kr/kW
Alle typer spenningsforstyrrelser	2,90
Underspenninger	0,12
Andre forstyrrelser enn underspenninger	6,88

5.2 REGULERING AV SPENNINGSFORSTYRRELSE

Det er allerede i dag relativt store kostnader som følge av spenningsforstyrrelser, i betydelig grad innen kraftkrevende industri, men også i andre sektorer. Det er sannsynlig at emisjonsnivået fra elektrisk utstyr og apparater vil kunne øke i framtiden, slik at spenningskvaliteten svekkes og de samfunnsøkonomiske kostnadene øker.

I tillegg til utfordringer og problemer med en del nytt utstyr, skyldes en del av problemene med spenningsforstyrrelser i Norge særtrekk ved det norske elektrisitetsnettet. Det norske 230 V nettet har generelt mindre evne til å bevare spenningskvaliteten når nettkundene i økende grad installerer emitterende utstyr, enn det som er tilfellet i mange andre land i Europa.

Dagens regulering

Spenningskvaliteten reguleres gjennom Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet. Reguleringen er basert på at kundene eventuelt klager over spenningskvaliteten. Der det ved målinger godtgjøres at grenseverdier i forskriften ikke opprettholdes, pålegger forskriften den som har forårsaket problemet, å utbedre forholdet uten ugrunnet opphold. I mange tilfeller vil dette gjelde nettselskapene, men plikten vil også gjelde for øvrige aktører, også sluttbrukere. Sluttbrukere som plikter å gjennomføre utbedringer i henhold til forskriften må selv betale for dette. Forskriften inneholder en rekke grenseverdier for ulike typer spenningsforstyrrelser (kapittel 3 i forskriften). Krav til maksimalt antall kortvarige underspenninger (spenningsdipp) er i dag regulert i leveringskvalitetsforskriften, men ikke differensiert etter underspenningenes dybde og varighet.

Forskriftens mål er å sikre spenningskvaliteten til lavest mulige samfunnsøkonomiske kostnader. Det gjør den ved å kreve at den som er opphav til forstyrrelsen også skal bekoste tiltak for å utbedre problemet, enten dette er nettselskapet eller en kunde med emitterende utstyr. I praksis kan det ofte være vanskelig å identifisere kunder som har slik "skyld" og det kan ofte bli en diskusjon rundt hvorvidt nettet er for svakt eller kundens last for kraftig med hensyn til for eksempel store startstrømmer på motorer som startes og stoppes ofte.

Energi Norges standard nettleieavtale sier at "nettet skal tåle vanlig bruk av godkjent utstyr fra kunden, inkludert bruk av ny teknologi/utstyr som er utbredt i husholdninger.

Dersom kunden ønsker å bruke annet utstyr som krever større effektuttak eller som vil kunne være til sjenanse eller skade for den tekniske drift av nettet, for nettselskapet eller andre kunder, skal bruken av slikt utstyr godkjennes av nettselskapet før tilkopling”.

Hvor god er dagens regulering?

En samfunnsøkonomisk optimal regulering tilsier en optimal fordeling av tiltak mellom nettet og kunden. Kostnadene ved tiltak i nettselskapene for å motstå økt emisjon av spenningsforstyrrelser fra elektrisitetskunder er usikre, men kan bli høye, jf. SINTEF (2012). Samfunnsøkonomisk sett bør tiltak i nettet sammenliknes med tiltak hos brukerne av elektrisk utstyr, herunder kostnader disse eventuelt har ved å bruke mindre emitterende utstyr. I dag sikres dette i prinsippet ved at forskriften sikrer at nettkunden må betale for disse tiltakene, dersom det kan godtgjøres at spenningsproblemene skyldes at kunden ikke benytter ”vanlig godkjent utstyr” (Energi Norges standardavtale for nettleie og vilkår for tilknytning). Det kan stilles spørsmål om denne reguleringen er god nok.

I prinsippet kunne en tenkt seg at Norge ikke godkjente utstyr med svært hyppige og kraftige variasjoner i laststrømmen, for å begrense emisjon til nettet. Men siden godkjenning av slikt utstyr skjer i henhold til internasjonale standarder, og EUs konkurranseregler trolig gjør det svært vanskelig eller umulig å forskjellsbehandle mellom ulike typer elektrisk utstyr, er dette trolig en lite farbar vei å gå.

Et spørsmål er hva som er den juridiske stillingen til Energi Norges standard nettavtale. Hvor utbredt må en teknologi være for at den skal defineres som ”utbredt” i henhold til denne avtalen? Hurtigvarmere for varmt vann og jordvarmepumper er teknologier som allerede er i bruk i et visst, og økende, omfang, og som gir spenningsproblemer. Det kan spørres om avtalen kombinert med forskriften gir mulighet for annet enn i en viss grad å forsinke at kundene installerer slikt utstyr. Når tilstrekkelig mange har slikt utstyr, kan det jo defineres som ”utbredt”, og avtalen kan dermed synes å fritta kunden for ansvar for forstyrrelser kunden påfører andre.

Et spørsmål er hvorvidt man kan tenke seg at kunden må betale anleggsbidrag (for forsterkning av nettet) for å få lov å ta i bruk spesielt forstyrrende utstyr og apparater.

Hvordan påvirke kundenes utstysbruk?

Tekniske krav til nettkvalitet i forskriften kombinert med at myndighetene ikke kan begrense kundenes bruk av nytt og emitterende utstyr, kan altså føre til kostbare tiltak i nettet. Et viktig spørsmål er om en litt annen utstysbruk hos kundene ville gitt mindre samlede samfunnsøkonomiske kostnader. Med samfunnsøkonomiske kostnader mener vi her summen av tiltakskostnader i nettet og av tiltakskostnader pluss ulempekostnader pga bruk av mindre hensiktsmessig utstyr hos kunden. Reguleringsutfordringen er å gi kundene motiver for å benytte mindre emitterende utstyr eller installere kompenserende utstyr.

Forskriften om leveringskvalitet har en passus om at kunden omfattes av forskriften (§2-1). Det innebærer at det kan være at det er kunden som må sørge for (dvs. betale for) nødvendige tiltak for å utbedre kvaliteten. I prinsippet er således kravet til samfunnsøkonomisk lønnsomhet ivaretatt. Spørsmålet er bare om det for mange kunder og for mange typer utstyr er mulig å identifisere enkelttiltak hos enkeltkunder som gjør det mulig å sette krav til kunden når denne anskaffer nytt, emitterende utstyr.

Noe kan kanskje gjennomføres ved ”myke” reguleringer i form av intensjonsavtaler med store leverandører/foreninger av leverandører om at visse typer utstyr ikke bør benyttes, eventuelt at installatører går i dialog med kunden som skal ha utstyret og spør om de uten større ulemper kan benytte mindre emitterende utstyr.

En annen tilnærming er via anleggsbidrag. Anleggsbidrag kan være aktuelt dersom kunden krever økt uttak fra nettet i form av økning i størrelsen på overbelastningsvernet. Dette meldes trolig vanligvis til selskapene i dag. Elektrisitetskunder som installerer emitterende utstyr (for eksempel pga raske variasjoner i laststrøm) og dermed installerer nye sikringer som tåler slikt utstyr kan tenkes å måtte betale nettselskapet et beløp for å reflektere selskapets økte kostnader knyttet til å sikre tilfredsstillende spenningskvalitet. For små kunder kan dette være vanskelig å gjøre i praksis. Et spørsmål er om dagens forskrifter hjemler en slik regulering.

En mindre radikal regulering er å innføre meldeplikt til nettselskapet for installatører hvis kunder øker elektrisitetsuttaket (sikringsstørrelse), og at nettselskapet går i dialog med kunden om han/hun eventuelt kan benytte mindre emitterende utstyr. God informasjon til kundene om konsekvensene av teknologivalg er i alle fall sentralt. En utfordring er at en slik dialog kan komme for sent; etter at kunden har bestemt seg for eller faktisk har kjøpt inn utstyret.

Virkemidler overfor kunder som bruker mye elektrisitet

Argumentasjonen over gjelder mindre kunder. For store kunder som påfører nettet spenningsforstyrrelser bør det være mulig å identifisere disse kundene på bakgrunn av målinger utløst av klager på spenningen fra andre nettkunder. Dersom det kan identifiseres at spenningsproblemene kommer av nytt utstyr hos en kunde, synes dagens forskrift å gi mulighet til å ilegge opphavsbedriften anleggsbidrag.

Men innenfor næringsvirksomhet er det kanskje også vanskelig å argumentere for at utstyret er nytt (jf. nettleieavtalen), og dermed også vanskelig å argumentere for at kunden skal betale anleggsbidrag, eventuelt at kunden benytter mindre emitterende utstyr. Et tredje spørsmål er om det selv for store kunder er en nær sammenheng mellom nytt utstyr hos kunden og spenningsproblemer for andre kunder i nærheten, eller om spenningsforstyrrelser hos nabokunder oppstår uten at man enkelt kan peke på utstyr eller driftsmåter hos andre kunder som "skyldige".

Andre regulatoriske endringer?

Eksisterende regulering gir netteier eller kunde som har/ønsker å ha emitterende utstyr et økonomisk incentiv til å investere i tiltak som reduserer spenningsproblemene i nettet. Incentivet er at det er en risiko for at denne aktøren kan måtte betale for tiltak for å gjenopprette spenningskvaliteten. Spørsmålet er om incentivet er sterkt nok. Det kan være samfunnsøkonomiske argumenter for at den som klager bør få en kompensasjon for ulempene spenningsforstyrrelsen har påført ham/henne, og at dette beløpet bør legges til tiltakskostnadene som den som "er skyld i" forstyrrelsene bør betale.

Et annet regulatorisk virkemiddel kan være å også innføre krav om maksimalt antall spenningsdipp, et fenomen som per i dag ikke er regulert i forskriften. Dette vil i seg selv ikke gjøre det enklere å regulere nettkundene, men kan sies å "tette et hull" i den eksisterende reguleringen.

Oppsummering

Vi tror hovedutfordringen er å balansere tiltak i nettet med tiltak hos kunden (og for den del hos utstyrproducentene). Ulike tiltak, fra myke reguleringer, dialog, informasjonskampanjer med installasjonsbransjen kan være en viktig vei å gå for å sikre at nettkundene ikke tar i bruk mye emitterende utstyr uten at dette nødvendigvis gir så mye større samfunnsøkonomisk nytte enn mindre emitterende utstyr. Reguleringer som på ulike vis ansvarliggjør kundene økonomisk dersom de tar i bruk utstyr som gir økte spenningsforstyrrelser for andre, bør også vurderes grundig.

6 RASJONERING

6.1 KOSTNADER

Hovedtrekk

Et gjennomgående funn er at rasjonering ved rullerende utkoblinger medfører høyere kostnader for samfunnet enn det en kvoterasjonering gjør. Merkostnaden per kWh rasjonert energi ved rullerende utkobling i forhold til kvoterasjonering, er i størrelsesorden 10-20 prosent for de fleste kundegruppene. For eldrevne prosesser er ulempene ved rullerende utkobling så store at bedriftene i praksis vil måtte stenge av hele produksjonen i perioden med rullerende utkobling. For slike kunder vil kvoterasjonering være eneste praktiske alternativ.

Vi har beregnet rasjoneringskostnader per kWh rasjonert energi (normaliserte kostnader) for kvoterasjonering og rullerende utkobling for de ulike kundegruppene. Vi anser dette som grove anslag siden rasjonering er hypotetiske situasjoner få eller ingen av respondentene har erfaring med. Vi anser at kostnadsanslagene for rasjonering også er mer usikre enn kostnadsanslag for avbrudd, som er beregnet i andre rapporter under dette forskningsprosjektet.

De estimerte kostnadene er klart høyest for handel og private tjenester, og lavest for husholdningene, med industri og offentlige tjenester i en mellomstilling, jf. Tabell 6.1. Dette bildet ligner kostnadsbildet for avbrudd.

Tabell 6.1 Kostnader ved 2 ukers rasjonering av elektrisitet. Normaliserte kostnader i kr/kWh rasjonert energi

Kundegruppe	Rullerende utkobling	Kvote 50 %
Husholdninger	2	1,8
Industri (utenom eldrevne prosesser)	30	27
Handel og private tjenester	172	146
Offentlig virksomhet	16	16
Eldrevne prosesser ¹	-	11

1) Kostnaden for eldrevne prosesser er beregnet som et uvektet gjennomsnitt for de fire undergruppene metall (utenom aluminium), gass/raffineri, treforedling og kjemisk. Vi har fjernet aluminium fra denne gjennomsnittsberegningen, da aluminiumsprodusentene ikke kan redusere elektrisitetsforbruket med 50 prosent uten å stanse produksjonen helt med varslings tid på en uke (slik den er i rasjoneringsscenarioet), Aluminiumsprodusentene kan imidlertid opprettholde produksjon med 25 prosents rasjonering med denne varslings tiden, jf. Tabell 6.2. Det er ikke beregnet kostnader ved rullerende utkobling for kundegruppen eldrevne prosesser, da dette rasjoneringsregimet ikke kan anses aktuelt for denne kundegruppen grunnet lange opptrappingsprosesser.

Kompleksiteten i problemstillingen, og det at rasjoneringssituasjoner trolig fortøner seg svært hypotetiske for alle respondentene, gjør at resultatene må tolkes med forsiktighet. Kostnadsestimatet for husholdninger er svært lavt sammenlignet med de andre kundegruppene. En mulig forklaring på dette kan være at husholdningene opplever en rasjoneringssituasjon som en "krisesituasjon", og at de dermed er villige til å godta ulempene denne situasjonen vil påføre dem selv om de egentlig påføres en ulempekostnad. Det foreligger ikke et estimat på kostnader ved rasjonering for kundegruppen jordbruk. Den estimerte kostnaden som følge av et 24 timers avbrudd for kundegruppen jordbruk ligger nærmest den estimerte kostnaden for kundegruppen husholdninger, men er dog omtrent 2 ganger så høy. Vi anbefaler derfor at en dobling av

husholdningenes normaliserte kostnad ved rasjonering bør legges til grunn som et kostnadsanslag for jordbruket.

Dersom en rasjonering forlenges fra to til fire uker, blir ulempene og kostnadene i de to siste ukene klart høyere enn i de to første ukene. Størrelsen på denne merkostnaden varierer mellom 20 og 40 prosent mellom kundegruppene.

Undergrupper innen eldrevne prosesser

Tabell 6.2 viser konsekvensene for de fire undergruppene som følge av en kvoterasjonering der kvoten er henholdsvis 50 og 75 prosent i 2 uker, med varslingstid en uke.

Tabell 6.2 Normaliserte kostnader i kr/kWh rasjonert energi i 2 uker

Kundegruppe	Kvote 50 %	Kvote 75 %
– Metall	29 ¹	13
– Treforedling	1	1
– Kjemisk	3	3
– Gass og raffinering	9	14
Eldrevne prosesser (uvektet gjennomsnitt)	11	8

1) Kostnaden som følge av en kvoterasjonering på 50 prosent for kundegruppen metall inkluderer ikke aluminium, jf. fotnote til Tabell 6.1. Dersom aluminiumsbedriftene blir varslet 1,5 måneder på forhånd, vil de kunne opprettholde produksjon med rasjonering på 50 prosent. Gitt denne forutsetningen, vil rasjoneringskostnaden ved en kvoterasjonering på 50 prosent bli 13 kr/kWh rasjonert energi for metaller. Aluminium er inkludert i kostnadsanslaget ved en kvote på 75 prosent i tabellen.

Kostnadene ved redusert leveringskapasitet (per kWh ikke levert energi) er til dels langt høyere enn dette. En viktig årsak til at kostnadene er høyere ved 2 timers redusert leveringskapasitet enn ved 2 ukers rasjonering (per kWh ikke levert energi), er at opptrappingstiden i mange bedrifter er lang allerede etter 2 timer der elektrisitetsforbruket er redusert med 50 prosent.

I likhet med tilfellet for avbruddskostnadene, anbefaler vi at for bedrifter med eldrevne prosesser som ikke omfattes av gruppene i tabellen over (ferrolegeringer, sement og jern/stål) legges normaliserte kostnader for kjemisk industri til grunn. Vi har ikke funnet grunnlag for å beregne avsningsverdier for de individuelle bedriftene innen eldrevne prosesser.

6.2 REGULERING

Eksisterende regulering

Rammeverket for virkemidler og prioriteringer av tilgjengelig energi under rasjonering er gitt i egen forskrift. En veileder for rasjonering gir bl. a. en anvisning for hvordan aktørene med ansvar for gjennomføring av en rasjonering skal opptre iht. bestemmelsene.

Ifølge forskriften "skal tilgjengelig energi prioriteres etter følgende overordnede hensyn:

- liv og helse,
- vitale samfunnsinteresser innenfor administrasjon og forvaltning, informasjon, sikkerhet, infrastruktur, forsyninger mv. og
- næringsliv og berørte økonomiske interesser.

Ved prioritering av forbruk etter første ledd bør det legges vekt på avsavnsverdier". Avsavnsverdi er i forskriften definert som "den økonomiske verdi av ulempen en kraftforbruker opplever ved å bli rasjonert".

Veilederen inneholder prioriteringslister til bruk ved kvoterasjonering i hhv. 1, 3 eller 5 ukers rasjonering og 10 %, 25 % og 50 % reduksjon av forbruket. Prioriteringslistene er en gjengivelse av estimerte avsavnsverdier i en undersøkelse fra 2005 (INPUT, 2005).

Før rasjonering innføres, skal en rekke tiltak være benyttet, herunder markedsbaserte virkemidler og informasjonskampanjer.

Reguleringsutfordringer

Uten å gå nærmere inn på disse her, er det klart at spørsmålet om når det eventuelt skal iverksettes rasjonering er svært viktig. I tillegg til utfordringen i å bestemme styrken i rasjoneringen, er det utfordrende å gjennomføre en rasjonering i praksis med hensyn til unntak av visse typer kunder fra rasjoneringen. Unntak kan på bakgrunn av forskriften begrunnes i hensynet til liv og helse og vitale samfunnsinteresser.

Ved å unnta mange sluttbrukere fra en rasjonering gjennomført som en sonevis rullerende utkobling, kan det av tekniske grunner vise seg vanskelig å rasjonere sluttbrukere som er lokalisert i nærheten av den prioriterte kunden. Disse sluttbrukerne kan dermed bli "gratispassasjerer" og også bli unntatt fra rasjoneringen selv om dette i utgangspunktet ikke er ønskelig. Muligheten til å gjennomføre en effektiv rasjonering blir dermed mindre, og kan føre til at forbruksreduksjonen for de gjenværende rasjonerte sluttbrukerne blir høyere enn hva den ideelt sett kunne vært. I denne vurderingen er det viktig å kjenne kostnadsforskjellene mellom mild og streng rasjonering (små versus store reduksjoner i energiforbruket i rasjoneringsperioden ved kvoterasjonering).

Implikasjoner for avsavnsverdier

De avsavnsverdiene vi har beregnet gjelder for en mye mer aggregert inndeling i kundegrupper enn hva som ble publisert i INPUT sin undersøkelse, gjengitt i veilederen. Med 150-250 respondenter i hver av disse kundegruppene i vår undersøkelse anser vi at det er vanskelig å forsvare kostnadsberegninger på et mer detaljert kundegruppenivå. Vi anser videre at antall svar som var basis for avsavnsverdiene på de 22 kundegruppene utenom husholdningene i INPUT sin undersøkelse egentlig var for lavt til at svarene kan anses som pålitelige. Vi anser således at våre resultater for avsavnsverdier på relativt aggregert nivå bør legges til grunn for prioriteringene. Som følge av at våre estimerte avsavnsverdier for husholdningene kan synes å underestimere betalingsvilligheten på grunn av "dugnadsånd", kan det vurderes å legge til grunn en høyere avsavnsverdi for husholdningene enn hva som framkommer av vår undersøkelse. En mulighet er å justere opp estimatet slik at forholdet mellom avbruddskostnad ved 24 timers avbrudd og avsavnsverdi (i kr/kWh) er i nærheten av gjennomsnittet for de øvrige kundegruppene vi har analysert.

Vi finner at visse typer infrastrukturer/samfunnsfunksjoner har langt høyere avbruddskostnader enn gjennomsnittet for de kundegruppene disse normalt ville tilhøre (private tjenester og offentlige tjenester). Dette gjelder særlig vannverk, der vi har resultater fra case, men trolig også ekomtjenester. Resultatene tilsier at rasjonering som omfatter slike tjenester vil kunne medføre høye (normaliserte) kostnader for samfunnet. Men hva kostnadene ved avbrudd og rasjonering av elektrisitet til disse sluttbrukerne er, vil i stor grad avhenge av hvilke avbøtende tiltak (reserveforsyning og annet) disse har iverksatt frivillig eller som følge av reguleringer. Siden omfanget av avbøtende tiltak kan endres raskt, vil også rasjoneringskostnadene for disse sluttbrukerne kunne endres raskt. Det er derfor viktig at NVE og de andre aktørene som er ansvarlige for å planlegge

rasjonerings situasjoner holder godt følge med hvor godt disse tjenestene er rustet til å tåle begrensninger i elektrisitetsforsyningen.

Størrelsen på forbruksreduksjonen ved rasjoneringen

En reguleringsutfordring for myndighetene er å avveie kostnadene ved å rasjonere relativt lempelig (kreve liten forbruksreduksjon) på et tidlig tidspunkt, men med risiko for at rasjoneringen i ettertid viser seg å være unødvendig, eller å vente og se og eventuelt å måtte innføre en strengere rasjonering (kreve større forbruksreduksjon) på et senere tidspunkt. I tillegg til å ta hensyn til at rasjoneringskostnadene per dag blir høyere desto lenger rasjoneringen varer, må myndighetene også ta hensyn til at kostnadene per rasjonerte kWh ikke trenger å være den samme ved 25 % rasjonering som ved 50 % rasjonering. I utgangspunktet synes det rimelig å anta at normalisert kostnad er større desto strengere rasjoneringen er.

Den gjennomførte undersøkelsen gir ikke alle resultatene som trengs for å analysere dette spørsmålet. I undersøkelsen er det bare beregnet kostnader ved 50 prosents kvoterasjonering, med unntak av eldrevne prosesser, der vi har tall for både 25 prosents og 50 prosents forbruksreduksjon i rasjoneringsperioden. For eldrevne prosesser finner vi at normalisert kostnad ved 50 prosents forbruksreduksjon er 11 kr per rasjonert kWh, og 8 kroner per rasjonert kWh ved en forbruksreduksjon på 25 prosent. Normalisert kostnad er altså knapt 40 prosent høyere ved 50 prosents rasjonering enn ved 25 prosents rasjonering for denne kundegruppen.

Vi anser at de aktører som planlegger for rasjonering bør vurdere å legge dette forholdstallet til grunn også for øvrige kundegrupper. Det er selvsagt et spinkelt empirisk grunnlag som ligger til grunn for anslaget. Men vi anser likevel at det er god grunn til å anta at mindre kvote (større forbruksreduksjon) gjennomgående gir høyere kostnad per rasjonert kWh. Selv om usikkerheten i dette anslaget må anse som stor, vil det å ikke gjøre noen antakelser om dette forholdstallet (det vil si å anta at det er lik 1) også trolig innebære en feil, og vi anser at feilen vi gjør blir minst ved å legge til grunn en høyere kostnad ved 50 % rasjonering enn ved 25 %.

En mulighet for å etablere bedre anslag kunne være å studere tallene fra INPUT-undersøkelsen nærmere, for å se om man kan trekke noe informasjon ut om betydningen av størrelsen på forbruksreduksjonen ved rasjoneringen for aggregerte grupper av kunder. Ved å gjøre beregninger for aggregerte kundegrupper kan man redusere betydningen av problemet med få observasjoner i INPUT-undersøkelsen. Men igjen er vi usikre på hvor langt man kan komme ved å benytte en slik tilnærming. Ved stikkprøver i resultatene fra INPUT-undersøkelsen finner vi resultater som vi anser som lite plausible.

Lengden på rasjoneringsperioden

Resultatene i den foreliggende undersøkelsen indikerer at avsavnsverdiene blir større desto lengre rasjoneringsperioden varer. Våre anslag tyder på at kostnadene for de tre kundegruppene industri (ekskl. eldrevne prosesser), handel og private tjenester og offentlige tjenester er henholdsvis 33, 21 og 28 prosent høyere i en eventuell ny toukersperiode med rasjonering enn de er i en første toukersperiode med rasjonering. Vi anser at disse kostnadsestimatene (eventuelt et gjennomsnitt) bør vurderes lagt til grunn i forskrift eller veileder. For husholdningene eksisterer det ikke noen slike anslag, og i fravær av slike, ser vi ikke noen sterke argumenter mot å benytte en merkostnad ved forlenget rasjonering i samme størrelsesorden som for de øvrige kundegruppene (eventuelt et gjennomsnitt) også for denne kundegruppen.

7 METODIKK FOR OPPDATERING AV KOSTNADSFUNKSJONER

NVE har i forbindelse med prosjektet uttrykt ønske om innspill knyttet til ideer for en noe større oppdatering av kostnadsfunksjonene med lengre mellomrom (5-10 år), uten at det gjennomføres en ny, stor spørreundersøkelse og en så omfattende analyse som i dette prosjektet.

I kapittel 4 i presenteres anbefalinger om hvordan kostnadsestimatene bør oppdateres årlig, på bakgrunn av endringer i aggregerte data for priser og kostnader.

I løpet av 5-10 år kan imidlertid også andre variabler som påvirker avbruddskostnadene ha endret seg vesentlig, slik at estimatene oppdatert bare med pris- og kostnadsvekst i mindre grad gjenspeiler de faktiske avbruddskostnadene.

For det første bør man ved hjelp av registerdata (offisiell statistikk) etter 5-10 år kontrollere for om de variablene som er identifisert som drivkrefter i analysen av drivkrefter, har endret seg på en slik måte at estimatene for normaliserte kostnader for kundegruppene (gjennomsnittskostnader) har endret seg. Slike variabler er el-intensiteten for bedrifter og offentlige tjenester, og det gjelder andel småbedrifter i industri ekskl. eldrevne prosesser. Ut fra hvordan disse variablene har endret seg historisk det siste tiåret, tror vi ikke en slik gjennomgang vil påvirke kostnadsestimatene i særlig stor grad framover heller, men det bør selvsagt undersøkes når den tid kommer.

For bedrifter og offentlig sektor vil det være en rekke strukturelle forhold som kan tenkes å påvirke følsomheten for avbrudd og dermed avbruddskostnadene, og som kan endre seg mye i løpet av 5-10 år. Det kan for det første være utbredelsen av reservekapasitet (selv om vi ikke fant slike effekter), men også en lang rekke uobserverbare forhold kan ha endret seg, og som kan ha påvirket avbruddskostnadene. I det hele tatt hvilke varer og tjenester som produseres og hvordan disse avhenger av elektrisitet som innsatsfaktor kan endre seg mye.

Alternativ 1

En forenklet oppdatering kan være å gjøre en ny, forenklet spørreundersøkelse der man gjentar noen av spørsmålene fra den gjennomførte undersøkelsen for noen scenarioer/attributter. Deretter analyseres de langsiktige drivkreftene som ble identifisert i delprosjektet om drivkrefter, for å se hva en kostnadsjustering basert på disse innebærer om kostnadene i referansescenariet. Hvis denne prosedyren gir noenlunde de samme resultatene som kostnadstallene i den nye forenklede spørreundersøkelsen, kan man anta at de framskrevne kostnadstallene for alle attributter er troverdige. Hvis ikke, må NVE avgjøre om det skal foretas en ny undersøkelse. Dette alternativet er trolig den rimeligste løsningen.

Alternativ 2

Dette alternativet innebærer å gjennomføre et nytt FoU-prosjekt lignende det som er gjennomført nå, men med sterkt fokus på ren oppdatering av dataene, der eksisterende spørreskjemaer og spørsmålsstillinger, samt metoder holdes uendret. Det vil trolig også gi en relativt stor ressursinnsparing i forhold til det foreliggende prosjektet, men i mindre grad enn i alternativ 1.

Alternativ 3

De metodiske problemene knyttet til kostnadsestimatene i den foreliggende undersøkelsen varierer en del mellom kundegruppene. I løpet av 5-10 år kan det derfor

være grunn til målrettede undersøkelser rettet mot disse problemene. Det gjelder etter vår vurdering i størst grad estimatene på husholdningenes betalingsvillighet, der metodeutviklingen skjer raskt. Vi mener det også er tilfellet når det gjelder estimatene av den økonomiske verdien av ulempene som kunder/brukere opplever ved at private og offentlige tjenester blir utilgjengelige ved strømbrudd. Vi tror det på ulike tidspunkt framover kan være verdt å foreta pilotprosjekter for å vurdere om resultatene i 2010-undersøkelsen bør justeres hvis man i framtiden benytter bedre metoder. Resultater fra en slik pilotundersøkelse vil kunne benyttes til å justere eksisterende estimat, ikke for endringer over tid i de "sanne" kostnadene, men for at estimatene blir bedre. Alternativ 3 er således ikke egentlig et svar på behovet for forenklede metoder for framtidig oppdatering, men innspill til hvordan NVE kan søke å bidra til en kumulativ kunnskapsøkningsprosess når det gjelder estimering av avbruddskostnader.

REFERANSER

Bjørk, L. F., Bowitz E. og Seem C. (2012a): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – private bedrifter og offentlige tjenester. Rapport fra Energi Norge.

Bjørk, L. F., Bowitz E. og Seem C. (2012b): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – husholdninger. Rapport fra Energi Norge.

Bjørk, L. F., Bowitz E. og Møller U. (2012c): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – bedrifter med eldrevne prosesser. Rapport fra Energi Norge.

Bjørk, L. F., Bowitz E. og Seljeseth, H. (2012d): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser – drivkrefter ved endringer. Rapport fra Energi Norge.

Bjørk, L. F. og Bowitz E. (2012e): Samfunnsøkonomiske kostnader ved rasjonering av elektrisitetsforsyningen. Rapport fra Energi Norge.

Bowitz, E., M. Hofmann, K. Samdal and C. Seem (2010): Assessing socio-economic costs of quality problems in electricity supply – an overview of literature. Rapport fra Energi Norge.

Bowitz, E. og Seem, C.(2012): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen – betydningen av størrelsen på området som rammes. Rapport fra Energi Norge.

ECON, Troll Power (2008): Kostnader ved sviktende leveringskvalitet på elektrisitet - Forprosjekt. ECON rapport 2008-072

DSB (2012): Nasjonalt risikobilde 2012. Rapport fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

Hofmann, M. og G. Kjølle (2012): Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd i elektrisitetsforsyningen til kritisk infrastruktur. Rapport fra Energi Norge.

INPUT (2005): Kartlegging av sluttbrukeres avsavnsverdier ved eventuelle kraftrasjonering i det norske kraftsystemet. INPUT Bergen.

Samdal, K., O. Mogstad, H. Seljeseth: Utvidelse av KILE-ordningen ved inkludering av kortvarige avbrudd, SINTEF Energi AS, April 2007, TR A6517

SINTEF (2012) Håndtering av utfordrende elektriske apparater som tilknyttes elektrisitetsnettet. Rapport SINTEF TR A7203.

VEDLEGG 1: NÆRINGSKODER

Tabellen nedenfor viser fordeling av næringsområder på kundegrupper. Næringsområdene A Jordbruk, skogbruk og fiske og D Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning er ikke inkludert i undersøkelsen.

Tabell 0.1 Inkluderte næringsområder (NACE) i hver kundegruppe

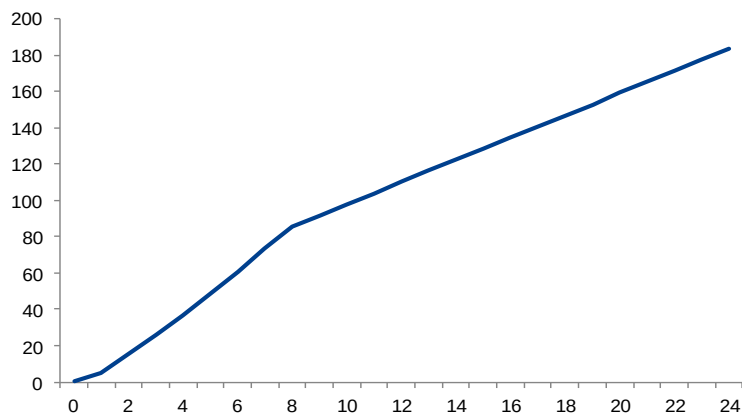
Kundegrupper	NACE	Navn på næringsområder
Industri	B	Bergverksdrift og utvinning
	C	Industri (Ekskludert 17.1, 19.2, 20.1, 23.5, 24.1 og 24.2)
	F	Bygge- og anleggsvirksomhet
Handel og private tjenester	G	Varehandel, reparasjon av motorvogner
	H	Transport og lagring (Ekskludert 49.1 og 49.2)
	I	Overnattings- og serveringsvirksomhet
	J	Informasjon og kommunikasjon
	K	Finansierings- og forsikringsvirksomhet
	L	Omsetning og drift av fast eiendom
	M	Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting
	N	Forretningsmessig tjenesteyting
	R	Kulturell virksomhet, underholdning og fritidsaktiviteter
	S	Annen tjenesteyting
	T	Lønnet arbeid i private husholdninger
	U	Internasjonale organisasjoner og organer
Offentlige tjenester	E	Vannforsyning, avløps- og renovasjonsvirksomhet
	O	Offentlig administrasjon og forsvar, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning
	P	Undervisning (Ekskludert 86.1)
	Q	Helse- og sosialtjenester
Eldrevne - metall	24.4	Produksjon av ikke-jernholdige metaller
Eldrevne – gass og raffineri	6	Utvinning av råolje og naturgass
	19.2	Produksjon av raffinerte petroleumsprodukter
Eldrevne - treforedling	17.1	Produksjon av papirmasse, papir og papp
Eldrevne - kjemisk	20.1	Produksjon av kjemiske råvarer, gjødsel og nitrogenforbindelser, basisplast og syntetisk gummi
	24.1*	Produksjon av jern og stål, samt ferrolegeringer
	23.5*	Produksjon av sement, kalk og gips
Infrastruktur	49.1	Passasjertransport med jernbane
	49.2	Godstransport med jernbane
	86.1	Sykehustjenester

* Kostnadene representeres av kostnadene for kundegruppen kjemisk, men det er ikke inkludert casebedrifter med den aktuelle næringskoden.

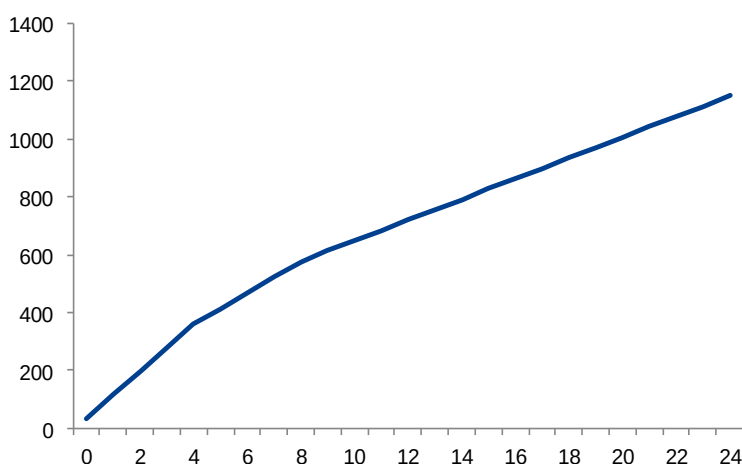
VEDLEGG 2: AVBRUDDSKOSTNADER

Nedenfor viser vi en grafisk illustrasjon av resultatene i kapittel 2 for normaliserte avbruddskostnader som funksjon av avbruddets varighet.

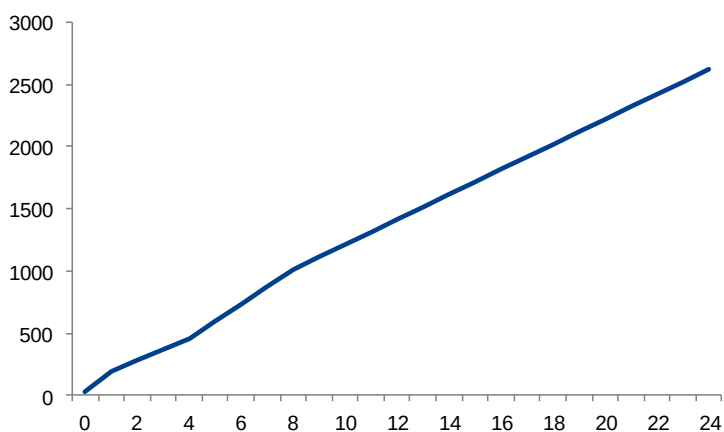
Figur 0.1 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for husholdninger, kr/kW



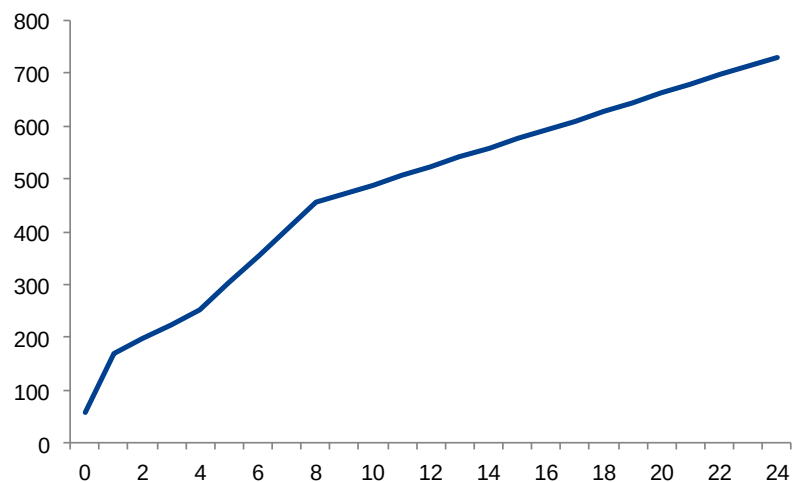
Figur 0.2 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for industri, kr/kW



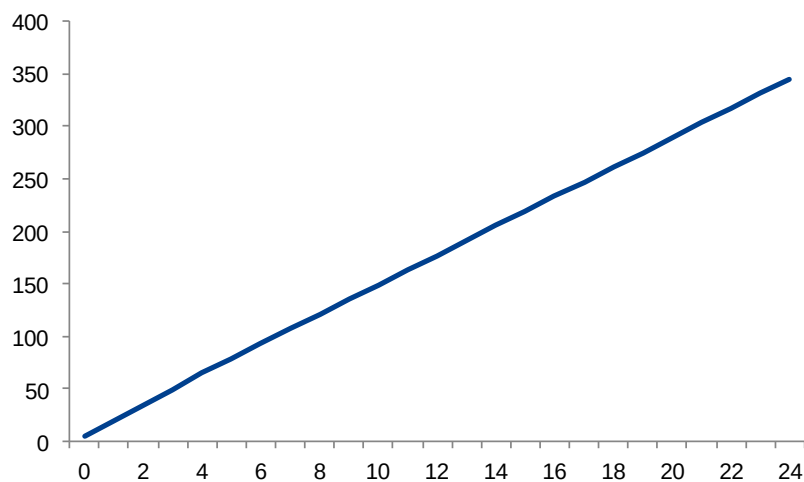
Figur 0.3 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for handel og private tjenester, kr/kW



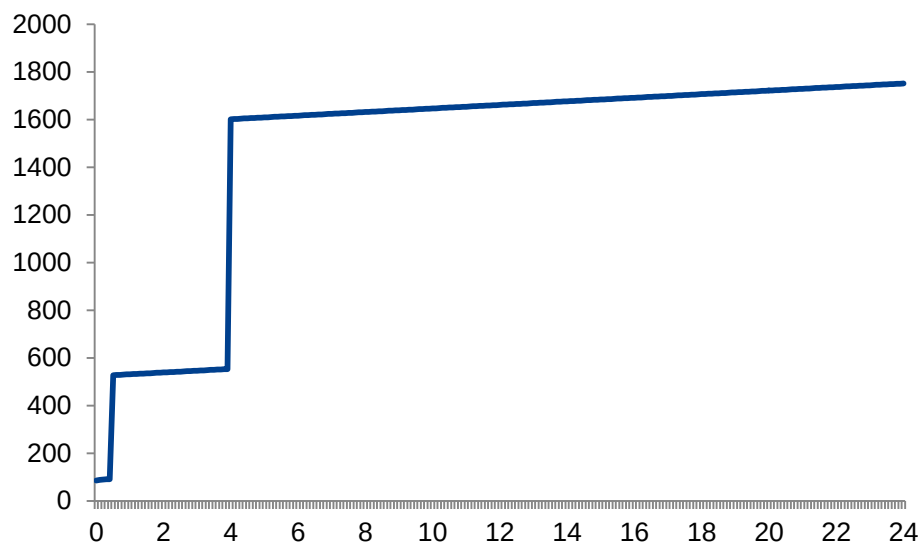
Figur 0.4 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for offentlige tjenester, kr/kW



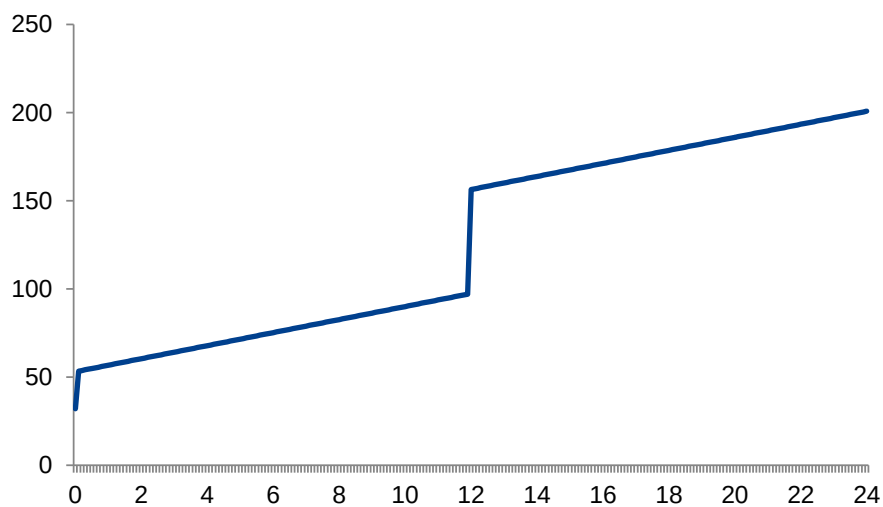
Figur 0.5 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for jordbruk, kr/kW



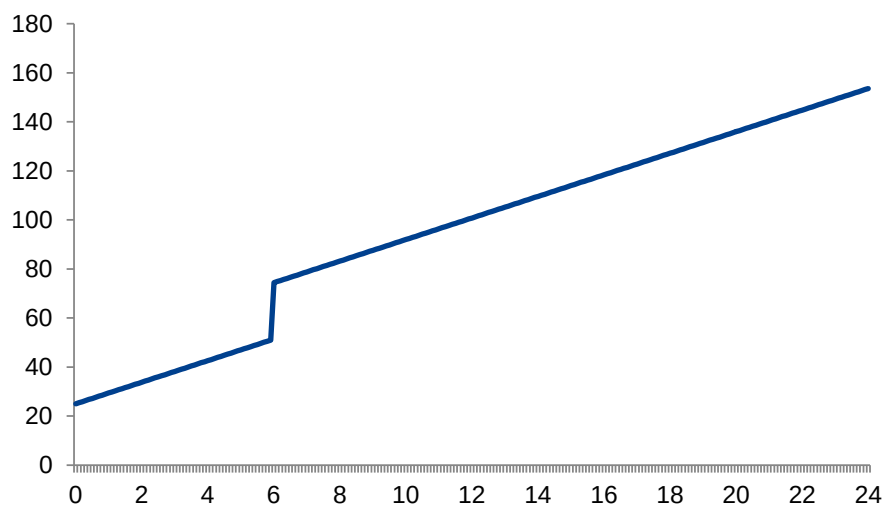
Figur 0.6 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for metall, kr/kW



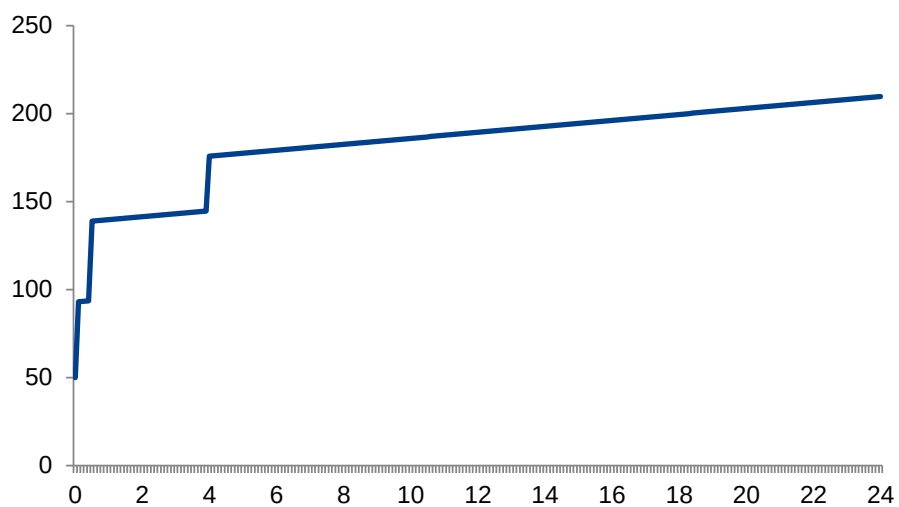
Figur 0.7 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for gass og raffineri, kr/kW



Figur 0.8 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for treforedling, kr/kW



Figur 0.9 Estimerte kostnader på referansetidspunktet for kjemisk, kr/kW





ENERGIKADEMIET | EnergiAkademiet tilbyr kurs og konferanser for energibransjen. Vårt mål er å dekke de behov våre medlemmer og bransjen har for faglig oppdatering, erfaringsutveksling og nettverksbygging.

Våre arrangementer dekker hele verdikjeden, samt støtteområdene HR og økonomi. Målgruppen er både nyutdannede og erfarne.

BEDRIFTSTILPASSEDE KURS | Vi fokuserer på brukervennlige kurs og som et ledd i dette tilbyr vi også å holde skreddersydde kurs hos bedriftene.

NETTBUTIKK | I vår nettbutikk har vi en stor portefølje bestående av forskrifter, publikasjoner, normer, guider og håndbøker, tilgjengelig for løssalg og abonnementsordninger.

Les mer om våre tilbud på vår hjemmeside:

www.energinorge.no/energiakademiet