

AMS-måleren:

Kartlegging og konsekvensanalyse av tilgjengelig utstyr for tilkobling mot HAN-porten



Av: Martin Krister Kvernland og Geirr Utengen

Bachelor i ingeniørfag, Elektro - Elkraft
Innlevert: 19. mai 2019
Hovedveileder: Mohammad Derawi

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for elektroniske systemer

Oppgavens tittel:	Dato: 19.05.2019		
AMS-målerne HAN-port	Antall sider: 182 (inkludert vedlegg)		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Navn: Martin Krister Kvernland og Geirr Utengen			
Veileder: Mohammad Derawi			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Andreas Rosendahl Simonsen (Eidsiva Nett), Jan Bergan (Eidsiva Nett)			

Sammendrag:

I løpet av 2018 fikk alle norske husstander installert nye strømmålere, såkalte AMS-målere. Disse målerne har mulighet for tilkobling av tredjeparts produkter via HAN-porten for utlesing av detaljert forbruk i sanntid. Formålet med denne oppgaven er å undersøke hva som allerede finnes og hva som kommer på markedet av tredjeparts produkter. Videre er formålet med oppgaven å undersøke konsekvensen av slike produkter, for både forbruker og netteier.

De mest interessante aktørene som finnes i markedet med HAN-produkter er intervjuet for å undersøke hvilke produkter som tilbys i dag og hva som kommer i fremtiden. Hva som kommer i fremtiden er spesielt styrt av fremtidig prismodell for nettleie, siden en nødvendig endring i forhold til dagens struktur er varslet av NVE. Ulike produktkategorier er implementert på tre ulike caser ved bruk av kraftsimuleringsverktøy for å finne hvilke konsekvenser netteier vil kunne få. Nødvendige kostnader for netteier er videre estimert ved hjelp av standard priser for utstyr og estimerte arbeidstimer.

For å kunne estimere kundens kostnadsbesparing som følge av slike produkter er en tenkt eksempelkunde med et aktivt styresystem brukt som utgangspunkt. Forenklinger er gjort for å estimere forbruksmønster og lastflytting, før kostnader for ulike fremtidige prismodeller er beregnet ved hjelp av regneark.

15-20 bedrifter leverer i dag eller planlegger å levere HAN-produkter på det norske markedet. Flere av disse gir kun informasjon om aktuelt strømforbruk og det er dermed opp til kunden å justere forbruket. Andre er styringssystemer som tar aktiv kontroll over strømforbruket i husholdningen basert på kundens preferanser kombinert med systemets egne algoritmer.

Casestudiene viser at implementering av HAN-utstyr som fører til styring av energiforbruket helt klart vil ha en positiv effekt hos netteier i form av spart investeringskostnad i oppgradering av utstyr og kraftlinjer.

Kundens gevinst av å ha HAN-utstyr avhenger av hvilken prismodell NVE velger for nettleie. Modellen «målt effekt» vil potensielt gi kunden størst besparelse ved å installere HAN-utstyr.

Stikkord:

AMS-måler
HAN-port
Smart strømmåler
Smarthus



(sign.)

Abstract (engelsk)

Smart energy meters, so-called AMR meters, were installed in all Norwegian households during 2018. The AMR meter has a HAN port for potential third-party products. The HAN port continuously streams information about the current energy consumption in the household. The purpose of this assignment is to analyse which third-party products that is in the market. Further, the purpose is to examine the consequences of these products, both for the consumer and the network company.

The most interesting market players in the HAN product market has been asked to see what they are offering today and what is coming. NVE has announced a necessary change in the existing price model for energy invoicing, which means the future price model will be a governing parameter in terms of coming products. Different categories of products have been implemented on three different cases by use of a power grid simulation software and from that, the necessary grid upgrades are found. Costs for upgrades are found by use of standard prices for equipment together with the estimated manhours.

An average consumer with an active system which controls the electrical appliances is considered to do an estimate of the customer savings. Simplifications are made to estimate the energy consumption pattern and corresponding load shifting. The costs for different price models are calculated in a spreadsheet.

15 to 20 different companies offer HAN products today or are planning to offer in near future. Several of these products only give information about the current energy usage, making the user to decide actual adjustments in the consumption. Other products are automatic control systems and take physically control of the energy consumption based on user preferences.

Case studies show that implementation of HAN products for automatic control of the energy consumption most certainly will have a positive effect to the network company in terms of saved investments on equipment and cable upgrades.

The consumer savings of having a HAN product connected to their AMR meter depends on the future price modelling. The model «measured power» will potentially give the greatest savings.

Forord

Denne rapporten er resultat av et avsluttende prosjekt for 2 studenter ved elektroingeniørstudiet - studieretning elkraft, på NTNU i Gjøvik. Initiativet til prosjektet kom fra Andreas Rosendahl Simonsen hos Eidsiva Nett.

Prosjektet omhandler mulighetene som oppstår som følge av at (nær sagt) alle norske husstander har fått installert smarte strømmålere, såkalte AMS-målere, per 01.01.2019. Det er gjennomført en kartlegging av markedet for utstyr tilkoblet AMS-målerens HAN-port, og deretter er det søkt å forutse hvilke konsekvenser bruken av slikt utstyr kan ha på det lavspente kraftnettet.

Prosessen med å kartlegge en såvidt ny teknologi har vært både krevende og interessant. Den har vært krevende siden en del aktører er svært tilbakeholdende med å oppgi informasjon av konkurransemessige hensyn, samt at informasjon om teknologi og produkter tidvis er ganske begrenset. Videre har utviklingen pågått mens prosjektet ble gjennomført slik at tilgjengelig informasjon er endret i løpet av prosjektperioden. Likevel er det interessant å jobbe med denne nye teknologien fordi en har gleden av å utrede emner få har utbredt kunnskap om, og siden dette er en teknologi som kan vise seg å ha en svært samfunnsnyttig effekt.

Hele prosjektet fra begynnelse til slutt er gjennomført av begge studenter i fellesskap, og det rettes en stor takk til Andreas Rosendahl Simonsen (Eidsiva Nett) og Mohammad Derawi (veileder fra NTNU) som har vært til stor hjelp gjennom hele prosjektet. Videre har også Jan Bergan (Eidsiva Nett) og Tor Arne Folkestad (NTNU) bidratt positivt til prosjektet, og til slutt må vi rette en stor takk til våre kjære kvinnfolk Ruzica og Eldbjørg for tålmodighet og barnepass mens prosjektet har pågått.

Trondheim & Rælingen, 19.05.2019

Martin Kvernland

Geirr Utengen

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Original oppgavebeskrivelse	2
1.2	Problemstilling.....	3
1.2.1	Forsknings spørsmål.....	4
1.2.2	Avgrensninger	5
1.3	Disposisjon	6
1.4	Metode	7
1.4.1	Undersøkelse	7
1.4.2	Case-studier	8
1.4.3	Beregninger kostnadsreduksjon for kunder.....	10
2	Teori.....	13
2.1	HAN-porten, hva er det?	13
2.1.1	Informasjon som strømmes via HAN-porten	14
2.1.2	Utstyr for tilkobling mot HAN-porten	15
2.2	Smarthus	15
2.3	Smart grids.....	18
2.4	Effekter i lavspentnett.....	20
2.4.1	Sammenlagring.....	20
2.4.2	Samtidighetsfaktor	21
2.4.3	Velanders formel	21
2.4.4	Useload.....	22
2.4.5	Knutepunktsanalyse	23
2.5	Oppbygning av lavspent fordelingsnett.....	24
2.6	Elektriske anlegg i bolig	26
2.6.1	Tilknytning til nett og hovedsikring	26
2.6.2	Kursoppdeling	26
2.6.3	Strømforbruk	27
2.7	Sluttbrukertiltak	28
2.8	Lastflytting i boliger	30
2.8.1	Varmelaster	30
2.8.2	Lading av elbil.....	32

2.8.3	Eksempel	32
2.9	Strømpriser	35
2.9.1	Kraftprisen.....	35
2.9.2	Nettleie	37
2.9.3	Fremtidig nettleie	38
2.10	Leveringskvalitet.....	41
2.10.1	Leveringspålidelighet.....	41
2.10.2	Spenningskvalitet	41
2.10.3	Tiltak for å øke spenningskvaliteten	43
3	Markedsanalyse.....	45
3.1	Kartlegging av tilgjengelige og planlagte produkter	45
3.2	Resultater.....	45
3.2.1	Beskrivelse av produkter/tjenester	48
3.2.2	Svar fra leverandører	53
4	Resultater (Case-studier).....	60
4.1	Fremtidig implementering av utstyr for HAN-port	60
4.2	Fremtidig energi- og effektforbruk.....	61
4.2.1	Energiforbruk i husholdninger	61
4.2.2	Effektforbruk i husholdninger.....	63
4.3	Boligfelt 1 og 2.....	64
4.3.1	Scenarier.....	64
4.3.2	Forventede effekter av HAN-tilkoblet utstyr	64
4.3.3	Beregninger boligfelt 1.....	65
4.3.4	Beregninger boligfelt 2.....	66
4.4	Hyttefelt	69
4.4.1	Scenarier.....	69
4.4.2	Forventede effekter av HAN-tilkoblet utstyr	70
4.4.3	Beregninger hyttefelt.....	70
4.5	Kostnadsreduksjon for kundene	73
4.5.1	Strømkunde for beregninger.....	73
4.5.2	Nettleietariffer	74
4.5.3	Forbruk fordelt på måneder.....	76
4.5.4	Forbruk fordelt gjennom døgnet	77

4.5.5	Lastflytting	78
4.5.6	Kostnadsreduksjon Abonnert effekt.....	81
4.5.7	Kostnadsreduksjon Målt effekt	82
4.5.8	Kostnadsreduksjon Time of use - NVE.....	82
4.5.9	Kostnadsreduksjon Time of use - tunglastspesifikk.....	83
4.5.10	Kostnadsreduksjoner oppsummert	84
5	Diskusjon.....	86
5.1	Implementering av HAN-tilkoblet utstyr	86
5.1.1	Hvorfor koble opp mot HAN?	86
5.1.2	Vurdering av de ulike produktene	87
5.1.3	Utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr og kundepreferanser.....	88
5.2	Konsekvenser av implementering av HAN	90
5.2.1	Påvirkninger på lavspentnettet	90
5.2.2	Kortsiktige økonomiske konsekvenser.....	91
5.2.3	Langsiktige økonomiske konsekvenser.....	93
5.2.4	Positivt og negativt for forbrukerne	93
5.2.5	Positivt og negativt for nettselskapene.....	94
5.2.6	Refleksjoner og anbefalinger om fremtiden.....	95
5.3	HMS-aspekter med AMS-målere og HAN-port.....	97
5.3.1	Stråling fra AMS-målerne kommunikasjonsenheter	97
5.3.2	Personvern – data på avveie?	97
6	Konklusjon.....	99
	Litteraturliste.....	104
	Vedlegg	111
A	Fullstendig liste over mulige HAN-aktører.....	112
B	Netteiers kostnader: Oversikt for presenterte case	116
B.1	Kostnadsoversikt for boligfelt 1, bytte av transformator	117
B.2	Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabler, sikringer, luftlinje og bytte av transformator	121
B.3	Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel, sikring og bytte av transformator	126
B.4	Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel og sikring.....	130
B5	Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring og transformator	134

B.6	Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring, oppgradering av kabler og bytte av transformator	138
B.7	Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer.....	142
B.8	Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer og oppgradering av kabler.....	146
C	Kundens kostnader: Oversikt for ulike prismodeller	150
C.1	Abonnert effekt	151
C.2	Målt effekt.....	155
C.3	Time Of Use (NVE).....	159
C.3	Time Of Use (tunglastspesifikk).....	163

Liste over figurer

Figur 1: Avisartikkel 2030 - trist utvikling.	1
Figur 2: Rushtidsavgift.....	1
Figur 3: Kretsskjema NETBAS.....	9
Figur 4: Regneark kostnadsberegning Abonnert Effekt.....	11
Figur 5: Regneark kostnadsberegning Målt effekt.....	11
Figur 6: Regneark kostnadsberegninger Time of use.....	12
Figur 7: Oversikt over signaler tilgjengelig fra HAN-porten.....	15
Figur 8: Tradisjonelt nett.....	19
Figur 9: Smart grid.	19
Figur 10: Sammenlagring av effekter.....	20
Figur 11: PI-modellen.	24
Figur 12: Skjematisk fremstilling IT-nett.....	25
Figur 13: Skjematisk fremstilling TN-nett.	25
Figur 14: Fordeling av effektforbruk igjennom døgnet.	27
Figur 15: Fordeling av effektforbruk igjennom året	28
Figur 16: Illustrasjon av effektforbruk ved utkobling av varmtvannsbereder.	32
Figur 17: Utetemperatur igjennom døgnet for lastflyttingeksempelet.	33
Figur 18: Effektforbruk gjennom døgnet for lastflyttingeksempelet.....	34
Figur 19: Effektforbruk gjennom døgnet etter lastflytting	34
Figur 20: Kraftprisvariasjon 16.-22. januar 2019.....	35
Figur 21: Kraftprisvariasjon 22. januar 2019	36
Figur 22: Variasjoner i forbruk gjennom døgnet	36
Figur 23: Ewave AS sitt produkt koblet til en Kamstrup-måler	46
Figur 24: Cedel Norge AS sin applikasjon for smarttelefon.....	46
Figur 25: Strømforbruk per husholdning	62
Figur 26: Beregningsrapport fra NETBAS for boligfelt 2.	69
Figur 27: Timesatser for Time of use – NVE.....	75
Figur 28: Timesatser for Time of use – tunglastspesifikk.....	76
Figur 29: Forbruksmønster (døgn) januar uten lastflytting.....	78
Figur 30: Forbruksmønster (døgn) januar for abonnert/målt effekt.....	79
Figur 31: Forbruksmønster (døgn) januar for time of use – NVE.	80
Figur 32: Forbruksmønster (døgn) januar for time of use – tunglastspesifikk.....	81
Figur 33: Månedlige kostnadsreduksjoner for abonnert effekt.	81
Figur 34: Månedlige kostnadsreduksjoner for målt effekt.	82
Figur 35: Månedlige kostnadsreduksjoner for time of use – NVE.	83
Figur 36: Månedlige kostnadsreduksjoner for time of use – tunglastspesifikk.....	84
Figur 37: Avisartikkel 2030 - hyggelig utvikling.....	99
Figur 38: Problemstillingen konkludert punktvis.....	103

Liste over tabeller

Tabell 1: Velanderkonstanter for ulike husholdninger.....	22
Tabell 2: Effektfaktorer varmepumpe.....	29
Tabell 3: Data lastflyttingseksempel.....	33
Tabell 4: Prismodell «Abonnert effekt».....	39
Tabell 5: Prismodell «Time Of Use».....	39
Tabell 6: Prismodell «Sikringsstørrelse».....	40
Tabell 7: Prismodell «Målt effekt».....	40
Tabell 8: Oppsummering produkttilbud fra de ulike leverandørene.....	52
Tabell 9: Scenarier brukt i bolig-case.....	64
Tabell 10: Resultater fra NETBAS for boligfelt 1.....	66
Tabell 11: Resultater fra NETBAS for boligfelt 2.....	68
Tabell 12: Scenarier brukt i hytte-case.....	69
Tabell 13: Resultater fra NETBAS for hyttefeltet.....	72
Tabell 14: Gjennomsnittstariff husholdningskunder 2017.....	74
Tabell 15: Foreslåtte satser Abonnert effekt.....	74
Tabell 16: Foreslåtte satser Målt effekt.....	75
Tabell 17: Foreslåtte satser Time of use - NVE.....	75
Tabell 18: Foreslåtte satser Time of use - tunglastspesifikk.....	76
Tabell 19: Årlig forbruksmønster eksempelkunde.....	77
Tabell 20: Beregnede kostnadsreduksjoner ved installering av HAN-tilkoblet utstyr.....	84

Terminologi

Begreper:

OBIS-liste	Liste med koder som identifiserer hvilken informasjon som strømmes fra HAN-porten. Disse varierer noe mellom produsentene.
Effekttariff	Hver strømkunde har et nettleieabonnement tilpasset forventet maksimalt effektbruk. Dersom effekten overstiger dette taket, vil kunden betale ekstra for overforbruk.
Plusskunde	En forbrukskunde (strømkunde) som i enkelttimer har overskuddskraft som mates inn i nettet.
Revolving	Faselederne i en kraftlinje bytter plass ved enkelte master for å oppnå lik kapasitans, og induktans for de 3 fasene.
kWh/h	Timeeffekt
kWp	Maksimaleffekt (p = «peak»)
Ekspropriasjon	Tvungen avståelse fra eiendomsrett til det offentlige mot full erstatning.
Kommunikasjonsprotokoll	Fastlagt sett av regler for informasjonsutveksling mellom digitale enheter
Tunglasttime(r)	Time(r) med høyt totalt effektbehov i kraftnettet

Organisasjoner:

Nord Pool	Aksjeselskap eiet av de nordiske og de baltiske stamnettoperatørene med oppdrag å organisere, drifte og videreutvikle en markeds plass for kraft. Omsetter kraft fra Norden, Baltikum, Tyskland og Storbritannia.
Energi Norge	Landsomfattende interesse- og arbeidsgiverorganisasjon for fornybarnæringen.

Forkortelser:

AMR	Automatic Meter Reading (engelsk for AMS)
AMS	Avanserte Måle- og Styringssystemer
API	Application Programming Interface
ENØK	Energiøkonomisering
EU	Europeiske Union
FOL	Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet
GDPR	General Data Protection Regulation
HAN	Home Area Network
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IT	Isolated Neutral
NVE	Norges Vassdrags- og Energidirektorat
OBIS	Object Identification System
REN (AS)	Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet (AS)
RMS	Root Mean Square (effektivverdi)
THD	Total Harmonic Distortion (Total harmonisk forvrengning)
TN	Terra Neutral

1 Innledning



Figur 1: Avisartikkel 2030 - trist utvikling.

En kan se for seg at figur 1 var en aktuell avisartikkel fra 2030. Befolkningen i Norge vokser, og det samme gjør velstanden. Kombinasjonen av dette gjør at en rekke samfunnsfunksjoner opplever kapasitetsproblemer. Kraftnettet er ikke noe unntak.

Når det oppstår kapasitetsproblemer i samfunnet iverksettes normalt virkemidler for å forsøke å redusere problemene. Eksempelvis har veinettet inn til de store byene i Norge opplevd kapasitetsproblemer de senere årene. Virkemiddelet som har vært iverksatt for å løse dette er rushtidsavgift, se figur 2.

14.000 biler er borte fra veiene

Rushtidsavgiften virker. Etter innføring i Oslo er antallet biler som passerer bomringen redusert med 14.000. Astma- og Allergiforbundet kaller det et skritt i riktig retning.



Figur 2: Rushtidsavgift. Hentet fra: NRK.no.

Ikke ulikt rushtidsavgiften planlegger NVE å innføre nye tariffordninger for nettleie. Hensikten med disse er å få private strømkunder til å jevne ut sitt forbruk gjennom døgnet, og dermed redusere høyeste effektbehov i kraftnettet. Dette vil igjen redusere behovet for kostbare utbygginger av kraftnettet.

I motsetning til rushtidsavgiftene, kommer endringen i nettleie på et tidspunkt som det også lanseres en mulig løsning for forbrukerne. Denne løsningen kan ta hånd om problematikken med få, eller ingen negative konsekvenser for forbrukerne. Det siktes her til nye strømmålere, såkalte AMS-målere, som er utstyrt med en informasjonskilde tilgjengelig for kundene. Denne kilden er i form av en tilkoblingsport, kalt HAN-porten (Home Area Network). Via denne porten kan kundene hente ut informasjon om eget forbruk. Dette kan enten brukes kun som informasjon for kunden, eventuelt leveres digitalt til et system som styrer flere installasjoner i huset. Uavhengig av hvordan informasjonen brukes, er hensikten med HAN-porten å gi kundene muligheten til å tilpasse seg de nye «rushtidsavgiftene» i strømmettet, og dermed løse et større samfunnsanliggende, nemlig omfattende fremtidig behov for utbygging av kraftnettet.

Denne rapporten søker å belyse hva slags muligheter som ligger i HAN-porten, herunder hva som finnes, eller vil komme av utstyr for tilkobling mot porten. Videre vil rapporten forsøke å belyse mulige konsekvenser av slikt tilkoblet utstyr. Rapporten er resultat av et avsluttende prosjekt ved ingeniørstudiet ved NTNU i Gjøvik, og utgangspunktet for prosjektet er beskrevet i neste delkapittel om den originale oppgavebeskrivelsen.

1.1 Original oppgavebeskrivelse

Prosjektet er gjennomført som resultat av en interesse fra Eidsiva Nett om å kartlegge produkttilbud, og mulig fremtidig bruk av HAN-porten på de nye AMS-målerne. Den opprinnelige oppgavebeskrivelsen var:

Oppgave vedrørende HAN-porten:

Er registrert veldig mange aktører nå som har eller vil komme med forskjellig utstyr som kan tilknyttes HAN-porten. Hadde vært utrolig fint å få en student til å ta en gjennomgang av det som er på markedet i dag og hva som vil komme. Hvilke funksjoner inneholder de, hvordan vil

det påvirke nettet, hvor positivt er dette for kunden, kostnader, inntjeningsmuligheter, hvilke aktører har man mest tro på fremover og hvilke løsninger vil bli den nye «normalen» å ha?

Foreslår at man oppfordrer til samarbeid mellom en student på elkraft og en student på IKT/data på denne oppgaven.

Tibber:

Tibber er en av de store aktørene som satses på smart styring av strømmen i hjemmet ditt, og vil ha tilkobling til HAN-porten. Ser for seg å styre utrolig mye hos kunden slik at kunden sparer strøm. Vil også kunne bruke elbil-batteri som frekvensstøtte i nettet. Hvordan vil dette påvirke lavspentnettet? Bare positivt? Hvor stor kunde masse med elbiler og hjem må til for å utgjøre en forskjell lokalt, regionalt eller nasjonalt?

Den originale oppgavebeskrivelsen er drøftet med Eidsiva Nett, og på bakgrunn av dette er det utarbeidet en problemstilling som følger.

1.2 Problemstilling

Oppgaven beskriver i første omgang en kartlegging av markedet for utstyr som kobles til AMS-målerens HAN-port, herunder hvilke aktører som er på markedet, hvilke produkter som leveres og hvilken funksjonalitet disse produktene har. Det etterspørres også hvilke konsekvenser produktene og bruken av HAN-porten vil ha for forbrukere og nettselskaper.

Videre stiller oppgaven spørsmål om hvorledes innføringen av de nye produktene som kobles opp mot HAN-porten vil kunne påvirke nettet, og først og fremst lavspentnettet. Denne påvirkningen er noe som vil være gjeldende i fremtiden, og den avhenger av en rekke faktorer. Relevante faktorer er:

- Menneskelig adferd
- Fremtidig utvikling i forbruk som følge av byggestandarder og nye apparater
- Hvilke endringer som vil skje med tariffer for kraftprisene og nettleien
- Hvilket utstyr normale norske forbrukere faktisk vil installere
- Hvor stor utbredelse slikt utstyr vil få

Det foreligger derfor en høy grad av usikkerhet, og en rekke mulige scenarioer som kan ligge til grunnlag for hvordan bruk av produktene vil påvirke nettet. Det blir dermed hensiktsmessig å gjennomføre noen case-studier, og gjøre beregninger på realistiske scenarioer, for å finne ut hvilken påvirkning som kan forventes på lavspennettet. Tidsperspektivet for case-studiene er satt til 2030, drøyt 10 år frem i tid, siden det ventes at det vil ta noe tid før kundene tar i bruk HAN-porten.

1.2.1 Forskningsspørsmål

Oppgavebeskrivelsen konkretiseres til en tredelt problemstilling.

Hensikten med oppgaven er:

- 1) Å kartlegge produkter på markedet for tilknytning til HAN-porten:
 - Hvilke produkter finnes på markedet i dag?
 - Hvilke produkter forventes å komme i fremtiden?
 - Hvilke funksjoner og egenskaper har de forskjellige produktene?
- 2) Å undersøke hvilke effekter som kan forventes som konsekvens av innføring av AMS-målere med HAN-port, og de produktene som knyttes til denne:
 - Hvilke positive og negative konsekvenser vil kunden oppleve?
 - Hvilke positive og negative konsekvenser vil nettselskapene oppleve?
 - Kreves det store investeringskostnader for å installere systemene, og hvor store besparelser kan kundene forvente?
 - Hvilke produkter er mest aktuelle og interessante i det norske markedet? Hva forventes å bli normalt utstyr i norske hjem?
- 3) Å kartlegge, samt tallfeste mulige konsekvenser av innføringen av HAN-tilkoblet utstyr ved beregninger på realistiske, fremtidige scenarioer:
 - Utarbeide realistiske caser for tenkte situasjoner i 2030, basert på:
 - Utbredelse av utstyr tilkoblet til HAN-porten
 - Hva slags utstyr som forventes tilkoblet til HAN-porten
 - Antagelser om fremtidig utvikling i effektforbruk
 - Gjøre beregninger på aktuelle caser og undersøke hvilke konsekvenser innføringen av produkter tilkoblet HAN-porten kan ha for lavspennettet

Del 1 av problemstillingen gjennomføres som en ren informasjonsinnsamling i form av en markedsanalyse, samt en strukturering av innsamlet informasjon.

Del 2 innebærer analyse og diskusjon av funn fra del 1, og å gjøre noen antagelser om kundenes fremtidige preferanser. Videre gjøres beregninger på hvilke besparelser kundene kan oppnå.

I problemstillingens del 3 utføres beregninger på realistiske fremtidige scenarier, for noen faktiske case'er, med utgangspunkt i antagelser om hvor stor utbredelse HAN-tilkoblet utstyr vil få, og hvilken type utstyr kundene vil velge.

1.2.2 Avgrensninger

Markedsanalysen i oppgaven gjennomføres med noe begrensede ressurser, siden den gjennomføres av kun 2 studenter. Avgrensninger må derfor gjøres:

- Analysen vil begrense seg til å omfatte produkter som er, eller vil bli tilgjengelig på det norske markedet.
- Analysen begrenser seg til produkter beregnet for private husholdninger.
- Analysen begrenser seg til den informasjonen som lar seg fremskaffe via hjemmesider, e-post, eller telefonsamtaler. Informasjonen forventes dermed ikke komplett, siden en del aktører antagelig vil være tilbakeholdne med informasjon av konkurransemessige årsaker.
- Prosjektet omhandler en helt ny teknologi, og utviklingen har pågått i prosjektperioden. Siden markedsanalysen ble gjennomført i begynnelsen av prosjektet eksisterer det nye aktører og produkter allerede ved avslutningen, som ikke er med i rapporten. Prosjektgruppen hadde ikke ressurser til å gå tilbake og revidere markedsundersøkelsen på nytt mot slutten av prosjektperioden.
- Case-studiene i oppgaven baserer seg på scenarier - 3 stykker for hver case. Disse er basert på utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr, i tillegg til en forventning om hva slags utstyr som vil kobles til HAN-porten hos kundene. Kun disse spesifikke scenariene studeres, for å holde arbeidsmengden på et nivå tilpasset tilgjengelige ressurser i prosjektet.

- Det har pågått diskusjoner rundt strålingsfare relatert til informasjonsutveksling mellom nettselskapene og AMS-målerne (1). Videre har noen skeptikere ytret stor uro over at innføringen av AMS-målere kan føre til et strengere overvåkningssamfunn, eventuelt til at informasjon om kundenes forbruksmønster kommer på avveie (2). Disse diskusjonene er ikke nært relatert til problemstillingen i prosjektet, men er likevel omtalt i korthet i kapittel 5.3.

1.3 Disposisjon

Denne rapporten søker å belyse problemstillingen i forrige delkapittel. Prosessen med å utarbeide rapporten inkluderer informasjonsinnhenting fra trykket litteratur og via nettsøk. Videre er det kommunisert med diverse aktører i fagmiljøet inkludert diverse nettselskaper, kraftleverandører, produsenter av utstyr for HAN-tilkobling, NVE, Energi Norge, og det er referert til aktuelle rapporter fra de senere årene om relevante temaer.

Fremgangsmetoder for utarbeiding av rapporten er beskrevet i kapittel 1.4.

I kapittel 2 presenteres relevant teori knyttet til blant annet teknologien rundt HAN-porten og dens bruk, energi- og nettleietariffer, oppbygning av kraftnett og el-installasjoner, samt effektberegninger og lastflytting.

Det er gjennomført en markedsanalyse av tilgjengelige leverandører og produkter på det norske markedet som er beskrevet i kapittel 3.

Kapittel 4 inneholder 3 case-studier i form av beregninger på 3 eksisterende kretser i Eidsiva sitt nett. Beregningene er gjort basert på tenkte scenarioer for hvor stor utbredelse bruken av HAN-porten vil få i 2030. Videre inneholder kapittelet beregninger på kostnadsreduksjoner som kan forventes i nettleie for kunder som installerer HAN-tilkoblet utstyr.

Forfatterens refleksjoner rundt konsekvensene av innføringen av AMS-målere og HAN-porten refereres i kapittel 5, og en konklusjon basert på disse gjengis i kapittel 6.

1.4 Metode

1.4.1 Undersøkelse

Det er foretatt en gjennomgang, i form av en markedsanalyse av produkter og tjenester som finnes, eller er planlagt lansert på markedet. Felles for disse produktene er at de kobles til HAN-porten og leser ut informasjon fra AMS-målere installert i norske husstander.

Det er begrenset kunnskap fra før på området, siden dette er en ny teknologi. Denne teknologien er innført i (nær sagt) alle norske hjem for kun kort tid siden, og er i svært liten grad tatt i bruk per i dag. Det var dermed noe uklart hvilken informasjon undersøkelsen ville resultere i, slik at undersøkelsen måtte gjennomføres basert på en åpen problemstilling (3). I åpne problemstillinger, kan informasjonen vanskelig kategoriseres i forkant av undersøkelsen, og en kvalitativ tilnærming var derfor nødvendig.

Markedsanalysen foregikk som en kombinasjon av en litteraturstudie, og en spørreundersøkelse. Litteraturstudiet ble i hovedsak basert på tilgjengelig informasjon funnet via nettsidene til leverandører som leverer, eller planlegger å levere utstyr for tilkobling til HAN-porten. Spørreundersøkelsen foregikk ved epost til leverandørene, med forespørsel om de kunne besvare noen spørsmål om hva de tenker å tilby, funksjonalitet, pris etc. I forkant av undersøkelsen ble det utformet standardiserte spørsmål, slik at samtlige leverandører har mottatt de samme spørsmålene om sine produkter. Spørreundersøkelsen ble stort sett gjennomført per epost, men enkelte leverandører ble også kontaktet per telefon etter eget ønske.

Det ble tatt utgangspunkt i registrerte bedrifter på NEK sin AMS-portal på Internett (4), pilotprosjekter registrert på Enovas hjemmeside (5), samt Internettsøk. Alle bedrifter som syntes å utvikle eller levere produkter og tjenester for AMS-målere i private boliger ble kontaktet. Kun de som besvarte henvendelsen, eller som det på annet vis lot seg gjøre å finne informasjon om, er referert i rapporten. Det ble også identifisert flere utenlandske tilbydere av produkter som kan kobles til smarte strømmålere, men for å begrense analysens omfang ble ingen av disse tatt med.

1.4.2 Case-studier

For å forsøke å belyse mulige konsekvenser av at strømkundene tar i bruk utstyr tilkoblet HAN-porten, er det gjennomført tre case-studier. Disse er basert på tenkte scenarioer i 2030, og er hovedsakelig fokusert på hvilke effekter som kan forventes i tunglasttimene i fremtiden. Scenarioene er knyttet til hvor stor utbredelse utstyr tilkoblet HAN-porten får.

De tre casene er eksempelkreter fra Eidsiva sitt nett - to boligfelt og et hyttefelt. Kretsene er faktiske, eksisterende deler av nettet til Eidsiva, men disse holdes anonyme av personvernmessige årsaker. Det er valgt kretser med homogene kundegrupper, kun eneboliger og kun hytter, for å belyse de spesifikke kundegruppene som forventes å ta i bruk HAN-porten. Det er valgt å utelate næringskunder, siden disse ventes å være mindre interesserte i utstyr for tilkobling mot HAN-porten. Næringskunder har ofte en betydelig andel av forbruket under aktuell nettstasjon, og tilpasninger i private husholdningers effektforbruk vil derfor få mindre effekt. Kretser med næringskunder er derfor unngått i casene.

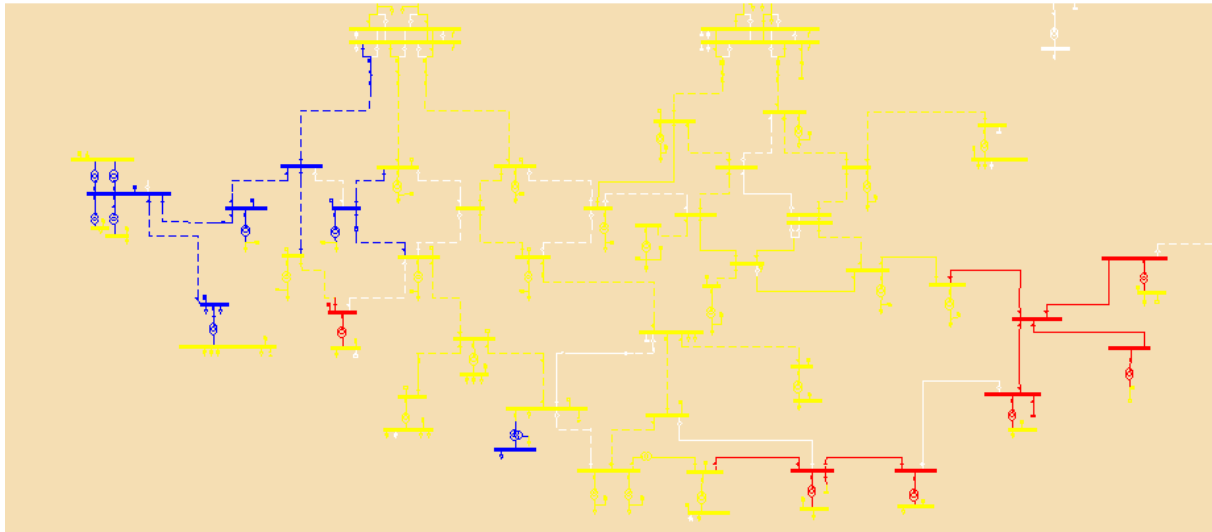
Det utarbeidet tre forskjellige scenarioer for hver krets. Disse foreslår forskjellige prosentandeler av kundemassen som tar i bruk HAN-porten, med forskjellige prosentandeler av disse igjen som tar i bruk automatiske styringssystemer som styrer kundenes laster direkte. Scenarioene er utarbeidet delvis fra andres prognoser for fremtiden, eksempelvis fra NVE-rapporter, men de baserer seg også i høy grad på egne antagelser om hvorledes fremtiden kan komme til å se ut.

Beregninger av effektbehov i tunglast er gjort ved manuelle utregninger, mens konsekvenser av belastet effekt er funnet ved hjelp av beregningsprogrammet NETBAS fra Powel. Programmet gjør beregninger basert på forbruket for inneværende år, og omgjør dette til maksimal last ved bruk av Velanderkonstanter. Lastflyberegningene gjøres ved at programmet:

- Gjør en topologisjekk hvilket innebærer at programmet kartlegger status på alle komponenter i relevant nett.
- Etablerer en admittans-matrise (Y-matrise) som beskriver admittansen mellom de forskjellige nodene i nettet.
- Tilordner produksjon og laster i nettet, og lager vektorer for videre beregninger.

- Beregner spenninger, strømmer, effektflyt og tap på ligningssettet (Y-matrisen og vektorene) ved iterasjoner inntil alle avvik mellom spesifiserte og beregnede effekter ligger innenfor et gitt konvergenskrav.

Når beregningene er gjennomført presenterer NETBAS resultatene i form av et kretsskjema med fargekoder for spenninger/belastninger som vist i figur 3.



Figur 3: Kretsskjema NETBAS.

Fargekodene i kretsskjemaet indikerer spenningsnivå på de forskjellige knutepunktene i kretsen, der rødt er knutepunkter som ligger under minimumsspenningen. Ved å trykke på de forskjellige nettdelene får man oppgitt tallverdier på spenninger og belastninger.

Beregningene i NETBAS er gjennomført ved å legge inn en prosentvis økning av dagens forbruk. Denne prosentvise økningen ble først beregnet, men grunnet NETBAS sine beregningsmetoder måtte prosentsatsen etterjusteres for å oppnå eksakt ønsket effekt.

Det ble så gjennomført en kortfattet analyse av resultatene. Denne analysen innebar loggføring av:

- transformatorbelastning med eksisterende transformator
- maksimal spenning i nettet
- minimal spenning i nettet
- største spenningsfall
- estimat for nødvendige oppgraderinger/utbedringer

Nødvendige oppgraderinger/utbedringer er foreslått basert på Eidsiva Nett sine retningslinjer. Disse retningslinjene forventes å harmonere relativt presist med retningslinjene til de fleste andre nettoperatører i Norge. Retningslinjene legger krav om oppgradering/utbedring ved:

- Høyere belastning enn 120 % av merkelast for transformatoren i kVA
- Høyere belastning enn 100 % av merkestrøm for luft-/kabelnett i Ampere
- Høyere belastning enn 100 % av merkestrøm på sikringer i Ampere

Til slutt er det gjort beregninger på kostnadsnivå for de foreslåtte utbedringene. Disse beregningene er gjort via REN sitt kalkyleverktøy *REN Prosjekt*. Dette verktøyet gjør beregninger på bakgrunn av analyser av prosjekter gjennomført av nettselskapene i bransjen. Beregningene representerer derfor gjennomsnittskostnader, som kan avvike noe fra de faktiske kostnadene for et spesifikt prosjekt, dette som følge av lokale forhold.

1.4.3 Beregninger kostnadsreduksjon for kunder

Beregningene i kapittel 0 er gjennomført med grunnlag i en tenkt strømkunde. Det er skissert en stor husholdning, med en tenkt, normal kjørelengde for en elbil som lades fra boligens strømmnett. Det er gjort en rekke forenklinger for å holde beregningenes kompleksitet på et overkommelig nivå.

Beregningene er gjort med Microsoft Excel regneark. Årlig forbruk er først fordelt over årets måneder basert på statistiske observasjoner. Deretter er dette forbruket fordelt på døgnet timer i et regneark, der verdiene for hver time representerer forbruket [kWh] på aktuelt tidspunkt en dag. Det representerer dermed også timeseffektene [kWh/h] som trekkes.

For hver måned er det først laget en tabell der tenkte verdier for forbruket er innsatt uten lastflytting. Deretter er det anslått en lastflytting gjennomført av et effektstyringssystem, og verdiene er innsatt i en tilsvarende tabell. I bunnen av tabellen er total timeseffekt oppsummert, før dagskostnaden beregnes for aktuell time. Til slutt er total månedskostnad beregnet. Tabeller for *abonnert effekt* er vist i figur 4.

Januar - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6					Fastledd/mnd					432,8					Energiledd					0,05					Overforbruksledd					1				
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75											
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt [kWh/h]	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,21	0,28	0,21	0,23	0,23	0,14	0,14	0,14	0,21	0,21	0,28	2,62	2,62	0,25	0,25	0,25	0,25	0,28											
Totalt																								731,8											

Abonnert effekt	5					Fastledd/mnd					375,4					Energiledd					0,05					Overforbruksledd					1				
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	2,75	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,3	3,3	2,75	2,75	2,75	2,2	2,2	2,75	2,75	2,75											
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																		0,81	0,81	0,81										
Totalt [kWh/h]	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,16	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,71	4,71	5,57	5,57	5,57	5,55	5,55	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,23	0,14	0,14	0,14	0,24	0,24	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,25	0,25	0,25											
Totalt																								635,3											

Figur 4: Regneark kostnadsberegning Abonnert Effekt.

Kostnadsberegningene i nederste linje ble gjennomført med følgende syntaks:

=HVIS (C13<=C7; C13*M7; (C7*M7) + (C13-C7) *R7) som betyr:

HVIS("logisk test"; "sann"; "usann"); i aktuelt tilfelle:

Logisk test: (aktuell timeseffekt ≤ abonnert effekt)

Sann: (timeseffekt · energiledd)

Usann: ((abonnert effekt · energiledd) + (timeseffekt – abonnert effekt) · overforbruksledd

Abonnert effekt ble programmert til å refereres fra et annet felt, slik at denne kunne endres for samtlige av årets 12 måneder samtidig, og total kostnad og besparelse for året ble også kalkulert automatisk. Slik ble det mulig å raskt finne optimal abonnert effekt for eksempelkunden med og uten lastflytting.

For målt effekt ble tilsvarende tabell laget for januar som vist i figur 5.

Januar - Målt Effekt

Målt effekt	8,32					Fastledd/mnd					145,8					Energiledd					0,05					Effektledd per dag					15,5				
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75											
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81																		0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt [kWh/h]	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,21	0,28	0,21	0,23	0,23	0,14	0,14	0,14	0,21	0,21	0,28	0,42	0,42	0,25	0,25	0,25	0,25	0,28											
Totalt																								787,8											

Målt effekt	5,57					Fastledd/mnd					145,8					Energiledd					0,05					Effektledd per dag					10,4				
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	2,75	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,3	3,3	2,75	2,75	2,75	2,2	2,2	2,75	2,75	2,75											
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																		0,81	0,81	0,81										
Totalt [kWh/h]	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,16	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,71	4,71	5,57	5,57	5,57	5,55	5,55	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,23	0,14	0,14	0,14	0,24	0,24	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,25	0,25	0,28											
Totalt																								629,3											

Figur 5: Regneark kostnadsberegning Målt effekt.

For å finne målt effekt ble følgende syntaks benyttet:

=STØRST (C284 : Z284)

Denne returnerer den høyeste av alle verdiene i feltene C284-Z284, som i dette tilfellet ble valgt til timeseffektene. Returnert verdi ble så multiplisert med satsen for effektledd per kWh/h for å finne effektledd per dag.

Beregningene for tariffmodell *time of use* ble gjort med tabellene i figur 6.

Januar - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	Energiledd normalt				E.ledd hv.dag 06-20																			
145,8	0,152				0,38																			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt [kWh/h]	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5
Kostnad [kr]	0,54	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	1,31	1,75	1,31	1,48	1,48	0,87	0,87	0,87	1,31	1,31	1,75	2,62	2,62	1,56	0,76	0,76	0,76	0,84
Totalt	977,6																							

Fastledd/mnd	Energiledd normalt				E.ledd hv.dag 06-20																			
145,8	0,152				0,38																			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	4,13	1,38	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	1,38	1,38	4,13	4,13	2,75	2,75
Varmtvann										1,94	1,94										1,94	1,94		
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt [kWh/h]	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,13	2,79	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	5,57	4,2	2,79	8,29	8,29	4,97	5,5
Kostnad [kr]	0,54	0,54	0,54	0,54	0,63	0,63	0,88	1,32	1,31	1,48	1,48	0,87	0,87	0,87	1,31	1,31	1,75	1,75	1,32	0,88	1,26	1,26	0,76	0,84
Totalt	918,3																							

Figur 6: Regneark kostnadsberegninger Time of use.

Siden tariffordningen her dikterte høyere energiledd mellom 06 og 20 på hverdager, altså kun for 5 av ukens 7 dager, ble følgende syntaks brukt for kostnadsberegningene i feltene på de aktuelle klokkeslettene:

$$= ((5/7) * I557 * M551) + ((2/7) * I557 * H551) \quad \text{altså:}$$

$$= \frac{5}{7} \cdot \text{timeseffekt} \cdot \text{effektledd}(\text{hverdag}) + \frac{2}{7} \cdot \text{timeseffekt} \cdot \text{effektledd}(\text{normalt})$$

Alle beregningene på de forskjellige tariffmodellene er gjort basert på tenkte timeseffekter. Disse er gjennomsnittlige, slik at enkelte dager kan ha noe høyere effekter, mens andre har noe lavere effekter. Eksempelvis vil en elbil lade med høyere effekt enn hva som er lagt til grunn i beregningene, men elbilen vil ikke lades hver dag, derfor antas en gjennomsnittlig ladetid på 8 timer, også er effekten fordelt over disse 8 timene for å finne gjennomsnittlig dagseffekt. For *abonnert effekt* og *målt effekt* vil dette kunne medføre noen unøyaktigheter, men siden både overforbruksledd i *abonnert effekt*, og effektleddet i *målt effekt* er lineære, antas beregningene fortsatt å gi en god nok tilnærming for formålet.

2 Teori

Første delkapittel i teoridelen omhandler HAN-porten, hvilke signaler som kan hentes ut og hvor ofte de skrives ut fra AMS-måleren. Disse signalene kan benyttes til styring i boliger, men også til overordnet styring av hele nett, derfor er henholdsvis smarthus og «smart grids» videre beskrevet i påfølgende delkapitler.

Videre beskrives hvordan lavspennnett dimensjoneres ut ifra effekt. Deretter beskrives oppbygning av lavspennnett og elektriske anlegg i bolig.

Metoder for reduksjon av last beskrives i delkapittelet «Sluttbrukertiltak». Deretter beskrives lastflytting i boliger, med fokus på varmelaster og elbillading.

Neste delkapittel gjør en gjennomgang av strømprisen, hvilke deler den består av, og hvilke prismodeller som er mest aktuelle for fremtiden. Siste delkapittel omhandler hvilke krav som stilles til nettet i form av kvalitet ut til sluttkunde, samt hvilke tiltak som kan gjøres for å øke kvaliteten.

2.1 HAN-porten, hva er det?

Ved årsskiftet 2018/2019 har stort sett alle norske hjem fått byttet ut strømmålerne til «smarte strømmålere» av typen AMS (Avanserte Måle- og Styringssystemer). Dette er målere som registrerer faktisk forbruk time for time, og rapporterer dette til nettleverandøren via radiofrekvens eller mobilnett 24 ganger i døgnet. En av hensiktene med den nye målerstandarden er å gi nettselskapene kontinuerlig oversikt over strømleveransen, og dermed gjøre vedlikeholdet og driften av strømmettet mer effektivt (6) siden strømbrydd og jordfeil lettere vil oppdages. En annen hensikt er å muliggjøre en varierende strømpris gjennom døgnet, eller å variere nettleieprisen etter eksempelvis hvor stor maksimal effekt forbrukerne tar ut (7) i form av effekttariff. Det vurderes også andre tariffmodeller for nettleie. Motivasjonen for dette er at forbrukerne skal kunne oppnå en økonomisk gevinst ved å flytte sitt forbruk til tidspunkter på døgnet når belastningen i nettet er lav. På denne måten håper nettselskapene å unngå fremtidige dyre utbygginger av nettet som følge av store effektopper. Det mest åpenbare eksempelet på slik tilpasning er at forbrukerne lader elbilene sine på natten mens annet forbruk er lavt.

De nye AMS-målerne er utstyrt med en såkalt HAN-port (Home Area Network). Denne kan, på forespørsel fra forbrukeren, aktiveres og strømsende informasjon om strøm, spenning og effekt (8). Porten er en standard nettverksport av typen RJ45, og hensikten med denne er å gi forbrukeren mulighet til å koble måleren til utstyr fra 3. partsleverandører som kan følge forbruket ned til noen sekunders intervaller. Ingen form for data eller styringssignal kan passere inn i denne porten, men den kan sende ut data som danner grunnlag for styring gjennom utstyr strømkunden kobler til porten (9).

2.1.1 Informasjon som strømmes via HAN-porten

Det finnes 3 leverandører av AMS-målere på det norske markedet: Kamstrup, Aidon og Kaifa. Alle disse er utstyrt med HAN-porter, og leverer i hovedsak samme informasjon som identifiseres med spesifikke OBIS-lister (Object Identification System) fra hver produsent (4). Informasjonen som strømmes via HAN-porten er (også vist i figur 7).

- Intervaller på 2,5 sekunder (opptil 10 sekunder ved begrensninger):
 - Aktiv effekt (kW)
- Intervaller på 10 sekunder:
 - OBIS listeversjon
 - Måler-ID
 - Målertype
 - Aktiv effekt inn
 - Aktiv effekt ut
 - Reaktiv effekt inn
 - Reaktiv effekt ut
 - Strøm, RMS-verdi for alle 3 faser basert på integrasjon over 1 sekund
 - Spenning, RMS-verdi for alle 3 faser basert på integrasjon over 1 sekund
- Intervaller på 1 time:
 - Lokal dato og klokkeslett
 - Akkumulert aktiv energi inn
 - Akkumulert aktiv energi ut
 - Akkumulert reaktiv energi inn
 - Akkumulert reaktiv energi ut

Norwegian HAN spesifisering - OBIS Codes																
OBIS List version identifier:								KFM_001								
List number			OBIS Code - Group Value					Object name				Attributes			Item	
1	2	3	A	B	C	D	E					F	Unit	Scaler	Data type	Numb.
1			1	0	1	7	0	255	Active power+ (Q1+Q4)				W	0	double-long-unsigned	1
	1	1	1	1	0	2	129	255	OBIS List version identifier						octet-String	2
	2	2	0	0	96	1	0	255	Meter -ID (GIAl GS1 -16 digit)						octet-String	3
	3	3	0	0	96	1	7	255	Meter type						octet-String	4
	4	4	1	0	1	7	0	255	Active power+ (Q1+Q4)				W	0	double-long-unsigned	5
	5	5	1	0	2	7	0	255	Active power - (Q2+Q3)				W	0	double-long-unsigned	6
	6	6	1	0	3	7	0	255	Reactive power + (Q1+Q2)				Var	0	double-long-unsigned	7
	7	7	1	0	4	7	0	255	Reactive power - (Q3+Q4)				Var	0	double-long-unsigned	8
	8	8	1	0	31	7	0	255	IL1 Current phase L1				A	-3	double-long-unsigned	9
	9	9	1	0	51	7	0	255	IL2 Current phase L2				A	-3	double-long-unsigned	10
	10	10	1	0	71	7	0	255	IL3 Current phase L3				A	-3	double-long-unsigned	11
	11	11	1	0	32	7	0	255	ULN1 Phase voltage 4W meter , Line voltage 3W meter				V	-1	double-long-unsigned	12
	12	12	1	0	52	7	0	255	ULN2 Phase voltage 4W meter , Line voltage 3W meter				V	-1	double-long-unsigned	13
	13	13	1	0	72	7	0	255	ULN3 Phase voltage 4W meter , Line voltage 3W meter				V	-1	double-long-unsigned	14
		14	0	0	1	0	0	255	Clock and date in meter						octet-String	15
		15	1	0	1	8	0	255	Cumulative hourly active import energy (A+) (Q1+Q4)				Wh	0	double-long-unsigned	16
		16	1	0	2	8	0	255	Cumulative hourly active export energy (A-)(Q2+Q3)				Wh	0	double-long-unsigned	17
		17	1	0	3	8	0	255	Cumulative hourly reactive import energy (R+) (Q1+Q2)				VARh	0	double-long-unsigned	18
		18	1	0	4	8	0	255	Cumulative hourly reactive export energy (R-) (Q3+Q4)				VARh	0	double-long-unsigned	19

Figur 7: Oversikt over signaler tilgjengelig fra HAN-porten. Hentet fra nek.no.

2.1.2 Utstyr for tilkobling mot HAN-porten

Hovedformålet med HAN-porten er å gi strømkundene muligheten til å ta kontroll over eget forbruk. Ved å gi forbrukeren tilgang på detaljert informasjon om strømforbruket, kan smarthus-løsninger i form av energistyringssystemer utvikles. Disse systemene vil kunne programmeres til å styre strømforbruket optimalt for kunden ved å regulere effektuttaket, både med tanke på å unngå overforbruk relatert til effekttariff, og relatert til varierende energipriser gjennom døgnet. På denne måten vil totalkostnaden for kundens strømforbruk kunne reduseres. Eksempler på forbruk som enkelt kan reguleres er oppvarming, varmtvannsbereder og lading av elbil.

2.2 Smarthus

Begrepet smarthus innebærer at man har installert et styringssystem i et nytt, eller gammelt hus (10). Dette er en teknologi som blir mer og mer vanlig, og den gir en rekke forskjellige muligheter. Det finnes mange forskjellige leverandører av slik teknologi, og hensikten er å kunne styre flere forskjellige innretninger fra et felles styringssystem. Dette foregår normalt via en applikasjon på mobiltelefon eller nettbrett, eventuelt via kontrollpaneler eller brytere på veggen.

Motivasjonene for å installere og bruke smarthusteknologi er mange, og avhenger av hvilken type utstyr man knytter til styringssystemet. Fordelene kan være redusert energiforbruk eller

energikostnad, bedre komfort, enklere hverdag, økt sikkerhet eller å løse oppgaver i hjemmet, uavhengig av hvorvidt man selv faktisk befinner seg hjemme.

Redusert energiforbruk oppnår man først og fremst ved at systemet styrer oppvarming og belysning. Systemet lar brukeren programmere hensiktsmessig oppvarming, som flere soner med forskjellig temperatur, eller varierende temperaturer gjennom døgnet. Slik unngås unødvendig oppvarming av soner som ikke er i bruk. Det er mulig å programmere at varme automatisk skrur av når vinduer åpnes, og at lys slukkes når et rom står ubrukt. Videre kan noen systemer også programmeres til å skru av alle elektriske enheter som ikke er i bruk.

Smarthusteknologi bidrar til økt sikkerhet dersom dørlåser og alarmer kobles opp mot systemet. Dette muliggjør å undersøke om døra er låst og om alarmen er på, selv etter at man har reist hjemmefra. Er døra ulåst, eller man har glemt å slå på alarmen, kan man låse og skru på alarmen via mobiltelefonen. Flere smarthusleverandører har kameraer, og sensorer som registrerer alt fra bevegelser, til brann og vannlekkasjer slik at man kan få varsler eller overvåke hjemmet sitt via smarthussystemet. Systemene har mulighet både til å varsle om materielle problemer og om innbrudd, samt å overvåke at eldre mennesker er i god behold. Noen systemer kobles også opp mot lyset, slik at blinkende lys varsler hørselshemmede om en brannalarm. En «bortefunksjon» finnes også i de fleste systemer. Denne skrur lys av og på når du er bortreist, og gir inntrykk av at du er hjemme (10).

Økt komfort oppnås ved automatisk kontrollert oppvarming, ventilasjon, samt at markiser og lignende kontrolleres av systemet. Videre kan hverdagen gjøres enklere ved at man programmerer at dørlåsen låser seg opp selv når man kommer mot døra (11), ved at lyset dimmes automatisk når man spiller av en film, eller ved at katteluka åpner seg for din katt, mens andre katter sperres ute.

Det er nærmest bare fantasien som setter grenser for hvilke funksjoner som kan implementeres i et smarthussystem, og planer og forventninger i markedet er store. Enkelte hevder at de fleste elektriske innretninger skal kobles opp mot Wi-Fi i fremtiden, som blomsterpotter, katteskåler, kjøleskap og tannbørster (12). Dette omtales som «Internet of Things».

Smarthussystemer er bygget opp av 3 typer komponenter (13): En hub/kontroller/gateway, sensorer og smartenheter. Kontrolleren er en enhet som besørger kommunikasjonen mellom

de ulike enhetene i systemet. Denne er vanligvis koblet direkte til bredbåndsruteren i huset, også er alle de andre enhetene enten koblet til ruteren, eventuelt kommuniserer de direkte med kontrolleren via egne signaler. Kombinerer man flere smarthussystemer, kan det være behov for flere slike kontrollere.

Sensorene i et smarthussystem er enheter som gir informasjon om faktiske forhold til systemet. Dette kan være bevegelse, temperatur, fuktighet, vibrasjon, lys, lyd, luftkvalitet, vannlekkasjer, brann eller magnetsensorer som registrer om dører og vinduer er åpne eller lukket. Der er også mulig å bruke mobiltelefonen som en sensor som forteller systemet hvor du befinner deg.

Smartenhetene er enheter som utfører handlinger. Det mest vanlige er fjernstyrte lyspærer, kameraer og forskjellige former for fjernstyrte brytere som aktiverer handlinger.

I en del tilfeller byr kommunikasjonen mellom de ulike systemene på problemer (13). Siden forskjellige systemer ofte kommuniserer via forskjellige kommunikasjonsprotokoller, kan de ikke kommunisere direkte med hverandre. For å løse slike problemer er det opprettet en nettjeneste IFTTT – If This Then That – som gjør det mulig å lage lenker mellom ulike systemer. En annen løsning kan være å anskaffe en kontroller som kommuniserer via flere forskjellige protokoller.

Det finnes rundt 10 forskjellige protokoller for smarthus-systemer på markedet, og disse kommuniserer både via kabler, og trådløst (14). Protokollene som kommuniserer via kabler, eksempelvis UPB og X10, bruker gjerne strømkablene i huset for kommunikasjonen. Protokollene som kommuniserer trådløst er normalt raskere, og kompatible med flere produkter. Eksempler på dette er Z-wave, Zigbee, Wi-Fi, Bluetooth og Thread. Protokoller som Insteon og C-bus kommuniserer både via kabler og trådløst.

I Norge er Z-wave, Zigbee og Wi-Fi mye brukt, mens protokoller som Insteon er mindre brukt siden den lenge ikke fungerte i kombinasjon med 50 Hz strømmnett.

Nexa, Fibaro, Aeotec, Homeseer, Nest, Home Control, Eaton (xComfort), D-Link og Athom er blant de større leverandørene av smarhusteknologi. I tillegg har en del av de største elektronikkprodusentene begynt å levere smarthusprodukter. Samsung har en stor produktserie kalt Smartthings som inkluderer de fleste typer smart-produkter. Philips har designet et system for belysning kalt Philips Hue. Google har lansert en stemmestyr

smarthøytaler – Google Home – som styrer musikk, lys og en del andre smarthusfunksjoner via stemmekommandoer. Apple har en konkurrerende smarthøytaler - Apple HomePod med taleassistenten Siri. Amazon har sine Echo-høytalere med taleassistent Alexa, og Microsoft har utviklet en taleassistent Cortana som foreløpig bare leveres på Harman Kardons Invoke høytaler. Samtlige av disse kan kobles opp mot andre smarthusystemer.

2.3 Smart grids

Intelligente elektrisitetsnett eller populært kalt «Smart Grids», er nett som kan styres ut ifra hvordan enhver bruker som er tilkoblet, det være seg generator, konsumer eller begge deler, oppfører seg. Ved å hensynta alle brukeres oppførsel kan nettet mest mulig effektivt levere fornybar, økonomisk og sikker energiforsyning (15).

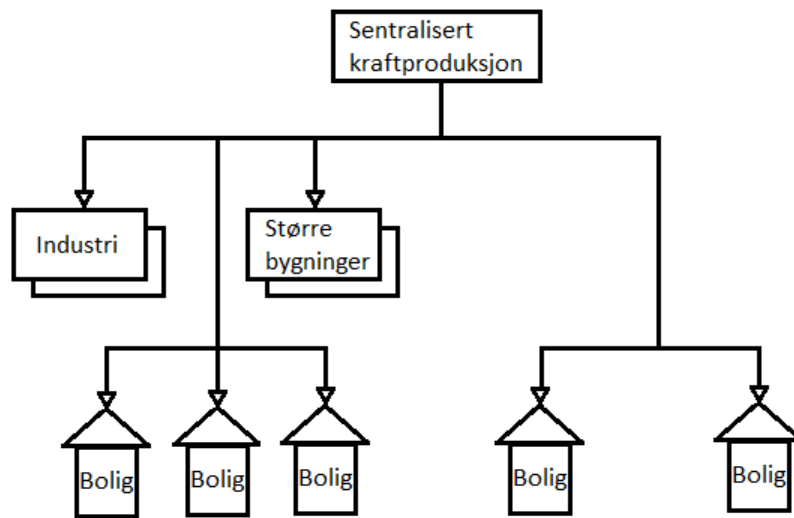
Innføring av AMS-målere er et viktig ledd i utviklingen mot «smart grids», fordi disse sørger for at betydelig mer data enn før gjøres tilgjengelig.

Hovedmotivasjonen med å innføre «smart grids» er krav om økende grad av fornybare energikilder i tillegg til forsyningssikkerhet (16). Fornybare energikilder, eksempelvis vindturbiner, er irregulære når det kommer til avgitt effekt og dette setter nye krav til hvordan kraftnettet styres. Tilskuddsordninger til blant annet private solcelleanlegg gjør det mulig for den enkelte bolig å produsere energi og levere til nettet, noe som har økende popularitet (17). Den tradisjonelle modellen med sentralisert kraftproduksjon er derfor i ferd med å endres, og dette tvinger frem en ny måte å operere kraftnettet på.

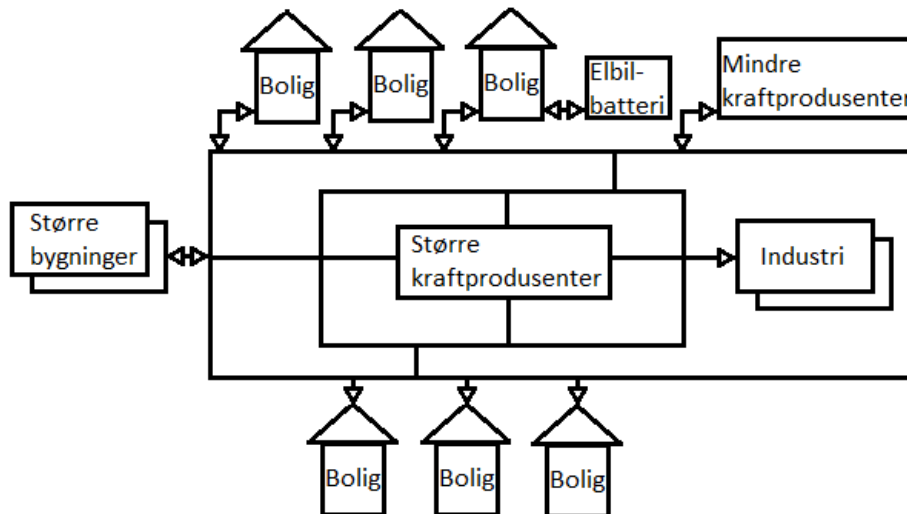
Figur 8 viser hvordan et tradisjonelt nett er bygd opp med sentralisert kraftproduksjon og enveis effektflyt distribuert nedover til forbrukerne. Figur 9 viser hvordan et «smart grid» er oppbygd med effektflyt i flere retninger, og flere mindre produsenter samt mulighet for lagring ved hjelp av batteri.

Forsyningssikkerhet er også et krav som blir mer viktig (16). I Norge er forsyningssikkerheten regulert igjennom «Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet», videre beskrevet i kapittel 2.10.

AMS gir grunnlag for mer optimal styring av kraftnettet, men kan også gi informasjon til netteier om nødvendig vedlikehold på utstyr, noe som igjen vil føre til økt forsyningssikkerhet.



Figur 8: Tradisjonelt nett.



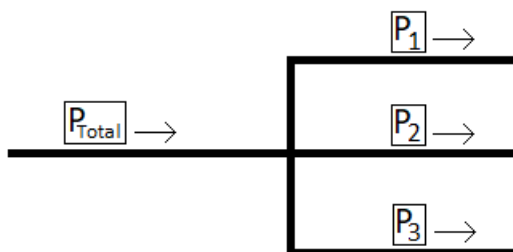
Figur 9: Smart grid.

2.4 Effekter i lavspennett

2.4.1 Sammenlagring

Planleggingsbok for kraftnett fra SINTEF inneholder veiledning for beregning av effekter i lavspent strømmnett (18). Det følgende baserer seg på denne veiledningen.

Begrepet sammenlagring beskriver hvorledes flere effekter tilkoblet et knutepunkt i strømmettet samlet blir til en effekt inn til knutepunktet. Dette forholdet kan beskrives ved en sammenlagingsfaktor, som angir hvor stor andel av maksimalverdien til en del-effekt som bidrar til den totale maksimale effekten inn til knutepunktet. Figur 10 illustrerer effekter inn og ut av et knutepunkt.



Figur 10: Sammenlagring av effekter.

Sammenlagring beskrives av følgende ligning:

$$\hat{P}_{Total} = s_1 \cdot \hat{P}_1 + s_2 \cdot \hat{P}_2 + s_3 \cdot \hat{P}_3 = \sum_{i=1}^n s_i \cdot \hat{P}_i \quad (1)$$

der \hat{P} er maksimal effekt for hver enkelt last og s er sammenlagingsfaktoren for hver effekt ut av knutepunktet.

Siden maksimal effekt på enkeltlastene ofte ikke inntreffer på samme tidspunkt som maksimal effekt inn til knutepunktet, vil sammenlagingsfaktorene normalt være mindre enn 1. Dermed vil total maksimal effekt inn til knutepunktet bli mindre enn summen av de maksimale effektene for enkeltlastene.

For homogene kundegrupper er sammenlagingsfaktoren svært lik for alle kundene. Sammenlagingsfaktorene kan da slås sammen til en felles faktor kalt samtidighetsfaktor.

2.4.2 Samtidighetsfaktor

Følgende er hentet fra SINTEF planleggingsbok for kraftnett (18).

For noen kundekategorier, som eksempelvis eneboliger, har man relativt ensartet belastningsstruktur, og tilfeldigheter avgjør om en enkeltlast har maksimal effekt samtidig som effekten inn til knutepunktet er maksimal. Sammenlagringsfaktoren blir i slike tilfeller den samme for alle lastene, og denne kalles da samtidighetsfaktor. Total maksimal effekt blir i slike tilfeller:

$$\hat{P}_{Total} = s \cdot (\hat{P}_1 + \hat{P}_2 + \hat{P}_3) = s \cdot \sum_{i=1}^n \hat{P}_i \quad (2)$$

I mange tilfeller kan ikke sammenlagret effekt beregnes via sammenlagringsfaktorer. Da er beregning via Velanders formel, basert på årlig energiforbruk et alternativ.

2.4.3 Velanders formel

Følgende er hentet fra SINTEF planleggingsbok for kraftnett (18).

Ved dimensjonering og drift av lavspentnett finnes det ofte ikke nøyaktige målinger på maksimalt effektforbruk for de enkelte lastene. Totalt energiuttak per år derimot er normalt en størrelse som kan bestemmes med rimelig nøyaktighet. Det er derfor utarbeidet en beregningsmetode, basert på sannsynlighetsmatematikk, for å finne maksimal effekt, basert på energiuttak per år. Beregningsmetoden har utgangspunkt i Velanders formel:

$$\hat{P} = k_1 \cdot W + k_2 \cdot \sqrt{W} \quad (3)$$

hvor \hat{P} er maksimal effekt og W er tilhørende årsenergi. Konstantene k_1 og k_2 kalles Velanderkonstanter og bestemmes for forskjellige typer kunder, og for forskjellige landsdeler. Effektene som beregnes med Velanders formel er gjennomsnittsverdier, og kan avvike en del dersom en ser på enkeltkunder.

For å beregne total maksimal effekt for x antall like enheter med Velanders formel:

$$\hat{P} = k_1 \cdot W \cdot x + k_2 \cdot \sqrt{W \cdot x} \quad (4)$$

SINTEF planleggingsbok oppgir Velanderkonstanter for forskjellige typer bygg, inkludert private boliger på Østlandet, som vist i tabell 1.

Tabell 1: Velanderkonstanter for ulike husholdninger.

Kundetype	k_1	k_2	Brukstid for enkeltkunder [timer]	Brukstid for sammenlagret last [timer]
Eneboliger	0,000237	0,0119	3 200	4 200
Rekkehus	0,000235	0,0116	3 100	4 250
Blokkleiligheter	0,000264	0,0140	2 150	3 900

Effektberegninger med Velanders formel har den begrensningen at man kun kan se på homogene kundesammensetninger. Dersom kundene representerer et heterogent utvalg, kan beregninger av maksimalt effektforbruk gjøres med Useload, som omtales i neste delkapittel.

2.4.4 Useload

SINTEF har utgitt en programvare for beregning av maksimalt effektuttak for forskjellige typer kunder, og programmets regnemodeller står beskrevet i SINTEF sin planbok (18). Den store fordelen med denne programvaren fremfor Velanders formler, er at kundesammensetningen kan være variert (heterogen). En annen fordel er at Useload vil ta hensyn til at sammenlagret maksimaleffekt for forskjellige kundetyper vil falle på forskjellige tidspunkter, og dermed vil total maksimal effekt bli lavere.

Brukeren av programmet må legge inn følgende inngangsverdier:

- Informasjon om årlig energiforbruk i de ulike sektorer
- Klimainformasjon (døgnmiddeltemperaturer)

Resten av datagrunnlaget ligger lagret i programvarens database, basert på bearbejdede belastningsmåledata. Dette inkluderer:

- Belastningskurver i ulike sektorer
- Standardavvik

Resultat fra beregningene:

- Maksimal effektbelastning: Påtrykket, tapt og tilgjengelig
- Energi: Levert, tapt og forbrukt
- «Load factor»

«Load factor» defineres ved følgende ligning:

$$LF = \frac{P_{average}}{P_{max}} = \frac{\frac{W}{t}}{P_{max}} \left[\frac{kWh}{kW} \right] \quad (5)$$

Useload baserer beregningene på at energiforbruket hos enkeltkundene er normalfordelt. Ut fra målinger er dette ikke eksakt korrekt, men det gir en praktisk tilnærming med god nok nøyaktighet. Enkeltkundene antas å følge en bestemt belastningsprofil for vår, sommer, høst eller vinter, samt med variasjoner for arbeidsdag eller helg. Denne profilen bestemmer også en temperaturfølsomhet, altså at energiforbruket endres med endret utetemperatur. Enkeltkundene antas å ha avvik fra belastningsprofilen tilsvarende normalfordelingen. Ved hjelp av sannsynlighetsregning beregnes effektbehov, energiforbruk og «load factor» for et gitt tidspunkt og sted i nettet.

2.4.5 Knutepunktsanalyse

For å beregne spenninger i et strømmnett brukes knutepunktsanalyse. Aktiv effekt som går inn til et knutepunkt, betegnet i , skrives som (19):

$$P_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} U_i U_j \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad (6)$$

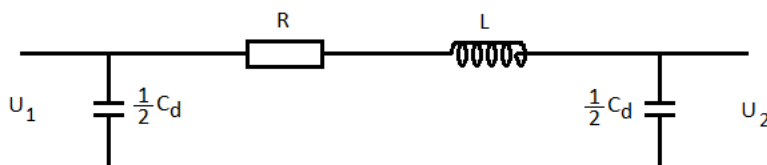
hvor $j = 1 \dots n$ er alle omkringliggende noder. Y_{ij} er admittansen mellom knutepunkt i og j , U_i er spenningen i knutepunkt i , mens δ_i er dens fasevinkel. Spenning i knutepunktene er i forhold til et valgt referansepunkt, populært kalt svingmaskin. θ_{ij} er fasevinkelen til admittansen mellom knutepunkt i og j . Alle admittansene Y_{ij} , $\{i, j\} = (1, \dots, n)$, kan også settes opp på matriseform, hvor alle admittanser samles i en «admittansmatrise».

Tilsvarende som aktiv effekt kan reaktiv effekt inn til knutepunkt i beregnes med følgende formel:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} U_i U_j \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad (7)$$

Effekt inn til knutepunktene kan antas å være kjent og spenningene kan løses med en iterativ løsningsmetode, for eksempel «Gauss-Seidel», «Newton-Raphson» eller «Fast decoupled». Med de nye AMS-målerne vil man eksempelvis kunne hente ut aktiv og reaktiv effekt inn og ut av hver enkelt bolig, som beskrevet i kapittel 2.1.

Når spenningen er kjent, kan strømmene enkelt regnes ut ved kjent impedans mellom knutepunktene. For kraftledninger er PI-modellen ofte brukt for å finne impedansen mellom to knutepunkt. Figur 11 viser enfaset representasjon av PI-modellen, U_1 og U_2 er spenningen på hver sin side av kraftledningen mens R , L og C_d er henholdsvis ledningens motstand, induktans og driftskapasitans.



Figur 11: PI-modellen.

Knutepunktsanalyse blir benyttet i kraftsimuleringsverktøyer, for eksempel NETBAS som blir benyttet senere i denne rapporten for å simulere effekten av HAN-produkter.

2.5 Oppbygning av lavspent fordelingsnett

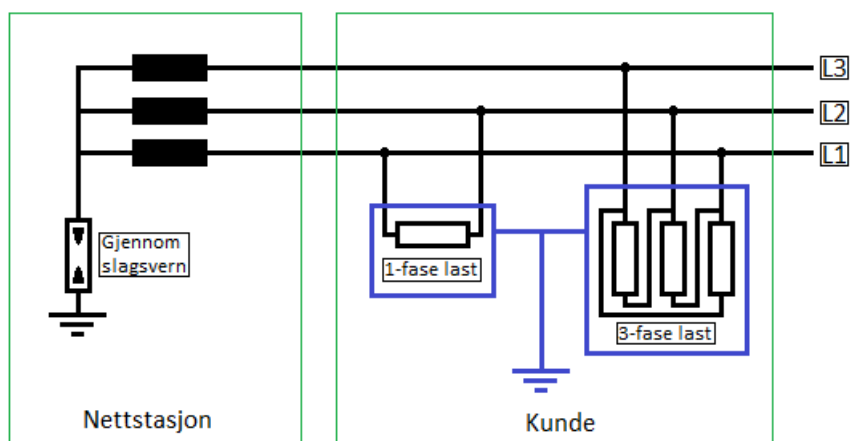
Lavspent fordelingsnett er den delen av nettet med spenninger under 1000V. Dette starter normalt i nettstasjonen, der spenningen transformeres ned fra 11kV eller 22kV i høyspent fordelingsnett, til 230 V eller 230/400 V. Disse spenningene kobles videre inn til sluttbrukerne. Lavspentnettet består av (18):

- Mateledninger (hovedledninger)
- Avgreiningpunkter (kabelfordelingsskap o.l.)
- Stikkledninger (til sluttbruker)

Normalt er lavspentnettet utformet som radialnett, altså at det ikke eksisterer reserveforbindelser som kan benyttes til å opprettholde drift ved feil og vedlikehold. I sentrale områder finnes det imidlertid også tilfeller av lavspente maskenett - direkte ledningsforbindelser mellom last og hovedfordeling, og ringnett – nettutforming som danner en sluttet ring.

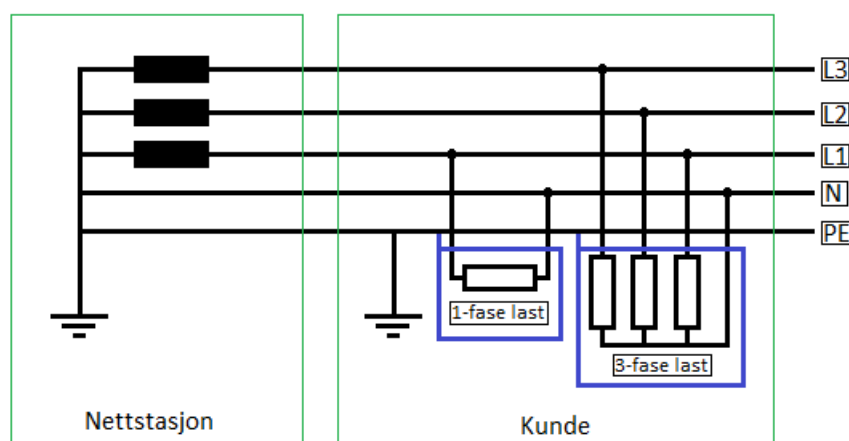
Lavspentnettet i Norge er hovedsakelig utformet på to forskjellige måter. Den mest vanlige er IT-nett. Første bokstav viser til forholdet mellom transformatorens nøytralpunkt og jord, og andre bokstav viser til forholdet mellom utsatte anleggsdeler og jord. «Isolated Terra» betyr at

transformatorens nøytralpunkt ikke er jordet (isolert), mens utsatte anleggsdeler er jordet til lokal jord i bygningen, normalt i form av jordspyd. Linjespenningen i IT-nettet i Norge er på 230 V, og nettstrukturen er illustrert i figur 12.



Figur 12: Skjematisk fremstilling IT-nett.

I resten av Europa er det vanlig med TN-nett, noe som også blir mer og mer vanlig i Norge når nettet bygges ut. Bokstavene står her for «Terra Neutral» hvilket innebærer at transformatorens nøytralpunkt er jordet, normalt med jordspyd, og at utsatte anleggsdeler er forbundet med systemets jord/nøytralpunkt. Linjespenningen i TN-nettet er på 400 V, og dermed blir spenningen mellom linjene og nøytralpunktet 230 V. TN-nett er illustrert i figur 13.



Figur 13: Skjematisk fremstilling TN-nett.

N-lederen er nøytrallederen i systemet, og PE-lederen er beskyttelsesleder/jordleder. TN-nett finnes i noen forskjellige varianter: TN-C (C = «combined») der nøytralleder og jordleder er kombinert i en PEN-leder, TN-S der nøytralleder og jordleder er ført som separate ledere som

i figur 13, og TN-C-S der nøytralleder og jordleder er ført frem som felles leder frem til den første fordelingen i en bygning.

I praksis er de to nettene forskjellig ved at TN-nettet har lavere strøm for samme effekt grunnet den høyere spenningen. Det kan dermed benyttes mindre ledere, og tapene reduseres. Siden alle strømførende deler at et IT-nett er isolert fra jord, vil jordfeilstømmer være begrenset, sammenlignet med TN-nett, og det kan derfor være vanskelig å få overstrømsvern til å løse ut ved første jordfeil.

2.6 Elektriske anlegg i bolig

2.6.1 Tilknytning til nett og hovedsikring

Den mest vanlige tilknytningen i norske boliger er 230 V IT-nett, mens den nest vanligste er 230/400 V TN-nett. TN-nett blir stort sett brukt i nyere utbygginger (20). IT-nett har ingen nøytralleder tilbake spenningskildens nøytralpunkt og lasten må hentes ut mellom de tre fasene. TN-nett har derimot nøytralleder tilbake spenningskildens nøytralpunkt og last kan derfor hentes ut enten mellom fasene eller mellom fase og nøytralleder. Dette gir mulighet for to spenningsnivåer, 230 og 400 V (21).

Maksimalt effektuttak for en bolig med trefase 230 V IT-nett uten faseforskyvning og for eksempel en hovedsikring på 40 A vil være $\sqrt{3} \cdot 230 \cdot 40 = 15,9$ kW. Tilsvarende sikringsstørrelse for en bolig med 230/400 V TN-nett vil gi et maksimalt effektuttak på $\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 40 = 27,7$ kW.

Vanlig hovedsikring på en ny enebolig i dag kan for eksempel være 63 A for IT-nett og 40 A for TN-nett, som vil gi om lag 25-27 kW tilgjengelig for forbruker ved liten faseforskyvning ($\cos \phi \approx 1$).

2.6.2 Kursoppdeling

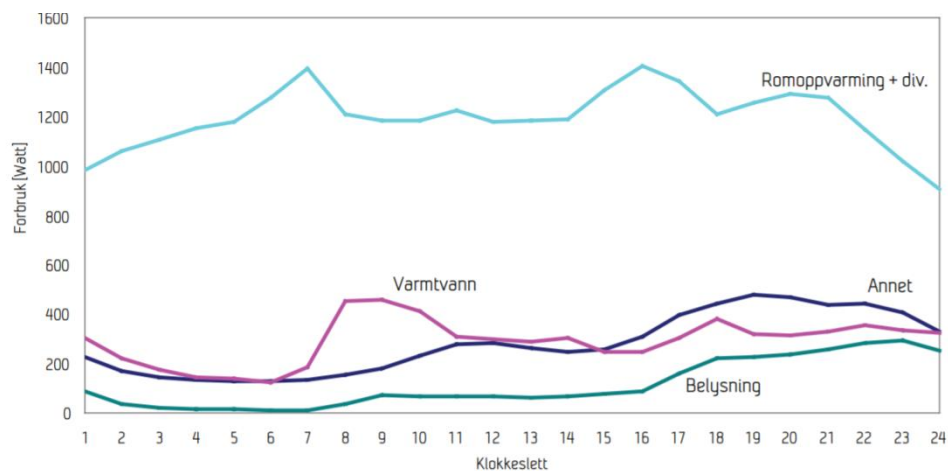
Det er ikke krav for hvor mange kurser som skal finnes i en bolig. Det som kreves er at det skal deles opp i så mange kurser at en unngår farer og reduserer ulempene ved feil. I de siste versjoner av normen som gjelder for lavspenningsinstallasjoner (NEK 400) er det kommet krav om egen kurs for ladning av elbil (21).

Summeres maksimal effekt for alle kurser i en bolig vil man få høyere effekt enn hva hovedsikringen kan gi. Anlegget dimensjoneres slik at ikke alle kurser blir maksimalt belastet samtidig. Samtidighetsfaktoren internt i en bolig, tilsvarende som definert i kapittel 2.4, varierer med hvor mange kurser boligen har, men ligger typisk i området 0,5 til 0,8 (22).

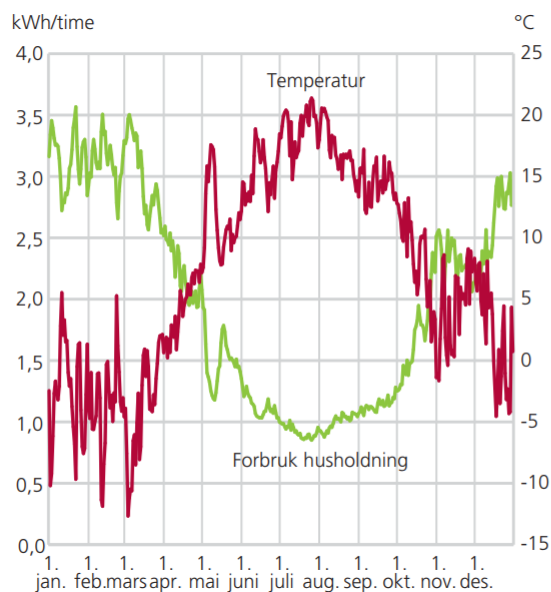
2.6.3 Strømforbruk

Norske husholdninger bruker i snitt omtrent 20 000 kWh årlig. Husholdninger i Hedmark og Oppland har høyest forbruk på nesten 30 000 kWh årlig, mens Oslo har lavest med 13 000 kWh (23). En typisk husholdning bruker 64 % av det totale strømforbruket på oppvarming av rom, mens 15 % går til oppvarming av varmtvann. Resten går til belysning, kjøkken, vaskemaskin og øvrige elektriske apparater (24).

Forbruket igjennom døgnet varierer etter når behovet er størst, se figur 14. Figur 15 viser fordeling av strømforbruket igjennom året for norske husholdninger, dette er naturlig nok sterkt korrelert med utetemperaturen siden mesteparten av forbruket går til oppvarming.



Figur 14: Fordeling av effektforbruk igjennom døgnet (24).



Figur 15: Fordeling av effektforbruk igjennom året (25).

I de senere år er laster med høy effekt blitt mer vanlig, eksempler er induksjonstopper og ladning av elbil. Sistnevnte er spesielt aktuelt med et stadig økende antall elbiler. Skal man lade opp et 50 kWh batteri på noen timer vil det kreve høy effekt. Det finnes elbilladere på 22 kW (for TN-nett) og induksjonstopper på 11 kW ment for hjemmebruk (26, 27).

2.7 Sluttbrukertiltak

SINTEF sin planbok (18) beskriver fordeler av å redusere lasten i nettet ved å gjennomføre sluttbrukertiltak. Dette innebærer at man sikrer reduksjon i forbruk hos sluttbrukerne ved å installere forskjellig utstyr, eventuelt at man kontrollerer forbruksmønsteret hos sluttbrukeren. De positive effektene av sluttbrukertiltak inkluderer:

- Reduserte marginaltap i topplastsituasjon
- Utsatte investeringer i nettførsterkninger
- Redusert kostnad for sluttbruker
- Reduserte kostnader i overliggende nett

Nåverdien av en utsatt investering, vil for utsettelse på 3 år med 7 % rente utgjøre 18 % av investeringskostnaden, og dermed kan man prinsipielt bruke disse ressursene på sluttbrukertiltak i stedet for å investere med en gang. En ytterligere positiv konsekvens av en 3 års utsettelse er at en ny analyse av situasjonen og behovet for investeringen, kan gjøres 3 år senere, og dermed vil usikkerhet reduseres. Ulike relevante sluttbrukertiltak følger.

Dagsenking av innetemperatur er et virkemiddel som kan gi besparelser ved at temperaturen senkes eksempelvis 5 °C inne i 8 timer på dagen mens kundene er på jobb. Et slikt tiltak hevdes å gi en besparelse på 13,2 % energiforbruk, og et konservativt anslag på effektbesparelsen ligger på 13 % for topplast (18).

Bytte til LED-pærer kan også gi en besparelse. Anslagsvis vil energiforbruket reduseres med 80 % sammenliknet med halogenpærer (28). SINTEF sin planbok gir anslag for beregning av effektreduksjon ved bytting til mer effektive pærer (18): 30 pærer per husstand, 55 % av pærene i bruk på topplasttidspunktet og reduksjon av besparelsen på 50 % som følge av økt oppvarmingsbehov når effekten til belysning reduseres. Tar man utgangspunkt i en reduksjon på 40 W per pære ved bytte fra halogen til LED, blir effekten i topplasttidspunktet redusert med 330 W per husstand.

Installere varmepumper gir innsparinger i forbruk til oppvarming. Varmepumpen henter energi ved å kjøle ned omgivelsesluften ute, og frigir energi inne i huset. Dette foregår etter samme prinsipp som nedkjølingen av kjøleskap, ved at trykk og dermed temperatur endres på en gass. Størrelsen på utbyttet som hentes ut beskrives via en effektfaktor – COP («Coefficient Of Performance») som angir forholdet mellom mengde varmeeffekt som varmepumpen avgir inne, og tilført elektrisk effekt fra strømmettet, se ligning (8).

$$\text{COP} = \frac{\text{Avgitt varmeeffekt}}{\text{Tilført elektrisk effekt}} \quad (8)$$

COP endres for forskjellige temperaturer, og det oppgis derfor også en årsvarmefaktor – SCOP/SPF («Seasonal COP/Seasonal Performance Factor») som angir gjennomsnittlig effektfaktor gjennom året. Tabell 2 viser verdier av effektfaktorer som NVE bruker i generelle beregninger (29).

Tabell 2: Effektfaktorer varmepumpe.

	Luft – luft	Luft - vann	Væske - Vann
Effektfaktor	2,0	2,5	2,9
Redusert effekt og energiforbruk	50 %	60 %	66 %

Verdiene stemmer brukbart med oppgitt effekt på moderne varmepumper ved –15°C, slik at disse bør være nært til faktisk effektfaktor ved maksimal last i nettet.

Egenproduksjon av strøm i det private blir i dag mer og mer vanlig. Dette gjøres på flere måter, eksempelvis bønder som bygger små kraftverk rundt vannfall på egen utmark, og private vindmøller. Det mest vanlige blir nok uansett solcelleanlegg, gjerne plassert på taket av private boliger. I 2015 4-doblet antallet private husholdninger med solenergi i Norge seg (30). Med en stor egenproduksjon, kan man i enkelte tidsrom ende opp med å produsere mer strøm enn det man selv bruker, og dermed bli en plusskunde, altså en kunde som i perioder leverer strøm tilbake til nettet. Overskuddsstrømmen selges tilbake til kundens kraftselskap til spotpris pluss en innmatingstariff som ifølge NVE varierer mellom +5 øre og -5 øre avhengig av om kraftproduksjonen reduserer eller øker tapet i nettet (30).

Solcelleanlegg fungerer godt i Norge, siden spenningen fra solceller reduseres ved økt omgivelsestemperatur. Imidlertid varierer strømmen slike anlegg produserer med mengde solinnstråling, så dersom anlegget dekkes av snø eller lignende vil effekten falle kraftig (31). De senere årene har flere produsenter begynt å lage takstein med solceller integrert slik at utseende på taket ikke påvirkes nevneverdig. Effekten er foreløpig noe lavere enn for normale solcellepaneler (32).

Et anlegg på 20 m² med solcellepaneler vil gi en effekt på 3300 kWp (maksimaleffekt), noe som vil gi en årlig produksjon på 3000 kWh. For takstein med integrerte solceller må arealet økes med ca. 50 % for å oppnå tilsvarende effekt (32). Produksjonen varierer gjennom året og fra sted til sted, på grunn av varierende meteorologiske forhold og topografi, og produksjonen er lavest midt på vinteren (33).

2.8 Lastflytting i boliger

Dersom fremtidig prismodell for nettleie gjør effekttopper kostbare, vil forbrukerne motiveres til å jevne ut lasten gjennom døgnet. SINTEF sin planbok (18) definerer flyttbar last som last som kan varieres, uten å påvirke kundenes komfort og bruksmåte nevneverdig. Eksempler på slike laster er varmtvannsberedere, varmepumper, varmekabler, elektriske ovner og lading av elbil.

2.8.1 Varmelaster

Temperaturen T i et betonggulv eller luften i et rom kan beskrives med følgende differensialligning:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{C} \left(\frac{dQ_{\text{tilført}}}{dt} - \frac{dQ_{\text{tap}}}{dt} \right) \quad (9)$$

hvor C er mediets varmekapasitet og $\frac{dQ}{dt}$ er varmestrøm per tid (Joule per sekund = Watt), oppdelt i tilført varmestrøm og tap til omgivelsene. Varmekapasiteten C er lik $c_p \rho V$ hvor c_p er mediets spesifikke varmekapasitet, ρ er tettheten og V er volumet. Tap til omgivelsene skrives som:

$$\frac{dQ_{\text{tap}}}{dt} = \frac{T - T_{\text{omgivelser}}}{R} \quad (10)$$

hvor R er varmemotstanden fra det aktuelle mediet til omgivelsesmediet. U-verdi er populært brukt for boliger, hvor sammenhengen med varmemotstand er $R = \frac{1}{UA}$, der A er overflateareal. U-verdien oppgis for ulike vinduer, veggisolasjon osv.

Dersom tilført varmestrøm settes til null, for eksempel når varmekablene skrur av i et betonggulv, vil den tidsderiverte av temperaturen bli negativ, gitt at omgivelsestemperaturen er lavere. Hvor raskt temperaturen reduseres blir da avhengig av varmekapasiteten C og varmemotstanden R . Jo høyere disse verdiene er, jo lavere faller temperaturen i mediet over tid. Laster som er fleksible med hensyn på flytting bør derfor ha høy varmekapasitet og være godt isolert. Et godt eksempel er varmtvannsberederen. Denne er godt isolert og fylt med vann som har relativt høy varmekapasitet.

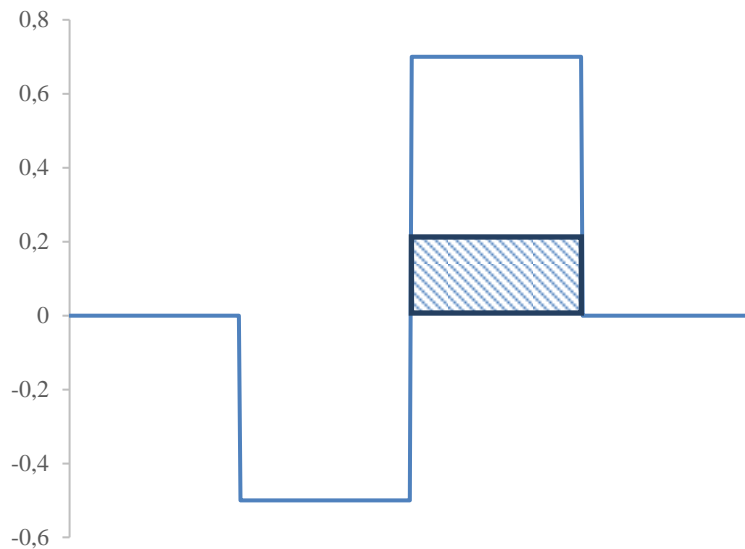
Når temperaturen holdes konstant vil nødvendig tilført effekt være lik tapet til omgivelsene. Dersom tilført effekt skrur av i en periode, må mediet varmes opp til ønsket temperatur igjen etter å ha blitt avkjølt. Den ekstra energien som da trengs for å varme opp igjen vil være lik:

$$Q_{\text{oppvarming}} = C \cdot \Delta T \quad (11)$$

hvor ΔT er temperaturøkningen opp til ønsket temperatur. Denne ekstra energien vil derfor være nødvendig etter en utkobling.

Varmtvannsbereder: En vanlig varmtvannsbereder bruker mest effekt når det tappes varmtvann fra berederen. Da etterfylles berederen med nytt kaldt vann og det innebygde varmeelementet skrur på for å holde temperaturen på vannet. (34) beskriver hva som skjer når varmtvannsoppvarmingen kobles ut ved en forbrukstopp, for igjen å kobles inn 1 time senere. Resultatene viser at effektforbruket i gjennomsnitt reduseres 0,5 kWh/h ved utkobling, men for å varme opp igjen på grunn av utkoblingen økes effektforbruket med ytterligere 0,2

kWh/h påfølgende time. Figur 16 illustrerer hva som skjer med effektforbruket ved utkobling og deretter innkobling. Skravert område indikerer ekstraeffekten som behøves etter utkoblingen for å «ta igjen» oppvarmingen.



Figur 16: Illustrasjon av effektforbruk [kWh/h] ved utkobling av varmtvannsbereder.

2.8.2 Lading av elbil

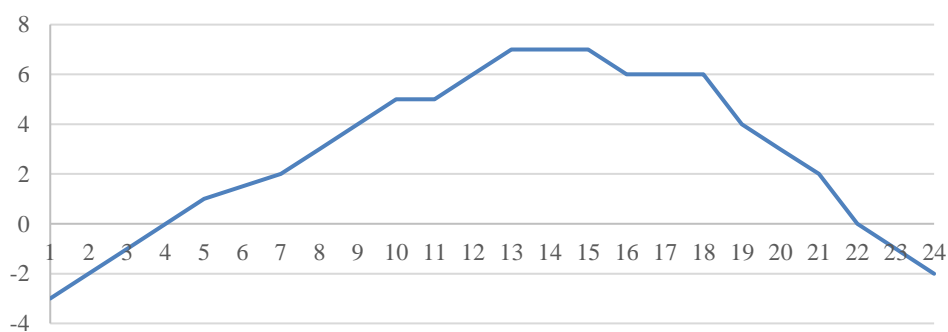
Inn og utkobling av elbillading er enklere enn styring av varmelaster siden det ikke vil påvirke komforten til forbrukeren. Ladingen må hensynta at bileieren for eksempel ønsker at batteriet er fulladet til et visst klokkeslett. I tillegg vil sikringsstørrelsen til selve laderen kunne være begrensende i forhold til optimalt tidsintervall for å lade. Utover disse begrensningene vil laderen kunne slås av og på helt fritt.

2.8.3 Eksempel

Følgende eksempel viser lastflytting for en tenkt husholdning. Data brukt vises i tabell 3, mens utetemperaturen brukt i eksempelet vises i figur 17. Boligen forenkles som en rektangulær boks med varmetap gjennom vegger, tak, dører og vinduer. Ventilasjons- eller strålingstap hensyntas ikke i eksempelet.

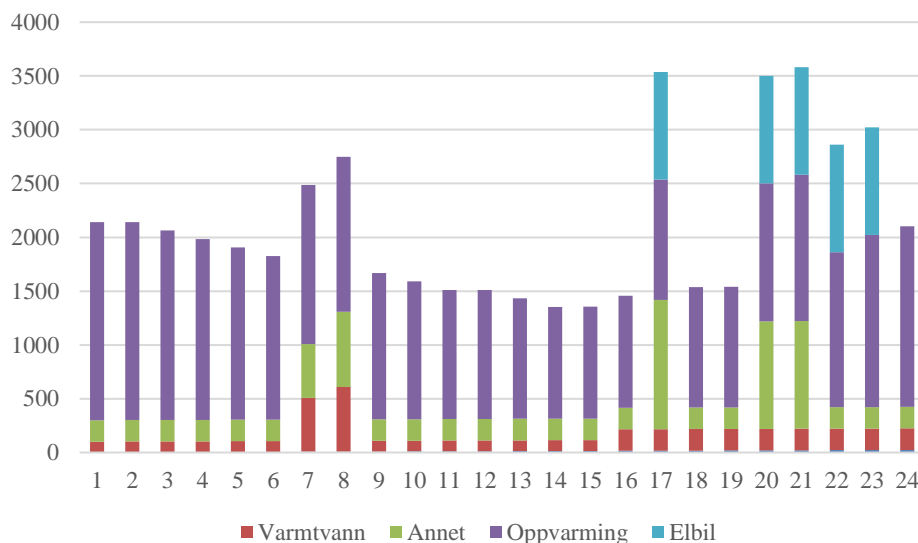
Tabell 3: Data lastflyttingseksempel.

Boligdata					
Lengde	15,0 m	U-verdi vegg	0,25 W/m ² K	Spesifikk varmekap. luft	1000 J/kg K
Bredde	10,0 m	U-verdi tak	0,20 W/m ² K	Tetthet luft	1,2 kg/m ³
Høyde	2,5 m	U-verdi dør og vindu	1,00 W/m ² K	Ønskelig innnetemperatur	20 °C
Areal dør og vindu	20 % av veggareal				
Forbruksmønster					
Varmtvannsbereder		Andre laster (belysning, kjøkken, vaskemaskin)		Lading av elbil (totalt behov er 5 kWh per dag)	
kl. 01-06	100 W	kl. 01-06	200 W	kl. 01-16	0 W (bilen er ikke hjemme mellom 8 og 16)
kl. 07	500 W	kl. 07	500 W	kl. 17	1 000 W
kl. 08	800 W	kl. 08	700 W	kl. 18-19	0 W (bilen er ikke hjemme)
kl. 09-15	100 W	kl. 09-16	200 W	kl. 20-23	1000 W
kl. 16-24	200 W	kl. 17	1 200 W	kl. 24	0 W
		kl. 18-19	200 W		
		kl. 20-21	1 000 W		
		kl. 22-24	200 W		



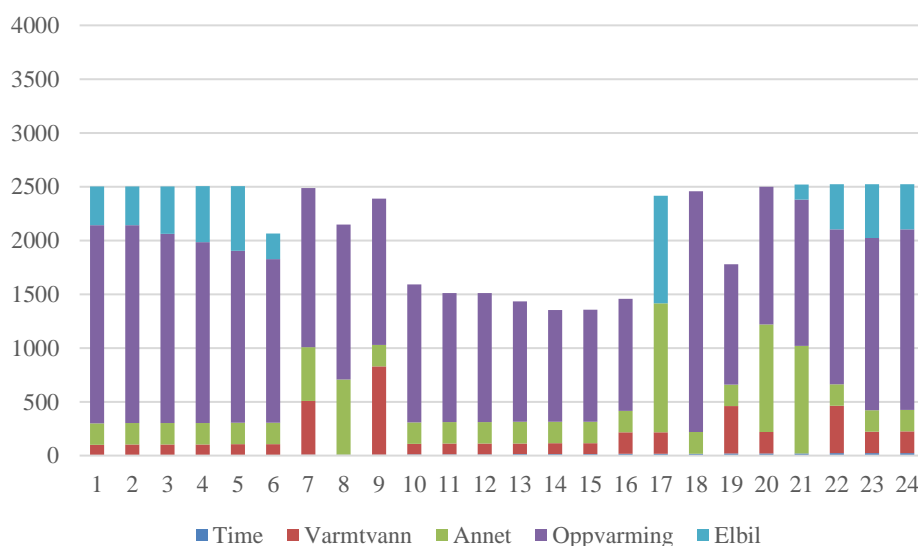
Figur 17: Utetemperatur [°C] igjennom døgnet for lastflyttingseksempel.

Figur 18 viser forbruket basert på angitt forbruksmønster og utetemperatur.



Figur 18: Effektforbruk [Wh/h] gjennom døgnet for lastflyttingseksempelet.

Figur 19 viser hvordan forbruket blir etter lastflytting. I eksempelet er det en tenkt grense på 2 500 W som går igjennom hele døgnet. Dette oppnås ved å bruke en styrbar elbil-lader som lader når det er ledig kapasitet. Det påses også at bilen blir ladet litt på ettermiddagen før den skal brukes igjen på kvelden. Varmtvannsberederen kobles ut kl. 8, kl. 18 og kl. 21 for å gi effekt til andre laster. Oppvarming blir i dette eksempelet koblet ut én gang, kl. 17. Gjeninnkobling av varmelastene fører til ekstra forbruk i påfølgende time som beskrevet i foregående delkapittel.



Figur 19: Effektforbruk [Wh/h] gjennom døgnet etter lastflytting.

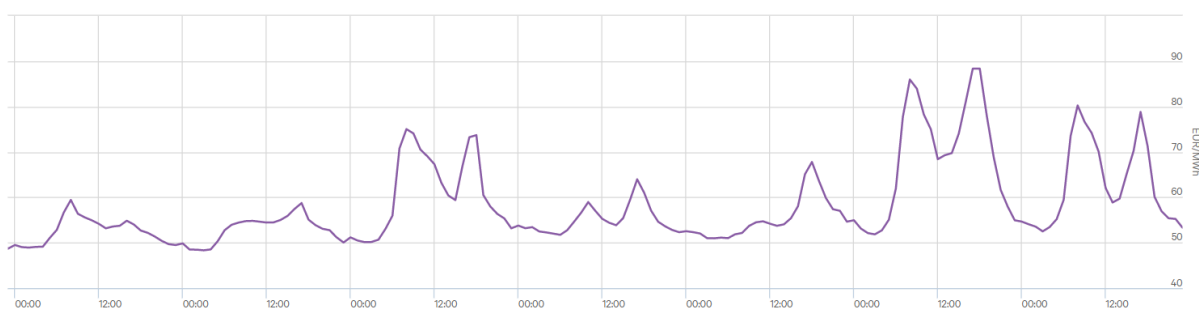
2.9 Strømpriser

I Norge er kostnaden for forbrukt strøm delt i to; Kraftprisen som faktureres av kraftselskapet som produserer strømmen, og nettleien som faktureres av nettselskapet som eier og drifter strømmettet som distribuerer strømmen fra produsent til forbruker.

2.9.1 Kraftprisen

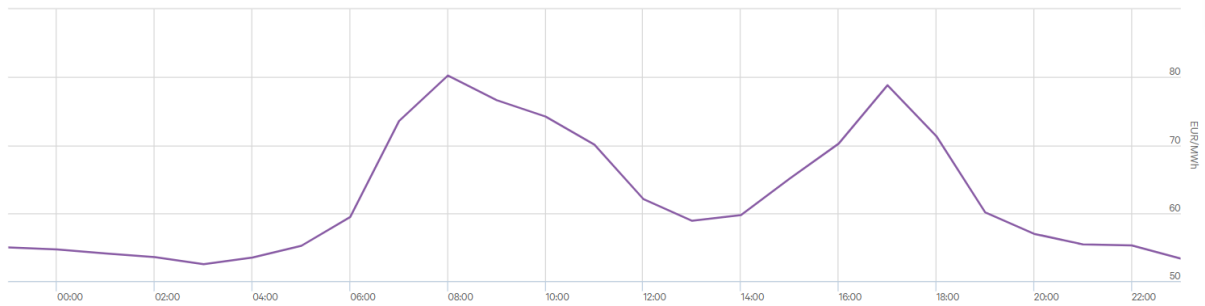
Hvordan kraftprisen beregnes avhenger av hva slags abonnement kunden har tegnet. Kraftselskapene har forskjellige typer abonnementer. I hovedsak dreier det seg enten om abonnementer basert på fastpris eller spotpris, der spotpris er det vanligste i norske husholdninger (35). Kunder med fastprisabonnement betaler en fast pris per kWh som settes når abonnementet tegnes, gjerne med et fast månedsbeløp i tillegg, og en forhåndsbestemt bindingstid. Kunder med spotprisabonnement betaler spotprisen fra Nord Pool med et påslag, eventuelt med et fast tillegg per måned, eller med begge deler. Nord Pool sine spotpriser er markedsbaserte, og er derfor en konsekvens av tilbud og etterspørsel (36).

Nord Pool sine priser fastsettes time for time, og varierer gjennom døgnet som konsekvens av varierende etterspørsel gjennom døgnet (35). I figur 20 vises prisvariasjon over en uke, 16. januar – 22. januar 2019, for Oslo.



Figur 20: Kraftprisvariasjon 16.-22. januar 2019 [EUR/MWh]. Hentet fra nordpoolspot.com.

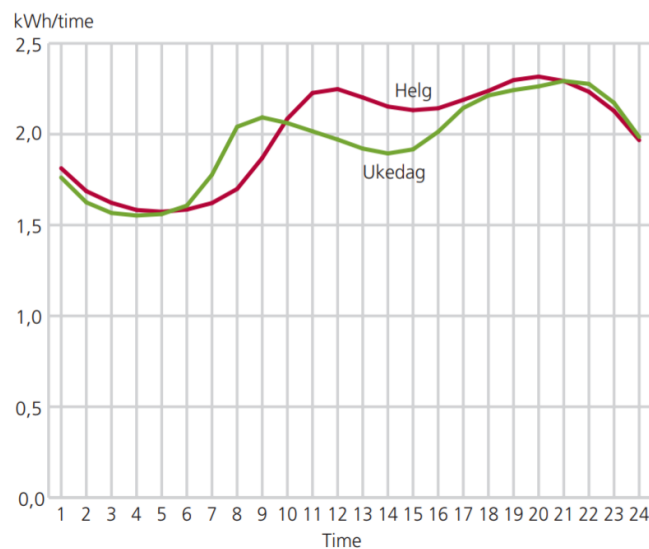
Det vises at prisen varierer en del gjennom døgnet, med maksimal pris på morgenen/formiddagen, og senere på ettermiddagen, mens den er lavest på natten. Figur 21 viser variasjonen om man ser nærmere på et døgn, 22. januar 2019, også for Oslo.



Figur 21: Kraftprisvariasjon 22. januar 2019 [EUR/MWh]. Hentet fra nordpoolspot.com

Denne viser at minimumspris forekom kl. 03:00 på 52,48 EUR/MWh = 51,3 øre/kWh, og en maksimumspris kl. 08:00 på 80,23 EUR/MWh = 78,4 øre/kWh, og en ny topp på tilnærmet samme nivå kl. 17:00.

Om man holder kraftprisvariasjonen gjennom døgnet opp mot forbruket i husholdningene gjennom døgnet, kan det sees en klar sammenheng som vist i figur 22.



Figur 22: Variasjoner i forbruk gjennom døgnet [kWh/h]. Hentet fra ssb.no.

Forbrukstoppene i husholdningene sammenfaller i høy grad med de samme tidspunktene der kraftprisen også er høyest.

Etter at de nye AMS-strømmålerne ble innført i norske husholdninger er det blitt mulig å fakturere kundene direkte basert på timesprisen fra Nord Pool. En slik fakturering har i utgangspunktet 2 motivasjoner (7):

- Korrekt og rettferdig fakturering ved at kunder med høyt forbruk de timene som strømmen er dyr betaler mer, i stedet for at alle kunder betaler en gjennomsnittspris.

- Å motivere kundene til å tilpasse forbruket slik at forbruket øker når det er ledig kapasitet, og reduseres når forbruket er høyt. På denne måten håper nettselskapene å unngå dyre oppgraderinger for å håndtere effekttoppene.

I tillegg til variasjonene gjennom døgnet, varierer strømprisen også ut i fra hvor i landet man bor. Dette som følge av begrenset overføringskapasitet mellom regionene (35).

Inkludert i kraftprisen belastes strømkundene normalt for såkalte elsertifikater. Disse representerer en felles svensk-norsk ordning for å gjøre det økonomisk gunstig å bygge ut fornybar energi. Produsenter av fornybar energi får tildelt sertifikater utstedt av staten, basert på produsert kvantum (1 sertifikat per produsert MWh). Disse kan selges til sertifikatpliktige, normalt kraftleverandører eller sluttbrukere, for dermed å gjøre utbygging av fornybar energiproduksjon økonomisk gunstig (37).

2.9.2 Nettleie

Nettleien er sammensatt av flere komponenter (38):

- Fasteledd (15 %)
- Variabelt ledd (34 %)
- Forbruksavgift/elavgift (29 %)
- Enova-avgift (2 %)
- Merverdiavgift (20 %)

Prosentatsene baserer seg på gjennomsnittstariffer for Norge i 2016.

Det nedlegges inntektsrammer for de individuelle nettselskapene av NVE hvert år. Denne inntektsrammen baseres delvis på faktiske kostnader, og delvis på forventede kostnader ved 100 % effektiv drift. Nettselskapenes tillatte inntekt beregnes slik:

	Inntektsramme NVE
+	Kostnader til overliggende nett
+	Eiendomsskatt
-	Kostnader ifm. avbrudd
=	Maks. tillatt inntekt

Dersom nettselskapenes inntekter overstiger dette, må det overskytende tilbakebetales til kundene, i motsatt fall kan det hentes inn fra kundene senere (38). Fastleddet varierer fra selskap til selskap, det variable leddet beregnes basert på antall kWh som forventes levert, og til slutt legges avgiftene til.

Forbruksavgiften er i 2019 satt til 15,83 øre/kWh, denne er hovedsakelig fiskalt begrunnet, men skal også gjøre et bidrag til å redusere forbruket (39). Enova-avgiften (energifondet) inndrives også via nettleien. Hensikten med denne er å dekke støtteordninger for tiltak som bidrar til å redusere energibruken, å øke energiproduksjon fra fornybare energikilder, samt å utvikle ny energi- og klimateknologi (40). For 2019 er denne satt til 1 øre/kWh. I tillegg legges det på 25 % merverdiavgift (20 % av sluttprisen) på totalen, inkludert avgiftene.

2.9.3 Fremtidig nettleie

Dagens fremgangsmåter for å prissette nettleien kan snart komme til å gjennomgå endringer. NVE har hatt et «forslag til endringer i forskrift om kontroll av nettvirksomhet – tariffer» oppe til høring våren 2018 (41). I høringsdokumentet argumenterer NVE sterkt for at dagens ordning i liten grad bidrar til å løse de største utfordringene nettselskapene har i dag. Disse utfordringene er knyttet til maksimalt effektuttak snarere enn til totalt energiforbruk. Det pekes på at hoveddelen (90 %) av kostnadene for vedlikehold av nettet er uavhengig av energimengde som overføres, mens den store kostnadsdriveren er nødvendige utbygginger som følge av høyt effektbehov. Det argumenteres derfor for en ordning der forbrukere som krever høyt effektforbruk, også belastes tyngre økonomisk. Slik vil kundene få et insentiv for å tilpasse forbruket sitt utenfor effekttoppene, og man kan dermed muligens unngå eller utsette utbygginger av nettet.

I nevnte høring (41) ble en tariffmodell basert på *abonnert effekt* anbefalt av NVE. Imidlertid fikk ikke dette forslaget støtte av Energi Norge (42), og det ble hevdet at en slik tariffmodell ville være for komplisert for kundene å forstå, samt at den kunne slå urettferdig ut for kundene. Videre ble det hevdet at tariffmodellen kunne bidra til at kunder som normalt har lavt forbruk i tunglasttimene, ville øke lasten på disse tidspunktene for «å jevne ut» effektbruken gjennom døgnet. Energi Norge anbefalte i sitt svar en tariffmodell med et fastledd, pluss et variabelt ledd basert på TOU – «Time Of Use». Det ble også uttalt at «En modell basert på målt effekt kan også være mulig» (42).

I en e-post informerer NVE at det ventes en ny høring i slutten av mars 2019. NVE arbeider da med et nytt forslag der nettselskapene gis handlingsfrihet ved utforming av tariffmodell. Flere tariffmodeller kan være mulig og forslagene er:

- Abonnert effekt
- «Time Of Use»
- Sikringsstørrelse
- Målt effekt

Abonnert effekt: Tanken med denne modellen er at hver strømkunde tegner et abonnement ut ifra hvilken maksimal effekt (abonnert effekt) som ønskes (41). Tabell 4 viser leddene som inngår på kundens faktura.

Tabell 4: Prismodell «Abonnert effekt».

Kostnadsledd	Beskrivelse
Fastledd	Basert på hva slags abonnert effekt kunden vil ha [kr per kWh/h]
Energiledd	Marginaltapsbasert [øre/kWh]
Effektbasert ledd	Ivaretatt delvis ved differensiering av fastleddet, og delvis ved høyere pris for brukt effekt over abonnert effekt → Overforbruk

Etter denne modellen skal fastleddet bestemmes ut ifra hvilken abonnert effekt kunden ønsker. Energileddet påløper per kWh som forbrukes, og skal i hovedsak ta vare på marginale tap i nettet som følge av økt energitransport. Det effektbaserte leddet skal besørge en høyere pris for effekt brukt utover abonnert effekt, såkalt overforbruk, med hensikt å gi kunden prissignal i de timene hvor effektbehovet er spesielt høyt.

TOU – «Time Of Use»: Denne modellen (41) er bygget opp slik at kundene ikke trenger å forholde seg til begrepet effekt. All fakturering foregår enten periodevis, eventuelt per forbrukt energi. Tabell 5 viser leddene som inngår i faktura.

Tabell 5: Prismodell «Time Of Use».

Kostnadsledd	Beskrivelse
Fastledd	Må antagelig differensieres mellom kundegrupper. Kan eksempelvis gjøres tilsvarende dagens ordning basert på objektive kontrollerbare kriterier i relevante nettforhold [kr per kunde]
Energiledd	Variabelt. Nettselskapet setter timepris målrettet etter de timene det erfaringsmessig er høy belastning i nettet. Minimum tilsvarende marginaltap i nettet [øre/kWh]
Effektbasert ledd	Nei. Ivaretas ved differensiering av energileddet

Det antas at en slik ordning vil være noe mer intuitiv for kundene siden de vil kunne fortsette å utelukkende forholde seg til kWh. Denne modellen gir flere muligheter for utforming, da det blir et avveiningsforhold hvordan kostnadene skal fordeles mellom fastledd og energiledd. Et eksempel er om man priser energileddet høyere marginalkostnadene for samtlige av årets timer. Det vil da oppstå en situasjon der kunder med høyt energiforbruk og lavt effektbehov, dekker kostnader som egentlig oppstår på grunn av kunder med lavt energiforbruk og høyt effektbehov i tunglasttimene. Med denne modellen vil nettleien ha høy pris på tidspunkter når kraftprisen også er høy, siden effektbehovet i nettet er størst når etterspørselen/forbruket etter kraft er høyest.

Sikringsstørrelse: Denne modellen tilsvarende dagens ordning hos enkelte nettselskaper, deriblant Eidsiva Nett. Kunden faktureres (41) iht. tabell 6.

Tabell 6: Prismodell «Sikringsstørrelse».

Kostnadsledd	Beskrivelse
Fastledd	Differensiert etter kundens hovedsikring [kr per kW]
Energiledd	Marginaltapsbasert [øre/kWh]
Effektbasert ledd	Nei

Her gis det ingen insentiver til å redusere forbruk i timer med høy belastning i nettet. Den eneste begrensningen på effekt er størrelsen på hovedsikringen. Fordi fastleddet øker dersom kunden bytter til hovedsikring med større kapasitet, vil kunden ha et insentiv til å klare seg med hovedsikring med minst mulig kapasitet.

Målt effekt: Her må også kundene forholde seg til både energiforbruk og effekt (41). Modellen benyttes per i dag for kunder som har forventet årlig forbruk på over 100.000 kWh per år. Tabell 7 viser hvordan kundene faktureres.

Tabell 7: Prismodell «Målt effekt».

Kostnadsledd	Beskrivelse
Fastledd	Basert på kundespesifikke kostnader [kr per kunde]
Energiledd	Marginaltapsbasert [øre/kWh]
Effektbasert ledd	Beregnes etter maksimal last hos kunden per år/måned/dag. Hoveddelen av kostnaden for nettleie legges her [kr per kWh/h]

Vanskeligheten med denne modellen er å finne en passende lengde for avregningsperioden for topplasttimen. Dersom man gjør avregning hver måned, vil effektkrevende installasjoner (som elbilladere i grigrendte strøk) få svært høye kostnader. Videre vil kundene miste insentiv til å redusere effekten i topplasttimen sin dersom en time med høy effekt oppstår tidlig i måneden.

Setter man beregningstiden til en dag, vil kundene ikke hefte ved en høy topplasttime lenger enn en dag, men kundene vil gis insentiv til å redusere effekt og dermed forbruk også på dager der nettet har god kapasitet. Dermed kan nettselskapet få problemer med å sikre tilstrekkelige inntekter. Om man velger å differensiere enten lengden på beregningen av topplasttime, eller prisen på topplasttiden vil denne modellen bli svært komplisert for kundene å forholde seg til.

2.10 Leveringskvalitet

Leveringskvalitet er et samlebegrep for leveringspålitelighet, spenningskvalitet og noen ikke-tekniske elementer forbundet med kommunikasjon mellom nettselskap og kunde (43). Krav for leveringskvalitet er nedfelt av NVE i «Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet» (44). Denne forskriften gjelder for alle som er tilkoblet kraftnettet i Norge, på alle spenningsnivåer, med unntak av norsk sjøterritorium, samt jernbaneanlegg med frekvens 16 2/3 Hz.

2.10.1 Leveringspålitelighet

Leveringspåliteligheten i et kraftnett defineres av hvor mange avbrudd nettet har. Opplever kunden mange avbrudd er leveringspåliteligheten dårlig, opplever kunden få avbrudd er leveringspåliteligheten god. Nettselskapene rapporterer feil og avbrudd til NVE, for bokføring av avbrudds- og feilstatistikk. Krav til leveringspålitelighet er ikke tallfestet, men forskriften (44) legger ned krav til utbedring av feil og avbrudd uten ugrunnet opphold.

2.10.2 Spenningskvalitet

Spenningskvaliteten på kraftleveransen indikerer anvendeligheten av levert kraft. Dersom kvaliteten på spenningen blir for lav, vil konsekvensene kunne være havari av elektrisk utstyr, forkortet levetid på elektrisk utstyr, eller blinkende lys (43).

«Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet» legger ned en del krav for kvaliteten på kraftleveransen i form av spenningskvalitetsparametere, herunder:

- Frekvens
- Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi
- Kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningsprang
- Flimmerintensitet

- Spenningsusymmetri
- Overharmoniske spenninger
- Interharmoniske spenninger
- Signalspenning overlagret forsyningsspenningen
- Transiente overspenninger

Frekvens: Siden Norge, Sverige, Finland og deler av Danmark har felles synkronområdet, legges det krav om at spenningens frekvens- og tidsavvik normalt holdes innenfor bestemmelsene i *nordisk systemdriftsavtale*. Her legges det krav til regulering dersom frekvensen avviker utenfor:

$$f = 50\text{Hz} \pm 0,1\text{Hz} \quad (12)$$

Dersom frekvensen avviker ned til 49,5 Hz stilles det strenge krav til hvilken reserveeffekt som skal mates inn i systemet (45).

For nett som midlertidig ikke har fysisk tilknytning til tilgrensende nett, legges det krav om:

$$f = 50\text{ Hz} \pm 2\% \rightarrow [49\text{ Hz} < f < 51\text{ Hz}] \quad (13)$$

Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi: Spenningen (U) må ikke avvike fra nominell verdi med mer enn 10 %:

$$U = U_N \pm 10\% \quad (14)$$

Med standard nominell nettspenning på 230V i Norge innebærer dette:

$$[207\text{V} < U < 253\text{V}] \quad (15)$$

I forhold til dette kravet skal spenningen måles som gjennomsnitt over et minutt i lavspenningsnettet.

Kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningsprang: Kortvarige over-/underspenninger eller spenningsprang skyldes jordfeil eller kortslutninger i nettet, eventuelt inn- eller utkoblinger av utstyr i nettet. Disse kan overstige grenseverdiene for langvarige variasjoner i spenningen, men ikke være av lenger varighet enn 60s. Slike må ikke overstige 5 % momentant, eller 3 % stasjonært mer enn 12 eller 24 ganger i løpet av en løpende 24-timers periode, avhengig av spenningsnivå.

Flimmerintensitet: Det kreves at flimmer, altså variasjon i luminans eller spektralfordeling for lys, begrenses til spesifiserte verdier for perioder på 10 minutter, og 2 timer.

Spenningsusymmetri: Spenningsusymmetri innebærer at linjespenningene i de tre fasene har ulik effektivverdi, eller at vinklene mellom dem er ulike. Årsaken til dette er ulik belastning på de 3 fasene. Spenningsusymmetri beregnes ved forholdet mellom spennings negative og positive sekvenskomponent, som vist i ligning (16).

$$\frac{U_-}{U_+} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \cdot 100 \% \quad (16)$$

hvor U_- og U_+ er henholdsvis spennings negative og positive sekvenskomponent. β defineres som:

$$\beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2} \quad (17)$$

hvor U_{ij} er linjespenningens grunnharmoniske komponent mellom fase i og j. Spenningsusymmetrien må begrenses til 2 %, målt som gjennomsnitt over 10 minutter.

Overharmoniske spenninger: Dette er støy/avvik fra sinusformet signal i form av overlagrede spenninger av høyere frekvens. Disse oppstår som konsekvens av kraftelektronikk, eller andre elektriske apparater tilkoblet nettet. Total harmonisk forvrengning (THD) må begrenses til 8 % målt som gjennomsnitt over 10 minutter, og 5 % målt som gjennomsnitt over en uke. Forvrengningen er gitt ved følgende ligning:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}}{U_1} \cdot 100 \% \quad (18)$$

hvor U_h er harmonisk spenningskomponent av orden h og U_1 er grunnharmonisk komponent. I tillegg oppgis individuelle maksimale grenseverdier for en rekke spesifikke overharmoniske komponenter.

Interharmoniske-/transiente-/signalspenninger overlagret forskyningsspenning: Forskriften gir NVE anledning til å fastsette grenseverdier for disse forholdene.

2.10.3 Tiltak for å øke spenningskvaliteten

Frekvens: Frekvensen indikerer om det er balanse mellom produksjon og forbruk, samt eksport og import, i kraftnettet. Dersom det produseres mer kraft enn det som forbrukes stiger frekvensen, og dersom det forbrukes mer enn det produseres, synker frekvensen (45). Dersom frekvensen ikke er som ønsket kan produksjonen endres for å regulere frekvensen.

Langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi: Normalt vil kunder nærmest transformatoren oppleve høyest spenning, mens kunder langt fra transformatoren opplever den laveste spenningen (46). Forskjellen skyldes spenningsfallet over kabelen/lederen mellom transformatoren og kunden langt unna. De laveste spenningene opplever man (i Norge) på vinteren med høyest last i nettet, mens de høyeste spenningene oppleveres på sommeren. Transformatorene kan derfor trinnes, enten automatisk eller manuelt, for å levere riktig spenning. For å unngå at spenningen på kraftleveransen avviker utenfor tillatt intervall, må det bygges stivere nett, altså nett med høyere kortslutningsytelse. Økt tverrsnitt på kabler og ledere reduserer impedansen i nettet, hvilket reduserer spenningsfall mellom kundene, og gjør det enklere å levere rett spenning til samtlige kunder. Nettselskapet må også sørge for å trinne transformatorene sine korrekt for å unngå at variasjonene går utenfor grenseverdiene.

Kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningsprang: Spenningsprang kan unngås ved å redusere antall inn-/utkoblinger av store motorer, eventuelt å bruke startutrustning som reduserer motorenes startstrøm. Å bygge stivere nett, vil også redusere sprang for spesifikke hendelser. Kortvarige underspenninger kan unngås ved traserydding og vedlikehold, samt bruk av innretninger som avledere og liknende. Avbruddsfrie strømforsyninger eller aktive filtre hos kunden kan også redusere problematikken med kortvarige underspenninger. Kortvarige overspenninger unngås enklest ved at en unngår at overspenningene oppstår. Dette innebærer å unngå utfall av store belastninger, feilkoblinger og feil-trinning av transformatorer.

Flimmer: Flimmer og spenningsprang er normalt nært relatert. For å redusere flimmer, vil man normalt måtte redusere spenningsprang.

Spenningsusymmetri: For å unngå usymmetri må all last tilstrebes fordelt jevn mellom de tre fasene. Dette kan oppnås ved å installere utstyr som henter effekt fra alle tre faser, ved å fordele last jevnt på de tre fasene internt hos kunden, eller ved å fordele kunder tilkoblet 1 eller 2 faser jevnt mellom de 3 fasene. Tilstrekkelig revolvering av linjene vil også besørge lik impedans over linjene, og dermed lik last.

Overharmoniske spenninger: Tiltak mot overharmoniske spenninger er aktive eller passive filtre, segregering av last, å øke kortslutningsytelsen, eller å øke impedansen i den delen av nettet som er unik for den forstyrrende lasten. Problematikken kan også løses ved roterende omformere, men disse er dyre.

3 Markedsanalyse

I dette kapitlet presenteres hva som finnes på det norske markedet av HAN-relaterte produkter og tjenester. Fullstendig liste over aktører i markedet er gitt i vedlegg A, hvorav de mest relevante er plukket ut og beskrives i denne analysen. Kapittel 3.1 presenterer spørsmål som ønskes avklart fra leverandørene, mens kapittel 3.2 presenterer de ulike produktene samt leverandørenes svar på spørsmålene.

3.1 Kartlegging av tilgjengelige og planlagte produkter

Det er funnet totalt 18 norske leverandører av produkter som kan kobles til HAN-porten. Utover en beskrivelse av eget produkt er følgende spørsmål stilt til leverandørene:

1. Hva skal produktet/ tjenesten optimalisere? Gi et jevnest mulig forbruk? Gi kunden laveste pris med bakgrunn i svingende strømpriser?
2. Hvilken motivasjon har kunden til å bruke det? Hvor mye kan kunden spare?
3. Hvilken påvirkning har det på nettet? Dersom det er mange kunder innenfor samme boligområde, vil det kunne ha noen påvirkning på det lokale nettet?
4. Hvordan stiller netteier seg til produktet/ tjenesten?
5. Er produktet introdusert på markedet? Hvis ikke, når planlegges det i salg?
6. Hvor mye betaler kunden?

3.2 Resultater

Produktene som tilbys på markedet kan kategoriseres i to grupper:

1. Informasjonssystem: Produktet gir kun informasjon til kunden om energiforbruk og andre parametere for kraftleveransen. Systemet kan gjerne gi råd og tips til kunden basert på energibruken, men det er opp til brukeren å justere energiforbruket.
2. Styringssystem: Produktet gir både informasjon og tar en aktiv rolle i styring av energiforbruket. Informasjonen fra HAN-porten er derfor et ledd i et automatisk styringssystem. Kunden kan legge inn betingelser for hvordan systemet styres, eksempelvis at el-bilen skal være fulladet kl. 7 hver ukedag eller at temperaturen på baderomsgulvet senkes om natten.

Av leverandørene som finnes på markedet leverer flere rene informasjonssystemer, dvs. at systemene kun presenterer informasjon til kunden, typisk i form av en applikasjon på nettbrettet eller smarttelefonen. Resten leverer, eller planlegger å levere systemer som tar en aktiv rolle i styring av laster i boligen. Disse systemene kan være avanserte og ta hensyn til mange ulike variabler, for eksempel innetemperaturens påvirkning av solstråling for å optimalisere oppvarming.

Felles for alle systemene er at mye intelligens kan bygges inn etter at dataene er samlet inn. Flere av leverandørene hevder at de har smarte algoritmer og maskinlæring innebygd i systemene. En teknikk som kan nevnes er «Non-intrusive load monitoring (NILM)». Dette er en algoritme som kan identifisere hvilke laster som er aktive til enhver tid, kun ved hjelp av målingene fra HAN-porten (47). Systemet kan for eksempel automatisk detektere om elbil-laderen plugges inn. Systemet kan da spørre forbrukeren via smarttelefonen til hvilken tid elbilen ønskes fulladet og planlegge ladingen deretter. Figur 23 og 24 viser to ulike produkter, henholdsvis selve HAN-tilkoblingen og en applikasjon for smarttelefon.



Figur 23: Ewave AS sitt produkt koblet til en Kamstrup-måler. Hentet fra ewave.no.



Figur 24: Cedel Norge AS sin applikasjon for smarttelefon. Hentet fra cemm.no.

Av de 18 kartlagte leverandørene på markedet har 17 besvart henvendelsen. 3 av leverandørene bekrefter at de har eller planlegger produkter, men at de ikke ønsker å svare på undersøkelsen.

Cedel Norge AS, Eidsiva Marked AS, Elektrisk Strøminjeksjon AS, Ewave Norge AS, Fjordkraft AS, Hark Technologies AS, NTE AS, Oss Norge AS, Sikom AS, Smartlab Norway AS, Tibber AS og Ringerikskraft AS har besvart undersøkelsen. Esmart Systems AS, Smart Energi AS og Zaptec AS ønsket ikke å svare på undersøkelsen.

Flere av leverandørene er fortsatt i en utviklingsfase, både rent produktmessig og forretningsmessig og har derfor ikke besvart alle spørsmålene.

De aller fleste leverandørene leverer produktet sitt direkte til strømforbruker. En av leverandørene (Smartlab Norway AS) har kraftselskaper og bredbåndsselskaper som kunder, og dataene fra HAN-porten hjemme hos strømforbruker går dermed til disse selskapene med forbrukers godkjenning.

Det kan også nevnes at flere av leverandørene enten er direkte eller indirekte eid av kraftselskaper.

5 av leverandørene er i gang med større pilottester av sine produkter. Felles for disse leverandørene er at de deltar i et større prosjekt i regi av Enova sammen med flere kraftselskaper (5).

En av leverandørene (Eidsiva Marked AS) har et produkt som ikke kobles til HAN-porten, men som leser av lysdiodene på strømmåleren ved hjelp av en optisk sensor. Dette produktet er likevel tatt med i undersøkelsen.

Beskrivelse av hva de ulike leverandørene tilbyr samt svar på spørsmål presenteres på de neste sidene. Neste kapittel belyser mulige konsekvenser for tre ulike caser i lavspent distribusjonsnett, av å innføre slike produkter.

3.2.1 Beskrivelse av produkter/tjenester

Cedel Norge AS

Kategori: Informasjonssystem

Cedel Norge AS leverer en applikasjon til smarttelefonen som presenterer informasjon om strømforbruk til forbruker. Boksen «CEMM» kobles opp mot HAN-porten og internettrutereren, og gjør energidata for både forbruk og eventuell egenproduksjon tilgjengelig for applikasjonen. Informasjonen vil også være tilgjengelig via alle typer nettlesere, og systemet kan lese inn sensordata om temperatur, fuktighet, solinnstråling samt data fra kWh-målere for varmepumper og elbilladere. Produktet leveres i 2 utgaver; «CEMM basic» og «CEMM plus». Forskjellen er hovedsakelig at pluss-versjonen har flere tilkoblingsmuligheter og dermed mulighet til å gi informasjon om større systemer. «CEMM» har en åpen API som gir mulighet for at informasjonen fra denne kan deles med annen programvare, og den kan dermed også levere informasjon til smarthussystemer.



Elektrisk Strøminjeksjon (Elsin)

Kategori: Styringssystem

AMS-avleseren «elsinAMS» skal kobles mot andre produkter som bedriften har under utvikling. Dette er et effektstyringssystem tilpasset solproduksjon og batterilagring.



Bedriften utvikler også en styrbar elbillader – «elsinEV» som er tenkt integrert mot styringssystemet. Laderen kan regulere ladeeffekten for best tilpasning til en spesifisert effektbegrensning for boligen, i tillegg til når elbilen må være ferdig ladet. Dersom man benytter laderen i kombinasjon med AMS-avleseren hevdes det at husstandens strømforbruk vil holdes så jevnt som mulig. Batterisystemet som leveres er ment for å regulere vekk effekttopper. Det er tenkt at AMS-avleseren leveres til profesjonelle aktører (installatører, kjeder eller utstyrsleverandører) i tillegg til nettselskaper som har interesse av å måle spenningskvalitet.

Ewave Norge AS

Kategori: Styringssystem

Ewave Norge AS leverer hovedsakelig et strømsparesystem for ene- og tomannsboliger i tillegg



til små- og mellomstore bedrifter. Målet med systemet er å spare inn på den delen som utgjør mest på strømrregningen, dvs. oppvarming. Informasjon hentes fra AMS-målerens HAN-port og leveres til en gateway. Denne kommuniserer via Zigbee med internettruter, styrbare kontakter og temperaturmålere rundt om i boligen. Styring gjennomføres ved hjelp av de styrbare kontaktene - av eller på. Disse monteres typisk på varmtvannsbereder, panelovner og oljeovner. Styring kan gjøres via applikasjon, eventuelt via en webserver.

Hark Technologies

Kategori: Informasjonssystem



Produktet «EcoMonitor» er under utvikling

og henter data fra AMS-måleren som sendes til en skylagring via Wi-Fi. Dette skal kobles mot «EcoControl» som er et kontrollsystem som mottar informasjon fra «EcoMonitor». Kontrollsystemet inneholder smarte algoritmer som gir råd om tilpassing av strømforbruk samt styring, basert på sanntids-strømpriser som er tilgjengelige i systemet. Styringen kan gjøres via smarthus-produkter fra andre leverandører.

Sikom AS

Kategori: Styringssystem

Sikom AS leverer produktet «Eco Energy Controller» som monteres i sikringsskapet på lik linje med en sikring og kobles til AMS-måleren. Produktet er koblet med «Sikom Energy Management»-systemet som ligger i en applikasjon for smarttelefon. Løsningen kan koble ut laster som f.eks.



varmtvannstank, varmekabler, panelovner og elbilladere for å unngå effekttopper. Utkoblingen skal ikke gå utover komforten. Sikom AS leverer egne smarthus-løsninger som kan slå av og på slike laster, og selskapet tilbyr også løsninger for hytte.

Smartlab Norway AS

Kategori: Informasjonssystem

Produktet «Redbridge» sender dataene fra AMS-måleren via Wi-Fi til skyen. I tillegg har selskapet utviklet applikasjonen «effektmaks» som kommuniserer trådløst med både med «Redbridge» og med installasjonene i bygningen. Videre regulerer applikasjonen effektbruk med hensikt å spare strømkunden for kostnader i form av effekttariffer. Kundene for denne tjenesten er kraftselskaper og bredbåndsselskaper, og ikke eierne av strømmåleren. Disse selskapene viderefører informasjon til sluttbrukerne via egne tjenester.



Tibber AS

Kategori: Styringssystem

Tibber AS tilbyr produktet «Tibber Pulse» som kobles til HAN-porten. Denne måler energiforbruket i boligen i sanntid og presenterer informasjonen på en mobil-applikasjon via Wi-Fi. Systemet lager en analyse og en profil for boligen ved hjelp av data fra AMS-måleren. Algoritmer bestående av matematikk og mønstergjenkjenning foretar en gjennomgang av forbruksdataene slik at boligen kan være mest mulig energieffektiv. Varmekilder kan kobles til systemet og styres. Systemet lærer seg hvordan boligen oppfører seg i forhold til blant annet utetemperatur, solinnstråling og isolasjonsgrad. Innetemperatur settes av brukeren og det er mulig med nattsenkning samt feriemodus. Systemet støtter smartlading av elbil og styrer ladingen til tidspunkter når strømmen er billigst.



Eidsiva Energi og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)

Kategori: Styringssystem

Produktet «Eidsiva Flyt» er en applikasjon for smarttelefonen som leveres i en pakke med gateway, klimasensor og styrbare kontakter. Med applikasjonen kan man følge med på energiforbruket i tillegg til å styre kontaktene selv. Systemet kan også programmeres til å kontrollere de styrbare kontaktene automatisk. Applikasjonen sender varsel når strømforbruket overstiger hva som er normalt. Systemet kan integreres med et eget sikkerhetssystem med dør-/vindussensorer og kameraovervåkning. Produktet finnes i en hytte-versjon som gir mulighet



for full oversikt over strømforbruket, samt mulighet for å kontrollere varme etc. før man kommer opp på hytta.

Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)

Kategori: Informasjonssystem



«Fjordkraft Puls» er en tjeneste, i form av en applikasjon, som gjør det mulig å overvåke eget strømforbruk i sanntid. Applikasjonen skal, med stor nøyaktighet, kunne identifisere hva som trekker strøm i hjemmet. Det jobbes med å få systemet til å identifisere forbruk for elbil. Tjenesten bruker kunstig intelligens. Maskinlæring kombinerer statistisk etterspørselsanalyse, miljødata og data som kunden legger inn selv for å gi et høyt nivå av nøyaktighet. Algoritmer sammenligner husholdningens daglige strømforbruk for å avdekke detaljert informasjon om forbruk som oppvarming, kjøling og vask.

Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk – NTE AS (Enova-prosjekt)

Kategori: Styringssystem



Leverer utstyr for tilkobling mot HAN-porten som muliggjør visning av strømforbruk i sanntid på applikasjonen «Mitt Energihjem». Dette er en applikasjon for smarttelefoner som har en rekke funksjoner, som oversikt over kundedata, oppdatert strømpris time for time, nettbutikk for produkter og tjenester, direkte chat med kundeservice, samt forbruk til elbillader og produksjon fra solanlegg. NTE leverer også fulle smarthjemsløsninger med styringssystemer for lys, varme, alarmsystem, smarte kontakter og elbillader.

Oss Norge AS og Glitre Energi AS (Enova-prosjekt)

Kategori: Informasjonssystem



Leverer en «Oss-brikke» som kobles til HAN-porten. Denne har temperatur-, trykk- og luftfuktighetssensor, og kommuniserer informasjon om kundens strømforbruk via Internet of Things (IoT) kommunikasjonsteknologi. Selskapet leverer også en «Oss-app» som viser strømforbruket til kunden i sanntid på smarttelefonen. Applikasjonen skal gjøre det enkelt for kunden å redusere strømforbruket sitt gjennom å sammenligne med historiske data. Applikasjonen skal på sikt også kunne brukes til å detektere hvilke elektriske apparater som er på til enhver tid.

Kategori: Informasjonssystem (snart styring)

Prosjektet «Energipilot» leverer en gateway og en applikasjon til smarttelefon for avlesning av energiforbruk. Applikasjonen gir informasjon om forbruk i sanntid, og identifiserer hva som bruker strøm. Gateway'en skal gi mulighet for tilleggsfunksjoner som styrbare kontakter, styringsfunksjoner for varme, lys og ladere i fremtiden.

Tabell 8 oppsummerer produkttilbudet relatert til oppkobling mot HAN-porten fra de forskjellige leverandørene.

Tabell 8: Oppsummering produkttilbud fra de ulike leverandørene.

	Informasjons-system	Leverer informasjon til styring	Leverer styringsystem	Leverer styrbare kontakter	Leverer sensorer	Leverer elbil-ladere	Leverer alarm	Leverer batteri	Tilrettelagt for solceller	Hytte-løsning tilgjengelig
Cedel	•	•								
Elsin	•		•			•		•	•	
Ewave	•		•	•	•					
Hark	•	•								
Sikom	•		•	•	•		•			•
Smartlab	•	•								
Tibber	•		•	•	•	•	•		•	
Eidsvia/ Gudb.	•		•	•	•		•			•
Fjordkraft	•									
NTE	•		•	•	•	•	•			
Oss	•				◇					
Ringeriks- kraft	•		(•)	(•)	(•)	(•)				
(•) = kommer ◇ = Sensorer på påkoblingsenhet mot HAN-port										

Tabellen baserer seg på funnene i undersøkelsen, samt informasjon fra leverandørenes hjemmesider.

3.2.2 Svar fra leverandører

Spørsmål 1: Hva skal produktet/ tjenesten optimalisere? Gi et jevnest mulig forbruk? Gi kunden laveste pris med bakgrunn i svingende strømpriser?

Cedel Norge AS	Produktet skal gjøre kunden bevisst på eget forbruk. Det skal legge til rette for å redusere totalt forbruk, få ned forbrukstopper og styre forbruk til perioder på døgnet hvor strømprisen er lavere.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	Produktet skal styre den totale effekten.
Ewave Norge AS	Produktet skal gi kunden 20-30 % lavere strømrregning. Dette skjer igjennom at systemet styrer laster av og på basert på preferanser som kunden har valgt. Systemet kan optimalisere på komfort (temperatur i rom), pris eller effekt.
Hark Technologies AS	Produktet skal styre forbruket til når strømprisen er lavest. For eksempel kan man flytte oppvarmingen av varmtvann til den tiden på døgnet hvor strømprisen er lavest.
Sikom AS	Produktet skal fjerne de største effekttoppene hos kunden. Dette skal skje uten at det påvirker komforten til kunden.
Smartlab Norway AS	Produktet gir kun informasjon til kunden om eget energiforbruk.
Tibber AS	Produktet garanterer lavest mulig strømpris for sine kunder og tilbyr løsninger for å utnytte når strømprisen er lavest.
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Produktet er ment for å vise kunden energiforbruket i sanntid. Det er ikke fokusert på utjevning av forbruket slik som det er nå. Det lanseres snart automatisk styring av varmpumpe som en del av systemet. Da vil varmpumpen styres etter når strømprisen er billigst.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Produktet gir kunden muligheten til å følge strømforbruket sitt i sanntid. Det gir også kunden informasjon om hva som bruker strøm, og legger dermed til rette for at kundene kan spare strøm, og redusere sine kostnader.
NTE AS, Nord Trøndelag	Tjenesten slik den er per nå er ment å gi kunden mer

Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	innsikt og forståelse for sitt strøm- og effektforbruk, med mål om å bli mer bevisst og dernest spare litt strømforbruk. Det er per nå ikke noe automatikk koblet til produktet.
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Produktet gir kun informasjon til kunden om eget energiforbruk.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Produktet gir informasjon om forbruk i sanntid. På sikt skal produktet kunne styre laster i huset for å jevne ut effektforbruk. Det planlegges å lansere fjernstyrte stikkontakter, varme, lys og ladere (elbil), allerede fra høsten 2019.

Spørsmål 2: Hvilken motivasjon har kunden til å bruke det? Hvor mye kan kunden spare?

Cedel Norge AS	Kundens motivasjon er å redusere forbruk gjennom bevissthet på forbruket og omlegging av vaner. Ved ren bevisstgjøring av forbruk kan man spare gjennomsnittlig 15 %. For en husstand som bruker 20 000 kWh i året vil dette utgjøre 3 900 kroner med dagens priser. Det er vanskelig å si hvor mye kunden kan spare i fremtiden fordi man ikke vet hvordan prismodellen kommer til å bli ennå.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	Kunden sparer på å styre effekt når ny prismodell blir innført.
Ewave Norge AS	Dersom kunden styrer på effekt vil systemet automatisk legge ut laster når en definert grense nås. Hvis en kunde bruker 25 000 kWh i året vil dette utgjøre 6 250 kroner. Systemet vil være spart inn etter 1 til 1,5 år.
Hark Technologies AS	Kunden vil spare penger, det er ikke angitt hvor mye.
Sikom AS	Kunden vil spare penger, det er ikke angitt hvor mye.
Smartlab Norway AS	Ikke besvart.
Tibber AS	Kunden sparer penger. Tibber Smartlading av elbil garanterer 20 % lavere pris på strømmen til bilen fordi

	ladingen kobles inn og ut ettersom strømprisen varierer.
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Kunden får innsikt i eget forbruk og kan spare strøm. Ulike studier sier man kan spare 20 % på slike systemer. Det er verdt å merke seg at alle kundene synes det er «kult» i noen måneder, mens det er spesielt interesserte som benytter systemet aktivt over lang tid. Systemet må være enkelt for kunden. Dersom man bruker systemet til styring må det ikke være for dyrt å installere. Det er også viktig å huske at dersom man begynner å styre noe automatisk, kan konsekvensen ved feil være stor, f.eks. frostskaide pga. for hissig temperaturstyring.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Kunden vil spare penger, det er ikke angitt hvor mye.
NTE AS, Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	Motivasjon ligger i å kunne følge nøye med på forbruket sitt via et lett tilgjengelig grensesnitt. Det er også en enkel sammenligning i løsningen som kan virke noe motiverende. Så lenge det ikke er noen utkobling eller justering av forbruk automatisk er det bevisstgjøringen som utgjør besparelsen. Forskning sier at dette kan ligge mellom 5 og 15 %.
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Gir kunden innsikt og kunnskap om eget strømforbruk som en kan bruke til å redusere strømforbruket sitt på.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Kunden reduserer energiforbruk, og sparer dermed også penger. På sikt vil effekttopper også kunne reduseres, slik at kostnaden reduseres også for nettleie relatert til fremtidige effekttariffer. Det hevdes at en kan spare opptil 20 % av energiforbruket.

Spørsmål 3: Hvilken påvirkning har det på nettet? Dersom det er mange kunder innenfor samme boligområde, vil det kunne ha noen påvirkning på det lokale nettet?

Cedel Norge AS	Det vil være en stor fordel for nettet dersom forbrukerne klarer å spre forbruket og å få ned høye forbrukstopper.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	Ikke besvart.
Ewave Norge AS	Nettet vil bli mindre belastet når forbruker, igjennom bruk av Ewave sitt system, hindres i å gå over en definert grense (abonnert effekt).
Hark Technologies AS	Ikke besvart.
Sikom AS	Ikke besvart.
Smartlab Norway AS	Ikke besvart.
Tibber AS	Det vil kunne påvirke nettet positivt. Nettselskapene er ikke oppe og kjører egne analyser ennå, men det vil komme.
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Kan få lokale konsekvenser, men ser ikke at det kan bli problematisk.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Ikke besvart.
NTE AS, Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	Ikke nevneverdig per nå, slik vi ser det. Med automatisk styring og stort volum kan det ha noe å si, men stort sett er nettet robust utbygd så det er de «store lastene» (elbil, varmtvannsbereder ol.) som må påvirkes.
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Når kundene endrer bruksmønsteret gjennom å få innsikt i eget energiforbruk vil lasten spres på nettet og dette vil være positivt.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Produktet kan bidra til å jevne ut forbruket i nettet og redusere effekttopper, samt å redusere totalt forbruk. På sikt kan produktet også bidra til at forbrukerne gjør investeringer som er fornuftige for driften av nettet eksempelvis varmtvannsberedere i stedet for direkteoppvarming av vann (meget effektkrevende).

Spørsmål 4: Hvordan stiller netteier seg til produktet/ tjenesten?

Cedel Norge AS	Netteier er veldig positiv. Planlegger også et produkt som kan bidra til å balansere fasene.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	Positivt, netteier har interesse av dataene for å måle spenningskvalitet.
Ewave Norge AS	Er i samarbeid med netteiere og er i pilot med noen for å teste ut systemet.
Hark Technologies AS	Ikke besvart.
Sikom AS	Netteier har interesse av å jevne ut forbruket. Sikom kjører i dag et pilotprosjekt sammen med NTE og Trønderenergi hvor laster hjemme hos kunder kobles ut etter gitte regler, f.eks. når effekten når et visst nivå.
Smartlab Norway AS	Ikke besvart.
Tibber AS	Det er veldig positivt for nettet og netteiere.
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Netteier er positiv og interessert. Eidsiva Nett deltar i prosjektet.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Ikke besvart. Fjordkraft har samarbeid med BKK om prosjektet.
NTE AS, Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	Positiv, men ikke nevneverdig engasjert.
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Ingen kommentar.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Netteier (Kraftriket) er med i prosjektet, og er meget positiv.

Spørsmål 5: Er produktet introdusert på markedet? Hvis ikke, når planlegges det i salg?

Cedel Norge AS	På markedet.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	«ElsinAMS» (AMS applikasjon og avleser) og «elsinEV» (elbillader) er tilgjengelig. Flere produkter er under utvikling.
Ewave Norge AS	På markedet.
Hark Technologies AS	Produktet er under utvikling.
Sikom AS	Produktet er under utvikling.
Smartlab Norway AS	Produktet er under utvikling, pilottesting vil starte i løpet av våren 2019.
Tibber AS	På markedet.
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Er i pilottesting, men selges også til kunder som ønsker systemet.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Holder på med pilottesting sammen med 1 000 kunder.
NTE AS, Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	Er i markedet, men er foreløpig tilgjengelig via pilotprosjektet med Enova. Kommer til å bli mer markedsført i sammenheng med en kunde-app utover året (2019).
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Holder på med pilottesting, har i skrivende stund 450 enheter ute hos forbrukere. Ytterligere 1000 enheter skal ut i løpet av våren 2019.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Produktet er lansert for 2 000 testkunder, og tilgjengelig for kjøp for andre kunder. 100 testkunder vil få smarthusfunksjonalitet i nær fremtid.

Spørsmål 6: Hvor mye betaler kunden?

Cedel Norge AS	«CEMM basic» for innkobling i HAN-porten koster 2 990 kr som en engangssum, «Cemm plus» koster 3 990 kr, begge med HAN-adapter. Ingen abonnementskostnader.
Elektrisk Strøminjeksjon AS	«ElsinAMS» koster 699 kr, «elsinEV» koster 6 990 kr.
Ewave Norge AS	99 kroner per måned for den minste strømstyringspakke. Pakken inkluderer HAN-tilkobling.
Hark Technologies AS	Ikke på markedet ennå.
Sikom AS	Ikke på markedet ennå.
Smartlab Norway AS	Ikke på markedet ennå.
Tibber AS	Enhet («Tibber Pulse») for innkobling i HAN-porten koster 995 kr dersom den kjøpes uten strømabonnement. 595 kr i tillegg til 39 kr per måned med strømabonnement ¹ .
Eidsiva Marked AS og Gudbrandsdal Energi (Enova-prosjekt)	Den enkleste pakken («Flyt styringspakke») koster 499 kr i engangsgift og det er 29 kr i abonnementskostnader per måned.
Fjordkraft AS (Enova-prosjekt)	Pilotkundene betaler ingenting i dag. Utstyret har en verdi på 1 000 kr per enhet.
NTE AS, Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (Enova-prosjekt)	Per nå er dette gratis for pilotkundene.
Oss Norge AS (Enova-prosjekt sammen med Glitre Energi)	Pilotkundene betaler ingenting i dag. Hva prisen blir på endelig produkt er ikke besvart.
Ringerikskraft AS (Enova-prosjekt)	Testkundene betaler ingen ting. Andre kunder må betale ca. 3 000 kr for utstyret.

¹ I tillegg til å være leverandør av HAN-utstyr er Tibber AS en strømleverandør. Tibber AS bruker digitale roboter til å handle strømmen automatisk for forbrukeren og garanterer at det ikke blir noe marginpåslag på strømprisen. Tibber AS tilbyr også smartlading av elbil hvor det ladingen planlegges ut ifra strømprisen (48).

4 Resultater (Case-studier)

For å kartlegge hvilke mulige konsekvenser innføringen av utstyr tilkoblet HAN-porten kan få for det lavspente distribusjonsnett, er det fornuftig å gjennomføre case-studier i form av beregninger på eksisterende deler av Eidsiva sitt nett. Det er valgt ut 3 eksempelkreter på lavspennnett, der alle deler av nettet under en enkelt fordelingstransformator er tatt med i beregningene. De 3 eksemplene består av et boligfelt med relativt sterkt nett, et boligfelt med noe eldre og svakere nett, samt et hyttefelt i et lukrativt område nært til et større alpinanlegg. Studiene tar sikte på å belyse tilstanden i de aktuelle nettdelene i 2030.

Beregningene er gjennomført i NETBAS. Det er tatt utgangspunkt i dagens effekter for tunglastsituasjon oppgitt i NETBAS, og deretter er det tillagt en forventet økning i maksimaleffekt frem mot 2030. Økningen er variert etter 3 forskjellige tenkte scenarier basert på utbredelse av utstyr tilkoblet HAN-porten på AMS-målerne.

Resultatene vises i tabeller som inkluderer antatt nødvendige utbedringer/forsterkninger av nettet som følge av effektøkningen relatert til hvert tenkt scenario.

4.1 Fremtidig implementering av utstyr for HAN-port

Vil norske strømkunder installere utstyr tilkoblet HAN-porten? Engasjementet rundt strømprisene er stort. Lørdag 2. februar 2019, i slutten av en kald vinteruke, avslørte et Google-søk at kun i løpet av denne dagen hadde både VG (49), E24 (50), Hegnar (51), Dagsavisen (52), AbcNyheter (53), Tønsberg Blad (54), Bodøposten (55) og Demokraten (56) utgitt nyhetssaker som omhandlet strømprisene. Sistnevnte nyhetssak omhandlet «et folkeopprop» der bergenseren Kurt Pedersen hadde lagt ut en video på Facebook. I videoen fremsatte han et krav til myndighetene om en maksimalpris på strøm på 50 øre/kWh inkludert nettleie og avgifter. Videoen ble delt 19.000 ganger, og vist 1,9 millioner ganger.

De nye tariffmodellene som NVE foreslår legger opp til en økning i nettleie for kunder som ikke tilpasser seg aktuell ny tariffmodell. Antagelig vil den nye tariffmodellen baseres på «time of use» og/eller et effektbasert ledd som søker å gi forbrukerne insentiver til å flytte forbruket sitt vekk fra topplasttimene. For å kunne unngå høye strømmregninger, må forbrukerne gjøre tilpasninger i sitt forbruk, og dette kan vanskelig gjennomføres uten relativt detaljert informasjon om eget forbruk.

Det er sannsynlig at engasjementet, og motstanden rundt en ny tariffmodell vil bli betydelig. Huseiernes Landsforbund gikk allerede i oktober 2018 ut og uttrykte sin skepsis (57) mot effekttariffer, og det kan forventes at flere foreninger og organisasjoner også vil vise misnøye når en ny tariffmodell blir vedtatt.

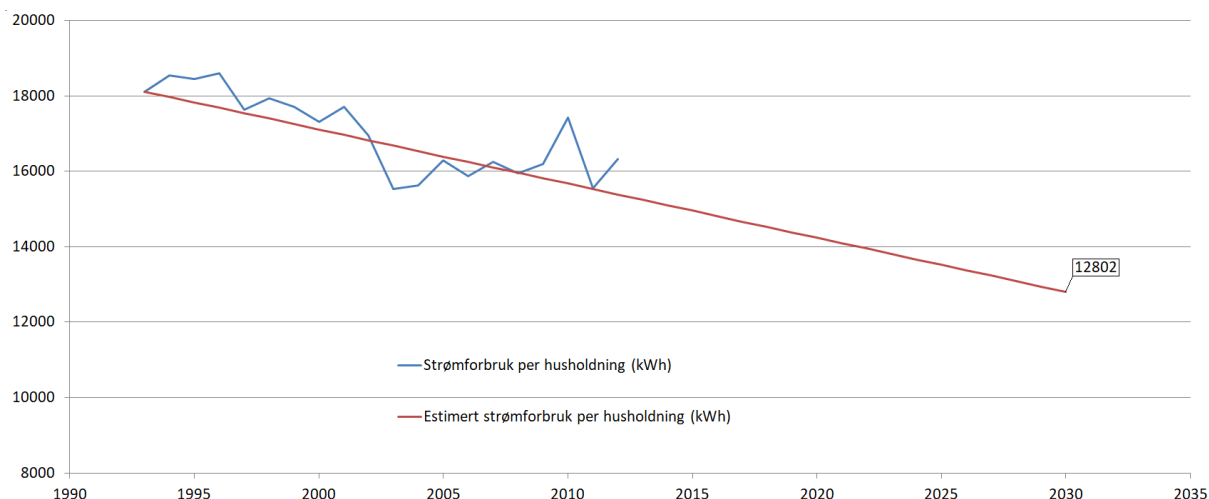
Forbrukerne vil dermed bli gjort oppmerksomme på den nye tariffmodellen, og hvordan denne fungerer. Det antas derfor at en stor andel av norske strømkunder vil ønske seg en mulighet for å kunne ha kontroll med eget forbruk, eller i det minste en mulighet for å kunne kontrollere at strømrregningen er korrekt. For å oppnå dette må kunden, som et minimum, installere utstyr som avleser informasjonen som sendes fra HAN-porten, samt en programvare som presenterer informasjonen om kundens strømforbruk på en forståelig måte.

For bruk i beregningene tas det utgangspunkt i at mellom 25 % og 75 % vil ta i bruk utstyr tilkoblet HAN-porten, og at mellom 10 % og 30 % av disse også vil installere styringssystemer for å kontrollere energiforbruket sitt. For fritidsboliger forventes interessen for slikt utstyr en del lavere, og beregningene tar derfor utgangspunkt i at mellom 10 % og 50 % vil installere utstyr tilkoblet HAN-porten, hvorav 5 % - 20 % av disse installerer styringssystemer.

4.2 Fremtidig energi- og effektforbruk

4.2.1 Energiforbruk i husholdninger

Om man ser bort fra elbillading, har det elektriske energiforbruket for husholdninger hatt en nedadgående trend de siste tiårene. Dette som følge av mer energieffektive byggeteknikker, økt bruk av varmepumper, ENØK-tiltak som etterisolering, samt mindre energikrevende apparater. En regresjonsanalyse ved minste kvadraters metode, vist i figur 25, av strømforbruk per husholdning i perioden 1993 til 2012 viser denne nedadgående trenden i forbruket. Statistikken frem til 2012 er valgt siden det ifølge Statistisk Sentralbyrå kun eksisterte 7961 elbiler i Norge i 2012, hvilket utgjorde under 0,3 % av bilene i Norge. Lading av elbiler ansees derfor som neglisjerbart i denne statistikken.



Figur 25: Strømforbruk per husholdning [kWh]. Tallmateriale hentet fra ssb.no.

En faktor som vil påvirke fremtidig elektrisk energiforbruk er at oppvarming via fossile fyringsoljer fases ut. Fra 2020 vil bruken av slike være forbudt. I 2012 var gjennomsnittlig energiforbruk per husholdning via fossile fyringsoljer på ca. 700 kWh. Det må forventes at store deler av dette forbruket overføres til elektrisk oppvarming.

En annen faktor som vil påvirke energiforbruket i lavspennettet er lading av elbiler. NVE anslår i en rapport (58) at en gjennomsnittlig elbil i 2030 vil ha et årlig strømforbruk på 2460 kWh. Videre anslås det at hjemmelading vil utgjøre 75 % av total lading. Dette innebærer at en husholdning kan forventes en økning i strømforbruk på 1845 kWh årlig per elbil. Rapporten legger til grunn at det i 2030 vil være rundt 1,5 millioner elbiler i Norge, noe som tilsvarer ca. 50 % av bilene. Ifølge reisevaneundersøkelsen 2013/14 (59) har 10 % av norske husholdninger ikke bil, 45 % har 1 bil og 45 % har 2 eller flere biler. Dersom en forenklet antar at 0 % har 4 eller flere biler, 5 % har 3 biler, 40 % har 2 biler og 45 % har 1 bil, samt at dette forholdet forblir uendret frem til 2030, vil en gjennomsnittlig norsk husholdning ha økt strømforbruk per år på:

$$\overline{\Delta W} = 1845 \text{ kWh} \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 0,05 + 1845 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,4 + 1845 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 1292 \text{ kWh}$$

Det forventes dermed at reduksjonen i strømforbruk i husholdningene vil flate ut frem mot 2030, og kanskje også øke litt fra nivået i 2019.

For fritidsboliger har elektrisk energiforbruk økt kraftig de senere årene (60). Økningen kan forklares med en generell velstandsøkning, samt en stor økning i andelen fritidsboliger som

har innlagt strøm (60). Siden 72 % av norske hytter var koblet til strømmettet per 2016 (61), kan det antas at økningen vil flate ut mot 2030. Økningen i forbruk per fritidsbolig antas derfor å være lav for hytter som allerede har strøm installert. I områder der mange hytter fortsatt ikke har strøm installert, vil det forventes en økning frem mot 2030. I tillegg vil lading av elbiler bidra til en økning i forbruk, etter hvert som flere elbiler får rekkevidde som er tilstrekkelig til at de kan brukes til hyttene.

4.2.2 Effektforbruk i husholdninger

På tross av en nedadgående trend i elektrisk energiforbruk i norske husholdninger, kan det ikke forventes en reduksjon i effektforbruk. Nye apparater blir stadig mer effektkrevende. Induksjonskoketopper og gjennomstrømningsoppvarmere for oppvarming av vann er eksempler på svært energiintensive installasjoner som krever høy effekt. Slike effektkrevende apparater kan forventes brukt i tunglasttimene.

Det tas derfor utgangspunkt i at effektforbruket i norske husholdninger vil forbli konstant, sett bort fra lading av elbiler. Lading av elbiler vil tilføre en ny økning i effektforbruk gjennom lavspentnettet som tradisjonelt har vært formidlet via fossile brensler. I beregningene legges det derfor til grunn at eksisterende effektforbruk i 2019 forblir uendret, sett bort fra en økning tilsvarende forventet effektforbruk til elbillading i 2030.

I en NVE-rapport (58) anslås det et at elbillading vil øke gjennomsnittlig maksimal effekt med 0,5 kW i 2030. Dette er imidlertid kun gyldig for store utvalg med mange forskjellige typer kunder. Større effektøkninger må derfor påregnes lokalt i distribusjonsnettet, eksempelvis i boligfelt og hyttefelt. NVE mener at en gjennomsnittlig ladeeffekt for elbiler vil ligge på 5-7 kW i 2030. Det tas utgangspunkt i 5 kW per elbil.

Gjennomsnittlig antall biler per husholdning i Hedmark oppgis til 8 % uten bil, 40 % med en bil, og 52 % med 2 eller flere biler (59). Med en forenklet antagelse om at 5 % har 3 biler, og 0 % har 4 eller flere biler, utgjør dette gjennomsnittlig 1,5 biler per husholdning. Ifølge NVE-rapporten (58) vil antagelig 50 % av bilene i 2030 være elbiler, dermed forventes 0,75 elbiler per husholdning i Hedmark. Rapporten foreslår et scenario der husholdninger med en elbil gis et effekttillegg på 5 kW i tunglast. I videre beregninger brukes derfor et tillegg på 3,75 kW per husholdning for Eidsiva sitt nett.

4.3 Boligfelt 1 og 2

4.3.1 Scenarioer

Vi ønsker å se på 3 forskjellige scenarioer, referert til scenario 0 der man ser for seg at ingen kunder installerer HAN-tilkoblet utstyr. Scenarioene baserer seg på hvor mange som installerer utstyr tilkoblet HAN-porten, samt hvor mange som tar i bruk styringssystemer koblet opp mot HAN-porten av kategori 2 (kapittel 3). Det vurderes et scenario der et fåtall tar i bruk HAN-porten, og der få tar i bruk styringssystemer slik at effekten av HAN-utstyret er relativt lav. Videre vurderes et scenario der utstyr tilkoblet HAN-porten får stor oppslutning, og mange tar i bruk styringssystemer, slik at effekten av HAN-porten blir stor. I tillegg vurderes et scenario «midt i mellom». Tabell 9 oppsummerer scenarioene.

Tabell 9: Scenarioer brukt i bolig-case.

Scenario	Andel tilkoblet HAN	Andel informasjonssystemer	Andel styringssystemer
0	0 %	0 %	0 %
1	25 %	90 %	10 %
2	50 %	80 %	20 %
3	75 %	70 %	30 %

4.3.2 Forventede effekter av HAN-tilkoblet utstyr

Informasjonssystemer

For den delen av forbrukerne som kun installerer informasjonssystemer, anslås en reduksjon på 20 % i forbrukt strøm basert på undersøkelsen i denne oppgaven. Siden informasjonssystemene også gir kunden oversikt over når strømmen brukes, kan kunden manuelt tilpasse seg prisdifferanser gjennom døgnet. Redusert maksimalt effektforbruk forventes derfor noe høyere, og antas på 30 %. Siden kundene antagelig blir mer bevisst på prisvariasjoner gjennom døgnet når informasjonssystemer installeres, regnes det med at 50 % av antatt elbillading flyttes vekk fra topplasttiden.

Styringssystemer

For den delen av forbrukerne som installerer energistyringssystemer i boligene sine tilkoblet HAN-porten ventes en noe større reduksjon i energiforbruk på 30 % (62). Redusert

effektforbruk i topplasttiden forventes langt større. Styringssystemene vil kunne flytte effektforbruk til varmtvannsbereder helt vekk fra topplast-timen, siden en varmtvannsbereder har et stort reservoar med vann som kan varmes opp utenfor topplasttiden uavhengig av når faktisk forbruk foregår. Forbruk til oppvarming/varmekabler vil trolig kunne reduseres med 75 % i topplasttiden ved at mesteparten av oppvarmingsutstyret tilkobles styringssystemene. 80 % av elbilladingen forventes å kunne flyttes vekk fra topplasttiden. Ifølge tall fra Enova representerer oppvarming 55 % av totalt effektforbruk eksklusivt elbillading (63), mens varmtvann utgjør 14 %.

4.3.3 Beregninger boligfelt 1

Den første case'en er et boligfelt i tilknytning til en mindre by. Boligfeltet består av 30 kunder, kun eneboliger, og nettet er ganske sterkt. Nettet består av 1522 m kabel, og 264 m luftlinje. Transformatorer er på 200 kVA og er fra år 2000.

NETBAS oppga effektforbruk for nettet i topplasttiden på 157 kW.

Forventet effektforbruk fra elbiler blir:

$$30 \text{ husholdninger} \cdot 3,75 \frac{\text{kW}}{\text{husholdning}} = 112 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder uten HAN-tilkoblet utstyr blir:

$$157 \text{ kW} + 112 \text{ kW} = 269 \text{ kW} \text{ (scenario 0)}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med informasjonssystemer blir:

$$157 \text{ kW} - 157 \text{ kW} \cdot 30 \% + 112 \text{ kW} \cdot 50 \% = 166 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med styringssystemer blir:

$$157 \text{ kW} - 157 \text{ kW} \cdot 14 \% - 157 \text{ kW} \cdot 55 \% \cdot 75 \% + 112 \text{ kW} \cdot 20 \% = 93 \text{ kW}$$

Scenario 1:

$$75 \% \cdot 269 \text{ kW} + 25 \% \cdot 90 \% \cdot 166 \text{ kW} + 25 \% \cdot 10 \% \cdot 93 \text{ kW} = 241 \text{ kW}$$

Scenario 2:

$$50 \% \cdot 269 \text{ kW} + 50 \% \cdot 80 \% \cdot 166 \text{ kW} + 50 \% \cdot 20 \% \cdot 93 \text{ kW} = 210 \text{ kW}$$

Scenario 3:

$$25 \% \cdot 269 \text{ kW} + 75 \% \cdot 70 \% \cdot 166 \text{ kW} + 75 \% \cdot 30 \% \cdot 93 \text{ kW} = 175 \text{ kW}$$

De nye beregnede effektene ble lagt inn i NETBAS og resultatene ble analysert. De er oppsummert i tabellen under.

Tabell 10: Resultater fra NETBAS for boligfelt 1.

Scenario	Transformator- belasting	Maks. effekt [kW]	Høyeste spenning [V]	Laveste spenning [V]	Spenningsfall [V]	Nødvendige tiltak	Estimert kostnad for netteier [kr]
Mars 2019	84 %	157	235,9	226,9	9,0	Ingen	0
0	144 %	269	232,9	217,9	15	Transformator overbelastet, må skiftes	78 000
1	129 %	241	233,7	220,2	13,5	Transformator overbelastet, må skiftes	78 000
2	113 %	210	234,5	222,8	11,7	Ingen	0
3	94 %	175	235,4	225,5	9,9	Ingen	0

Eidsiva Nett sine interne normer tilsier bytte av transformator dersom belastningen overstiger 120 %. I dette tilfellet vil scenario 0 og 1 fremtvinge bytte av transformator iht. tabellen over. Det er mulig å sette inn en 315 kVA transformator i eksisterende nettstasjon og det er denne som ligger til grunn for estimert kostnad for oppgradering. Eksisterende transformator har sannsynligvis en viss restverdi, spesielt siden den er fra år 2000. En fastsatt restverdi kunne ha bidratt til lavere netto kostnad, men er ikke hensyntatt i kostnadsberegningene. Kostnadsberegningene er utført i «REN Prosjekt» og vedlegg B.1 viser en detaljert kostnadsoversikt forbundet med transformatorbyttet basert på netteiers priser.

4.3.4 Beregninger boligfelt 2

Den andre case'en er et boligfelt i tilknytning til en annen mindre by. Boligfeltet består av 42 kunder, kun eneboliger, og nettet er en del svakere enn nettet i den første case'en. Nettet består av 1899 m kabel, og 990 m luftlinje. Transformatoren er på 300 kVA og er fra år 1974.

NETBAS oppga effektforbruk for nettet i toppplasttiden på 284 kW.

Forventet effektforbruk fra elbiler blir:

$$42 \text{ husholdninger} \cdot 3,75 \frac{\text{kW}}{\text{husholdning}} = 158 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder uten HAN-tilkoblet utstyr blir:

$$284 \text{ kW} + 158 \text{ kW} = 442 \text{ kW} \text{ (scenario 0)}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med informasjonssystemer blir:

$$284 \text{ kW} - 284 \text{ kW} \cdot 30 \% + 158 \text{ kW} \cdot 50 \% = 278 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med styringssystemer blir:

$$284 \text{ kW} - 284 \text{ kW} \cdot 14 \% - 284 \text{ kW} \cdot 55 \% \cdot 75 \% + 158 \text{ kW} \cdot 20 \% = 159 \text{ kW}$$

Scenario 1:

$$75 \% \cdot 442 \text{ kW} + 25 \% \cdot 90 \% \cdot 278 \text{ kW} + 25 \% \cdot 10 \% \cdot 159 \text{ kW} = 398 \text{ kW}$$

Scenario 2:

$$50 \% \cdot 442 \text{ kW} + 50 \% \cdot 80 \% \cdot 278 \text{ kW} + 50 \% \cdot 20 \% \cdot 159 \text{ kW} = 348 \text{ kW}$$

Scenario 3:

$$25 \% \cdot 442 \text{ kW} + 75 \% \cdot 70 \% \cdot 278 \text{ kW} + 75 \% \cdot 30 \% \cdot 159 \text{ kW} = 292 \text{ kW}$$

De nye beregnede effektene ble lagt inn i NETBAS og resultatene ble analysert, vist i tabell 11.

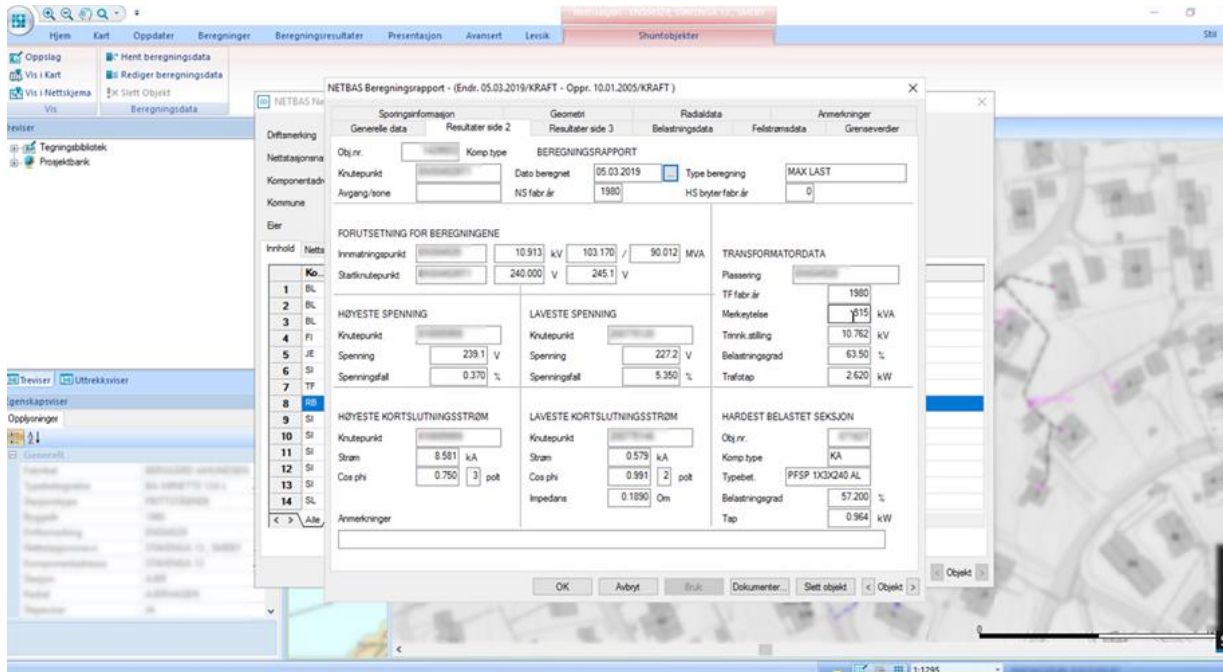
Tabell 11: Resultater fra NETBAS for boligfelt 2.

Scenario	Transformator- belasting	Maks. effekt [kW]	Høyeste spenning [V]	Laveste spenning [V]	Spenningsfall [V]	Nødvendige tiltak	Estimert kostnad for netteier [kr]
Mars 2019	98 %	284	244,9	219,6	25,3	Ingen	0
0	149 %	442	243,0	203,7	39,3	Transformator overbelastes, må skiftes. Flere kabler og sikringer, samt én luftlinje overbelastes og må oppgraderes. 4 kunder har brudd på FOL (for lav spenning)	384 000
1	134 %	398	243,6	208,2	35,4	Transformator overbelastes, må skiftes. En kabel og sikring overbelastes og må oppgraderes	344 000 ²
2	117 %	348	244,2	213,3	30,9	En kabel og sikring overbelastes og må oppgraderes	257 000 ²
3	99 %	292	244,9	218,9	26,0	Ingen	0

Ved nødvendig transformatorbytte i dette tilfellet settes det inn en 500 kVA transformator. Denne vil passe inn i eksisterende nettstasjon. I dette tilfellet er det også noen scenarioer som krever oppgradering av kabel, luftlinje og sikring siden maksimal strøm overstiger merkeverdiene. Sikringene er enkle og billig å skifte ut og har minimal kostnad i denne sammenhengen. Oppgradering av kabel vil kreve gravearbeid og dette medfører derfor større kostnader. Vedlegg B.2, B.3 og B.4 viser prosjektkostnadene for henholdsvis scenario 0, 1 og 2 i tabellen over.

Figur 26 viser eksempel på beregningsrapport fra NETBAS for boligfelt 2.

² I scenario 1 og 2 vil det kun være nødvendig å oppgradere én kabel, men siden flere av de andre kablene er nærme grensen for utnyttelse, vil det være naturlig å oppgradere disse kablene også ifølge netteier. Derfor er kostnaden av flere kabler tatt med for scenario 1 og 2 i likhet med scenario 0.



Figur 26: Beregningsrapport fra NETBAS for boligfelt 2.

4.4 Hyttefelt

4.4.1 Scenarier

Tilsvarende som for boligfeltene vurderes 3 forskjellige scenarier, referert til scenario 0 der ingen kunder installerer HAN-tilkoblet utstyr. Scenariene baserer seg også her på hvor mange som installerer utstyr tilkoblet HAN-porten, samt hvor mange som tar i bruk styringssystemer koblet opp mot HAN-porten av kategori 2. Siden det forventes mindre interesse for slikt utstyr i fritidsboliger, vurderes det et scenario der svært få tar i bruk HAN-porten, et scenario der et moderat antall kunder tar slikt utstyr i bruk, og igjen et scenario imellom. Tabell 12 oppsummerer scenariene.

Tabell 12: Scenarier brukt i hytte-case.

Scenario	Andel tilkoblet HAN	Andel informasjonssystemer	Andel styringssystemer
0	0 %	0 %	0 %
1	10 %	95 %	5 %
2	25 %	90 %	10 %
3	50 %	80 %	20 %

4.4.2 Forventede effekter av HAN-tilkoblet utstyr

Informasjonssystemer

For den delen av forbrukerne som kun installerer informasjonssystemer, ventes en lavere interesse for å redusere strømforbruk i fritidsboliger enn for eneboliger. En reduksjon på 15 % antas. Effektreduksjonen i topplasttiden forventes også her noe høyere enn for energiforbruket, beregningene gjøres med en reduksjon på 20 %. Kundene som installerer informasjonssystemer er trolig noe mer bevisst på prisvariasjoner for strøm og nettleie gjennom døgnet, men det forventes ikke å ha så stor effekt for fritidsboliger, så det ventes at 20 % av elbilladingen flyttes vekk fra topplasttiden.

Styringssystemer

De forbrukerne som installerer energistyringssystemer i fritidsboligene sine tilkoblet HAN-porten, er sannsynligvis godt over gjennomsnittet interessert i teknologi og/eller energisparing. Derfor forventes reduksjon på lik linje med eneboliger; 30 % reduksjon i energiforbruk, 75 % lastflytting vekk fra topplasttiden av effekt til oppvarming (55 % av totalt effektforbruk), og 100 % lastflytting av effekt til varmtvannsbereder (14 % av totalt effektforbruk). Tilsvarende som for eneboligene beregnes også 80 % lastflytting av elbillading for hyttefeltet.

4.4.3 Beregninger hyttefelt

Den tredje case'en er et hyttefelt i umiddelbar nærhet til et av Norges større alpint-anlegg. Totalt har nettet 50 kunder, som utelukkende er hytter. Nettet har en transformator på 500 kVA fra 1977, totalt 3708 m kabel og ikke noe luftnett. Totalt årlig energiforbruk er 1,2 millioner kWh hvilket utgjør 24.000 kWh per kunde. Dette er et høyere forbruk enn gjennomsnittlige eneboliger, så disse hyttene må derfor antas å være luksushytter. Siden Tesla'er er utbredt blant velstående, antas det at 10 % av de som vil ha elbil i dette hyttefeltet i 2030, allerede har elbil, slik at kun 90 % av økningen tas med i betraktning.

NETBAS oppga effektforbruk for nettet i topplasttiden på 448 kW.

Forventet effektforbruk fra elbiler blir:

$$50 \text{ husholdninger} \cdot 3,75 \frac{\text{kW}}{\text{husholdning}} = 188 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder uten HAN-tilkoblet utstyr blir:

$$448 \text{ kW} + 188 \text{ kW} \cdot 90 \% = 617 \text{ kW} \text{ (scenario 0)}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med informasjonssystemer blir:

$$448 \text{ kW} - 448 \text{ kW} \cdot 20 \% + 188 \text{ kW} \cdot 90 \% - 188 \text{ kW} \cdot 20 \% = 490 \text{ kW}$$

Forventet effektforbruk basert utelukkende på kunder med styringssystemer blir:

$$448 \text{ kW} - 448 \text{ kW} \cdot 14 \% - 448 \text{ kW} \cdot 55 \% \cdot 75 \% + 188 \text{ kW} \cdot 90 \% - 188 \text{ kW} \cdot 80 \% \\ = 219 \text{ kW}$$

Scenario 1:

$$90 \% \cdot 617 \text{ kW} + 10 \% \cdot 95 \% \cdot 490 \text{ kW} + 10 \% \cdot 5 \% \cdot 219 \text{ kW} = 603 \text{ kW}$$

Scenario 2:

$$75 \% \cdot 617 \text{ kW} + 25 \% \cdot 90 \% \cdot 490 \text{ kW} + 25 \% \cdot 10 \% \cdot 219 \text{ kW} = 578 \text{ kW}$$

Scenario 3:

$$50 \% \cdot 617 \text{ kW} + 50 \% \cdot 80 \% \cdot 490 \text{ kW} + 50 \% \cdot 20 \% \cdot 219 \text{ kW} = 505 \text{ kW}$$

De nye beregnede effektene ble lagt inn i NETBAS og resultatene ble analysert, vist i tabell 13.

Tabell 13: Resultater fra NETBAS for hyttefeltet.

Scenario	Transformator- belasting	Maks. effekt [kW]	Høyeste spenning [V]	Laveste spenning [V]	Spenningsfall [V]	Nødvendige tiltak	Estimert kostnad for netteier [kr]
Mars 2019	91 %	448	240,7	220,4	20,3	Ingen	0
0	124 %	617	239,8	211,8	28,0	Transformator overbelastes, må skiftes. Én sikring må byttes, noen kabler ligger nærme sin merke-verdi og bør vurderes oppgradert	110 000/ 276 000 (inkl. kabler)
1	122 %	603	237,1	209,4	27,7	Transformator overbelastes, må skiftes. Én sikring må byttes, noen kabler ligger nærme sin merke-verdi og bør vurderes oppgradert	110 000/ 276 000 (inkl. kabler)
2	118 %	578	237,2	210,7	26,5	To sikringer må byttes, noen kabler ligger nærme sin merke-verdi og bør vurderes oppgradert	6 000/ 172 000 (inkl. kabler)
3	103 %	505	237,6	214,4	23,2	To sikringer må byttes, noen kabler ligger nærme sin merke-verdi og bør vurderes oppgradert	6 000/ 172 000 (inkl. kabler)

Tabellen viser at alle scenarioer medfører nødvendige oppgraderinger. Flere kabler blir også liggende nærme sin merkeverdi og bør vurderes oppgradert. Derfor er totalpris inkludert kabeloppgradering også tatt med i kostnadsestimatet. Detaljerte prosjektkostnader vises i vedlegg B.5, B.6, B.7 og B.8.

4.5 Kostnadsreduksjon for kundene

Kundene kan, ved å installere utstyr tilkoblet HAN-porten, redusere sine kostnader. Størrelsen på reduksjonen avhenger av flere faktorer:

- Type utstyr tilkoblet HAN-porten
- Nettleietariffer
- Forbruksmønster
- Energibehov
- Kundens tilpassningsevne

Det vil i de følgende delkapitlene gjøres beregninger for å forsøke å estimere størrelsesorden på kostnadsreduksjonene som kan oppnås ved å installere utstyr tilkoblet HAN-porten. For kunder som kun installerer informasjonssystemer vil reduksjonene avhenge i stor grad av kundens tilpassningsevne, og denne ansees å være svært vanskelig å anslå effektene av. Det skisseres derfor en tenkt strømkunde som installerer styringssystemer for de videre beregningene.

4.5.1 Strømkunde for beregninger

Denne tenkte strømkunden er utgangspunkt for beregningene i de følgende delkapitlene, og det er gjort en del forenklinger for å ikke komplisere beregningene. Forutsetningene for denne kunden er som følger:

- Enebolig med årlig forbruk på 25.000 kWh
- Styringssystem installert. Enkel type, med kontrollerbare kontakter som kan skrues av og på av systemet, samt kontroll av eventuelle varmepumper via Z-Wave eller lignende.
- Kun elektrisk oppvarming, med mulighet for å øke og senke effekten på oppvarmingen med minimum 50% året rundt.
- En eller flere elbiler med total sammenlagt kjørelengde på 12.000 km per år, fordelt jevnt over årets måneder. Elbillading fra normal husholdningskurs (16 A), og gjennomsnittlig ladetid på 8 timer. Lademønster uavhengig av ukedager.
- Jevnt forbruk til varmtvann, belysning, underholdningsapparater, vaskemaskin, tørketrommel, oppvaskmaskin, kjøkkenapparater og lignende gjennom årets måneder.

4.5.2 Nettleietariffer

NVE foreslår i et høringsdokument (42) om ny tariffmodell for nettleie, tre forskjellige tariffmodeller. Disse baserer seg på gjennomsnittstariffen for husholdningskunder i Norge i 2017 som er vist i tabell 14.

Tabell 14: Gjennomsnittstariff husholdningskunder 2017.

Fastledd	Energiledd
1749 kr/år	19,4 øre/kWh

De nye foreslåtte tariffordningene er *abonnert effekt*, *målt effekt*, og *time of use*. Foreslåtte satser er eksklusiv merverdiavgift og forbruksavgift. Forbruksavgiften er et fast beløp per kWh, og vil dermed ikke endres som følge av lastflytting. Merverdiavgiften derimot, påløper relatert til total fakturert kostnad, og vil dermed endres ved en lastflytting som medfører redusert kostnad. I følgende beregninger vil disse tre tariffmodellene benyttes. Det er også mulig å designe tariffordninger basert på *time of use*, som gir betydelig sterkere, og mer konkrete prissignal til kunden for å redusere effektforbruk i tunglasttimene. Det vil derfor, i tillegg til de tre foreslåtte ordningene fra NVE, foreslås ytterligere en ordning der tidsperioden for prissignal utøkes med 2 måneder, fastleddet reduseres, samt at effektleddet økes ytterligere i tunglasttimene. Slik belyses også tilfellet dersom en nettoperatør ønsker å bruke *time of use* modellen mer kreativt.

Abonnert effekt foreslås av NVE med satser som vist i tabell 15.

Tabell 15: Foreslåtte satser Abonnert effekt.

Fastledd	Abonnert effekt	Energiledd	Overforbruksledd
1060 kr/år	689 kr/kWh/h per år	5 øre/kWh	1 kr/kWh/h

Kunden betaler først et fastledd på 1060 kr per år, og må bestemme seg for et abonnement på et gitt antall kWh/h. Dette påvirker fastleddet i form av et tillegg på 689 kr årlig per kWh/h kunden ønsker å bruke uten å betale for overforbruk. Deretter betales 5 øre per kWh som brukes, så lenge forbruket holdes under den abonnerte grensen. Dette beløpet er marginaltapsbasert. Dersom kunden bruker mer effekt enn den abonnerte grensen betales et overforbruksledd på 1 kr/kWh/h for overforbruket.

Målt effekt foreslår NVE med satsene i tabell 16.

Tabell 16: Foreslåtte satser Målt effekt

Fastledd	Energiledd	Effektledd
1749 kr/år	5 øre/kWh	1,86 kr/kWh/h

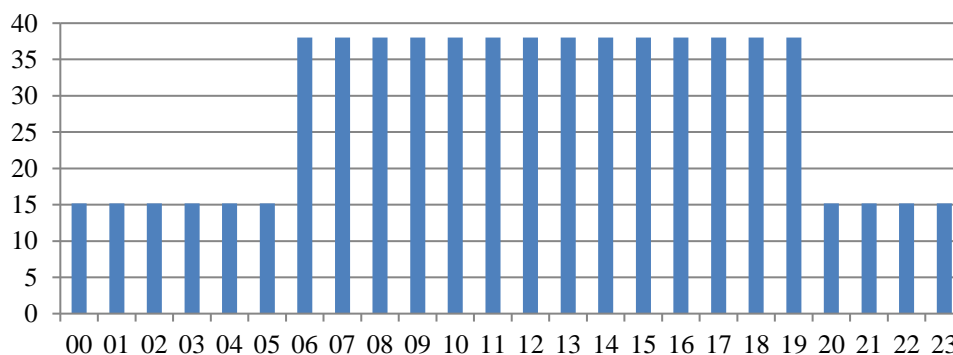
Her betaler kunden et fastledd uansett på 1749 kr årlig, og i tillegg 5 øre/kWh hvilket igjen er marginaltapsbasert. I tillegg registreres høyeste effekt hvert døgn, og kunden betaler hvert døgn et tillegg på 1,86 kr/kWh/h for den høyeste effekten.

Time of use er foreslått av NVE med satser som i vist i tabell 17.

Tabell 17: Foreslåtte satser Time of use - NVE.

Fastledd	Energiledd sommer	Energiledd vinter	Energiledd vinter hverdag 06-20
1749 kr/år	12,2 øre/kWh	15,2 øre/kWh	38 øre/kWh

Fastleddet på 1749 kr betales årlig, og alt annet betales i energileddet per forbrukt kWh, men med differensierte priser. Energileddet har forskjellige priser på sommeren (april – oktober), og på vinteren (november – mars). I tillegg differensieres prisen gjennom døgnet på hverdager i vintersesongen. En hverdag på vinteren er illustrert i figur 27 (søylene representerer timen som starter ved klokkeslettet spesifisert).



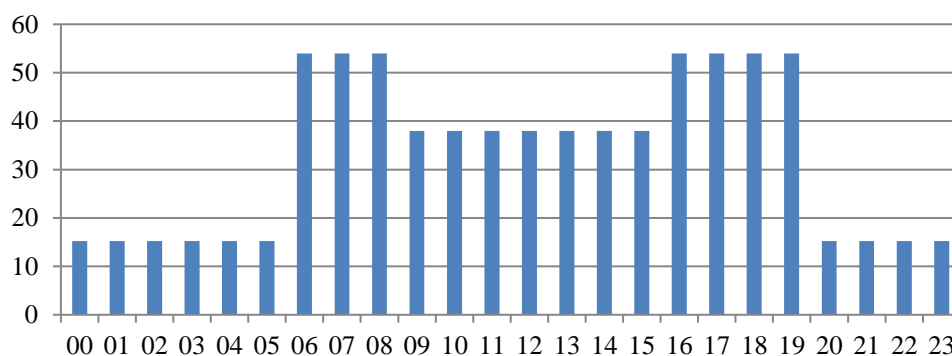
Figur 27: Timesatser for Time of use – NVE [øre].

I tillegg til nettleietariffene foreslått i NVE sin rapport, tenkes det at *time of use* tariffen kan brukes noe mer kreativt, og med enda sterkere prissignaler for å redusere forbruk i tunglasttimene. Det foreslås derfor satser som vist i tabell 18.

Tabell 18: Foreslåtte satser Time of use - tunglastspesifikk.

Fastledd	Energiledd sommer	Energiledd vinter	Energiledd vinter hverdag 06-09 & 16-20	Energiledd vinter hverdag 10-16
1549 kr/år	12,2 øre/kWh	15,2 øre/kWh	54 øre/kWh	28 øre/kWh

I en slik tunglastspesifikk modell foreslås det også å utvide vinteren med 2 måneder slik at økt energiledd gjelder fra begynnelsen av oktober til utgangen av april. Energileddet økes ytterligere 3 timer på morgenen, og 4 timer på ettermiddagen. Disse timene velges fordi de korresponderer godt de timene Nord Pool sine priser er høyest (se figur 20), samt de timene som har høyest forbruk i Norge. Timesatser for en hverdag på vinteren blir da som illustrert i figur 28.



Figur 28: Timesatser for Time of use – tunglastspesifikk [øre].

4.5.3 Forbruk fordelt på måneder

For å gi et anslag på hvor store besparelser kundene kan oppnå med utstyr tilkoblet HAN-porten konstrueres et mulig forbruksmønster for eksempelkunden beskrevet i delkapittel 4.5.1. Det regnes årlig strømforbruk på 25.000 kWh, pluss elbil-lading for 12.000 km årlig, som fordeles månedlig etter tabell 19.

Tabell 19: Årlig forbruksmønster eksempelkunde [kWh].

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Andel [%]	12,2	10,8	10,6	10,3	6,6	5,8	4,8	4,0	6,5	7,3	9,3	11,8
Oppvarming	2050	1700	1650	1575	650	450	200	0	625	825	1325	1950
Varmtvann	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Annet	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Total (eks. elbil)	3050	2700	2650	2575	1650	1450	1200	1000	1625	1825	2325	2950
Elbil (i tillegg)	200	200	200	150	150	150	150	150	150	200	200	200

Tabellen er utarbeidet som et anslag på hvordan strømmen brukes i en vanlig enebolig. Det totale forbruket på 25.000 kWh er fordelt månedsvis etter prosentandelene i øverste linje, og disse er hentet fra en artikkel på Dinside.no (64). Andelen av strømforbruket som går til oppvarming ligger på ca. 55 % ifølge tall fra Enova (63). Oppvarmingsbehovet regnes som ikkeeksisterende i august som har det laveste forbruket gjennom året på 1000 kWh. Forenklet antas variasjonen gjennom resten av året utelukkende å skyldes høyere oppvarmingsbehov på grunn av lavere utetemperaturer. Dermed neglisjeres effekter av at andre apparater antagelig brukes mer i vintersesongen siden folk er mer innendørs, men denne effekten er antagelig tilstrekkelig liten til at tilnærmingen blir god nok for disse beregningene. Med disse forenklingene utgjør oppvarming 52 % av totalt forbruk, hvilket er ganske nært hva Enova hevder. Strømforbruk til varmtvann utgjør ca. 14 % av det totale forbruket, det beregnes at dette forbruket er konstant gjennom hele året, og det utgjør dermed 300 kWh per måned. Resterende forbruk vil være til belysning, underholdningsapparater, vaskemaskin, tørketrommel, oppvaskmaskin og andre kjøkkenapparater. Dette behandles i beregningene som en felles størrelse, og denne antas også forenklet like stor hele året. I tillegg beregnes det strømforbruk for en eller flere elbiler, for en årlig kjørelengde på 12.000 km. Disse fordeles jevnt over årets måneder, og basert på en rapport fra NVE (58) beregnes det 0,15 kWh/km i sommerhalvåret fra april til september, og 0,2 kWh/km i vinterhalvåret fra oktober til mars.

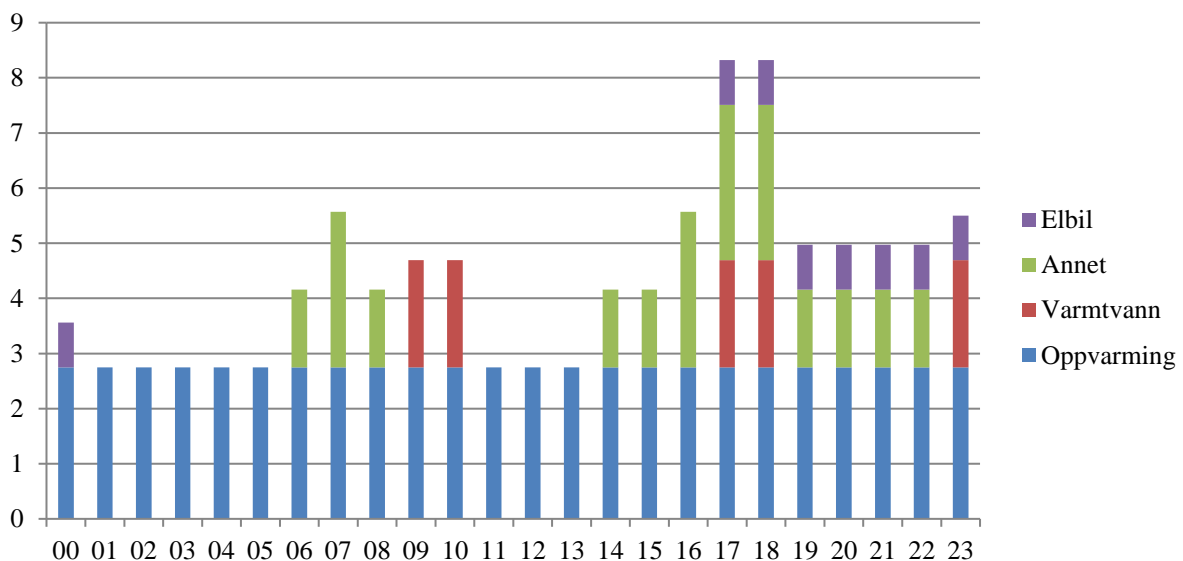
4.5.4 Forbruk fordelt gjennom døgnet

Forbruket beregnet i forrige delkapittel fordeles over døgnet timer beskrevet av ligning 19:

$$\text{Forbruk aktuell time [kWh/h]} = \frac{\text{Forbruk per måned} / \text{antall fordelingstimer}}{\text{antall dager i aktuell måned}} \quad (19)$$

I de følgende tabeller og figurer beskrives timene ved tidspunktet timen starter, altså vil eksempelvis 17:00 representere forbruket fra 17:00 til og med 17:59.

En kan se for seg at oppvarmingsbehovet er noe lavere på dagen grunnet høyere utetemperaturer. Imidlertid kan det antas at denne effekten kompenseres ved at oppvarmingsutstyr skrur av for å senke temperaturen på soverom om natten. Forenklet fordeles oppvarmingsbehovet likt gjennom alle døgnetimer. Forbruk til oppvarming av varmtvann fordeles på 5 timer 09:00-10:00, 17:00-18:00 og 23:00 for dusjing morgen og kveld, samt varmtvann til oppvask rundt middagstider. 50% av det månedlige forbruket til *annet* fordeles på 4 timer 07:00-08:00 og 16:00-19:00, og det resterende fordeles på 8 timer 06:00-07:00, 08:00-09:00, 14:00-16:00 og 19:00-23:00. Elbil-ladingen fordeles over 8 timer 17:00-01:00. Forbruket gjennom døgnet blir da i januar som vist i figur 29.



Figur 29: Forbruksmønster (døgn) januar uten lastflytting [kWh/h].

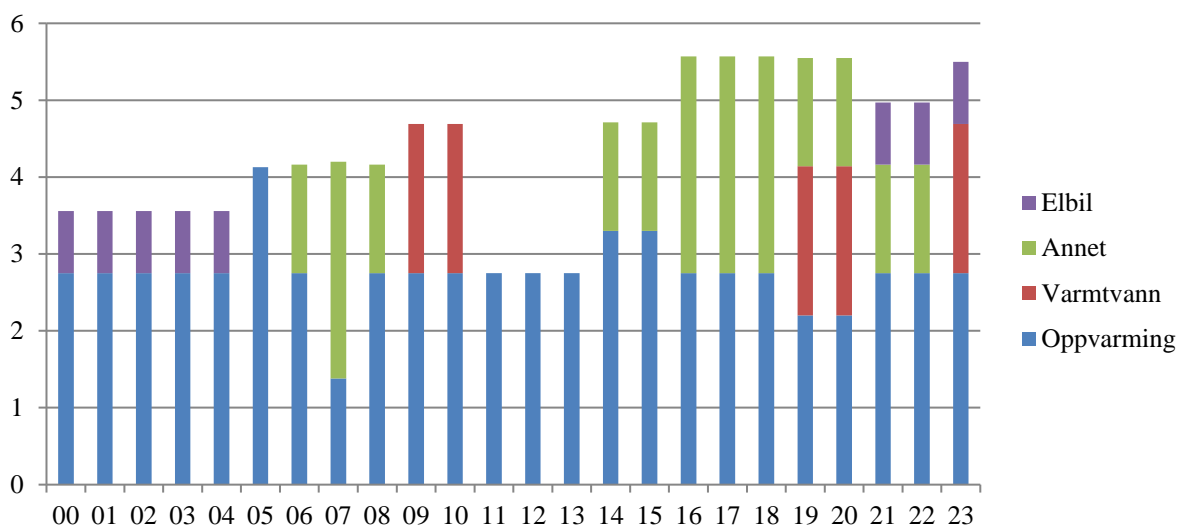
Maksimalt effektuttak blir på hele 8,32 kWh/h.

4.5.5 Lastflytting

For beregninger tenkes det et enkelt styringssystem med en gateway tilkoblet HAN-porten, styrbare kontakter, og tilkoblingsmulighet via Z-wave eller lignende på eventuelle varmpumper. Systemet kan da regulere effektforbruk ved å skru av enkelte

panelovner/varmepumper, ved å skru av varmtvannsbereder, og ved å skru av elbillader. Dersom systemet har smarte algoritmer, og mulighet for å kontrollere effekten på de enkelte komponentene utover av og på, ville det vært mulig å jevne ut forbruket langt mer som i eksempelet i kapittel 2.8.3. For enkelhets skyld beregnes kun et system med kontakter som kobler enheter inn og ut. Beregningene tar ikke høyde for dag-/nattsenkning av innetemperatur, siden dette er en gevinst som strengt tatt kan oppnås uavhengig av tilkobling mot HAN-porten. Beregningene tar også kun høyde for nettleiekostnader, på tross av at en del utstyr for HAN-tilkobling også kan ta høyde for varierende kraftpriser. Dette for å holde beregningene mer oversiktlige. Det antas at dersom en øker oppvarmingseffekten ved å skru på en eller flere ekstra panelovner, vil temperaturen øke slik at oppvarmingseffekten kan reduseres tilsvarende innenfor 3-4 timer senere. Effekten av økt varmetap i perioden med høyere temperatur neglisjeres.

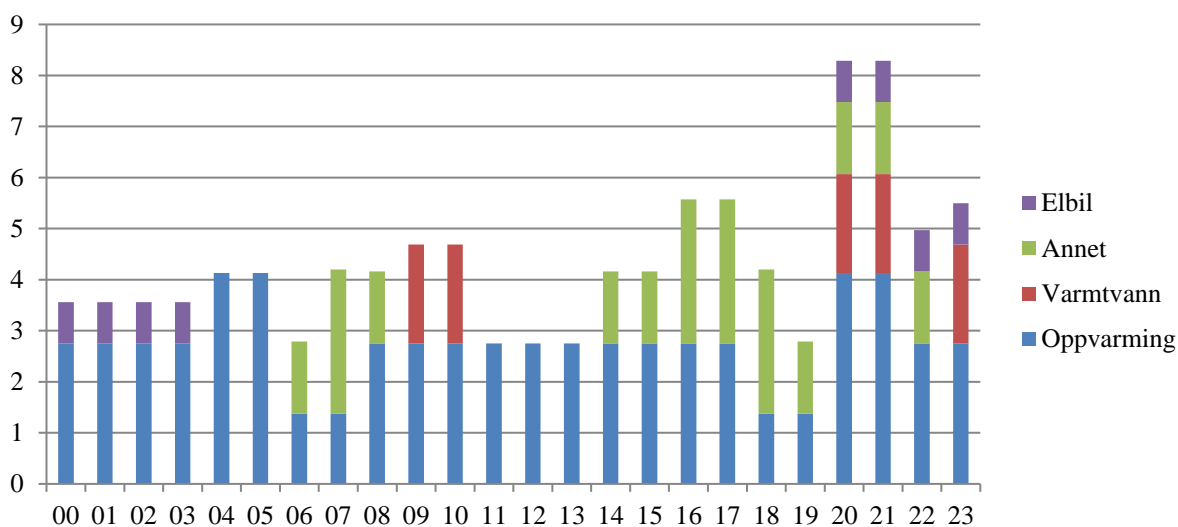
Dersom aktuell nettleietariff er *abonnert effekt* eller *målt effekt* vil systemet måtte forsøke å jevne ut effekten gjennom døgnet. Uten avanserte analysemetoder, kan systemet øke oppvarmingseffekten med 50 % fra 05 til 06, og redusere den med 50 % fra 07 til 08. Systemet kan også øke oppvarmingseffekten med 20 % fra 14 til 16, og redusere den med 20 % fra 19 til 21. Videre kan elbilladingen forskyves med 4 timer fra 17-01 til 21-05. Til slutt kan effekten til varmtvannsberederen forskyves fra 17-19 til 19-21. Med disse enkle grepene kan systemet oppnå effektforbruk som vist i figur 30.



Figur 30: Forbruksmønster (døgn) januar for abonnert/målt effekt [kWh/h].

Maksimalt effektuttak er nå redusert til fra 8,27 kWh/h uten lastflytting, til 5,57 kWh/h.

Dersom aktuell nettleietariff er *time of use*, bør lastflyttingen gjøres annerledes for å senke kostnaden for kundene. Dette avhenger av hvorledes nettselskapet utformer tariffen relatert til forskjell i pris for de spesifikke timene gjennom døgnet. I den tenkte tariffen som beskrives i NVE sitt høringsdokument om nettleietariffer (42) er det hensiktsmessig å flytte mest mulig forbruk vekk fra tidsintervallet 06-20, mens distribusjonen av forbruket innenfor dette intervallet er likegyldig. En hensiktsmessig, og enkel måte å gjennomføre lastflytting vil da være å øke oppvarmingseffekten med 50 % kl. 04-06, og senke den igjen med 50 % kl. 06-08, samt senke oppvarmingseffekten 50 % kl. 18-20, og øke den 50 % kl. 20-22. Videre bør effekten til varmtvannsbereder kl. 17-19 forflyttes til kl. 20-22. Til slutt bør elbil-ladingen gjennomføres kl. 20-04 i stedet for kl. 17-01. Denne lastflyttingen hensyntar kun kundens økonomi, og neglisjerer nettselskapenes utfordringer utover de insentiver som gis av nettleiertariffen. Effektfordelingen blir da som vist i figur 31.

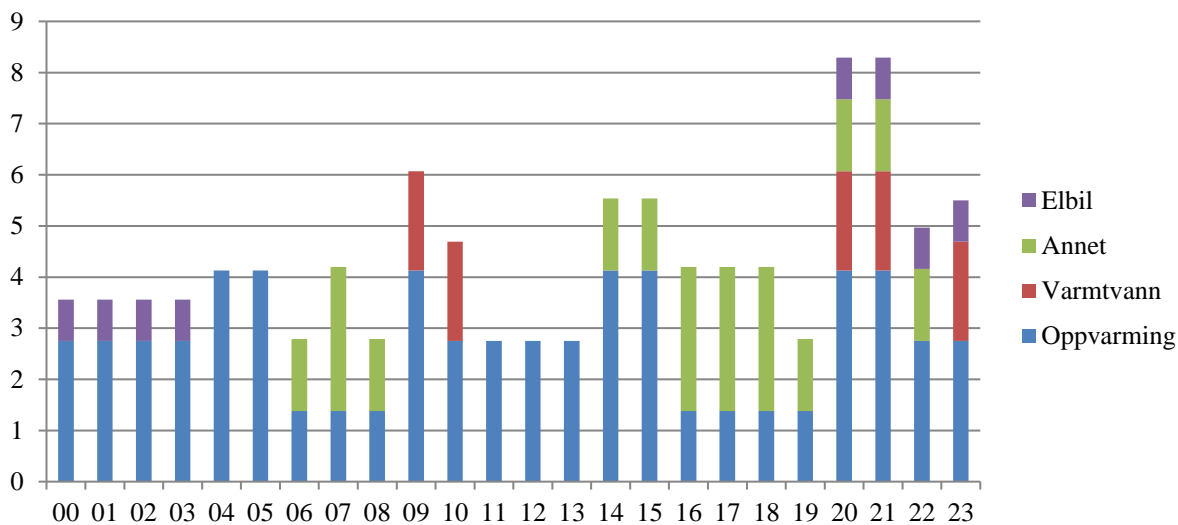


Figur 31: Forbruksmønster (døgnet) januar for time of use – NVE [kWh/h].

Dersom nettselskapet velger en mer kreativ tariffløsning som legger ned sterkere prissignaler for å unngå tunglasttimene, kan dette se ut som foreslått tariff i figur 25. For å tilpasse effektforbruket til en slik tariff bør lastflytting gjennomføres noe annerledes.

Først økes oppvarmingseffekten med 50 % i tidsrommet 04-06, for så å reduseres med 50 % 06-09. Deretter å økes effekten igjen med 50% i timen 09-10. Fra 14-16 økes oppvarmingseffekten igjen med 50 %, den senkes med 50 % i tidsrommet 16-20, og økes igjen med 50 % fra 20 til 22. Effekt til varmtvannsbereder kuttes 17-19, og skrur på igjen 20-22. Til slutt forflyttes elbilladingen fra 17-01 til 20-04.

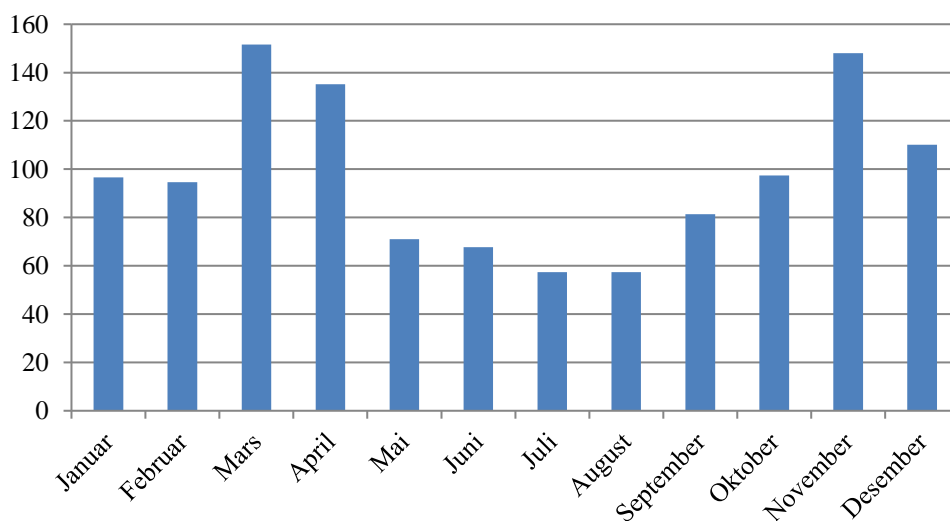
Effektforbruket etter lastflytting vises i figur 32.



Figur 32: Forbruksmønster (døgn) januar for time of use – tunglastspesifikk [kWh/h].

4.5.6 Kostnadsreduksjon Abonnert effekt

Med tariffmodell *abonnert effekt* og lastflytting for alle årets 12 måneder som beskrevet i kapittel 4.5.5, er det gjort beregninger (se vedlegg C) for å finne et anslag på kostnadsreduksjonen for eksempelkundens nettleie. For eksempelkunden blir det billigst med abonnert effekt på 6 kWh/h uten lastflytting, og 5 kWh/h med lastflytting som beskrevet, og det forutsettes at samme abonnert effekt beholdes gjennom hele året. Kostnadsreduksjonen totalt gjennom året er beregnet til 1169 kr, og reduksjonen fordeler seg over årets måneder som vist i figur 33.

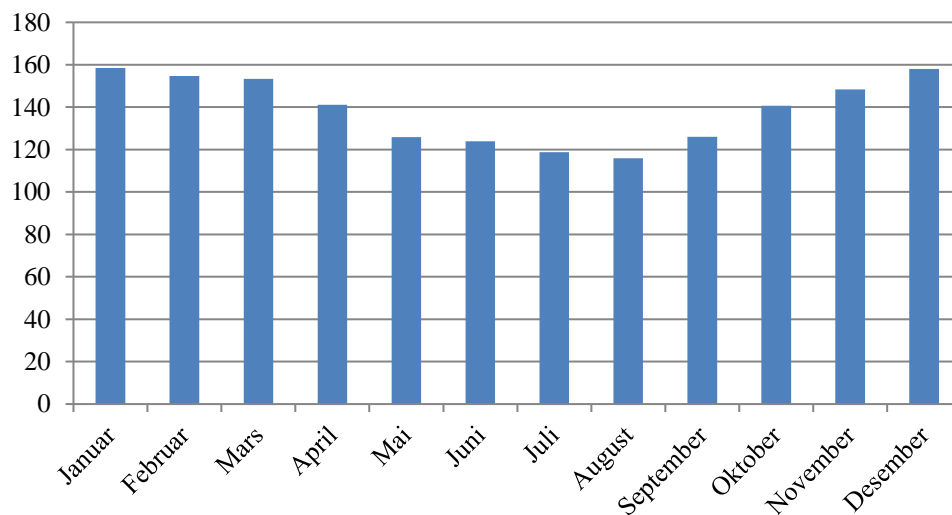


Figur 33: Månedlige kostnadsreduksjoner for abonnert effekt [kr].

Det vises at reduksjonen er størst på middels forbruk, og dette har sammenheng med at den abonnerte effekten tilpasses best i disse månedene. I måneder med høyt effektforbruk vil den abonnerte effekten være satt så lavt at kunden fortsatt faktureres for en stor andel overforbruk. I måneder med lavt effektforbruk vil kostnaden for den abonnerte effekten være høyere enn nødvendig siden kunden sjelden vil ha behov for å bruke så mye effekt.

4.5.7 Kostnadsreduksjon Målt effekt

Det er gjort beregninger med tariffmodell *målt effekt* og lastflytting som beskrevet i kapittel 4.5.5. Kostnadsreduksjonen er i dette tilfellet er beregnet til 1665 kr totalt for hele året, og reduksjonen fordeler seg over årets 12 måneder som vist i figur 34.

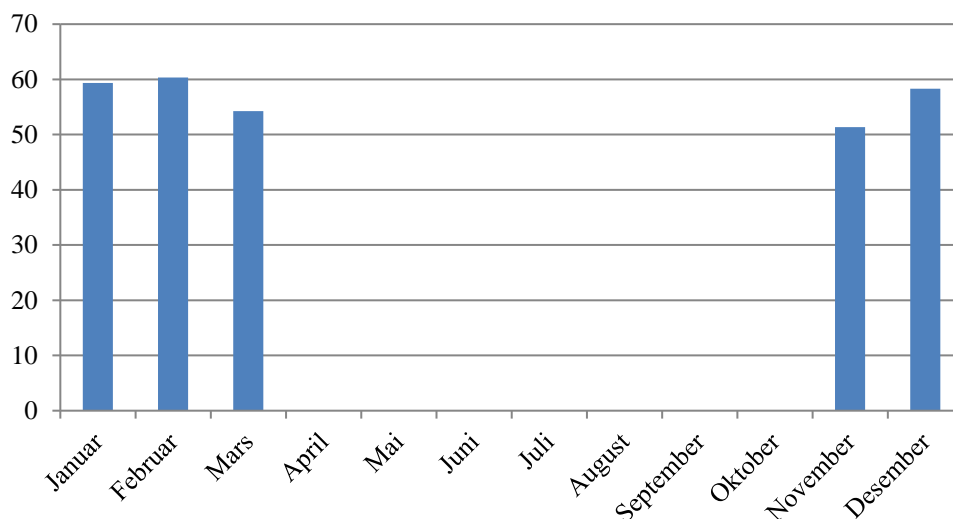


Figur 34: Månedlige kostnadsreduksjoner for målt effekt [kr].

Sammenlignet med kostnadsreduksjonene for tariffmodell abonnert effekt fordeles reduksjonene jevnere over årets måneder. Dette er en konsekvens av at målt effekt priser ut i fra hvert døgns maksimale effekt, slik at effektutjevning også gir besparelse på lave effekter.

4.5.8 Kostnadsreduksjon Time of use - NVE

Tilsvarende beregninger som i de to foregående delkapitlene er også gjort med tariffmodell *time of use* foreslått av NVE. Kostnadsreduksjonen her blir langt mindre på 284 kr. Dette fordeles gjennom året som vist i figur 35.

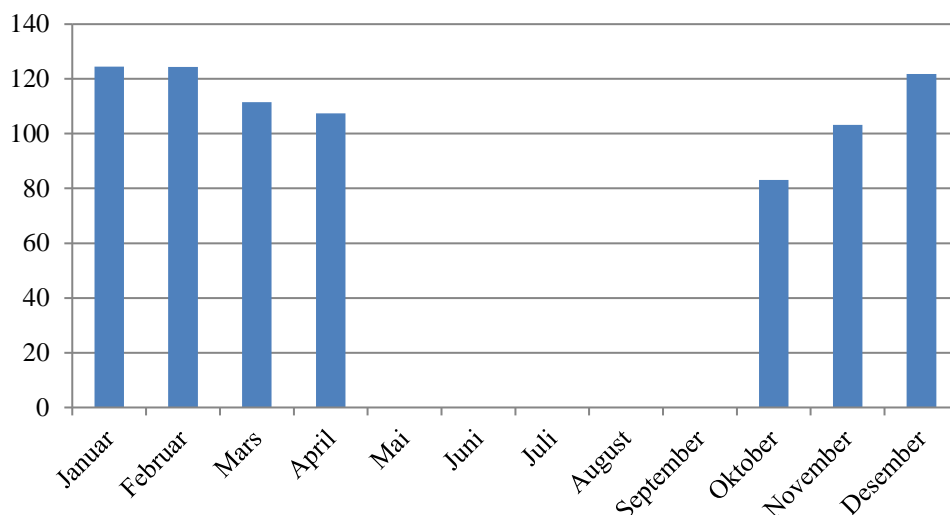


Figur 35: Månedlige kostnadsreduksjoner for time of use – NVE [kr].

Kostnadsreduksjonen er redusert betraktelig sammenlignet med de andre tariffmodellene, og hovedgrunnen til det er at 7 av årets 12 måneder har samme sats for energileddet gjennom hele døgnet. Det er dermed ikke mulig å oppnå redusert nettleie i disse månedene ved å installere energistyringssystemer som gjennomfører lastflytting. Det kan selvsagt oppnås reduksjon av forbruket, eksempelvis ved dag- og nattsinking av innetemperatur, men slike effekter er ikke hensyntatt i beregningene i dette kapitlet.

4.5.9 Kostnadsreduksjon Time of use - tunglastspesifikk

Til slutt er det gjort beregninger på kostnadsreduksjon ved lastflytting i tilfellet med en tunglastspesifikk variant av *time of use* som beskrevet i kapittel 4.5.2. Sammenlignet med *time of use* varianten beskrevet av NVE blir kostnadsreduksjonen en del større, og total reduksjon for hele året blir 776 kr. Denne reduksjonen fordeles gjennom året som vist i figur 36.



Figur 36: Månedlige kostnadsreduksjoner for time of use – tunglastspesifikk [kr].

Her økes den månedlige kostnadsreduksjonen nesten til det dobbelte av hva som er tilfelle med tariffmodellen foreslått av NVE. I tillegg blir reduksjonen også gjeldende 2 måneder mer i løpet av året.

4.5.10 Kostnadsreduksjoner oppsummert

De beregnede kostnadsreduksjonene ved å installere effektstyringssystemer tilkoblet AMS-målerne HAN-port er oppsummert i tabell 20.

Tabell 20: Beregnede kostnadsreduksjoner ved installering av HAN-tilkoblet utstyr [kr].

Måned	Abonnert effekt	Målt effekt	Time of use - NVE	Time of use – tungl.
Januar	97	159	59	125
Februar	95	155	60	124
Mars	152	153	54	112
April	135	141	0	107
Mai	71	126	0	0
Juni	68	124	0	0
Juli	57	119	0	0
August	57	116	0	0
September	81	126	0	0
Oktober	97	141	0	83
November	148	148	51	103
Desember	110	158	58	122
Totalt [kr]	1169	1665	284	776

Ut fra disse resultatene kan det se ut til at effektstyringssystemer tilkoblet HAN-porten vil ha størst effekt dersom aktuell tariffmodell er *målt effekt* for den aktuelle eksempelkunden. Også med *abonnert effekt* vil reduksjonen være betydelig. Dersom tariffmodell for eksempelkunden er *time of use*, vil antagelig reduksjonen være mindre. Imidlertid vises det ved beregningene på de to forskjellige variantene av *time of use* at energistyringssystemer kan ha svært forskjellig effekt på kostnadsreduksjonene avhengig av hvorledes nettselskapet priser de forskjellige timene gjennom døgnet. Det må også bemerkes at begge *time of use* variantene harmonerer relativt godt med kraftprisen hos Nord Pool (se figur 20), slik at kunden, i tillegg til reduksjonen i nettleie, også vil oppleve en reduksjon i kraftkostnad. For de andre tariffmodellene vil antagelig denne effekten være noe lavere, siden disse modellene gir insentiver for å redusere maksimaleffekt, og derfor kun gir et indirekte insentiv til å flytte effekt og energiforbruk vekk fra tunglasttimene. *Time of use* variantene derimot gir et direkte insentiv til å forbruke mindre i tunglasttimene.

5 Diskusjon

5.1 Implementering av HAN-tilkoblet utstyr

5.1.1 Hvorfor koble opp mot HAN?

Markedsanalysen i denne rapporten viser at den enkleste form for utnyttelse av HAN-porten, kun består av to komponenter: En sender tilkoblet HAN-porten, og en software for fremstilling av forbruk, enten i form av en applikasjon for mobiltelefon eller nettbrett, eller i form av en presentasjon i en nettleser. En slik løsning kan gi en besparelse i forbrukt energi på hele 20-30%. Dette gjør at vanlige kunder antagelig vil merke forskjell på strømforbruket ved å installere et slikt lavterskeltilbud til en kostnad på noen få hundrelapper. Informasjonen fra HAN-porten vil, via en slik applikasjon, gjøre forbrukeren oppmerksom på når strømmen brukes, og hvilke effekter som trekkes i tunglasttimene. Denne informasjonen gjør forbrukeren i stand til å tilpasse forbruket manuelt, for å unngå store kostnadsøkninger som følge av fremtidige tariffordninger for nettleie.

Energistyringssystemer er i utgangspunktet ikke avhengige av tilkobling til HAN-porten. Siden HAN-porten kun sender informasjon, og ikke kan motta noen form for styringssignaler, er det ikke nødvendigvis innlysende hvorfor styringssystemene har behov for tilkobling. Styringssystemene kan, uten HAN-tilkobling, gjennomføre dag- og nattsinking av temperatur, samt styre forbruket etter forbrukerens ønske basert på informasjon fra temperatursensorer og værmeldinger fra internett. Den store fordelen med tilkobling til HAN-porten er imidlertid at slik tilkobling tilfører styringssystemene mer relevant informasjon for å beregne en kostnadsoptimal energibruk. Tilkobling muliggjør at styringssystemene kan tilpasse effektbruken i tunglasttimene for å oppnå lavest mulig effektledd med tariffmodell *målt effekt*, samt sette maksbegrensning for effekt ved tariffmodell *abonnert effekt*. En annen stor fordel med å levere informasjon fra HAN-porten til styringssystemene er at systemene blir i stand til å identifisere hva som bruker strøm. Det kan dermed utarbeides kunstig intelligens, og smarte algoritmer som tilpasser bruken av forskjellige installasjoner og apparater i boligen, for å utnytte energien mest mulig kostnadseffektivt.

5.1.2 Vurdering av de ulike produktene

Det ser ut til at Tibber, Sikom, Eidsiva/Gudbrandsdalenergi og NTE leverer de mest avanserte og omfattende systemene. Samtlige leverer komplette styringssystemer med styrbare kontakter, sensorer og alarmer. Informasjonen fra HAN-porten leveres til systemene og bidrar til å danne grunnlag for energiflyten. Av disse skiller Tibber og NTE seg ut ved at de leverer smarte elbil-ladestasjoner som kan tilpasse ladeeffekten ut fra systemets preferanser. Tibber leverer i tillegg et system som er tilrettelagt for egenproduksjon av strøm via solcelleanlegg. Strømforkbrukere med stor interesse for teknologi vil antagelig velge et av disse systemene.

Systemet fra Elsin skiller seg ut som mer energiorientert, i stedet for smarthusorientert. Dette systemet er tilrettelagt for solcelleanlegg, i tillegg til at det kan inkluderes et batteri som fungerer som buffer for å jevne ut effekttopper. Systemet passer antagelig godt for plusskunder, og andre som er mest interessert i kraftflyten, og ikke så interessert i teknologi og smarthus.

For forbrukere som ønsker kontroll over energi på hytta, har antagelig Sikom og Eidsiva/Gudbrandsdalenergi sine løsninger er de best tilpassede. Sikom har lang erfaring med å levere løsninger for å «ringe hytta varm», allerede lenge før smarhusteknologi var tema.

Ewave har et godt system for strømsparing, men er noe mindre omfattende når det gjelder øvrige smarthusprodukter. Fokus rettes mot å spare inn på oppvarming, der også potensialet for besparelser er størst. Ringerikskraft har per i dag et informasjonssystem, men planlegger et mer avansert styringssystem. Styringssystemet er foreløpig i en testfase, og ikke tilgjengelig på markedet.

Cedel, Hark Technologies, Smartlab Norway, Fjordkraft og Oss leverer kun informasjonssystemer. Disse synes i hovedsak å dekke de samme behovene, nemlig å gi oversikt. Dermed gir de mulighet for manuelle tilpasninger, samt å gi forbrukerne en mulighet til å følge med på om strømrregningen er korrekt i forhold til forbruk. Av disse skiller Oss seg ut noe, siden Oss-brikken har temperatur-, trykk- og fuktighetssensor innebygget. Det antas at dette gir muligheter for noe større funksjonalitet enn konkurrentene. Videre kommuniserer Oss-brikken via Internet of Things' kommunikasjonsteknologi, og trenger ingen tilkobling mot Wi-Fi-ruter. Konsekvensen blir enklere installering.

5.1.3 Utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr og kundepreferanser

Hvor stor andel av norske strømkunder som vil ta i bruk HAN-porten er foreløpig svært usikkert. Per i dag vet nok de færreste hva HAN-porten er overhodet, og spørreundersøkelser og annen forskning på hvorvidt denne vil tas i bruk finnes det lite av. Med innføring av nye tariffordninger, og fortsatt stort mediefokus på strømpriser og nettleie, vil forbrukerne naturlig nok bli klar over HAN-portens eksistens. Det er derimot vanskelig å si hvor mange som vil ta den i bruk, og når det eventuelt vil skje. Vi gjør et anslag på at ca. 50 % av kundene vil ta denne i bruk innen 2030. Siden dette er en antagelse basert på svært lite grunnlag antar vi en usikkerhet på ± 25 %. Beregningene i kapittel 4 er derfor gjort med scenarioer fra 25 % til 75 %.

Implementering av smarthusteknologi i norske hjem er fortsatt i startfasen. Det hersker stor usikkerhet om hvordan markedet vil se ut om 5 til 10 år; hvilke standarder som blir markedsledende, hvilke leverandører som blir størst, og hvilken type produkter som blir mest vanlig (65). Det er imidlertid nærliggende å tro at det er en sterk sammenheng mellom hvor mange som installerer smarthusteknologi i hjemmet sitt generelt, og hvor stor andel av de som tar i bruk HAN-porten som også vil ønske å installere systemer for energistyring fordi:

- Husstander som installerer smarthusteknologi for å kontrollere oppvarming og effektlyt vil i høy grad koble seg til HAN-porten. Dette fordi denne oppkoblingen vil innebære en relativt liten ekstrakostnad, sett i lys av hvilke muligheter det gir for økt økonomisk besparelse.
- Strømkunder som har liten interesse for smarthusteknologi, men som kobler utstyr til HAN-porten grunnet frustrasjon over høye strømgninger og mangel på innsikt i bakgrunnen for de høye strømgningene, forventes kun å installere informasjonssystemer. Begrunnelsen er at installering av et styringssystem enten innebærer store kostnader, eventuelt noe lavere kostnader og en del egeninnsats.
- Noen kunder vil se fordelene av styringssystemene som konsekvens av innsikten de får i egen strømgning når informasjonssystemene installeres. Denne gruppen antas ikke å bli så stor, på grunn av behov for økonomiske investeringer og/eller behov for egeninnsats for å installere styringssystemer.

- En andel strømkunder vil få interessen for styringssystemer når de anskaffer elbil, på grunn av et ønske om å redusere kostnader til bilhold ved å flytte lading vekk fra tunglasttimene. Flere av leverandørene i undersøkelsen leverer ladestasjoner til elbil, som naturlig kan integreres i styringssystemene for å oppnå lavere kostnader for lading av elbil.

Oppsummert vil det sannsynligvis være en stor overvekt av kunder som kun installerer informasjonssystemer. Andelen som installerer styringssystemer kan bli noe høyere, eller noe lavere enn andelen av norske strømkunder som installerer smarthusteknologi generelt. Salgssjefen i NDL Nordic hevder at smarte hjem vil utgjøre 20 % i løpet av få år (66). Vi gjør et anslag på at andelen forbrukere som velger å installere styringssystemer innen 2030 ligger i nærheten av dette anslaget, og beregningene i kapittel 4 er derfor gjennomført med andel på 10 % til 30 %.

Hvilke leverandører som vil bli markedsledere for informasjonssystemer forventes å ha nær sammenheng med markedsføring, siden funksjonaliteten til produktene i undersøkelsen ser ganske lik ut. Her ventes produktene som leveres av kraftleverandører - Fjordkraft Puls og Oss-appen - å ha et fortrinn, siden disse kraftleverandørene allerede har en eksisterende kundemasse de kan markedsføre seg overfor, uavhengig av eventuelle reservasjoner mot telefonsalg, uadressert post etc. Om et av informasjonssystemene skulle ha et fortrinn på grunn av teknologi og funksjonalitet, måtte dette være Oss-appen siden Oss-brikken har sensorer innebygget i brikken. Dermed har denne flere muligheter enn de andre, samt at den kommuniserer trådløst uten tilkobling til lokal ruter og derfor har en enklere installasjonsprosess.

Når det gjelder styringssystemer vil nok markedslederne bli de som klarer å levere funksjonelle, komplette smarthussystemer som appellerer til teknologi-interesserte. Enkel installering uten behov for elektriker, og sømløst oppsett av innstillinger vil også gi gode konkurransefortrinn. Med forventninger om stor økning i antall elbiler, vil en elbillader i sortimentet som integreres effektivt inn i systemet også være ønsket av forbrukerne. Systemene fra Tibber og NTE passer best inn i disse kriteriene.

5.2 Konsekvenser av implementering av HAN

5.2.1 Påvirkninger på lavspennetettet

På tross av at strømforbruket i husholdningene har en nedadgående trend som følge av nye bygningsstandarder, mer energieffektive apparater og andre ENØK-tiltak, kan det ikke forventes en reduksjon i effektbelastning i tunglasttimene. Elektrifisering av norske personbiler vil gjøre et betydelig bidrag til effektøkning i lavspennetettet som vist i kapittel 4. I tillegg vil befolkningsveksten, og stadig mer effektkrevede apparater bidra til å opprettholde, eller øke effektbehovet. For å håndtere dette effektbehovet kan det ventes en rekke ressurskrevende utbygginger i lavspennetettet, dersom det ikke gjøres tiltak i form av å jevne ut effektforbruket gjennom døgnet. Dette fordi maksimalt effektbehov er dimensjonerende for nettet.

Innføringen av AMS-målere gir nettselskapene et verktøy for å kunne prisdifferensiere nettleie, slik at de kundene som har mest kostnadsdrivende forbruksmønster også betaler mest. HAN-porten og utstyr som kobles til denne er verktøy for forbrukerne som kan brukes til å jevne ut effektforbruket, bidra til redusert behov for utbygging i nettet, og dermed redusere den langsiktige nettleien for forbrukerne. Case-studiene i kapittel 4 illustrerer hvilken potensiell effekt slikt utstyr kan ha.

I samtlige av de 3 case-studiene vises det at scenario 3, altså en stor utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr, vil medføre minimale eller ingen behov for utbygging av nettet. For scenario 2, en middels utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr, vil det fortsatt være små eller ingen behov for utbygging. For scenario 0, uten HAN-tilkoblet utstyr, og scenario 1, med lav utbredelse, vil det i samtlige tilfeller være behov for større utbygginger inkludert bytte av transformator.

Fremtidig situasjon i lavspennetettet vil, ifølge case-studiene, avhenge mye av hvor stor utbredelse HAN-tilkoblet utstyr får. Dersom utbredelsen blir lav, vil det påløpe store ekstrakostnader til utbygginger. Hvis utbyggingene ikke utføres, eller utføres utilstrekkelig, vil det få konsekvenser for spenningskvaliteten. Om nettet ikke dimensjoneres stivt nok, vil konsekvensene kunne bli at spenningskvaliteten ikke blir tilstrekkelig til å tilfredsstillе «Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet» (44). Hvis transformatorkapasiteten ikke skulle være tilstrekkelig ventes en liten reduksjon i frekvensen, og ved underdimensjonerte kabler/linjer vil spenningsfallet bli for stort til de mest utsatte kundene. Om det er

utilstrekkelig stivhet i nettet vil det også kunne oppstå flimmer, usymmetri og forvrengning i form av overharmoniske komponenter, spesielt dersom kundene bruker krevende utstyr. Med krevende utstyr menes kraftelektronikk eller tunge laster koblet mellom en av fasene og nøytral-leider i TN-nett, eventuelt mellom 2 av fasene i IT-nett. Det siste er ofte tilfelle for ladestasjoner for elbil.

5.2.2 Kortsiktige økonomiske konsekvenser

De kortsiktige økonomiske konsekvensene ved implementering av HAN-tilkoblet utstyr, vil først og fremst omhandle kundene. Dersom kundene velger å installere utstyr for å tilpasse sitt forbruk vil kostnadsreduksjonene være gjeldende fra første måned.

Størrelsen på denne kostnadsreduksjonen avhenger av mange faktorer. Beregningene i kapittel 0 viser at det kan oppnås reduksjon på opptil 1665 kr årlig, pluss redusert merverdiavgift, bare i nettleiekostnader for vår eksempelkunde. De totale kostnadsreduksjonene kan bli en del større på bakgrunn av:

- Merverdiavgift utgjør et påslag på 25 % av utfakturert beløp. Med redusert kostnad, vil merverdiavgiften også reduseres og bidra til en større total kostnadsreduksjon.
- Styringssystemene kan normalt tilpasse forbruk til den varierende kraftprisen i tillegg til nettleietariffen. Beregningene i kapittel 0 vurderer kun nettleiekostnaden for å unngå å komplisere beregningene, og gevinst i form av redusert kraftpris er derfor ikke hensyntatt.
- De fleste systemene på markedet har elektronikk med algoritmer og andre styringsmekanismer som er i stand til å finne langt mer sofistikerte metoder for å tilpasse effektforbruk til nettleietariffer enn hva som er foreslått i kapittel 0.
- Dersom oppvarmingsutstyret i huset er fullstendig kontrollerbart slik at all effekt kan skrus av, og at effekten kan økes med mer enn 50 %, kan ytterligere kostnadsreduksjoner forventes.
- Det finnes elbilladere som kan gi store effekter, og gi mer effektive tilpasningsmuligheter ved å tillate at styringssystemet varierer effekten inkrementelt i stedet for kun av eller på.

- Et styringssystem er normalt også i stand til å gjennomføre flere tiltak som ikke er hensyntatt i beregningene i kapittel 0. Mest aktuelle eksempel er antagelig dag- og nattsinking av innetemperatur som kan gi redusert forbruk, med påfølgende reduksjon i både nettleie og kraftkostnad. Dette er ikke en effekt av tilkobling mot HAN-porten, men en effekt som kan oppnås ved å installere styringssystemer generelt.

Det er slett ikke utenkelig at totale reduksjoner sammenlagt for kraft og nettleie, i noen tilfeller kan bli på det dobbelte av hva som er beregnet i kapittel 0.

Om man forventer at et styringssystem kan installeres for noen få tusenlapper, vil antagelig systemet være spart inn for kunden i løpet av få år dersom det velges en nettleietariff som gir muligheter for besparelse. Imidlertid viser beregningene at kostnadsreduksjonene er noe mer moderate ved en nettleietariff som *time of use* slik NVE beskriver den. Hovedgrunnen til dette er at denne tariffmodellen gir gevinst som følge av lastflytting i svært få måneder av året. For den tenkte tunglastspesifikke modellen derimot er reduksjonen større. Det hører med til det komplette bildet at en tariffmodell som gir gevinst av lastflytting kun i deler av året, også gir større spillerom for tilpasninger til kraftpris, eventuelt andre energibesparende tiltak i de resterende månedene av året. En *time of use* modell forventes også å harmonere godt med variasjonen i kraftpris, og gjennomsnittlig kraftpris kan derfor forventes lavere enn med andre tariffmodeller. Til slutt vil en *time of use* modell gi store kostnadsreduksjoner til kunder som installerer solcelleanlegg. Dette fordi slike anlegg produserer mest strøm på dagtid, altså de tidspunktene det er rasjonelt for nettselskapene å kreve et høyt energiledd.

For nettselskapene vil det sannsynligvis ikke være store kortsiktige konsekvenser av HAN-tilkoblet utstyr. Nettselskapene vil være nødt til å forsøke å tilpasse tariffmodellene sine slik at totale inntekter blir de samme grunnet inntektsrammene fra NVE. Dersom tariffmodell utformes feil, eventuelt at flere kunder installerer utstyr tilkoblet HAN-porten enn forventet, vil nettselskapene kunne oppleve lavere kortsiktige inntekter enn forventet. På lengre sikt derimot vil en stor andel kunder som tar i bruk HAN-porten bidra til reduserte kostnader til utbygginger i nettet, slik at dette på sikt vil utgjøre en besparelse for nettselskapene. Dersom det viser seg at besparelsene uteblir, eventuelt at tariffmodellene utformes feil, har nettselskapene anledning til å revidere nettleietariffene for å hente inn tidligere års underskudd.

5.2.3 Langsiktige økonomiske konsekvenser

I case-studiene vises det at kostnader for utbygginger i nettet kan bli betydelige dersom det ikke gjøres tiltak for å jevne ut effektforbruket. Utbyggingskostnadene varierer stort mellom «Boligfelt 1» i kapittel 4.3.3 og «Boligfelt 2» i kapittel 4.3.4. Dette skyldes at «Boligfelt 1» er et mer moderne nett, og er initielt bygget sterkere. Kostnadene for utbedring av nettet i «Boligfelt 2» beløper seg i følge beregningene til 9140 kr per kunde. Dette er kostnader som må faktureres ut til kundene i tillegg til eksisterende kostnader for nettdriften.

Kostnadsberegningene for utbedringer i case-studiene i denne rapporten tar kun høyde for nødvendige utbedringer i lavspenningsnettet. Med økt effekt i tunglasttimene vil det antagelig også kunne bli behov for oppgraderinger i høyspenningsnettet. Dette er kostnader som til slutt ender opp hos forbrukerne. Det kan derfor forventes at langsiktig utvikling i nettleiekostnader for forbrukerne vil kunne påvirkes markant av hvor stor utbredelse bruk av HAN-porten vil få.

5.2.4 Positivt og negativt for forbrukerne

De positive effektene av HAN-tilkoblet utstyr for forbrukerne dreier seg i all hovedsak om økonomiske besparelser. Andre positive effekter av slikt utstyr vil kunne være at forbrukerne får oversikt over hvilke apparater som står på, og at de får mulighet til å ha kontroll på om strømgregningen er korrekt. Videre vil kundene lettere kunne oppdage feil i el-installasjonen i huset sitt, og muligens redusere risikoen for brann. Kundene vil også kunne overvåke hvilken spenningskvalitet som leveres fra nettselskapet, og kreve utbedringer dersom denne ikke er tilfredsstillende. God spenningskvalitet reduserer risiko for at apparater og installasjoner får redusert levetid eller havarerer.

De økonomiske besparelsene for kunden handler på kort sikt om reduksjon i strømforbruk, med dertil reduserte kostnader. I tillegg vil kostnaden for faktisk forbrukt strøm reduseres, ved at strømforbruket kan styres til tidspunkter der kraftprisen er lavere. Nettleiekostnaden kan også reduseres for faktisk forbrukt strøm, ved at styringssystemer tilpasser forbruket til fremtidige nettleie-tariffer, eventuelt ved at dette gjøres manuelt, basert på informasjonen fra et informasjonssystem. På lengre sikt vil de økonomiske besparelsene for kundene innebære at kostbare utbygginger kan utsettes eller unngås. Dette vil medføre redusert langsiktig nettleiekostnad fordi nettselskapene opererer med inntektsrammer satt av NVE. For kunder som installerer utstyr som tilpasser forbruket utenfor tunglasttimene, vil en positiv

konsekvens være at nettleiekostnadene fordeles mer rettferdig enn per i dag. Dette fordi kunder som ikke tilpasser forbruket sitt, og dermed bidrar til et behov for kostnadsdrivende utbygginger, også betaler en større del av kostnaden for driften av kraftnettet.

Bruk av HAN-porten vil generelt ikke ha mange negative konsekvenser for forbrukerne. For grupper som ikke tar i bruk HAN-porten vil nettleiekostnadene øke. Kraftprisen derimot vil ikke påvirkes nevneverdig av innføring av HAN-porten. For kunder som installerer styringssystemer vil negative konsekvenser muligens være noe redusert komfort dersom systemene ikke fungerer optimalt, eventuelt dersom det oppstår situasjoner der oppvarmingsutstyr eller annet utstyr som påvirker komforten skrus av over et lengre tidsrom. En kan også tenke seg at elektrisk utstyr av lav kvalitet får noe kortere levetid fordi det skrus av og på noe oftere enn tidligere. Til slutt vil kanskje den nye kostnadsfordelingen for nettleien kunne slå uheldig ut for enkelte kundegrupper som er vanskelig stilt, og derfor ikke har mulighet til å tilpasse sitt forbruk. Et eksempel på dette kan være eldre og pleietrengende som får besøk av hjemmehjelpen i tunglasttiden. Disse negative faktorene antas ikke å være signifikante, sammenliknet med de positive faktorene.

5.2.5 Positivt og negativt for nettselskapene

For nettselskapene vil det være positive effekter av at kundene installerer utstyr tilkoblet HAN-porten. Disse er først og fremst knyttet til at nettselskapene, via de nye nettleietariffene får et verktøy til å påvirke hvordan kundene fordeler sitt strøm- og effektforbruk. Ved endringer i tariffene for nettleien vil nettselskapene kunne belønne kunder som tilpasser sitt forbruk, og gi kunder som ikke tilpasser forbruket sitt et prissignal som motivasjon til å tilpasse det. Selskapene kan designe tariffordningene, innenfor de grenser NVE gir, slik at lasten fordeles mer optimalt gjennom døgnet, og oppnå redusert behov for kostbare utbygginger av nettet. Nettselskapenes belastning på kundene reduseres da, både økonomisk og praktisk, siden utbygginger medfører anleggsarbeider med redusert trafikal fremkommelighet, ødeleggelse av hager og privat eiendom og i verste fall ekspropriasjon. Jevnere forbruk gjennom døgnet vil medføre at nettselskapenes nett utnyttes mer effektivt. Det innebærer at nettselskapene kan selge mer energi uten økte kostnader så enhetskostnaden går ned.

En annen positiv effekt nettselskapene kan oppleve er at kundene får mulighet til å følge med på levert spenningskvalitet og dermed rapportere avvik. Dette vil lette jobben med å analysere feilsituasjoner i nettet.

Også for nettselskapene er de negative effektene langt mindre signifikante enn de positive effektene. Nettselskapene kan oppleve at kunder reduserer sitt totale forbruk som følge av at de installerer HAN-tilkoblet utstyr. Når mengden solgt energi reduseres, vil inntektene også kunne reduseres for enkelte kunde grupper eller nettdeler der nye nettleietariffene ikke er optimalt tilpasset.

Til slutt kan nettselskapene oppleve økte kostnader til feilsøking og feilretting som følge av at kundene kan avlese spenningskvaliteten og klage på denne.

5.2.6 Refleksjoner og anbefalinger om fremtiden

Kapittel 4 viser at HAN-porten, og hvor utbredt bruken av denne blir, er relevant for hvordan fremtiden vil se ut. Samfunnet vil kunne se både økonomiske og praktiske konsekvenser dersom denne ikke tas i bruk. De økonomiske konsekvensene handler i hovedsak om kostnader for utbyggingsprosjekter, med påfølgende økning i nettleiekostnader. De praktiske konsekvensene omhandler stengte veier og redusert fremkommelighet, samt inngrep både i private og offentlige eiendommer, samt i naturen generelt. Videre kan samfunnet oppleve redusert leveringspålitelighet, og redusert spenningskvalitet dersom kraftnettet ikke bygges ut tilstrekkelig, og dermed belastes opp mot, eller over hva det er dimensjonert for.

Det anbefales at tiltak vurderes for å unngå disse konsekvensene. Tre tiltak som bør vurderes er:

- **Innføre en hensiktsmessig modell for nettleietariff.** NVE har arbeidet med dette en stund. En modell basert på *time of use* muliggjør å gi kundene svært spesifikke prissignaler på hvilke timer effekten bør reduseres. Denne modellen gjør også at nettselskapene ikke trenger å gi kundene prissignaler de delene av året der det er god kapasitet i kraftnettet, slik at inntektsgrunnlaget i disse månedene ikke påvirkes. Det anbefales at tariffsatsene settes på en mest mulig oversiktlig og forståelig måte, og i en stor nok del av året til at kundene kan hente gevinst ved tilpasning. Dersom gevinsten uteblir, vil tilpasningen relativt sett kreve for mye ressurser både økonomisk og praktisk, og det fryktes at forbrukerne heller vil akseptere økt nettleiekostnad, fremfor

å tilpasse forbruket. De foreslåtte tariffene omtalt som *time of use - tunglastspesifikk* i kapittel 0 kan være hensiktsmessige.

- **Gjennomføre informasjonskampanjer til kundene.** Strømkundene bør gjøres klar over hvilke endringer innføring av AMS-målere og HAN-porten innebærer. Informasjon bør distribueres eller publiseres om hvilke muligheter HAN-porten gir kundene, hvorledes man tar den i bruk, og hvilke fordeler kundene kan få ved å ta den i bruk. Videre må kundene gjøres klar over hvilke positive konsekvenser tilpasninger i kundenes effektbruk kan ha for kraftnettet, slik de får insentiver for tilpasning utover egne økonomiske fordeler.
- **Vurdere potensielle effekter av subsidieløsninger.** Nettselskapene bør i samarbeid med NVE vurdere hvorvidt utstyr tilkoblet HAN-porten bør subsidieres. Dersom det finnes en subsidieløsning som vil påvirke markant hvor stor andel som tar i bruk HAN-porten, kan muligens kostnaden av slike subsidier dekkes av redusert kostnad for utbygging av nettet.

5.3 HMS-aspekter med AMS-målere og HAN-port

Det er få HMS-aspekter relatert til AMS-målerne og bruk av HAN-porten. Risiko for stråling, og forhold knyttet til personvern omhandles i de neste to delkapitlene.

5.3.1 Stråling fra AMS-målernes kommunikasjonsenheter

AMS-målerne sender informasjon om strømforbruk automatisk til nettselskapet. Dette foregår enten via strømmettet, via mobilnettet, eller via radionettverk (67). Fordi det sendes informasjon via trådløs kommunikasjon, vil det eksistere elektromagnetisk stråling rundt senderne som finnes i AMS-målerne. Elektromagnetisk stråling kan potensielt innebære en helsemessig risiko, og det har pågått noen diskusjoner rundt hvorvidt strålingen fra denne kommunikasjonen kan være skadelig (1). Noen strømkunder har fått reservert seg mot AMS-måler på grunnlag av en erklæring om helseplager fra lege eller psykolog.

Statens strålevern har gitt anbefalinger med grenseverdier for stråling basert på internasjonale standarder. Strålingen fra målerne hevdes å ligge på under en promille av disse anbefalingene (68). Maksimal sendeeffekt for målere er på 0,5 W, sammenlignet med mobiltelefoner som sender med opptil 2 W. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet gjorde målinger i 2017 for å kartlegge strålingen fra AMS-målerne (69). Denne rapporten inkluderte alle de tre målertypene som brukes i Norge, og den konkluderer med at både sendetid og eksponering for elektromagnetiske felt er langt under grenseverdiene som anbefales. Eksponeringen for elektromagnetiske felt omtales som svært lav.

På tross av påstander fra kritikerne om at Statens strålevern har feilinformert om sendestyrken på AMS-målerne (68) har ikke strålevernet endret sitt syn på strålingen. De hevder at kritikerne viser til forskning som ikke tilfredsstillende vitenskapelige kvalitetskrav (70).

5.3.2 Personvern – data på avveie?

«General Data Protection Regulation» (GDPR) er en EU-forordning som ble innført i 2018. Forordningen har som mål å styrke den enkeltes mulighet til å ha kontroll på hvilke opplysninger som er lagret om vedkommende. De som lagrer personopplysninger om noen, plikter å informere vedkommende om alt som er lagret (71).

Forordningen er spesielt relevant i forhold til tredjepartsutstyr som kobles til AMS-målere. De fleste av produktene henter inn AMS-dataene og behandler dem på egne servere. Kundens forbruksdata blir dermed liggende lagret på leverandørens server. Dersom et styringssystem benyttes, vil også kundens styresignaler bli liggende på serveren. Disse dataene kan defineres som personopplysninger (72) fordi det eksempelvis kan fortelle når en person er på jobb, er på ferie, sover eller står i dusjen. Dersom leverandørens servere blir hacket, kan informasjonen også bli tilgjengelig for uvedkommende, for eksempel kriminelle som ønsker å finne ut hvilke familier som er bortreist på ferie. Kanskje finner de også ut at naboene er bortreist samtidig, noe som kan gjøre innbrudd i nabolaget enklere. Hvorvidt de enkelte leverandørene passer på personvernet til sine kunder og sikrer lagrede data er utenfor denne oppgavens innhold, men det er spesielt viktig å tenke på for kunder i forhold til valg av produkt.

Nettselskapene selv har også en oppgave i form av å ta vare på dataene som kommer inn fra AMS-målerne. På samme vis som med tredjeparts tilkoblede produkter, må dataene sikres og personvern hensyntas. Forbrukerne kan velge å ikke bruke tredjeparts HAN-produkter dersom de er redde for data på avveie, men hva som skjer hos nettselskapene vil de ikke kunne ha noen påvirkning på. Enda viktigere er det kanskje da at nettselskapene som tradisjonelt ikke har den store IKT-kompetansen på plass, bygger opp gode systemer som passer godt på dataene fra alle AMS-målerne.

6 Konklusjon



Figur 37: Avisartikkel 2030 - hyggelig utvikling.

Med stor utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr kunne dette vært en aktuell avisartikkel fra 2030, og dette er utvilsomt et langt hyggeligere scenario enn artikkelen i innledningen. Den jevne strømkunden vil antagelig ha vidt forskjellige opplevelser av utviklingen i nettleiekostnader avhengig av om HAN-porten blir tatt i bruk av en stor eller liten andel av kundene.

Innføringen av AMS-målere med HAN-port gir en rekke muligheter for hvordan norske strømkunder kan tilpasse strømforbruket sitt i fremtiden. Ved å ta i bruk utstyr tilkoblet HAN-porten settes kundene i stand til å jevne ut sitt forbruk gjennom døgnet, og dermed oppnå bedre utnyttelse av kraftnettet.

Mange aktører har begynt å utvikle utstyr for tilkobling mot HAN-porten, og antallet aktører vokser fort. Produktene varierer stort i hvor avanserte de er, og kan kategoriseres i to kategorier:

- Informasjonssystemer
- Styringssystemer

Informasjonssystemene er stort sett enkle og består kun av en fysisk komponent. Dette er en sender som kobles til HAN-porten, og videresender informasjonen til en server som lager en presentasjon av informasjonen for kunden. Denne kommunikasjonen foregår via mobilnettet, andre radionett, eller ved at senderen kobles til kundens Wi-Fi-ruter. Informasjonen presenteres til kunden via en app på smarttelefon eller nettbrett, eventuelt via en nettbasert fremstilling av informasjonen i en nettleser.

Styringssystemene kan være en enkel gateway og noen styrbare kontakter for enkel energistyring. Eventuelt kan de være avanserte smarthus-installasjoner med muligheter for svært kompleks energistyring, og kontroll over en rekke forskjellige funksjoner i huset. Disse systemene kan inkludere sensorer for temperatur, fuktighet, dør og vindussensorer, og funksjoner som gir informasjon om beboerne er hjemme i huset, i tillegg til en tilkobling til HAN-porten. Ut fra all informasjonen kan elektroniske algoritmer finne en energistyring som gir optimal energi- og effektbruk, tilpasset varierende kraftpris og gjeldende nettleietariff.

Det ventes både flere aktører på markedet, og bredere produktspekter i fremtiden. Kostnader for å ta i bruk HAN-porten varierer stort fra noen få hundrelapper for et enkelt informasjonssystem, til betydelige summer for avanserte energistyrings- og smarthussystemer som automatiserer både effektflyt og en rekke andre funksjoner i boligen.

Hvilke selskaper som blir markedsledere på informasjonssystemer avhenger sannsynligvis av markedsføring. De produktene som lanseres av energileverandørene har et fortrinn, altså Fjordkraft Puls og Oss. På styringssystemer forventes markedslederne å bli selskaper som leverer gode, omfattende, og teknologisk avanserte systemer med mulighet for å integrere mange funksjoner. Tibber og NVE ser ut til å være nærmest denne beskrivelsen i dag.

Hvor stor andel av strømkundene som vil ta i bruk HAN-porten er svært usikkert. Det er for tidlig å si noe sikkert om hvordan kundene forholder seg til de nye mulighetene, siden få vet om portens eksistens per i dag. NVE har fortsatt ikke besluttet hvordan fremtidige nettleietariffer vil se ut, men har skissert 3 forskjellige strukturer som er omtalt i rapporten. Usikkerheten rundt fremtidig nettleietariff påvirker også usikkerheten for hvor utbredt HAN-portens bruk vil bli.

Det er mye medieomtale om strømpriser, og generelt finnes det et engasjement i det norske folk. Det er å forvente at mange ønsker en form for tilkobling; kanskje rundt halvparten i

løpet av en 10-årsperiode. Aktører innenfor bransjen anslår at 20 % av norske boliger vil være smarthus i løpet av få år. Det forventes at omtrent samme andel av de som tar i bruk HAN-porten, også vil installere styringssystemer.

Strømforbruket er synkende for norske husholdninger grunnet blant annet bedre bygningsstandarder og økt bruk av varmepumper. Denne trenden forventes å flate ut på grunn av elektrifiseringen av den norske personbilparken, med dertil økt forbruk til lading hos husholdningskunder. Elektrisk kraft forventes foretrukket i mange fremtidige scenarier grunnet klimaproblematikk, eksempelvis ved utfasingen av fossile fyringsoljer i 2020. Effektforbruket henger sammen med energiforbruket, og siden energiforbruket flater ut, vil elbillading og andre energieffektive og effektkrevende apparater i husholdningene kunne medføre et økt effektforbruk.

Utbygging av nettet vil etter all sannsynlighet bli nødvendig dersom ingen nye faktorer påvirker kraftnettet og reduserer fremtidig effektbehov. Dersom en utbygging er påkrevd, men ikke gjennomføres vil det medføre overbelastning og utilstrekkelig spenningskvalitet for kundene. Kostnad for utbygging kan utgjøre nesten 10.000 kr per kunde i deler av lavspenningsnettet frem mot 2030, ifølge case-studiene i denne rapporten. Kostnader i høyere nett er sannsynlig, men ikke vurdert.

Økt effektbehov kan motvirkes ved å installere HAN-tilkoblet utstyr hos forbrukerne. Ved lastflytting, manuelt eller automatisk, og dermed effektutjevning gjennom døgnet, vil fremtidig effektbehov bli betraktelig lavere enn uten slike tiltak. Med en stor utbredelse av HAN-tilkoblet utstyr vil utbygginger bli overflødig ifølge case-studiene i denne rapporten.

Positive konsekvenser for kundene ved innføring av AMS-måler med HAN-port og dertil relevant utstyr vil på kort sikt være:

- Reduksjon i kostnader både for kraft og nettleie
- Bedre oversikt over strømforbruk og kostnader
- Mer rettferdig fakturering
- Bedre kontroll med spenningskvalitet
- Større muligheter for å oppdage feil i egen el-installasjon

Enkelte vanskeligstilte kunder, uten mulighet for tilpasninger, kan få en uheldig kostnadsøkning, og kunder som ikke tilpasser forbruket vil få økt nettleiekostnad.

Reduksjonen i nettleiekostnader for kundene ved å ta i bruk HAN-porten vil bli betydelige, men avhenger stort av utstyrsnivå og valgt modell for nettleietariff. Beregningene i denne rapporten viser at redusert årlig nettleie kan beløpe seg til 1665 kr pluss reduksjon i merverdiavgift. Tariffmodellen *målt effekt* gir størst reduksjon, etterfulgt av *abonnert effekt* og *time of use*. Sistnevnte gir gevinst av lastflytting i få av årets måneder, men dette gir samtidig rom for større gevinst på andre områder resten av året. *Time of use* harmonerer best med variasjoner i kraftprisen, og vil gi størst gevinst av et solcelleanlegg. Beregningene i rapporten viser også at hvordan satsene settes for *time of use* modellen vil påvirke gevinsten av HAN-tilkoblet utstyr markant.

Endringene i nettleietariffer og innføring av HAN-porten vil gi nettselskapene et verktøy for å påvirke kundenes forbruksmønster. Ved tilpasninger i nettleietariffen kan nettselskapene oppnå effektutjevning, og unngå kostnadsdrivende utbygginger. Dette vil på lang sikt komme kundene til gode ved redusert nettleie. Ved effektutjevning vil nettleieselskapene kunne levere mer strøm til kundene, uten ekstra kostnader. Enhetsprisen på nettleie vil dermed reduseres.

Bruk av HAN-porten vil ha en avgjørende påvirkning på hvorledes fremtiden vil se ut i kraftnettet. Om bruken uteblir, kan samfunnet oppleve praktiske konsekvenser som store anleggsprosjekter, dårligere leveringspålitelighet og dårligere spenningskvalitet. Økonomiske konsekvenser blir i første omgang store utbyggingskostnader for nettselskapene, og deretter økte nettleiekostnader for kundene. En omorganisering av dagens nettleiestruktur, slik som NVE er i ferd med å gjennomføre er derfor svært fornuftig. En modell basert på *time of use* anbefales, med tydelige prissignaler på tunglasttimer, oversiktlig utforming, og mulighet for økonomisk gevinst ved tilpasning for kundene. En videre bevisstgjøring av kundene bør også gjennomføres, eksempelvis ved informasjonskampanjer, og mulig effekt av subsidieløsninger bør vurderes.

- 1) Produkter for tilknytning mot HAN-porten
 - ✓ Mange aktører på markedet, og antall vokser raskt
 - ✓ Stort spekter av funksjonalitet
 - ✓ Informasjonssystemer gir brukeren informasjon i app eller nettleser
 - ✓ Styringssystemer kontrollerer effektflyt i boligen automatisk
 - ✓ Styringssystemer knyttes ofte sammen med smarthusløsninger som kontrollerer en rekke funksjoner utover effektflyt

- 2) Effekter av innføring av HAN-port
 - ✓ Positivt/negativt for forbrukerne:
 - + Reduserte kostnader grunnet lastflytting og redusert forbruk
 - + Oversikt over strømreregningen
 - + Kontroll på spenningskvaliteten
 - + Mulighet til å oppdage feil
 - Økte nettleiekostnader for kunder som ikke bruker HAN
 - Mulig uheldig fordeling av kostnader for enkelte kundegrupper
 - ✓ Positivt/Negativt for nettselskap:
 - + Verktøy for å styre kundenes forbruksmønster
 - + Unngår kostbare utbygginger
 - + Bedre utnyttelse av nettet, redusert enhetskost
 - Redusert forbruk kan gi reduserte inntekter
 - ✓ Informasjonssystemer koster fra noen få hundrelapper opp til ca. 2-3000 kr
 - ✓ Styringssystemer koster fra ca. 500 kr + 29 kr/måned. Makspris kan vanskelig defineres fordi disse kan kombineres med store avanserte smarthus-systemer
 - ✓ Kundene kan spare 1665 kr i nettleie per år ved å installere enkelt styringssystem. I tillegg kommer redusert merverdiavgift. Størrelsen på besparelsen varierer stort med utstyrsnivå og nettleie tariff
 - ✓ Ca. 50 % ventes å ta i bruk HAN-porten (2030) hvorav 20 % installerer styringssystemer
 - ✓ Oss, Fjordkraft, Tibber og NTE foreslås som mulige markedsledere

- 3) Konsekvenser av HAN i lavspenningsnettet:
 - ✓ Ved utbredt bruk av HAN-porten vil antagelig ikke utbygging bli nødvendig for nettdelene i rapportens case-studier
 - ✓ Ved lite utbredt bruk av HAN-porten vil omfattende utbygging være nødvendig for nettdelene i rapportens case-studier
 - ✓ Kostnad for utbygging kan utgjøre 9140 kr per kunde for eldre/svake nettdeler frem mot 2030
 - ✓ Ved utilstrekkelig utbygging ventes redusert leveringspålitelighet, utilstrekkelig spenningskvalitet og/eller overbelastning

Figur 38: Problemstillingen konkludert punktvis.

Litteraturliste

1. Blaker M. **Har Statens strålevern feilinformert om stråling på de nye strømmålere?** [Internett]. Oslo: Nettavisen; 2018 [Hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nettavisen.no/nyheter/har-statens-stralevern-feilinformert-om-straling-pa-nye-strommalere/3423482126.html>
2. Nilsen J. **Norske nettselskap er enige: AMS utgjør en risiko for datasikkerheten** [Internett]. Oslo: Teknisk Ukeblad; 2015 [Hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/norske-nettselskap-er-enige-ams-utgjor-en-risiko-for-datasikkerheten/275560>
3. Jacobsen, D.I. **Hvordan gjennomføre undersøkelser?** 2. utgave Kristiansand: Høyskoleforlaget AS; 2005.
4. Norsk Elektroteknisk Komite (NEK). **AMS-HAN Informasjon til brukere** [Internett]. Oslo: Norsk Elektroteknisk Komite (NEK); 2019 [Hentet 07.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nek.no/info-ams-han-brukere>
5. Enova. **Pilotene – disse går foran** [Internett]. Trondheim: Enova; 2019 [Hentet: 04.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/smar-te-strommalere-ams/pilotene--disse-gar-foran>
6. Eidsiva Nett. **Automatiske strømmålere** [Internett]. Hamar: Eidsiva Nett; 2018 [Hentet: 04.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.eidsivanett.no/automatiske-strommalere/>
7. Blaker M. **AMS: Alt du må vite om strømmåleren du snart får hjemme hos deg** [Internett]. Oslo: Egmont Publishing AS; 2017 [Hentet: 04.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.side3.no/teknologi/ams-alt-du-ma-vite-om-strommaleren-du-snart-far-hjemme-hos-deg-4400891>
8. Norsk Elektroteknisk Komite. **AMS – HAN Smarte strømmålere / Home Area Network** [Internett]. Oslo: Norsk Elektroteknisk Komite; 2018 [Hentet: 04.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nek.no/info-ams-han-brukere/>
9. Neset T. **I denne boksen sitter det en «hemmelig» port** [Internett]. Oslo: Dinside; 2017 [Hentet 04.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dinside.no/bolig/i-denne-boksen-sitter-det-en-hemmelig-port/67031177>
10. Elproffen. **Smarthus – Styringsystemer for egen bolig** [Internett]. Kristiansand: Elproffen; 2019 [Hentet 17.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.elproffen.no/artikkel/smarthus/>
11. Elkjøp. **Smarhusteknologi du ikke trodde var mulig** [Internett]. Oslo: Elkjøp; 2019 [Hentet 17.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.elkjop.no/cms/smarhusteknikk/smarhusteknologi-du-ikke-trodde-var-mulig/>
12. Wilberg M. **I 2020 styres livet ditt med mobilen** [Internett]. Oslo: Vi i Villa; 2015 [Hentet 17.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.viivilla.no/ovrig/energi/smarthus-og-passivhus/i-2020-styres-livet-med-mobilen/>

13. Møllevik K. **Vi skal teste smarthussystemer** [Internett] Oslo: Tek.no; 2017 [Hentet 20.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tek.no/artikler/guide-vi-skal-teste-smarthussystemer/375969>
14. Edwards R. **What makes your house a smart home**: How home automation protocols work [Internett]. Salt Lake City: Safewise; 2017 [Hentet: 21.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.safewise.com/blog/makes-house-smart-home-home-automation-protocols/>
15. SINTEF. **Smart grids** [Internett] Trondheim: SINTEF; 2012 [Hentet 15.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/projectweb/smartgrids/>
16. ROSS Gemini Centre. **Sikkerhet må skapes og gjenskapes hver dag. Det finnes ingen endelige løsninger** [bok] Trondheim: Ross Gemini Centre; 2019.
17. enerWE. **Vi ser at solceller blir stadig mer populært** [Internett] Oslo: enerWE; 2017 [Hentet 17.01.2019]. Tilgjengelig fra: <http://enerwe.no/solenergi/vi-ser-at-solceller-blir-stadig-mer-populaert/>
18. SINTEF. **Planleggingsbok for kraftnett** [Internett]. Trondheim: SINTEF; 2014 [Hentet 28.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.ren.no/planbok>
19. A. T. Holen, K. J. Olsen og O. B. Fosso. **Power system analysis**. Trondheim: Tapir, Kompendieforlaget; 2009.
20. Seljeseth H., Hansen E. H. **Sikker jordfeildeteksjon**. Trondheim: SINTEF Energi AS; 2015.
21. Norsk Elektroteknisk Komite. **Elektriske lavspenningsinstallasjoner**. Oslo: Norsk Elektroteknisk Komite; 2018.
22. Halvorsen K. M., Ormbostad J. E. **Montørhåndboka**. Oslo: Elforlaget, NELFO; 2018.
23. Bøeng A. C., **På verdenstoppen i bruk av strøm** [Internett]. Oslo: Statistisk Sentralbyrå; 2014 [Hentet 08.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-verdenstoppen-i-bruk-av-strom>
24. Feilberg N., Grinden B. **Ny kunnskap om fordeling av strømforbruket** [Internett]. Trondheim: SINTEF Energi AS; 2019 [Hentet 08.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/energi/nyhetsbrev/ny-kunnskap-om-fordeling-av-stromforbruket.pdf>
25. Halvorsen B. **Utviklingen i strømforbruket, prisen og strømmarkedet**. Oslo: Statistisk Sentralbyrå; 2012.
26. Elektroimportøren. **Hvordan velge rett type elbillader** [Internett]. Oslo: Elektroimportøren; 2019 [Hentet: 08.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.elektroimportoren.no/lading-av-elbil/elbillader-begrep/hvordan-velge-rett-type-elbillader/Document.html>
27. Elkjøp. **Slik velger du riktig induksjonstopp for ditt kjøkken** [Internett]. Oslo: Elkjøp; 2019 [Hentet 10.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.elkjop.no/cms/hvordan-velge-induksjonstopp/slik-velger-du-riktig-induksjonstopp-for-ditt-kjokken/>

28. Rognø L. M. **Du kan spare 90 % strøm med LED-lys** [Internett]. Oslo Vi.no; 2018 [Hentet 16.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.vi.no/okonomi/du-kan-spare-90-prosent-strom-med-led-lys/69585767>
29. Ericson T. et al. **Varmepumper i energisystemet** [Internett] Oslo: NVE; 2016 [Hentet 17.02.2019] Tilgjengelig fra: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_60.pdf
30. Hirth M. L. **Slik går du frem om du vil selge egenprodusert strøm** [Internett]. Bergen: Sysla 2016 [Hentet 18.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://sysla.no/gronn/slik-gar-du-frem-om-du-vil-selge-egenprodusert-strom/>
31. Øvreli E. J. **Hvor godt virker egentlig solceller om vinteren** [Internett]. Trondheim: SINTEF 2018 [Hentet 20.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/hvor-godt-virker-egentlig-solceller-i-nordisk-klima/>
32. Lie Ø. **Nå kan du få solceller på taket – uten at de synes** [Internett]. Oslo: Teknisk Ukeblad 2015 [Hentet 20.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/na-kan-du-fa-solceller-pa-taket-uten-at-det-synes/222253>
33. Skomedal G. **Årlig strømproduksjon fra et solcellepanel** [Internett]. Kristiansand: Solcellekysten; 2015 [Hentet 20.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://solcellekysten.no/2015/06/24/arlig-stromproduksjon-fra-et-solcellepanel/>
34. Ericsson T. **Direct load control of residential water heaters**. Oslo: Statistisk Sentralbyrå; 2006.
35. Blaker M. **Fakta om strøm og nettleie** [Internett]. Oslo: Nettavisen; 2019 [Hentet 22.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nettavisen.no/na24/strompriser-mandag-er-det-svaert-dyrt-a-bruke-strom/3423582913.html>
36. Glitre Energi. **Fakta om strøm og nettleie** [Internett]. Drammen: Glitre Energi; 2019 [Hentet 22.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.glitreenergi.no/strom/hva-bestemmer-prisen/>
37. Energifakta Norge. **Elsertifikatmarkedet** [Internett] Oslo: Olje- og energidepartementet; 2019 [Hentet: 28.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://energifaktanorge.no/regulering-av-energisektoren/elsertifikater/>
38. Energi Norge. **Nettleien 2016** [Internett]. Oslo: Energi Norge; 2016 [Hentet: 23.01.2019] Tilgjengelig fra: <https://www.energinorge.no/contentassets/6be9eb49263d4c068b0e4e5ffd776fd8/energi-norge---nettleien-2016.pptx>
39. SørDAL K. **Elavgiften reduseres – Se hva det vil bety for deg** [Internett]. Oslo: Dinside; 2018 [Hentet: 23.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dinside.no/okonomi/elavgiften-reduseres---se-hva-det-vil-bety-for-deg/70293379>

40. BKK Nett. **Om Enovaavgiften** [Internett] Bergen: BKK; 2019 [Hentet: 23.01.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.bkk.no/nett/enovaavgiften>
41. NVE. **Forslag til endring i forskrift om kontroll av nettvirksomhet: Utforming av uttakstariffer i distribusjonsnettet** [Internett] Oslo: NVE; 2017 [Hentet 24.01.2019] Tilgjengelig fra: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201706767/2242754>
42. Svartsund T. Lind K. H. **Høringssvar - forslag til endringer i forskrift om kontroll av nettvirksomhet – tariffer i distribusjonsnettet** [Internett]. Oslo: Energi Norge; 2018 [Hentet 01.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.energinorge.no/contentassets/7616d046088f48d198f9f505f470bf0b/horingssvar--forslag-til-endringer-i-forskrift-om-kontroll-av-nettvirksomhet---tariffer-i-distribusjonsnettet.pdf>
43. NVE. **Leveringskvalitet** [Internett]. Oslo: NVE; 2018 [Hentet 28.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten-for-energi-rme-marked-og-monopol/nettjenester/leveringskvalitet/>
44. Olje- og energidepartementet. **Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet** [Internett]. Oslo: Olje- og energidepartementet; 2019 [Hentet 28.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-11-30-1557>
45. Entsoe. **Appendix 1 of System Operation Agreement** [Internett]. Brussels: Entsoe; 2018 [Hentet 01.03.2019]. Tilgjengelig fra: https://docstore.entsoe.eu/Documents/Publications/SOC/Nordic/System_Operation_Agreement_appendices_English_2018_update.pdf
46. NVE. **Veiledning til forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen** [Internett]. Oslo: NVE; 2013 [Hentet 05.03.2019]. Tilgjengelig fra: http://publikasjoner.nve.no/veileder/2013/veileder2013_01.pdf
47. Ingebrigtsen K, Berre AJ, Hoffmann V. **Energy Analytics-Opportunities for Energy Monitoring and Prediction with smart Meters** [Artikkel]. Trondheim: SINTEF Energy Research; 2017.
48. Tibber. **De beste innkjøpsprisene** [Internett]. Oslo: Tibber Norge AS; 2019 [Hentet: 04.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://norge.tibber.com>
49. VG. **Ap åpner for støtteordninger etter høye strømpriser** [Internett]. Oslo: VG; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.vg.no/nyheter/innenriks/i/m6mvyv/ap-aapner-for-stoetteordninger-etter-hoeye-stroempriser>
50. Hovland K. M. **Tysk kullgrep kan øke norsk strømpris** [Internett] Oslo: E24; 2019 [Hentet 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://e24.no/energi/stroem/foeslaar-kullgrep-i-tyskland-kan-oeke-norsk-stroempris/24550726>

51. Hegnar. **Åpner for støtteordninger etter høye strømpriser** [Internett]. Oslo: Hegnar; 2019 [Hentet 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.hegnar.no/Nyheter/Politikk/2019/02/AApner-for-stoetteordninger-etter-hoeye-stroempriser>
52. Dagsavisen. **Tips for å redusere strømregningen når strømprisene er skyhøye** [Internett]. Oslo: Dagsavisen; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dagsavisen.no/innenriks/tips-for-a-reducere-stromregningen-nar-stromprisene-er-skyhoye-1.1271908>
53. ABC Startsidan. **Ap åpner for støtteordninger etter høye strømpriser** [Internett]. Oslo: ABC Startsidan AS; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.abcnyheter.no/penger/privatokonomi/2019/02/02/195531803/ap-apner-for-stotteordninger-etter-hoye-strompriser>
54. Teigen E. **Ny undersøkelse: Slik får du billigst strøm** [Internett]. Tønsberg: Tønsberg Blad; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tb.no/strompriser/nyheter/bolig/ny-undersokelse-slik-far-du-billigst-strom/s/5-76-990373>
55. Bodøposten. **Slik sparer du strøm i vinter** [Internett]. Bodø: Bodøposten; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <http://xn--bodposten-n8a.no/slik-sparer-du-strom-i-vinter/>
56. Larsen M. H. **Energiministeren avviser krav om makspris på strøm** [Internett]. Fredrikstad: Demokraten; 2019 [Hentet: 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.demokraten.no/nyheter/energiministeren-avviser-krav-om-makspris-pa-strom-1.2576523>
57. Öberg L. Ø. **Derfor er vi skeptisk til effekttariffer** [Internett]. Oslo: Huseriernes Landsforbund; 2018 [Hentet 02.02.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.huseierne.no/nyheter/2018/derfor-er-vi-skeptisk-til-effekttariffer/>
58. Skotland C. H. Eggum E. Spilde D. **Hva betyr elbiler for strømmettet?** [Internett]. Oslo: NVE; 2016 [Hentet 19.03.2019]. Tilgjengelig fra: https://www.nve.no/Media/4720/elbil_strommnett_rapport.pdf
59. Statistisk Sentralbyrå. **Reisevaneundersøkelsen 2013/14** [Internett]. Oslo: Statistisk Sentralbyrå; 2014 [Hentet 19.03.2019]. Tilgjengelig fra: https://www.toi.no/getfile.php/1340016/mmarkiv/Bilder/7020-TOI_faktaark_bilreiser-3k.pdf
60. Wig K. **Ny SSB-rapport: Her har vi tredoblet strømforbruket** [Internett]. Oslo: E24; 2018 [Hentet 16.03.2019]. Tilgjengelig fra: <https://e24.no/privat/stroempriser/ny-ssb-rapport-her-har-vi-tredoblet-stroemforbruket/24328829>

61. Kongsli D. **Norske hytter sluker strøm** [Internett]. Oslo: Hus & Bolig; 2016 [Hentet 16.03.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.huseierne.no/hus-bolig/tema/hytte2/bruker-mye-strom-pa-hytta/>
62. Johannessen J. **Utvikler fremtidens intelligente energistyring** [Internett]. Oslo: KSBedriftEnergi; 2018 [Hentet 21.03.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.ksbedrift.no/aktuelt/energi/utvikler-fremtidens-intelligente-energistyring/>
63. Enova. **Seks enkle råd for lavere strømregning** [Internett]. Trondheim: Enova; 2019 [Hentet 15.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/privat/inspirasjon/seks-enkle-rad-for-lavere-stromregning/>
64. Dinside.no. **Strømforbruket måned for måned** [Internett]. Oslo: Dinside; 2007 [Hentet: 04.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dinside.no/okonomi/stromforbruket-maned-for-maned/62097345>
65. Byggebolig.no. **Hva må du tenke på når du skal i gang med smarthus?** [Internett]. Oslo: ByggeBolig AS; 2016 [Hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: <https://byggebolig.no/el-og-teknisk/hva-boslashr-du-tenke-paring-naringr-du-skal-i-gang-med-smarthus.12/a>
66. Skretting A. **Ti ganger flere smarthus** [Internett]. Oslo: ComputerWorld; 2016 [Hentet 04.04.2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.cw.no/artikkel/smarte-hjem/ti-ganger-flere-smarthus>
67. Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet. **Smarte strømmålarar gir ikkje farleg stråling** [Internett]. Østerås: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet; 2017 [Hentet 10.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/nyheter/93599/smarte-strammaalarar-gir-ikkje-farleg-straaling>
68. DistriktsEnergi. **Strålevernet endrer ikke sine AMS-anbefalinger – Svak stråling fra smarte strømmålere** [Internett]. Oslo: DistriktsEnergi; 2018 [Hentet 10.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.distriktsenergi.no/artikler/2018/5/7/stralevernet-endrer-ikke-sine-ams-anbefalinger-svak-straling-fra-smarte-strommalere/>
69. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. **Avanserte måle- og styringssystemer: Måling av sendemønster og EMF-eksponering** [Internett]. Lillesand: Nasjonal kommunikasjonsmyndighet; 2017 [Hentet 10.05.2019]. Tilgjengelig fra: https://www.nkom.no/teknisk/elektromagnetisk-str%C3%A5ling/elektromagnetisk-str%C3%A5ling/m%C3%A5ling-av-str%C3%A5ling/_attachment/32312?_ts=161756b3273
70. Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet. **Stråleverninfo 09|17: Svak stråling fra smarte strømmålere** [Internett] Østerås: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet; 2017 [Hentet 10.05.2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/publikasjon/straaleverninfo-09-2017-smarte-stroemmaalere.pdf>
71. Giske J. **Personvernforordningen** [Internett]. Oslo: Store Norske Leksikon; 2018 [Hentet 04.05.19]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Personvernforordningen>

72. Datatilsynet. **Automatisk strømmåling** [Internett]. Oslo: Datatilsynet; 2018 [Hentet 05.05.19]. Tilgjengelig fra: <https://www.datatilsynet.no/personvern-pa-ulike-omrader/overvaking-og-sporing/strommaling/>

Vedlegg

Vedlegg A: Fullstendig liste over mulige HAN-aktører

Vedlegg B: Netteiers kostnader: Oversikt for presenterte case

Vedlegg C: Kundens kostnader: Oversikt for ulike prismodeller

A Fullstendig liste over mulige HAN-aktører

Basert på registrerte leverandører på nek.no per Januar 2019 samt egne Internettsøk:

Bedrift	Kontaktet	Kommentar	Nettside	Relevant
Cedel Norge AS	Ja	Er med i undersøkelse	cemm.no	Ja
Elektrisk Strøminjeksjon AS		Er med i undersøkelse	elsin.no	Ja
Ewave Norge AS	Ja	Er med i undersøkelse	ewave.no	Ja
Hark Technologies AS	Ja	Er med i undersøkelse	harktech.no	Ja
Oss Norge AS	Ja	Er med i undersøkelse	oss.no	Ja
Sikom AS	Ja	Er med i undersøkelse	sikomliving.com	Ja
Smartlab Norway AS	Ja	Er med i undersøkelse	effektmax.no	Ja
Tibber AS	Ja	Er med i undersøkelse	tibber.com	Ja
Smart Energi AS	Ja	Har et produkt, men ønsker ikke å svare	smartenergi.com	Ja
Smartliv AS	Ja	Har relevante produkter ifølge nettside, men svarer ikke på henvendelse	smartliv.no	Ja
Esmart Systems AS	Ja	Ønsker ikke å svare	esmartsystems.com	Ja
Zaptec AS	Ja	Har et produkt som skal lanseres ila. våren 2019, men ønsker ikke å svare	zaptec.com	Ja
Intin AS	Ja	Har lagt ned satsningen på produktet «HANConnect»	intin.no	Nei
Sensio AS	Ja	Har ikke noen relevante produkter	sensio.no	Nei
EM Systemer AS	Ja	Svarer ikke på henvendelse	emsystemer.no	Nei
Fredrikstad Energisalg AS	Ja	Svarer ikke på henvendelse	vord.no	Nei
Fjordkraft AS	Ja	Er med i undersøkelse	fjordkraft.no	Ja
Ringerikskraft AS	Ja	Er med i undersøkelse	ringeriks-kraft.no	Ja
NTE AS	Ja	Er med i undersøkelse	nte.no	Ja
Eidsiva Marked AS	Ja	Er med i undersøkelse	eidsiva.no	Ja
Hafslund E-Co AS	Ja	Har ikke noen relevante produkter, heller ingen planer om det	hafslundeco.no	Nei
Lyse Energi AS	Ja	Deltar i Enova-prosjekt, men svarer ikke	lyseenergi.no	Nei
Sunnhordland Kraftlag AS	Ja	Har ikke svart	skl.as	Nei
Norgesenergi AS	Ja	Har ingen relevante	norgesenergi.no	Nei

		produkter		
Gudbrandsdal Energi AS	Ja	Har ingen relevante produkter, men er noe de må ha etter hvert	ge.no	Nei
Glitre Energi AS	Ja	Har ingen produkter selv, viser til Oss Norge AS	glitreenergi.no	Nei
Los AS	Ja	Jobber med å lage en applikasjon som snakker med strømmåleren	los.no	Nei
Fortum Markets AS	Ja	Har ikke svart	fortum.no	Nei
Cebyc AS	Nei	Energiovervåknings-system, fokus på bedrifter	cebyc.no	Nei
Enfo AS	Nei	Smart grid løsninger, optimalisering av kraftnett	enfo.no	Nei
Elko AS	Nei	Elektromateriell samt smarthusløsninger	elko.no	Nei
Fieldnet AS	Nei	Energiovervåknings-system	fieldnet.no	Nei
Trndz AS	Nei	Energiovervåknings-system	trndz.ai	Nei
Viva Labs AS	Nei	Smarthusløsninger	meetviva.com	Nei
Function Products AS	Nei	Salg av smarthus-produkter	function.no	Nei
Apoint AS	Nei	Etablering og drift av AMS-målere	apoint.no	Nei
Arro Elektro AS	Nei	Elektrobedrift	arro.no	Nei
Autic Systems AS	Nei	Automasjonsbedrift	autic.no	Nei
Bergen Elteknikk	Nei	Elektrobedrift	bergen-elteknikk.no	Nei
Bi Elektro	Nei	Elektrobedrift	bi-elektro.no	Nei
Caverion Norge AS	Nei	Større bedrift innen automasjon, elektro og VVS	caverion.no	Nei
Eaton Electric AS	Nei	Elektro/ automasjon, finner ingen produkter direkte relatert til AMS-måler	eaton.no	Nei
Elektroskandia Norge AS	Nei	Elektrogrossist	elektroskandia.no	Nei
Elteam AS	Nei	Elektrobedrift	el-team.no	Nei
Elvaco	Nei	Svensk bedrift som driver med energioptimalisering. Kan ikke finne direkte relatert til AMS-måler	elvaco.se	Nei
Energiea AS	Nei	Prosjektering innenfor AMS-løsninger, ingen spesielle produkter	yourvismawebsite.com/ energea-as	Nei
Esave AS	Nei	Verktøy for	erognan.nu	Nei

		energioptimalisering av bygg, fokus på større bygg. Ikke noe direkte relatert til AMS-måler		
EVBox Norway AS	Nei	Elbil-ladere	evbox.no	Nei
E2U Systems AS	Nei	Eksisterer ikke lengre		Nei
Ing. Firma Paul Jørgensen AS	Nei	Bedrift innen automasjon og VVS	ipj.no	Nei
Lofoten Elektro AS	Nei	Elektrobedrift	N/A	Nei
Malthe Winje Automasjon	Nei	Prosjektering av løsninger innen automasjon/ energi	mwg.no	Nei
NTNU	Nei	Universitet, ikke relevant	ntnu.no	Nei
Omicron automasjon AS	Nei	Automasjonsbedrift	omic.no	Nei
PiiGAB	Nei	Svensk automasjonsbedrift	piigab.com	Nei
Storm Elektro AS	Nei	Elektrobedrift	stormelektro.one	Nei
AndOrX	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Automasjons-teknikk	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Bjerkan PC-reparasjon	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Effect AS	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Instrumenterings Systemer Sandaunet	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
IoT-labs AS	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Legacy Products AS (Hafslund Nett)	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Micro Haugen	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Njåstad Multimedia DA	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
NorSea Group	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Software Control AS	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Webabstraction AS	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei
Aaraas BT data	Nei	Ingen informasjon funnet	N/A	Nei

Andre:

Bedrift	Kontaktet	Kommentar	Nettside	Relevant
Clas Ohlson	Ja	Har ingen relevante produkter eller planer om det.	clasohlson.no	Nei
Jula	Ja	Har ingen relevante produkter.	jula.no	Nei
Biltema	Ja	Har ingen relevante produkter.	biltema.no	Nei
Elektroimportøren	Ja	Har ingen relevante produkter.	elektroimportøren.no	Nei
Fibaro	Ja	Har ingen relevante produkter.	fibaro.com	Nei

B Netteiers kostnader: Oversikt for presenterte case

- B.1 Kostnadsoversikt for boligfelt 1, bytte av transformator
- B.2 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabler, sikringer, luftlinje og bytte av transformator
- B.3 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel, sikring og bytte av transformator
- B.4 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel og sikring
- B.5 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring og transformator
- B.6 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring, oppgradering av kabler og bytte av transformator
- B.7 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer
- B.8 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer og oppgradering av kabler

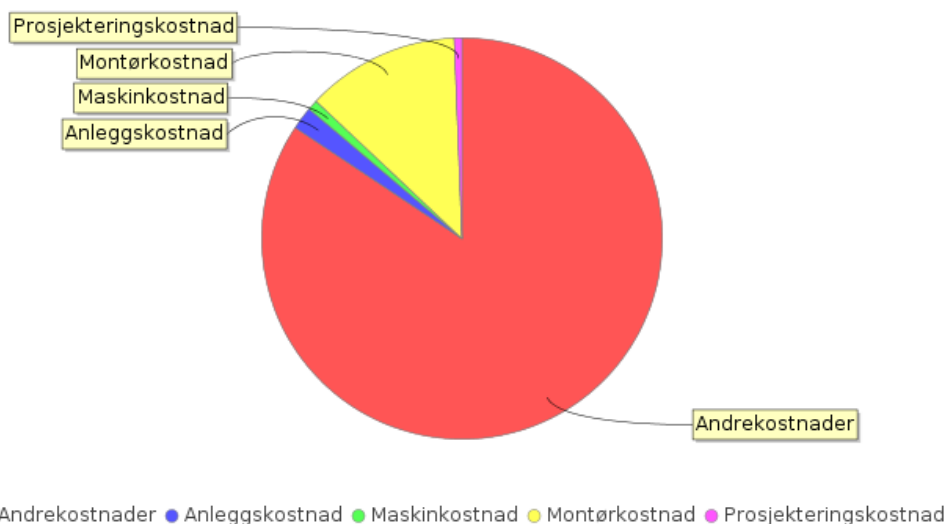
B.1 Kostnadsoversikt for boligfelt 1, bytte av transformator

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 123456789
Prosjektnavn: Boligfelt 1
Beskrivelse: Skifte av transformator (fra 200 KVA til 315 KVA) i eksisterende nettstasjon.
Startdato: 09.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvernland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

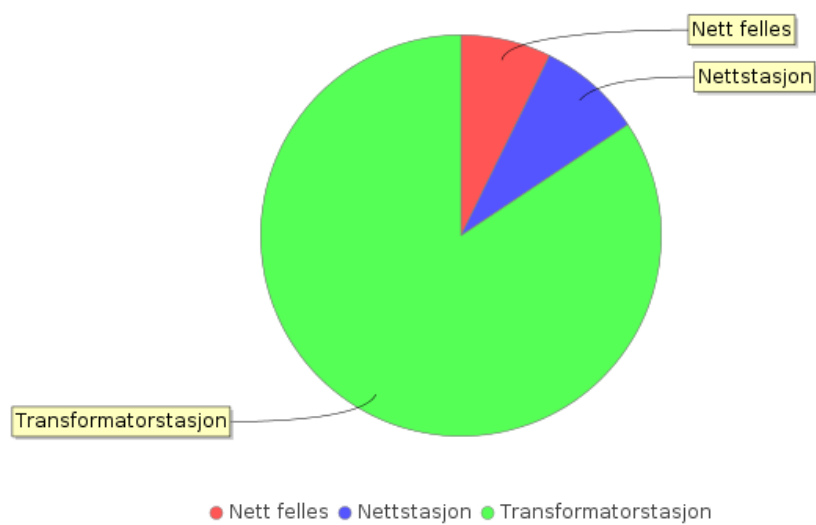
Type	Andel	Kostnad
Andreknstnader	84 %	65 770
Anleggskostnad	2 %	1 440
Maskinkostnad	1 %	648
Montørkostnad	12 %	9 649
Prosjekteringskostnad	1 %	482
Totalt		77 989



Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
Transformator	1,00 stk	65 770
AnnenKost		65 770
Utskiftning i nettstasjon - Transformator	1,00 stk	3 169
Maskinkostnad		648
Montørkostnad		2 520
	Totalt	77 989

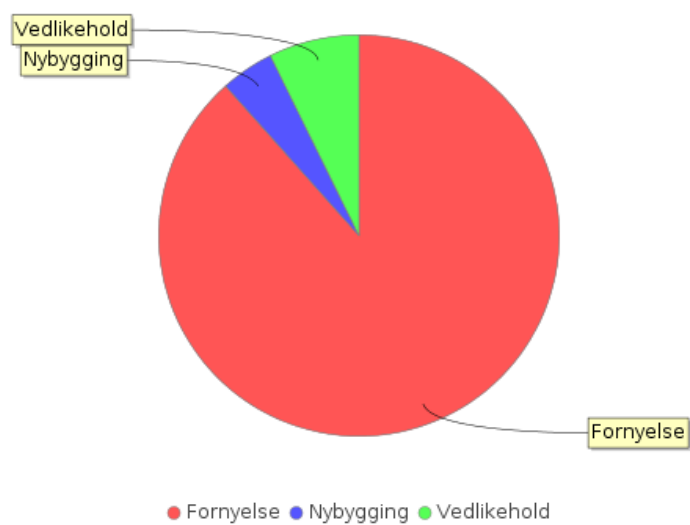
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
Nett felles	7 %	5 688
Nettstasjon	9 %	6 530
Transformatorstasjon	84 %	65 770
Totalt		77 989



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Fornyelse	89 %	68 939
Nybygging	4 %	3 362
Vedlikehold	7 %	5 688
Totalt		77 989



B.2 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabler, sikringer, luftlinje og bytte av transformator

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678912
Prosjektnavn: Boligfelt 2
Beskrivelse: Oppgradering av kabler, luftlinje og sikringer samt skifte av transformator (fra 300 KVA til 500 KVA) i eksisterende nettstasjon.
Startdato: 17.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvermland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

Type	Andel	Kostnad
Andreknstnader	37 %	141 363
Anleggskostnad	26 %	97 916
Maskinkostnad	10 %	39 357
Materiellkostnad	10 %	38 547
Montørkostnad	11 %	41 816
Prosjekteringskostnad	6 %	24 908
Totalt		383 907

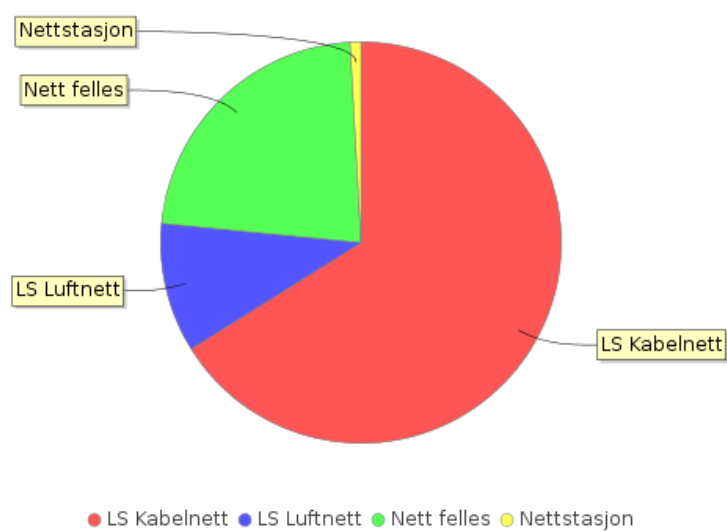


Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Nybygging EX 3 x 95 mm²	0,15 km	12 841
Anleggskostnad		0
Maskinkostnad		553
MateriellEnhet		5 167
Montørkostnad		2 449
Prosjekteringskostnad		4 672
Nybygging grøft BYOMRÅDE LS kabel	0,23 km	183 215
Anleggskostnad		87 718
AnnenKost		58 326
Maskinkostnad		27 997
Prosjekteringskostnad		9 174
Nybygging LS kabel TFXP 4x240Al i grøft	0,23 km	43 697
Anleggskostnad		1 485
MateriellEnhet		32 279
Montørkostnad		199
Prosjekteringskostnad		9 733
Nybygging LS kabelnett stikkledning fra eksisterende stolpe	1,00 stk	9 472
Anleggskostnad		1 729
AnnenKost		1 990
Maskinkostnad		927
MateriellEnhet		1 101
Montørkostnad		2 879
Prosjekteringskostnad		846
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	17 440
Anleggskostnad		2 160
Maskinkostnad		4 840
Montørkostnad		10 440
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS luft	1,00 arb.pl	27 144
Anleggskostnad		3 384

Kodetekst	Antall	Kostnad
Maskinkostnad		5 040
Montørkostnad		18 720
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
Transformator	1,00 stk	81 047
AnnenKost		81 047
	Totalt	383 907

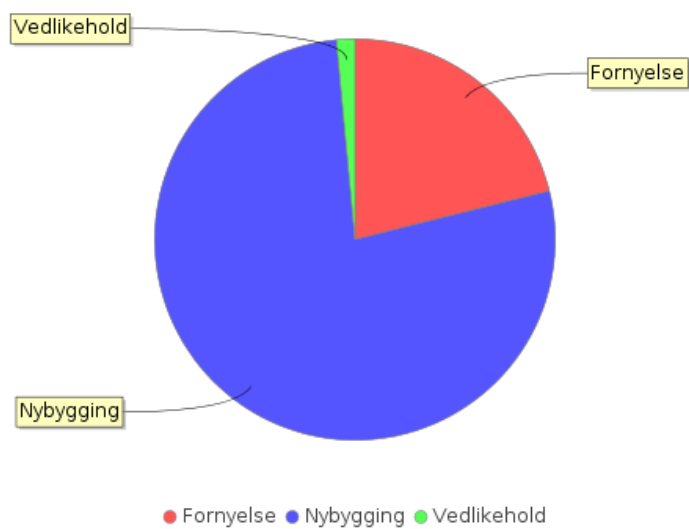
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
LS Kabelnett	66 %	253 825
LS Luftnett	10 %	39 985
Nett felles	23 %	86 735
Nettstasjon	1 %	3 362
	Totalt	383 907



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Fornyelse	21 %	81 047
Nybygging	77 %	297 171
Vedlikehold	2 %	5 688
Totalt		383 907



B.3 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel, sikring og bytte av transformator

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678911
Prosjektnavn: Boligfelt 2
Beskrivelse: Oppgradering av kabler og sikringer samt skifte av transformator (fra 300 KVA til 500 KVA) i eksisterende nettstasjon.
Startdato: 17.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvermland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

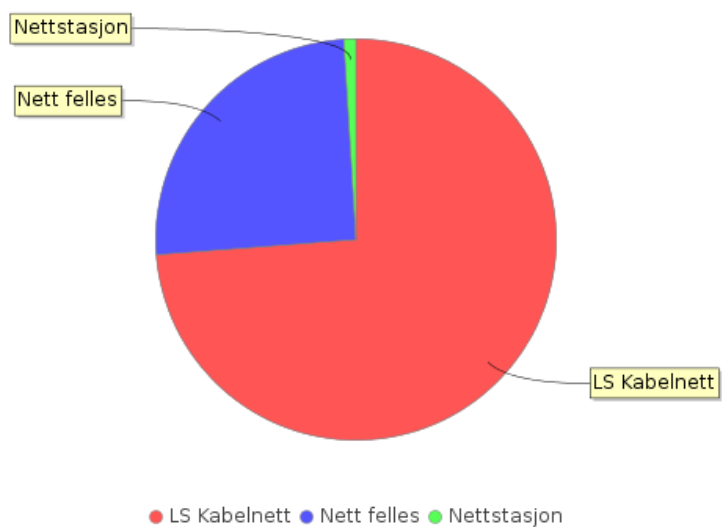
Type	Andel	Kostnad
Andreknstnader	41 %	141 363
Anleggskostnad	27 %	94 532
Maskinkostnad	10 %	33 764
Materiellkostnad	10 %	33 380
Montørkostnad	6 %	20 647
Prosjekteringskostnad	6 %	20 236
Totalt		343 922



Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Nybygging grøft BYOMRÅDE LS kabel	0,23 km	183 215
Anleggskostnad		87 718
AnnenKost		58 326
Maskinkostnad		27 997
Prosjekteringskostnad		9 174
Nybygging LS kabel TFXP 4x240Al i grøft	0,23 km	43 697
Anleggskostnad		1 485
MateriellEnhet		32 279
Montørkostnad		199
Prosjekteringskostnad		9 733
Nybygging LS kabelnett stikkledning fra eksisterende stolpe	1,00 stk	9 472
Anleggskostnad		1 729
AnnenKost		1 990
Maskinkostnad		927
MateriellEnhet		1 101
Montørkostnad		2 879
Prosjekteringskostnad		846
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	17 440
Anleggskostnad		2 160
Maskinkostnad		4 840
Montørkostnad		10 440
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
Transformator	1,00 stk	81 047
AnnenKost		81 047
	Totalt	343 922

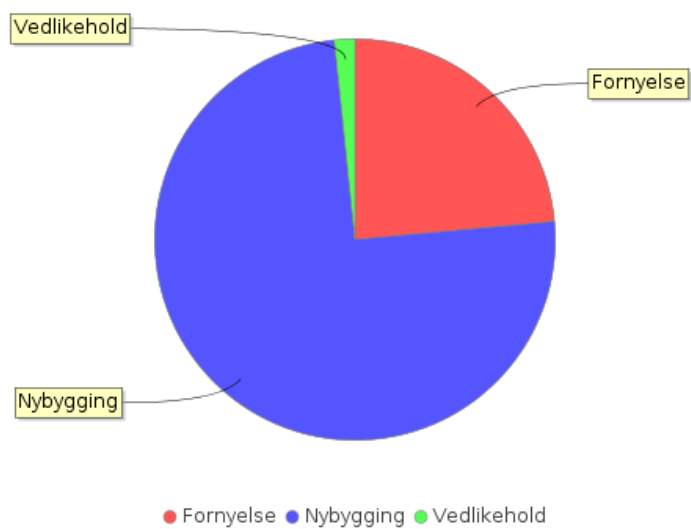
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
LS Kabelnett	74 %	253 825
Nett felles	25 %	86 735
Nettstasjon	1 %	3 362
	Totalt	343 922



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Fornyelse	23 %	81 047
Nybygging	75 %	257 187
Vedlikehold	2 %	5 688
Totalt		343 922



B.4 Kostnadsoversikt for boligfelt 2, oppgradering av kabel og sikring

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678910
Prosjektnavn: Boligfelt 2
Beskrivelse: Oppgradering av kabler og sikringer.
Startdato: 10.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvernland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

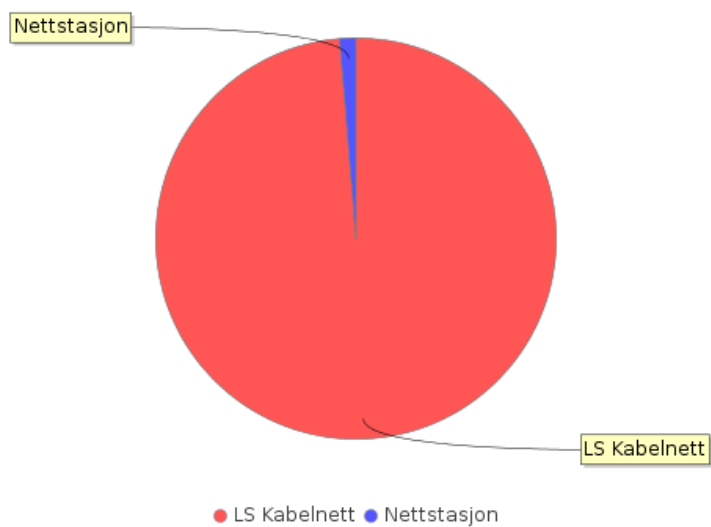
Type	Andel	Kostnad
Andreknstnader	23 %	60 316
Anleggskostnad	37 %	94 532
Maskinkostnad	13 %	33 764
Materiellkostnad	13 %	33 380
Montørkostnad	6 %	14 958
Prosjekteringskostnad	8 %	20 236
Totalt		257 187



Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Nybygging grøft BYOMRÅDE LS kabel	0,23 km	183 215
Anleggskostnad		87 718
AnnenKost		58 326
Maskinkostnad		27 997
Prosjekteringskostnad		9 174
Nybygging LS kabel TFXP 4x240Al i grøft	0,23 km	43 697
Anleggskostnad		1 485
MateriellEnhet		32 279
Montørkostnad		199
Prosjekteringskostnad		9 733
Nybygging LS kabelnett stikkledning fra eksisterende stolpe	1,00 stk	9 472
Anleggskostnad		1 729
AnnenKost		1 990
Maskinkostnad		927
MateriellEnhet		1 101
Montørkostnad		2 879
Prosjekteringskostnad		846
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	17 440
Anleggskostnad		2 160
Maskinkostnad		4 840
Montørkostnad		10 440
	Totalt	257 187

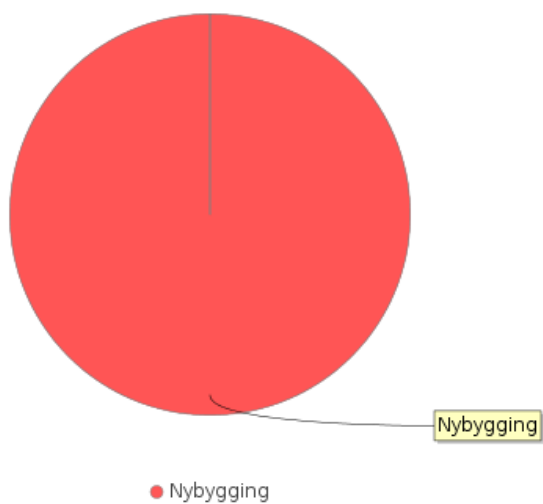
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
LS Kabelnett	99 %	253 825
Nettstasjon	1 %	3 362
	Totalt	257 187



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Nybygging	100 %	257 187
Totalt		257 187



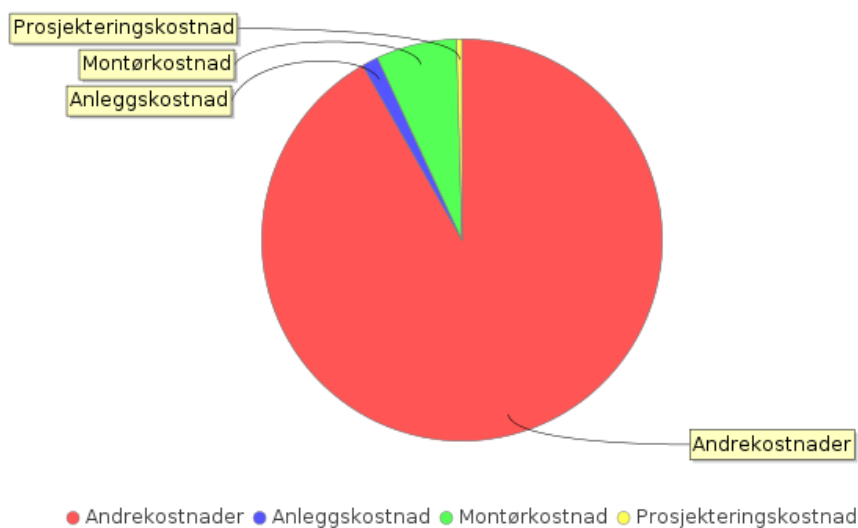
B5 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring og transformator

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678916
Prosjektnavn: Hyttefelt
Beskrivelse: Bytte av sikring, samt skifte av transformator i eksisterende nettstasjon.
Startdato: 18.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvernland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

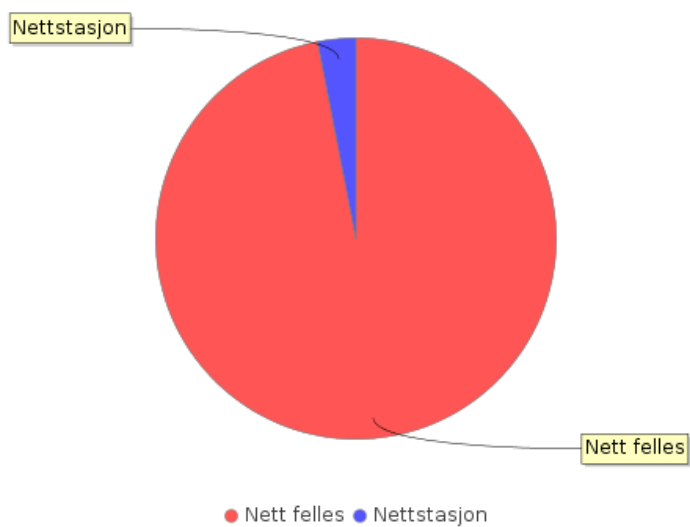
Type	Andel	Kostnad
Andrekostnader	92 %	100 580
Anleggskostnad	1 %	1 440
Montørkostnad	7 %	7 128
Prosjekteringskostnad	0 %	482
Totalt		109 630



Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
Transformator	1,00 stk	100 580
AnnenKost		100 580
	Totalt	109 630

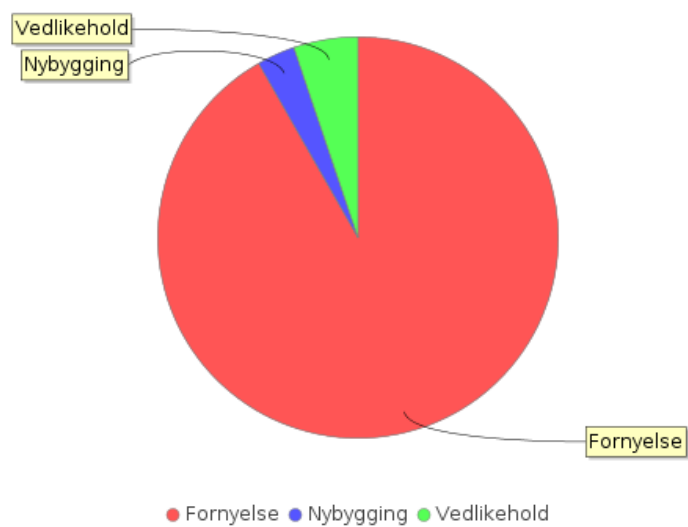
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
Nett felles	97 %	106 268
Nettstasjon	3 %	3 362
	Totalt	109 630



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Fornyelse	92 %	100 580
Nybygging	3 %	3 362
Vedlikehold	5 %	5 688
Totalt		109 630



B.6 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikring, oppgradering av kabler og bytte av transformator

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer:	12345678915
Prosjektnavn:	Hyttefelt
Beskrivelse:	Bytte av sikring og kabler, samt skifte av transformator i eksisterende nettstasjon.
Startdato:	18.04.2019
Sluttdato:	
Sluttdato (estimat):	
Status:	Ikke påbegynt
Ansvarlig:	Martin Krister Kvermland
Selskap:	NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

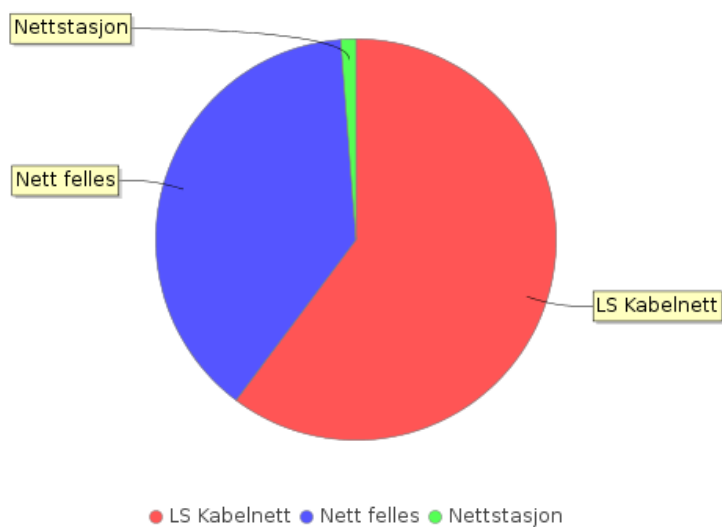
Type	Andel	Kostnad
Andreknstnader	40 %	109 019
Anleggskostnad	25 %	68 614
Maskinkostnad	16 %	43 727
Materiellkostnad	8 %	22 665
Montørkostnad	6 %	17 708
Prosjekteringskostnad	5 %	13 898
Totalt		275 630



Kodetekst	Antall	Kostnad
Ekstra reisetid Nettstasjonsprosjekter	2,00 ingen	3 362
Anleggskostnad		1 440
Montørkostnad		1 440
Prosjekteringskostnad		482
Nybygging grøft LANDSBYGD for LS kabel	0,17 km	117 879
Anleggskostnad		63 971
AnnenKost		8 439
Maskinkostnad		38 888
Prosjekteringskostnad		6 581
Nybygging LS kabel TFXP 4x240Al i grøft	0,17 km	30 680
Anleggskostnad		1 042
MateriellEnhet		22 665
Montørkostnad		139
Prosjekteringskostnad		6 835
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	17 440
Anleggskostnad		2 160
Maskinkostnad		4 839
Montørkostnad		10 441
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
Transformator	1,00 stk	100 580
AnnenKost		100 580
	Totalt	275 630

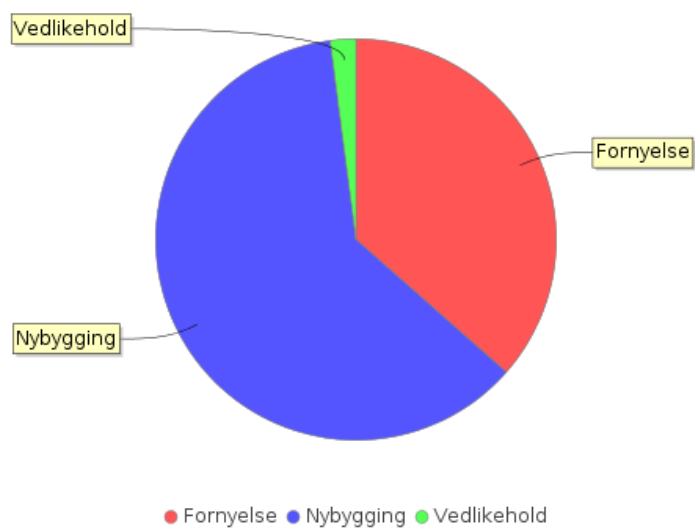
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
LS Kabelnett	60 %	165 999
Nett felles	39 %	106 268
Nettstasjon	1 %	3 362
	Totalt	275 630



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Fornyelse	37 %	100 580
Nybygging	61 %	169 361
Vedlikehold	2 %	5 688
Totalt		275 630



B.7 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678913
Prosjektnavn: Hyttefelt
Beskrivelse: Bytte av sikringer.
Startdato: 17.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvernland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

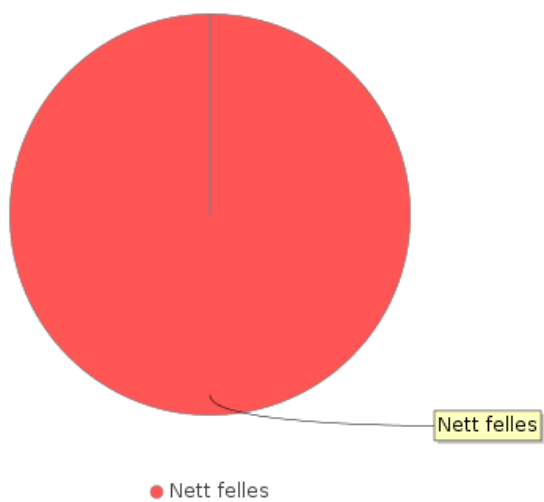
Type	Andel	Kostnad
Montørkostnad	100 %	5 688
Totalt		5 688



Kodetekst	Antall	Kostnad
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
	Totalt	5 688

Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
Nett felles	100 %	5 688
Totalt		5 688



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Vedlikehold	100 %	5 688
Totalt		5 688



B.8 Kostnadsoversikt for hyttefelt, bytte av sikringer og oppgradering av kabler

REN Prosjektrapport

Prosjektnummer: 12345678914
Prosjektnavn: Hyttefelt
Beskrivelse: Bytte av sikringer og kabler.
Startdato: 17.04.2019
Sluttdato:
Sluttdato (estimat):
Status: Ikke påbegynt
Ansvarlig: Martin Krister Kvernland
Selskap: NTNU, AVD. GJØVIK, FAGGRUPPE ELEKTRO

Kostnadsfordeling for kostnadstyper

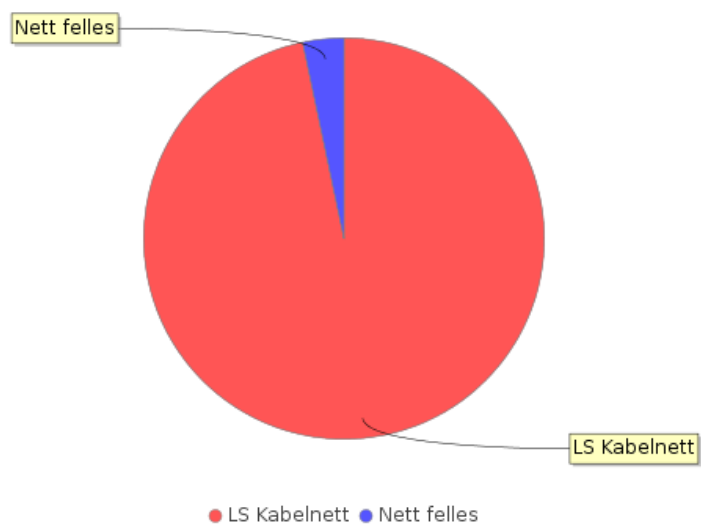
Type	Andel	Kostnad
Andreknoster	5 %	8 439
Anleggskostnad	39 %	67 174
Maskinkostnad	25 %	43 727
Materiellkostnad	13 %	22 665
Montørkostnad	10 %	16 268
Prosjekteringskostnad	8 %	13 416
Totalt		171 688



Kodetekst	Antall	Kostnad
Nybygging grøft LANDSBYGD for LS kabel	0,17 km	117 879
Anleggskostnad		63 971
AnnenKost		8 439
Maskinkostnad		38 888
Prosjekteringskostnad		6 581
Nybygging LS kabel TFXP 4x240Al i grøft	0,17 km	30 680
Anleggskostnad		1 042
MateriellEnhet		22 665
Montørkostnad		139
Prosjekteringskostnad		6 835
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	17 440
Anleggskostnad		2 160
Maskinkostnad		4 839
Montørkostnad		10 441
Oppstarts- og avviklingsarbeid ved vedlikehold	1,00 arb.pl	5 688
Montørkostnad		5 688
	Totalt	171 688

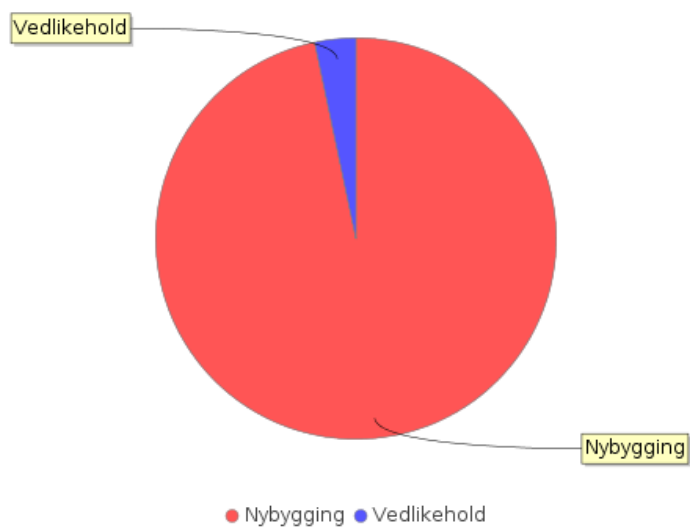
Kostnadsfordeling for anlegg

Type	Andel	Kostnad
LS Kabelnett	97 %	165 999
Nett felles	3 %	5 688
Totalt		171 688



Kostnadsfordeling for aktivitet

Type	Andel	Kostnad
Nybygging	97 %	165 999
Vedlikehold	3 %	5 688
	Totalt	171 688



C Kundens kostnader: Oversikt for ulike prismodeller

- C.1 Abonnert effekt
- C.2 Målt effekt
- C.3 Time of use (NVE)
- C.4 Time of use (tunglastspesifikk)

C.1 Abonnert effekt

Kostnadsberegninger

Abonnert effekt

Abonnert effekt uten lastflytting	6
Abonnert effekt med lastflytting	5

Total kostnad uten lastflytting	7341
Total kostnad med lastflytting	6173
Årlig besparelse	1169

Alle tall i kWh/h eller kr

Januar - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6	Fasteledd/mnd				432,8	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Varmtvann									1,94	1,94								1,94	1,94					1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt [kWh/h]	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5	
Kostnad [kr]	0,178	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138	0,208	0,279	0,208	0,235	0,235	0,138	0,138	0,138	0,208	0,208	0,279	2,62	2,62	0,249	0,249	0,249	0,249	0,275	
Totalt																									731,8

Abonnert effekt	5	Fasteledd/mnd				375,4	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	2,75	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,3	3,3	2,75	2,75	2,75	2,2	2,2	2,75	2,75	2,75	
Varmtvann										1,94	1,94									1,94	1,94			1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																	0,81	0,81	0,81	
Totalt [kWh/h]	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,16	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,71	4,71	5,57	5,57	5,57	5,55	5,55	4,97	4,97	5,5	
Kostnad [kr]	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,207	0,208	0,21	0,208	0,235	0,235	0,138	0,138	0,138	0,236	0,236	0,82	0,82	0,82	0,8	0,8	0,249	0,249	0,275	
Totalt																									635,3

Februar - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6	Fasteledd/mnd				432,8	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	
Varmtvann										2,14	2,14								2,14	2,14				2,14	
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56	
Elbil	0,89																		0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
Totalt [kWh/h]	3,42	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	4,09	5,66	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,09	4,09	5,66	8,69	8,69	4,98	4,98	4,98	4,98	5,56	
Kostnad [kr]	0,171	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,205	0,283	0,205	0,234	0,234	0,127	0,127	0,127	0,205	0,205	0,283	2,99	2,99	0,249	0,249	0,249	0,249	0,278	
Totalt																									720,9

Abonnert effekt	5	Fasteledd/mnd				375,4	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	3,8	2,53	1,27	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,02	2,02	2,53	2,53	2,53	
Varmtvann										2,14	2,14								2,14	2,14				2,14	
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56	
Elbil	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89														0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
Totalt [kWh/h]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,8	4,09	4,4	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,6	4,6	5,66	8,69	8,69	5,66	5,66	5,72	5,72	4,98	
Kostnad [kr]	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,19	0,205	0,22	0,205	0,234	0,234	0,127	0,127	0,127	0,23	0,23	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	
Totalt																									626,3

Mars - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6	Fasteledd/mnd				432,8	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81																		0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt [kWh/h]	3,03	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,63	5,04	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	3,63	3,63	5,04	7,79	7,79	4,44	4,44	4,44	4,44	4,97	
Kostnad [kr]	0,152	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,182	0,252	0,182	0,208	0,208	0,111	0,111	0,111	0,182	0,182	0,252	2,09	2,09	0,222	0,222	0,222	0,222	0,249	
Totalt																									680,9

Abonnert effekt	5	Fasteledd/mnd				375,4	Energledd				0,05	Overforbruksledd												1	
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,33	2,22	1,11	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,66	2,66	2,22	2,22	2,22	1,78	1,78	2,22	2,22	
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81														0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt [kWh/h]	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,33	3,63	3,93	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	4,07	4,07	5,04	5,04	5,04	5,13	5,13	4,44	4,44	4,97	
Kostnad [kr]	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,167	0,182	0,197	0,182	0,208	0,208	0,111	0,111	0,111	0,204	0,204	0,29	0,29	0,29	0,38	0,38	0,222	0,222	0,249	
Totalt																									529,2

April - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6						Fastleidd/mnd				432,8				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19						
Varmtvann										2	2							2	2					2						
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46							
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63						
Totalt [KWh/h]	2,82	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	3,65	5,11	3,65	4,19	4,19	2,19	2,19	2,19	3,65	3,65	5,11	7,74	7,74	4,28	4,28	4,28	4,28	4,82						
Kostnad [kr]	0,141	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,183	0,256	0,183	0,21	0,21	0,11	0,11	0,11	0,183	0,183	0,256	2,04	2,04	0,214	0,214	0,214	0,214	0,241						
Totalt																								668,5						

Abonnert effekt	5						Fastleidd/mnd				375,4				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	3,29	2,19	1,1	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,75	1,75	2,19	2,19	2,19						
Varmtvann											2	2								2	2			2						
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46							
Ebil	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																		0,63	0,63	0,63					
Totalt [KWh/h]	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	3,29	3,65	4,02	3,65	4,19	4,19	2,19	2,19	2,19	4,09	4,09	5,11	5,11	5,11	5,21	5,21	4,28	4,28	4,82						
Kostnad [kr]	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,165	0,183	0,201	0,183	0,21	0,21	0,11	0,11	0,11	0,205	0,205	0,36	0,36	0,36	0,46	0,46	0,214	0,214	0,241						
Totalt																								533,2						

Mai - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6						Fastleidd/mnd				432,8				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87						
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94						
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41							
Ebil	0,6																	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6						
Totalt [KWh/h]	1,47	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,28	3,69	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,28	2,28	3,69	6,23	6,23	2,88	2,88	2,88	2,88	3,41						
Kostnad [kr]	0,074	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,114	0,185	0,114	0,141	0,141	0,044	0,044	0,044	0,114	0,114	0,185	0,53	0,53	0,144	0,144	0,144	0,144	0,171						
Totalt																								536,2						

Abonnert effekt	5						Fastleidd/mnd				375,4				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	1,31	0,78	0,44	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,7	0,7	0,87	0,87	0,87						
Varmtvann											1,94	1,94							1,94	1,94				1,94						
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41							
Ebil	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																		0,6	0,6	0,6					
Totalt [KWh/h]	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,31	2,19	3,26	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,45	2,45	3,69	3,69	3,69	4,05	4,05	2,88	2,88	3,41						
Kostnad [kr]	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,066	0,11	0,163	0,114	0,141	0,141	0,044	0,044	0,044	0,123	0,123	0,185	0,185	0,185	0,203	0,203	0,144	0,144	0,171						
Totalt																								465,1						

Juni - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6						Fastleidd/mnd				432,8				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63						
Varmtvann											2	2							2	2				2						
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46							
Ebil	0,63																		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63						
Totalt [KWh/h]	1,26	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	2,09	3,55	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,09	2,09	3,55	6,18	6,18	2,72	2,72	2,72	2,72	3,26						
Kostnad [kr]	0,063	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,105	0,178	0,105	0,132	0,132	0,032	0,032	0,032	0,105	0,105	0,178	0,48	0,48	0,136	0,136	0,136	0,136	0,163						
Totalt																								523,4						

Abonnert effekt	5						Fastleidd/mnd				375,4				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,95	0,63	0,32	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,5	0,5	0,63	0,63	0,63						
Varmtvann											2	2								2	2			2						
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46							
Ebil	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																		0,63	0,63	0,63					
Totalt [KWh/h]	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,95	2,09	3,24	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,22	2,22	3,55	3,55	3,55	3,96	3,96	2,72	2,72	3,26						
Kostnad [kr]	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,048	0,105	0,162	0,105	0,132	0,132	0,032	0,032	0,032	0,111	0,111	0,178	0,178	0,178	0,198	0,198	0,136	0,136	0,163						
Totalt																								455,7						

Juli - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6						Fastleidd/mnd				432,8				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27						
Varmtvann											1,94	1,94							1,94	1,94				1,94						
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41							
Ebil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6						
Totalt [KWh/h]	0,87	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,68	3,09	1,68	2,21	2,21	0,27	0,27	0,27	1,68	1,68	3,09	5,63	5,63	2,28	2,28	2,28	2,28	2,81						
Kostnad [kr]	0,044	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,084	0,155	0,084	0,111	0,111	0,014	0,014	0,014	0,084	0,084	0,155	0,282	0,282	0,114	0,114	0,114	0,114	0,141						
Totalt																								500,3						

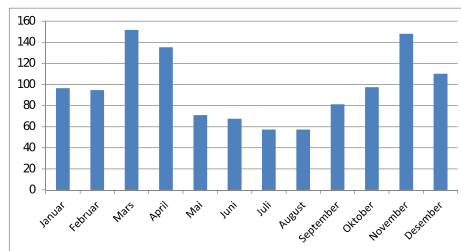
Abonnert effekt	5						Fastleidd/mnd				375,4				Energileidd				0,05				Overforbruksleidd				1			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00						
Oppvarming	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,41	0,27	0,14	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,22	0,22	0,27	0,27	0,27						
Varmtvann											1,94	1,94							1,94	1,94				1,94						
Annet							1,41	2,82																						

Desember - Abonnert Effekt

Abonnert effekt	6					Fastledd/mnd					432,8					Energledd					0,05					Overforbruksledd					1				
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62											
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt [KWh/h]	3,43	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	4,03	5,44	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,03	4,03	5,44	8,19	8,19	4,84	4,84	4,84	4,84	5,37											
Kostnad [kr]	0,172	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131	0,202	0,272	0,202	0,228	0,228	0,131	0,131	0,131	0,202	0,202	0,272	2,49	2,49	0,242	0,242	0,242	0,242	0,269											
Totalt																							719,3												

Abonnert effekt	5					Fastledd/mnd					375,4					Energledd					0,05					Overforbruksledd					1				
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,62	2,62	2,62	2,62	3,93	2,62	1,31	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	3,14	3,14	2,62	2,62	2,62	2,1	2,1	2,62	2,62	2,62											
Varmtvann										1,94	1,94									1,94	1,94			1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																			0,81											
Totalt [KWh/h]	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,93	4,03	4,13	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,55	4,55	5,44	5,44	5,44	5,45	5,45	4,84	4,84	5,37											
Kostnad [kr]	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,197	0,202	0,207	0,202	0,228	0,228	0,131	0,131	0,131	0,228	0,228	0,69	0,69	0,69	0,7	0,7	0,242	0,242	0,62											
Totalt																							609,2												

Oppsummering Abonnert effekt			
	Uten Lastfl.	Med. Lastfl.	Besparelse
Januar	732	635	97
Februar	721	626	95
Mars	681	529	152
April	668	533	135
Mai	536	465	71
Juni	523	456	68
Juli	500	443	57
August	490	433	57
September	546	464	81
Oktober	574	477	97
November	650	502	148
Desember	719	609	110
Total besparelse [kr]			1169



C.2 Målt effekt

Målt effekt

Fastledd per år	1749
Effektledd per kWh/h	1,86

Total kostnad uten lastflytting	7895
Total kostnad med lastflytting	6229
Årlig besparelse	1665

Januar - Målt Effekt

Målt effekt	8,32	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												15,48
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75											
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Øbøl	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt (kWh/h)	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,178	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138	0,208	0,279	0,208	0,235	0,235	0,138	0,138	0,138	0,208	0,208	0,279	0,416	0,416	0,249	0,249	0,249	0,249	0,275											
Totalt																									787,8										

Målt effekt	5,57	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												10,36
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	2,75	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,3	3,3	2,75	2,75	2,75	2,2	2,2	2,75	2,75	2,75										
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94					1,94										
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Øbøl	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81													0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89											
Totalt (kWh/h)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,16	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,71	4,71	5,57	5,57	5,57	5,55	5,55	4,97	4,97	5,5											
Kostnad [kr]	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,207	0,208	0,21	0,208	0,235	0,235	0,138	0,138	0,138	0,236	0,236	0,279	0,279	0,279	0,278	0,278	0,249	0,249	0,275											
Totalt																									629,3										

Februar - Målt Effekt

Målt effekt	8,69	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												16,16
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53											
Varmtvann										2,14	2,14								2,14	2,14				2,14											
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56											
Øbøl	0,89																	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89											
Totalt (kWh/h)	3,42	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	4,09	5,66	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,09	4,09	5,66	8,69	8,69	4,98	4,98	4,98	4,98	5,56											
Kostnad [kr]	0,171	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,205	0,283	0,205	0,234	0,234	0,127	0,127	0,127	0,205	0,205	0,283	0,435	0,435	0,249	0,249	0,249	0,249	0,278											
Totalt																									743,3										

Målt effekt	5,72	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												10,64
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	3,8	2,53	1,27	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	3,04	3,04	2,53	2,53	2,53	2,02	2,02	2,53	2,53	2,53										
Varmtvann										2,14	2,14									2,14	2,14			2,14											
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56											
Øbøl	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89													0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89											
Totalt (kWh/h)	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,8	4,09	4,4	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,6	4,6	5,66	5,66	5,66	5,72	5,72	4,98	4,98	5,56											
Kostnad [kr]	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,19	0,205	0,22	0,205	0,234	0,234	0,127	0,127	0,127	0,23	0,23	0,283	0,283	0,283	0,286	0,286	0,249	0,249	0,278											
Totalt																									588,6										

Mars - Målt Effekt

Målt effekt	7,79	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												14,49
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22											
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Øbøl	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt (kWh/h)	3,03	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,63	5,04	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	3,63	3,63	5,04	7,79	7,79	4,44	4,44	4,44	4,44	4,97											
Kostnad [kr]	0,152	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,182	0,252	0,182	0,208	0,208	0,111	0,111	0,111	0,182	0,182	0,252	0,39	0,39	0,222	0,222	0,222	0,222	0,249											
Totalt																									737,6										

Målt effekt	5,13	Fastledd/mnd														145,8	Energledd					0,05	Effektledd per dag												9,542
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,33	2,22	1,11	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,66	2,66	2,22	2,22	2,22	1,78	1,78	2,22	2,22	2,22										
Varmtvann										1,94	1,94									1,94	1,94			1,94											
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Øbøl	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81													0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt (kWh/h)	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,33	3,63	3,93	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	4,07	4,07	5,04	5,04	5,04	5,13	5,13	4,44	4,44	4,97											
Kostnad [kr]	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,167	0,182	0,197	0,182	0,208	0,208	0,111	0,111	0,111	0,204	0,204	0,252	0,252	0,252	0,257	0,257	0,222	0,222	0,249											
Totalt																									584,2										

April - Målt Effekt

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	7,74																							
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Varmt vann										2	2						2	2						2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt (KWh/h)	2,82	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	3,65	5,11	3,65	4,19	4,19	2,19	2,19	2,19	3,65	3,65	5,11	7,74	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,82
Kostnad [kr]	0,141	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,183	0,256	0,183	0,21	0,21	0,11	0,11	0,11	0,183	0,183	0,256	0,387	0,387	0,214	0,214	0,214	0,214	0,241
Totalt																							714,1	

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	5,21																							
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	3,29	2,19	1,1	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,63	2,63	2,19	2,19	2,19	1,75	1,75	2,19	2,19	2,19
Varmt vann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46							1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																	0,63	0,63	0,63
Totalt (KWh/h)	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	3,29	3,65	4,02	3,65	4,19	4,19	2,19	2,19	2,19	4,09	4,09	5,11	5,11	5,11	5,21	5,21	4,28	4,28	4,82
Kostnad [kr]	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,165	0,183	0,201	0,183	0,21	0,21	0,11	0,11	0,11	0,205	0,205	0,256	0,256	0,256	0,261	0,261	0,214	0,214	0,241
Totalt																							572,9	

Mai - Målt Effekt

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	6,23																							
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmt vann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt (KWh/h)	1,47	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,28	3,69	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,28	2,28	3,69	3,69	3,69	4,05	4,05	2,88	2,88	3,41
Kostnad [kr]	0,074	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,114	0,185	0,114	0,141	0,141	0,044	0,044	0,044	0,114	0,114	0,185	0,312	0,312	0,312	0,144	0,144	0,144	0,171
Totalt																							594,8	

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	4,05																							
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	1,31	0,78	0,44	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	1,04	1,04	0,87	0,87	0,87	0,7	0,7	0,87	0,87	0,87
Varmt vann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6															0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt (KWh/h)	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,31	2,19	3,26	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,45	2,45	3,69	3,69	3,69	4,05	4,05	2,88	2,88	3,41
Kostnad [kr]	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,066	0,11	0,163	0,114	0,141	0,141	0,044	0,044	0,044	0,123	0,123	0,185	0,185	0,185	0,203	0,203	0,144	0,144	0,171
Totalt																							469,0	

Juni - Målt Effekt

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	6,18																							
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Varmt vann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46							1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63																			0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt (KWh/h)	1,26	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	2,09	3,55	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,09	2,09	3,55	3,55	3,55	4,05	4,05	2,88	2,88	3,41
Kostnad [kr]	0,063	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,105	0,178	0,105	0,132	0,132	0,032	0,032	0,032	0,105	0,105	0,178	0,309	0,309	0,309	0,136	0,136	0,136	0,163
Totalt																							579,9	

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	3,96																							
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,95	0,63	0,32	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,76	0,76	0,63	0,63	0,63	0,5	0,5	0,63	0,63	0,63
Varmt vann										2	2									2	2			2
Annet							1,46	2,92	1,46							1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																	0,63	0,63	0,63
Totalt (KWh/h)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,95	2,09	3,24	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,22	2,22	3,55	3,55	3,55	3,96	3,96	2,72	2,72	3,26
Kostnad [kr]	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,048	0,105	0,162	0,105	0,132	0,132	0,032	0,032	0,032	0,111	0,111	0,178	0,178	0,178	0,198	0,198	0,136	0,136	0,163
Totalt																							447,0	

Juli - Målt Effekt

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag															
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	5,63																							
Oppvarming	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Varmt vann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt (KWh/h)	0,87	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,68	3,09	1,68	2,21	2,21	0,27	0,27	0,27	1,68	1,68	3,09	3,09	3,09	3,57	3,57	2,28	2,28	2,81
Kostnad [kr]	0,044	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,084	0,155	0,084	0,111	0,111	0,014	0,014	0,014	0,084	0,084	0,155	0,282	0,282	0,114	0,114	0,114	0,114	0,141
Totalt																							537,9	

Mått effekt	Fastleidd/mnd				Energleidd				Effektleidd per dag							
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	

August - Målt Effekt

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94						1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6																0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [KWh/h]	0,6	0	0	0	0	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Kostnad [kr]	0,03	0	0	0	0	0	0,071	0,141	0,071	0,097	0,097	0	0	0	0,071	0,071	0,141	0,268	0,268	0,101	0,101	0,101	0,101	0,127
Totalt																								512,3

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																	0,6	0,6	0,6
Totalt [KWh/h]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Kostnad [kr]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0,071	0,141	0,071	0,097	0,097	0	0	0	0,071	0,071	0,141	0,141	0,141	0,168	0,168	0,101	0,101	0,127
Totalt																								396,4

September - Målt Effekt

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63																		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [KWh/h]	1,5	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,33	3,79	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,33	2,33	3,79	3,79	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33
Kostnad [kr]	0,075	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,117	0,19	0,117	0,144	0,144	0,044	0,044	0,044	0,117	0,117	0,19	0,321	0,321	0,148	0,148	0,148	0,148	0,175
Totalt																								592,9

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	1,31	0,87	0,44	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																	0,63	0,63	0,63
Totalt [KWh/h]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,31	2,33	3,6	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,5	2,5	3,79	3,79	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Kostnad [kr]	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,066	0,117	0,168	0,117	0,144	0,144	0,044	0,044	0,044	0,125	0,125	0,19	0,19	0,19	0,19	0,208	0,208	0,148	0,148
Totalt																								466,8

Oktober - Målt Effekt

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvarming	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,81																		0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt [KWh/h]	1,92	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	2,52	3,93	2,52	3,05	3,05	1,11	1,11	1,11	2,52	2,52	3,93	3,93	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52
Kostnad [kr]	0,096	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,126	0,197	0,126	0,153	0,153	0,056	0,056	0,056	0,137	0,137	0,197	0,197	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
Totalt																								632,3

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,67	1,11	0,56	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,33	1,33	1,11	1,11	1,11	0,89	0,89	1,11	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																	0,81	0,81	0,81
Totalt [KWh/h]	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,67	2,52	3,38	2,52	3,05	3,05	1,11	1,11	1,11	2,74	2,74	3,93	3,93	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74
Kostnad [kr]	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,084	0,126	0,169	0,126	0,153	0,153	0,056	0,056	0,056	0,137	0,137	0,197	0,197	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
Totalt																								491,6

November - Målt Effekt

Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Uten lastflytting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvarming	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Varmtvann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,83																					0,83	0,83	0,83
Totalt [KWh/h]	2,67	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	3,3	4,76	3,3	3,84	3,84	1,84	1,84	1,84	3,3	3,3	4,76	4,76	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Kostnad [kr]	0,134	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,165	0,238	0,165	0,192	0,192	0,092	0,092	0,092	0,165	0,165	0,238	0,238	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165
Totalt																								695,5

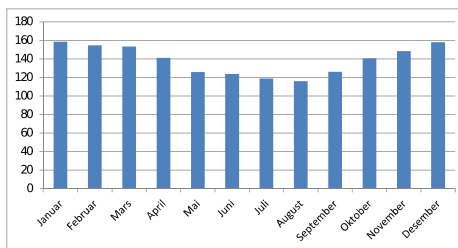
Målt effekt	Fastleidd/mnd					Energleidd					Effektleidd per dag													
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	2,76	1,84	0,92	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	2,21	2,21	1,84	1,84	1,84	1,47	1,47	1,84	1,84

Desember - Målt Effekt

Målt effekt	8,19					Fastleidd/mnd					145,8					Energileidd					0,05					Effektleidd per dag					15,23				
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62											
Varmtvann																																			
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81																		0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81											
Totalt [KWh/h]	3,43	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	4,03	5,44	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,03	4,03	5,44	8,19	8,19	4,84	4,84	4,84	4,84	5,37											
Kostnad [kr]	0,172	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131	0,202	0,272	0,202	0,228	0,228	0,131	0,131	0,131	0,202	0,202	0,272	0,41	0,41	0,242	0,242	0,242	0,242	0,269											
																							Totalt	775,5											

Målt effekt	5,45					Fastleidd/mnd					145,8					Energileidd					0,05					Effektleidd per dag					10,14				
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00											
Oppvarming	2,62	2,62	2,62	2,62	3,93	2,62	1,31	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	3,14	3,14	2,62	2,62	2,62	2,1	2,1	2,62	2,62	2,62											
Varmtvann																																			
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41											
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81																														
Totalt [KWh/h]	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,93	4,03	4,13	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,55	4,55	5,44	5,44	5,44	5,45	5,45	4,84	4,84	5,37											
Kostnad [kr]	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,197	0,202	0,207	0,202	0,228	0,228	0,131	0,131	0,131	0,228	0,228	0,272	0,272	0,272	0,273	0,273	0,242	0,242	0,269											
																							Totalt	617,5											

	Uten Lastfl.	Med. Lastfl.	Besparelse
Januar	788	629	159
Februar	743	589	155
Mars	738	584	153
April	714	573	141
Mai	595	469	126
Juni	571	447	124
Juli	538	419	119
August	512	396	116
September	593	467	126
Oktober	632	492	141
November	696	547	148
Desember	775	618	158
Totalt besparelse [kr]			1665



C.3 Time Of Use (NVE)

Time of use (NVE)

Fastledd per år	1749	Totalt kostnad uten lastflytting	7167
Energiledd sommer	0,122	Totalt kostnad med lastflytting	6883
Energiledd vinter	0,152	Årlig besparelse	284
Eledd vinter kl.06-20 hverdag	0,38		

Januar - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt (kWh/h)	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	4,97	5,5
Kostnad [kr]	0,541	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	1,31	1,754	1,31	1,477	1,477	0,866	0,866	0,866	1,31	1,31	1,754	2,62	2,62	1,565	0,755	0,755	0,755	0,836
Totalt	977,6																							

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																	
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	4,13	1,38	1,38	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	1,38	1,38	4,13	4,13	2,75	2,75
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41		
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81														0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,13	2,79	4,2	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	5,57	4,2	2,79	8,29	8,29	4,97	5,5	
Kostnad [kr]	0,541	0,541	0,541	0,541	0,628	0,628	0,878	1,322	1,31	1,477	1,477	0,866	0,866	0,866	1,31	1,31	1,754	1,754	1,322	0,878	1,26	1,26	0,755	0,836	
Totalt	918,3																								

Februar - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
Varmtvann										2,14	2,14							2,14	2,14					
Annet							1,56	3,13	1,56						1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56	
Elbil	0,89																	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Totalt (kWh/h)	3,42	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	4,09	5,66	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,09	4,09	5,66	8,69	8,69	4,98	4,98	4,98	4,98	5,56
Kostnad [kr]	0,52	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	1,288	1,782	1,288	1,47	1,47	0,797	0,797	0,797	1,288	1,288	1,782	2,736	2,736	1,568	0,757	0,757	0,757	0,845
Totalt	971,7																							

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																	
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	3,8	3,8	1,27	1,27	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	1,27	1,27	3,8	3,8	2,53	2,53
Varmtvann										2,14	2,14							2,14	2,14						
Annet							1,56	3,13	1,56						1,56	1,56	3,13	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56		
Elbil	0,89	0,89	0,89	0,89														0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
Totalt (kWh/h)	3,42	3,42	3,42	3,42	3,8	3,8	2,83	4,4	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,09	4,09	5,66	8,69	8,69	4,4	2,83	8,39	8,39	4,98	5,56
Kostnad [kr]	0,52	0,52	0,52	0,52	0,578	0,578	0,891	1,385	1,288	1,47	1,47	0,797	0,797	0,797	1,288	1,288	1,782	2,736	2,736	1,385	0,891	1,275	1,275	0,757	0,845
Totalt	911,4																								

Mars - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt (kWh/h)	3,03	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,63	5,04	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	3,63	3,63	5,04	7,79	7,79	4,44	4,44	4,44	4,44	4,97
Kostnad [kr]	0,461	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	1,143	1,587	1,143	1,31	1,31	0,699	0,699	0,699	1,143	1,143	1,587	2,453	2,453	1,398	0,675	0,675	0,675	0,755
Totalt	880,2																							

Fastledd/mnd	Energiledd normalt							Eledd hv.dag 06-20																	
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	3,33	3,33	1,11	1,11	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	1,11	1,11	3,33	3,33	2,22	2,22
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41		
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81														0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,03	3,03	3,03	3,03	3,33	3,33	2,52	3,93	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	3,63	3,63	5,04	5,04	3,93	2,52	7,49	7,49	4,44	4,97	
Kostnad [kr]	0,461	0,461	0,461	0,461	0,506	0,506	0,793	1,237	1,143	1,31	1,31	0,699	0,699	0,699	1,143	1,143	1,587	1,587	1,237	0,793	1,138	1,138	0,675	0,755	
Totalt	826,0																								

August - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6																	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt (kWh/h)	0,6	0	0	0	0	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	5,36	5,36	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,54
Kostnad [kr]	0,073	0	0	0	0	0	0,172	0,344	0,172	0,237	0,237	0	0	0	0,172	0,172	0,344	0,654	0,654	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,31
Totalt																								285,9	

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,6																	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt (kWh/h)	0,6	0	0	0	0	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	5,36	5,36	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,54
Kostnad [kr]	0,073	0	0	0	0	0	0,172	0,344	0,172	0,237	0,237	0	0	0	0,172	0,172	0,344	0,654	0,654	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,31
Totalt																								285,9	

September - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2							2	2						2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt (kWh/h)	1,5	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,33	3,79	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,33	2,33	3,79	6,42	6,42	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	3,5
Kostnad [kr]	0,183	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,284	0,462	0,284	0,35	0,35	0,106	0,106	0,106	0,284	0,284	0,462	0,783	0,783	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,427
Totalt																								369,9	

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2							2	2						2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt (kWh/h)	1,5	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,33	3,79	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,33	2,33	3,79	6,42	6,42	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	3,5
Kostnad [kr]	0,183	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,284	0,462	0,284	0,35	0,35	0,106	0,106	0,106	0,284	0,284	0,462	0,783	0,783	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,427
Totalt																								369,9	

Oktober - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt (kWh/h)	1,92	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	2,52	3,93	2,52	3,05	3,05	1,11	1,11	1,11	2,52	2,52	3,93	6,68	6,68	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,86
Kostnad [kr]	0,234	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,307	0,479	0,307	0,372	0,372	0,135	0,135	0,135	0,307	0,307	0,479	0,815	0,815	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,471
Totalt																								393,0	

Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,122	Eiledd hvdag 06-20					0,122												
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Ebil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt (kWh/h)	1,92	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	2,52	3,93	2,52	3,05	3,05	1,11	1,11	1,11	2,52	2,52	3,93	6,68	6,68	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,86
Kostnad [kr]	0,234	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,307	0,479	0,307	0,372	0,372	0,135	0,135	0,135	0,307	0,307	0,479	0,815	0,815	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,471
Totalt																								393,0	

November - Time of use (NVE)

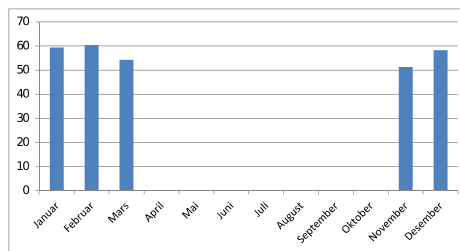
Fastledd/mnd	145,8	Energiledd normalt					0,152	Eiledd hvdag 06-20					0,38												
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Varmtvann										2	2							2	2						2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Ebil	0,83																	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Totalt (kWh/h)	2,67	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	3,3	4,76	3,3	3,84	3,84	1,84	1,84	1,84	3,										

Desember - Time of use (NVE)

Fastledd/mnd	Energiledd normalt					Eiledd hv.dag 06-20																			
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Uten lastflytting	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62
Oppvarming																									
Varmtvann																									
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,94
Elbil	0,81																								
Totalt [KWh/h]	3,43	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	4,03	5,44	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,03	4,03	5,44	8,19	8,19	4,84	4,84	4,84	4,84	4,84	5,37
Kostnad [kr]	0,521	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	1,269	1,713	1,269	1,436	1,436	0,825	0,825	0,825	1,269	1,269	1,713	2,579	2,579	1,524	0,736	0,736	0,736	0,736	0,816
	Totalt																							953,8	

Fastledd/mnd	Energiledd normalt					Eiledd hv.dag 06-20																		
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Med lastflytting	2,62	2,62	2,62	2,62	3,93	3,93	1,31	1,31	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	1,31	1,31	3,93	3,93	2,62	2,62
Oppvarming																								
Varmtvann																								
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	1,94
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81																				
Totalt [KWh/h]	3,43	3,43	3,43	3,43	3,93	3,93	2,72	4,13	4,03	4,56	4,56	2,62	2,62	2,62	4,03	4,03	5,44	5,44	4,13	2,72	8,09	8,09	4,84	5,37
Kostnad [kr]	0,521	0,521	0,521	0,521	0,597	0,597	0,856	1,3	1,269	1,436	1,436	0,825	0,825	0,825	1,269	1,269	1,713	1,713	1,3	0,856	1,23	1,23	0,736	0,816
	Totalt																							895,4

	Uten Lastfl.	Med. Lastfl.	Besparelse
Januar	978	918	59
Februar	972	911	60
Mars	880	826	54
April	490	490	0
Mai	365	365	0
Juni	348	348	0
Juli	310	310	0
August	286	286	0
September	370	370	0
Oktober	393	393	0
November	821	770	51
Desember	954	895	58
Total besparelse [kr]			284



C.3 Time Of Use (tunglastspesifikk)

Time of use (Tunglastspesifikk)

Fastledd per år	1549	Totalt kostnad uten lastflytting	8223
Energiledd sommer	0,122	Totalt kostnad med lastflytting	7447
Energiledd vinter	0,152	Årlig besparelse	776
E.ledd 1 vinter kl.10-16 hverdag	0,28		
E.ledd 2 vinter kl. 06-10 & 16-20 hv.dg	0,54		

Januar - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41		
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,56	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	5,57	4,16	4,69	4,69	2,75	2,75	2,75	2,75	4,16	4,16	5,57	8,32	8,32	4,97	4,97	4,97	5,5	
Kostnad [kr]	0,541	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	1,785	2,39	1,785	1,142	1,142	0,669	0,669	0,669	1,013	1,013	2,39	3,57	3,57	2,133	0,755	0,755	0,755	0,836	
Totalt																									1049,0

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	4,13	1,38	1,38	1,38	4,13	2,75	2,75	2,75	2,75	4,13	4,13	1,38	1,38	1,38	1,38	4,13	4,13	2,75	2,75	
Varmtvann										1,94	1,94											1,94	1,94	1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41		
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81														0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,56	3,56	3,56	3,56	4,13	4,13	2,79	4,2	2,79	6,07	4,69	2,75	2,75	2,75	5,54	5,54	4,2	4,2	4,2	2,79	8,29	8,29	4,97	5,5	
Kostnad [kr]	0,541	0,541	0,541	0,541	0,628	0,628	1,197	1,802	1,197	1,478	1,142	0,669	0,669	0,669	1,349	1,349	1,802	1,802	1,802	1,197	1,26	1,26	0,755	0,836	
Totalt																									924,5

Februar - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	
Varmtvann										2,14	2,14											2,14	2,14	2,14	
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56		
Elbil	0,89																	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
Totalt (kWh/h)	3,42	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	4,09	5,66	4,09	4,67	4,67	2,53	2,53	2,53	4,09	4,09	5,66	8,69	8,69	4,98	4,98	4,98	4,98	5,56	
Kostnad [kr]	0,52	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	1,755	2,429	1,755	1,137	1,137	0,616	0,616	0,616	0,996	0,996	2,429	3,729	3,729	2,137	0,757	0,757	0,757	0,845	
Totalt																									1047,8

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,53	2,53	2,53	2,53	3,8	3,8	1,27	1,27	1,27	3,8	2,53	2,53	2,53	2,53	3,8	3,8	1,27	1,27	1,27	1,27	3,8	3,8	2,53	2,53	
Varmtvann										2,14	2,14											2,14	2,14	2,14	
Annet							1,56	3,13	1,56							1,56	1,56	3,13	3,13	1,56	1,56	1,56	1,56		
Elbil	0,89	0,89	0,89	0,89														0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
Totalt (kWh/h)	3,42	3,42	3,42	3,42	3,8	3,8	2,83	4,4	2,83	5,94	4,67	2,53	2,53	2,53	5,36	5,36	4,4	4,4	4,4	2,83	8,39	8,39	4,98	5,56	
Kostnad [kr]	0,52	0,52	0,52	0,52	0,578	0,578	1,214	1,888	1,214	1,446	1,137	0,616	0,616	0,616	1,305	1,305	1,888	1,888	1,888	1,214	1,275	1,275	0,757	0,845	
Totalt																									923,4

Mars - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41							1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41		
Elbil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,03	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,63	5,04	3,63	4,16	4,16	2,22	2,22	2,22	3,63	3,63	5,04	7,79	7,79	4,44	4,44	4,44	4,44	4,97	
Kostnad [kr]	0,461	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	1,558	2,163	1,558	1,013	1,013	0,54	0,54	0,54	0,884	0,884	2,163	3,343	3,343	1,905	0,675	0,675	0,675	0,755	
Totalt																									946,7

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt						0,152	Energiledd 1 (lav)						0,28	Energiledd 2 (høy)						0,54			
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
Oppvarming	2,22	2,22	2,22	2,22	3,33	3,33	1,11	1,11	1,11	3,33	2,22	2,22	2,22	2,22	3,33	3,33	1,11	1,11	1,11	1,11	3,33	3,33	2,22	2,22	
Varmtvann										1,94	1,94											1,94	1,94	1,94	
Annet							1,41	2,82	1,41									1,41	1,41	2,82	2,82	1,41	1,41		
Elbil	0,81	0,81	0,81	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	
Totalt (kWh/h)	3,03	3,03	3,03	3,03	3,33	3,33	2,52	3,93	2,52	5,27	4,16	2,22	2,22	2,22	4,74	4,74	3,93	3,93	3,93	2,52	7,49	7,49	4,44	4,97	
Kostnad [kr]	0,461	0,461	0,461	0,461	0,506	0,506	1,081	1,687	1,081	1,283	1,013	0,54	0,54	0,54	1,154	1,154	1,687	1,687	1,687	1,081	1,138	1,138	0,675	0,755	
Totalt																									835,2

April - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,152	Energiledd 1 (lav)					0,28	Energiledd 2 (høy)					0,54					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Varmtvann										2	2							2	2					2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Elbil	0,63																		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [kWh/h]	2,82	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	3,65	5,11	3,65	4,19	4,19	2,19	2,19	2,19	3,65	3,65	5,11	7,74	7,74	4,28	4,28	4,28	4,28	4,82
Kostnad [kr]	0,429	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	1,566	2,193	1,566	1,02	1,02	0,533	0,533	0,533	0,889	0,889	2,193	3,322	3,322	1,837	0,651	0,651	0,651	0,733
Totalt																								941,0

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,152	Energiledd 1 (lav)					0,28	Energiledd 2 (høy)					0,54					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	2,19	2,19	2,19	2,19	3,29	3,29	1,09	1,09	1,09	3,29	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,09	1,09	1,09	1,09	3,29	3,29	2,19	2,19
Varmtvann										2	2										2	2		2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Elbil	0,63	0,63	0,63	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [kWh/h]	2,82	2,82	2,82	2,82	3,29	3,29	2,55	4,01	2,55	5,29	4,19	2,19	2,19	2,19	3,65	3,65	5,11	7,74	7,74	4,28	4,28	4,28	4,28	4,82
Kostnad [kr]	0,429	0,429	0,429	0,429	0,5	0,5	1,094	1,721	1,094	1,288	1,02	0,533	0,533	0,533	1,156	1,156	1,721	1,721	1,721	1,094	1,122	1,122	0,651	0,733
Totalt																								833,6

Mai - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [kWh/h]	1,47	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,28	3,69	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,28	2,28	3,69	6,23	6,23	2,88	2,88	2,88	2,88	3,41
Kostnad [kr]	0,179	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,278	0,45	0,278	0,343	0,343	0,106	0,106	0,106	0,278	0,278	0,45	0,76	0,76	0,351	0,351	0,351	0,351	0,416
Totalt																								348,2

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [kWh/h]	1,47	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,28	3,69	2,28	2,81	2,81	0,87	0,87	0,87	2,28	2,28	3,69	6,23	6,23	2,88	2,88	2,88	2,88	3,41
Kostnad [kr]	0,179	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,278	0,45	0,278	0,343	0,343	0,106	0,106	0,106	0,278	0,278	0,45	0,76	0,76	0,351	0,351	0,351	0,351	0,416
Totalt																								348,2

Juni - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Varmtvann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Elbil	0,63																		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [kWh/h]	1,26	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	2,09	3,55	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,09	2,09	3,55	6,18	6,18	2,72	2,72	2,72	2,72	3,26
Kostnad [kr]	0,154	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,255	0,433	0,255	0,321	0,321	0,077	0,077	0,077	0,255	0,255	0,433	0,754	0,754	0,332	0,332	0,332	0,332	0,398
Totalt																								331,5

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Varmtvann										2	2								2	2				2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Elbil	0,63																		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [kWh/h]	1,26	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	2,09	3,55	2,09	2,63	2,63	0,63	0,63	0,63	2,09	2,09	3,55	6,18	6,18	2,72	2,72	2,72	2,72	3,26
Kostnad [kr]	0,154	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,255	0,433	0,255	0,321	0,321	0,077	0,077	0,077	0,255	0,255	0,433	0,754	0,754	0,332	0,332	0,332	0,332	0,398
Totalt																								331,5

Juli - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Varmtvann										1,94	1,94								1,94	1,94				1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Elbil	0,6																		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [kWh/h]	0,87	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,68	3,09	1,68	2,21	2,21	0,27	0,27	0,27	1,68	1,68	3,09	5,63	5,63	2,28	2,28	2,28	2,	

August - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94						1,94	1,94						1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Ebil	0,6																0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [KWh/h]	0,6	0	0	0	0	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	5,36	5,36	2,01	2,01	2,01	2,01	2,54
Kostnad [kr]	0,073	0	0	0	0	0	0,172	0,344	0,172	0,237	0,237	0	0	0	0,172	0,172	0,344	0,654	0,654	0,245	0,245	0,245	0,245	0,31
Totalt																							269,2	

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Ebil	0,6																	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Totalt [KWh/h]	0,6	0	0	0	0	0	1,41	2,82	1,41	1,94	1,94	0	0	0	1,41	1,41	2,82	5,36	5,36	2,01	2,01	2,01	2,01	2,54
Kostnad [kr]	0,073	0	0	0	0	0	0,172	0,344	0,172	0,237	0,237	0	0	0	0,172	0,172	0,344	0,654	0,654	0,245	0,245	0,245	0,245	0,31
Totalt																							269,2	

September - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2							2	2					2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [KWh/h]	1,5	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,33	3,79	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,33	2,33	3,79	6,42	6,42	2,96	2,96	2,96	2,96	3,5
Kostnad [kr]	0,183	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,284	0,462	0,284	0,35	0,35	0,106	0,106	0,106	0,284	0,284	0,462	0,783	0,783	0,361	0,361	0,361	0,361	0,427
Totalt																							353,3	

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,122	Energiledd 1 (lav)					0,122	Energiledd 2 (høy)					0,122					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Varmtvann										2	2							2	2					2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Ebil	0,63																	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Totalt [KWh/h]	1,5	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	2,33	3,79	2,33	2,87	2,87	0,87	0,87	0,87	2,33	2,33	3,79	6,42	6,42	2,96	2,96	2,96	2,96	3,5
Kostnad [kr]	0,183	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,284	0,462	0,284	0,35	0,35	0,106	0,106	0,106	0,284	0,284	0,462	0,783	0,783	0,361	0,361	0,361	0,361	0,427
Totalt																							353,3	

Oktober - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,152	Energiledd 1 (lav)					0,28	Energiledd 2 (høy)					0,54					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94							1,94	1,94					1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Ebil	0,81																	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt [KWh/h]	1,92	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	2,52	3,93	2,52	3,05	3,05	1,11	1,11	1,11	2,52	2,52	3,93	6,68	6,68	3,33	3,33	3,33	3,33	3,86
Kostnad [kr]	0,292	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,416	0,687	0,416	0,848	0,848	0,27	0,27	0,27	0,613	0,613	0,848	1,446	1,446	0,723	0,723	0,723	0,723	0,867
Totalt																							732,4	

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,152	Energiledd 1 (lav)					0,28	Energiledd 2 (høy)					0,54					
Med lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	1,11	1,11	1,11	1,11	1,67	1,67	0,55	0,55	0,55	1,67	1,11	1,11	1,11	1,11	1,67	1,67	0,55	0,55	0,55	0,55	1,67	1,67	1,11	1,11
Varmtvann										1,94	1,94										1,94	1,94		1,94
Annet							1,41	2,82	1,41						1,41	1,41	2,82	2,82	2,82	1,41	1,41	1,41	1,41	
Ebil	0,81	0,81	0,81	0,81														0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Totalt [KWh/h]	1,92	1,92	1,92	1,92	1,67	1,67	1,96	3,37	1,96	3,61	3,05	1,11	1,11	1,11	3,08	3,08	3,37	3,37	3,37	1,96	5,83	5,83	3,33	3,86
Kostnad [kr]	0,292	0,292	0,292	0,292	0,254	0,254	0,841	1,446	0,841	0,879	0,742	0,27	0,27	0,27	0,75	0,75	1,446	1,446	1,446	0,841	0,886	0,886	0,506	0,587
Totalt																							649,3	

November - Time of use (tunglastspesifikk)

Fastledd/mnd	129,1	Energiledd normalt					0,152	Energiledd 1 (lav)					0,28	Energiledd 2 (høy)					0,54					
Uten lastflytting	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Oppvarming	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Varmtvann										2	2							2	2					2
Annet							1,46	2,92	1,46						1,46	1,46	2,92	2,92	2,92	1,46	1,46	1,46	1,46	
Ebil	0,83																	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Totalt [KWh/h]	2,67	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	3,3	4,76	3,3	3,84	3,84	1,84	1,84	1,84	3,3	3,3	4,76	7,59	7,59	4,13	4,13	4,13	4,13	4,67
Kostnad [kr]	0,406	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	1,416	2,043	1,416	0,935	0,935	0,448	0,448	0,448	0,									

