



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Effektregulering av elbil-lading og
smarthus installasjon.

Forfattere:

Kristian Hammer

Vegard Thomassen

Filip Storødegård Knørr

20. mai 2019

| | | | |
|---|------------------|-----------------|---|
| Tittel: Effektregulering av elbil-lading og smarthus installasjon. | Dato: 20.05.2019 | | |
| | Antall Sider: 43 | | |
| | Masteroppgave | Bacheloroppgave | x |
| Navn: Kristian Hammer Vegard Thomassen Filip Storødegård Knørr | | | |
| Veileder: Halgeir Leiknes | | | |
| Ekstern faglig veileder/ Oppdragsgiver: Lars Torbjørnsen / Norconsult AS | | | |
| <p>Hensikten med prosjektet er å undersøke om det er mulig å redusere installert effekt i boligblokker med effektregulering av elbil-lading. Norconsult ønsker hjelp fra studentene til å finne løsninger for å få ned den installerte effekten på inntaket i Mesnakvartalet. Rapporten ser nærmere på teorien om at inntaket på boligblokker blir overdimensjonert.</p> <p>Resultatene fra målingen viste seg å motbevise teoriene gruppen hadde om lademønster og forbruk, men oppfatningen om overdimensjonering kan stemme. Målingen viste at boligblokken kun brukte 10% av tilgjengelig effekt på det meste. Dette kan tyde på en overdimensjonering av inntaket etter dagens forbruk. Ved å benytte effektregulering på elbil-ladeanlegget kom gruppen fram til at det er mulig å redusere den installerte effekten på inntaket.</p> <p>Smarthus installasjonen ble funksjonstestet med fokus på programmering, brukervennlighet og funksjoner. Systemene som ble testet er SG Smart og Delta Dore.</p> <p>Ved bruk av litteratur, målinger, beregninger og gruppens tidligere erfaringer som elektrikere utgjør dette grunnlaget for denne rapporten.</p> | | | |

Stikkord:

| | |
|------------------|--------------------|
| Effektregulering | Elbil-lading |
| Smarthus | Overdimensjonering |

| | | | |
|--|------------------|----------|---|
| Titel: Power regulation of electrical car charging and smart home installation. | Date: 20.05.2019 | | |
| | Pages: 43 | | |
| | Master | Bachelor | x |
| Names: Kristian Hammer Vegard Thomassen Filip Storødegård Knørr | | | |
| Supervisor: Halgeir Leiknes | | | |
| External professional contacts/ Employer: Lars Torbjørnsen / Norconsult AS | | | |
| <p>The purpose of the project is to investigate whether it is possible to reduce the installed power in apartment buildings with power regulation of electrical car charging. Norconsult wants the student to try to find a solution to reduce the installed power on the building in Mesnakvartalet. The report studies the theory that the installed power is oversized.</p> <p>The result of the measurements proved to disprove the theories the group had about charging patterns and consumption, but the preception of oversize can be true. The measurements showed that the apartment buildings only use 10% of the available power at the most. This may indicate that the installed power is oversized after the current consumption. By using a power regulation system for the electrical car charging system, the group figured out that it is possible to reduce the installed power.</p> <p>Smart home installations was function-tested with focus on programming, usability and functions. The systems that was tested are SG Smart and Delta Dore.</p> <p>Literature, measurments, calculations and the group's experiences as former electricians is the foundation of the report.</p> | | | |

Keywords:

| | |
|------------------|-------------------------|
| Power regulation | Electrical car charging |
| Smart home | Oversizing |

Forord

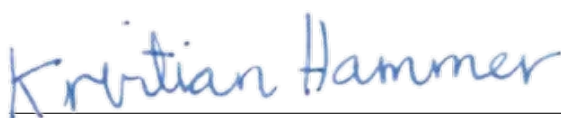
Denne rapporten er skrevet som en del av den avsluttende hovedoppgaven på bachelorstudiet elektroingeniør med studieretning elkraft ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Gjøvik. Medlemmene i gruppen er Kristian Hammer, Vegard Thomassen og Filip Storødegård Knørr. Arbeidet med oppgaven ble påbegynt 7. januar 2019 og levert 20. mai 2019. Oppgaven er utført for Norconsult AS avd. Lillehammer.

Gruppen vil takke Norconsult AS avd. Lillehammer ved veileder Lars Torbjørnsen for muligheten til å jobbe med denne oppgaven og for veiledningen underveis.

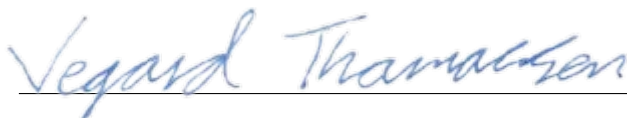
Gruppen vil også benytte anledningen til å takke Reidar Gjermundrød, saksbehandler hos Bakke El-installasjon AS, for hjelp med å finne et elbil-ladeanlegg å måle på og tilgang til zapcloud med målelogg på anlegget. Stein Arne Normann, markedssjef Delta Dore hos Stork AS, for møte og utstyr til funksjonstesting. Vidar Kvernfold, salgsrepresentant hos SG Armaturen AS, for møte og utstyr til funksjonstesting. Halgeir Leiknes, veileder ved NTNU, for oppfølging under prosjektarbeidet og veiledning under rapportskrivningen.

Gjøvik, 20.05.2019

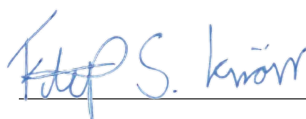
Sted, Dato



Kristian Hammer



Vegard Thomassen



Filip Storødegård Knørr

Innhold

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Innledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrunn | 1 |
| 1.2 | Mål | 1 |
| 1.3 | Mottaker | 2 |
| 1.4 | Oppbygning av rapporten | 2 |
| 1.5 | Etiske utfordringer | 2 |
| 2 | Teori | 3 |
| 2.1 | Effekt | 3 |
| 2.2 | Effekttopper | 3 |
| 2.3 | Forskrifter og normer | 4 |
| 2.3.1 | Forskrift om sikkerhet ved jobb på elektriske anlegg, FSE. | 4 |
| 2.3.2 | Forsyning av elektriske kjøretøy, NEK 400. | 5 |
| 2.3.3 | Forsyningssystem TN-C-S | 5 |
| 2.4 | Fluke 1732 trefaselogger for elektrisk energi | 6 |
| 2.5 | Avanserte Måle- og Styringssystemer | 6 |
| 2.6 | Effektreguleringssystem for elbil-ladeanlegg | 7 |
| 2.7 | Elbil-lading | 8 |
| 2.7.1 | Lademoduser | 8 |
| 2.7.2 | Ladetid og kjørelengde | 9 |
| 2.7.3 | Leverandører | 9 |
| 2.8 | Smarthus | 12 |
| 2.8.1 | Funksjoner | 13 |
| 2.8.2 | Leverandører | 16 |
| 3 | Metode | 18 |
| 3.1 | Elbil-lading | 18 |
| 3.1.1 | Måling boligblokk på Gjøvik | 18 |
| 3.1.2 | Effektberegninger av bygg C i Mesnakvartalet | 20 |
| 3.2 | Smarthus | 22 |
| 3.2.1 | Funksjonstesting av smarthus systemer | 22 |
| 3.2.2 | Energibesparelse med smarthus installasjon. | 23 |
| 4 | Resultat | 24 |
| 4.1 | Elbil-lading | 24 |
| 4.1.1 | Analyse måleresultat boligblokk Gjøvik | 24 |
| 4.1.2 | Analyse beregninger Mesnakvartalet Lillehammer | 31 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2 | Smarthus | 33 |
| 4.2.1 | Analyse av SG Smart | 33 |
| 4.2.2 | Analyse av Delta Dore | 35 |
| 5 | Diskusjon | 37 |
| 5.1 | Elbil-lading | 37 |
| 5.1.1 | Målinger boligblokk Gjøvik | 37 |
| 5.1.2 | Beregninger av Mesnakvartalet i Lillehammer | 38 |
| 5.2 | Smarthus | 39 |
| 5.2.1 | SG Smart | 39 |
| 5.2.2 | Delta Dore | 39 |
| 5.2.3 | Energibesparelse | 40 |
| 6 | Konklusjon | 41 |
| | Referanser | 42 |
| | A Vedlegg - Målinger | 44 |
| | B Vedlegg - Beregninger | 46 |

Figurer

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Skisse av effektfordelingen i kraftnettet i løpet av et døgn. [5] | 3 |
| 2 | Effektbruk og Effektutvikling [3] | 4 |
| 3 | TN-C-S system med splittet PEN-leder. [8] | 6 |
| 4 | Eksempel på effektforbruk med og uten APM-måler. [11] | 8 |
| 5 | Zaptec lader. [13] | 10 |
| 6 | Blokkskjema av Zaptec ladessystem. [11] | 10 |
| 7 | Illustrasjon av funksjoner som kan inngå i et smarthus. [19] | 13 |
| 8 | Eksempel på effektfordelingen i en enebolig. [20] | 14 |
| 9 | Energiforbruk med og uten smarthus installasjon. [19] | 15 |
| 10 | Oppkobling av måleinstrumentet i boligblokken i Gjøvik. | 19 |
| 11 | Analyseprogram og Zapcloud | 20 |
| 12 | Effektforbruket tirsdag 19 mars. | 25 |
| 13 | Effektforbruket søndag 24 mars. | 25 |
| 14 | Tiden elbilene er tilkoblet laderne i uke 12. | 26 |
| 15 | Energien brukt av ladeanlegget i uke 12. | 27 |
| 16 | Effektbruken på inntaket sammenlignet med effektbruken på elbil-ladeanlegget. | 28 |
| 17 | Effektbruken av ladeanlegget i løpet av 10 måneder. | 30 |
| 18 | Ladetiden i løpet av 10 måneder. | 30 |
| 19 | Høyeste effekttopp, gjennomsnittlig effektforbruk og beregnet effekt. | 31 |
| 20 | Beregnet effekt på inntaket og ladeanlegget med ulike ladesystemer. | 33 |
| 21 | Demo med SG utstyr. | 34 |
| 22 | Skjerm bilde av SG sin applikasjon. | 34 |
| 23 | Demo med Stork utstyr. | 35 |
| 24 | Skjerm bilde av Stork sin applikasjon | 36 |

Tabeller

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Dimensjonering av inntak Mesnakvartalet bygg C. | 21 |
| 2 | Oversikt over tid og brukt energi på ladeanlegget i uke 12 | 26 |
| 3 | Effektbruken på inntaket og elbil-ladeanlegget. | 27 |
| 4 | Elbil-ladingen i løpet av 10 måneder. | 29 |
| 5 | Høyeste effekttopp og gjennomsnittlig effektforbruk i uke 12. | 31 |

Definisjoner

NEK 400 - Det sentrale henvisningsgrunnlaget i forskrift om elektriske lavspenningsinstallasjoner.

Aktuator - Et pådragsorgan som ved hjelp av elektrisk strøm utfører en funksjon.

Samtidighetsfaktor - En verdi på hvor mye effekt som vil bli brukt samtidig.

Overdimensjonering - Beregnet til å være større en nødvendig.

Inntak - Det punktet bygget kobles til strømmettet.

Effekttopp - Den høyeste effekten som blir brukt.

1 Innledning

I 2017 var 20,9% av alle nyregistrerte biler elektriske. I 2018 økte prosentandelen til 31,2%. Elektriske og ladbare hybridbiler utgjorde i 2018 49% av alle nyregistrerte biler. 1. Januar 2019 var det registrert nesten 300 000 elektriske og hybridbiler i Norge. [1] Dette fører til et stort behov for ladestasjoner både offentlig og i private boliger. I en boligblokk med parkeringskjeller kan det bli et stort behov for elbil-ladere. Med dagens regler må det beregnes en samtidsfaktor 1 på kurser til elbillading uten effektstyring. Dette kan føre til overdimensjonering av inntak på nye bygg eller dyre utbygginger i eksisterende bygg. I denne oppgaven har gruppen sett nærmere på om det er nødvendig å dimensjonere elbil-ladere på denne måten eller om det finnes andre alternativer.

Smarthus funksjoner blir mer og mer utbredt. Dette gjør at mange produsenter av elektromateriell legger mer fokus på sine smarthus løsninger. I bygg C i Mesnakvartalet på Lillehammer er det planlagt å bygge 31 leiligheter. Dette er leiligheter på størrelse fra 76,5 til 122,9 kvadratmeter. I leilighetene er det tegnet og beregnet en standard bolig installasjon ut i fra NEK:400. Denne installasjonen inneholder det NEK:400 krever til boliginstallasjon. I denne oppgaven har gruppen sett nærmere på de forskjellige funksjonene som kan inngå i et smarthus og de forskjellige leverandørene som tilbyr dette.

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for prosjektet er utbyggingen av Mesnakvartalet på Lillehammer, der Norconsult har ansvar for rådgivning innen elektrofag. Norconsult ønsker hjelp fra studentene til å forsøke å finne og dokumentere mulige løsninger for å få ned den installerte effekten inn på bygget. Ingeniørene i Norconsult har satt spørsmålsteget til dagens dimensjonering av boligblokker med elbil-lading og lurer på om anleggene blir overdimensjonert. I denne oppgaven har gruppen satt fokus på effektregulering av elbil-ladning. Norconsult ønsker også at gruppen skal se nærmere på smarthus funksjoner som kan inngå i leilighetene og om de kan minske effektbruken til bygget.

1.2 Mål

Målet med prosjektet er å finne ut om det er mulig å redusere installert effekt i en boligblokk ved hjelp av effektregulering av elbil-ladeanlegg og smarthus installasjon i leilighetene. Dette blir gjort for å unngå overdimensjonering av inntak og trafoer.

Problemstilling: Er det mulig å redusere installert effekt i boligblokk ved effektregulering av elbil ladeanlegg og smarthus-løsninger?

1.3 Mottaker

Denne oppgaven er skrevet for Norconsult AS avd. Lillehammer og fagpersoner innen elkraft.

1.4 Oppbygning av rapporten

Rapporten starter med en innledning, bakgrunn og mål for oppgaven. Etter innledningen kommer teori delen, dette for at leseren skal få et teoretisk grunnlag for hva som kommer senere i oppgaven. Deretter kommer det en gjennomgang av metodene som har blitt brukt. Resultatene fra metoden og diskusjonen rundt resultatene blir så presentert. Til slutt kommer det en konklusjonen. Hvert kapittel er delt inn i to hoveddeler, elbil og smarthus som igjen er delt inn i underkapitler for de forskjellige tilfellene.

1.5 Etiske utfordringer

I denne oppgaven har det ikke hvert store etiske utfordringer, men gruppen har tatt hensyn til noen etiske utfordringer underveis. Gruppen har tatt stilling til om leverandørene følger de norske arbeids og miljølovene i valg av utstysleverandør. Oppgaven inneholder ikke noe som skal taushetsbelegges så derfor kreves det ikke taushetsbelagt avtale mellom gruppen og oppdragsgiver. Gruppen har fått tilgang til sensitiv informasjon som brukernes navn og lademønster, og har derfor ansvar for å holde denne type informasjon utilgjengelig for andre enn gruppen selv.

2 Teori

I denne delen av oppgaven blir teori som er relevant for oppgaven presentert for å få en forståelse for det tekniske oppgaven inneholder.

2.1 Effekt

Effekt blir definert som omsatt energi per tidsenhet. [2] Elektrisk effekt har enhet Watt (P) som er strømstyrken (I) og Spenningen (U) ganget med hverandre.

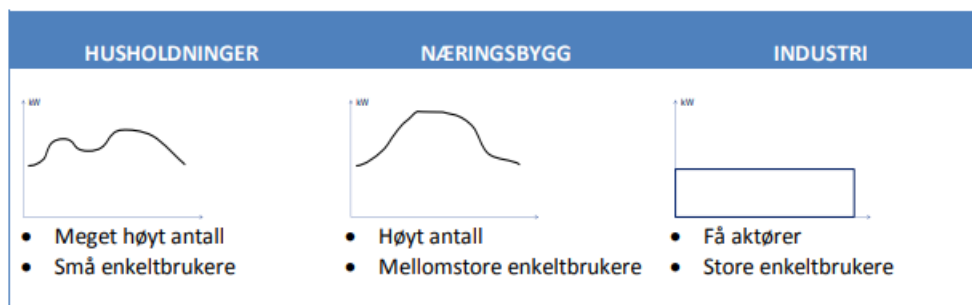
Gitt ved formelen: $P = I * U$

Det blir ofte brukt kWh som benevnelse når det snakkes om effekt, dette er den gjennomsnittlige effekten som blir målt innen en time.

2.2 Effekttopper

Det elektriske kraftnettet i Norge blir stadig mer belastet, spesielt på visse tider av døgnet og året. Ved at mange bruker strøm samtidig, gjør dette at det blir effekttopper. Disse kan ha store påkjenninger på nettet og det elektriske anlegget. Det er forskjell på boliger og næringsbygg med når på døgnet effektbruken er størst. [3]

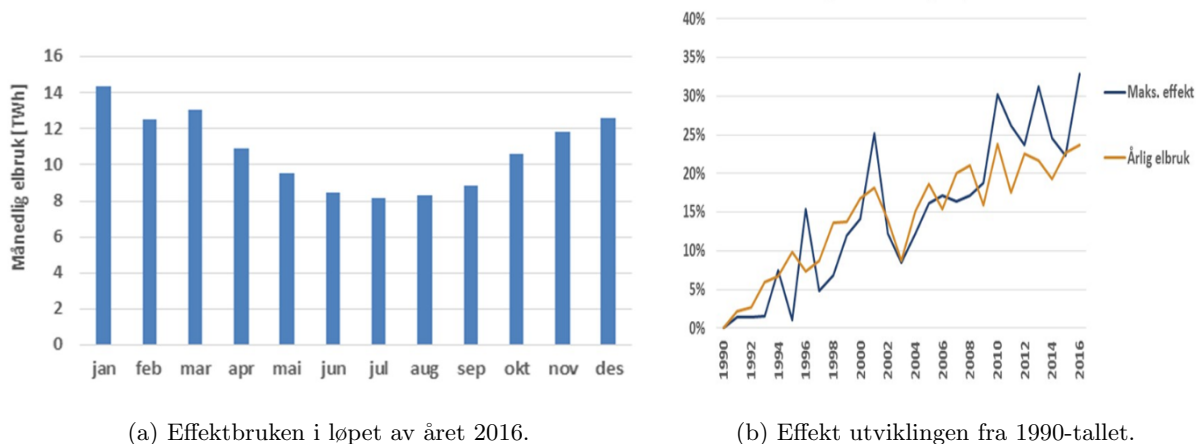
I boligsektoren er effekttoppene størst på morgenen og ettermiddagen, dette er tidpunkter i døgnet når det er mest aktivitet i hjemmet. På morgenen blir varmen skrudd opp etter natten og det blir mer aktivitet. Litt av det samme skjer på ettermiddagen da mange kommer hjem etter endt arbeidsdag, varmen blir igjen skrudd opp og det blir igjen mer aktivitet i hjemmet. I næringsbygg kommer derimot effekttoppen først når arbeidsdagen starter mellom klokken 08.00 og 10.00. Effekten stiger da kraftig, og holder seg høyt gjennom arbeidsdagen. [4]



Figur 1: Skisse av effektfordelingen i kraftnettet i løpet av et døgn. [5]

I vinterhalvåret er effektbruken en god del større enn i sommerhalvåret, dette kommer hovedsaklig av at det brukes mer effekt til oppvarming i løpet av vinteren. Det fører til at de største effekt-

toppene kommer på kalde vinterdager. [3] Dette kommer frem i figur 2a. Effekttoppene kan bli enda større når det kommer flere elbiler på markedet og ladingen blir gjort på ettermiddagen etter endt arbeidsdag. Dette vil føre til at belastningen på kraftnettet øker ytteligere. Det blir særdeles viktig i fremtiden å ha et fokus på effekttoppene og finne løsninger for å redusere dem. På Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE) sine nettsider beskrives det at effektbruken har økt gradvis siden 1990 tallet. Den årlige bruken har stortsett økt gradvis, men effekttoppene har blitt vesentlig større de siste årene. Dette kommer frem i figur 2b.



Figur 2: Effektbruk og Effekttutvikling [3]

Statnett utførte i 2018 en langsiktig markedsanalyse av markedsutviklingen i Norden og nord i Europa frem mot 2040.[6]. Denne rapporten viser til at behovet for elektrisk energi kommer bare til å øke frem mot 2040. Kraftnettet kommer til å bli belastet ytteligere enn i dag. Fremover vil det bli viktig å fordele og redusere effekttoppene mer utover døgnet for å få ned kostnadene til oppgradering og utbygging av kraftnettet. Ved å kunne fordele effekttoppene til tider av døgnet der det brukes lite effekt, vil det også bli mindre overdimensjonering av anlegg.

2.3 Forskrifter og normer

Ved arbeid på elektriske anlegg eller installasjon av elektriske anlegg gjelder det egne forskrifter og normer som må følges for å kunne utføre et sikkert arbeid, slik at den elektriske installasjonen blir gjort på en trygg og sikker måte.

2.3.1 Forskrift om sikkerhet ved jobb på elektriske anlegg, FSE.

FSE er en forkortelse for: “Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg“. [7] Forskriften er for å ivareta sikkerheten til personer som utfører arbeid i eller nær ved elektriske

anlegg. Det kreves et årlig kurs for å få lov til å jobbe på elektriske anlegg. Ved oppkobling av måleinstrumentet ble FSE forskriften fulgt.

2.3.2 Forsyning av elektriske kjøretøy, NEK 400.

I NEK 400:2018 er det forskrifter som beskriver forsyning av elektriske kjøretøy. Avsnitt 722.302 i NEK 400 som omhandler maksimal last og samtidighet. Den beskriver at uten laststyring på ladeutstyret og/eller installert oppstrøms på ladeutstyret må det bergenes med en samtidighetsfaktor på 1. Det vil si at med en form for laststyring på ladeutstyret og/eller før ladeutstyret er det ikke et krav med samtidighetsfaktor på 1. [8]

2.3.3 Forsyningssystem TN-C-S

Lavspenningsnettet i Norge er bygget opp ved tre forskjellige fordelingssystemer og disse er IT, TT og TN. I boligblokken som det ble målt på inntaket var det et TN-C-S fordelingssystem og derfor blir det kun sett på TN-C-S systemet i denne oppgaven.

Bokstav betydning:

Første bokstav- Forholdet mellom fordelingssystemet og jord: T = Direkte forbindelser av ett punkt til jord

Andre bokstav - Forholdet mellom utsatte ledende deler og jord, uavhengig av enhver systemjording:

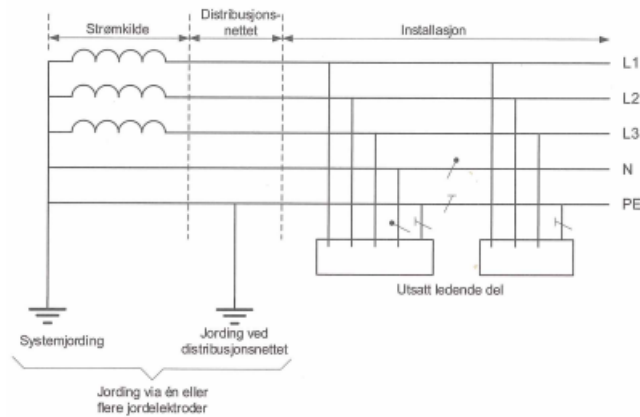
N = Direkte elektrisk forbindelse mellom utsatte ledende deler og det jordede punkt i fordelingssystemet (i AC-systemer er det jordede punkt i fordelingssystemet nøytralepunktet, eller hvis et nøytralepunkt ikke er tilgjengelig, en faseleder)

Etterfølgende bokstaver - Forholdet mellom nøytrallede og beskyttelsesledere:

S = Beskyttelsesfunksjon ivaretas av en leder som er adskilt fra nøytrallederen, eller fra den jordede faseleder (hvis det i et AC-system er benyttet jording av en fase som systemjording)

C = Nøytral- og beskyttelsesfunksjonen er kombinert i en leder (PEN-leder)[8]

TN-systemet er det vanligste fordelingsnettet i Europa og det benyttes også mer i Norge når det bygges ut nye områder og fordelingsnett. TN-systemet er bygget opp ved 3 faser og en PEN-leder. TN-systemet har en linjespenning på 400V mellom fase-fase og en fasespenning på 230V mellom fase-nøytrallede. I TN-C-S systemet kommer det fra transformatoren 3 faser og en PEN-leder til leveringspunktet. I det første fordelingspunktet splittes PEN-lederen til en PE-leder (jord) og N-leder (nøytrallede). Se figur 3.



Figur 3: TN-C-S system med splittet PEN-leder. [8]

2.4 Fluke 1732 trefaselogger for elektrisk energi

Fluke 1732 trefaselogger brukes til å registrere og logge spenning, strøm, effekt, effektfaktor, energi og tilhørende verdier automatisk. Måleinstrumentet er merket med sikkerhetsklassifisering 600V CAT IV/1000V CAT III. Instrumentet har optimalisert brukergrensesnitt med rask, guidet, grafisk oppsett som skal redusere usikkerhet om hvordan instrumentet kobles. “Fluke energy analyze plus 3.5” er programvaren som blir brukt for å analysere måledataene.

2.5 Avanserte Måle- og Styringssystemer

Avanserte Måle- og Styringssystemer eller AMS som det forkortes skal innen 1. januar ha blitt byttet inn for den gamle tradisjonelle strømmåleren hos alle strømbonnter. AMS vil gi mange nye funksjoner som vil komme til god nytte i fremtiden.

Funksjonskravene står beskrevet i Forskrift om måling, avregning, fakturering av netjtjenester og elektrisk energi, nettselskapets nøytralitet mv. § 4-2:

- a) lagre måleverdier med en registreringsfrekvens på maksimalt 60 minutter, og kunne stilles om til en registreringsfrekvens på minimum 15 minutter,
- b) ha et standardisert grensesnitt som legger til rette for kommunikasjon med eksternt utstyr basert på åpne standarder,
- c) kunne tilknyttes og kommunisere med andre typer målere,
- d) sikre at lagrede data ikke går tapt ved spenningsavbrudd,
- e) kunne bryte og begrense effektuttaket i det enkelte målepunkt, unntatt trafomålte anlegg,
- f) kunne sende og motta informasjon om kraftpriser og tariffer samt kunne overføre styrings- og jordfeilsignal,

- g) gi sikkerhet mot misbruk av data og uønsket tilgang til styrefunksjoner og
- h) registrere flyt av aktiv og reaktiv effekt i begge retninger.

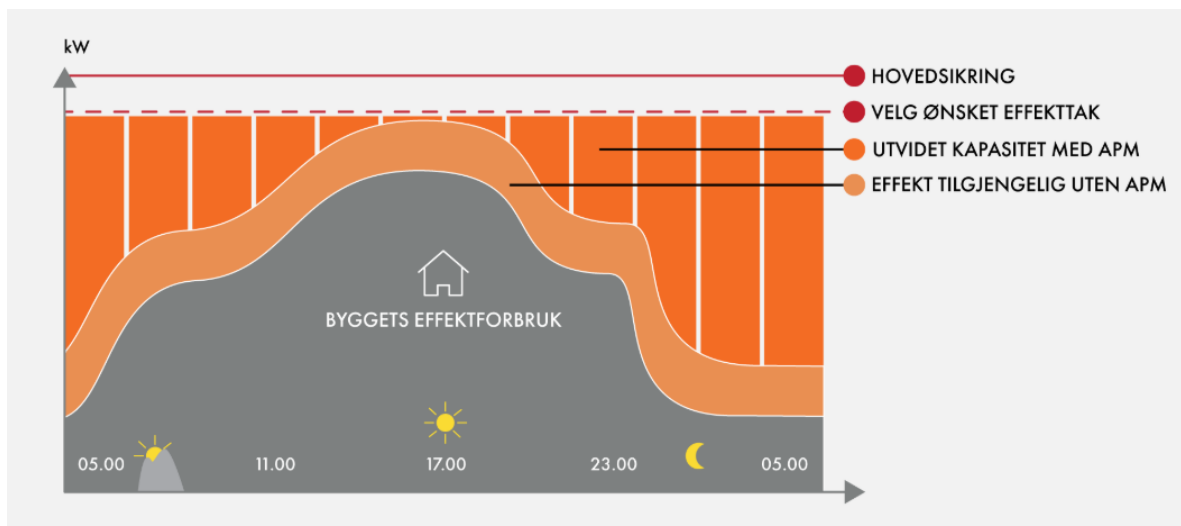
Norges vassdrags- og energidirektorat kan etter søknad i særlige tilfeller gi dispensasjon fra enkelte funksjonskrav.[9]

Det vil si at med den nye AMS-måleren som nå er installert hos alle norske strømbonnter vil gi mulighet til å kommunisere med et smarthus system. Dette åpner dørene til en helt ny måte å effektivisere strømforbruket på, både med tanke på økonomi og miljø. Som beskrevet i forskriften skal det være mulig å se den totale effektbruken på en skjerm eller på telefonen via en applikasjon. Tanken bak er å gjøre forbrukeren mer bevisst på strømbuken og prøve å kutte den ned eller fordele strømbuken på andre tider av døgnet når strømmen er billigere. Det er her smarthus og smart elbil-ladere kommer til god nytte. Nettselskapene ønsker å fordele nettleien slik at kunder som bruker mye strøm på effekttoppene, når nettet blir mest belastet, skal betale mer i nettleie enn kunder som bruker lite strøm på disse tidspunktene. Målet med dette er å unngå å bygge ut nettet unødvendig når forbrukeren heller kan endre på forbruket. Med andre ord kan det være mulig at smarthus og smart elbil-lading kan gi en liten økonomisk gevinst i fremtiden.

Med den nye AMS måleren vil det også være mulig å produsere strøm fra eksempelvis solceller på taket og sende overskuddet tilbake på nettet når produksjon er høyere enn forbruket. Dette er også en funksjon som kan integreres i et smarthus og smart elbil-lading.

2.6 Effektreguleringssystem for elbil-ladeanlegg

Effektreguleringssystem kan gi en god utnyttelse av det elektriske anlegget i bygg med elbil-lading. Det gjør det mulig å utnytte den tilgjengelige effekten på en mest mulig effektiv måte. Dette gjøres ved å sette en måler i hovedtavlen på inntaket, som måler effektforbruket til enhver tid. Med oversikt over effektforbruket, kan den tilgjengelige effekten brukes av elbil-ladeanlegget. Måleren sender informasjonen til ladeboksene som regulerer og bruker den tilgjengelige ladeeffekten. Er det flere som ønsker å lade samtidig, fordeles den tilgjengelige effekten etter behov mellom ladeboksene. Det kan settes en maks effekt som en øvrig grense på effektuttaket i anlegget for å unngå store effektopper. Figur 4 viser at med et effektreguleringssystem er det mye mer tilgjengelig effekt som kan brukes til lading av elbil. Da spesielt på tider av døgnet det er lite aktivitet i boligen. Dette vil si at når det er lite effekt tilgjengelig, reduseres effekten som brukes til elbil-ladeanlegget. [10]



Figur 4: Eksempel på effektforbruk med og uten APM-måler. [11]

Det er to typer effektregulering, dynamisk og statisk regulering. Den dynamiske reguleringen er som forklart ovenfor, nemlig at den tilgjengelige effekten på inntaket blir fordelt på elbil-ladeanlegget. I den statiske reguleringen er det estimert hvor mye effekt som vil være tilgjengelig for ladeanlegget, en fastsatt verdi. Denne effekten vil bli fordelt over alle laderne etter behov. Ladeanlegget vil ikke kunne lade med mer enn den angitte verdien, selv om det er mer effekt tilgjengelig. [10]

2.7 Elbil-lading

2.7.1 Lademoduser

Elbil-lading kategoriseres inn i fire forskjellige moduser. Disse har forskjellige funksjoner og benyttes av forskjellige biler. Lademodusene er standardisert av "The International Electrotechnical Commission" under standarden IEC 62196.

Mode 1 er den modusen som krever minst av installasjonen i bygget, men er også den med minst sikkerhet. Her brukes bare en vanlig Schuko kontakt og lader på maksimalt 16A. En kan bruke 1-fase 230V eller 3-fase 400V, det bestemmes av hvilket fordelingsnett det er i bygget. Bilen bruker sin innebygde lader for å gjøre strømmen om fra AC til DC. Her er det ingen sikkerhetsfunksjon og bilen kobles direkte til strømmettet.

Modus 2 krever heller ikke mye av installasjonen i bygget, men er litt sikrere enn modus 1 på grunn av ladekabelen. Ladekabelen har en innebygd sikkerhetsfunksjon som skal håndtere noen av risikoene som kan oppstå. Denne sikkerhetsfunksjonen heter "Electric Vehicle Supply Equipment" og forkortes EVSE. EVSE kommuniserer med laderen som er innebygd i bilen og bestemmer

hvor mye effekt som skal trekkes fra nettet. Modus 2 lader på 230V 1-fase og 400V 3-fase, men kan lade med strøm opp til 32A.

Modus 3 krever at det monteres et eget ladeuttak eller ladestasjon som det kalles. Dette krever en større jobb med installasjonen i bygget. Sikkerhetsfunksjonene som sitter i ladekabelen på modus 2 sitter nå i den fastmonterte ladestasjonen. Den fastmonterte ladestasjonen kommuniserer med bilen og vet hvor mye effekt som er tilgjengelig fra installasjonen. Med modus 3 er det mulig å integrere smarthusløsninger, men ladestasjonen må støtte funksjonene. Disse funksjonene kan heve og senke effekten den trekker ut fra det øvrige forbruket i bygget. Her er det også mulig å bestemme at ladingen skal skje på tider av døgnet når brukeren ikke bruker mye strøm.

Modus 4 er ikke beregnet til bruk i bolig hus eller blokker, men offentlige ladestasjoner. Dette er hurtigludere som sender DC rett inn på batteriet på bilen og går ikke via AC-laderen som er innebygd. Ladestasjonen kommuniserer med bilen og leverer maksimal ladeeffekt rett på batteriet. Bilen gir beskjed til ladestasjonen hvor stor ladeeffekt den kan motta og ladestasjonen mater på med så høy effekt som mulig.[12]

2.7.2 Ladetid og kjørelengde

Den gjennomsnittlige kjørelengde på et år i Norge er ca 12 500 km. Dette gir en ca gjennomsnittlig kjørelengde per dag på 34 km. En times lading med 7,3kW gir Jaguar I-pace en rekkevidde på 38 km. En elbil står gjerne tilkoblet laderen hele natten. Ofte har elbilen nok strøm til å kjøre en tur på kvelden uten å måtte lade med en gang en kommer hjem fra jobb. Å lade elbilen om natten vil ikke øke effekttoppen. Med den nye AMS måleren vil det etterhvert bli mulig å få lavere strømpris på natten, enn på dagen og kvelden. Dette fordi det totale strømforbruket er mindre på natten.

2.7.3 Leverandører

Det finnes mange forskjellige leverandører til elbil-ladere. Gruppen har tatt for seg noen få og satt seg mer inn i disse.

Zaptec

Zaptec er et norsk selskap som leverer elbil ladesystemer som blir produsert og solgt i Norge. Selskapet spesialiserer seg innenfor smart ladning av borettslag og større parkeringsanlegg. Zaptec benytter seg av et kommunikasjonsgrensesnitt og skykobling via Wifi 2,4GHz. Dette kommuniserer sammen med et administrert system via Zapcloud. Zapcloud sin funksjon er å fordele og distribuere strømmen som er tilgjengelig likt ut over antall elbiler som er tilkoblet anlegget. Slik at det blir minst mulig effekttopper og en mer jevn ladesyklus ut på nettet. Lastfordeling via Zaptec gjør det

mulig å lade et stort antall elbiler samtidig uten å overbelaste inntaket. Ut i fra hvor mange elbiler som er tilkoblet anlegget samtidig kan Zapchargeren levere ut en effekt fra 1,4kW til 22kW. Figur 5 viser hvordan en Zaptec lader ser ut.



Figur 5: Zaptec lader. [13]

Ved hjelp av last og fasebalanseringsalgoritmen som er integrert i Zaptec sine ladere sammen med Zaptec sitt APM måler system vil ladeanlegget bli fullt optimalisert. APM måleren blir montert etter hovedsikringen som sender målerdata via Zapcloud ut til elbil-ladene. Måleren registrerer effektforbruket kontinuerlig til hele bygget og regulerer seg automatisk i henhold til tilgjengelig effekt. Figur 6 viser hvordan et slikt anlegg er bygget opp.



Figur 6: Blokk-skjema av Zaptec ladessystem. [11]

Dette systemet kan brukes både i TN, IT og TT-nett. Laderen vil justere seg automatisk mellom en eller tre fase ut i fra forbruket i bygget. Systemet kan levere en ladestrøm på 7,3kW ved 32A 1-fase og 22kW ved 32A 3-fase. Det sist nevnte gjelder kun ved TN-nett system. Zaptec laderen har et innebygd jordfeilvern av typen B og innebygget 3*40A type C automat. Zapcharger Pro tillater maks 63A forankoblet sikring ut i installasjonen. Laderen har en type 2 ladekontakt som er i henhold til internasjonal standard. [14] Dette kan også styres via applikasjon. Via Zapcloud sin applikasjon har brukeren full oversikt over forbruket sitt til enhver tid. Det er mulig å se logg over når laderen har blitt brukt og hvor mye effekt som har blitt brukt. Zapcloud er en gratis applikasjon som inneholder oversikt over forbruk og betalingsløsninger som passer både for privatpersoner, borettslag og bedrifter. Dette gjør det mulig å fordele utgiftene ut i fra det som blir brukt på hver ladestasjon. Zapcloud registrere hver gang din elbil lader via Zapcharger Pro og loggfører når på døgnet laderen er i bruk. Dette er god løsning for større bedrifter og næringsbygg hvor det er flere personer som bruker ladesystemet. Zaptec har også mange andre samarbeidspartnere som tar av seg automatiske betalingsløsninger. Dette er for eksempel via Smartcharge eller Charge365. [15]

ELKO Smart Elbil-lader

ELKO AS er et norsk selskap med egen fabrikk i Norge. ELKO skriver på sine nettsider at “ELKO er ledende innen produksjon av elektroteknisk materiell. I alle aktiviteter tilstrebtes en høy miljøstandard. ELKO ønsker å oppnå utvikling og produksjon av miljøvennlige produkter. Et ledd i denne utviklingen er å velge miljøbevisste underleverandører. Det jobbes også for å nå et minimalt ressurs og materialforbruk.”[16]

ELKO sin smart elbil-lader har type 2 uttak designet for Mode 3 elbil-lading. Laderen har et innebygget DC-vern iht. NEK400:2018, dette vil si at det ikke trengs type B-vern på kursen til laderen. Laderen kan lade på 32A kurs med effekt fra 1,4kW til 22kW, eller en 16A kurs med effekt fra 1,4kW til 11kW. Dette kan programmeres i ELKO sin egen Smart Home applikasjon.

Spenninger som kan brukes på laderen er 1-fase 220-240 V med 50/60 Hz eller 3-fase 380-415 V 50/60 Hz. Kapslingsgraden er IP54. Denne ladestasjonen kan kommunisere og styres fra ELKO Smart Home applikasjonen og kan integreres i et smarthus. Etter å ha lest databladet til ELKO sin lader og vært i kontakt med ELKO sin kontakt i Hedmark og Oppland har gruppen funnet ut at denne smartladeren ikke er beregnet for bruk på store anlegg som boligblokker. Laderen har ikke den funksjonen som gir mulighet til å kommunisere med flere ladere og måle effekten på hovedinntaket som trengs i denne oppgaven. Denne smartladeren er kun beregnet for brukt på eneboliger og hytter der det kun er behov for et ladepunkt. [16]

KEBA

KEBA er et Østerisk firma som har hovedkontor i Linz og har siden 1968 hatt et stor innovativt fokus på ny teknologi og fremtidsrettede løsninger. Det er et internasjonalt firma som er etablert over hele verden. De har siden 2009 spesialisert seg på blant annet elbil-ladning og har kommet nå med den nye modellen KeContact P30 elbil-ladestasjon. Den blir produsert i fabrikk i Linz. Maskin- og programvareløsninger blir gjort på samme sted og blir testet i KEBA sine eget laboratorium. BilLader.no er den norske leverandøren av KEBA sine smart elbil-ladere i Norge, de leverer og bergener større laststyrte garasjeanlegg.[17]

KeContact P30 er en tredje generasjon av elbil-lader fra KEBA. Denne ladeenheten har blitt mer intelligent, den kan nå effektstyre og kommuniserer med resten av anlegget. Den er delt opp i fire utstyrsserier: e-serie, b-serie, c-serie og x-serie. De to første seriene har grunnleggende funksjoner og er uten spesielle kommunikasjons og styrings muligheter. c- og x-serien har dermed flere muligheter til styring av ladingen. Laderen er av type 2 som er tilpasset Europeisk elbiler. KeContact P30 laderen har et OCPP (Open Charge Point Protocol) kommunikasjonsprotokoll som forbinder ladestasjonene til et sentralsystem. Dette muliggjør effektstyrt lading, overvåkning og avregning. KeContact P30 x-serien kan lades med 1 fase med 230V og 3 fase med 400V. Den kan installeres med en 32A sikring og kan lade opp til 22kW. Laderen har en kapslingsgrad på IP54 og den tåler temperatur fra -25 til + 40 grader. [18]

I en epost skriver Roar Østby som jobber hos BilLader.no at anleggene prosjekteres med inntil 100 ladere i både TN-nett 400V og IT-nett 230 V. De har laststyringssystem som i prinsippet kan styre andre typer ladere som har et OCPP kommunikasjonsystem. Ladesystemet kan måle kontinuerlig på hovedinntaket og regulere hva ladeanlegget kan disponere av effekt (dynamisk laststyring). Det beskrives at de også har funksjoner som hjelper til med å unngå problematikken som kan oppstå ved effekttopper. Med tanke på Elbil-ladestasjonen som skal installeres i Mesnakvartalet i Lillehammer er x-serien med lade type 2 mest aktuell da denne muliggjør intelligent laststyring.

2.8 Smarthus

Det er ikke noen offisiell definisjon på hva et smarthus skal inneholde. Automatisering, digitalisering og energibesparende hus er begreper som kan inngå i et smarthus. Et smarthus kan være et hus hvor komponentene i det elektriske anlegget kommuniserer på en lukket frekvens slik at det er mulig å automatisere og effektivisere boliginstallasjonen. Det er helt opp til brukeren, mulighetene er uendelige og det er bare fantasien som setter grenser. Smarthus kan gi brukeren muligheten til å ha full oversikt over boligen, om du er til stede eller ikke. Brukeren har full oversikt hva som skjer i boligen, alt i fra lysstyring til automatisering av garasjen. Ved hjelp av en styreenhet, enten om det

er en smarttelefon eller sentralenhet som er plassert i boligen. Dette er en god løsning som kan være energibesparende. Det finnes mange leverandører og elektrofirmaer som spesialiserer seg innenfor smarthus med fokus på effektivisering av boliger og næringsbygg. Smarthus fungerer via et system som er sammenkoblet, både trådløst og kablet anlegg. Enheter som snakker sammen trådløst er mer vanlig i boliger og mindre bygg. Det finnes også smarte løsninger når det kommer til større bygg og næringsbygg. Da er det mer vanlig med et buss-system, hvor alle enheter i anlegget er koblet sammen fysisk via kabler.

2.8.1 Funksjoner

Det er mange forskjellige funksjoner som kan inngå i et smarthus. Gruppen har tatt utgangspunkt i lysstyring, varmestyring, sikkerhet og ENØK i denne oppgaven. En illustrasjon over forskjellige funksjoner som kan inngå i et smarthus system er vist i figur 7 under.



Figur 7: Illustrasjon av funksjoner som kan inngå i et smarthus. [19]

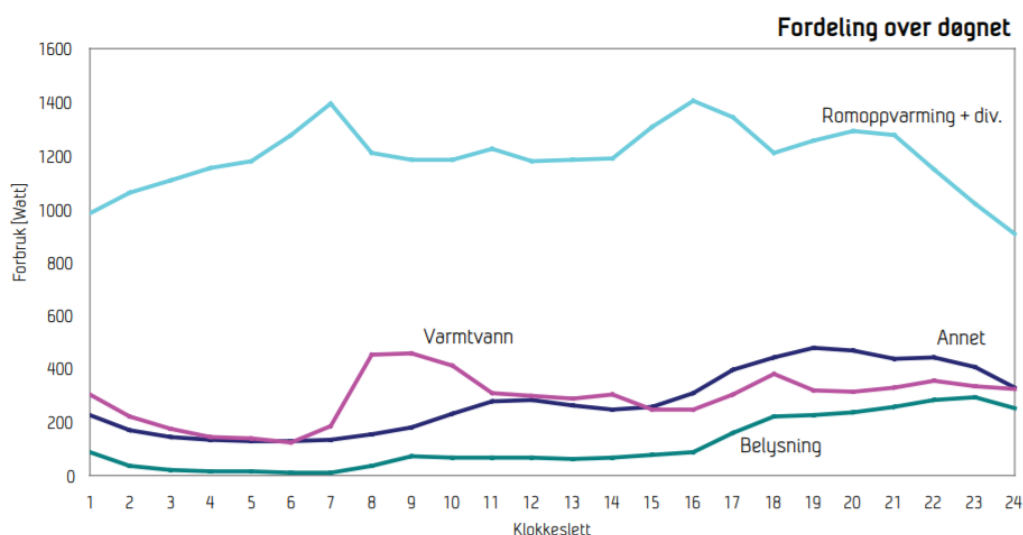
Lysstyring

Det er mange forskjellige lyssystemer med muligheter som er designet for å gjøre dagen lettere for brukeren. Alle leverandører har sitt eget system, men er i bunn og grunn bestående av de samme funksjonene. Med egendefinerte lyssoner er det mulig å styre lyset akkurat som brukeren vil. Det er mulig å opprette flere scenarier som eksempelvis kan slå alt lyset av eller på. En kan sette scenarier

for forskjellige bruksområder. Et eksempel på det er å dimme alt lys til en forhåndsinnstilt prosent for å få det beste lyset til å se på tv. Scenariet kan aktiveres enten med et trykk på en bryter eller med applikasjonen. Bevegelsessensorer og tidsfunksjoner kan også brukes for å være med å styre lyset i et smarthus.

Varmestyring

I Norge blir det brukt mye strøm til oppvarming av husstander. I følge EU-prosjektet "REMODE-CE" er det gjort en undersøkelse med 100 boliger. Resultatet fra denne viser at ca. 75 prosent av det årlige strømforbruket går til oppvarming. Hvorav 15% går til oppvarming av vann og 60% til oppvarming av bolig.[20] Figur 8 under er det en oversikt over forbruk i en typisk boligen, over et døgn.



Figur 8: Eksempel på effektfordelingen i en enebolig. [20]

Ved å bruke varmestyring i et smarthus kan brukeren styre en stor del av strømforbruket. Det finnes flere forskjellige måter en kan implementere varmestyring i et smarthus på. Noen funksjoner kan ta hensyn til værvarsel, aktiviteten i boligen og strømprisen. Informasjonen som hentes inn brukes til å optimalisere strømbruken. Senking av temperaturen på tidspunkter det ikke trengs varme, eller oppvarming når strømmen er billigst kan bidra til bedre inneklima og muligens redusere strømforbruket. Ved bruk av automatisk solavskjerming kan boligen utnytte solenergien mest mulig, enten det er å stenge ute solen om sommeren når det er varmt, eller slippe inn solen om vinteren når det er kaldt ute.

Sikkerhet

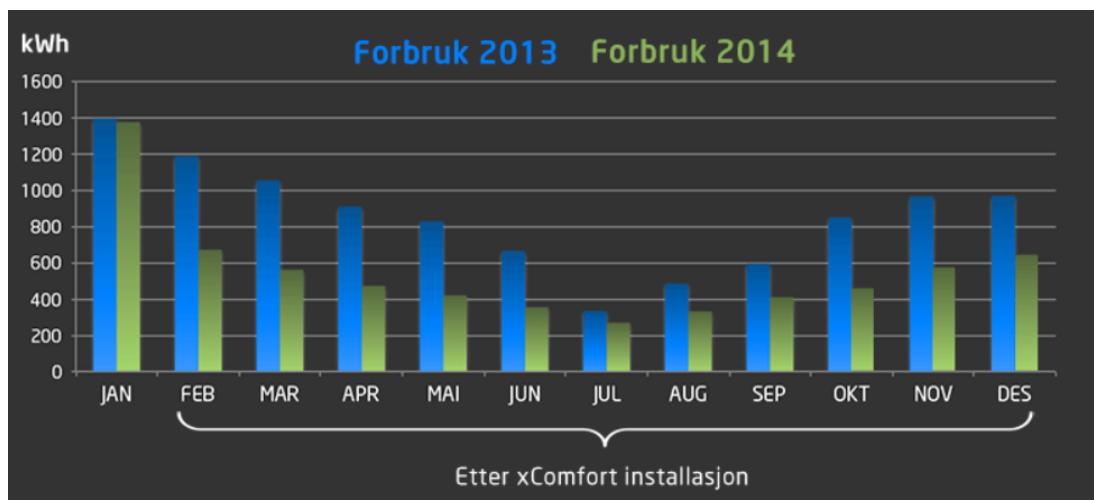
Det er mange sikkerhets funksjoner som kan implementeres i et smarthus. En kan bruke aktuatorer for å sikre at kaffemaskinen er slått av, overvåkingskamera for å kunne se inne i boligen når en er borte eller en elektriske dørlåse for å sikre at døren er låst. Alle komponentene blir programert og satt opp i et system der brukeren kan styre alt fra en applikasjon. Smarthus-funksjonene er velferdsteknologi, som muligens vil gjøre det bedre og lettere for eldre å bo hjemme.[21]

ENØK

Enøk er et begrep som betyr å utnytte den tilgjengelige energien bedre, med minst mulig utslipp og de mest gunstige økonomiske tiltak. Dette er mulig med hjelp av moderne teknologi og smarte løsninger. [22]

ENOVA er en organisasjon som er eid av Klima- og Miljødepartementet. ENOVA bidrar med støtte til bedrifter og privat kunder som ønsker energibesparende tiltak. Et eksempel er ved å installere et varmstyringsanlegg kan du få støtte opptil 4000 kroner eller 20 prosent av beløpet. [23]

I et smarthus kan brukeren ha full kontroll over forbruket sitt til enhver tid. Hvis brukeren er klar over strømforbruket sitt kan det også lettere å kutte ned på det. Det gjør så brukeren kan både spare penger og være mest mulig miljøvennlig. I følge en undersøkelse gjort av Roger Samdal [19] har det blitt registrert energiforbruk i en bolig i 2013 og 2014. Forbruket i 2013 er uten smarthus installasjon og i 2014 er det montert et smarthus system, i dette tilfelle xComfort. Se figur 9.



Figur 9: Energiforbruk med og uten smarthus installasjon. [19]

2.8.2 Leverandører

Det er mange forskjellige elektroleverandører som har mye fokus på smarthus systemer. Gruppen har sett nærmere på fire forskjellige leverandører. Disse fire er ELKO, Eaton, SG Armaturen og Stork.

ELKO

ELKO har en smarthus serie som kalles “ELKO Smart Home“. Serien består av dimmer, endevender, termostat og Smart Home Gateway. Alle produktene har integrert kommunikasjonsmodul for å kommunisere med ELKO Smart Home styringssystemet. 3 stk endevendere kan linkes sammen med dimmeren for å kunne styre lys fra opp til fire forskjellige steder. Endevenderen drives av batteri men kan også kobles til trafo for å slippe å bytte batteri senere. Betjening kan skje direkte på utstyret eller via ELKO sin applikasjon. Dersom styringssystemet skulle slutte å virke, fungerer produktene som vanlig med betjenings direkte. Gatewayen er en styringsenhet som kobles til hjemmenettverket med en nettverkskabel. ELKO Smart Home applikasjonen installeres og styres på nettbrett og/eller mobil. Gatewayen kan styres lokalt via hjemmenettverket eller utenfor det lokale nettverket via sky. Dette gir muligheter for fjernstyring av brukerens hjem. ELKO smart home systemt kan kommunisere trådløst med inntil 20 dimmere og 15 termostater. Alle enhetene i systemet har repeaterfunksjon innebygd. Dette lager et maskenettverk som sørger for god kommunikasjon. [24]

Eaton

Eaton er en elektro leverandør som selger og produserer smarthusløsningen xComfort. Systemet gjør det mulig å styre varme, lys, lyd, klima og sikkerhetsfunksjoner osv. Det er et trådløst system som blir koblet opp til det elektriske anlegget for å gjøre det om til et “smarthjem“. Dette er bygget opp av aktuatorer som kommuniserer sammen på et lukket frekvensbånd på 868,3MHZ. Dette er toveis kommunikasjon som er tilegnet bygg automatisering i Europa og er bare tilgjengelig til autoriserte personer.[25] xComfort tilbyr mange smarte løsninger og mange forskjellige produkter som inngår i et smarthjem. Trådløse aktuatorer som blir brukt i systemet er koblet opp mot lyspunktene som gjør det mulig å styre lyset via brytere, fjernkontroller eller smarttelefoner. Lage forskjellige lysscenerier og dimming til forskjellige lysnivåer er noen eksempler. Varmestyringer skjer via varme aktuatorer som også er trådløst styrt. Enheten gjør det mulig å automatisere varmen i boligen, enten om det er elektrisk varme eller fjernvarme. Enkel styring via smarttelefon eller termostater som kommuniserer sammen. Ved hjelp av xComfort sin gateway, Sensio kontroll er det mulig å koble systemet sammen opp mot hjemmenettverket. Gatewayen gjør så alle enhetene kommuniserer sammen. Dette gjør det mulig å styre enhetene via applikasjon på en smarttelefon eller en styreenhet. Applikasjonen gir brukeren oversikt over forbruket.

SG Armaturen AS

SG Armaturen AS er et norsk firma som ble etablert i 1990. SG har hovedfokus på armaturer og lyskilder, men har nå kommet med en smarthus serie som kalles SG smart. SG smart serien består av fem forskjellige produkter. Dimmer, bryter, plug og to typer piller. Systemet kommuniserer med blåtann. Alle enhetene har innebygd blåtann og fungerer som et sprednett der alle komponentene snakker med hverandre for best mulig dekning. Blåtann gjør det også mulig for systemet å kommunisere med en applikasjon på mobil eller nettbrett. En kan styre og programmere systemet fra applikasjonen. Dimmeren er en topolet bryter med enpolet funksjon. Den er laget for fast tilkobling av strøm og montering i vegg eller med påveggskappe. Dimmeren vil fungere som normalt med lokal styring ved evt. feil på systemet. Smart bryteren er trådløs og har ikke muligheter for tilkobling av fast strøm. Den kan styre alle enhetene i systemet og har fire forskjellige knapper som kan programmeres til å styre ønskede enheter. Med bryteren er det mulig å lage scenarier som eksempelvis kan slå av eller på alt lys med et enkelt trykk eller den kan overstyre dimmeren eller piller med en pushdim funksjon. Bryteren kommer med flere deksler som det er gravert inn forskjellige symboler. Piller, eller aktuatoren har samme funksjon som dimmeren bare uten muligheten for styring direkte. Piller kobles til fast strøm i lampen og styres av en bryter og/eller applikasjonen trådløst.[26]

Stork

Stork AS er et norsk firma som er totaltleverandør av utstyr og styringsystemer innenfor elektro og automasjon. De har fokus på smarthus og automasjonsløsninger. De leverer hovedsak to typer styringsenheter for smarthus, KNX og Delta Dore. KNX er et busbasert system som hovedsaklig er et kablet anlegg. Dette egner seg best for større anlegg og næringsbygg. Dette systemet er for avansert for å bruke i en enebolig, da brukergrensesnittet blir for høyt. Delta Dore er et trådløstbasert system som styrer ulike komponenter ved hjelp av en sentralenhet. Sentralenheten blir koblet opp mot nettverksruter, slik at den kan styres via smarttelefon utenfor hjemme. Applikasjonen som blir brukt heter Tydom. Kommunikasjonen med komponentene i anlegget og sentralenheten foregår via radiofrekvens, dette gjør at batterilevetiden på brytere kan vare opp til 10 år. Delta Dore systemet har tre ulike Tydom sentraler med ulike brukergrensesnitt og funksjoner etter hva behovet er. Tydom 1.0 har kun de mest grunnleggende funksjoner. Tydom 2.0 har de samme funksjonene som 1.0, men har en innebygget GSM sender som kan sende alarmmeldinger på sms. Lifedomus er den hjemmesentralen med flest funksjoner. Den kompatibel mot andre enheter som ikke er en del av Delta Dore.[27] Delta Dore systemt leverer smarthusløsninger innen lys, varme, solavskjerming, porter/dører, alarm, overvåking, multimedia og annen sikkerhet. [28]

3 Metode

I dette kapittelet blir metodene som har blitt brukt i oppgaven presentert.

3.1 Elbil-lading

Norconsult ønsker å undersøke om det er mulig å senke den installerte effekten i et bygg ved å styre effekten som blir brukt til elbil-lading. Metodene som er benyttet er målinger på et eksisterende anlegg og beregninger av ulike ladescenarier.

Etter å ha søkt på internett og snakket med forskjellige installatører og ingeniørene hos Norconsult kom gruppen først fram til 3 aktuelle ladesystemer. Etter mer lesing og kontakt med leverandører kom gruppen fram til en leverandør som egnet seg for bruken i det aktuelle bygget. Zaptec er leverandøren gruppen har valgt å ta som utgangspunkt i denne oppgaven, men prinsippet er det samme for alle leverandører som gir mulighet for egen effektmåler på inntaket. Det ble tatt utgangspunkt i Zaptec sitt system siden ingeniørene hos Norconsult foreslo det og anlegget som har blitt målt på og hentet ut data fra er et Zaptec system.

3.1.1 Måling boligblokk på Gjøvik

Gruppen begynte med å ta kontakt med en elektroinstallatør som har montert denne type ladeanlegg. Etter å ha tatt kontakt med Bakke El-installasjon AS på Gjøvik fikk gruppen avtalt et møte med deres saksbehandler på elbillading. På møte fikk gruppen tilgang til Zaptec sin skytjeneste for et ladeanlegg og kontaktperson der anlegget er installert. Gruppen tok deretter kontakt med borettslagets kontaktperson og fikk avtalt et møte for å gjøre målinger.

Før møte med kontaktpersonen i borettslaget der Zaptec anlegget er installert, ble måleinstrumentet testet hjemme hos en av gruppemedlemene i 2 dager. Dette ble gjort for å forsikre seg om at alt fungerer som det skal og målingen blir riktig.

Måling av inntaket ble gjort i en boligblokk på Gjøvik. Måleinstrumentet som ble brukt for å måle forbruket på inntaket var en Fluke 1732 Energi logger. Måleinstrumentet ble koblet til fasene L1,L2,L3 og N leder på hovedsikringen. De fleksible strømprøbene ble koblet rundt kablene ut fra hovedsikringen for å måle strømtrekket til bygget. Deretter ble instrumentet innstilt med riktig innstillinger ved 1 minutts intervaller i 7 dager. Det ble målt fra kl. 09.30 den 18 mars til kl. 09.00 den 25 mars. Ved måling kun en uke, vil validiteten bli lav da forbruket vil variere uke til uke. Dette tas det høyde for i analysen av forbruket, men anses som godt nok til å danne et bilde av forbruksmønsteret på inntaket og effekten som har blitt brukt av elbil-ladeanlegget. Dette kan

også kunne gi grunnlag for dokumentasjon for eventuelle overdimensjonerings av inntak.



Figur 10: Oppkobling av måleinstrumentet i boligblokken i Gjøvik.

Behandling av måledataene

Ved analysen av måledataene fra boligblokken ble programmet “Fluke energy analyze plus 3.5“ brukt. Dette programmet har funksjoner som gjør det mulig å ta ut data om energibruken. Det ble laget egne tabeller og grafer ut fra måledataene i målingen. Dette ble brukt videre i analysen for å fremstille informasjonen bedre. Den informasjonen som er relevant er høyeste effekttopp og gjennomsnittlige effektbruk i kWh. Det vil bli sett på energibruken hver time, fordi måledataene fra Zapclouden er oppgitt i hver time. Zapcloud gir en oversikt over tidspunkter, tid ladet og

energibruken som har blitt brukt av hver enkelt lader. Dataene ble satt i tabeller og grafer sammen med målingene på inntaket for å kunne se hvor mye elbilanlegget utgjør. Dette ble gjort i uke 12 i 2019. Det ble tatt ut informasjon om lademengde og ladesykluser i en 10 måneders periode. Dette tydeliggjør hvor ofte ladeanlegget blir brukt og hvor mye effekt det bruker ved et ladeanlegg på 13 ladere. Måten måledataene blir behandlet og analysert på, er en god og enkel måte å fremstille informasjonen. Ved å sette informasjonen i tabeller og grafer blir det enkelt å se forbruket på inntaket, og ladeanleggets påvirkning på inntaket. Eventuelle overdimensjonerings av anlegget blir synliggjort ut fra målingene. Svakheten med fremstilling av dataene er at det blir gjort noen forenklinger for å kunne lage oversiktlige tabeller og grafer. Ved å ikke forlenge måleintervallet fra et minutt til en time ville tabellenene og grafene blitt uoversiktlige og vanskelige å få noe fornuftig ut av dem. En annen svakhet med målingen er at det kun ble målt en uke.



(a) Fluke Energy Analyze Plus 3.5 [29]

(b) Zapcloud[30]

Figur 11: Analyseprogram og Zapcloud

3.1.2 Effektberegninger av bygg C i Mesnakvartalet

For å gjøre effektberegninger av bygg C i Mesnakvartalet har gruppen tatt utgangspunkt i den opprinnelige effektberegningen som Norconsult har utført. I deres beregninger som en kan se i tabell 1, er det beregnet 9kW per leilighet og det er 31 leiligheter som gir en total effekt på 279kW. Det er regnet inn to heiser på 10kW hver og felles areal på 300 kvadratmeter med forbruk på $20W/m^2$ som gir 6kW. Parkeringskjelleren er det regnet $20W/m^2$ til lys og div, parkeringskjelleren er på 3000 kvadratmeter som gir en total på 60kW. Det er også regnet inn en næringsdel med en kafe på 138kW. Dette gir en total på 503kW. Denne verdien ganges med en samtidighetfaktor på 0,7, som gir en total effekt i bygget på 352kW uten elbil-lading. Samtidighetfaktoren på 0,7 er et tall som kan variere fra bygg til bygg og er basert på erfaringer fra tidligere bygg, hvilke type bygg det er og hva det skal brukes til. Ladeanlegget Norconsult har brukt i beregningen er et 3x63A ladeanlegg, som gir en total på 135kW. På elbilanlegget er det som nevnt i teoridelen et krav i NEK 400 med samtidighetfaktor 1 ved ladeanlegg uten effektstyring.

Tabell 1: Dimensjonering av inntak Mesnakvartalet bygg C.

| Med effektstyring på elbil-ladning | | | | | |
|------------------------------------|--------------|---------------------------------|------------|-----------|-----------|
| 3x63A system | | | | | |
| | | m2/stk | W m2/stk | sam.fakt. | W |
| Boliger | Plan 5 | 3 | 9 000 | 1,0 | 27 000 |
| Boliger | Plan 4 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 3 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 2 | 10 | 9 000 | 1,0 | 90 000 |
| | | | | | |
| Heiser | | 2 | 10000 | 1 | 20 000 |
| Fellesareal | | 300 | 20 | 1 | 6 000 |
| | | | | | |
| Parkering | | 3000 | 20 | 1 | 60 000 |
| Ladesystem | Effektstyrt | 3 | 45000 | 1 | 135 000 |
| | | | | | |
| Næring | 1 stk kafe e | 1 | 138000 | 1 | 138 000 |
| | | | | | |
| | | effekt W | Samtidighe | | Ny effekt |
| | | 503 000 | 0,7 | | 352 100 |
| | | Effekt elbil-ladeanlegg 135 000 | 1 | | 135 000 |
| | | W | | | 487 100 |
| | | Prosent ladeanlegg | | | 27,7% |
| | | A= | | | 703 |

Gruppen har deretter gjort effektberegninger på inntaket i bygg C med ulike systemer for elbil-ladning for å kunne se hvilke betydninger effektstyring av ladeanlegget har på inntaket, kontra tilfeller der ladeanlegget ikke blir effektstyrt. Det er tatt utgangspunkt i Norconsult sine opprinnelige effektberegninger av bygg C. Det eneste som endres i beregningene er den forventede effektbruken av elbil-ladeanlegget. Beregningene av elbilanleggene er gjort ved en samtidighetfaktor på 1, da dette er et krav i NEK 400. I bygg C er det 3 etasjer med parkeringer og 103 parkeringsplasser totalt. Det er 31 leiligheter i bygg C og en næringsdel i plan 1. Ved et scenario der alle 31 leilighetene bestemmer seg for å skaffe seg en elbil-lader og det blir satt opp 9 stk ladere til næringsdelen. Dette blir totalt 40 ladeplasser. Dette anses som et sannsynlig scenario i fremtiden, siden det blir flere elbiler hvert år.

Det tas utgangspunkt i funksjonsbeskrivelsen og logisk tenkning når disse beregningene gjøres. En del forenklinger har blitt gjort for å gjøre beregningene lettere å forstå og for å få frem utfordringene som kan oppstå. I beregningene er det tenkt at alle 40 laderne er i bruk samtidig og lades med den angitte ladeeffekten. Sannsynligheten for at alle 40 laderne lader med samme effekt samtidig er ikke stor, men muligheten er der og er uten effektstyring må det tas til følge at dette kan skje. Det er gjort en vurdering og beregning av 4 ulike systemer/scenarier inkludert det opprinnelige scenariet fra Norconsult som beskrevet i tabell 1. De scenariene som er blitt beregnet anses som mest reelle for å få frem effektforbruket som kan oppstå. De er også de som gir en bred oversikt over ulike utfordringer med systemet der ladeanlegget utnyttes maksimalt.

Uten effektstyring med 7,3kW

En vanlig mode 3 ladestasjon som monteres i boliger har ofte maks effekt på 7,3kW, altså en 32A 1-fase kurs. I denne beregningen er det 40 ladere på hver 7,3kW som gir en total effekt på 292kW. Siden det ikke er noen effektstyring på laderen skal samtidighetsfaktoren være 1.

Uten effektstyring med 3,7kW

I funksjonsbeskrivelsen av bygg C i Mesnakvartalet er det beskrevet at hvert ladepunkt skal ha tilgjengelig 3,7kW. Som tidligere blir det brukt 40 ladepunkt til beregningen. Uten effektstyring vil den samlede effekten til elbil-lading bli 148kW. Siden elbil-lading uten effektstyring skal ha en samtidighetsfaktor på 1 legges 148kW direkte oppå det allerede beregnede inntaket.

Med effektstyring med APM måler på inntaket

Med en APM måler på inntaket er det ikke nødvendig med noen utregninger, da ladeanlegget kun bruker effekt når det er tilgjengelig på inntaket. Når APM måleren brukes som effektstyring trenger en ikke å beregne installasjonen med en samtidighetsfaktor på 1.

3.2 Smarthus

Det ble sett nærmere på funksjonene til to smarthus systemer, SG Smart og Delta Dore. Metoden som ble brukt blir beskrevet under.

3.2.1 Funksjonstesting av smarthus systemer

Gruppen startet med å ta kontakt med forskjellige leverandører og fikk avtalt møter med SG og Stork. Leverandørene ble valgt fordi ingeniørene hos Norconsult fikk de som forslag fra installatøren som skal installere i Mesnakvartalet. Begge leverandørene var veldig interessert i prosjektet og ville ha møte med gruppen. I møter med leverandørene fikk gruppen en gjennomgang av systemene og det ble tilsendt utstyr for å funksjonsteste. Fra SG fikk gruppen trådløse brytere, dimmere, dimmeaktuatorer og spotter til testing. Fra Stork ble det tilsendt en gateway, dimmeaktuatorer, brytere, termostat og rele for persienne/elektrisk varme.

Gruppen laget en demoplate som inneholder en forenkling av SG og Stork sine smarthus systemer. Etter oppkobling av utstyret ble de to systemene programmert i applikasjonen på smarttelefonen. Det ble programmert noen vanlige scenarier som "borte"(alt av), "hjemme"(alt på) og noen med forskjellige lysnivåer. Dette var første gang gruppen benyttet seg av smarthus produktene til leverandørene, så gruppen hadde ikke noen forventninger til systemene ved oppstart. Dette var et godt utgangspunkt for å få testen mest mulig reel og som øker reliabiliteten i prosjektet. Målet med

denne undersøkelsen var å få et innsyn på hvordan det er for en bruker å ta i bruk systemet fra SG og Stork for første gang. Gjennom denne undersøkelsen ble begge smarthus systemene testet med en grundig gjennomgang under installasjonen og programmering av utstyret. Under gjennomgangen ble det fokusert mye på applikasjonen og funksjonene de hadde og ikke så mye selve installasjonen. En godt dokumentert gjennomgang av oppstartsfasen med applikasjon og funksjoner på hver av leverandørene gav gruppen et godt innsyn på hvordan de forskjellige systemene virker.

Å teste en boliginstallasjon på en demoplate vil ikke gjenspeile virkeligheten nøyaktig. Dette gir svakheter i metoden fordi det er faktorer som vil spille inn i den praktiske installasjonen i en leilighet, men ikke på en plate. Faktorer som ulike lengder mellom produkt, kommunikasjon og slitasje blir ikke testet. Gruppen har derfor avgrenset undersøkelsen til funksjoner, programmering og brukervennlighet.

3.2.2 Energibesparelse med smarthus installasjon.

Gruppen har begrenset arbeidet med smarthus delen av oppgaven til funksjonstesting og nedprioritert energibesparelse aspektet. Grunnen er at det ikke blir brukt mye effekt i leilighetene, pga fjernvarme. Fjernvarmen brukes til oppvarming av både boligen og varmtvann i Mesnakvartalet. Som nevnt i teoridelen så går ca 75% av det årlige strømforbruket i Norge til oppvarming. Dette tar bort de to største effektbrukerne som kan styres av et smarthus. Sintef påviser at belysning og annen forbruk utgjør en liten del av det totale strømforbruket. Det viktigste et smarthus kan styre er da lys. Siden LED-lys ikke bruker så mye effekt vil dette ikke være veldig energibesparende, men mer en funksjon som gjør hverdagen mer komfortabel.

4 Resultat

I denne delen av oppgaven vil resultatene av metoden bli presentert og analysert.

4.1 Elbil-lading

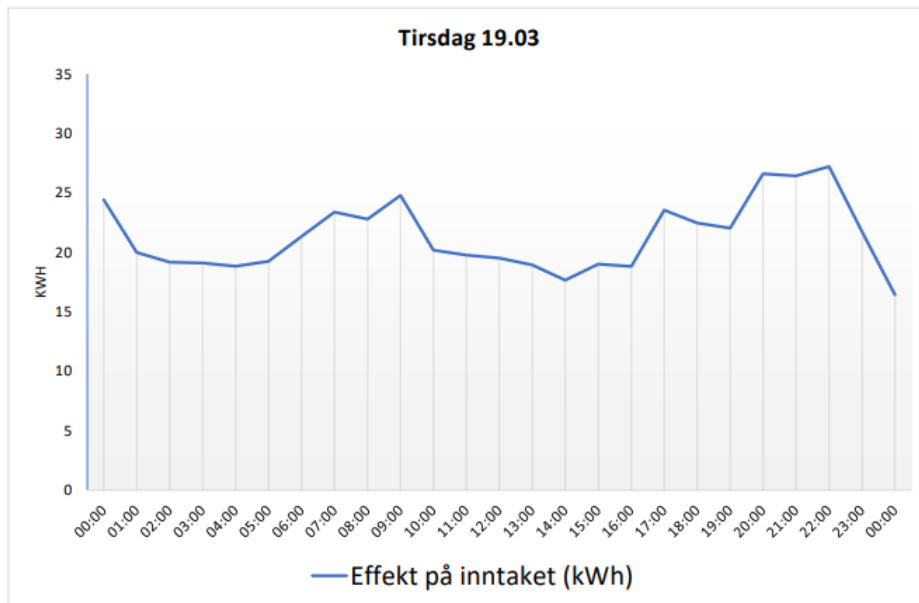
Her vil resultatene fra målingene på boligblokken på Gjøvik og effektberegningene i bygg C i Mesnakvartalet bli presentert og analysert.

4.1.1 Analyse måleresultat boligblokk Gjøvik

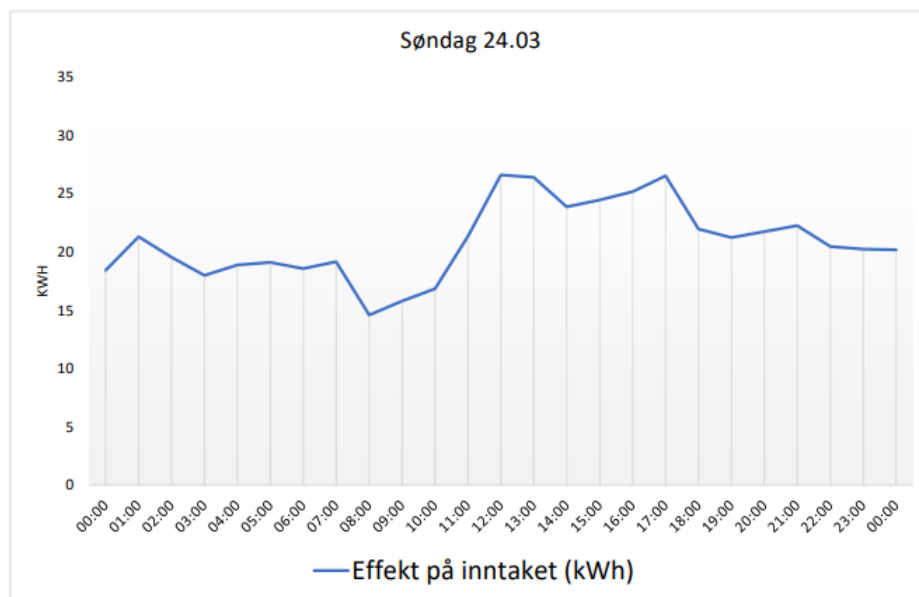
Det ble foretatt en måling av inntaket på en boligblokk på Gjøvik i uke 12. Denne boligblokken består av 27 leiligheter av forskjellige størrelser, fellesareal og parkeringskjeller med elbil-lading. Ladeanlegget til elbil består av 3 stk systemer med 63A kurser. I dag er det kun 13 stk elbil-ladere som er satt opp, men det er muligheter for utvidelse. Under målingen i uke 12 var det kun 6 av de 13 laderene som var i bruk. Dette er et nytt bygg som var ferdig våren 2018 og det har vært muligheter for lading av elbil siden 1 juni 2018. Det er fjernvarme i blokken, så det vil bli brukt minimal effekt til oppvarming.

Effekttopper i løpet av døgnet

Ut fra målingene på inntaket kommer det frem at det er effekttopper på morgenen og kvelden. Ved å se på forbruket tirsdag 19. mars kan en se at effektbruken øker gradvis fra kl. 06.00 og øker frem til ca kl. 09.00 og det blir en liten effekttopp. Litt av det samme skjer om ettermiddagen når det kommer en økning fra kl. 16.00, men når toppen ca kl. 22.00 på kvelden. Grunnen til de aktuelle effekttoppene på morgenen og kvelden, kan være at det er mer aktivitet i hjemme. Se figur 12. Det er forskjell på om det er helg eller uke dag når effekttoppene forekommer. Dette kommer frem i figur 13 som viser effektforbruket på søndag 24 mars. Her kan man se at økningen i effektbruket starter ca kl. 09.00 og vedvarer nokså høy gjennom hele dagen, for deretter avta på kvelden når mange legger seg. Dette kan tyde på at de fleste sover litt lenger på søndager og mange er hjemme hele dagen i forhold til ukedagene. Målingen for hver dag gjennom hele uken kan ses på vedlegg A - Målinger.



Figur 12: Effektforbruket tirsdag 19 mars.



Figur 13: Effektforbruket søndag 24 mars.

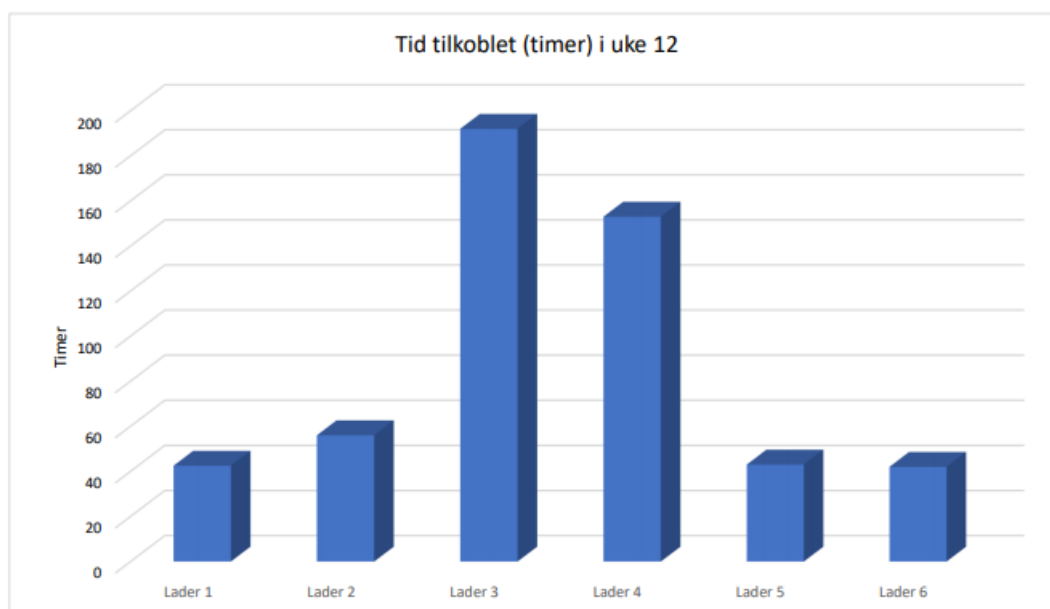
Ladetid og effektbruk av elbil-ladeanlegget

I denne målingen var det som nevnt tidligere 6 ladere som var i bruk. Laderne var i bruk flere ganger i løpet av dagen og uken, noen av dem var pluggert inn i lengre perioder av gangen. Tabell 2 viser antall ganger laderen er vært i bruk, hvor lenge de har ladet og energien som har blitt brukt i kWh.

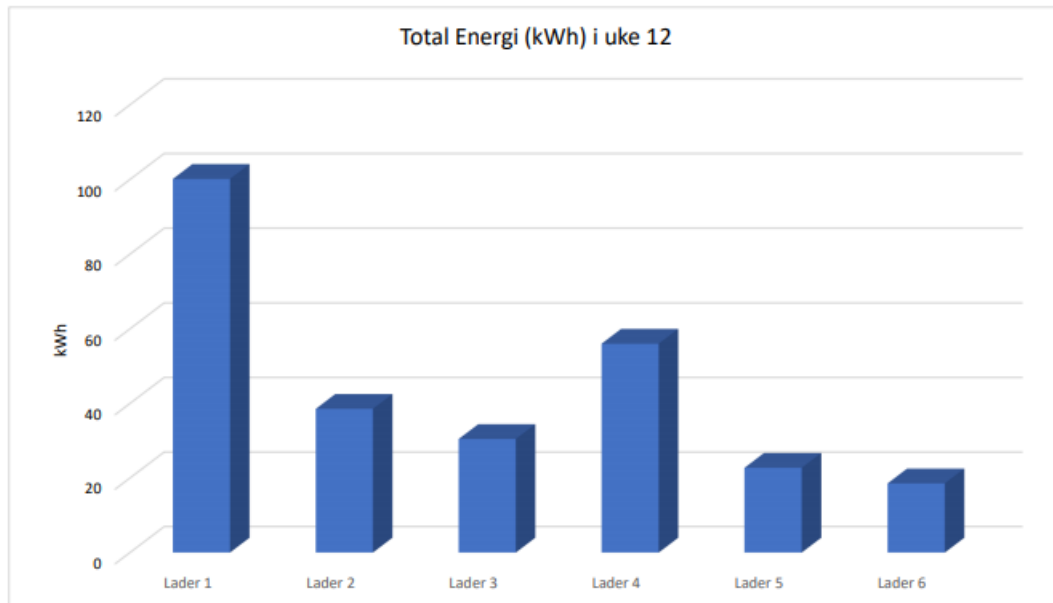
Tabell 2: Oversikt over tid og brukt energi på ladeanlegget i uke 12

| Ladere | Tid tilkoblet (timer) | Total Energi (kWh) | Antall ladinger |
|---------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Lader 1 | 42,5 | 100,14 | 3 |
| Lader 2 | 56 | 38,54 | 6 |
| Lader 3 | 192 | 30,45 | 10 |
| Lader 4 | 153 | 56,01 | 13 |
| Lader 5 | 43 | 22,73 | 3 |
| Lader 6 | 42 | 18,55 | 4 |

Ved å lese ut fra tabellen kommer det frem at enkelte ladere har ladet sjelden, men har ladet mye på relativt kort tid. Mens andre igjen har blitt koblet inn og ut ofte, men ladet lite totalt. Ved å se på figur 14 og figur 15 ser man at lader 1 er en av de laderne som har vært koblet inn kortest, men har ladet betydelig mest. Kontra lader 3 som har stått i laderen lenger, men ikke ladet så mye. Elbilene lader ikke hele tiden, selv om bilen er plagget inn i laderen. Totalt i løpet av 6 døgn har den elbilen som har ladet mest, ladet 100,1 kWh. Den som har ladet minst har ladet 18,5 kWh. Det er tydelig at det er stor variasjon på effekten som blir ladet og hvor lenge de enkelte elbilene er plagget til i laderen. Det er stor variasjon når på døgnet elbilene er plagget inn i laderne. Det er ikke slik at bilen plugges inn bare på ettermiddagen når mange kommer hjem fra jobb. Alle har forskjellige ladetidspunkter og lademønstre, så sannsynligheten for at alle laderne blir koblet inn likt og lader på maksimal effekt er veldig liten.



Figur 14: Tiden elbilene er tilkoblet laderne i uke 12.



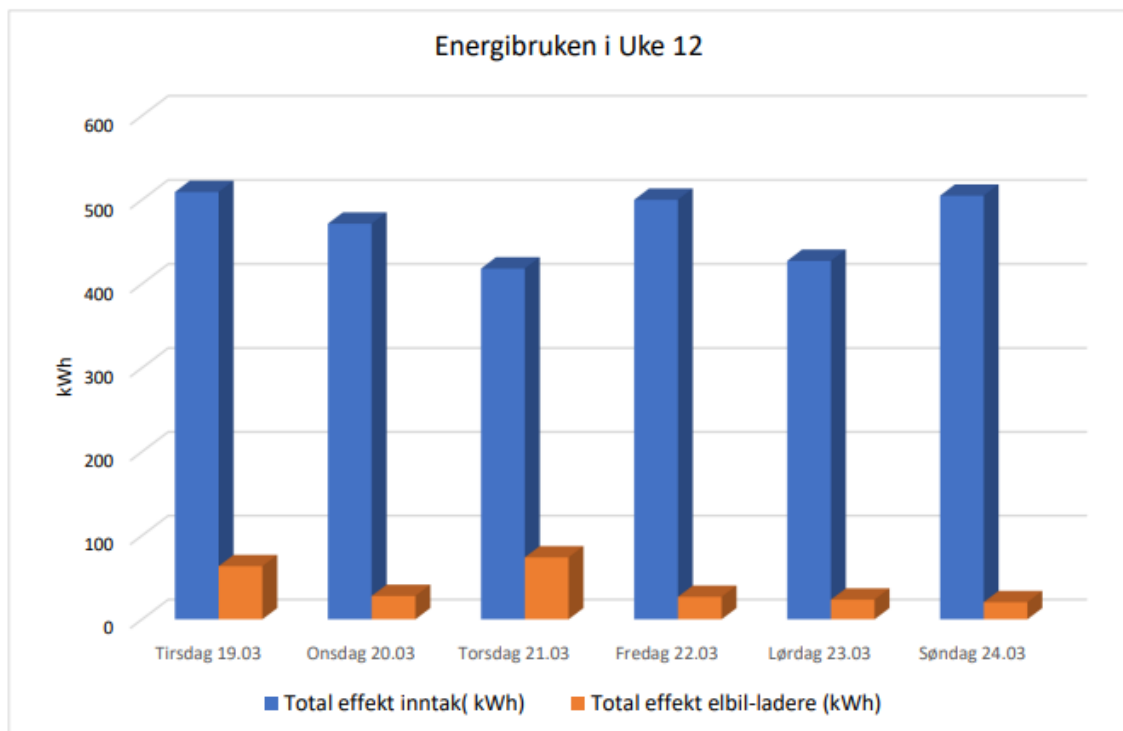
Figur 15: Energien brukt av ladeanlegget i uke 12.

Ved å se nærmere på effektbruken til elbil-ladeanlegget og den målte effekten på inntaket iløpet av et døgn, så utgjør ikke ladeanlegget stor del av den totale effektbruken på inntakt. Torsdag 21 mars var den dagen ladeanlegget brukte mest effekt med 73,9 kWh. På inntaket ble det målt et forbruk på 418 kWh. Ladeanlegget utgjør denne dagen 17,67% av den totalt brukte effekten på inntaket denne dagen. Til sammenligning med søndag 24 mars, som er den dagen det ble ladet minst, utgjør ladeanlegget kun 4,1% av det totale effektforbruket på inntaket med en effektbruk av ladeanlegget på 20,47 kWh og effektbruken totalt på inntaket på 504,8 kWh. I løpet av 6 døgn ble det brukt 2830,8 kWh på inntaket og elbil-ladeanlegget brukte 235,9 kWh av dette. Det utgjør da 8,33% av det totalt effektforbruket til bygget i løpet av de 6 døgnene. Andelen elbil-ladeanlegget utgjør er betydelig mindre en først antatt. Se tabell 3.

Tabell 3: Effektbruken på inntaket og elbil-ladeanlegget.

| Dato | Total effekt inntak(kWh) | Total effekt elbil-ladere (kWh) | Prosent ladere |
|---------------|---------------------------|---------------------------------|----------------|
| Tirsdag 19.03 | 509,15 | 63,37 | 12,44 |
| Onsdag 20.03 | 471,521 | 27,91 | 5,92 |
| Torsdag 21.03 | 418,12 | 73,9 | 17,67 |
| Fredag 22.03 | 499,914 | 26,82 | 5,36 |
| Lørdag 23.03 | 427,302 | 23,43 | 5,48 |
| Søndag 24.03 | 504,797 | 20,47 | 4,1 |
| SUM | 2830,804 | 235,9 | 8,33 |

Andelen av effekten som blir brukt til elbil-lading er veldig lav i forhold til det totale forbruket til bygget. Se figur 16. Det må tas høyde for at det kun er 6 ladere som har blitt brukt i denne aktuelle uken som har blitt målt på. I fremtiden vil det sannsynlig komme flere elbiler og derav også flere elbil-ladere. Prosentandelen av effekten som blir brukt til elbil-lading i dag vil med stor sannsynlighet øke.



Figur 16: Effektbruken på inntaket sammenlignet med effektbruken på elbil-ladeanlegget.

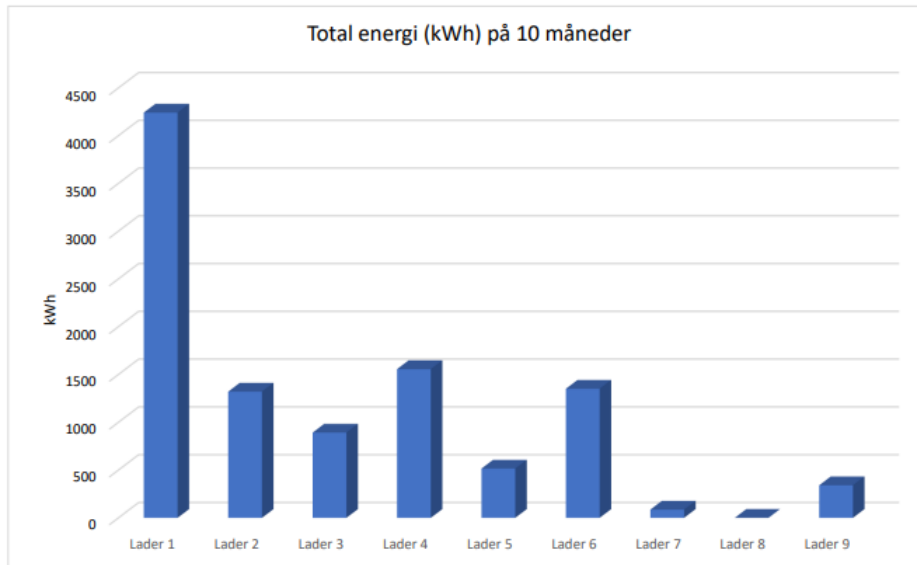
Effektbruken av elbil-lading i løpet av 10 måneder

I boligblokken det ble målt på ble ladeanlegg tatt i bruk 1 juni 2018. Alle dataene om ladehistorikken ble hentet ut 1 april. Dette ga en oversikt over ladetiden og det totale effektforbruket i 10 måneder. I tabell 4 er det en oversikt over de 9 laderene som har vært i bruk, selv om det er installert 13 ladere. I tabellen kan man se at 2 av de 9 laderene som har vært i bruk, ikke er brukt mye sammenlignet med forbruket til de resterende 7.

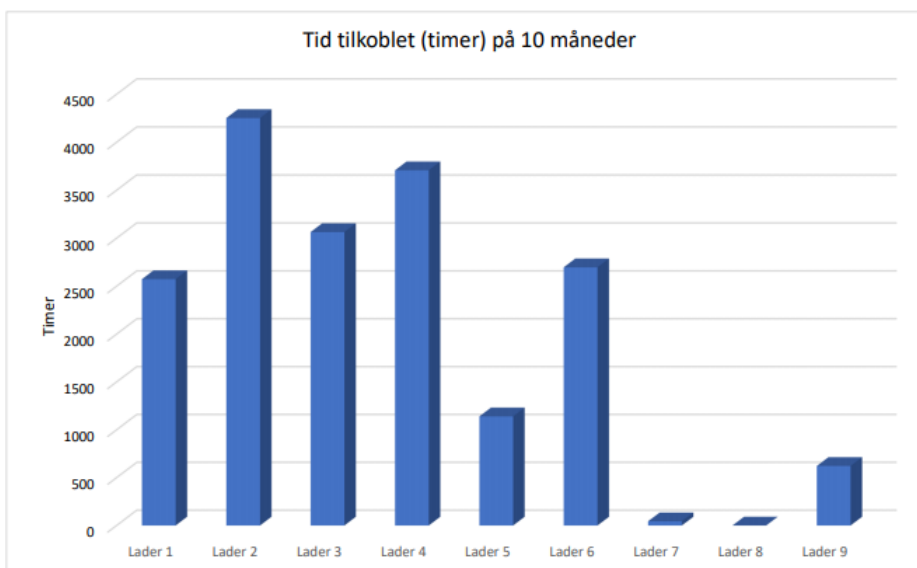
Tabell 4: Elbil-ladingen i løpet av 10 måneder.

| Lader | Antall ladinger | Tid tilkoblet (timer) | Total energi (kWh) |
|---------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Lader 1 | 188 | 2573 | 4241,31 |
| Lader 2 | 333 | 4252 | 1320,76 |
| Lader 3 | 255 | 3064 | 891,61 |
| Lader 4 | 354 | 3708 | 1555,91 |
| Lader 5 | 101 | 1140 | 515,33 |
| Lader 6 | 295 | 2697 | 1350,88 |
| Lader 7 | 4 | 44 | 85,97 |
| Lader 8 | 1 | 0,01 | 0,08 |
| Lader 9 | 41 | 622 | 340,78 |

Dette antyder at selv om elbil-laderne blir installert, er det ingen selvfølge at de blir tatt i bruk. Lade mønsterene er også veldig varierte fra hver enkelt lader. Elbilene er ofte koblet inn i laderen betydelig lenger enn den trenger for å bli fulladet. 6 av de 7 som har ladet mest i de 10 månedene har stått plugget inn i laderen lenger enn de behøver. Dette gir tydelig indikasjon på at hastigheten på ladingen ikke trenger å være veldig høy, det vil igjen gjøre at elbilene kan lade med lavere effekt over lengre tid. Dette viser at det ikke behov for hurtiglading med mer effekt og man unngår de største effekttoppene på inntaket. Tidspunktene elbilene er plugget i laderen varierer også veldig, men flere av elbilene står tilkoblet hele natten og dette gir et grunnlag for at elbilene kan lade på natten når det er mer tilgjengelig effekt på inntaket. Dette gjør at inntaket ikke trenger å dimensjoneres med så stor hensyn til elbil-ladeanlegget, spesielt med tilfeller med effektstyring. I figur 17 og figur 18 synes korrelasjon mellom ladetid og effektbruken til ladeanlegget tydelig. Ved å se på lader nr 1 er det kun denne som har ladet vesentlig mye i forholdt til tiden den har vært plugget inn sammenlignet med de andre laderne. De resterende laderne er det motsatt og kan lade med lavere effekt over lengre tid.



Figur 17: Effektbruken av ladeanlegget i løpet av 10 måneder.



Figur 18: Ladetiden i løpet av 10 måneder.

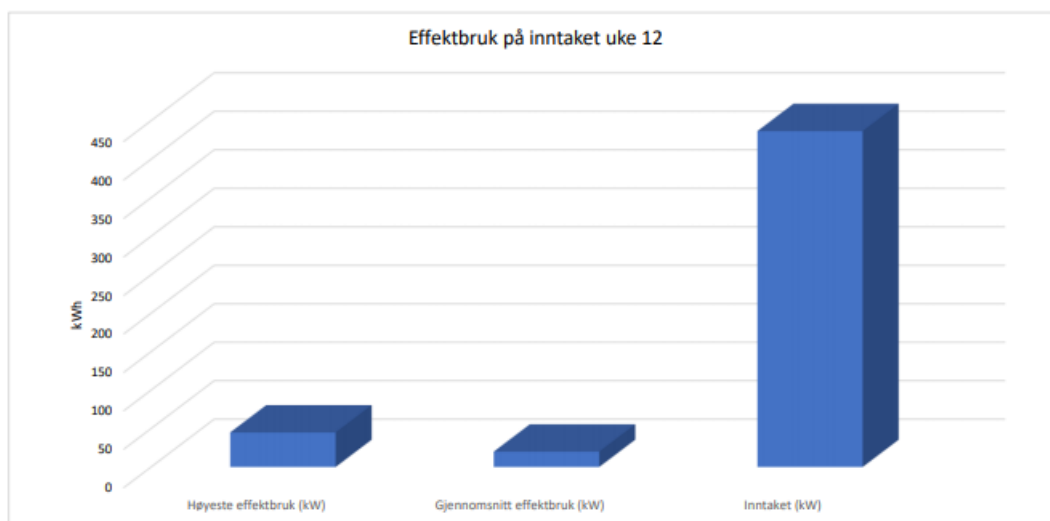
Høyeste effekttopp og gjennomsnittlig effektbruk i uke 12

Ser en nærmere på den høyeste effekttoppen, den gjennomsnittlige effektbruken og sammenligner det med hva inntaket er dimensjonert til å tåle, kan det være mulig å se eventuelle overdimensjoneringer. Tabell 5 viser høyeste effekttoppen i uke 12 som var på 44.895kW og den gjennomsnittlige effektbruken var på 19,973kW. På inntaket sitter det en 630A hovedsikring på et TN 400V anlegg, dette gjør at inntaket tåler effekt opp til 436kW. Ved sammenligning så tåler inntaket nesten 10 ganger så mye effekt enn det som ble brukt på det meste i uke 12 og dette med et elbil-ladeanlegg. Det må tas til følge at effekttoppene kan øke og minke fra uke til uke og varierer veldig, med tanke

på juleaften. Ved sammenligning på gjennomsnittsbruken så er den på underkant av 20kW og det tilsvar at inntaket tåler nesten 20 ganger mer enn den gjennomsnittlige effektbruken. Ved å se på figur 19 ser man at det er en liten andel av tilgjengelig effekt som blir brukt.

Tabell 5: Høyeste effekttopp og gjennomsnittlig effektforbruk i uke 12.

| Høyeste effektbruk (kW) | Gjennomsnitt effektbruk (kW) | Inntaket (kW) |
|-------------------------|------------------------------|---------------|
| 44,895 | 19,973 | 436,476 |



Figur 19: Høyeste effekttopp, gjennomsnittlig effektforbruk og beregnet effekt.

4.1.2 Analyse beregninger Mesnakvartalet Lillehammer

I beregningene av inntaket til Mesnakvartalet ble den opprinnelige beregningen fra Norconsult brukt som grunnlag. Gruppen har brukt denne beregningen og sett på hvordan de forskjellige elbil-ladesystemene vil påvirke hovedinntaket på bygget.

Effektstyring med 3x63A ladesystem

Den opprinnelige beregningen på inntaket gjort av Norconsult er med et 3x63A effektstyrt elbil-ladeanlegg. Altså 3 stk 63A kurser som gir en ladekurs i hver etasje. Dette systemet vil da fordele de 45kW per kurs likt på alle laderplassene som er i bruk i den aktuelle kursen. Systemet har også mulighet til å begrense effekten i systemet enda mer ved behov eller ønske. Dette gjør at elbil-ladeanlegget gir en totalt effekt på 3x45kW ved en samtidighetfaktor på 1. Den totale effekten på inntaket er beregnet til å være 638kW med elbil-ladeanlegget. Det er lite sannsynlig at hele bygget har en samtidighetfaktor 1. Norconsult har da regnet med en samtidighetfaktor på 0,7 på resten av installasjonen i bygget. Ved denne samtidighetfaktoren blir den totale effekten 487,1kW

på inntaket og da utgjør elbil-ladeanlegget med 135kW hele 27,7% av inntaket. Elbil-ladeanlegget utgjør da en stor del av effektenbehovet på inntaket.

Uten effektstyring med maks lading på 7,3kW

Ved beregning av elbil-ladeanlegg uten effektstyring ble det tatt et utgangspunkt i at det er 40 ladeplasser og alle lader med maks effekt på 7.3kW. Ved 40 ladeplasser med 7.3kW blir en total effekt på 292kW. Den beregnede effekten til inntaket blir 644kW. Inntaket regnet med en samtidighetsfaktor 0,7, gjør at elbil-ladeanlegget utgjøre 45,3% av den beregnede effekten. Dette utgjør nesten halyparten av beregnede kapasiteten på inntaket. Da er alle 40 elbil-laderne tilkoblet og lader på 7.3kW samtidig. Dette blir sett på som lite sannsynlig, men kan bli mer aktuelt i fremtiden i et scenario der det blir flere elbiler.

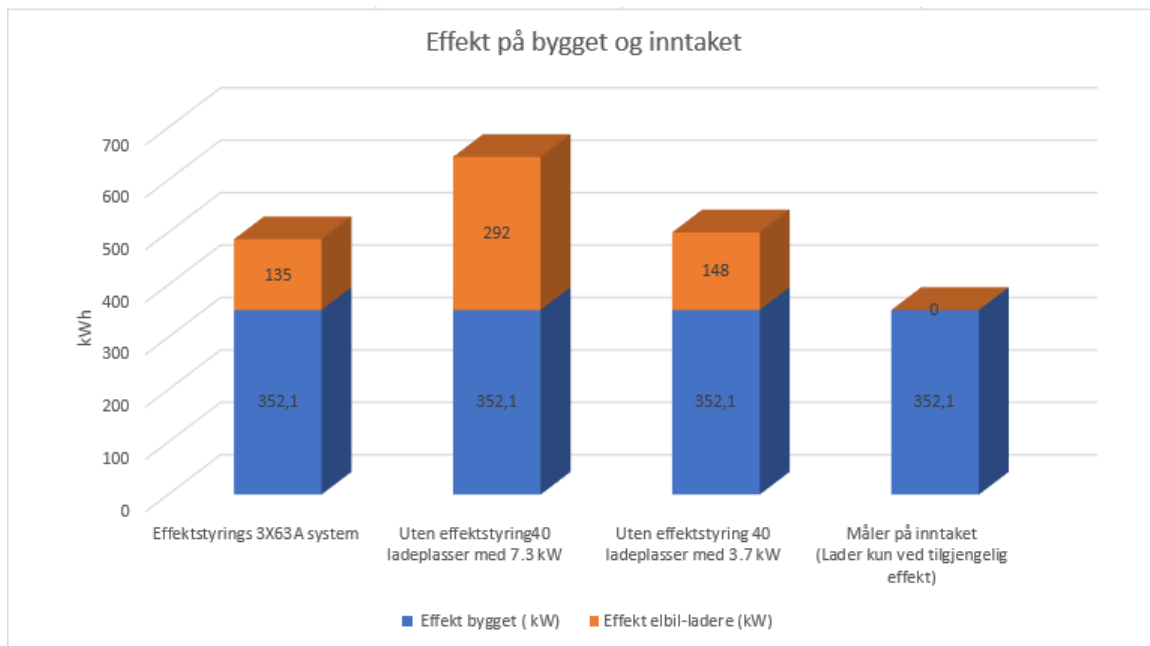
Uten effektstyring med maks lading på 3,7kW

I funksjonsbeskrivelsen til bygg C i Mesnakvartalet er elbil-anlegget beskrevet slik at hvert ladepunkt skal maks lades med 3,7kW. Det tas utgangspunkt i de 40 antatte ladeplassene. Den samlede effekten på ladeanlegget blir 148kW og den totale effekten på inntaket på bygget blir 500kW. Med beregninger med samtidighetsfaktor på 0.7, så utgjør elbil-ladeanlegget 29,6% av inntaket. Dette tilfelle er også ved at alle 40 elbil-laderne lader samtidig på 3.7kW som også kan ses på som et lite sannsynlig scenario i dag.

Med effektstyring med egen måler på inntaket

Den siste beregningen av inntaket ble utført med en APM måler på inntaket. Dette gir ladeanlegget en effektstyring som gir muligheten til å styre tilgjengelig effekten på inntaket til elbil-ladingen. Dette gjør at elbil-anlegget kan settes til 0kW i beregningene, siden det kun kan lades når det er tilgjengelig effekt på inntaket. Denne måten er nok mest brukt i eksisterendebygg der kapasiteten er allerede veldig lav. Dette resulterer i at elbil-ladeanlegget utgjør 0% i ekstra effekt på inntaket. I denne beregningen blir det også brukt tre 63A kurser, men hele anlegget overstyres altså av en APM måler på inntaket til bygget.

Forskjellen på alle de forskjellige bergeningene kommer tydelig frem i figur 20. Her kommer det frem hvor mye et eventuelt effektstyringssystem med APM måler har å si på beregning av inntaks størrelsen.



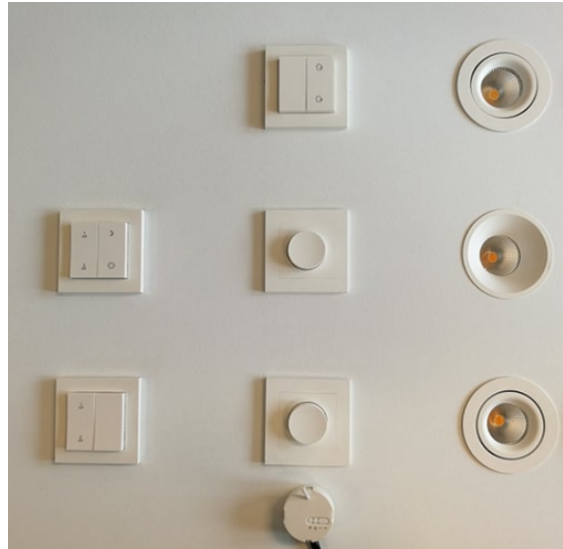
Figur 20: Beregnet effekt på inntaket og ladeanlegget med ulike ladesystemer.

4.2 Smarthus

Her vil resultatene fra funksjonstesting av SG Smart og Delta Dore sine smarthus systemer bli presentert og analysert.

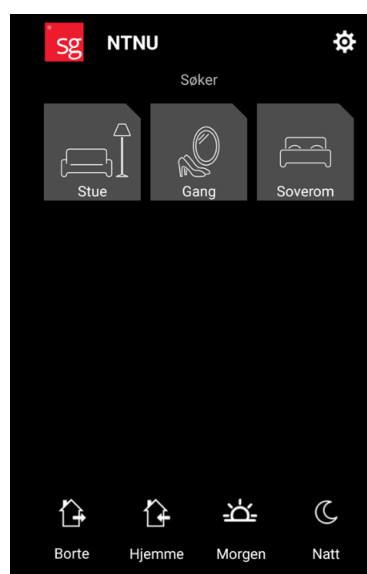
4.2.1 Analyse av SG Smart

Oppkoblingen av SG sitt utstyr ble gjort etter monteringsanvisningen som var forklarende og enkel å følge. Oppkoblingen kan sees på figur 21 under. Etter oppkobling satte gruppen i gang med å programmere systemet.



Figur 21: Demo med SG utstyr.

SG har utviklet en egen applikasjon som er gratis å laste ned. Ved første innlogging må brukeren registrere en bruker i applikasjonen som gir administrasjonsrett. Administratoren har mulighet til å dele systemet med andre brukere. Etter registrering er brukeren eller installatøren klar for å registrere og programmere utstyret. Smarttelefonen som skal brukes må ha tilgang på blåtann og må settes på for å kunne bli brukt som en fjernkontroll og programmeringsverktøy. SG sine smart dimmere, bryter, piller og plugger er utstyrt med en resett knapp på produktet som må trykkes på for å kunne kommunisere med applikasjonen. Dette trenger bare gjøres første gang produktet blir tatt i bruk og det er mulig å reprogrammere eller fjerne produkt i ettertid. På figur 22 under kan en se et skjermbilde av SG sin applikasjon.



Figur 22: Skjermbilde av SG sin applikasjon.

SG har ikke gateway, dette gir ikke muligheten til styring av systemet når en ikke er hjemme. Siden SG ikke har noen gateway er dette en svakhet i systemet. SG har heller ikke noen termostat som kan styre gulvvarme. Dette er også en svakhet i de fleste tilfeller selv om det ikke er nødvendig i prosjektet i Mesnakvartalet på grunn av fjernvarme i leilighetene.

4.2.2 Analyse av Delta Dore

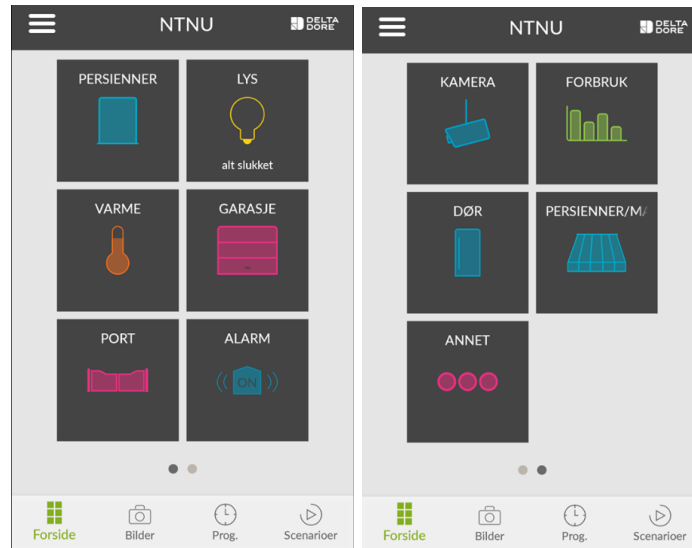
Oppkoblingen av Delta Dore utstyret ble gjort etter monteringsanvisningen. Utstyret som ble koblet opp kan sees i figur 23. Etter oppkobling begynte gruppen programmeringen.



Figur 23: Demo med Stork utstyr.

Dette systemet har flere gatewayer som velges etter brukerens behov. Det gjør at det er forskjellige applikasjoner som avhenger av hvilken gateway som blir tatt i bruk. Brukeren benytter Tydom applikasjonen ved Tydom 1.0/2.0 hjemmesentral og Tydom HD applikasjon ved bruk av Lifedomus (Tydom 3.0). I dette prosjektet ble det benyttet Tydom 1.0 hjemmesentral.

Ved oppstart av applikasjonen blir brukeren bedt om å registrere en bruker. Etter at dette er gjort blir Tydom hjemmesentralen tilkoblet ved hjelp av en 5 sifferet kode. Brukeren har nå administrasjonsrett og har mulighet til å gi tilgang til andre brukere. Gatewayen gjør at funksjonene i huset kan fjernstyres, det vil si at brukeren kan styre uten å være hjemme. På forsiden til Delta Dore applikasjonen ligger det en oversikt over alle funksjonene som er tilgjengelig. Se figur 24. Tydom applikasjonen gir muligheter å lage ulike scenarier, tidsinnstillinger, og hjemme/ borte modus for å nevne noen av funksjonene. Tydom gir også brukeren muligheten til å ta bildet av rommet der enhetene skal styres. Her kan brukeren markere lys eller lignende for så trykke på lampen/enheten på bilde i applikasjonene. Dette kan gjøre det enklere for eldre brukere.



(a) Stork applikasjon side 1. (b) Stork applikasjon side 2.

Figur 24: Skjerm bilde av Stork sin applikasjon

Delta Dore systemt gir veldig mange muligheter til ulike funksjoner. De har utstyr innen lys, varme, sikkerhet, forbruk, persienner og portstyring med mer. Det ble kun testet oppkobling av hjemmesentralen, lys og varme i dette prosjektet. Sentralenheten Lifedomus er kompatibel med andre systemer, som for eksempel Google Home. Alle brytere og enheter kommuniserer med applikasjonen gjennom hjemmesentralen. Dette gjør at de kan overstyre hverandre hvis brukeren ønsker å bruke bryter og applikasjonen om hverandre. Gruppen sitt inntrykk av Delta Dore applikasjonen er at den er oversiktlig, lett å betjene og programmere. Gruppen hadde ingen problemer med å programmere enhetene sammen og lage ulike scenarier. Delta Dore sine aktuatorer er små og de passer bak brytere som gjør det enkelt å gjøre et eksisterende anlegg om til et smarthus.

5 Diskusjon

I denne delen av oppgaven vil resultatene fra metoden bli vurdert og diskutert.

5.1 Elbil-lading

Her vil resultatene fra målingene på boligblokken på Gjøvik og effektberegningene i bygg C i Mesnakvartalet bli diskutert og vurdert.

5.1.1 Målinger boligblokk Gjøvik

Boligblokken på Gjøvik har mange likhetstrekk med den aktuelle boligblokken i Mesnakvartalet. Dette gjør det mulig å sammenligne effektbruken til bygget og til elbil-ladeanlegget. Ved å kunne måle på et eksisterendebygg med et elbil-ladeanlegg i drift var det mulig å dokumentere effekten elbil-ladeanlegget har på effektbruken på inntaket til boligblokken.

Effektbruken i løpet av et døgn viser at det er mest aktivitet på morgenen og ettermiddagen. Effektbruken er høyest fra kl. 06.00 til kl. 09.00, og fra kl. 16.00 til kl. 22.00. Det er også en forskjell når på døgnet effektbruken er størst, dette kommer an på om det er ukedag eller helg. Disse målingene stemmer godt overens med tidligere målinger på når effekttoppene er høyest. Med bare en uke med måling på inntaket, fremtreder det samme forbruksmønstrene som andre målinger som har foregått over lengre tid. Dette samsvarer med NVE sine målinger. Målingene gir da mer reliabilitet og validitet. Ved å se på tidspunkter når elbilene har vært plugget inn i laderne og når de har ladet, kommer det frem at elbil-ladingen ikke er med å påvirke de største effekttoppene. Elbilene blir plugget inn i veldig forskjellige tider i døgnet og lader med liten effekt over lengre perioder. Dette gjør at de ikke påvirker effekttoppen i stor grad.

Ladetiden og effektbruken til ladeanlegget er veldig lav med tanke på at det er installert 13 ladere i boligblokken. Da inntaket ble målt var det kun 6 av 13 ladere som ble tatt i bruk. Tiden elbilene har vært plugget i laderen og effekten den har ladet i den samme perioden, samsvarer ikke. Det viser seg at elbilene er plugget inn i laderen mye lenger enn den faktisk lader. Dette med unntak av lader nr 1 som har ladet mye på kort tid i forhold til de andre og har et annerledes forbruksmønster. Dette gir da argumenter for at det ikke er behov for å lade med høy effekt på kort tid i denne typen boligblokker. Elbilene står plugget inn i laderen i lengre perioder av gangen og kan derfor lade på lav effekt.

Ladedataene i løpet av 10 måneder, viser at lade mønstrene er veldig like målingene som ble tatt i uke 12. Tiden elbilene er tilkoblet laderen samsvarer ikke med forventet lademengde, med

unntak av lader nr 1. Dette peker mot det samme som tidligere at lading med høy effekt på kort tid ikke er en nødvendighet i boligblokker. Det kommer også frem at mange av elbilene er koblet inn hele natten. Det kan tenkes at ladingen av elbilen kan foregå hovedsaklig på denne tiden, når det er mindre effekt som blir brukt og det mer effekt er tilgjengelig.

En annen ting som må tas i betrakning er at den gjennomsnittlige kjørelengde per år i Norge er ca 12 500 km. Dette gir en ca gjennomsnittlig kjørelengde per dag på 34 km. En times lading med en 7,3kW elbil-lader gir eksempelvis Jaguar I-pace en rekkevidde på 38 km. Dette viser til at elbilen kun i gjennomsnitt trenger å lade i en time om dagen. Elbilene er tilkoblet laderne i lengre perioder som gjør det mulig å fordele og effektregulere den tilgjengelige effekten mellom alle ladepunktene. Effektbehovet vil variere etter type elbil, men viser til at elbilen trenger kun å lad i en kort periode av gangen, når det tilgjengelig effekt. Effektbruken av ladeanlegget i løpet av et døgn sammenlignet med effektbruken til hele boligblokken, utgjør ikke ladeanlegget mye. Det varierer veldig fra dag til dag på hvor stor prosentandel ladeanlegget bruker av det totale effektforbruket. På det laveste ligger det på 4,1% og på det høyeste 17,67%. Totalt på de 6 døgnene utgjorde elbil-ladeanlegget 8,33% av effektforbruket til boligblokken. Ved at ladeanlegget utgjør en så liten prosentandel av forbruket uten effektstyring, tyder på at det forekommer overdimensjoneringer av anlegg på grunn av elbil-lading. Prosentandelen elbil-ladingen bruker i forhold til resten av bygget vil forandre seg ettersom hvor mange ladere som er installert i anlegget og hvor mange som blir brukt. Dette vil mest sannsynlig øke i fremtiden.

Ut fra måling i uke 12 i boligblokken på Gjøvik, kommer det frem at inntaket er beregnet for mye, i forhold til effekten som faktisk blir brukt. Den høyeste effekttoppen i løpet av uke 12 var på 44,9kW og den gjennomsnittlige effektbruken var rett i underkant 20kW. Inntaket tåler opp til 436 kW. Det må tas med i betrakning at effekttoppen kan bli vesentlig høyere i enkelte tilfeller, ved for eksempel juleaften. Det er også andre faktorer som er med på å påvirke den varierende effektbruken. Antall beboere og tiden de er hjemme varierer. Det tyder likevel på en overdimensjonering av inntaket, da inntaket er beregnet til å tåle nesten 10 ganger den høyeste effekttoppen som ble målt i uke 12.

5.1.2 Beregninger av Mesnakvartalet i Lillehammer

Ved å gjøre beregninger på de 4 ulike systemene/scenariene av elbil-ladeanlegget, var det mulig å se forskjeller på ladeanlegg med ulik grad av effektstyring. Ved å lade med 7.3kW eller 3.7kW uten effektstyring, må inntaket beregnes til å tåle mer effekt. Dette er et argument for å ha et elbil-ladeanlegg med effektregulering, slik at inntaket kan dimensjoneres lavere.

Elbil-ladeanlegget med et 3x63A system må det ta hensyn til at i teorien kan all effekten bru-

kes samtidig, og derfor må ha en samtidighetfaktor på 1. Dette gjør at inntaket på Mesnakvartalet må beregnes til å tåle 27,7% mer effekt, uten å benytte reguleringsystem med måler på inntaket.

På målingene fra boligblokken på Gjøvik ser en at det er mye tilgjengelig effekt på hovedinntaket. Derfor er det ikke nødvendig å ta hensyn til effektbruken til elbil-ladingen, ved bruk av en APM måler. Ladeanlegget vil kun lade når det er tilgjengelig effekt og dette vil gi en besparelse i utbygginger.

5.2 Smarthus

Under blir resultatene fra funksjonstesting diskutert og vurdert.

5.2.1 SG Smart

Gruppen sitt inntrykk av SG sin applikasjon er at den er lett å betjene og programmere i. Gruppen hadde ingen problemer med å linke og programmere utstyret for de ønskede funksjonene. Det gruppen ser på som den viktigste funksjonen i applikasjonen er muligheten til å lage scenarier og binde de scenariene til forskjellige knapper på bryteren. Muligheten for push-dim fra bryteren til å styre dimmeren er også en veldig bra funksjon. Det gjør systemet fleksibelt. At dimmeren kommer med dimmehjul er en fin detalj gruppen setter pris på siden noen kan ha vansker for å bruke push-dim. Dette er funksjoner som blir sett på som en luksus og er muligens ikke energibesparende.

Siden SG ikke har noen gateway er dette en svakhet i systemet. Det gjør det ikke mulig å fjernstyre systemet utenfor hjemmet. SG har heller ikke noen termostat som kan styre gulvvarme. Dette er også en svakhet i de fleste tilfeller selv om det ikke er nødvendig i prosjektet i Mesnakvartalet på grunn av fjernvarme i leilighetene.

5.2.2 Delta Dore

Gruppen har fått et godt inntrykk av Delta Dore systemet. Selve programmeringen gikk enkelt og gruppen hadde ingen problemer med dette. Endre funksjoner og sette scenarier etter systemet var ferdig installert ble også gjort uten noen problemer. Selve betjeningen av systemet på applikasjonen var oversiktlig og bra. Funksjonen som gir mulighet til å ha et bilde av rommet som styres med knapper plassert på de forskjellige punktene gjør applikasjonen mer visuell. Muligheten for å velge mellom tre gatewayer gjør så brukeren kan kjøpe gateway etter behov. Det gruppen ser på som den største fordel med Delta Dore er alle mulighetene systemet gir. Systemet er kompatibelt med mange andre leverandører som gjør systemet veldig fleksibelt. Systemet har også mange bruksområder som lys, varm og adgangskontroll for å nevne noen.

5.2.3 Energibesparelse

En undersøkelse gjort av Roger Samdal [19] viser forbruk før og etter installasjon av smarthus. Den viser at det er en nedgang i forbruk etter et smarthus system ble installert. Undersøkelsen er gjort i en enebolig. Der ble det brukt elektrisk oppvarming, og ikke fjernvarme. Anlegget er koblet opp til strømmåleren slik at energiforbruket blir målt og logget kontinuerlig. Det kan være forskjellige faktorer som spiller inn på energiforbruket, som ikke ble nevnt i rapporten. Faktorer som temperaturforskjeller, mer oppmerksom på effektbruken og aktiviteten i hjemme. Det kommer ikke frem at det er utstyret i seg selv som er med på å redusere effekten, men smarthus kan gjøre at brukeren blir mer bevisst og derav reduserer forbruket sitt.

I denne oppgaven har det ikke blitt lagt frem noen konkrete bevis på om smarthus bidrar til et mindre energi forbruk. Effektregulering og energibesparende smarthus systemer er et stort tema som det må forskes mer på. Det er i dag ingen gode nok undersøkelser som viser til at smarthus er energibesparende. Dette er noe gruppen har tenkt på, som kan være en god fortsettelse etter denne rapporten. Ved å fokusere mer konkret på energiforbruk i smarthus installasjoner.

6 Konklusjon

Utgangspunktet for oppgaven var å se på muligheter for å redusere den beregnende effekten på inntaket i boligblokken som skal bygges i Mesnakvartalet på Lillehammer. Hovedfokuset har vært på hvordan redusere den beregnede effekten på inntaket ved å se nærmere på elbil-lading. Med et utgangspunkt at elbil-ladeanlegg må beregnes med en samtidighetfaktor på 1 når det ikke er effektregulering, og oppfatning av at mange av elbil-laderene blir brukt samtidig på ettermiddagen.

Gruppen har kommet frem til at den beste løsningen for å få ned den installerte effekten vil være å installere et effektreguleringssystem til elbil-lading. Dette systemet er bygget opp med en måler på inntaket som kommuniserer med elbil-laderene om hvor mye effekt som er tilgjengelig til en hver tid. Laderene fordeler den tilgjengelige effekten jevnt mellom elbilene som står til lading. Er det ikke tilgjengelig effekt, blir det ikke ladet. Det kan konkluderes med at ladeeffekten kan neglisjeres når inntaket beregnes med et slikt system. Det ble utført målinger på en eksisterende boligblokk i Gjøvik med mange likhetstrekk som boligblokken i Mesnakvartalet. Ut fra målingene kommer det frem at oppfatningene gruppen hadde om elbil-lading, lademønstre og effektbruken til ladeanlegget ikke stemmer. Det viser seg at elbilene blir plugget inn i laderene på forskjellige tider i løpet av døgnet og elbilene står tilkoblet i lengre perioder. Dette fører til at elbilene kan lade på lavere effekt over lengre tid og på natten når det er mest effekt tilgjengelig. Målingene viser også at ladeanlegget ikke er med å påvirke effekttoppene i særlig stor grad.

Den høyeste effekttoppen som ble målt var kun 10% av den tilgjengelige effekten på inntaket. Dette tyder på at det er en overdimensjonering av anlegget, men det kan ikke konstateres med sikkerhet etter bare 1 uke med målinger.

Opprinnelig var fokuset på energibesparelse ved bruk av smarthus, men det ble konkludert med at smarthus ikke påvirker energibevarelsen i stor grad i Mesnakvartalet. Dette på grunn av fjernvarme. Gruppen valgte heller å fokusere på to smarthus systemer med tanke på funksjonalitet og brukervennlighet. Det konkluderes med at SG Smart og Delta Dore passer til bruk i Mesnakvartalet, men Delta Dore har flere muligheter enn SG Smart. Begge systemene har positive egenskaper og er enkle å bruke. De kan øke både komforten og tryggheten i hjemme. Ved bruk av et smarthus kan brukeren bli mer bevisst på strømforbruket og derav redusere forbruket.

Videre i arbeidet ville gruppen målt på elbil-anlegget i en lenger periode for å finne den høyeste effekttoppen. Gruppen ville også målt på flere lade-anlegg for å se etter likhetstrekk ved forbruket og lademønstret. Videre arbeid med smarthus ville vært å installere et smarthus anlegg i en leilighet og logge strømforbruket for å finne ut hva strømmen går til. Ut i fra denne eventuelle undersøkelsen kan en finne ut om det er mulig å minske strømforbruket ved hjelp av smarthus.

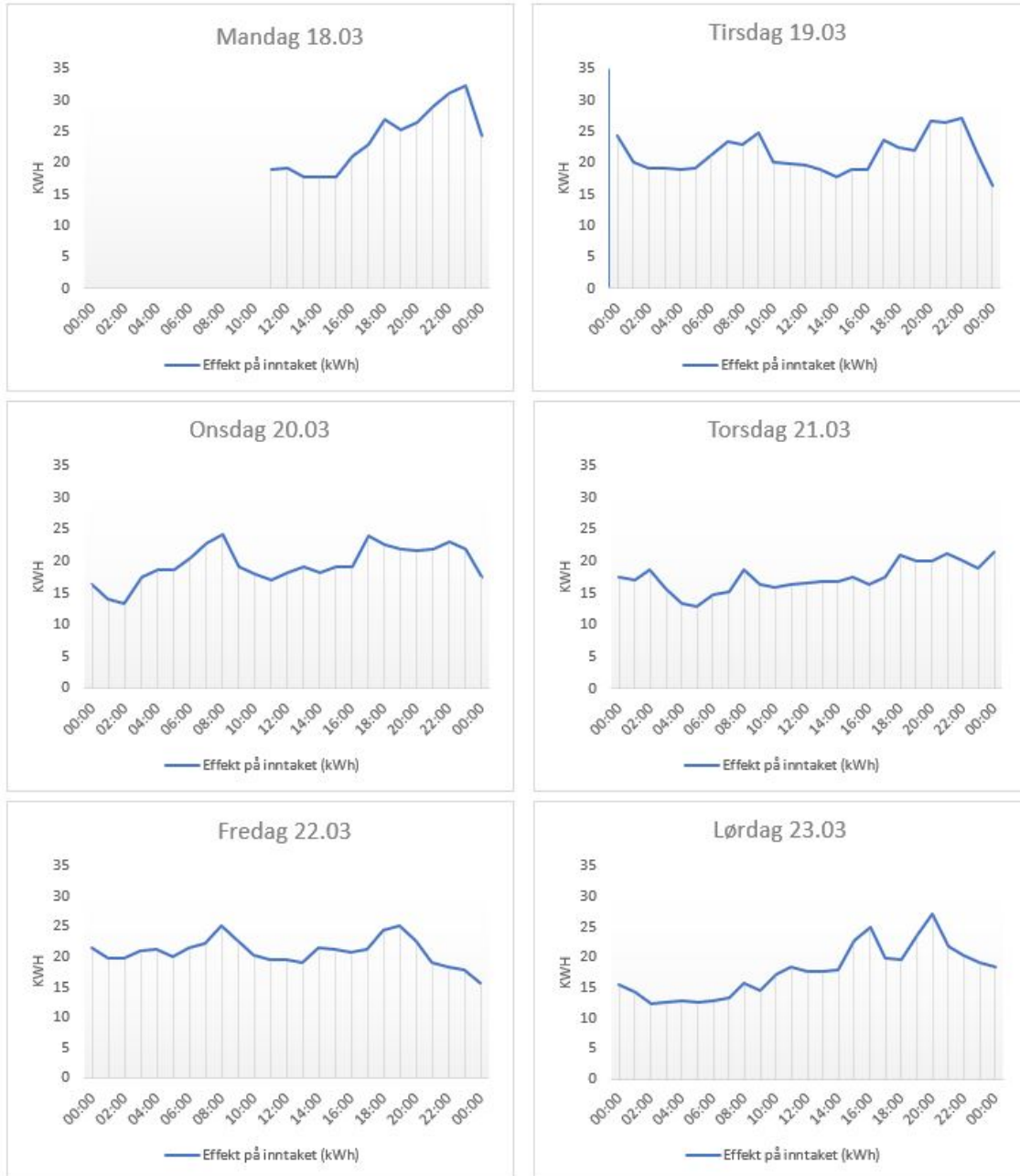
Referanser

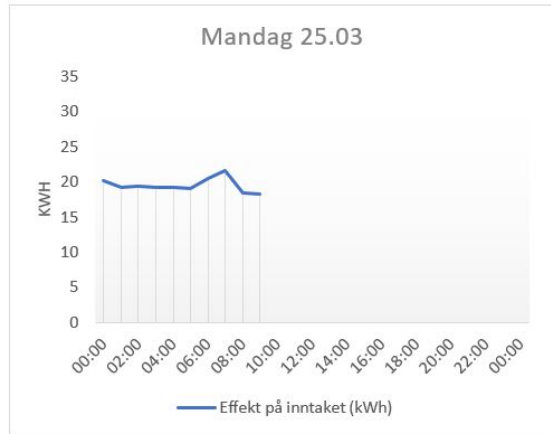
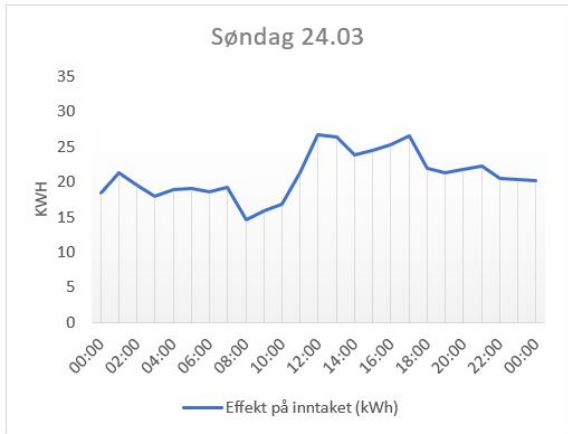
- [1] *Antall elbiler i Norge*. Des. 2018. URL: <https://elbil.no/elbilstatistikk/>.
- [2] Knut Hofstad. *Effekt – Store norske leksikon*. Jun. 2018. URL: <https://snl.no/effekt>.
- [3] Arne Soiland, red. *Energi og effekt*. Jun. 2016. URL: <https://www.nve.no/energibruk-og-effektivisering/energibruk-i-norge/energi-og-effekt/>.
- [4] Torgeir Ericson og Bente Halvorsen. «Hvordan varierer timeforbruket av strøm i ulike sektorer?» I: (2008). URL: https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/oa_200806/ericson.pdf.
- [5] Ole Lislebø mfl. *Nettplan Stor-Oslo: Alternativer til nettinvesteringer*. Jan. 2012. URL: <https://www.statnett.no/globalassets/her-bygger-vi-region-ost/nettplan-stor-oslo/alternativer-til-nettinvesteringer-2011.pdf>.
- [6] Arne Soiland. *Langsiktig markedsanalyse*. 2016. URL: <https://www.nve.no/energibruk-og-effektivisering/energibruk-i-norge/energi-og-effekt/>.
- [7] Norge Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. *Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg : med veiledning*. Norsk elektroteknisk komite, 2006.
- [8] *Elektriske lavspenningsinstallasjoner, NEK400:2018*. Norsk elektroteknisk komite, 2018.
- [9] *Forskrift om måling, avregning, fakturering av nettjenester og elektrisk energi, nettselskapets nøytralitet mv - Kapittel 4. Avanserte måle- og styringssystem*. Feb. 2017. URL: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-301/KAPITTEL_4#KAPITTEL_4.
- [10] *EVlink- Ladeløsninger for elbil*. Aug. 2016. URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Brochure&p_File_Name=EVlink_ladeløsninger_for_elbil_brosjyre.pdf&p_Doc_Ref=evlink-brosjyre.
- [11] Zaptec, red. *Fremtidens ladeløsning for borettslag og sameier*. 2018. URL: https://gallery.mailchimp.com/7f1ba9b17aa9cee29be80dac6/files/09b8ad67-6d95-4de9-89cd-f618a47f60d1/BR_Borettslag_2018.pdf?utm_source=Brosjyre+for+borettslag+og+sameier&utm_campaign=4f34ea881f-AUTOMATION__borettslagBR&utm_medium=email&utm_term=0_1fdfb3ed28-4f34ea881f-259535953.
- [12] *Lading av elbil*. URL: <https://www.ladestasjoner.no/lading/kode-mode/>.
- [13] Zaptec, red. *Zaptec ladesøyler*. URL: <https://zaptec.com/ladesoyler/>.
- [14] *ELBILLADING FOR FLERE PARKERINGSPLASSER*. URL: <https://zaptec.com/ladestasjon-zapcharger-pro/>.
- [15] *Betaling og strømforbruk - Elbil lading med ladestasjon - ZAPTEC*. URL: <https://zaptec.com/betaling-og-stromforbruk/>.

- [16] ELKO AS. *ELKO Smart Elbillader*. Nov. 2018. URL: <http://proff.elko.no/aktuelt/nyhet-elko-smart-elbillader-article2912-448.html>.
- [17] KEBA, red. *KeContact P30*. Feb. 2019. URL: <https://www.keba.com/no/emobility/products/product-overview/produktoversikt>.
- [18] KEBA, red. *KeContact P30 datablad*. Feb. 2019. URL: https://www.keba.com/download/x/823d0afbfa/kecontactp30technicaldata_dbno.pdf.
- [19] *Mitt smarthus med xComfort*. Sep. 2018. URL: <http://www.samdal.com/SmartHome.htm>.
- [20] Nicolai Feilber og Bjørn Grinden. *Ny kunnskap om fordeling av strømforbruket*. URL: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/energi/nyhetsbrev/ny-kunnskap-om-fordeling-av-stromforbruket.pdf>.
- [21] *Slik kan smarthus-funksjoner fungere som velferdsteknologi*. URL: <https://www.autobolig.no/smarthus-som-velferdsteknologi/>.
- [22] Akerhus Enøk og Inneklima as. *Hva er enøk?* URL: https://www.enok.no/enokguiden/01_2_1.html.
- [23] Enova. *Om organisasjonen*. URL: <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/>.
- [24] ELKO AS. *ELKO Smart Home*. Sep. 2017. URL: <http://proff.elko.no/elko-smart-home/category1732.html>.
- [25] Eaton. *En lønnsom og sikker investering i egen bolig*. Apr. 2019. URL: <http://www.xcomfort.no/om-xcomfort-by-eaton/>.
- [26] SG Armaturen AS, red. *SG smart*. Feb. 2019. URL: <https://www.sg-as.com/nb/produkter/sg-smart>.
- [27] Stork AS. *Smarthus på en eneste app*. URL: <https://stork.no/smarthus/telefon-nettbrett/>.
- [28] Stork AS. *Smarthus*. URL: <https://stork.no/smarthus>.
- [29] Skjerm bilde. *Fluke Energy Analyzer 3.5 program*.
- [30] *Zapcloud*. URL: <https://zaptec.com/zaptec-portal/>.

A Vedlegg - Målinger

Effektforbruket i uke 12 ved boligblokk på Gjøvik





| Uke 12 | Oversikt over effektbruken i uke 12 | | | | | |
|--------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Tid. | Mandag 18.03 (kWh) | Tirsdag 19.03 (kWh) | Onsdag 20.03 (kWh) | Torsdag 21.03 (kWh) | Fredag 22.03 (kWh) | Mandag 25.03 (kWh) |
| 00:00 | | 24,412 | 16,44 | 17,515 | 21,53 | 20,19 |
| 01:00 | | 19,989 | 13,913 | 16,962 | 19,804 | 19,141 |
| 02:00 | | 19,184 | 13,322 | 18,73 | 19,793 | 19,402 |
| 03:00 | | 19,113 | 17,551 | 15,54 | 21,017 | 19,152 |
| 04:00 | | 18,83 | 18,674 | 13,252 | 21,149 | 19,224 |
| 05:00 | | 19,252 | 18,709 | 12,907 | 20,013 | 18,994 |
| 06:00 | | 21,329 | 20,55 | 14,822 | 21,434 | 20,56 |
| 07:00 | | 23,389 | 22,851 | 15,14 | 22,223 | 21,56 |
| 08:00 | | 22,794 | 24,205 | 18,674 | 25,207 | 18,34 |
| 09:00 | | 24,799 | 19,085 | 16,239 | 22,641 | 18,26 |
| 10:00 | | 20,181 | 17,869 | 15,941 | 20,29 | |
| 11:00 | 18,996 | 19,766 | 17,023 | 16,258 | 19,621 | |
| 12:00 | 19,085 | 19,518 | 18,104 | 16,6 | 19,426 | |
| 13:00 | 17,688 | 18,936 | 19,051 | 16,791 | 19,051 | |
| 14:00 | 17,8 | 17,668 | 18,144 | 16,822 | 21,405 | |
| 15:00 | 17,655 | 19,022 | 19,083 | 17,546 | 21,177 | |
| 16:00 | 21,083 | 18,816 | 19,176 | 16,291 | 20,858 | |
| 17:00 | 23,004 | 23,554 | 23,882 | 17,547 | 21,338 | |
| 18:00 | 26,984 | 22,469 | 22,484 | 20,9 | 24,333 | |
| 19:00 | 25,165 | 22,043 | 21,91 | 20,152 | 25,101 | |
| 20:00 | 26,377 | 26,622 | 21,555 | 20,138 | 22,77 | |
| 21:00 | 29,06 | 26,439 | 21,872 | 21,118 | 19,138 | |
| 22:00 | 31,106 | 27,219 | 23,002 | 19,965 | 18,265 | |
| 23:00 | 32,335 | 21,727 | 21,983 | 18,929 | 17,817 | |
| 00:00 | 24,412 | 16,44 | 17,515 | 21,53 | 15,539 | |

B Vedlegg - Beregninger

3x63A ladesystem med effektstyring

| | | m2/stk | W m2/stk | sam.fakt. | W |
|-------------------------|-----------------|----------|-------------------|-----------|-----------|
| Boliger | Plan 5 | 3 | 9 000 | 1,0 | 27 000 |
| Boliger | Plan 4 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 3 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 2 | 10 | 9 000 | 1,0 | 90 000 |
| | | | | | |
| Heiser | | 2 | 10000 | 1 | 20 000 |
| Fellesareal | | 300 | 20 | 1 | 6 000 |
| | | | | | |
| Parkering | | 3000 | 20 | 1 | 60 000 |
| Ladesystem | Effektstyrt | 3 | 45000 | 1 | 135 000 |
| | | | | | |
| Næring | 1 stk kafe etc. | 1 | 138000 | 1 | 138 000 |
| | | | | | |
| | | Effekt W | Samtidighetfaktor | | Ny effekt |
| Effekt bygget | | 503 000 | 0,7 | | 352 100 |
| Effekt elbil-ladeanlegg | | 135 000 | 1 | | 135 000 |
| W | | | | | 487 100 |
| Prosent ladeanlegg | | | | | 27,7% |
| A= | | | | | 703 |

Ladesystem med 40 ladeplasser og en ladeeffekt på 7.3kW.

| | | m2/stk | W m2/stk | sam.fakt. | W |
|-------------|-------------------------|----------|----------------|-----------|-----------|
| Boliger | Plan 5 | 3 | 9 000 | 1,0 | 27 000 |
| Boliger | Plan 4 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 3 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 2 | 10 | 9 000 | 1,0 | 90 000 |
| | | | | | |
| Heiser | | 2 | 10000 | 1 | 20 000 |
| Fellesareal | | 300 | 20 | 1 | 6 000 |
| | | | | | |
| Parkering | | 3000 | 20 | 1 | 60 000 |
| Ladesystem | | 40 | 7300 | 1 | 292 000 |
| | | | | | |
| Næring | 1 stk kafe etc. | 1 | 138000 | 1 | 138 000 |
| | | | | | |
| | | Effekt W | Samtidighefakt | | Ny effekt |
| | Effekt bygget | 503 000 | 0,7 | | 352 100 |
| | Effekt elbil-ladeanlegg | 292,000 | 1 | | 292 000 |
| | W | | | | 644 100 |
| | Prosent ladeanlegg | | | | 45,3% |
| | A= | | | | 930 |

Ladesystem med 40 ladeplasser og en ladeeffekt på 3.7kW.

| | | m2/stk | W m2/stk | sam.fakt. | W |
|-------------------------|-----------------|----------|----------------|-----------|-----------|
| Boliger | Plan 5 | 3 | 9 000 | 1,0 | 27 000 |
| Boliger | Plan 4 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 3 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 2 | 10 | 9 000 | 1,0 | 90 000 |
| | | | | | |
| Heiser | | 2 | 10000 | 1 | 20 000 |
| Fellesareal | | 300 | 20 | 1 | 6 000 |
| | | | | | |
| Parkering | | 3000 | 20 | 1 | 60 000 |
| Ladesystem | Effektstyrt | 40 | 3700 | 1 | 148 000 |
| | | | | | |
| Næring | 1 stk kafe etc. | 1 | 138000 | 1 | 138 000 |
| | | | | | |
| | | Effekt W | Samtidighefakt | | Ny effekt |
| Effekt bygget | | 503 000 | 0,7 | | 352 100 |
| Effekt elbil-ladeanlegg | | 148,000 | 1 | | 148 000 |
| W | | | | | 500 100 |
| Prosent ladeanlegg | | | | | 29,6% |
| A= | | | | | 721 |

Effektstyrt anlegg med måler på inntaket.

| | | m2/stk | W m2/stk | sam.fakt. | W |
|-------------------------|---------------------|----------|-------------------|-----------|-----------|
| Boliger | Plan 5 | 3 | 9 000 | 1,0 | 27 000 |
| Boliger | Plan 4 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 3 | 9 | 9 000 | 1,0 | 81 000 |
| Boliger | Plan 2 | 10 | 9 000 | 1,0 | 90 000 |
| | | | | | |
| Heiser | | 2 | 10000 | 1 | 20 000 |
| Fellesareal | | 300 | 20 | 1 | 6 000 |
| | | | | | |
| Parkering | | 3000 | 20 | 1 | 60 000 |
| Ladesystem | Effektstyrt m/måler | 3 | Når tilgjengelig | 1 | 0,00 |
| | | | | | |
| Næring | 1 stk kafe etc. | 1 | 138000 | 1 | 138 000 |
| | | | | | |
| | | Effekt W | Samtidighetfaktor | | Ny effekt |
| Effekt bygget | | 503000 | 0,7 | | 352 100 |
| Effekt elbil-ladeanlegg | | 135000 | 1 | | 0 |
| W | | | | | 352 100 |
| Prosent ladeanlegg | | | | | 0 |
| A= | | | | | 508 |