



BACHELOROPPGÅVE

Integrasjon av batteri i lågspent distribusjonsnett
Battery integration in the low-voltage grid

Dag Inge Gjerland
Anders Ødegård Bjørk
Vidar Ospedal Vallestad

HVL Førde – Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap
Institutt for dатateknologi, elektroteknologi og realfag

Rettleiar: Aleksandrs Mesnajevs
25.05.2021

STUDENTRAPPORT

Campus Førde, Svanehaugvegen 1, 6812 FØRDE www.hvl.no

| TITTEL | RAPPORTNR. | DATO |
|---|---------------------------------------|------------|
| Bacheloroppgåve | 01 | 25.05.2021 |
| PROSJEKTTILTTEL | TILGJENGELEG | TAL SIDER |
| Integrasjon av batteri i lågspent distribusjonsnett | Open | 96 |
| FORFATTARAR | ANSVARLEG RETTLEIAR | |
| Dag Inge Gjerland Vidar Ospedal Vallestad Anders Ødegård Bjørk | Førsteamanuensis Aleksandrs Mesnajevs | |
| OPPDRAKGJEGJEBER | | |
| BKK Nett Kontaktperson: Stian Tefre | | |
| SAMANDRAG | | |
| <p>Oppgåva omhandlar eit konkret prosjekt hos BKK Nett, der vi ser på bruk av batteri i eit lågspenningsnett. Problemstillinga er at BKK Nett ikkje leverer spenning etter forskrift om leveringskvalitet til ein av sine kundar. Målet med prosjektet er å greie ut om batteri kan vere eit godt alternativ til konvensjonelle løysingar. Dette baserer vi på simuleringar og vurdering av kostnader rundt dei ulike alternativa. Simuleringane er gjort i Sincal og Python, der vi undersøker ladesyklus til batteriet, kortslutningsstraumar og lastflyt i nettet.</p> | | |
| SUMMARY | | |
| <p>This report deals with a specific project at BKK Nett, where we look at the use of a battery integration in the low-voltage grid. The problem is that BKK Nett does not deliver voltage in accordance with regulations on delivery quality to one of their customers. The goal of the project is to find out if a battery can be a good alternative to conventional solutions. We base our result on simulations and cost assessment of various alternatives. The simulations were done in Sincal and Python, where we investigate the battery charging cycle, short-circuit currents and load flow in the grid.</p> | | |
| EMNEORD | | |
| Batteriintegrasjon, spenningsstøtte, distribusjonsnett | | |

Forord

Rapporten i denne bacheloroppgåva er utarbeida av Dag Inge Gjerland, Anders Ødegård Bjørk og Vidar Ospedal Vallestad. Prosjektet starta i januar 2021, og avsluttar bachelorstudiet elektro, energi, elkraft og miljø ved Høgskulen på Vestlandet i Førde. Gruppa består av to elektrikarar og ein energimontør. Dette kjem sjølv sagt godt til nytte i prosjektet, i lag med den teoretiske kunnskapen vi har fått gjennom studiet.

Problemstillinga er utforma i samarbeid med BKK Nett, der vi har vore involvert i deira pilotprosjekt med batteri i distribusjonsnettet.

Arbeidet med prosjektet har vore interessant, krevjande og lærerikt. Vi har undervegs hatt ein del utfordringar som har ført til vesentlege endringar i prosjektet. Det var planlagt ein praktisk del med driftssetting, som måtte erstattast med simuleringar. Det er derfor hovudsakleg simuleringar som ligg til grunn for resultata og konklusjonen i rapporten.

Vi vil takke førsteamansis Aleksandrs Mesnajevs og høgskulelektor Joar Sande, som begge har rettleia oss godt gjennom prosjektet. Elles vil vi takke BKK Nett for prosjektet og hjelp undervegs, og spesielt kontaktperson Stian Tefre for oppfølginga. Vi vil også rette ein takk til Maren Refsnes Brubæk for bidraget med Python modellen frå si masteroppgåve.

Førde, 25 mai 2021



Dag Inge Gjerland

Anders Ødegård Bjørk



Vidar Ospedal Vallestad

Innholdsliste

| | |
|--|-----------|
| Forord | 2 |
| Utdjuping av ord og uttrykk | 5 |
| Figurliste..... | 6 |
| Tabelliste..... | 7 |
| Samandrag | 8 |
| 1. Innleiing | 9 |
| 1.1 Bakgrunn for prosjekt | 9 |
| 1.2 Avgrensing av prosjektet | 9 |
| 2. Beskriving av prosjektet | 10 |
| 2.1 Problemstilling | 10 |
| 2.2 Forskrift om leveringskvalitet | 12 |
| 2.3 Oppbygging av lågspentnettet som inngår i oppgåva | 13 |
| 2.4 Velanders metode..... | 14 |
| 3. Straumnett og batteri | 15 |
| 3.1 Straumnettet i Norge | 15 |
| 3.2 Oppbygging og utfordringar i nettet | 15 |
| 3.3 Bruk av batteri i straumnettet | 16 |
| 3.3.1 Moglegheiter med bruk av batteri i nettet | 16 |
| 3.3.2 Myndigheitsregulering av batteri i straumnettet | 17 |
| 3.4 Batterianlegg | 17 |
| 3.4.1 Oppbygging, styring, kommunikasjon..... | 17 |
| 3.4.2 Styringsparameter | 18 |
| 3.4.3 HMS | 18 |
| 3.5 Vurderingar som bør gjerast før anskaffing av batteri..... | 18 |
| 4. Praktisk del av prosjektet..... | 19 |
| 4.1 Informasjon om batteristasjonen | 19 |
| 4.2 Driftssetting | 19 |
| 5. Simuleringar | 20 |
| 5.1 PSS Sincal | 20 |
| 5.2 Python | 21 |
| 6. Kostnader | 23 |
| 6.1 1000 V alternativ..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2 22 kV alternativ med oppgradering i eksisterande trasé..... | 25 |
| 6.3 Batteri integrert i eksisterande nett | 26 |
| 6.4 Eksisterande nett med oppgradering til 3x95mm ² | 26 |
| 7. Resultat | 28 |
| 7.1 Ordinært nett | 29 |
| 7.2 Batteri integrert i eksisterande nett | 32 |
| 7.3 Eksisterande nett med oppgradering til EX 3x95mm ² | 36 |
| 7.3.1 EX 3x95mm ² | 36 |
| 7.3.2 EX 3x95mm ² og batteri | 38 |
| 7.3.3 Dobbelt EX 3x95mm ² | 39 |
| 7.3.4 Kortslutningsstraumar..... | 40 |
| 7.4 1000 V alternativ..... | 42 |
| 7.5 22 kV alternativ med oppgradering i eksisterande trasé..... | 44 |
| 8. Prosjektadministrasjon..... | 46 |
| 8.1 Organisering | 46 |
| 8.2 Gruppeoppsett | 46 |
| 8.3 Framdriftsplan | 46 |
| 8.4 Personvern | 47 |
| 8.5 Økonomi | 47 |
| 8.6 Prosjektevaluering..... | 47 |
| 9. Konklusjon | 48 |
| Referansar | 50 |
| Vedleggsliste | 52 |

Utdjuping av ord og uttrykk

| | |
|-----------------------------------|---|
| FoL | Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet. |
| Reaktiv effekt | Ein type effekt som ikkje utfører nyttig arbeid, men som tar plass i straumnettet og fører til energitap i straumlinja. https://www.skageraknett.no/om-reakтив-effekt/category1589.html |
| Hurtige spenningsfall/ variasjon | Spenninga går under intervallet på $\pm 10\%$ i eit tidsrom på 10ms-60 s. (Med spenningsnivå på 230V vil det seie under 207V og over 253V). |
| Langsane spenningsfall/ variasjon | §3-3 FoL: <i>Nettselskap skal sørge for at langsame variasjonar i spenningas effektivverdi skal vere innafor eit intervall på $\pm 10\%$ av nominell spenning målt over eitt minutt.</i> |
| Transiente overspenningar | Definisjon frå FoL: <i>Høgfrekvente overspenningar med varighet innafor ein halvperiode (10ms). Stigetida kan vare i frå mindre enn eitt mikrosekund til nokre få millisekund.</i> |
| Radial nett | Er ein type struktur på nettet som er typisk for distribusjonsdelen. Overføringa har éin veg å gå, og har ikkje moglegheit til å kunne bli forsynt ifrå andre delar av nettet. |
| NVE - RME | Norges vassdrags- og energidirektorat har ansvar for å forvalte landets vatn og energiressursar. RME (Reguleringsmyndighet for energi) er ei avdeling i NVE og fungerer som reguleringsmyndighet i samsvar med energilova, naturgasslova og forvaltningslova. Skal følge opp lover og direktiv. |
| SOC | State of Charge. Fortel kor mykje kapasitet som er igjen i batteriet |
| SC3 | Største 3-fase kortslutningsstraum |
| SC2 | Minste 2-fase kortslutningsstraum |

Figurliste

| | |
|--|----|
| Figur 1: Spenningsvariasjonar 05.02.2019. Henta frå vedlegg 1 side 5 | 10 |
| Figur 2: Oppsummering fol rapport 2019. Henta frå vedlegg 1 side 1..... | 10 |
| Figur 3: Spenningsvariasjonar 19.12.2020-06.01.2021, frå FoL rapport, henta frå vedlegg 2 side 5 | 11 |
| Figur 4: Oppsummering FoL rapport 2021. Henta frå vedlegg 2 side 1. | 11 |
| Figur 5: Nettstruktur utforma av prosjektgruppa (vedlegg 11)..... | 14 |
| Figur 6: Oppbygging av straumnettet [5]. | 15 |
| Figur 7: Prisutvikling for litium-ion batteri [8]..... | 16 |
| Figur 8: Prinsippskisse for øydriftsfunksjon [10]. | 17 |
| Figur 9: Eksempel på oppbygging av batterianlegg [11]. | 18 |
| Figur 10: Sincal modell. | 21 |
| Figur 11: Node og branches oppsett for python koden..... | 22 |
| Figur 12: Ny trasé for 1 KV og 22KV teikna i netLIN [18]. | 23 |
| Figur 13: 1kV forsyning. | 24 |
| Figur 14: 22kV hengekabel som forsyn siste del av radialen..... | 25 |
| Figur 15: Linjetrasé oppgradert med 3x95mm ² fram til batterikiosk. | 26 |
| Figur 16: Spenningskurver for Python og Sincal simulerigar..... | 28 |
| Figur 17: Modell av aktuell radial med makseffektar frå Velanders metode..... | 29 |
| Figur 18: «Heat-map» med effektverdiar frå Velanders metode. | 30 |
| Figur 19: Spenning hos kunde ved høgste effektuttak..... | 30 |
| Figur 20: Straumkurve for SC2 ordinært nett. | 32 |
| Figur 21: Ladesyklus for batteri i ordinært nett. | 33 |
| Figur 22: Oversikt av SOC og spenningsverdi hos kunde. | 33 |
| Figur 23: SOC ved 0,95pu..... | 34 |
| Figur 24: SOC ved 0,9pu ut, og 0,95pu inn. | 34 |
| Figur 25: Spenning hos kunden ved høgste effektuttak med batteri. | 35 |
| Figur 26: «Heat-map» ved høgste effektuttak med batteri. | 35 |
| Figur 27: Strekket som skal oppgraderast. | 37 |
| Figur 28: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde. | 37 |
| Figur 29: «Heat-map» for høgste effektuttak med 3x95mm ² nett. | 38 |
| Figur 30: SOC ved 3x95mm ² nett og 0,95pu..... | 38 |
| Figur 31: Ladesyklus for batteri i 3x95mm ² nett. | 38 |
| Figur 32: «Heat-map» ved høgste effektuttak i 3x95mm ² nett med batteri. | 39 |
| Figur 33: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i 2x3x95 nett. | 39 |
| Figur 34: «Heat-map» ved høgste effektuttak i 2x3x95mm ² nett. | 40 |
| Figur 35: 1000V modell i Sincal. | 42 |
| Figur 36: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i 1000V nett. | 42 |
| Figur 37: «Heat-map» ved høgste effektuttaket i 1000V nett. | 43 |
| Figur 38: 22kV nett i Sincal. | 44 |
| Figur 39: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i 22kV nett. | 44 |
| Figur 40: «Heat-map» ved høgste effektuttak i 22kV nett. | 45 |
| Figur 41: Oversikt over prosjektorganisasjonen. | 46 |
| Figur 42: Gantt diagram versjon 1..... | 47 |

Tabelliste

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Tillatne spenningsvariasjonar [2]..... | 12 |
| Tabell 2: Tillaten flimmerintensitet [2]. | 13 |
| Tabell 3: Kabedata per branch. | 23 |
| Tabell 4: Tal hus per node. | 23 |
| Tabell 5: Kostnadskalkyle 1kV..... | 24 |
| Tabell 6: Kostnadskalkyle 22kV alternativ. | 25 |
| Tabell 7: Kostnadskalkyle batterianlegg. | 26 |
| Tabell 8: Kostnader knytt til batterianlegg og oppgradering av linje. | 27 |
| Tabell 9: Kostnader med dobbel $3 \times 95\text{mm}^2$ og kabel TFXP $4 \times 150\text{mm}^2$ | 27 |
| Tabell 10: Kortslutningsverdiar ved ordinært nett. | 31 |
| Tabell 11: Kortslutningsverdiar for ordinært nett med batteri. | 36 |
| Tabell 12: Kortslutningsverdiar for $3 \times 95\text{mm}^2$ nett..... | 41 |
| Tabell 13: Kortslutningsverdiar for $3 \times 95\text{mm}^2$ med batteri | 41 |
| Tabell 14: Kortslutningsverdiar for $2 \times 3 \times 95\text{mm}^2$ nett..... | 41 |
| Tabell 15: Kortslutningsverdiar i 1000V nett. | 43 |
| Tabell 16: Kortslutningsverdiar 22kV nett..... | 45 |

Samandrag

I bacheloroppgåva har vi på oppdrag frå BKK sett på eit konkret prosjekt, der særleg ein kunde opplever varierande og därleg spenningskvalitet. Prosjektet går ut på å finne ut om batteri kan vere ei god løysing på spenningsproblematikk, samanlikna med konvensjonelle løysingar.

Problemstillinga er at BKK Nett ikkje leverer spenning etter forskrift om leveringskvalitet (FoL). Dette er dokumentert ved hjelp av dataloggar utplassert hos kunden. Dei konkrete brota på forskrifta er flimmerintensitet over lengre tid, og mengda hurtige spenningsvariasjonar per døgn. FoL er forskrifta som alle nettselskap er forplikta til å følgje. Det vil seie at alle kundar skal forvente å få ein viss kvalitet og leveringstryggleik til sine bustader. I tillegg er det gjort berekningar som tilseier at kortslutningsytinga er svært låg og må utbetrast.

Med aukande fokus på elektrifisering, har det blitt ei auke i effektorientert kraftetterspørsel. Utviklinga fører til at det er utfordrande å levere tilstrekkeleg kapasitet og spenningskvalitet på nettet. Fallande prisar på batteri har ført til at batteri har blitt sett på som aktuelt å nytte til å løye slik problematikk. Batteri kan vere eit hjelpemiddel for nettselskap som har utfordringar med spenningskvalitet i nettet. Løysinga verkar å vere fleksibel og kan nyttast til fleire formål, og dermed gi selskapa eit større handlingsrom rundt nettinvesteringar. Det kan bidra til å redusere behov for større utbetingar i nettet.

Ein stor del av prosjektet gjekk ut på å sette i drift ein batterikiosk BKK hadde plassert ut hos aktuell kunde. Frå januar til april omhandla prosjektet i hovudsak arbeid rundt klargjering og gjennomføring av driftssettinga. Etter fleire mislykka forsøk på å driftssette kiosken, syntet det seg at ei tidlegare ombygging av anlegget gjorde at oppstarten ikkje kunne gjennomførast. Etter eit møte med ABB 25. mars, informerte dei om at dei måtte utbetre anlegget, men at dette ikkje ville skje tidsnok til at vi kunne ta med denne delen i vårt prosjekt. Dette medførte at vi måtte prioritere annleis vidare i oppgåva vår, og leggje større vekt på simuleringar.

For å kartlegge funksjonaliteten til batteri i lågspenningsnettet, har vi brukt programmeringsprogrammet Python til å simulere lade og matesyklusar til batteriet. På denne måten kan vi legge til grunn dei parameterane som gir det beste og mest stabile resultatet for nettet. Vidare har vi brukt Sincal til å simulere lågspenningsnettet, og for å få fram batteriet sin påverknad på nettet. Når ein skal vurdere ulike løysingar, er det òg viktig å få fram kostnadane. Vi har simulert ulike alternativ til å utbetre spenningsproblematikken, og kartlagt både kostnadane og nettkvaliteten.

Det er lite som tyder på at batteri vil vere ei god løysing i tilsvarande nettstruktur som vi har i dette prosjektet. Både med tanke på funksjonalitet og økonomi. Resultata frå simuleringane viser at ein får eit svakare resultat med å kun bruke batteri framfor å bruke konvensjonelle løysingar. Den låge spenninga ved batteriet fører til lange ladesyklusar som igjen vil holde spenninga nede på eit lågt nivå. Vi konkluderer med at batteri vil ha større potensial i tettbygde område med høge effektoppar, enn i område med lange radialar med generelt låg spenning som vil gi utfordringar med ladesyklusen.

1. Innleing

Bacheloroppgåva avsluttar det treårige studiet ved Høgskulen på Vestlandet. Her nyttar vi oss av den tverrfaglege kunnskapen som vi har tileigna oss gjennom heile studiet, i tillegg til relevant erfaring vi har med oss frå tidlegare arbeid. Oppbygginga av prosjektet frå planleggingsfasen til avslutning og ferdigstilling er omfattande. Dette krev god planlegging heile vegen, og her er fleire involverte partar som vi må ta omsyn til. Sjølve oppgåva har vi fått gjennom BKK Nett, som står som oppdragsgjevar i prosjektet. I løpet av forprosjektpoden lagde vi framdriftsplan og konkretiserte problemstillingane med hovudmål og delmål.

Underveis i prosjektperioden har vi fleire arbeidskrav med ulike tidsfristar. Først leverte vi ei forenkla prosjektbeskriving, før vi starta å utarbeide forprosjektrapporten. Denne skulle godkjennast av styringsgruppa. Utover i perioden har vi hatt både interne møter i gruppa, og møter med rettleiarar for å avklare ulike problemstillingar. Samtidig med fristen til forprosjektrapporten skulle det også oppretta ei nettside eller tilsvarande. Her valde vi å gå for ei nettsideløysing hos «wordpress», med tilhøyrande blogg, som vi oppdaterte underveis. Det skal også lagast plakat og pressemelding, som skal publiseraast før munnleg framføring i slutten av prosjektperioden.

1.1 Bakgrunn for prosjekt

Bacheloroppgåva vår vert ei vidareføring av arbeidet vi tok føre oss i systememne sist haust. Der såg vi på bruk av batteri som spenningsstøtte i lågspent distribusjonsnett. Gjennom å hente informasjon frå prosjekt hos andre selskap, fekk vi der kjennskap til korleis batteri på ulike måtar kan integrerast i nettet, og kva utfordringar som kan oppstå.

I samarbeid med BKK Nett i Førde, skulle vi sette i drift og optimalisere ein batteristasjon. Dette er ei alternativ løysing på eit problem, der ein kunde har opplevd varierande og ustabil spenning over tid. Spenninga har heller ikkje vore innanfor krava som er sett i Forskrift om leveringskvalitet (FoL). Normalt er dette eit problem som vert løyst ved utskiftingar og fornying av eksisterande nett. Vi vil i denne oppgåva finne ut om batteri er eit fullgodt alternativ i dette tilfellet, med tanke på både funksjonalitet og kostnad.

1.2 Avgrensing av prosjektet

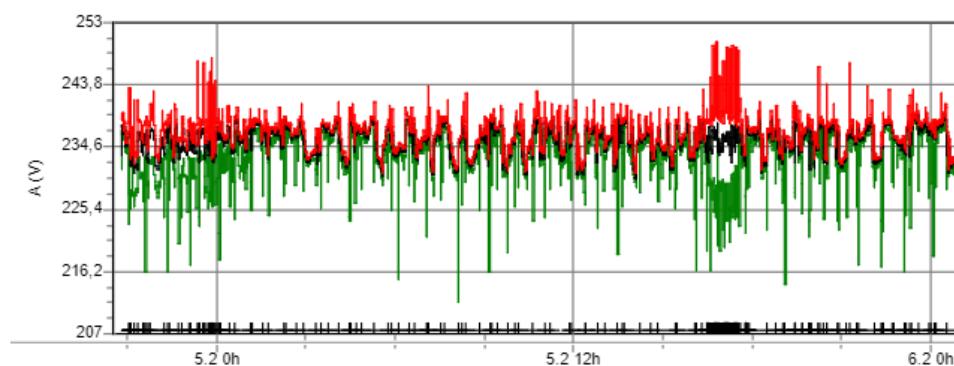
Rapporten omhandlar eit konkret lågspenningsnett i BKK sitt forsyningsområde, der delar av nettet er svakt og ikkje oppfyller krava til leveringskvalitet. I dette aktuelle området skal BKK prøve ut ei batteriløysing, for å teste ut om dette er ei løysing som kan utbetre desse problema. I utgangspunktet skulle vi vere med på å sette i drift, og ha ansvar for optimalisering av sjølve batterikiosken. Det viste seg her å vere utfordringar med oppbygginga av kiosken, som ABB måtte involverast i for å utbetre. Desse problema let seg ikkje løyse i vår prosjektperiode. Derfor skal vi i vårt prosjekt finne ut ved hjelp av simuleringar kva utfordringar ein kan vente seg med batteriløysinga, og eventuelt kva andre tiltak ein bør vurdere for å få eit godt resultat. Vi vil vurdere resultata av batteriløysing og andre tiltak opp mot kvarandre for å kunne konkludere med kva som vil gje det beste resultatet, og eventuelle utbetringer i tillegg til ei batteriløysing.

2. Beskriving av prosjektet

BKK Nett leverer ikkje spenningskvalitet i samsvar med krava i FoL, til ein nettkunde i deira forsyningsområde. For å kartlegge kva utfordinga er, har det vore sett ut midlertidige dataloggarar i aktuell bustad, for å få oversikt over kvaliteten på spenninga. På bakgrunn av informasjonen frå dei innsamla data, har vi hatt moglegheit til å konkretisere utfordringane.

2.1 Problemstilling

Det vart i 2019 utforma ein FoL-rapport, sjå vedlegg 1, som viser logging av kvaliteten på spenninga hos kunden. Rapporten er utgangspunktet for å konkretisere spenningsutfordringa i dette prosjektet. Rapporten viser brot på FoL under punkt 4, flimmerintensitet over lang tid (Plt), og punkt 5, brot på tal hurtige spenningsvariasjonar per døgn. I FoL er maksgrensa for spenningsvariasjonar per døgn, sett til 24 tilfelle ved verdiar av ΔU maks over 5%. I rapporten frå 2019, har det ved to høve vore registrert spenningsvariasjonar opp til 70 og 76 tilfelle i døgnet.



Figur 1: Spenningsvariasjonar 05.02.2019. Henta frå vedlegg 1 side 5.

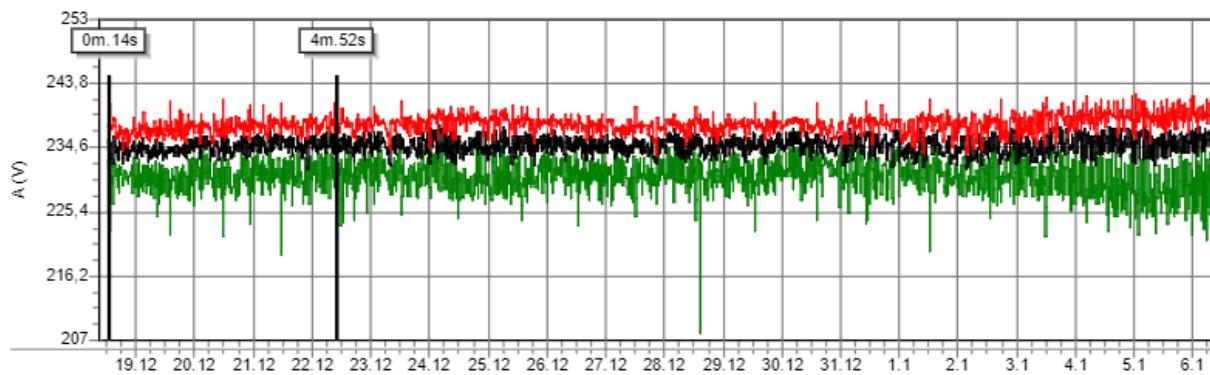
NVE Compliance Summary

| Parameter | Result |
|-----------------------|--------|
| RMS Voltage | Pass |
| Frequency | Pass |
| Voltage Unbalance | N/A |
| Pst | Pass |
| Plt | Fail |
| Voltage THD | Pass |
| Volts Harmonics | Pass |
| Rapid Voltage Changes | Fail |

Figur 2: Oppsummering fol rapport 2019. Henta frå vedlegg 1 side 1.

Hausten 2020 blei den elektriske installasjonen hos kunden utbetra, og ombygd frå ein- til trefasa. I tillegg vart transformatoren på denne krinsen trinna opp eit nivå. Dette vart gjort før jula 2020, for å midlertidig hjelpe til å betre spenningsnivået.

I januar 2021 vart det utplassert ein ny loggar hos kunden, for å få oversikt over spenningskvaliteten etter ombygginga av installasjonen. Av loggen i FoL-rapporten (vedlegg 2), kan ein sjå at det ikkje er noko direkte brot på forskrifta lengre, men at det framleis er litt spenningsvariasjonar. Vi kan tenke oss at når kraftproduksjonen i området startar opp for fullt igjen, må transformatoren sannsynlegvis trinnast tilbake til det vanlege nivået. Dette kan då forverre spenningskvaliteten igjen.



Figur 3: Spenningsvariasjonar 19.12.2020-06.01.2021, frå FoL rapport, henta frå vedlegg 2 side 5.

NVE Compliance Summary

| Parameter | Result |
|-----------------------|--------|
| RMS Voltage | Pass |
| Frequency | Pass |
| Voltage Unbalance | N/A |
| Pst | Pass |
| Plt | Pass |
| Voltage THD | Pass |
| Volts Harmonics | Pass |
| Rapid Voltage Changes | Pass |

Figur 4: Oppsummering FoL rapport 2021. Henta frå vedlegg 2 side 1.

Ifølgje berekningar har BKK svært låge kortslutningsverdiar hos den aktuelle kunden. Dette er ein konsekvens av høg impedans, i eit nett med lang utstrekning. For å unngå farlege situasjoner, må kortslutningsstraumen vere høg nok til at vern løyser ut ved feil. Det vil vere ein viktig del av oppgåva å få klarheit i om batterikiosken kan utbetre dette, eller kva som eventuelt må til, for å få auka kortslutningsverdiane til eit tilfredsstillande nivå.

Vi får ikkje moglegheit til å finne ut om batterikiosken vil kunne utbetre lovbrota som er påpeika i FoL-rapportane, når den ikkje kjem i drift tidsnok til vårt prosjekt. Derfor vil vi basere oss på innhenta data og simuleringar. På den måten kan vi likevel kartlegge om batteri kan vere eit fullgodt alternativ til å utbetre lågspenningsnettet, utan at det må større tiltak til i eksisterande nett. I tillegg til batteriløysinga, vil vi sjå på ulike løysingar for å løyse spenningsproblematikken. Dette for å kunne grunngi om batteri er eit reelt alternativ til vanleg utbetring av linjenettet.

2.2 Forskrift om leveringskvalitet

I følgje Forskrift om leveringskvalitet (FoL), er alle nettselskap forplikt til å ha ein viss kvalitet på det dei leverer ut til kundane sine. Leveringskvalitet er samansett av mellom anna leveringstryggleik og spenningskvalitet. Leveringstryggleik omhandlar tilgangen til elektrisk energi, medan spenningskvaliteten omhandlar bruksverdien av den leverte energien. Dette betyr at spenninga må ha ein viss kvalitet, for at det ikkje skal få konsekvensar for utstyr som vert tilkopla nettet [1]. Det er den delen som handlar om spenningskvalitet som i hovudsak er bakgrunnen for prosjektet.

Kapittel 3 i FoL omhandlar dette, og når det gjeld spenningskvaliteten skal den ligge innanfor gitte grenseverdiar. Verdien på spenninga skal ligge innanfor $\pm 10\%$ av nominell spenning. I eit 230V nett, som i vårt tilfelle, vil det seie i intervallet $207 < U < 253$ V [1].

Det vert skilt mellom langsame og hurtige spenningsvariasjonar. I vårt tilfelle kan ein anta at ein får hurtige variasjonar ved oppstart av tyngre laster, som t.d. jordbruksmaskiner i nærliggande nett. Langsame variasjonar kan komme mens maskinene er i gang.

§ 3-3 omhandlar langsame spenningsvariasjonar:

«Nettselskap skal sørge for at langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, er innenfor et intervall på $\pm 10\%$ av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet.»

Vedlegg 3 viser spenningsmålingar frå AMS loggen i perioden 1. september 2019, fram til 19. oktober 2020. Det er spesielt målingane på L1-fasen som viser fleire tilfelle der spenningsnivået kjem under 207V, som er den minste spenningsverdien som er tillat i lågspentnettet. Dette er brot på §3-3 i forskrifta.

§ 3-4 omhandlar kortvarige over- og underspenningar, og spenningssprang:

«Nettselskap skal sørge for at spenningsendringer ved kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningssprang ikke overstiger følgende grenseverdier i tilknytningspunkt med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N , for det respektive tidsintervallet:»

Tabell 1: Tillatte spenningsvariasjonar [2].

| Kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningssprang | Maksimalt antall tillatt pr. flytende 24-timersperiode | |
|---|---|-----------------------|
| | $0,23 \text{ kV} \leq U_N \leq 35 \text{ kV}$ | $35 \text{ kV} < U_N$ |
| $\Delta U_{\text{stasjonær}} \geq 3 \%$ | 24 | 12 |
| $\Delta U_{\text{maks}} \geq 5 \%$ | 24 | 12 |

Vedlegg 1 viser FoL rapporten som er nemnd i kapittel 2.1. Rapporten viser målingar på 70 og 76 spenningsvariasjonar i døgnet. Dette er brot på §3-4 i forskrifta.

§ 3-5 omhandlar flimmerintensitet:

«Nettselskap skal sørge for at flimmerintensitet ikke overstiger følgende verdier i tilknytningspunkt med det respektive nominelle spenningsnivå, U_N , for det respektive tidsintervallet:»

Tabell 2: Tillaten flimmerintensitet [2].

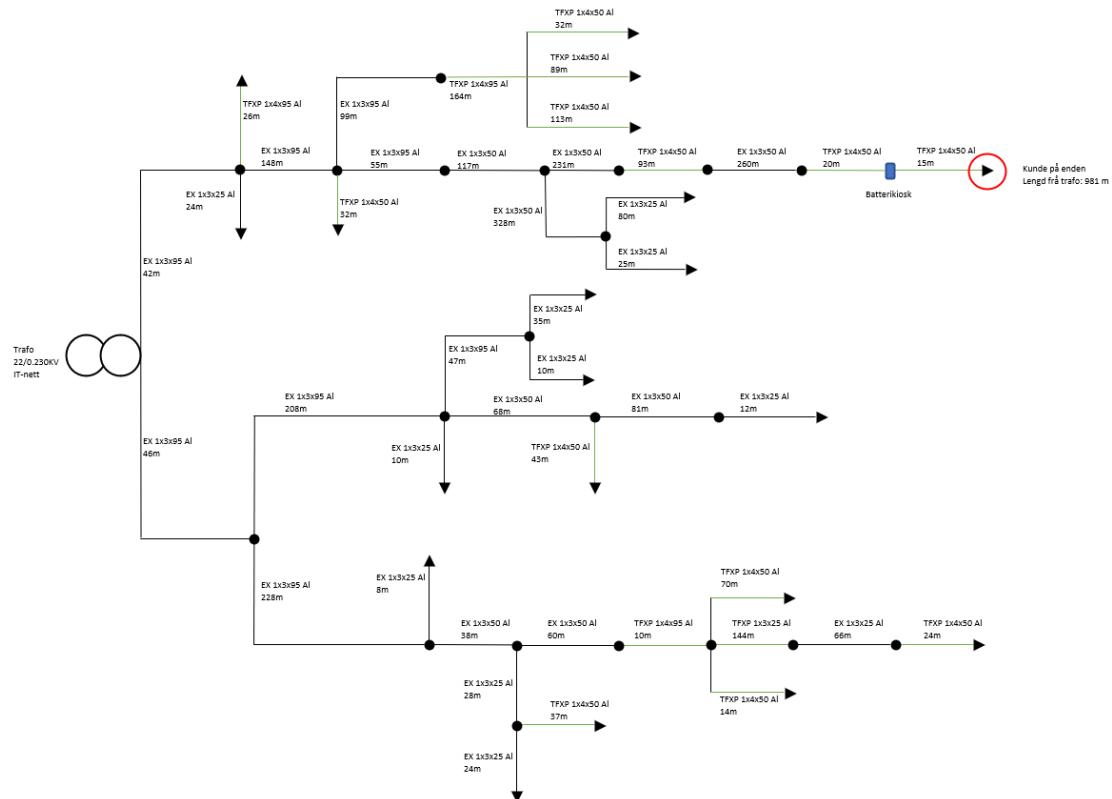
| | $0,23 \text{ kV} \leq U_N \leq 35 \text{ kV}$ | $35 \text{ kV} < U_N$ | tidsinterval |
|--|---|-----------------------|----------------|
| Korttidsintensitet av flimmer, P_{st} [pu] | 1,2 | 1,0 | 95 % av uken |
| Langtidsintensitet av flimmer, P_{lt} [pu] | 1,0 | 0,8 | 100 % av tiden |

Vedlegg 1 viser FoL rapporten som er nemnd i kapittel 2.1. Rapporten viser målingar på 1,141 på Plt målinga. Dette er brot på §3-5 i forskrifta.

2.3 Oppbygging av lågspentnettet som inngår i oppgåva

Området kan beskrivast som landleg med spreidd busetnad, og gardsbruk. Alderen på komponentane i nettet varierer mellom nokre eldre komponentar, og nokre som er bygd i nyare tid.

Nettet som vi tar føre oss er bygd opp av luftlinjer og kablar i ulike tverrsnitt. Det i seg sjølv er ikkje noko spesielt, men i dette tilfellet er kunden på enden av ein veldig lang radial. For å framstille denne kretsen har vi laga eit flytdiagram for å vise kor omfattande kretsen er, sjå figur 5. Kunden med därlegast spenningskvalitet er merka med raud ring i diagrammet, blå firkant viser plasseringa av batterikiosken. Figuren er laga ut i frå data vi har fått frå BKK, sjå vedlegg 10. Det ein spesielt kan merke seg, er at kunden merka med raud ring har ein forsyningstrasé på heile 981 meter.



Figur 5: Nettstruktur utforma av prosjektgruppa (vedlegg 11).

2.4 Velanders metode

For å kunne foreta korrekt dimensjonering av kablar, er det viktig å kartlegge belastningane i nettet.

Vårt grunnlag er basert på AMS-data og loggar hos aktuell kunde. Men dette gir berre grunnlag for dimensjonering av aktuell stikkledning. Vi har ikke fått samla inn data frå andre kundar på trafokretsen. For å fastsette maksimalbelastninga i knutepunkta langs radialen, har vi etter dialog med BKK valt å bruke Velanders formel, samt oppgitte Velanderkonstantar for aktuelt område og anleggstype. Formelen er eigna for ei homogen kundegruppe opp til 20 stk [3].

Velanders formel er basert på sannsynsrekning. På bakgrunn av målingar er det blitt laga tabellar der ein kan finne aktuelle Velander-koeffisientar. Formelen tek utgangspunkt i forventa årsenergi, og faktorane k_1 og k_2 , for å berekne maksimalt effektuttak hos kunden [3].

$$P_{max} = k_1 \cdot W + k_2 \cdot \sqrt{W} \quad (\text{formel 1})$$

P_{max} = maksimaleffekt i året

W = tilhøyrande årsenergi

k_1, k_2 = konstanter som gjeld for bestemte belastningstypar

Vi har fått oppgitt årsenergi frå dei ulike kundane hos BKK, og ut frå tabell i RENblad 8007 har vi henta ut aktuelle koeffisientar for Vestlandet [4].

Ved bruk av formelen kan ein komme fram til dei samanlagra effektane i knutepunkta. På grunn av samanlagring vil maksimaleffekt levert inn til knutepunktet, vere mindre enn dei summerte makseffektane til kundane, ut frå knutepunktet. Derfor er det viktig å ta omsyn til samanlagring, eller samtidigheitsfaktoren som den òg vert kalla.

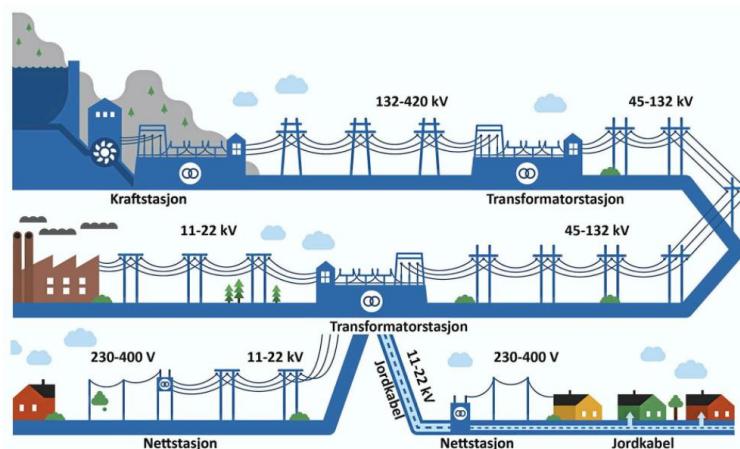
3. Straumnett og batteri

3.1 Straumnettet i Norge

Straumnettet er blant dei viktigaste infrastrukturane vi har i landet, og har som oppgåve å frakte straumen sikkert og effektivt ut til forbrukarane. Straumnettet er såleis kritisk avgjerande for at samfunnet vårt skal fungere. Med aukande elektrifisering er det viktig med robuste nett, som er dimensjonert for å tote dei effektoppane som oppstår.

3.2 Oppbygging og utfordringar i nettet

Oppbygginga består av sentral-, regional-, og distribusjonsnett. Sentralnettet er i hovudsak eigd av Statnett, medan regional-, og distribusjonsnettet er eigd av lokale nettselskap [5]. I vårt prosjekt er det lågspenningsdelen av distribusjonsnettet som er i fokus, sidan det er der vi har utfordringar som batteri kan vere med på å løyse. Distribusjonsnettet har spenningsnivå som strekker seg frå 22kV, og ned til 230V. Det er lågspent distribusjonsnett på 400V og 230V som fører krafta fram til sluttbrukar. Traséane som vert nytta her, varierer mellom luftlinjer og kablar i bakken. Ved lange avstandar og spreidd busetnad, er det i hovudsak nytta luftlinjer på bakgrunn av kostnad, og mindre inngrep enn å grave grøfter for kabel. Når forbruket aukar, kan vi få utfordringar i det eksisterande nettet, og nettselskapa kan då få problem med å oppretthalde tilfredsstillende leveringskvalitet.

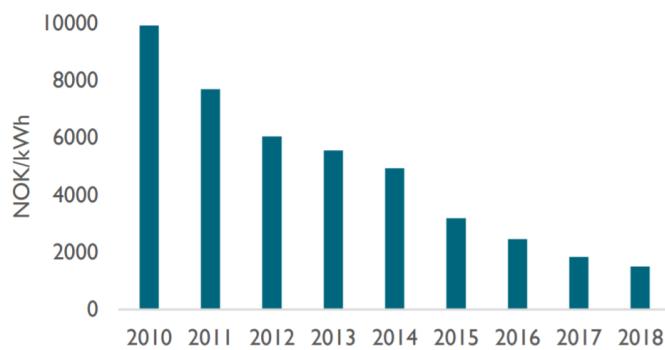


Figur 6: Oppbygging av straumnettet [5].

3.3 Bruk av batteri i straumnettet

For å nå klimamåla våre er elektrifisering av landet eitt av dei viktigaste tiltaka. Norge har gjennom Parisavtalen forplikta seg til å redusere klimagassutsleppa våre. Samanlikna med 1990-nivået skal utsleppa kuttast med 50% innan 2030, og heile 80% innan 2050 [6]. For å klare dette, må energibruken over på fornybare kjelder. Den auka kraftterspørsla dette vil medføre, er ikkje straumnettet dimensjonert for og nettselskapa vil difor vere nøydde til å gjere tiltak.

Utbygging og oppgradering av eksisterande nett er kostbart, og her har nettselskapa begynt å undersøke om batteri kan vere med på å løyse utfordringane. Det har vore ei enorm utvikling innan batteri dei siste åra, og då spesielt lithium-ion batteri. Etterspørsla har også auka, og prisane har gått kraftig nedover. Frå 2010 til 2019 har prisen per kWh falle med heile 87%. [7]. Prisen vil truleg fortsette nedover, ettersom det no òg kan bli ein marknad for batteri i kraftnettet.



Figur 7: Prisutvikling for lithium-ion batteri [8].

3.3.1 Moglegheiter med bruk av batteri i nettet

I ein rapport laga av DNV GL (Det Norske Veritas GL) på oppdrag for NVE-RME frå 2018, har dei sett på framtidsutsiktene når det gjeld bruk av batteri i distribusjonsnettet [9]. Område der batteri kan utbetre nettet er mellom anna innanfor leveringskvalitet, forsyningssikkerheit og effektutjamning.

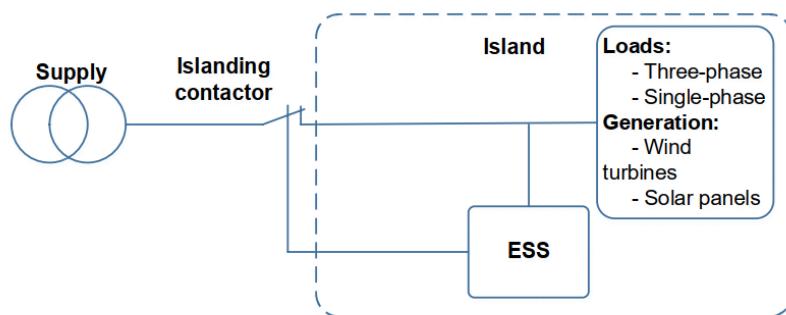
I denne prosjektoppgåva er det leveringskvalitet som er hovudutfordringa. Batterianlegg kan i tilfelle med spenningsfall over lange strekk, fungere som spenningsstøtte. Ein kan her ha spenningsregulering med enten reaktiv eller aktiv effekt. Metoden med reaktiv effekt baserer seg på å trekke reaktiv effekt ved høg spenning, og levere ved låg spenning. Når ein regulerer med aktiv effekt, vert energi lagra i batteriet ved høg spenning, og levert ved låg spenning [9]. Aktiv effektregulering er mest aktuelt for oss, sidan den metoden gir mest innverknad på spenninga. Samtidig må det heile tida vere kapasitet på batteriet, for å kunne regulere med denne metoden.

Forsyningssikkerheit går ut på å oppretthalde straumforsyninga i periodar med straumbrot. Eit ladd batteri kan stå i beredskap under normaldrift. Ein kan òg ha ein «black start» funksjon som bidreg med oppstart etter straumbrot.

Effektutjamning kan vere med å bidra til at ein slepp å utbetre nettet på stader der det elles er behov. Dette fungerer ved at batteria lagrar energi i dei periodane lasta er låg, og gir frå seg energi når lasta er høg. Ein vil då flate ut effektoppane, og få ein jamn effektflyt.

Effektutjamning er mykje likt spenningsregulering. Skilnaden er at det er effektflyten som styrer reguleringa [9].

Batterianlegg kan òg fungere i øydrift. Dette vil seie at anlegget kan gi spenning til kunden utan at det er tilkopla nettet, t.d. ved straumbrot, gitt at batteriet har tilstrekkeleg kapasitet. Øydrift kan såleis bidra til auka leveringstryggleik.



Figur 8: Prinsippskisse for øydriftsfunksjon [10].

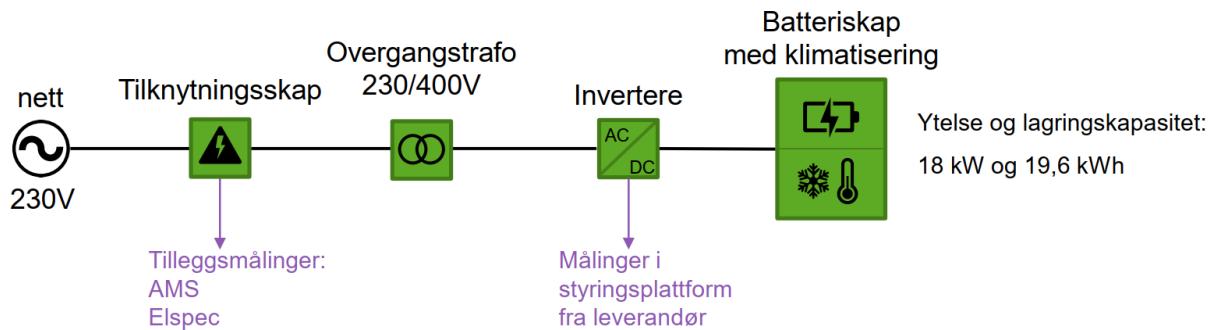
3.3.2 Myndigheitsregulering av batteri i straumnettet

I rapporten utarbeidd for NVE, blir det òg konkludert med at nettselskapa i framtida ikkje bør eige batteria sjølv. Forslaget går ut på at batterianlegga blir eit produkt som nettselskap leiger av ein tredjepart. Dette vil ifølgje rapporten kunne gi fleire fordelar som: teknologinøytralitet, auka marknad for batteritenester i marknaden og å unngå rolleblanding [9].

3.4 Batterianlegg

3.4.1 Oppbygging, styring, kommunikasjon

Eit batterianlegg er oppbygd med ulike komponentar for styring, kommunikasjon og tilkopling i tillegg til sjølve batteria. Figur 9 er henta frå eit pilotprosjekt til Lyse Elnett AS, og viser korleis eit batterianlegg kan vere bygd opp. Nettet vert tilkopla i eit tilknytingsskap der ein ofte har AMS måling for kontroll på energiflyten, og måling av spenningskvalitet. Vidare har ein skilletrafo, før ein kjem til inverteren som styrer konverteringa mellom AC/DC [11]. Inverteren kan ha ulik funksjonalitet alt etter bruksområde for anlegget. Skal ein ha funksjon som «black start», som startar anlegget utan nettspenning, er det inverteren som skapar frekvensen. Batteridelen i anlegget inneholder fleire batterimodular, alt etter kapasitet og type anlegg.



Figur 9: Eksempel på oppbygging av batterianlegg [11].

3.4.2 Styringsparameter

Ein kan ha fleire alternativ til styringsparameter for anlegget. Om anlegget skal nyttast til spenningsstøtte er det naturleg at batteria vert lada opp når spenninga er på normalt/akseptabelt nivå, og matar inn på nettet når spenninga går under eit visst nivå [11]. Ein kan òg programmere inn parameter, og styre basert på effektnivå.

3.4.3 HMS

HMS er det viktig å ta omsyn til i alle prosjekt. Når det gjeld batterianlegg er det ein del viktige utfordringar som må vurderast og takast omsyn til. Ved utkoplingar i nettet kan ein risikere at det vert oppfatta som låg spenning, og at anlegget såleis går i driftsmodus. Før arbeid på nettet er det derfor viktig å følgje prosedyrar for utkoppling og spenningstesting. Dette er moment som må inngå i risikovurdering av anlegget. Risikovurderinga må òg innehalde rutinar for handtering av uønskte situasjonar. Døme på det kan vere brann i batteri med påfølgande gassutslepp. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har fått utarbeida ein rapport som blant anna omhandlar batteri i bygg, noko som òg er relevant for batterianlegg utplassert i nettet [12].

I arbeidet med vårt prosjekt måtte vi òg følgje BKK sine rutinar for HMS. Vi har derfor utarbeidd eiga risikovurdering og sikker jobb analyse for arbeidet knytt til batteristasjonen. I dette arbeidet har vi hatt fokus på utføring av dei ulike arbeidsoperasjonane, og risikofaktorar som kan oppstå i forbindelse med driftssettinga.

3.5 Vurderingar som bør gjerast før anskaffing av batteri

Prosjektgruppa har i løpet av prosjektperioden sett at det er nokre viktige punkt som kraftselskap bør kartlegge før dei eventuelt vurderer å prøve ut batteri i nettet. Det er ein fordel å ha gode målingar frå aktuelt nett som eit vurderingsgrunnlag, slik at ein kan sette saman ein batteripakke som vil ha gode forutsetningar for å oppnå det resultatet ein ynskjer.

Dei to viktigaste delane i anlegget er batteria og inverteren. Batteria er det liten skilnad på, men det vil vere viktig å berekne nødvendig kapasitet basert på måledata frå nettet. Batterikostnadane kan bli unødvendig store om ein overdimensjonerer kapasiteten til batteriet,

samanlikna med det reelle behovet. Vidare er det inverteren som innehar bruksområde for anlegget. Her må ein kartlegge effektbehovet og styringsparameter ein forventar at det er behov for. For at batterianlegget skal vere eit velfungerande tiltak, vil eit grundig forarbeid vere svært viktig og avgjerande for resultatet.

4. Praktisk del av prosjektet

4.1 Informasjon om batteristasjonen

Batterikiosken vart bygd av ABB i Estland og var i utgangspunktet tilpassa eit prosjekt i Bergensområdet, men vart aldri tatt i bruk på dette prosjektet. Kiosken har ein batteripakke på 40kW/137kWh, og er såleis kraftig overdimensjonert til vårt formål. Men funksjonalitetane den innehar, gjer den interessant å få prøvd ut likevel. Kiosken vart frakta til Førde og montert opp for å teste om den kunne brukast for å løyse utfordringane hos den aktuelle kunden.

Batterikiosken vart montert opp på staden av personell frå BKK ei stund før jul i 2020.

4.2 Driftssetting

Ein stor del av bacheloroppgåva vår skulle vere å sette i drift, og følge opp vidare drift av batterikiosken. Tilkoplinga skulle skje i tett samarbeid med BKK, som er ansvarlege for kiosken. ABB sit på si side med kompetansen og kjennskapen rundt korleis kiosken verkar. I starten av prosjektpериодen brukte vi mykje av tida på å lese oss opp på relevant dokumentasjon om batterikiosken. Det viste seg etter kvart at prosessen med driftssetting ikkje skulle gå som planlagt.

I eit samarbeid med prosjektgruppa og montørar frå BKK, vart det montert opp eit fordelingsskap innvendig i kiosken. Dette for å ha mogelegheit til å kople til kiosken, og forbi-kopling om det skulle vere naudsynt å kople i frå kiosken.

Saman med BKK, og med assistanse frå ABB, har vi brukt mykje tid på å forsøke å sette i drift batterikiosken. Det har til tider vore frustrerande å ikkje få anlegget i drift, samtidig som det er brukt mykje tid på dialog med ABB knytt til korleis vi skulle lukkast med å få anlegget i drift. Vi har brukt tid på å sette oss inn i tilsendt dokumentasjon, slik at vi var godt forberedt til å spenningssette anlegget. Det viste seg etter kvart at dokumentasjonen var mangefull, og ikkje skikkeleg oppdatert etter ombyggingane som var gjort av ABB. Det er mellom anna blitt lagt til ein «black start» funksjon med ein UPS, som er blitt montert i seinare tid.

Omkoplingane som har blitt gjort for å leggje til denne funksjonen, kan sjå ut til å ha gått ut over dei andre funksjonane til anlegget. Truleg er dette noko av grunnen til at anlegget ikkje vil starte opp slik som det skal.

Ved fleire høve har vi vore på staden og forsøkt å få drift på anlegget. Samstundes som vi var i kiosken, har vi mellom anna hatt videosamtaler med personell frå ABB i Estland, som har bygd kiosken. Likevel lukkast vi ikkje med å komme i mål med driftssettinga.

På møte med ABB og andre involverte partar rett før påske, kom det fram at ABB hadde utfordringar med å få personell og delar på staden for å utføre naudsynte endringar i kiosken. Dei informerte om at dette tidlegast kunne skje i slutten av april. På grunn av den pågåande koronasituasjonen var dette veldig uvisst. Det medførte at vi måtte ta utgangspunkt i at den praktiske delen med driftssetting og optimalisering, ikkje kunne inngå i prosjektet. Oppfølgingsfasen skulle i utgangspunktet kartlegge påverknaden batterikiosken hadde for kunden, og sjå om kortslutningsstraumen kunne betrast. Dette må vi no finne ut av ved hjelp av simuleringar.

Det har vore utfordrande å kartlegge konkret kva vi kunne håpe på at anlegget ville kunne utbetre i nettet. Det viktigaste vi ville finne ut av i driftsperioden, var om anlegget kunne klare å auke kortslutningsverdiane, og sørge for ei stabil spenning hos aktuell kunde. For å få svar på dette, var ønsket vårt å følgje med på driftsperioden, justere parameter og utføre fysiske målingar i batterikiosk og hos kunden. Dette skulle vi bruke som eit grunnlag, for å kunne greie ut om eit slikt system var eit godt alternativ til tradisjonelle måtar å løyse spenningsproblemtikk på.

Dokumentasjonen som vi har, tilseier at batterianlegget vil klare å løyse problema. Vi kan derimot ikkje konkludere med at dette anlegget løyser desse problema utan å ha fått det i drift. Det kan blant anna knytast spørsmål til om styringa er rask nok til å kunne handtere dei raske sviningane. Dette var ting som var planlagt å finne eit svar på i driftsperioden. Dessverre så måtte vi etter 25. mars gå vidare i prosjektet utan den praktiske delen.

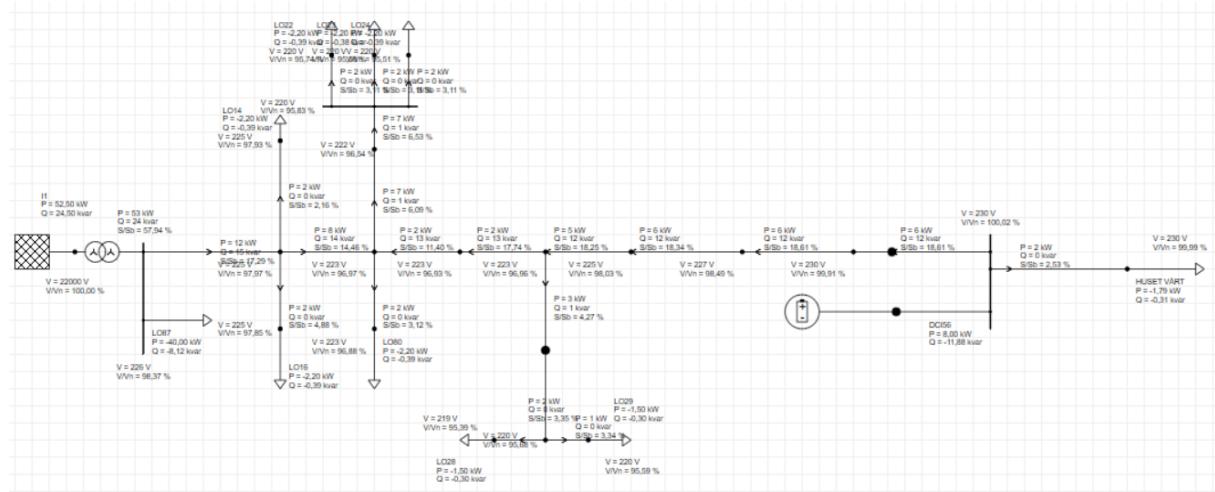
5. Simuleringar

Dette kapittelet tar føre seg verktøy og modellar som blir brukt til simuleringar av batteristasjonen. Då den praktiske delen med driftssetting og testing av batteristasjonen ikkje var mogleg å gjennomføre, blir simuleringar den einaste moglegheita for testing i dette prosjektet. Det er blitt samla inn data og teikningar for nettstruktur, for å kunne oppnå ei høgst mogleg autentisk simulering. Innsamla data inneber blant anna kabedata, kortslutningsberekingar, transformatordata og AMS målingar frå kunde. Resterande last i nettet er fiktive målardata, som er estimert etter AMS data frå kunde, og tilpassa etter bruksområde.

5.1 PSS Sincal

PSS Sincal er eit simuleringsprogram som tidlegare er nytta i undervisninga på Høgskulen i Førde. Programmet er eit visuelt flow-basert simuleringsprogram som tilbyr eit breitt utval av analysefunksjonar for planlegging, design og operasjonar av straumnett [13]. Programmet inkluderer analysefunksjonar som blant anna leveringskvalitet, frekvensmålingar, val av vern og økonomisk motiverte designval. For dette prosjektet, er det bruk av funksjonane for kortslutningsstraumar og «time series» som er mest aktuelt.

Sincal modellen er bygd opp etter tilsendt dokumentasjon fra BKK på linjenettet etter transformatoren, sjå vedlegg 10. Modellen er presentert i figur 10.



Figur 10: Sincal modell.

Frå transformatoren er det to linjer som er tilkopla samleskinne. I dette prosjektet, vil det hovudsakleg rettast fokus på linja der batteriet skal tilkoplast. For å gjere simuleringane enklare, er linje nr. 2 erstatta med ei konstant last på 40kW i simuleringane. Batteriet er plassert hos kunden ytst på radialen, som strekker seg 981 meter frå transformator. Linja er i store delar luftstrekks av typen EX-kabel, med enkelte strekk med TFXP kabel forlagt i jord. Det er nytta datablad frå REN for utfylling av impedansar og kortslutningsverdiar for kablar [14].

Kortslutningsberekingar skjer automatisk i dette programmet, medan lastflyt simuleringar blir utført med tillagte AMS data. Det er nytta AMS data for den aktuelle bustaden, medan andre bustadar er dekka av fiktive målardata. Vedlegg 11 viser nettoppbygging med forbruksdata. Dette er ei kartlegging av bustadane i området, som er brukt som bakgrunn for utarbeidning av fiktive målardata gjennom eit døgn. Med bruk av «time series» funksjonen vil programmet kunne simulere lastflyten gjennom døgnet, og vidare kartlegge nødvendige tidspunkt for bruk av batteri. Høgste effektuttak er sett til kl. 18.00, med eit effektuttak som tilseier om lag 90% av kapasiteten til transformatoren

5.2 Python

Python er eit interaktivt, objektorientert programmeringsspråk som er laga av Guido van Rossum. Programmet er brukt i koden som er tilsendt frå masteroppgåva frå 2020 [15]. Python blei vald til oppgåva på grunn av gratis tilgang, i tillegg til at det er eit program som er lett å lære seg. I koden er det brukt tilleggspakker som Numpy og Cmatch, for utrekningar av komplekse tal og sinus/cosinus-verdiar, og Panda for import av excel data.

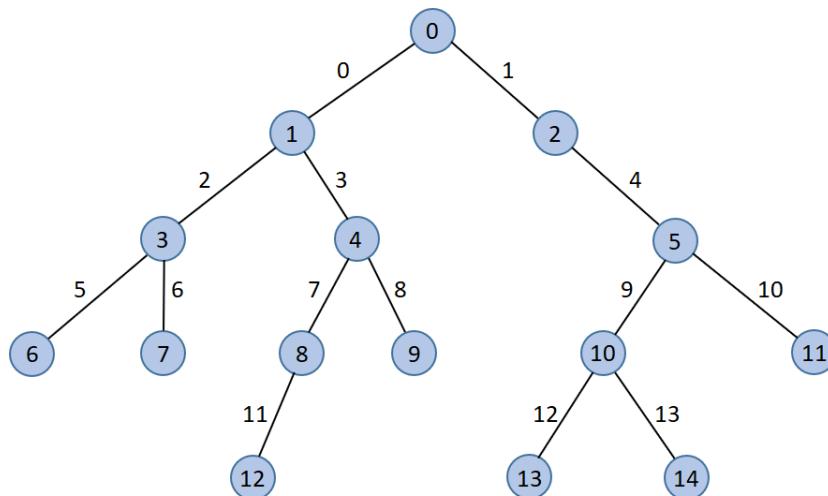
Python modellen som er brukt til simuleringar i dette prosjektet, er utvikla av Maren Refsnes Brubæk, som fullførte sin mastergrad i Energy and Environmental engineering våren 2020

[15]. Koden brukast til å simulere spenningsverdiar for kvar node (hus), og ladesyklus for batteriet. Med nokre tilpassingar, kunne vi programmere om koden, og tilpasse den til vårt nett. Ut frå simuleringa, kunne vi hente ut ei excel-fil med simulerte data, i tillegg til ei rekke grafar som viste utviklinga gjennom det simulerte døgnet.

Koden inneheld i hovudsak tre delar, der del 1 er ein algoritme som reknar ut lastflyten i den gitte timen. Algoritmen brukar «backward/forward-sweep», som er ein godt eigna metode for å rekne ut lastflyten i radial nett [16]. Del 2 er ein batterimodell som bestemmer om det er nødvendig med batteristøtte i den gitte timen. Del 3 er ein optimal «charge/discharge» modell, som bestemmer kor mykje batteriet kan lade ut, eller inn, i den gitte timen. Formålet med denne modellen er å rekne ut lastflyten basert på timesforbruk frå AMS data, og å kunne legge til spenningsstøtte med bruk av batteri.

Modellen er bygd opp etter heile nettet frå transformator. Den baserer seg i stor grad på originalt oppsett, for å unngå alt for store endringar i den originale koden. Den originale koden var programmert med 16 noder og 15 branches. For å forenkle omprogrammeringa, blei nettet forenkla ned til oppsettet på figur 11. Modellen er programmert med 15 noder og 14 branches. Lastene ligg i nodane, som er plassert hensiktsmessig ut i nettet for å oppnå eit mest autentisk resultat. Lastene er dei same fiktive måladata som er nytta i Sincal simuleringane. Tabell 4 viser eit oppsett som beskriv kor mange hus/laster som er plassert på kvar node.

Branches er linjenettet mellom nodane. På same måte som med lasten i nodane, er enkelte linjer slått saman til ein branch i modellen. Dette har ført til enkelte små avvik frå dagens nett, men ut i frå figur 16 i kapittel 7 er det kun snakk om små avvik, som ikkje går utover simuleringane i stor grad. Tabell 3 viser ein oversikt over kvar branch med kabeltype, lengd og impedansar. Kabelverdiar er henta frå RENblad 8041 [14] .



Figur 11: Node og branches oppsett for python koden.

Tabell 4: Tal hus per node.

Tabell 3: Kabeldata per branch.

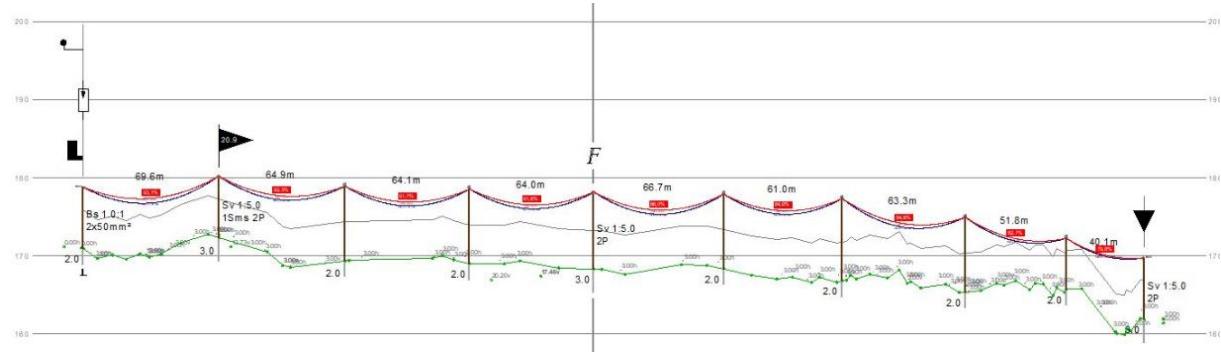
| Node | Antall hus |
|------|------------|
| 1 | 0 |
| 2 | 2 |
| 3 | 1 |
| 4 | 1 |
| 5 | 1 |
| 6 | 2 |
| 7 | 3 |
| 8 | 1 |
| 9 | 2 |
| 10 | 0 |
| 11 | 3 |
| 12 | 1 |
| 13 | 2 |
| 14 | 1 |

| Branch | Kabel | Lengd | R (Ω) | X (Ω) |
|--------|-------------------------------|-------------|----------------|----------------|
| 0 | EX 1x3x95 Al | 46m | 0,01472 | 0,003496 |
| 1 | EX 1x3x95 Al | 42m | 0,01344 | 0,003192 |
| 2 | EX 1x3x95 Al & EX 1x3x50 Al | 228m & 38m | 0,09732 | 0,020254 |
| 3 | EX 1x3x95 Al | 208m | 0,06656 | 0,015808 |
| 4 | EX 1x3x95 Al | 148m | 0,04736 | 0,011248 |
| 5 | EX 1x3x25 Al | 28m | 0,03360 | 0,002296 |
| 6 | EX 1x3x95 Al & EX 1x3x50 Al | 10m & 60m | 0,04166 | 0,005380 |
| 7 | EX 1x3x50 Al | 68m | 0,04359 | 0,005236 |
| 8 | EX 1x3x95 Al | 47m | 0,01504 | 0,003572 |
| 9 | EX 1x3x95 Al & EX 1x3x50 Al | 55m & 117m | 0,09260 | 0,013189 |
| 10 | EX 1x3x95 Al & TFXP 1x4x95 Al | 99m & 164m | 0,08416 | 0,019824 |
| 11 | EX 1x3x50 Al & EX 1x3x25 Al | 81m & 12m | 0,06632 | 0,007221 |
| 12 | EX 1x3x50 Al | 328m | 0,21025 | 0,025256 |
| 13 | EX 1x3x50 Al & TFXP 1x4x50 Al | 491m & 128m | 0,39678 | 0,047919 |

6. Kostnader

I dette kapittelet vil vi kartlegge forventa kostnader til dei ulike alternativa som blir vurdert. Det som blir lagt til grunn er forventa kostnadene til materiell og arbeid. For å kartlegge dette har vi brukt REN prosjektanalyseverktøy [17]. På bakgrunn av dette kan vi estimere forventa kostnad, som er relevant å ta med i vurderinga av å nytte batteri eller andre konvensjonelle alternativ til utbetringar av nettet. Målet i dette kapittelet er å tydeleggjere kostnadane til dei ulike løysingane. I kapittel 7 blir desse løysingane presentert, med tilhøyrande resultat frå nettberekningar og simuleringar.

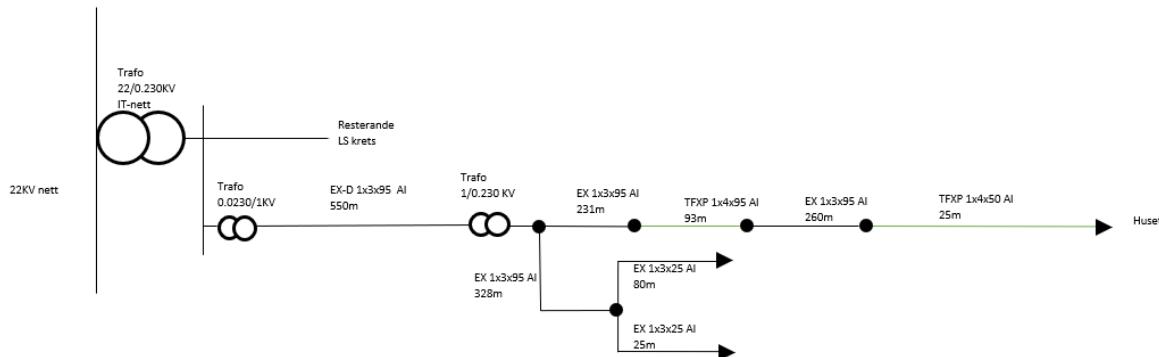
I delkapittel 6.2 og 6.3 vil vi legge til grunn ein ny linjetrasé som vi har utforma i netLIN, som er eit prosjekteringsverktøy frå REN [18]. Det er skissert ny forsyning av lågspenningsdelen, som ligg lengst vekke i nettet. Vi nyttar traséen til både 22kV hengekabel og 1 kV linja. Traséen er utforma etter kart og høgdedata frå området.



Figur 12: Ny trasé for 1 KV og 22KV teikna i netLIN [18].

6.1 1000 V alternativ

I dette alternativet har vi sett på kva det vil koste å bygge 1000V linje for å forbetre den delen av nettet som ligg lengst vekk frå trafoen. Å nytte 1000V anlegg kan vere ei aktuell løysing i dette området, då avstanden i dag er veldig lang frå transformator og fram til siste forbrukar.



Figur 13: 1kVforsyning.

Ut i frå figur 13 ser vi korleis vi tenker å utforme nettet med 1000V traséen. I kostnadsanalysen er dei to nye trafoane montert på første og siste mast i den nye linja. Forsyning til første trafo 0.24/1 kV blir frå lågspentsida på eksisterande trafo. Då krev det lite ombygging ved eksisterande nettstasjon. Kostnader som ligg til grunn for oppgradering av linje, er materialkostnad og arbeid. Vi legg til grunn at ein ikkje treng å skifte master i eksisterande trasé.

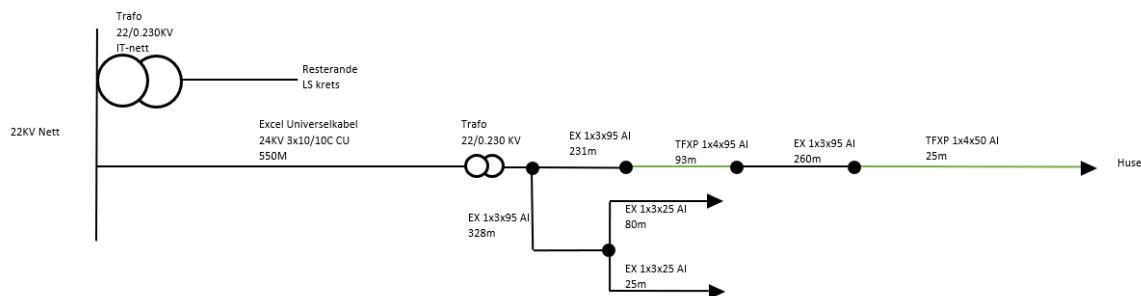
Tabell 5: Kostnadskalkyle 1kV.

| REN kostnadskalkyle | | 1 kV | |
|---|--------|-------------------|--|
| Type | Mengde | Sum | Kommentar |
| Trafo 230/1000V 20kVA | 1stk | 79.931 Kr | Arbeid, materiell, jordfeil over. .inkl. |
| Trafo 1000/230 V 20kVA | 1stk | 69.931 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Bygge ny 1K linjetrasé 10 master + Ex-D 3x95mm ² | 550 m | 155.785 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Ex 3x95mm ² | 819 m | 48.648 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| TFXP 4x95mm ² | 93 m | 12.066 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Grøft landsbygd for LS kabel | 80 m | 52.955 Kr | Arbeid grøft m/ maskin |
| Demontering av eksisterande ex-linje | 819 m | 16.148 Kr | Arbeid |
| Totalt | | 435.464 Kr | |

6.2 22 kV alternativ med oppgradering i eksisterande trasé

I høgspentalternativet legg vi til grunn ny trasé med høgspent hengekabel. Det blir òg etablert ny nettstasjon med transformator og brytaranlegg. Resterande trasé blir oppgradert til $3 \times 95\text{mm}^2$ som vist i figur 14. Dette er eit relativt kostbart alternativ, særskilt det å byggje ny linje inkludert materiell som høgspent hengekabel og transformator.

Det som likevel gjer dette alternativet aktuelt, er at ved å flytte transformatoren nærmare aktuell kunde, vil ein oppnå ein kortare trasé. Dette fører til mindre spenningsfall hos kunde. Løysinga er ikkje veldig ulik 1000V, men med 22kV alternativet vil ein i større grad oppretthalde gode kortslutningsverdiar.



Figur 14: 22kV hengekabel som forsyn siste del av radialen.

I tabell 6 ser vi hovudpostane lista opp og estimat for kva denne løysinga vil koste i både materiell og arbeid inkludert. Denne løysinga er det dyraste alternativet vi har med, men er likevel ein aktuell måte å forbetre nettet på.

Tabell 6: Kostnadskalkyle 22kV alternativ.

| REN kostnadskalkyle | | 22 kV | |
|---|--------|-------------------|-------------------------|
| Type | Mengde | Sum | Kommentar |
| Prefabrikert nettstasjon m/trafo 22/0.24 kV | 1stk | 192.651 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Bygge ny HS-linje 10 master + Excel 3x10 Cu | 550 m | 362.413 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Ex 3x95mm ² Luftlinje | 819 m | 48.648 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| TFXP 4x95mm ² Kabel | 93 m | 12.066 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Grøft landsbygd for LS kabel | 80 m | 52.955 Kr | Arbeid grøft m/ maskin |
| Demontering av eksisterande ex-linje | 819 m | 16.148 Kr | Arbeid |
| Totalt | | 684.881 Kr | |

6.3 Batteri integrert i eksisterande nett

Kostnadane her vil først og fremst vere innkjøp av batterianlegget. Det vil ikkje bli gjort andre tiltak i eksisterande nett. Dette eksempelet blir tilsvarende det som er tenkt i prosjektet med BKK. Vi legg til grunn eit mindre anlegg, tilsvarande det som er brukt i våre simuleringar, for at resultata skal kunne gi eit reelt vurderingsgrunnlag.

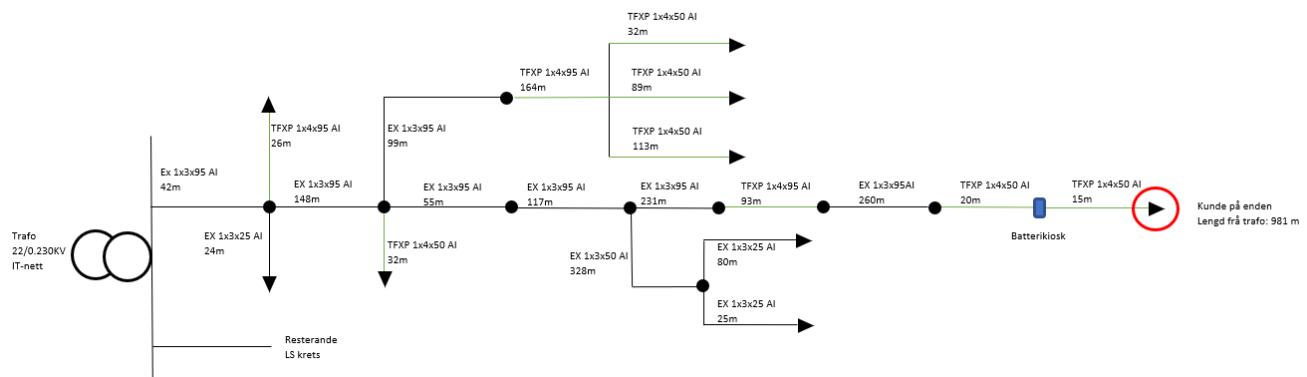
Tabell 7: Kostnadskalkyle batterianlegg.

| REN kostnadskalkyle | | Batteri | |
|---|--------|-------------------|-------------------------|
| Type | Mengde | Sum | Kommentar |
| Batterianlegg | 1 stk | 230.000 Kr | 13.2kW/ 32.5 kWh |
| Tilkopling av batterianlegg og materiell. | | 14.000 Kr | Fundament, arbeid inkl. |
| Totalt | | 244.000 Kr | |

I tabell 7 er pris på batterianlegget satt til 230.000 kr. Pakken er satt saman på bakgrunn av batteribehov og prisliste frå Pixii, sjå vedlegg 14. Batterianlegget er basert på simuleringar som er vist i kapittel 7.1. Pixii leverer inverter med 3,3kW modular, og med våre resultat tilsvrar dette fire modular. Dette gir eit maks-uttak på 13,2kW. For val av kapasitet, ønsker vi eit anlegg som kunne mate maks-uttaket i 2,5 timer. Med 6,5kWh batterimodular gav dette fem modular på totalt 32,5kWh. I tillegg har vi ein kostnad for å kople batterianlegget til nettet. I tabell 8 og 9 er desse summane slått saman.

6.4 Eksisterande nett med oppgradering til $3x95\text{mm}^2$

I dette eksempelet er kostnadane for batteripakken tatt med, samt oppgradering av linje frå transformator og fram til batterikiosken. Vi har tatt med dette alternativet fordi vi ser at batteriløysinga vil fungere vesentleg betre om vi forsterkar nettet i forkant av batterianlegget.



Figur 15: Linjetrasé oppgradert med $3x95\text{mm}^2$ fram til batterikiosk.

I figur 15 ser vi at heile hovudtraséen er oppgradert til ex 3x95mm². I tillegg til batteripakken, blir dette den mest kostbare delen i dette alternativet, sjå tabell 8.

Tabell 8: Kostnader knytt til batterianlegg og oppgradering av linje.

| REN kostnadskalkyle | | | |
|--------------------------------------|--------|-------------------|--------------------------------------|
| Type | Mengde | Sum | Kommentar |
| Batterianlegg | 1 stk | 244.000 Kr | 13.2kW/ 32.5 kWh Tilkopling inkl. |
| Luftlinje Ex 3x95mm ² | 608 m | 36.115 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Kabel TFXP 4x95mm ² | 93 m | 12.066 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Grøft landsbygd for LS kabel | 80 m | 52.955 Kr | Arbeid grøft /m maskin |
| Demontering av eksisterande ex-linje | 608 m | 11.988 Kr | Arbeid |
| Totalt | | 383.523 Kr | |

Vi har med oppgradering av linjetrasé til dobbel 3x95mm². Vi ser at denne løysinga gir gode resultat i simuleringar, så dette er eit reelt alternativ. Dette alternativet er blant dei rimelegaste, sjå tabell 9.

Tabell 9: Kostnader med dobbel 3x95mm² og kabel TFXP 4x150mm².

| REN kostnadskalkyle | | | |
|--|--------|-------------------|-------------------------|
| Type | Mengde | Sum | Kommentar |
| Luftlinje dobbel Ex 3x95mm ² | 1461 m | 87.198 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Kabel TFXP 4x150mm ² | 93 m | 18.598 Kr | Arbeid, materiell inkl. |
| Grøft landsbygd for LS kabel | 80 m | 52.955 Kr | Arbeid grøft /m maskin |
| Demontering av eksisterande ex-linje | 936 m | 18.625 Kr | Arbeid |
| Totalt | | 177.376 Kr | |

7. Resultat

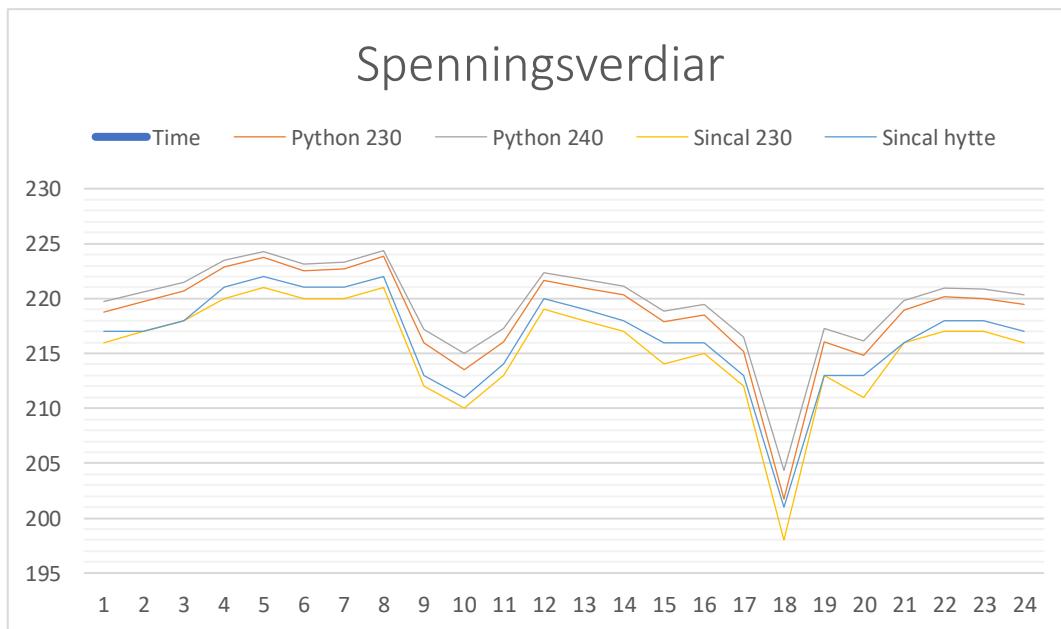
I dette kapittelet ser vi på resultata av dei ulike scenarioa vi har simulert. Det vi ynskjer å få fram er kva ein kan forvente av dei ulike vala, både med tanke på kostnad og nettstyrke.

Simuleringane går føre seg hovudsakleg i tre delar:

- Lastflyt og spenningsverdiar simulert i Sincal og Python.
- Batteriet sin ladesyklus simulert i Python
- Kortslutningsverdiar simulert i Sincal

Simuleringane vil teste scenarioa som er spesifisert i kapittel 6, og undersøke kva val som gir den beste løysinga med tanke på funksjonalitet og økonomi. Knytt til funksjonalitet ønskjer vi å finne ut kva løysing som gir dei beste spenningsverdiane, og om dei klarar å halde spenninga innanfor krava i FoL. I vurderinga av kortslutningsstraumane, tar vi utgangspunkt i tommelfingerregelen på 5x inntakssikring [19]. Aktuell kunde har eit modernisert eldre bustadhus med inntakssikring på 32A, som tilseier ein ønska verdi på minimum 160A SC2. På bakgrunn av modernisering, har kunden ytra ønske om oppgradering til 50A inntakssikring. Dette vil også bli vektlagt i vurderinga. Ved 50A inntakssikring er det ønskeleg med minimum 250A SC2.

Utforming av modellane i Python og Sincal har små avvik frå kvarandre, som er nærmere beskrive i kapittel 5. Dette gir nokre små utslag i resultata. Figur 16 viser spenningskurvane for fire forskjellige simuleringar av døgnet. Variasjonane i simuleringane ligg i merkespenning på transformatoren, og effektuttak i forskjellige bustadar. I vidare simuleringar, vil det vere aktuelt å bruke simuleringane Python 230 og Sincal hytte. Det skil nokre volt mellom resultata, men begge simuleringane får fram trendar og utfordringar i nettet, som viser nødvendigheita av utbetring. Spesielt viktig er det at begge simuleringane viser lågaste spenning på ca. 201V, som samsvarar med reelle målingar.



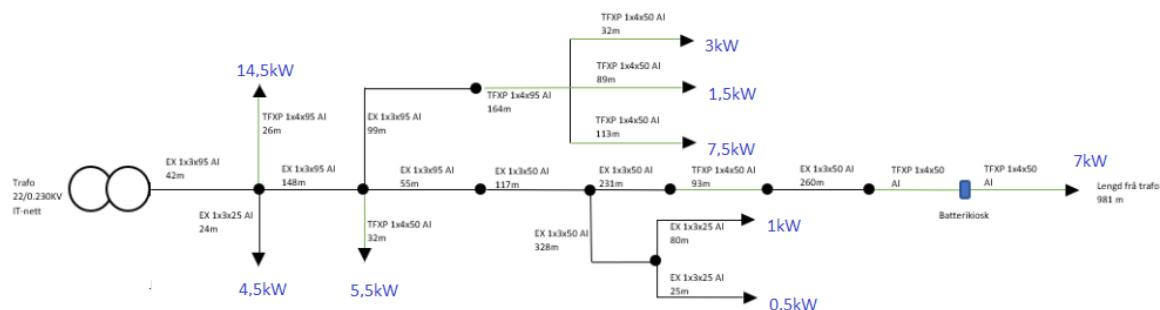
Figur 16: Spenningskurver for Python og Sincal simuleringar.

Frå starten av prosjektet, har det vore aktuelt å sjå på batteriet sin påverknad på problema som er spesifisert i FoL-rapportane. I tillegg til kortslutningsstraumar, langsame spenningsvariasjonar og øydrift. Hurtige spenningsvariasjonar, flimmer og øydrift er ikkje testa i desse simuleringane då dette ikkje var mogleg.

7.1 Ordinaert nett

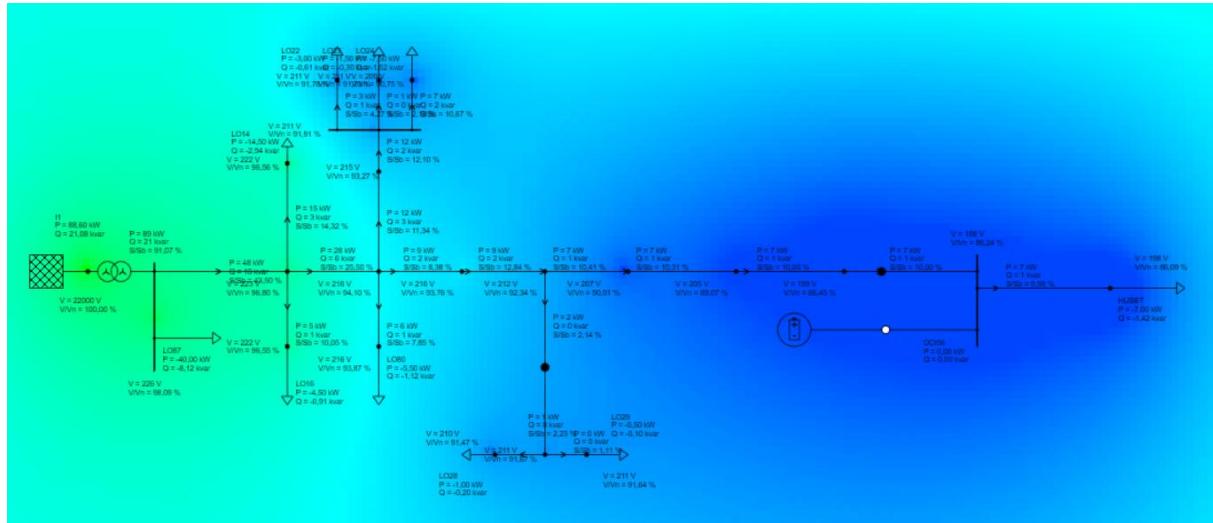
I kapittel 2 er problemstillinga knytt til brot på FoL, og beskriving av tilstanden til eksisterande nett, allereie drøfta. Det ordinære nettet er ikkje godt nok til dagens bruk, og treng utbetringar. For å kartlegge problema i nettet, er det utført simuleringar i Sincal. Simuleringane er samanlikna opp mot tilsendte AMS målingar, for å oppnå eit autentisk resultat som kan brukast til vidare simuleringar. Sjølv oppsettet er nærmare beskrive i kapittel 5.1.

Sincal modellen vil kunne kartlegge spenningsverdiar og kortslutningsverdiar. For å få ei oversikt over kapasiteten på nettet, blei Velanders metode tatt i bruk for å kartlegge dei samanlagra effektane i knutepunkta. Verdiar for å utarbeide ein modell med Velanders metode, blei tilsendt frå BKK. Resultatet av berekningane er vist i figur 17.



Figur 17: Modell av aktuell radial med makseffektar fra Velanders metode.

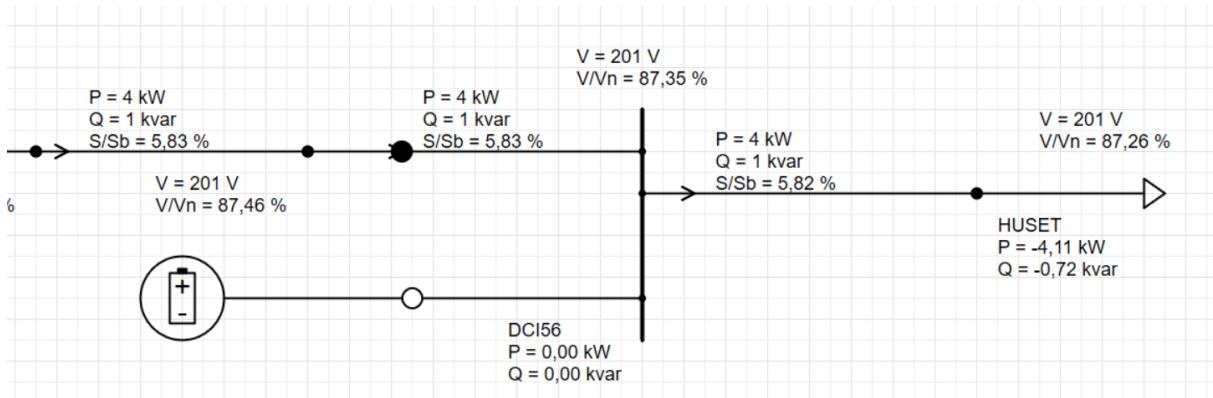
Verdiane frå figur 17 blei vidare brukt til ei simulering i Sincal. Resultatet frå simuleringa viser eit svakt nett som yter 198V ved aktuell kunde. Dette gir ei spenning på 3,91% (9V) under kravet om leveringskvalitet, og viser at utbetringar er nødvendig. Resultatet avdekker òg fleire svake punkt i nettet. Blant anna to fritidsbustader med maks uttak på 1kW og 0,5kW, som òg ligg på enden av ei lang linje. Figur 18 viser eit «heat-map» over spenningsverdiar i nettet, simulert med verdiar frå Velanders metode. Fargeindikatoren viser grøn ved normert verdi på 230V, medan blått viser ned mot 207V.



Figur 18: «Heat-map» med effektverdiar frå Velanders metode.

Den tilsendte AMS-loggen frå aktuell kunde viser eit døgn med spenningar ned på 202V, som det därlegaste døgnet som er dokumentert. Dette døgnet er frå 5. oktober 2020. Ein tar derfor utgangspunkt i desse målingane i vidare simuleringar, både i Sincal og i Python koden. I begge modellane er transformator stilt inn med 230V på sekundær side. Lastane gjennom døgnet er basert på uttaksmønsteret frå AMS data frå vår aktuelle kunde, og maks uttak presentert i vedlegg 11.

I Sincal er det gjort «time series» simuleringar for å få oversikt over lastflyten gjennom døgnet. Basert på simuleringane, ligg spenningsverdiane på ca. 219V ved moderate uttak, medan det høgste uttaket kl. 18:00 viser ei spenning på 201V, sjå figur 19. Dette er eit avvik på 0,5% (1V) frå dei faktiske AMS data frå bustaden, som viser at modellen ligg tett opp mot faktisk resultat.



Figur 19: Spenning hos kunde ved høgste effektuttag.

Aktuell kunde har ikkje tilstrekkeleg gode kortslutningsverdiar. I tilsendte dokument (sjå vedlegg 13) frå BKK, er følgjande kortslutningsverdiar oppgitt:

Max. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 0.237 kA

2-polt kortslutning : 0.205 kA 20.0 1.05

Kortslutningsytelse : 0.094 MVA

Min. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 0.169 kA

2-polt kortslutning : 0.146 kA 90.0 0.95

Kortslutningsytelse : 0.067 MVA

Med desse svake resultata, var det av interesse å sjå kva påverknad batteriet og andre utbettingsmetodar, kunne gi på kortslutningsstraumen. I ordinært nett er inntakssikringa hos aktuell kunde på 32A, og med regelen om 5x inntakssikring krevst det ein minste kortslutningsstraum på 160A. Kortslutningsstraumen blei simulert i Sincal, for å sjå etter eventuelle avvik mellom simuleringsverktøy og verkelegheita. Det vil bli lagt vekt på største 3-polt kortslutningsstraum(SC3) og minste 2-polt kortslutningsstraum(SC2). Resultata frå SC3 og SC2 testen er vist i tabell 10.

Tabell 10: Kortslutningsverdiar ved ordinært nett.

SC3

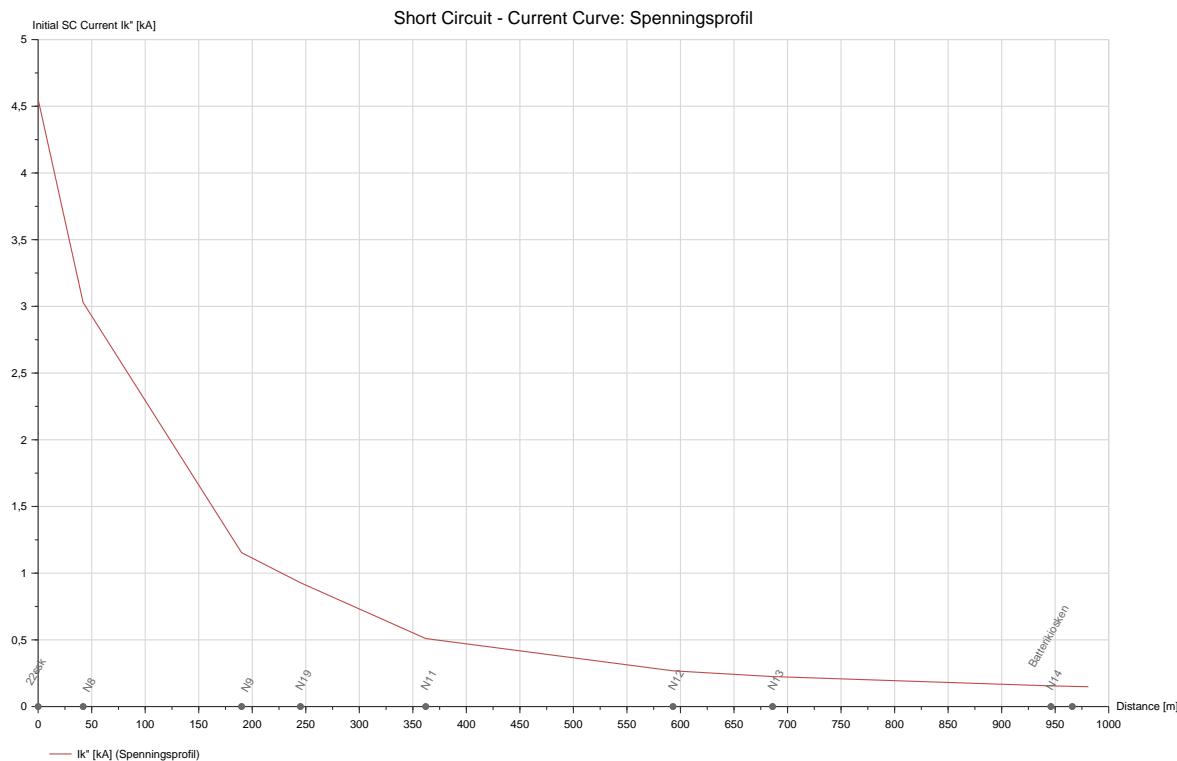
| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,531 | 4,843 | 184,531 | 4,843 | 2,635 |
| HUSET | 0,253 | 0,103 | 0,258 | 0,103 | 0,258 | 0,172 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Ib [kA] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|
| 22kV nett | SC2 | 57,961 | 2,282 | 2,282 |
| HUSET | SC2 | 0,040 | 0,149 | 0,149 |

Resultata viser som venta at aktuell kunde (HUSET) har dei därlegaste verdiane. Det viser òg eit lite avvik på 2,05% (3A) frå faktisk resultat, som er eit godt utgangspunkt før vidare testing. Av dei to fritidsbustadane, som tidlegare er avdekt som svake punkt, viser det seg at dei òg har svake resultat. Men om ein tar utgangspunkt i regelen om 5x inntakssikring og maks uttak på 2kW, er det lite sannsynleg at dette overgår resultatet frå kortslutningstesten og blir eit problem.

Figur 20 viser utviklinga av kortslutningsstraumen utover nettet. Det er eit ønskje om å oppjustere inntaket frå 32A til 50A hos aktuell kunde. Dette vil gi ein ønska verdi på minimum 250A kortslutningsstraum, som ein ser fell vekk omtrent ved N12, 600m ut på linja. Kurva er derimot relativt flat ved dette tidspunktet, noko som gir håp for vidare simuleringar, at oppgraderingar skal kunne gjere dette mogleg.

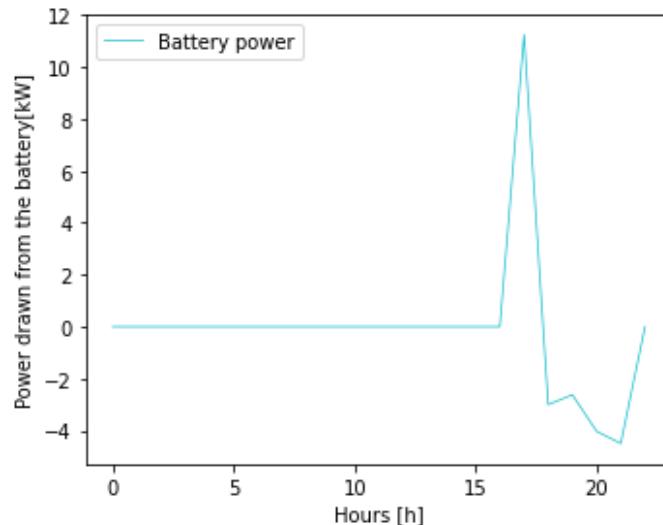


Figur 20: Straumkurve for SC2 ordinært nett.

7.2 Batteri integrert i eksisterande nett

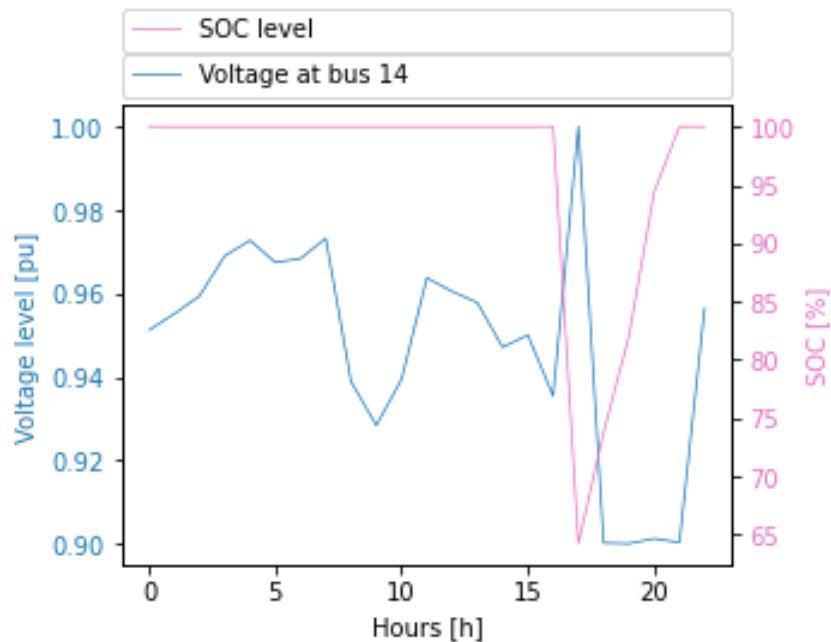
Batteri i eksisterande nett, er alternativet som det er knytt mest spenning til i dette prosjektet. I desse simuleringane vil vi ta i bruk dei same modellane som vart nytta i kapittel 7.1, med dei same verdiane, og sjå kva utslag batteriet vil gi på resultata. Arbeidsmetoden for simuleringa, var å køyre ei simulering i Python for å finne effektuttaket til batteriet, og å finne optimal ladesyklus. Vidare ta med effektuttaka inn i Sincal programmet for å sjå effekten batteriet gav på nettet dei timane batteriet vart nytta. Styringa for inn- og utlading av batteriet, vart stilt inn på å mate når spenninga gjekk under 0,9pu. Ved mating, skal batteriet mate nok til at det vert målt 230V ved aktuell kunde. Batteriet som er brukt i simuleringane er batteriet som tidlegare er prosjektert til 13,2kW/32,5kWh.

Figur 21 viser ladesyklus for inn- og utlading av batteriet, simulert i Python. Figuren viser ei utlading på 11,14kW under timen med høgst uttak. Batteriet klarar vidare å lade seg inn igjen i løpet av dei fire neste timane, der den på det meste trekk 4,5kW.



Figur 21: Ladesyklus for batteri i ordinært nett.

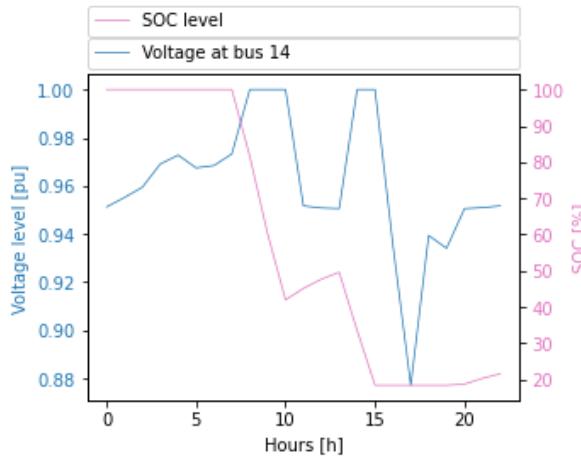
Batteriet opererer i denne simuleringa etter ei nedre grense på 207V. Det vil føre til at batteriet koplar inn ved låg spenning, og held spenninga på 230V. Men det fører òg til at batteriet ved lading vil trekke den mengda effekt frå nettet som den kan, utan at spenninga fell under grensa. Konsekvensen av dette er at spenninga ligg på ca. 207V over eit tidsrom på fire timer frå kl. 19:00. Figur 22 viser eit eksempel på dette.



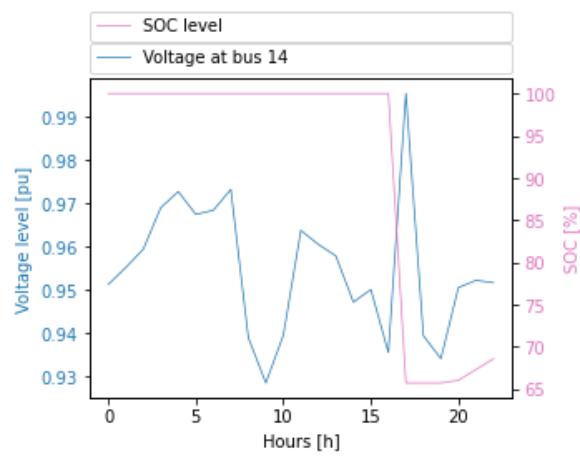
Figur 22: Oversikt av SOC og spenningsverdi hos kunde.

207V er innafor krava i FoL, men det er samtidig ønskeleg å halde spenninga nær normert verdi på 230V så mykje som mogleg, når ein først skal investere i eit batteri. Det vart derfor testa ut to moglege løysingar på dette. Forsøk 1, er å setje nedre grense på 218,5V (0,95pu) ved både inn- og utlading. Forsøk 2, er å setje nedre grense på 218,5V ved lading, og 207V

(0,901pu) ved utlading. Batteriet skal framleis syte for at spenninga er målt til 230V ved huset når batteriet matar. Figur 23 viser forsøk 1, og figur 24 viser forsøk 2.



Figur 23: SOC ved 0,95pu.

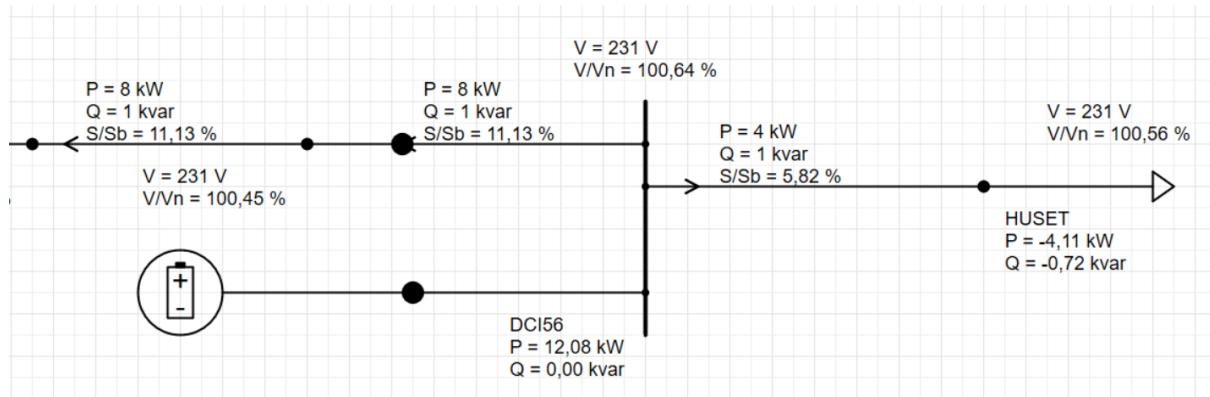


Figur 24: SOC ved 0,9pu ut, og 0,95pu inn.

I forsøk 1 er den minste spenninga berekna til 201,75V. Spenninga er dermed uendra på det tidspunktet med høgst uttak frå simuleringane utan batteri. Grunnen til dette er at batteriet ikkje har nødvendig kapasitet til ein såpass hyppig aktivitet. Dette er ein konsekvens av at spenninga ved kunden i utgangspunktet ligg på rundt 219-220V, noko som medfører at det skal svært små duppar til, før batteriet koplar inn. Det gir heller ikkje store opningar for opplading av batteriet. I eit forsøk på å auke batterikapasiteten til same nivået som batteriet utplassert hos kunden, viste resultata eit behov for 60,75kWh i løpet av døgnet, noko som svarar til nærare det doble av batteriet som er valt til prosjektet. Testen viser òg at batteriet ikkje vil kunne hente seg inn igjen med eit påfølgjande døgn med tilsvarande effektuttak. Å setje grenseverdien til 218,5V står derfor fram som ei dårlig løysing, når spenninga elles i løpet av døgnet er såpass dårlig.

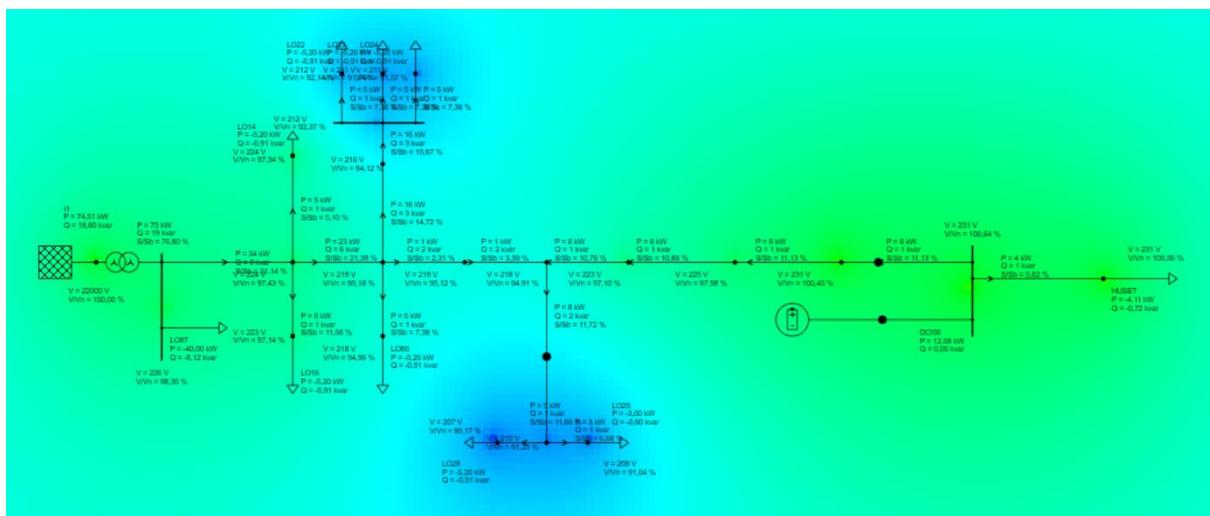
I det andre forsøket er grensa for utlading sett ned til 207V. Dette opnar i større grad opp for opplading av batteriet etter bruk, då spenninga ikkje treng å vere så høg til ein kvar tid. I denne testen er den minste spenninga berekna til 214,83V. Figur 24 viser her at batteriet ladar ut ved eitt tilfelle i løpet av døgnet, på same vis som den første testen som er vist på figur 22. Forskjellen er ladetida, som i neste simulering viser seg å strekke seg fram til kl. 12 neste dag. Dette gir ei ladetid på 18 timer, for å lade 11,14kWh. Resultatet viser seg å vere ei god løysing med tanke på spenningsverdi og opplading, men ein bør då ta høgde for at dette aukar brukstida på utstyret, noko som igjen kan gå utover levetida.

Effektuttaket frå simuleringane i Python kan vidare brukast i Sincal simuleringar, for å få ei oversikt over påverknaden batteriet gir på nettet. Batteriet var som tidlegare vist aktivt i ein time kl. 18:00, før det lada seg opp dei påfølgjande timane. Resultatet på 11,14kW blei runda opp til 12kW effektuttak, og simulert i den aktuelle timen. Figur 25 viser resultatet av simuleringa der batteriet matar 12kW. Kunden får tilført 4,11kW og held spenningsnivået på 231V, og 8kW går tilbake på linja og matar avgreininga mot fritidsbustadane.



Figur 25: Spennin ghos kunden ved høgste effektuttak med batteri.

Kunden på enden av linja belastar i dette eksempelet kun batteriet, og får dermed ein sikker tilførsel. Fritidsbustadane vil oppleve eit løft på 9V med batteriet innkopla, men er framleis eit svakt punkt i nettet. Dette kjem tydeleg fram i figur 26. Resultatet er derimot innafor krava om spenningskvalitet.



Figur 26: «Heat-map» ved høgste effektuttak med batteri.

Det er knytt noko usikkerheit rundt kva kortslutningsverdiar ein oppnår med bruk av batterianlegg. Årsaka er at det er mangelfull dokumentasjon som bekreftar denne eigenskapen. På bakgrunn av ei e-post veksling med ABB, kjem det fram at bidraget baserer seg på maks-uttaket frå inverter (vedlegg 14). Dette vil seie at maks-uttak = kortslutningseffekten S_k . Med maks-uttak på 13,2kW, vil dette svare til om lag 33,13A auke i største kortslutningsstraum, om ein reknar S_k som 13,2kVA etter formel 2.

(formel 2)

$$I_k = \frac{S_k}{\sqrt{3} \cdot U_N}$$

Denne informasjonen samsvarar med simuleringane i Sincal. Resultatet for SC3 og SC2 er vist i tabell 11.

Tabell 11: Kortslutningsverdiar for ordinært nett med batteri.

SC3

| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,545 | 4,843 | 184,545 | 4,843 | 2,635 |
| HUSET | 0,253 | 0,116 | 0,291 | 0,116 | 0,291 | 0,172 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Ib [kA] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|
| 22kV nett | SC2 | 57,969 | 2,282 | 2,282 |
| HUSET | SC2 | 0,047 | 0,177 | 0,177 |

Resultata viser at kortslutningsstraumane aukar til eit tilfredsstillande nivå, med tanke på eksisterande inntakssikring. Løysinga med batteri gjer det likevel ikkje mogleg å utvide til 50A inntakssikring.

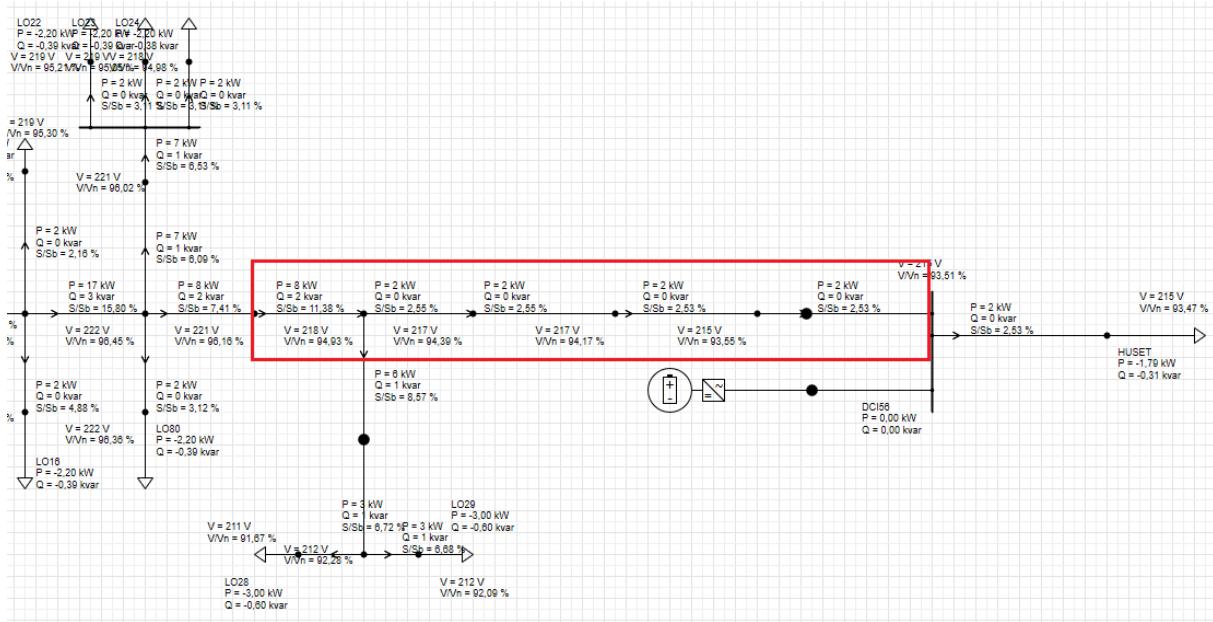
7.3 Eksisterande nett med oppgradering til EX 3x95mm²

Alternativ 3 er å utbetre eksisterande nett ved å erstatte 3x50mm² med 3x95mm² EX-linje og TFXP-kabel. Det er i dette scenarioet aktuelt å teste ut tre alternativ:

- Forlegning av 3x95mm² EX-linje
- Forlegning av 3x95mm² EX-linje med batteriløysing
- Forlegning av dobbel 3x95mm² EX-linje

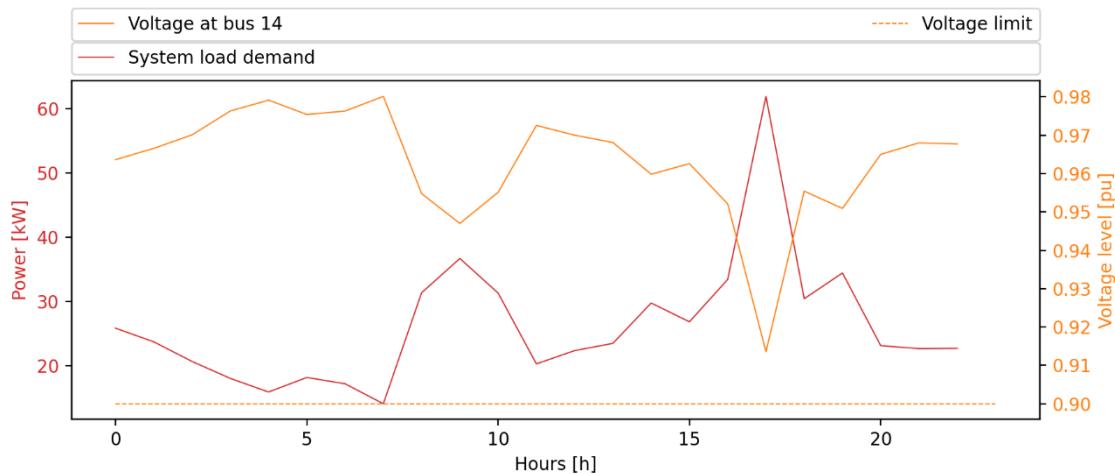
7.3.1 EX 3x95mm²

Første test er ei enkel EX-linje. Traséen som skal bytast ut er på 701 meter, og er vist i figur 27.



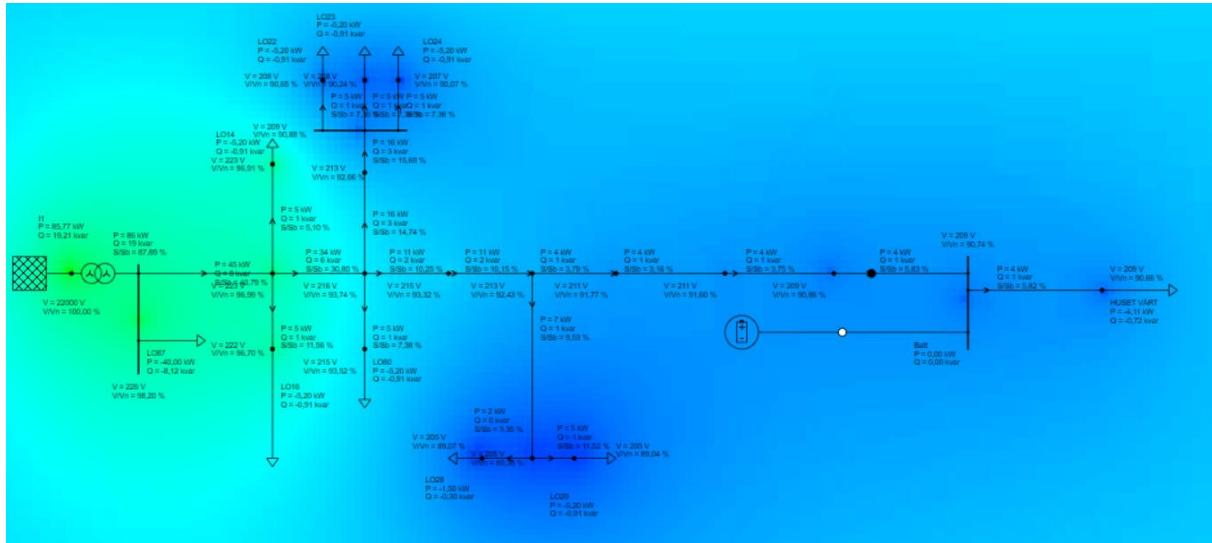
Figur 27: Strekket som skal oppgraderast.

I simuleringane er det av interesse å sjå spenningsverdien opp mot effektuttaket frå nettet. Figur 28 viser desse verdiane simulert i Python, og ut frå grafen er det tydeleg at spenningsverdien held seg innafor krava i FoL. Lågaste spenning er berekna til 208,9V, men utanom eitt tilfelle på 214,56V, ligg spenninga konstant over 215V. Snittverdien gjennom døgnet er berekna til 219,04V, som er ein forbetering av snittet på ca. 5V frå målingane på det ordinære nettet.



Figur 28: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde.

Figur 29 viser tilstanden til nettet ved det høgste uttaket kl. 18:00, med oppgradert nett. Samanliknar ein dette med resultatet frå det ordinære nettet, er det ei lita forbetering. Jamt over er spenninga auka med 5-8V, men resultata er framleis svært låge ved høgt effektuttak. Utifra desse simuleringane er det lite sannsynleg at ei forbetering med ei enkel 95mm² linje vil vere ei optimal løysing.

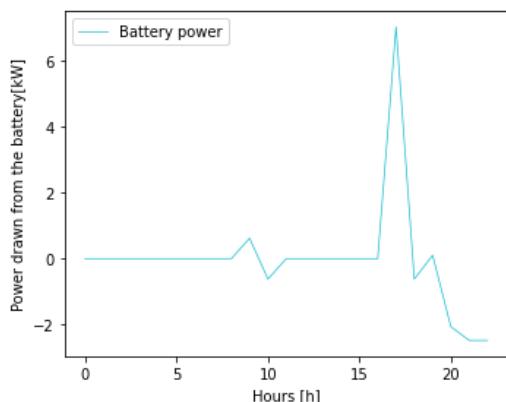


Figur 29: «Heat-map» for høgste effektuttak med $3x95\text{mm}^2$ nett.

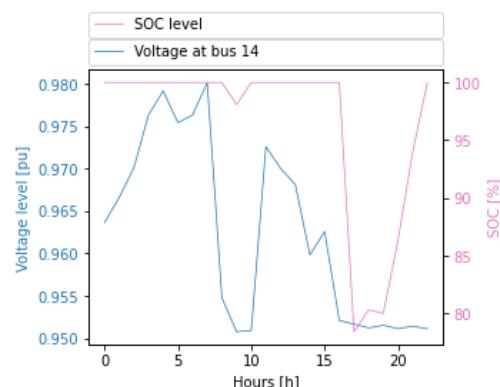
Ei eventuell forbetring av dette nettet, ville vere å trekke dobbelt strekk med EX-kabel. Eit anna alternativ, er å sjekke om den auka spenninga på $3x95\text{mm}^2$ linja kan gi betre resultat på batteriløysinga.

7.3.2 EX $3x95\text{mm}^2$ og batteri

Om ein vil nytte batteri til vidare utbetring, vil det vere nødvendig å auke nedre spenningsgrense for batteristyringa om det skal ha nokon effekt. Erfaring frå ordinært nett tilseier at ei lita auke i spenninga, vil føre til at batteriet klarar å fullføre ladesyklusen i løpet av døgnet. Grensa blir derfor sett til $218.5\text{V}(0.95\text{pu})$. Ei anna endring som er gjort, er at ved mating frå batteriet skal spenninga målast til minimum 218.5V ved huset. Ved ei grense på 230V ved mating, vil ein oppnå høg aktivitet på batteriet, og få mange svingingar på spenninga. Dette er ikkje ei hensiktsmessig løysing, og vi ser derfor på ei nedre grense med spenningsverdi på 218.5V som ei betre løysing. Resultatet i figur 30 viser at batteriet klarar å halde spenninga stabil mellom $218.5-225.4\text{V}$, og samtidig lade seg opp igjen i løpet av døgnet. Figur 31 viser ladesyklusen. Batteriet ladar seg på det meste ut med 7.1kW , og brukar seks timer på å lade. I tillegg til to timer aktivitet tidlegare på dagen, gir dette totalt ni timer brukstid.



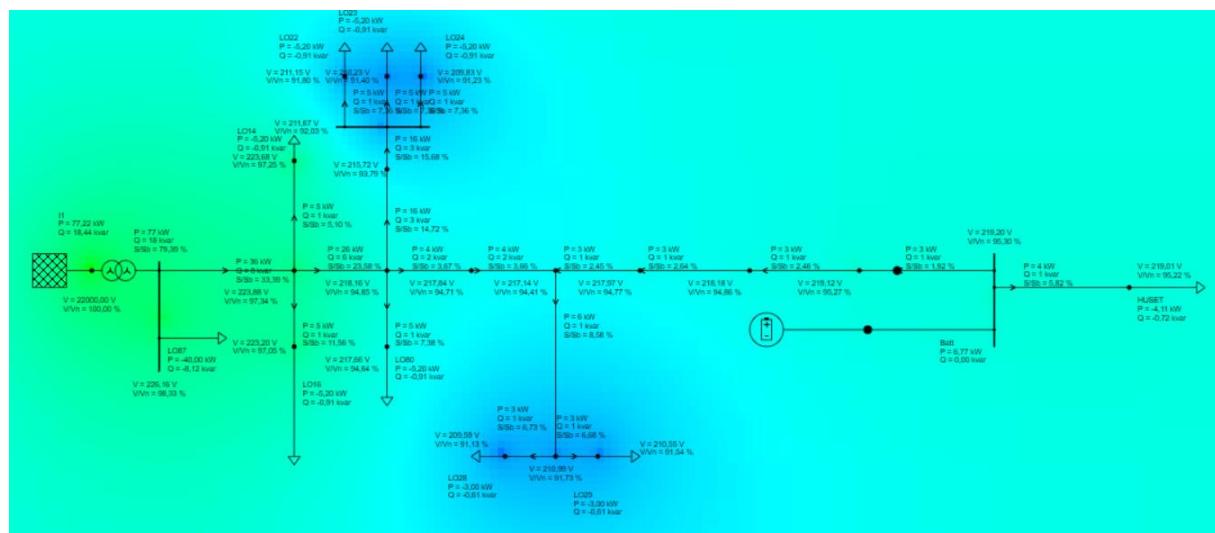
Figur 31: Ladesyklus for batteri i $3x95\text{mm}^2$ nett.



Figur 30: SOC ved $3x95\text{mm}^2$ nett og 0.95pu .

Gjennomsnittsverdien er berekna til 221,41V, som er ei forbeting på 2V frå løysinga utan batteri. Det er likevel minsteverdien på 218,76V som er viktig å legge merke til, då dette er ei forbeting på i underkant av 10V frå løysinga utan batteri.

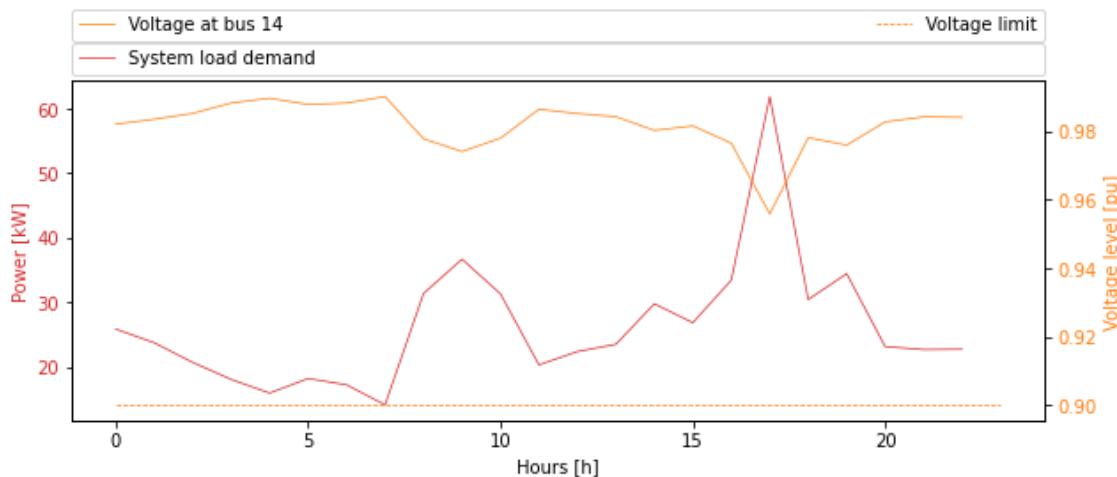
Figur 32 viser påverknaden utbetringa gir på nettet. Ut i frå figuren ser ein at nettet er blitt meir solid, og i større grad tåler eit høgt effektuttak. Dei svake punkta er der fortsatt, men her òg oppnår ein ei auke på eit par volt. Dette bidreg til å halde bustadane innanfor krava i FoL.



Figur 32: «Heat-map» ved høgste effektuttak i $3 \times 95\text{mm}^2$ nett med batteri.

7.3.3 Dobbelt EX $3 \times 95\text{mm}^2$

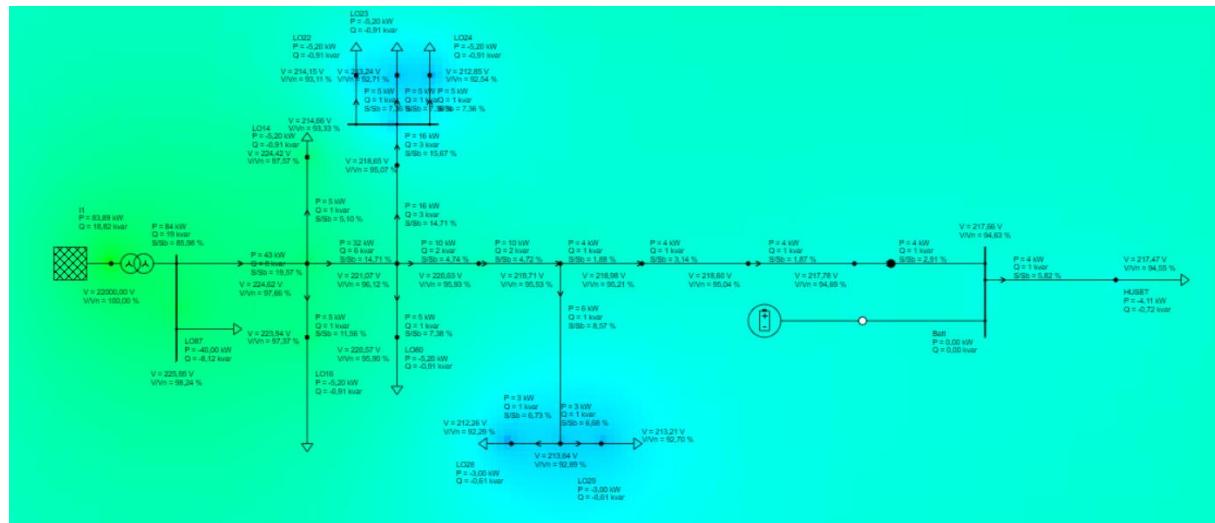
Ved dobbelt EX-strekks vil det vere aktuelt å oppgradere heile linja tilbake til transformator. I tillegg vil TFXP-kabelen bli erstatta med ein 150mm^2 TFXP-kabel. Resultatet frå simuleringane gir svært positive resultat, som vist i figur 33.



Figur 33: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i $2 \times 3 \times 95$ nett.

Spenningsa held seg stabil gjennom heile døgnet, nærmast uavhengig av effektuttaket. Ved det høgste effektuttaket er spenningsa berekna til 217,47V, som er ei forbeting på 8,57V frå strekket med enkel EX-linje. Resten av døgnet held spenningsa seg stabil mellom 221V-224V, som er eit godt resultat, og som gir ei tydeleg forbeting på nettet. Gjennomsnittet viser 222,29V, som er ei forbeting på i overkant av 3V frå enkel linje, og 8V frå ordinært nett.

Figur 34 viser påverknaden utbetringa gir på nettet. Utifra figuren ser ein at nettet er blitt meir robust, og tåler eit høgt effektuttak mykje betre. Dei svake punkta er der framleis, men her òg oppnår ein ei auke på 5V.



Figur 34: «Heat-map» ved høgste effektuttak i $2 \times 3 \times 95\text{mm}^2$ nett.

7.3.4 Kortslutningsstraumar

Kortslutningsverdiane har ei markant auke frå ordinært nett. Med enkel forlegning av EX $3 \times 95\text{mm}^2$ er det ei auke på 105A, frå 149A til 254A. Dette gir eit nivå som er akseptabelt i forhold til ønska verdi på 160A. I forhold til ønskje om å auke inntakssikring til 50A, gir ei utbetring med EX $3 \times 95\text{mm}^2$ tilstrekkeleg kortslutningsstraum. Verdien er knapt over grensa på 250A, men innanfor ønska verdi for kortslutningsstraum. Tabell 12 viser resultat frå kortslutningstestar for SC3 og SC2.

Tabell 12: Kortslutningsverdiar for $3x95\text{mm}^2$ nett.**SC3**

| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] | Sk*/Sk*max [%] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|----------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,531 | 4,843 | 184,531 | 4,843 | 2,635 | 0,000 |
| Huset | 0,253 | 0,168 | 0,422 | 0,168 | 0,422 | 0,284 | 0,000 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Ib [kA] | Ik*/Ik*max [%] | Sk*/Sk*max [%] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|----------------|----------------|
| 22kV nett | SC2 | 57,961 | 2,282 | 2,282 | 0,000 | 0,000 |
| Huset | SC2 | 0,067 | 0,254 | 0,254 | 0,000 | 0,000 |

Med gode kortslutningsverdiar for enkel forlegning av EX, vil naturlegvis enkel forlegning med batteri og dobbel forlegning gi tilfredsstillande verdiar. Tabell 13 viser resultata for SC3 og SC2 med enkel forlegning og batteri. Tabell 14 viser resultata for SC3 og SC2 med dobbel forlegning. Alle resultat viser seg å vere godt innanfor ønska verdi.

Tabell 13: Kortslutningsverdiar for $3x95\text{mm}^2$ med batteri**SC3**

| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,538 | 4,843 | 184,538 | 4,843 | 2,635 |
| Huset | 0,253 | 0,184 | 0,461 | 0,184 | 0,461 | 0,298 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Ib [kA] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|
| 22kV nett | SC2 | 57,965 | 2,282 | 2,282 |
| Huset | SC2 | 0,073 | 0,273 | 0,273 |

Tabell 14: Kortslutningsverdiar for $2x3x95\text{mm}^2$ nett.**SC3**

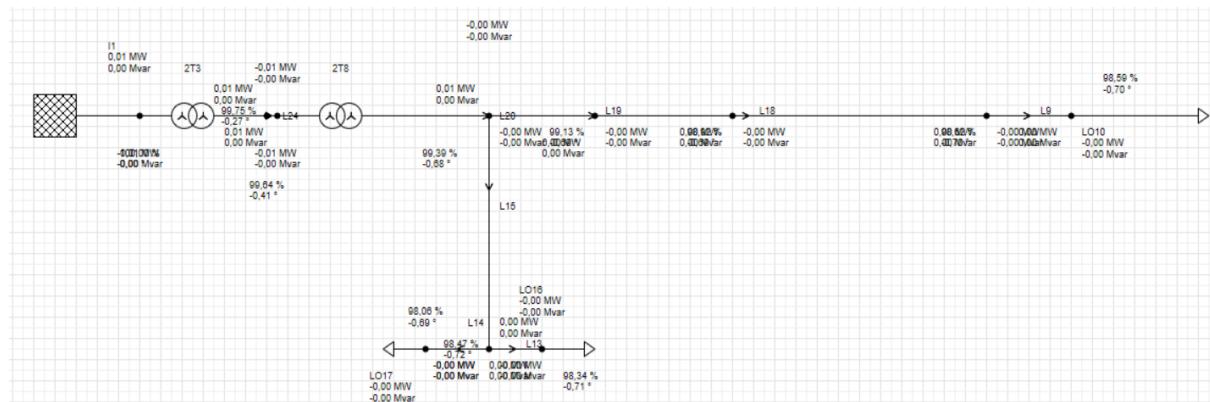
| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] | Sk*/Sk*max [%] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|----------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,531 | 4,843 | 184,531 | 4,843 | 2,635 | 0,000 |
| Huset | 0,253 | 0,307 | 0,772 | 0,307 | 0,772 | 0,523 | 0,000 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Ib [kA] | Ik*/Ik*max [%] | Sk*/Sk*max [%] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|----------------|----------------|
| 22kV nett | SC2 | 57,961 | 2,282 | 2,282 | 0,000 | 0,000 |
| Huset | SC2 | 0,120 | 0,453 | 0,453 | 0,000 | 0,000 |

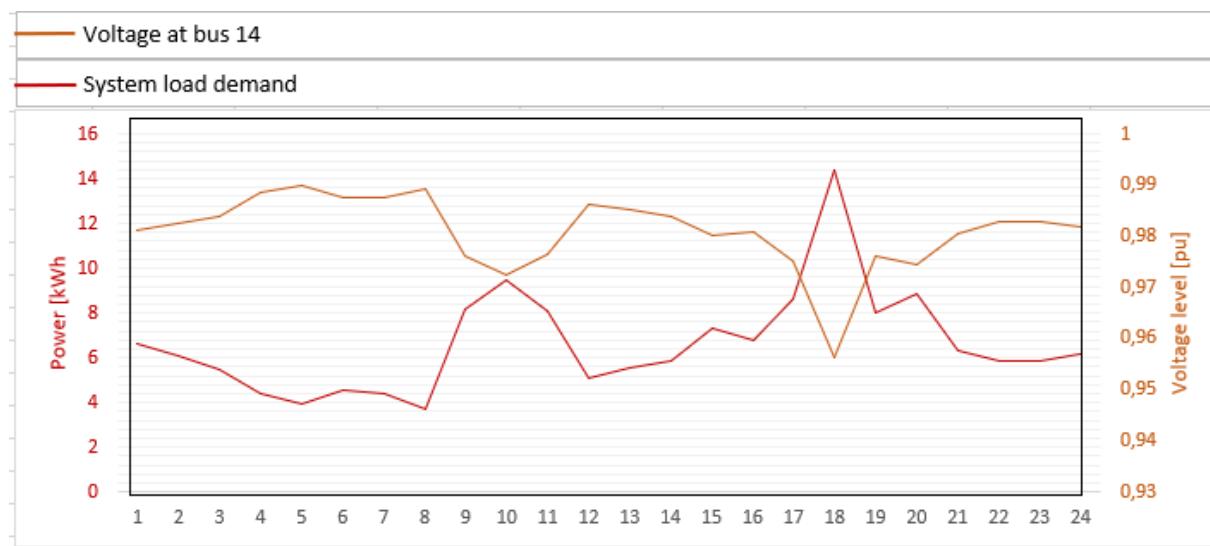
7.4 1000 V alternativ

Alternativ 4 er å bygge ut ei 1000V linje fram til forgreininga mot fritidsbustadane. Simuleringane er kun gjennomført i Sincal, då det ville kravd meir kompliserte programmeringar i Python-koden. Figur 35 viser ei oversikt over nettet med 1000V transformator.



Figur 35: 1000V modell i Sincal.

Med denne løysinga vil ein flytte 230V transformatoren som forsyner bustadane 546m nærmere aktuell kunde. Dette vil fjerne ein del spenningsfall som ein opplever i tidlegare testar. Figur 36 viser spenningsverdien og effektuttaket på linja i denne simuleringa. Effektuttaket for simuleringa er aktuell kunde, i tillegg til to fritidsbustadar. Effektuttaket i fritidsbustadane blei i denne testen skrudd opp til eit nivå tilsvarande fast bustad, for å teste dette alternativet noko grundigare.

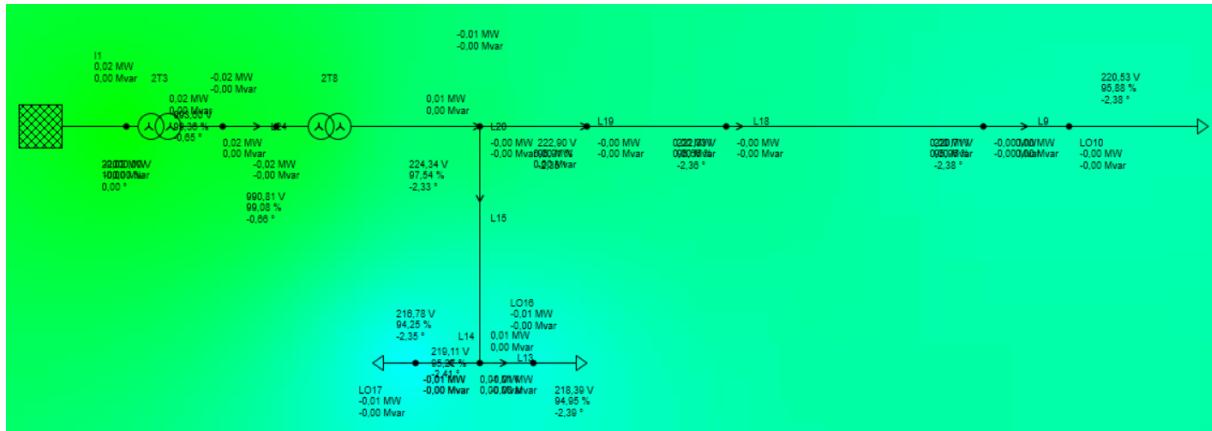


Figur 36: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i 1000V nett.

Av grafen i figur 36 ser ein at spenninga aldri er i nærheita av å gå under minste kravet på 207V. Minste spenninga blir berekna til 220,53V, ved tidspunktet med høgst effektuttak. Spenninga varierer elles mellom 223V-228V, med ein gjennomsnittsverdi på 225,61V. Dette

er ei klar forbetring frå det ordinære nettet, og er med god margin innanfor krava i FoL.

Figur 37 viser tilstanden på nettet ved høgste effektuttak. Resultatet viser at ein i større grad enn ved tidlegare testar, òg klarar å oppnå betre resultat hos fritidsbustadane. Lågaste spenning er målt til 216,78V, som med god margin er innafor krava i FoL.



Figur 37: «Heat-map» ved høgste effektuttaket i 1000V nett.

Kortslutningstestane er vist i tabell 15. Dei gode resultata på spenninga, blir følgt opp av eit dårlegare resultat enn venta på kortslutningsstraumane. Grunnen til dette er at det framleis er lange avstandar frå transformator, og ut til aktuell kunde. Resultata er likevel innanfor ønska verdi, og er derfor gode nok til at 1000V kan vere eit alternativ til utbetring på dette prosjektet. Ønsket om å auke inntakssikringa til 50A hos aktuell kunde, kan òg gjennomførast med dette resultatet.

Tabell 15: Kortslutningsverdiar i 1000V nett.

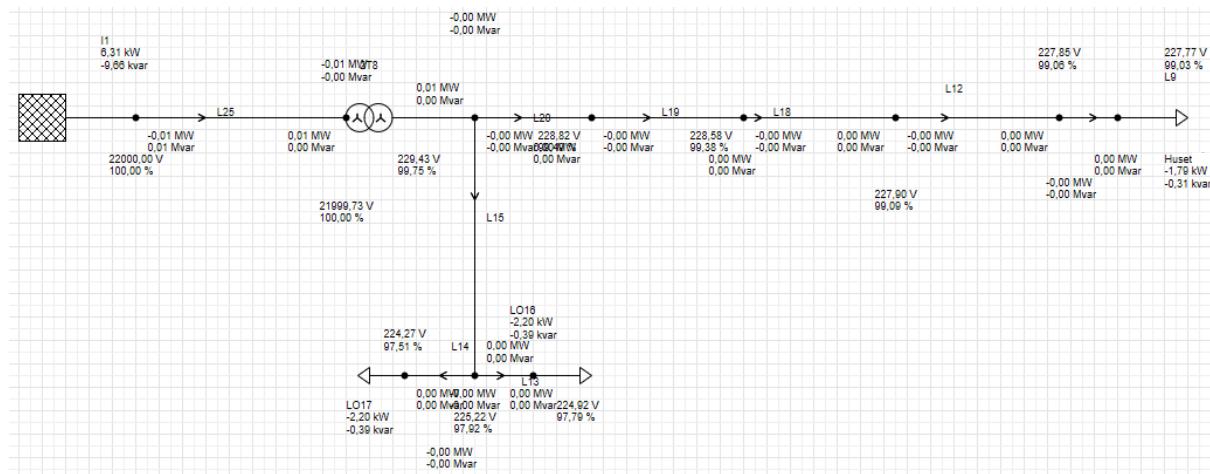
| Node | Vsc [kV] | Sk* [MVA] | Ik* [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] | Sk*/Sk*max [%] |
|-------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|---------------|-------------------|
| 22kV | 24,200 | 184,532 | 4,843 | 184,532 | 4,843 | 2,635 | 0,000 |
| HUSET | 0,253 | 0,180 | 0,453 | 0,180 | 0,453 | 0,330 | 0,000 |

SC2

| Node | Short Circ... | Sk" [MVA] | Ik" [kA] | Ib [kA] | Ik"/Ik" max [%] | Sk"/Sk" max [%] |
|-------|---------------|-----------|----------|---------|-----------------|-----------------|
| 22kV | SC2 | 57,961 | 2,282 | 2,282 | 0,000 | 0,000 |
| HUSET | SC2 | 0,076 | 0,287 | 0,287 | 0,000 | 0,000 |

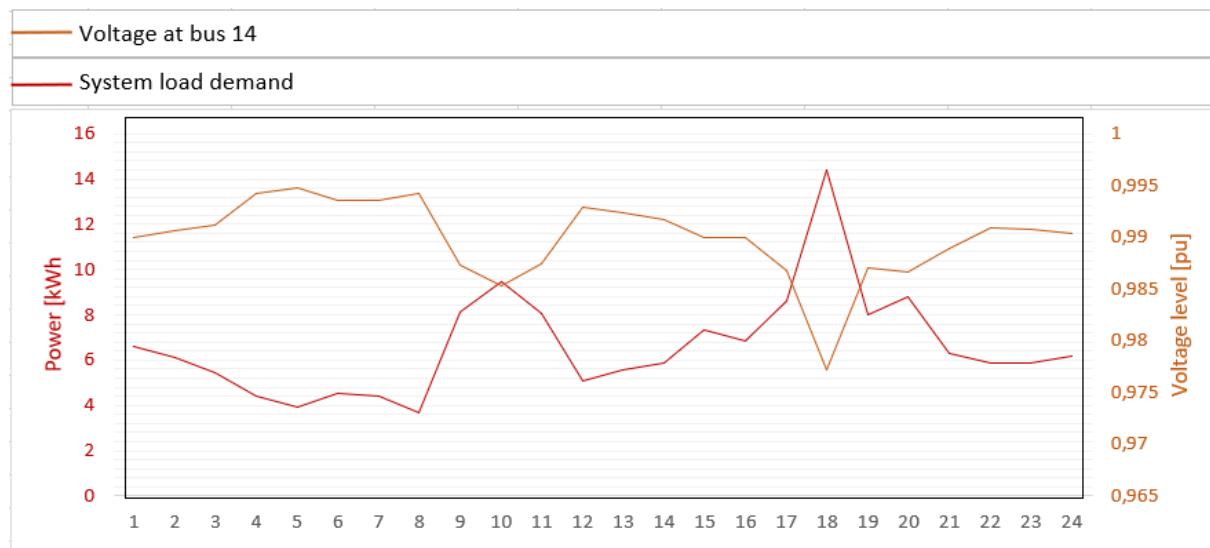
7.5 22 kV alternativ med oppgradering i eksisterande trasé

Alternativ 4 er å bygge 22kV-linje fram til forgreininga mot fritidsbustadane. Simuleringane er kun gjennomført i Sincal, av same årsaker som i kapittel 7.4 1000V alternativ. Figur 38 viser ein oversikt over nettet med 22kV transformator.



Figur 38: 22kV nett i Sincal.

Med denne løysinga vil ein flytte 230V transformatoren som forsyner bustadane 546m nærmare aktuell kunde. Dette vil fjerne ein del spenningsfall som ein opplever i tidlegare testar. Figur 39 viser spenningsverdien og effektuttaket på linja i denne simuleringa. Effektuttaket for denne simuleringa er aktuell kunde, i tillegg til to fritidsbustader. Effektuttaket i fritidsbustadane blei også i denne testen skrudd opp til eit nivå som tilseier fast bustad.

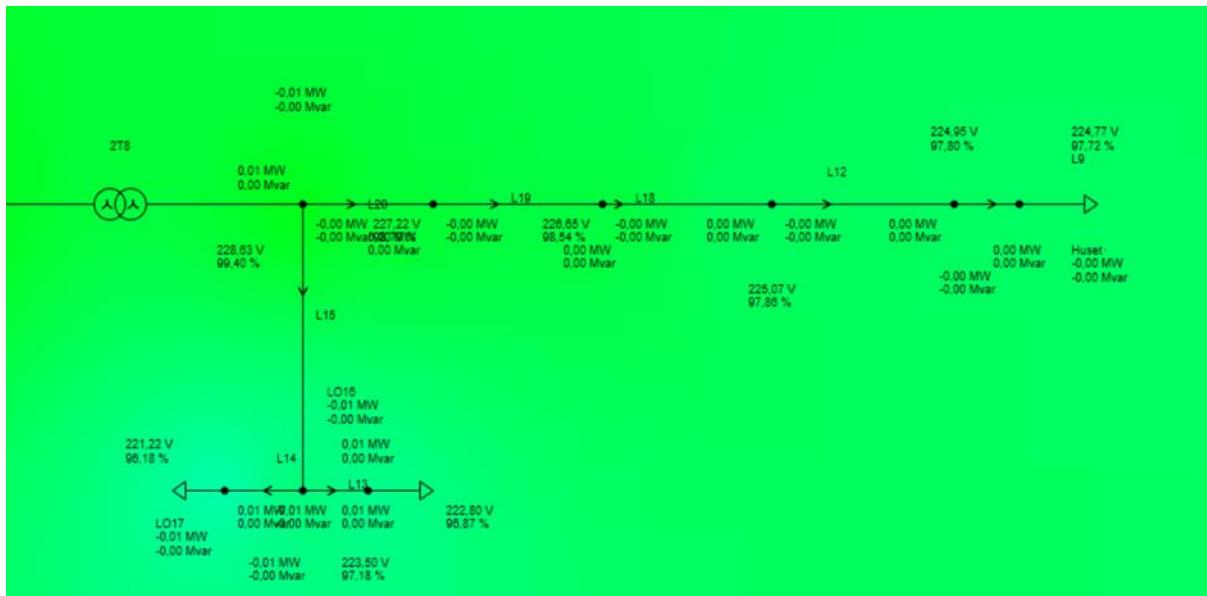


Figur 39: Forhold mellom effektuttak og spenning hos kunde i 22kV nett.

Av grafen viser det seg at ein oppnår svært gode spenningsresultat. Den minste spenninga er berekna til 224,77V ved det høgste uttaket, som er ein forbetring på 23V frå ordinært nett.

Resultatet er langt innanfor grensa på 207V. Spenninga ligg elles jamt mellom 227V-229V, med ein gjennomsnittsverdi på 227,68V.

Figur 40 viser tilstanden på nettet ved høgste effektuttak. Resultatet viser at ein òg klarer å oppnå betre resultat hos fritidsbustadane. Lågaste spenning er målt til 221,22V, som med god margin er innanfor krava i FoL. Alternativet med 22kV-linje viser seg å vere alternativet med best resultat, men òg det dyraste alternativet.



Figur 40: «Heat-map» ved høgste effektuttak i 22kV nett.

Kortslutningsverdiane er vist i tabell 16. Av same årsak som i 1000V alternativet, blir kortslutningsverdiane påverka av det lange strekket fram til aktuell kunde. Likevel er dette relativt gode resultat som med god margin er innanfor ønska verdi. Ønskje om 50A inntakssikring kan også gjennomførast då kravet om 5x inntakssikring er tilfredsstilt.

Tabell 16: Kortslutningsverdiar 22kV nett.

SC3

| Node | Vsc [kV] | Sk" [MVA] | Ik" [kA] | Sa [MVA] | Ib [kA] | Ikmin [kA] | Sk"/Sk"max [%] |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|---------|------------|----------------|
| 22kV nett | 24,200 | 184,532 | 4,843 | 184,532 | 4,843 | 2,635 | 0,000 |
| Huset | 0,253 | 0,248 | 0,622 | 0,248 | 0,622 | 0,426 | 0,000 |

SC2

| Node | Short Cir... | Sk" [MVA] | Ik" [kA] | Ib [kA] | Ik"/Ik"max [%] | Sk"/Sk"max [%] |
|-----------|--------------|-----------|----------|---------|----------------|----------------|
| 22kV nett | SC2 | 57,961 | 2,282 | 2,282 | 0,000 | 0,000 |
| Huset | SC2 | 0,098 | 0,370 | 0,370 | 0,000 | 0,000 |

8. Prosjektadministrasjon

8.1 Organisering

Organiseringa tar føre seg roller i styringsgruppa og utarbeiding av framdriftsplan. Det vil i utgangspunktet ikkje vere aktuelt med noko budsjett for vår del, men vi har tatt med eit avsnitt som beskrev litt om økonomiske rammer rundt gjennomføringa av prosjektet.

8.2 Gruppeoppsett

Prosjektorganisasjonen består av fem nivå, slik som det går fram av figur 41. BKK er oppdragsgjevar, og problemstillinga er utarbeidd i samarbeid med dei. I heile prosjektperioden har vi samarbeidd tett om det meste. Prosjektleiar har hatt det overordna ansvaret med framdrift, fordeling av arbeidet og møteverksemd. Dag Inge vart valt inn i rolla som prosjektleiar. Bakgrunnen for dette var at han er tilsett hos BKK, og såleis har betre oversikt over kven ein kan kontakte ved ulike problemstillingar som kunne oppstå i prosjektperioden. I skrivinga av rapporten har kvart gruppemedlem i hovudsak hatt sine ansvarsområde. Aleksandrs Mesnajevs er vald inn som rettleiar på bakgrunn av sin kunnskap om elkräftfaget.



Figur 41: Oversikt over prosjektorganisasjonen.

8.3 Framdriftsplan

Det er blitt utarbeidd ein framdriftsplan i form av Gantt diagram til dette prosjektet. Gantt diagrammet er vist på figur 42. Største delen av bacheloroppgåva var innleiingsvis å setje i drift og følgje opp arbeidet knytt til batterikiosken. Opgåver rundt dette, i tillegg til innsamling av data og dokumentasjon, er spesifisert i framdriftsplanen. Diagrammet tar òg høgde for fristar rundt obligatoriske arbeidskrav knytt til bacheloroppgåva. Dette er blant anna fristar for presentasjonar, utarbeiding av plakat, pressemelding etc.

Sidan første framdriftsplan vart laga har prosjektet endra seg ganske mykje. Det er derfor utarbeidd ein ny plan som stemmer betre med den endelege oppgåva. Vi har òg utforma Gantt diagram etter fullført prosjektperiode, sjå vedlegg 8.

| Oppåve | Start | Slutt | dagar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--------------------------------|---------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Innsamling av data og dok. | 11.jan | 15.apr | 94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Driftsetting av batteristasjon | 11.jan | 12.feb | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kort prosjektbeskrivelse | 11.jan | 25.jan | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etablere nettside | 11.jan | 19.feb | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forprosjektrapport | 25.jan | 19.feb | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulering | 19.jan | 01.mai | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppfølging av drift | 12.feb | 15.apr | 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kostnadsanalyse | 01.mar | 15.apr | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kortslutningsytelse | 01.mar | 15.apr | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midtvegspresentasjon | 17.mar | 24.mar | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plakat | 23.mai | 25.mai | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pressemelding | 18.mai | 21.mai | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport | 01.mar | 25.mai | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentasjon av prosjektet | 14. mai | 28.mai | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figur 42: Gantt diagram versjon 1.

8.4 Personvern

Det har vore viktig for prosjektgruppa å behandle data vi har fått tilsendt frå BKK på ein trygg og god måte, slik at det ikkje skal vere mogleg å identifisere spesifikke område eller kundar som er ein del av oppgåva. Dette var mellom anna ein føresetnad for at vi fekk hente ut AMS data som vi har teke i bruk i vårt arbeid. Tiltak vi har gjort for å ivareta anonymiteten er at vi har fjerna namn, tekst og kart som kunne identifisere område eller personar, før vi la det inn i prosjektmappa. Avslutningsvis i prosjektet skal vi slette alle tilsendte dokument. Før publisering av rapporten vil BKK få moglegheit til å sjå over, og eventuelt komme med innspel til justeringar.

8.5 Økonomi

Dette prosjektet er eit pilotprosjekt, der BKK har fått innvilga støtte frå Cineldi. Bachelorgruppa har ikkje budsjettert med noko utgifter knytt til prosjektet. I følgje prosjektavtalen skal BKK stå for finansieringa av prosjektet. Dersom det i løpet av prosjektperioden dukkar opp ekstra utgifter for å få gjennomført prosjektet, vert dette dekka av BKK som har avsett midlar til formålet.

8.6 Prosjektevaluering

Tidleg hausten 2020 var vi i dialog med BKK om at batteriprosjektet dei skulle ha, kunne vere eit bra prosjekt for vår gruppe å delta i. Batteriprosjektet til BKK er eit pilotprosjekt, som har fått midlar frå Cineldi til å prøve ut batteri som tiltak for å utbetre spenningsproblemtikk. Hausten 2020 og på nyåret 2021, deltok vi i møter som omhandla prosjektet ilag med Cineldi, ABB og BKK.

Bachelorgruppa har i tillegg til vårt eige prosjekt, deltatt i FoL-prosjektet, der vi blant anna har utforma og presentert problemstillinga for deltakarane i pilotprosjektet. Dette synest vi var interessant å få moglegheit til å delta på.

Det har samla sett vore eit noko utfordrande prosjekt, særleg då vi brukte mykje av tida fram til midten av mars på arbeid knytt til batterikiosken. Vi fekk mellom anna tilsendt mykje data frå ABB, for å lese oss opp på funksjonalitet og oppbygginga av batterikiosken. Dette var eit omfattande materiale som vi las igjennom fleire gonger for å bli kjent med anlegget. Gruppa var òg ved fleire høve ute ved kiosken for å få den i gang, og etter kvart fleire gonger med feilsøking. Etter gjentekne forsøk saman med ABB og prøving sjølv, vart konklusjonen at kiosken ikkje fungerte som den skulle.

Vi måtte då omstille oss, og basere oss på å bruke Sincal og Python til å kartlegge batteriets funksjonalitet i nettet. Dette ville då bli hovuddelen av oppgåva, noko som var ein krevjande omstilling, då vi ikkje hadde kjennskap til desse programma. Med litt hjelp frå kyndige folk, fekk vi til å simulere ulike scenario, og kom oss vidare i oppgåva. For å kontrollere våre eigne simuleringar har vi lagt til grunn data vi har fått frå BKK, og noko manuelle utrekningar.

Då det viste seg at den praktiske delen av oppgåva ikkje var mogleg å få til, har det blitt vanskeleg å svare på alle punkta i problemstillinga. Vi har derfor valt å ha fokus på dei oppgåvene vi kunne klare å løyse.

Gruppa har fungert bra saman gjennom heile semesteret. Det har vore mange gode diskusjonar internt i gruppa, som har bidrige til å reflektere over val vi har tatt underveis. Gruppa har møttest regelmessig på skulen for å jobbe i lag. I periodar har Covid-19 pandemien gjort arbeidet noko meir utfordrande for oss, då vil ikkje kunne møte kvarandre fysisk, og skulen i periodar var stengt. I vinter vart den praktiske delen med batterikiosk utsett eit par veker grunna eit større utbrot i lokalmiljøet. Samla sett synest vi likevel ikkje at viruset har påverka arbeidet i særleg stor grad.

9. Konklusjon

I denne oppgåva har gruppa sett på om batteri kan vere eit fullgodt alternativ til konvensjonelle metodar for å løyse spenningsproblematikk. Det er tatt utgangspunkt i eit konkret lågspenningsnett i BKK sitt forsyningssområde, der delar av nettet er svært svakt. Kunden på enden av nettet har opplevd tidvis svake spenningar, som er dokumentert i FoL rapportar og AMS-loggar. Vår oppgåve har då vore å sjå på fleire moglege løysingar på dette problemet, med hovudfokus på batteri. Løysingane som er vurdert i tillegg til batteri er oppgradering av eksisterande nett til $3 \times 95\text{mm}^2$, legge inn 1000V linje og å forlenge 22kV-linja. Det er vektlagt funksjonalitet og økonomi som vurderingsgrunnlag, med krav om å overhalde FoL sitt minimumskrav på 207V hos kunden.

Ut i frå simuleringar, viser resultata at alle alternativ løyser spenningsproblemet. Batteriløysing er testa ved både ordinært nett og $3 \times 95\text{mm}^2$ nett. Begge alternativa viser seg å gi gode nok resultat etter forskrifta, men med noko betre resultat ved sterkare nett. Med tanke på den praktiske delen, var det ønskeleg å sjå på korleis batteri kunne hjelpe ved problem som er spesifisert i FoL-rapporten. Dette inneber hurtige spenningsvariasjonar og flimmerintensitet. I tillegg var det ønskeleg å teste kortslutningslyting, langsame spenningsvariasjonar og øydrift. I dette prosjektet, har vi berre kunne testa langsame

spenningsvariasjonar og kortslutningsstraumar. Ut i frå testane vi har gjort, fungerer batteriløysing. Men det er usikkert om batteriet løyser problem frå FoL-rapporten, då simuleringsverktøya ikkje klarar å teste dette.

Sjølv om batteriløysinga ser ut til å fungere, tyder det ikkje på at det er den optimale løysinga for nettet i dette prosjektet. Batteriløysinga er ei stor investering, med fleire ukjende faktorar rundt montering og oppfølging. Levetida er estimert til 15-20 år, som gjer at ein må rekne med store kostnadane om ein vurderer å bruke batteri over lengre tid. Påverknaden på spenningskvaliteten fører til gode resultat ved høgt forbruk, medan ein må rekne med låge spenningsverdiar i ladeperioden i svake nett. Ein kan auke minimumsspenninga for ladeperioden, men dette vil føre til lange bruksperiodar som vil påverke levetida. Spenninga ved lading vil halde seg på ca. 207V, og det vil då vere opp til nettselskapet sjølv å vurdere om dei godtar å halde spenninga nede på 207V ein periode. Slik vi ser det, finns det derimot betre, og meir lønsame løysingar som vil gi betre spenningsverdiar gjennom døgnet.

Den optimale løysinga vil etter våre vurderingar vere å legge dobbel EX-linje frå transformator. Løysinga gir ein snittverdi på 222V, med minste verdi på 217,47V ved høgt effektuttak. Tar ein etterhald om at eksisterande trasé kan nyttast, vil dette i tillegg vere blant dei billegaste løysingane. Vi merkar oss også at $2 \times 3 \times 95 \text{ mm}^2$ gir dei høgste kortslutningsstraumane.

Erfaringar som vi har gjort oss med simuleringar med batteri i eit svakt nett som vi har, er at batteriet har utfordringar med å få lada seg heilt opp utan å forverre nettstyrken ytterlegare. Når spenningsnivået generelt er lågt, er det problematisk for batteriet å lade opp igjen utan å dra ned nettkvaliteten samstundes.

Basert på resultata frå simuleringane, vil batteri vere meir aktuelt å nytte i eit nett som er sterkt i utgangspunktet, men har kortare periodar med høgt effektforbruk, som gir varierande spenning. I eit slikt nett vil batteriet støtte effektivt når det er behov, og ein kan fordele ladinga til batteriet over ein lengre periode, slik at nettet blir belasta minst mogleg.

Referansar

- [1] NVE-RME, «nve.no,» [Internett]. Available: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/nettjenester/leveringskvalitet/spenningskvalitet/>. [Funnen 17 februar 2021].
- [2] Stiftelsen Lovdata, «lovdata.no,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-11-30-1557>. [Funnen 17 februar 2021].
- [3] Sintef Energi AS, «Planleggingsbok for kraftnett, Fastlegging av belastninger ved analyser av lavspenningsnett,» REN, 2014.
- [4] REN, «www.ren.no,» 8 2020. [Internett]. Available: <https://www.ren.no/innlogget/renblad?tab=s%C3%B8k>. [Funnen 10 5 2021].
- [5] BKK, «www.bkk.no,» [Internett]. Available: <https://nett.bkk.no/artikkel/7f59a21f-cdbd-454e-a5c0-d13173cb6bd4>. [Funnen 10 5 2021].
- [6] Energi Norge AS, «www.energinorge.no,» [Internett]. Available: <https://www.energinorge.no/fornybarometeret/elektrifisering/>. [Funnen 9 5 2021].
- [7] Bloomberg New Energy Finance, «www.bnef.com,» [Internett]. Available: <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-as-market-ramps-up-with-market-average-at-156-kwh-in-2019/>. [Funnen 9 5 2021].
- [8] J. H. o. H. Horne, «www.nve.no,» 2019. [Internett]. Available: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_14.pdf. [Funnen 10 5 2021].
- [9] DNV GL, «Batterier i distribusjonsnettet,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2018.
- [10] ABB, *Energy Storage Inverter ESI-S Installation, operation and maintenance instructions*, Charleroi, Belgium: ABB, 2016.
- [11] Lyse Elnett AS, «www.lysenett.no,» [Internett]. Available: <https://www.lysenett.no/fou-og-innovasjon/fou-prosjekter/batteri-i-stromnettet>. [Funnen 12 5 2021].
- [12] R. F. Mikalsen, A. S. Bøe, K. Glansberg, C. Sesseng, K. Storesund, R. Stølen og A. W. Brandt, «Energieffektive bygg og brannsikkerhet,» RISE Research Institutes of Sweden AB, Trondheim, 2019.
- [13] Siemens, «<https://new.siemens.com/>,» [Internett]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/pss-software/pss-sincal.html>. [Funnen 4 April 2021].
- [14] REN, «ren.no,» [Internett]. Available: <https://www.ren.no/doc/api/rest/download/renblad/8041>. [Funnen 6 April 2021].

- [15] M. R. Brubæk, «Battery Storage as Alternative to Grid,» Norwegian University of Science and Technology, 2020.
- [16] G. Díaz, J. Gómez-Aleixandre og J. Coto, «Direct Backward/Forward Sweep Algorithm for Solving Load Power Flows in AC Droop-Regulated Microgrids,» 5 September 2016. [Internett]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7283640/authors#authors>. [Funnen 4 Mai 2021].
- [17] REN, «www.ren.no,» [Internett]. Available: <https://www.ren.no/verktoy/kostnadskatalog-med-kalkyle>. [Funnen 04 05 2021].
- [18] REN, «www.ren.no,» [Internett]. Available: <https://www.ren.no/verktoy/netlin>. [Funnen 19 04 2021].
- [19] Sweco Norge AS, «publikasjoner.nve.no,» 3 November 2015. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_113.pdf. [Funnen 18 Mai 2021].
- [20] «new.siemens.com,» [Internett]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/pss-software/pss-sincal.html>. [Funnen 15 Februar 2021].

Vedleggsliste

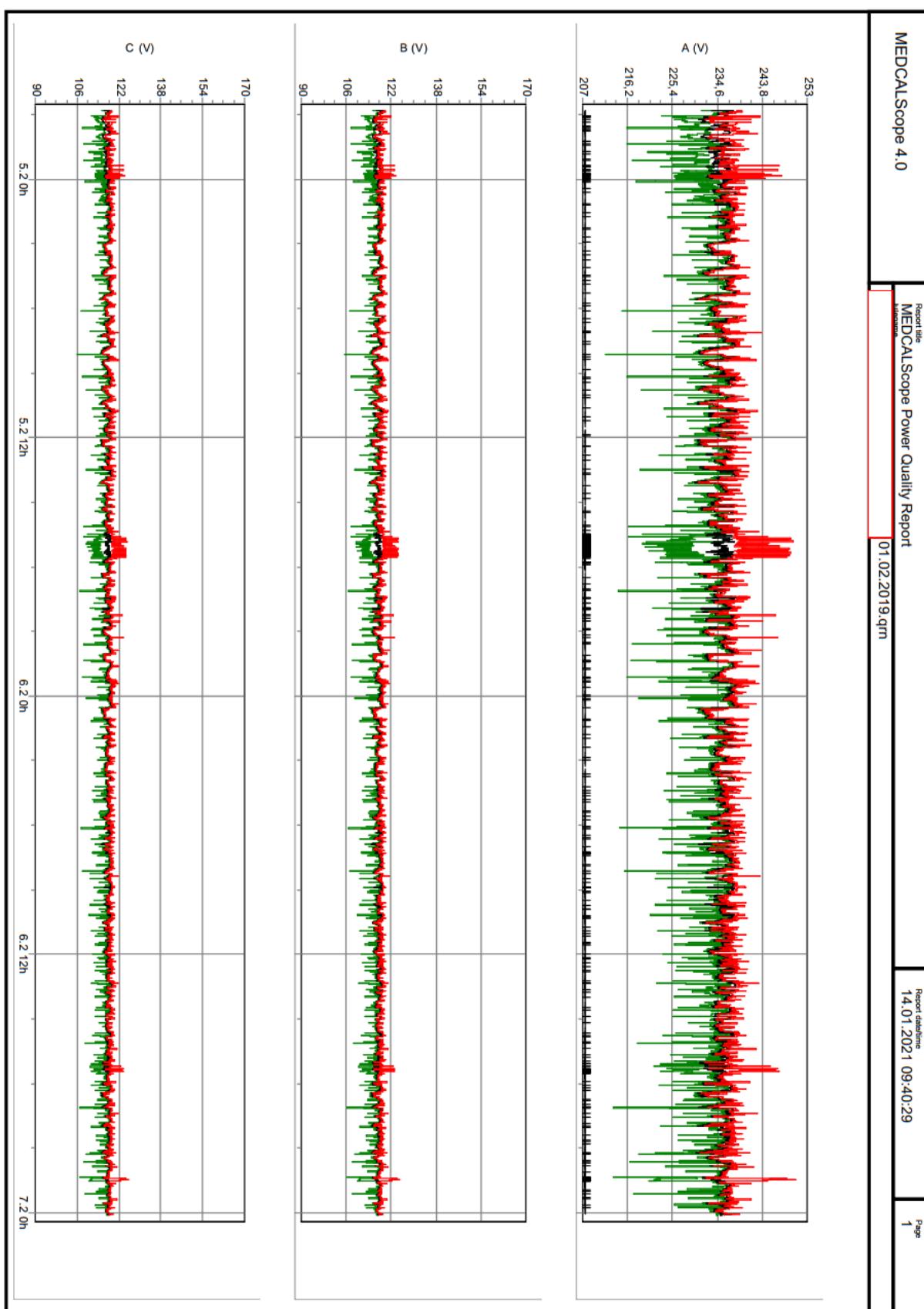
- Vedlegg 1 FoL-rapport 2019, frå BKK Nett
- Vedlegg 2 FoL-rapport 2021, frå BKK Nett
- Vedlegg 3 AMS måling 1. september 2019 – 19. oktober 2020
- Vedlegg 4 Fullmakt
- Vedlegg 5 Møteinkallingar og referat
- Vedlegg 6 Risikovurdering
- Vedlegg 7 Prosjektavtale
- Vedlegg 8 Framdriftsplan (Gantt)
- Vedlegg 9 Linjetrasé netLIN
- Vedlegg 10 Data nettoppbygging
- Vedlegg 11 Forbruksdata lågspentnett
- Vedlegg 12 Lågspentnett med Velander-effektar
- Vedlegg 13 Kortslutningsverdiar og trafodata
- Vedlegg 14 E-post utvekslingar
- Vedlegg 15 Pressemelding
- Vedlegg 16 Timelister

| MEDCALScope 4.0 | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | Report datetime 14.01.2021 09:42:43 | Page 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-----------|-----------|--------|-------------|------|-----------|------|-------------------|-----|-----|------|-----|------|-------------|------|-----------------|------|-----------------------|------|
| | Filename 01.02.2019.qrn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| General Information | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording Location Client Notes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrument Setup | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrument MEDCAL N Measurement Topology Recording Interval 1m 0s Swell Threshold +10 % (253 V) Dip Threshold -10 % (207 V) Transient Sensitivity 100 % Serial No. C00011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Report Summary | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Report's Initial Date/Time 04.02.2019 20:49:45 Report's Final Date/Time 07.02.2019 00:07:46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number of RMS recordings 3080 Number of frequency recordings 3080 Number of harmonic recordings 308 Number of flicker recordings 308 Number of unbalance recordings 0 Number of dips 0 Number of swells 733 Number of recorded transients 158 Number of rapid voltage changes 537 Number of short interruptions (<= 3 min) 0 Number of long interruptions (> 3 min) 0 Number of interruptions 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NVE Compliance Summary | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RMS Voltage</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Frequency</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Voltage Unbalance</td><td>N/A</td></tr> <tr> <td>Pst</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Plt</td><td>Fail</td></tr> <tr> <td>Voltage THD</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Volts Harmonics</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Rapid Voltage Changes</td><td>Fail</td></tr> </tbody> </table> | | | | Parameter | Result | RMS Voltage | Pass | Frequency | Pass | Voltage Unbalance | N/A | Pst | Pass | Plt | Fail | Voltage THD | Pass | Volts Harmonics | Pass | Rapid Voltage Changes | Fail |
| Parameter | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RMS Voltage | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frequency | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage Unbalance | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pst | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plt | Fail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage THD | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volts Harmonics | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapid Voltage Changes | Fail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| MEDCALScope 4.0 | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | | | | Report date/time 14.01.2021 09:42:43 | Page 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------|-------------------|------------------|---|------------------|-----------|---------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|-----|--------|------|------|-------------|---------|------|-------|------|
| | File name 01.02.2019.qrn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detailed Report Information | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Steady State Voltage Variations | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm min (V)</th><th>Measured min (V)</th><th>Norm max (V)</th><th>Measured max (V)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RMS Voltage</td><td>L1</td><td>100</td><td>207</td><td>230</td><td>253</td><td>239,375</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm min (V) | Measured min (V) | Norm max (V) | Measured max (V) | Result | RMS Voltage | L1 | 100 | 207 | 230 | 253 | 239,375 | Pass | | |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm min (V) | Measured min (V) | Norm max (V) | Measured max (V) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RMS Voltage | L1 | 100 | 207 | 230 | 253 | 239,375 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Frequency | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>% of time</th><th>Norm min (Hz)</th><th>Measured min (Hz)</th><th>Norm max (Hz)</th><th>Measured max (Hz)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frequency</td><td>100</td><td>49</td><td>49,841</td><td>51</td><td>50,2</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | % of time | Norm min (Hz) | Measured min (Hz) | Norm max (Hz) | Measured max (Hz) | Result | Frequency | 100 | 49 | 49,841 | 51 | 50,2 | Pass | | | | |
| Parameter | % of time | Norm min (Hz) | Measured min (Hz) | Norm max (Hz) | Measured max (Hz) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frequency | 100 | 49 | 49,841 | 51 | 50,2 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Voltage Unbalance | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Not available for MEDCAL N. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Flicker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm max</th><th>Measured max</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pst</td><td>L1</td><td>95</td><td>1.2</td><td>1,477</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Plt</td><td>L1</td><td>100</td><td>1.0</td><td>1,141</td><td>Fail</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max | Measured max | Result | Pst | L1 | 95 | 1.2 | 1,477 | Pass | Plt | L1 | 100 | 1.0 | 1,141 | Fail |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max | Measured max | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pst | L1 | 95 | 1.2 | 1,477 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plt | L1 | 100 | 1.0 | 1,141 | Fail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Voltage Harmonics | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm max (%)</th><th>Measured max (%)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Voltage THD</td><td>L1 (10 min)</td><td>100</td><td>8</td><td>1,894</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td></td><td>L1 (1 week)</td><td>100</td><td>5</td><td>-INF</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | Voltage THD | L1 (10 min) | 100 | 8 | 1,894 | Pass | | L1 (1 week) | 100 | 5 | -INF | Pass |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage THD | L1 (10 min) | 100 | 8 | 1,894 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 (1 week) | 100 | 5 | -INF | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| MEDCALScope 4.0 | | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | | | | Report date/time 14.01.2021 09:42:43 | Page 3 |
|----------------------|---------------|---|-----------|--------------|------------------|---|-----------|
| | | Filename 01.02.2019.qrn | | | | | |
| Parameter | Channel/Phase | Harm # | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | |
| Individual harmonics | L1 | 2 | 100 | 2 | -1E99 | Pass | |
| | | 3 | 100 | 5 | -1E99 | Pass | |
| | | 4 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 5 | 100 | 6 | -1E99 | Pass | |
| | | 6 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 7 | 100 | 5 | -1E99 | Pass | |
| | | 8 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 9 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 10 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 11 | 100 | 3,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 12 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 13 | 100 | 3 | -1E99 | Pass | |
| | | 14 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 15 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 16 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 17 | 100 | 2 | -1E99 | Pass | |
| | | 18 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 19 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 20 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 21 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 22 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 23 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 24 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 25 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 26 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 27 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 28 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 29 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 30 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 31 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 32 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 33 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 34 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 35 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 36 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 37 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 38 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 39 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 40 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 41 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 42 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 43 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 44 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 45 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 46 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 47 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 48 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 49 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 50 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |

| MEDCALScope 4.0 | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | Report date/time 14.01.2021 09:42:44 | Page 4 | |
|---------------------------------|---|---|---------------------------------|--------|
| | Filename 01.02.2019.qrm | | | |
| 6. Rapid Voltage Changes | | | | |
| Date | Maximum number allowed per day | Number of changes ΔV stationary (>=3%) | Number of changes ΔV max (>=5%) | Result |
| 04.02.2019 | 24 | - | 12 | Pass |
| 05.02.2019 | 24 | - | 70 | Fail |
| 06.02.2019 | 24 | - | 76 | Fail |
| 07.02.2019 | 24 | - | 0 | Pass |

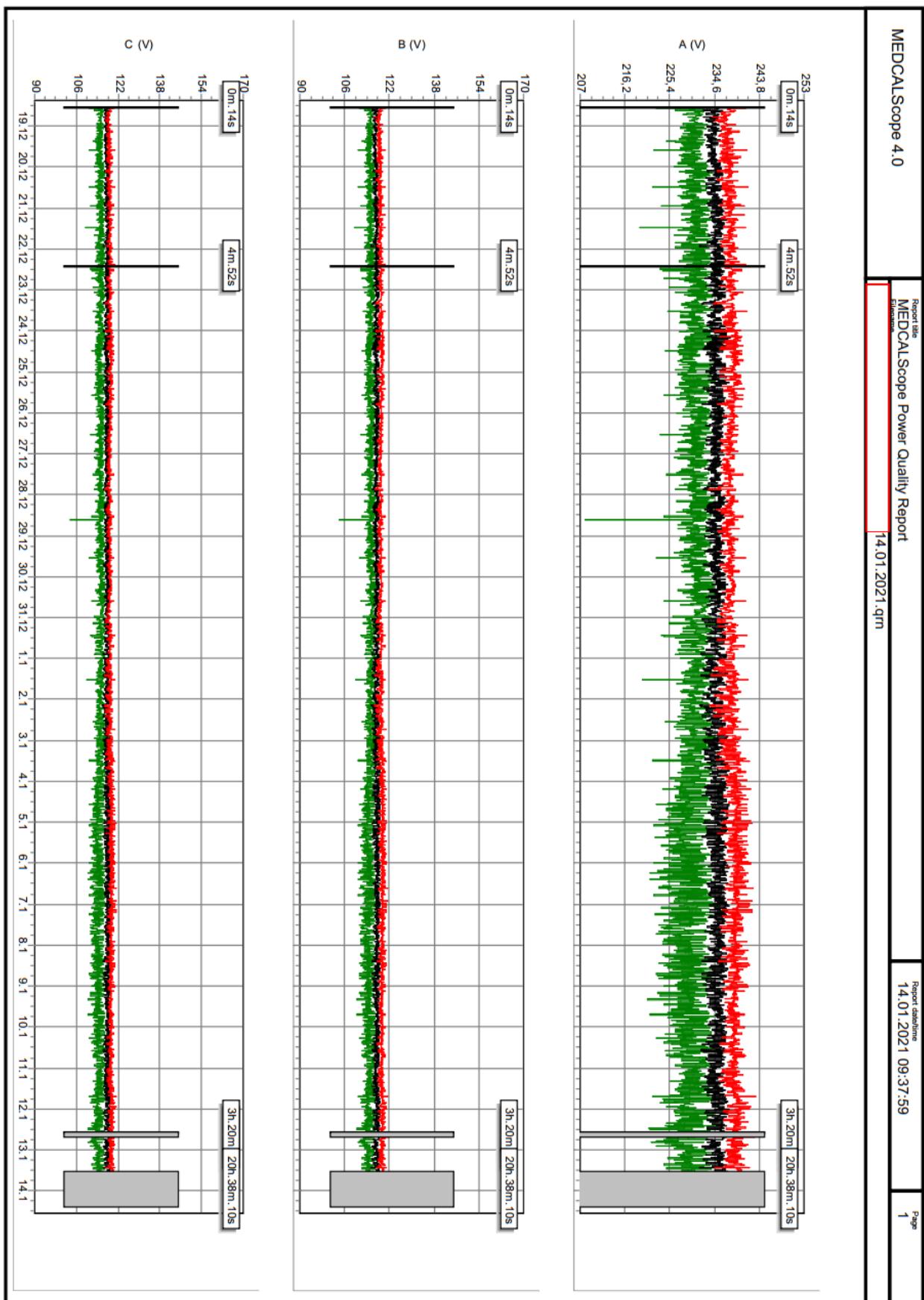


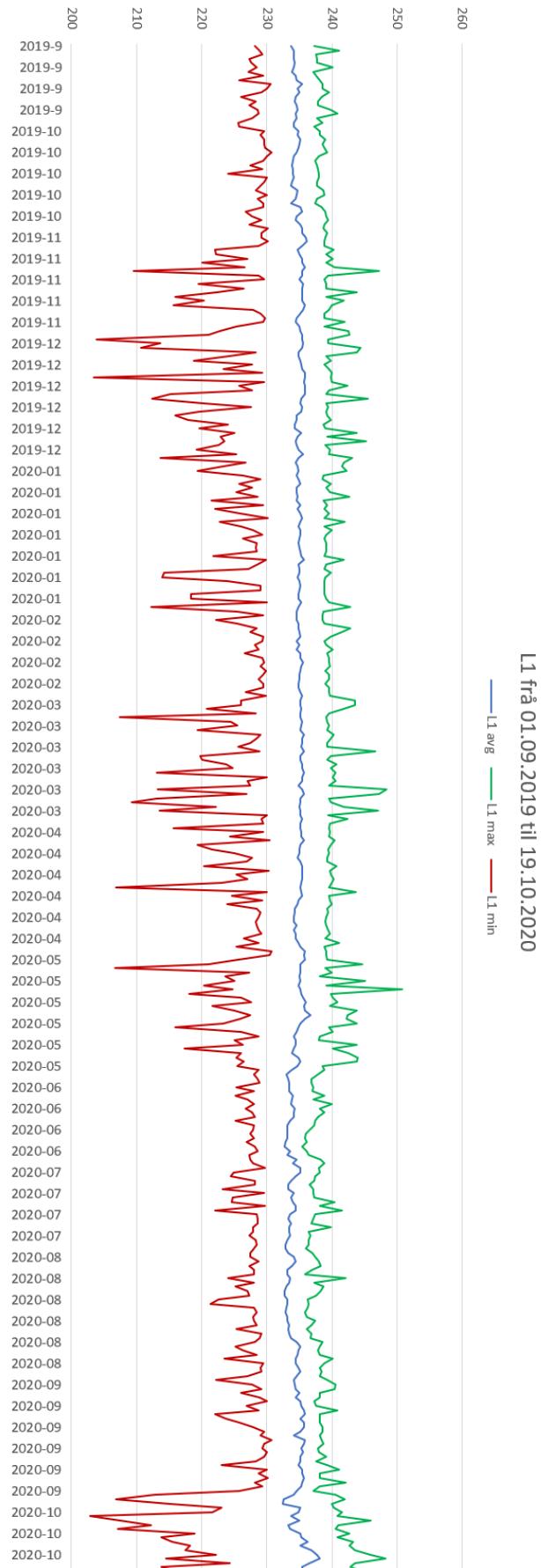
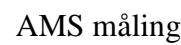
| MEDCALScope 4.0 | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | Report date/time 14.01.2021 09:45:04 | Page 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|-----------|--------|-------------|------|-----------|------|-------------------|-----|-----|------|-----|------|-------------|------|-----------------|------|-----------------------|------|
| | Report name 14.01.2021.qrn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| General Information | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording Location Client Notes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrument Setup | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrument MEDCAL N Measurement Topology Recording Interval 1m 0s Swell Threshold +10 % (253 V) Dip Threshold -10 % (207 V) Transient Sensitivity 50 % Serial No. MN1 B00219 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Report Summary | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Report's Initial Date/Time 18.12.2020 12:43:00 Report's Final Date/Time 13.01.2021 13:26:43 Number of RMS recordings 37236 Number of frequency recordings 37236 Number of harmonic recordings 3723 Number of flicker recordings 3723 Number of unbalance recordings 0 Number of dips 0 Number of swells 128 Number of recorded transients 74 Number of rapid voltage changes 576 Number of short interruptions (<= 3 min) 0 Number of long interruptions (> 3 min) 3 Number of interruptions 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NVE Compliance Summary | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RMS Voltage</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Frequency</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Voltage Unbalance</td><td>N/A</td></tr> <tr> <td>Pst</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Plt</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Voltage THD</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Volts Harmonics</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Rapid Voltage Changes</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | Parameter | Result | RMS Voltage | Pass | Frequency | Pass | Voltage Unbalance | N/A | Pst | Pass | Plt | Pass | Voltage THD | Pass | Volts Harmonics | Pass | Rapid Voltage Changes | Pass |
| Parameter | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RMS Voltage | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frequency | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage Unbalance | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pst | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plt | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage THD | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volts Harmonics | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapid Voltage Changes | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

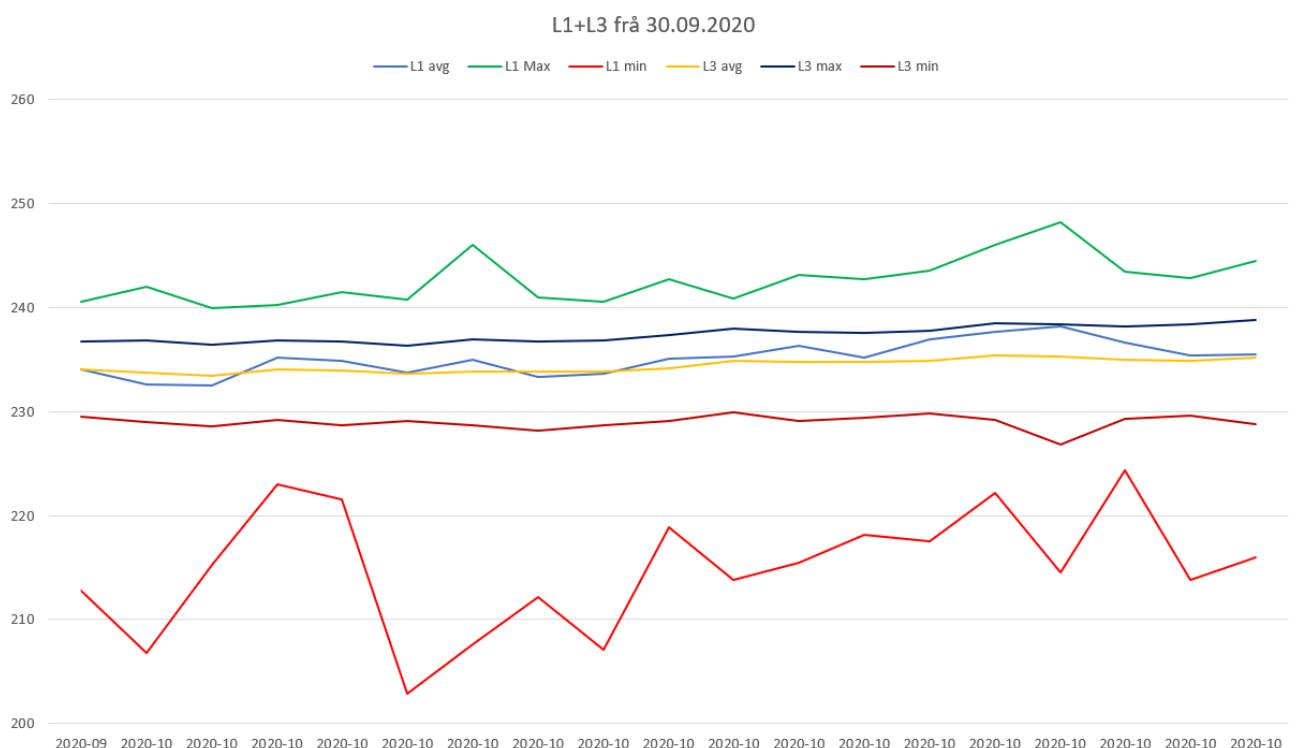
| MEDCALScope 4.0 | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | | | | Report date/time 14.01.2021 09:45:04 | Page 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------|-------------------|------------------|---|------------------|-----------|---------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|-----|--------|------|--------|-------------|-----|------|-------|------|
| | Filename 14.01.2021.qrn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detailed Report Information | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Steady State Voltage Variations | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm min (V)</th><th>Measured min (V)</th><th>Norm max (V)</th><th>Measured max (V)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RMS Voltage</td><td>L1</td><td>100</td><td>207</td><td>228,75</td><td>253</td><td>241</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm min (V) | Measured min (V) | Norm max (V) | Measured max (V) | Result | RMS Voltage | L1 | 100 | 207 | 228,75 | 253 | 241 | Pass | | |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm min (V) | Measured min (V) | Norm max (V) | Measured max (V) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RMS Voltage | L1 | 100 | 207 | 228,75 | 253 | 241 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Frequency | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>% of time</th><th>Norm min (Hz)</th><th>Measured min (Hz)</th><th>Norm max (Hz)</th><th>Measured max (Hz)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frequency</td><td>100</td><td>49</td><td>49,836</td><td>51</td><td>50,164</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | % of time | Norm min (Hz) | Measured min (Hz) | Norm max (Hz) | Measured max (Hz) | Result | Frequency | 100 | 49 | 49,836 | 51 | 50,164 | Pass | | | | |
| Parameter | % of time | Norm min (Hz) | Measured min (Hz) | Norm max (Hz) | Measured max (Hz) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frequency | 100 | 49 | 49,836 | 51 | 50,164 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Voltage Unbalance | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Not available for MEDCAL N. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Flicker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm max</th><th>Measured max</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pst</td><td>L1</td><td>95</td><td>1.2</td><td>0,73</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td>Plt</td><td>L1</td><td>100</td><td>1.0</td><td>0,424</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max | Measured max | Result | Pst | L1 | 95 | 1.2 | 0,73 | Pass | Plt | L1 | 100 | 1.0 | 0,424 | Pass |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max | Measured max | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pst | L1 | 95 | 1.2 | 0,73 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plt | L1 | 100 | 1.0 | 0,424 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Voltage Harmonics | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th><th>Channel/Phase</th><th>% of time</th><th>Norm max (%)</th><th>Measured max (%)</th><th>Result</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Voltage THD</td><td>L1 (10 min)</td><td>100</td><td>8</td><td>1,519</td><td>Pass</td></tr> <tr> <td></td><td>L1 (1 week)</td><td>100</td><td>5</td><td>1,173</td><td>Pass</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | Voltage THD | L1 (10 min) | 100 | 8 | 1,519 | Pass | | L1 (1 week) | 100 | 5 | 1,173 | Pass |
| Parameter | Channel/Phase | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltage THD | L1 (10 min) | 100 | 8 | 1,519 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 (1 week) | 100 | 5 | 1,173 | Pass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| MEDCALScope 4.0 | | Report title NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | | | | Report datetime 14.01.2021 09:45:04 | Page 3 |
|----------------------|---------------|---|-----------|--------------|------------------|--|-----------|
| | | Filename 14.01.2021.qrn | | | | | |
| Parameter | Channel/Phase | Harm # | % of time | Norm max (%) | Measured max (%) | Result | |
| Individual harmonics | L1 | 2 | 100 | 2 | -1E99 | Pass | |
| | | 3 | 100 | 5 | -1E99 | Pass | |
| | | 4 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 5 | 100 | 6 | -1E99 | Pass | |
| | | 6 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 7 | 100 | 5 | -1E99 | Pass | |
| | | 8 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 9 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 10 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 11 | 100 | 3,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 12 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 13 | 100 | 3 | -1E99 | Pass | |
| | | 14 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 15 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 16 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 17 | 100 | 2 | -1E99 | Pass | |
| | | 18 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 19 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 20 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 21 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 22 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 23 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 24 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 25 | 100 | 1,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 26 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 27 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 28 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 29 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 30 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 31 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 32 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 33 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 34 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 35 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 36 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 37 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 38 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 39 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 40 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 41 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 42 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 43 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 44 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 45 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 46 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 47 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 48 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |
| | | 49 | 100 | 1 | -1E99 | Pass | |
| | | 50 | 100 | 0,5 | -1E99 | Pass | |

| MEDCALScope 4.0 | Report title | NVE PQ Regulations FoL_230V_35KV (rev 20070101) | Report date/time | 14.01.2021 09:45:04 | Page |
|---------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|---------------------|------|
| | Filename | 14.01.2021.qrn | | | 4 |
| | | | | | |
| 6. Rapid Voltage Changes | | | | | |
| Date | Maximum number allowed per day | Number of changes ΔV stationary (>=3%) | Number of changes ΔV max (>=5%) | Result | |
| 18.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 19.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 20.12.2020 | 24 | - | 2 | Pass | |
| 21.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 22.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 23.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 24.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 25.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 26.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 27.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 28.12.2020 | 24 | - | 3 | Pass | |
| 29.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 30.12.2020 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 31.12.2020 | 24 | - | 2 | Pass | |
| 01.01.2021 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 02.01.2021 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 03.01.2021 | 24 | - | 1 | Pass | |
| 04.01.2021 | 24 | - | 4 | Pass | |
| 05.01.2021 | 24 | - | 5 | Pass | |
| 06.01.2021 | 24 | - | 8 | Pass | |
| 07.01.2021 | 24 | - | 9 | Pass | |
| 08.01.2021 | 24 | - | 6 | Pass | |
| 09.01.2021 | 24 | - | 5 | Pass | |
| 10.01.2021 | 24 | - | 2 | Pass | |
| 11.01.2021 | 24 | - | 4 | Pass | |
| 12.01.2021 | 24 | - | 10 | Pass | |
| 13.01.2021 | 24 | - | 0 | Pass | |







Fullmakt

I samband med Bacheloroppgåve ved HVL i Førde, ynskjer medlemmane i gruppa tilgang til historiske målardata fra AMS-målaren til XXX hos BKK Nett. Bruken av data skal brukast i samanheng med oppgåva, som omhandlar spenningsutfordringar hos XXX bustad. Målardata vil bli anonymisert i rapport og presentasjon, resterande data vil bli sletta etter at oppgåva er utført.

Bachelorgruppa består av: Vidar Ospedal Vallestad, Dag Inge Gjerland, Anders Ødegård Bjørk.

Namn: XXX

Målepunkt ID: XXX

Målarnummer: 00000 000000000000

Nettstasjon: XXX

Fullmakt gjelder i perioden 14.01.2021 til 28.05.20201. Ved signatur av XXX gir han/ho BKK Nett løyve til å utlevere målardata til studentane.

Dato/sted:

XXX

Dag Inge Gjerland (Gruppeleiar)

Innkalling til oppstartsmøte Bacheloroppgåve

Til: Stian Tefre, Vidar Vallestad, Anders Bjørk, Dag Inge Gjerland, Aleksandrs Mesnajevs

Fra: Vidar Vallestad, Anders Bjørk, Dag Inge Gjerland

Tid: Onsdag 3. Februar 2021, kl.11.00

Stad: Nettmøte på Zoom, link sendt ut til deltagarar.

Sakliste

1. Godkjenning av innkalling og sakliste.
2. Gjennomgang og godkjenning Gantt/framdriftsplan.
3. Stian Tefre v/BKK går gjennom kva BKK ønsker å oppnå med prosjektet, og kva rolle bachelorgruppa skal ha.
4. Vidare framdrift.
5. Eventuelt.

Dag Inge Gjerland (Prosjektleiar)

Møtereferat: Oppstartsmøte bachelor

Tid og stad: 03.02.2021 kl.11.00 Zoom møte

Referat skrive av: Vidar Vallestad og Dag Inge Gjerland

Deltakrarar: Aleksandrs Mesnajevs, Stian Tefre, Dag Inge Gjerland, Anders Ødegård Bjørk, Vidar Ospedal Vallestad.

Tema: Oppstartsmøte

Referat

1. Godkjenning av innkalling og sakliste.
 - Innkalling og sakliste er godkjent.
2. Gjennomgang og godkjenning av Gantt/framdriftsplan.
 - Dag Inge informerte om kva som var gjort så langt. Data frå målingar hos kunde er innhenta og vi skal i nær framtid få tilgjengeleg AMS-måledata også, data for lågspenningsnettet i område skal vi få tilgjengeleg denne veka. Vidare så gjekk vi gjennom punkta i framdriftsplanen, etter tilbakemelding frå Aleksandrs justerer vi rapportskrivinga til å vare gjennom heile perioden.
3. Stian Tefre v/BKK går gjennom kva BKK ønsker å oppnå med prosjektet, og kva rolle bachelorgruppa skal ha.
 - Stian informerte om utfordringane som er bakgrunnen for prosjektet. Konkret så er problemet raske -og langsame spenningsvariasjonar hos ein kunde hos BKK Nett. I tillegg så har ein ei utfordring med at kortslutningsverdiane hos kunden er svært låge og må utbetrast.
 - Måla til BKK med batterikiosk prosjektet er:
 - Spenningsproblematikken og kortslutningsverdiar overheld lovkrav i FoL.
 - Sjå på kost/nytte verdi med tanke på tradisjonell utbygging, der ein kan vurdere batterikiosk som eit alternativ.
 - Tileigne seg erfaringar frå dette prosjektet slik at ein kan ha eit godt grunnlag for å vurdere å nytte batterikiosk som eit tiltak der ein har utfordringar i nettet og ein veit kva ein kan oppnå ved å ta i bruk batteri i lågspenningsnettet.

BKK ynskjer å prøve ut øydrift funksjonen til anlegget, då erfaringar herifrå kan vere nyttige å ta med seg vidare.

4. Vidare framdrift.

- Setje batterikiosken i drift, sannsynlegvis kommande veke
- Få inn all nødvendig data (utforming av nettet, måledata).
- Klargjere problemstillinga og utfordringane basert på måledata til møte med Cineldi og til forprosjektrapporten.

5. Eventuelt.

- Vidar gjekk gjennom løysing for heimeside, og det som er lagt ut så langt. Sida er ikke publisert endå. Stian godkjente at vi kunne bruke bilde av batterikiosken. Aleksandrs kommenterte at det er viktig å oppdatere sida undervegs i prosjektperioden.

Innkalling til møte for godkjenning av forprosjekt

Til: Stian Tefre, Vidar Vallestad, Anders Bjørk, Aleksandrs Mesnajevs
Frå: Dag Inge Gjerland

Tid: Torsdag 25. Februar 2021, kl.13.30

Stad: Nettmøte på Zoom, link sendt ut til deltagarar som vedlegg i e-post.

Sakliste

1. Godkjenning av innkalling og sakliste.
2. Godkjenning av forprosjekt.
3. Vidare framdrift.
4. Eventuelt.

Dag Inge Gjerland (Prosjektleiar)

Møtereferat: Godkjenning av forprosjekt

Tid og stad: 25.02.2021 kl.13.30 Zoom møte

Referat skrive av: Vidar Vallestad

Deltakrarar: Aleksandrs Mesnajevs, Stian Tefre, Dag Inge Gjerland, Anders Ødegård Bjørk, Vidar Ospedal Vallestad.

Referat

1. Godkjenning av innkalling og sakliste.
 - Innkalling og sakliste er godkjent.
2. Godkjenning av forprosjekt.
 - Forprosjekt er godkjent utan innvendingar frå rettleiar og oppdragsgjevar.
3. Vidare framdrift.
 - Simulering: Anders informerte om simuleringsdelen. Vi jobbar med å sette oss inn i Python-koden til Maren Brubæk. I tillegg ventar vi på lisens til PSS Sincal, som vi tenker kan vere ein litt enklare veg å gå. Dette er nok meir brukarvennleg, og kanskje meir relevant i vårt tilfelle.
 - Arbeidsfordeling: Dag informerte om arbeidsfordelinga der Vidar har hovudansvar for kortslutningsdelen, og Dag har hovudansvar for kostnadsdelen. Anders har hovudansvar for simulering.
 - Driftssetting: Vi har hatt litt utfordringar med driftssetting av batteristasjonen, og dette har ikkje gått som planlagt. Det viser seg at oppstart ikkje fungerer som tiltenkt slik stasjonen er i dag, og vi må få ABB på bana for å ordne opp i dette.
 - Vi jobbar elles med ein presentasjon av problemstilling til møte med Cineldi, ABB og BKK mandag 1. mars.

4. Eventuelt

- Kortslutningsverdiar: Vi får aktuelle verdiar frå BKK, i tillegg skal ein kunne få ut verdiar frå simulering i Sincal.

Møtereferat – gjennomgang av Python kode med Maren Brubæk

Tid og stad: 19.01.2021 kl.13.00 Teams møte

Referat skrive av: Vidar Vallestad

Deltakarar: Maren Refsnes Brubæk, Henning Taxt, Dag Inge Gjerland, Anders Ødegård Bjørk, Vidar Ospedal Vallestad.

Tema: Gjennomgang av Python koden frå masteroppgåva til Maren Brubæk

Referat

Dag Inge informerte først litt om vårt prosjekt først, så gjekk Maren gjennom det som var relevant i forhold til Python programmering frå si masteroppgåve. Ho har brukt steg for steg koding, spesifikt for nettforholda på staden, og ei såkalla «backward/forward sweep» algoritme for kodinga. Ho har kun tatt omsyn til langsame spenningsvariasjonar i si oppgåve, og brukta times baserte AMS-data.

Vi diskuterte litt rundt korleis vi kan nytte dette i vår oppgåve, og kom fram til at det kan forenklast ein god del. I hennar tilfelle er utgangspunktet å forsyne eit heilt hyttefelt, medan vi har ein enkel bustad i enden av linja.

Konklusjonen vart at ho skulle sende over koden ho har laga i Python, og i tillegg excel-ark for måleverdiar. Vi vil sjå på om vi kan få nytta delar av denne for simulering i vår oppgåve.

Versjonen som er brukt er Python 3.8.

Risikovurdering

| Risikoelement | Sannsynlegheit (1-5) | Konsekvens (1-5) | Risiko | Tiltak |
|---|-------------------------|---------------------|--------|---|
| Tar lang tid å få informasjon/tilbakemelding frå involverte aktørar | 4 | 4 | 16 | Ver tidleg ute med å ta kontakt Og følg opp førespurnadar aktivt |
| Usemjje internt i arbeidsgruppa | 3 | 3 | 9 | Møte i gruppa der vi klargjer mål og arbeidsoppgåver. |
| Feilprioritering av arbeidsoppgåver | 2 | 4 | 8 | Vurder viktigheita av arbeidsoppgåva i forkant |
| Undervurdering av arbeidsmengd | 2 | 5 | 10 | Utform ein tydeleg framdriftsplan slik av kan følge opp ulike delmål og arbeidsoppgåver undervegs |
| Dårleg informasjonsflyt i prosjektgruppa | 2 | 3 | 6 | Ha regelmessige prosjektmøter og sørge for regelmessig deling av informasjon i prosjektmappa |
| Utsetjingar grunna Covid-19 | 3 | 4 | 12 | Omprioritering av arbeidsrekkefølgje på oppgåver |
| Tap av Dokumentasjon | 2 | 5 | 10 | Prosjektgruppa nyttar nettsky for lagring av dokumentasjon |
| Konfidensiell informasjon kjem på avvege | 2 | 5 | 10 | Sensitiv informasjon skal vere anonymisert. Når prosjektet er ferdig skal all data slettast. Gruppa har signert tausheitserklæring, og lar oppdragsgjevar godkjenne rapporten før publisering |



AVTALE OM BACHELOROPPGÅVE ved HVL- Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Institutt for elektro, Campus Førde

Dato:

Oppgåvetittel: Integrasjon av batteri i lågspent distribusjonsnett.

Innvolverte i oppgåva:

Studentar: Vidar Ospedal Vallestad, Anders Ødegård Bjørk, Dag Inge Gjerland

Samarbeidande verksemd (inkl kontaktperson): BKK Nett v/Stian Tefre

Prosjektansvarleg: Joar Sande

Styringsgruppe: Dag Inge Gjerland, Stian Tefre, Aleksandrs Mesnajevs,

Finansiering:

BKK Nett

Reglar for gjennomføring og bruk av resultatet:

Mellom studentane, HVL og BKK Nett er det inngått følgjande avtale:

1) Høgskulen kan ikkje, overfor eventuell ekstern samarbeidspartner, garantere sluttresultatet på eit studentprosjekt.

2) Ekstern samarbeidspartner skal ha kopi av rapporten.

3) Oppgåveresultatet, med rapport, teikningar, modell, apparatur, program osv. er BKK Nett sin eide dom. HVL sin bruk av resultatet/rapporten er avgrensa til undervisnings-, rekrutterings og forskningsformål, og skal utøvast i forståing med BKK Nett.

4) Student(ane) og ekstern samarbeidspartner godkjenner at rapporten kan kopierast til andre. Det skal lagast internettpresentasjon av prosjektet. HVL har høve til å redigere og nytte informasjon frå denne presentasjonen.

5) Deler av rapporten som eventuelt skal vere unntake offentlegheita, blir lagt i lukka vedlegg, og skal ikkje kopierast utan at det er henta inn særskilt avtale frå BKK Nett.

6) Rettane til utnytting av resultatet kommersielt eller ved dagleg drift tilfell BKK Nett.

Reglane er aksepterte:

HVL

Samarbeidspartner

Student(ar)

Gantt diagram

Gantt-diagram prosjektstart

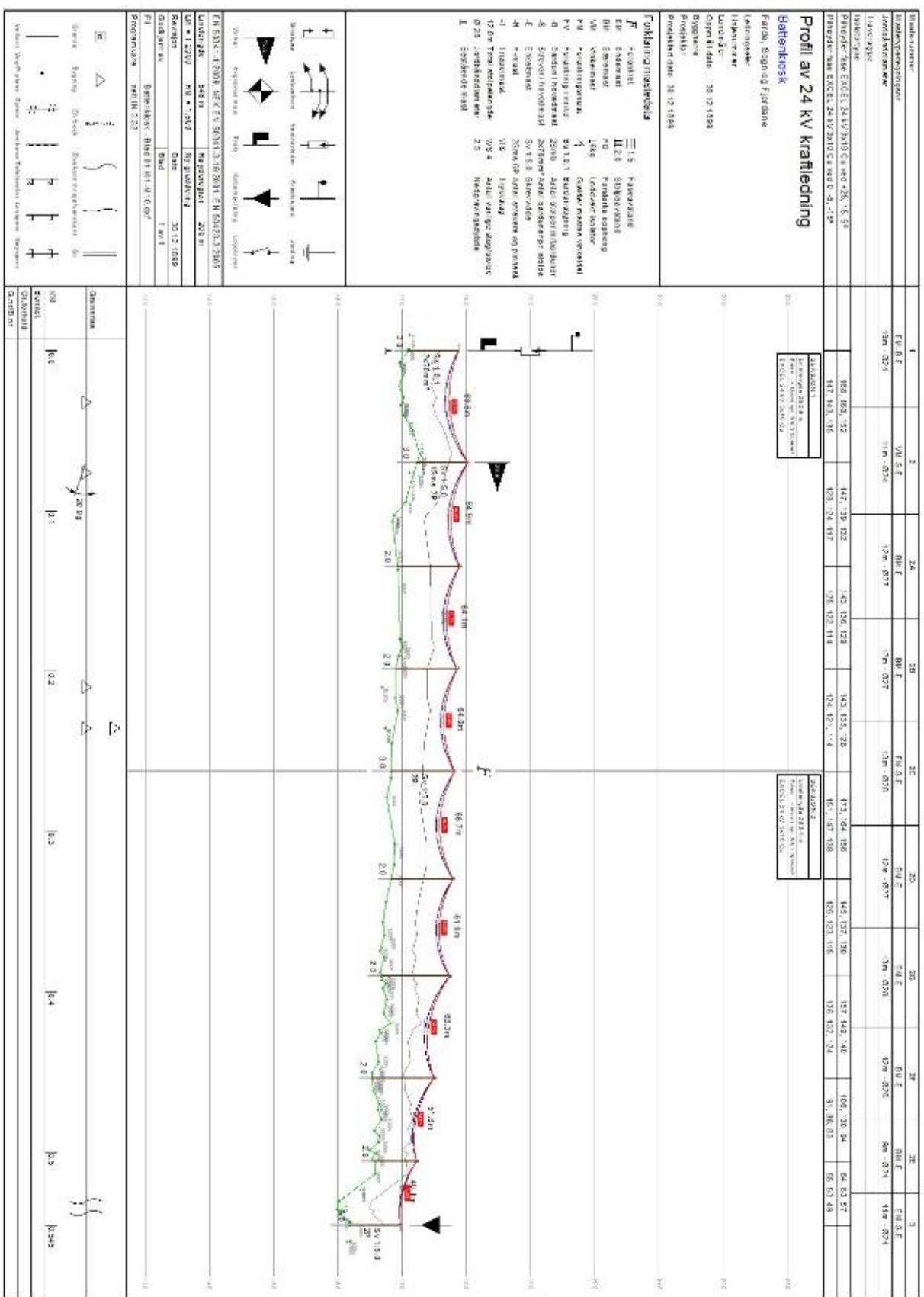
| Oppåve | Start | Slutt | dagar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--------------------------------|---------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Innsamling av data og dok. | 11.jan | 15.apr | 94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Driftsetting av batteristasjon | 11.jan | 12.feb | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kort prosjektbeskrivelse | 11.jan | 25.jan | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etablere nettside | 11.jan | 19.feb | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forprosjektrapport | 25.jan | 19.feb | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulering | 19.jan | 01.mai | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppfølging av drift | 12.feb | 15.apr | 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kostnadsanalyse | 01.mar | 15.apr | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kortslutningsytelse | 01.mar | 15.apr | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midtvegspresentasjon | 17.mar | 24.mar | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plakat | 23.mai | 25.mai | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pressemelding | 18.mai | 21.mai | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport | 01.mar | 25.mai | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentasjon av prosjektet | 14. mai | 28.mai | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Revidert Gantt-diagram, 25. mars

| Oppåve | Start | Slutt | dagar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--------------------------------|---------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Innsamling av data og dok. | 11.jan | 30.apr | 109 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Driftsetting av batteristasjon | 11.jan | 12.feb | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kort prosjektbeskrivelse | 11.jan | 25.jan | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etablere nettside | 11.jan | 19.feb | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forprosjektrapport | 25.jan | 19.feb | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulering | 19.jan | 21.mai | 124 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppfølging av drift | 12.feb | 25.mar | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kostnadsanalyse | 01.mar | 14.mai | 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kortslutningsytelse | 01.mar | 15.apr | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midtvegspresentasjon | 17.mar | 24.mar | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plakat | 23.mai | 25.mai | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pressemelding | 18.mai | 21.mai | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport | 01.mar | 25.mai | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentasjon av prosjektet | 25. mai | 27.mai | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Faktisk framdriftsplan

| Oppåve | Start | Slutt | dagar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--------------------------------|---------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Innsamling av data og dok. | 11.jan | 07.mai | 116 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Driftsetting av batteristasjon | 11.jan | 25.mar | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kort prosjektbeskrivelse | 11.jan | 25.jan | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etablere nettside | 11.jan | 19.feb | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forprosjektrapport | 25.jan | 19.feb | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulering | 19.jan | 21.mai | 124 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppfølging av drift | 00.jan | 00.jan | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kostnadsanalyse | 01.mar | 14.mai | 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kortslutningsytelse | 01.mar | 21.mai | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Midtvegspresentasjon | 17.mar | 24.mar | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plakat | 23.mai | 25.mai | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pressemelding | 20.mai | 20.mai | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport | 01.mar | 25.mai | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentasjon av prosjektet | 25. mai | 27.mai | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

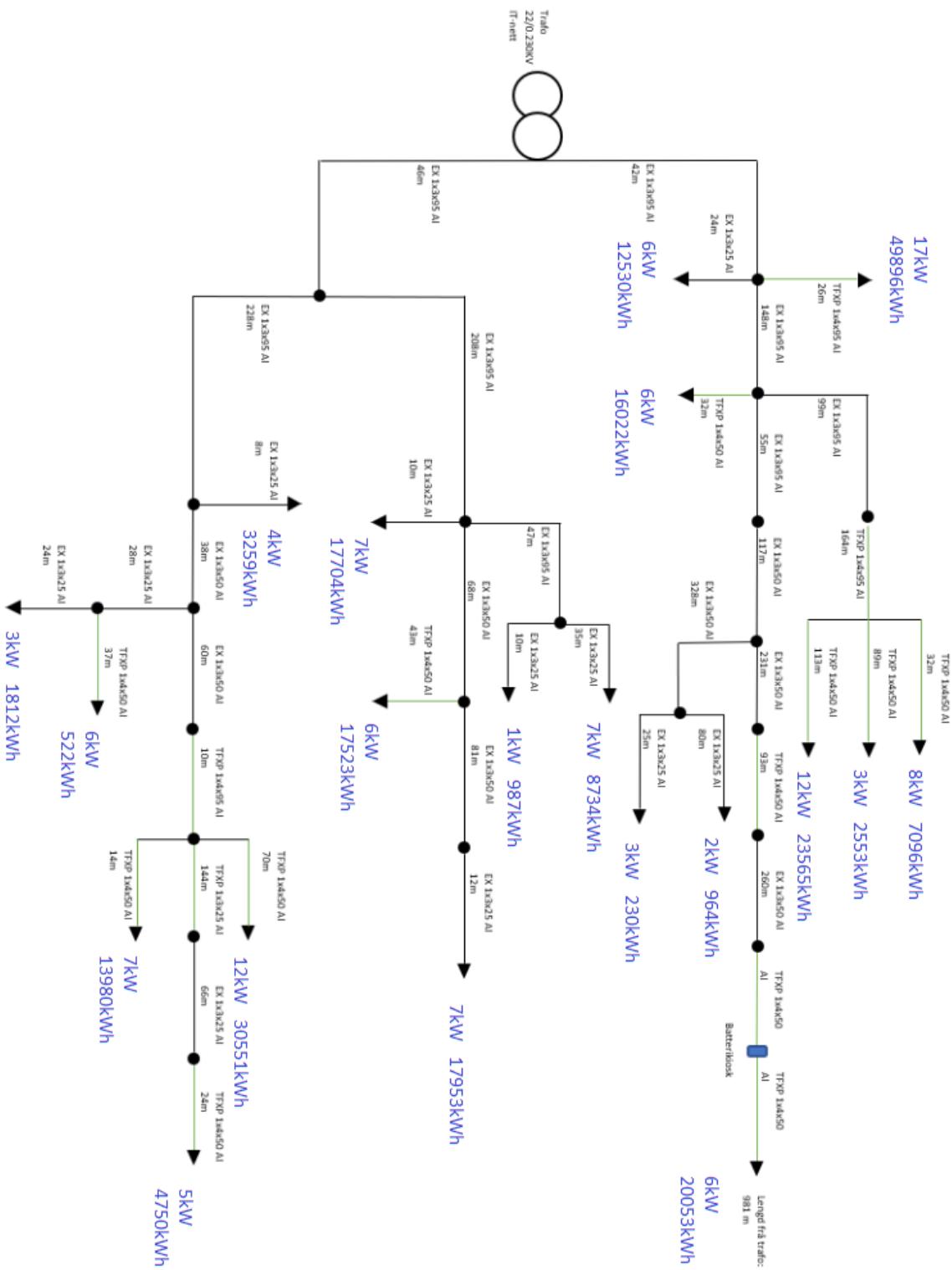


| Objektnummer | Bingegar | Typebetegnelse | Erf | Spanning | Mekrspanning | Plassesteng | Lengde | Lengde | Faktisk lengde |
|--------------|----------|----------------|---------------------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| base | | | kV | kV | km | km | km | km | |
| 3000000 | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,047 | 46,01168553 | 0,04601169 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,061 | 59,68291286 | 0,05968291 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,04 | 38,488972808 | 0,0388973 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,07 | 68,1211402 | 0,06812114 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,047 | 0 | -0,001 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,268 | 260,6104372 | 0,26061044 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,238 | 231,4897184 | 0,23148972 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,153 | 148,4369575 | 0,14843697 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,044 | 42,24215907 | 0,04224216 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,057 | 55,05995952 | 0,05959955 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,121 | 117,0347684 | 0,11703277 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,339 | 328,8505406 | 0,32885054 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X50 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,084 | 81,53363725 | 0,08153354 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,068 | 66,30150494 | 0,0663015 | |
| 3000000 | 1990 | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,024 | 29,33130447 | 0,023313 | |
| 3000000 | 1990 | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,029 | 27,93818001 | 0,02793818 | |
| 3000000 | 1985 | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,01 | 10,17533699 | 0,01017534 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,025 | 24,07385511 | 0,02407356 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,009 | 8,7924198 | 0,00825242 | |
| 3000000 | 2013 | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,02 | 99,166815975 | 0,099166835 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,026 | 24,95402329 | 0,02495402 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,035 | 0 | -0,001 | |
| 3000000 | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 XXXX | 0,013 | 12,7765407 | 0,01277625 | |

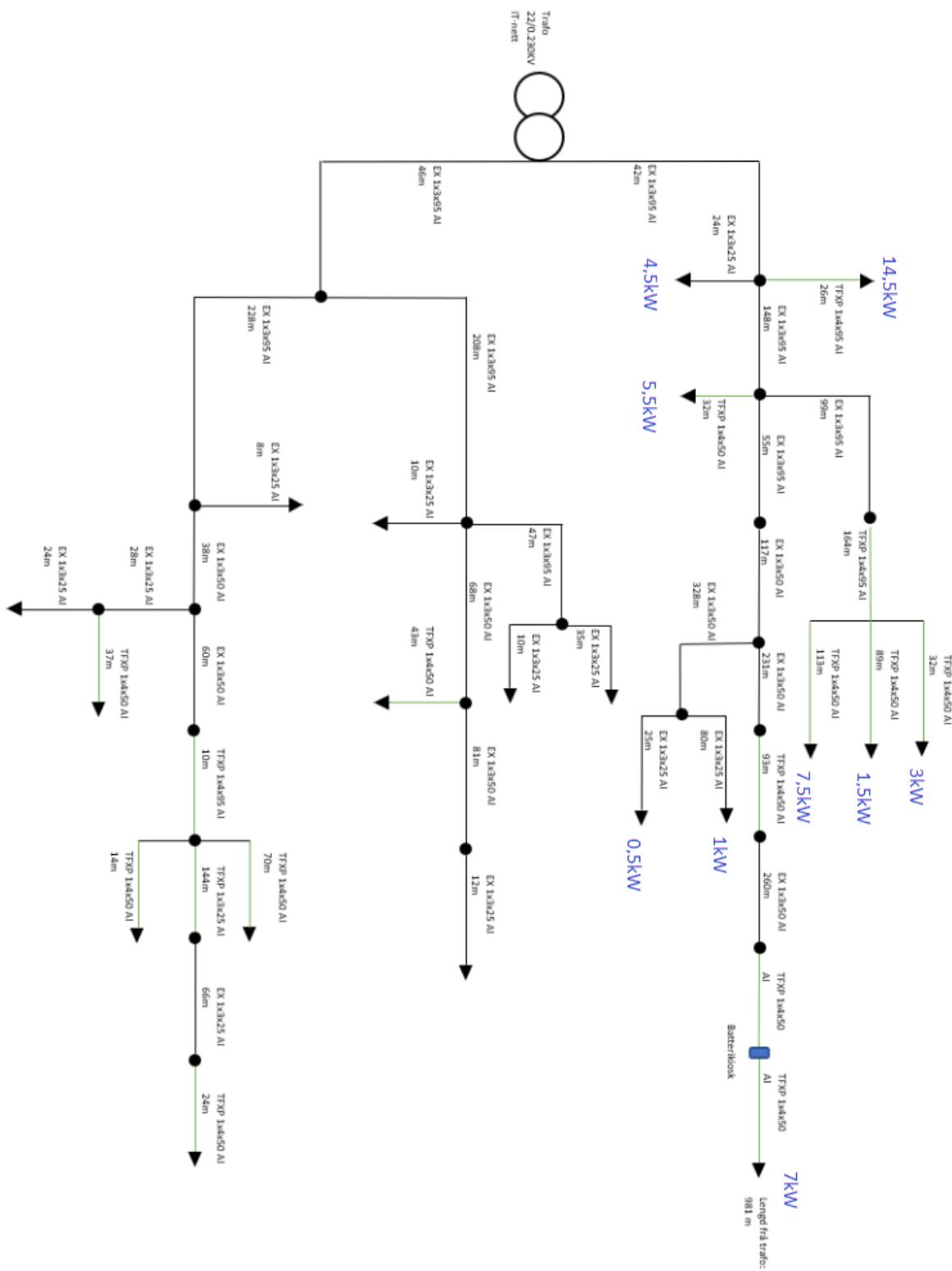
| | | | | | XK | | | | |
|---------------|------------------|-----------|---------------------|-----------------|-------------|----------|------------------|-------------------|-------------|
| | | | | | XOK | | | | |
| XXXXXX | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 | XOK | 0,05 | D | -0,001 |
| XXXXXX | D | EX 1X3X25 | BKK NETT AS | 0,23 | 1 | XOK | 0,022 | 21,64103051 | 0,02164103 |
| XXXXXX | D | EX 1X3X25 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 | XOK | 0,083 | 80,66566976 | 0,08066561 |
| XXXXXX | D | EX 1X3X95 | SUNNFJORD ENERGI AS | 0,23 | 1 | XOK | 0,236 | 228,8495828 | 0,22884938 |
| Objektnummer | Typebetegnelse | SpenninG | Markering | Plasering | BrysselinG | lengde | Elektrisk lengde | Driftsmarkering | |
| base | | kV | kV | | | km | km | | |
| XXXXXX | TF&P 0 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2013 | 0,113 | 0,107399159 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2013 | 0,024 | 0,017562766 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X95 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2013 | 0,171 | 0,164657737 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 0 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2013 | 0,089 | 0,083374304 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 0 | 0,069 | 0,043212759 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 0 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2013 | 0,032 | 0,026091641 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X95 AL | 0,23 | 1 | XOKXXXX | 2019 | 0,01 | 0,01 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 2 | XOKXXXX | 1900 | 0,089 | 0,093036602 | MÅNGLER | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X95 AL | 0,23 | 2 | XOKXXXX | 2012 | 0,033 | 0,026623537 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 2 | XOKXXXX | 0 | 0,076 | 0,070356218 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X25 AL | 0,23 | 2 | XOKXXXX | 2013 | 0,144 | 0,138296911 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOK | 2013 | 0,058 | 0,031963744 | XOKX | |
| XXXXXX | PF&P 1X3X25 AL | 0,23 | 1 | XOK | 0 | 0,055 | 0 | | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOK | 2020 | 0,025 | 0,014530479 | XOKX | |
| XXXXXX | TF&P 1X4X50 AL | 0,23 | 1 | XOK | 2018 | 0,05 | 0,037108228 | XOKX | |
| XXXXXX | | | | | | | | | |
| Komponenttype | Objektnummer | Plasering | Typebetegnelse | Driftsmarkering | Knutpunkt 1 | SpenninG | Driftsmarkering | Skringholder type | Knutpunkt 1 |
| base | | | | | | kV | | | |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 1 250A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD1 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 80A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 80A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 80A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 80A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 80A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 100A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 00 125A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SLD00 | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | NH 0 125A | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | SIEMENS | XOKXXXX | XOKXXXX |
| SI | XXXXXX | XOKX | | XOKX | 0,23 | XOKXXXX | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| SI | Xxxx xxxxxx xx | Xxxx xxxxxx xx | Xxxx xxxxxx xx | Xxxx xxxxxx xx | 0,23 0,23 xxxxxx | xxxxxx ENSTO 400A ENSTO 400A | xxxxxx xxxxxx xxxxxx |
| SI | Xxxx xxxxxx xx | NH 00 631A xxxxxx xx | Xxxx xxxxxx xx | Xxxx xxxxxx xx | 0,23 0,23 xxxxxx | ENSTO 400A ENSTO 400A xxxxxx | xxxxxx xxxxxx xxxxxx |
| Komponenttype | Objektnummer | Typebetegnelse | Driftsmerking | SpenninG | Driftsmerking | Kommune-2019 | Byggear |
| base | | | | kV | | | |
| KB | XXXXXX XXXXXXX CDCP 440 NO | XXXX XXXXXX CDC 420 NO | XXXX XXXXXX XXXXX | 0,23 0,23 XXXX | XXXX XXXXXX XXXXXX | 2013 2019 | |
| KB | XXXXXX XXXXXXX CDCP 440 NO | XXXX XXXXXX XXXXX | XXXX XXXXXX XXXXX | 0,23 0,23 XXXX | XXXX XXXXXX XXXXXX | | |

Figur over nettet med forbruksdata oppgitt av BKK



Figur over nettet med maks effektar rekna ut ved hjelp av Velanders formel for aktuell radial.



Minste kortslutningsstrøm.

| Knutepunkt | Spanning Un(kV) | Trepolt Ieff(kA) | Topolt Ieff(kA) | Ytelse Sk(MVA) | Cosphi |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|
| [REDACTED] | 22.000 | 2.635 | 2.282 | 100.392 | 0.515 |

Største kortslutningsstrøm.

| Knutepunkt | Spanning Un(kV) | Trepolt Ieff(kA) | Topolt Ieff(kA) | Ytelse Sk(MVA) | Cosphi |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|
| [REDACTED] | 22.000 | 4.842 | 4.194 | 184.523 | 0.578 |

Minste kortslutningsstrøm.

| Knutepunkt | Spanning Un(kV) | Trepolt Ieff(kA) | Topolt Ieff(kA) | Ytelse Sk(MVA) | Cosphi |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|
| [REDACTED] | 0.230 | 5.330 | 4.616 | 2.123 | 0.318 |

Største kortslutningsstrøm.

| Knutepunkt | Spanning Un(kV) | Trepolt Ieff(kA) | Topolt Ieff(kA) | Ytelse Sk(MVA) | Cosphi |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|
| [REDACTED] | 0.230 | 5.944 | 5.148 | 2.368 | 0.317 |

Datasett : #25027. Beregningsår 2020.

Tidspunkt 2021-03-01 11:06:05.

Sammenlagring pr. seksjon til og med 1.00 kV.

Resultat fra kortslutningsberegninger i XXXXXXXX.

Knutepunktet er ett 0.230 kV IT-nett.

Nærmeste transformator :

Primærside : #25027 Merkespenning : 22.000 kV

Sekundærside : LS10510 Merkespenning : 0.240 kV

Koplingsgruppe : YynO Merkeytelse : 100 kVA

Nærmeste sikring LSXXX - LSXXX-1:

Merkestrøm : 0 A

Smeltestrøm (1s): 0 A (5s): 0 A (10s): 0 A

Max. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 0.237 kA

2-polt kortslutning : 0.205 kA 20.0 1.05

Kortslutningsytlelse : 0.094 MVA

Imp. pluss-systemet R: 580.59 mOhm X: 100.14 mOhm Z: 589.17 mOhm Cos(phi): 0.985

Min. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 0.169 kA

2-polt kortslutning : 0.146 kA 90.0 0.95

Kortslutningsytlelse : 0.067 MVA

Imp. pluss-systemet R: 741.16 mOhm X: 100.32 mOhm Z: 747.92 mOhm Cos(phi): 0.991

NETBAS Fordelingstransformator - (Endr. 22.09.2020/SYSTEM)

| | | | | | | | |
|--|--------|-----------|-------------------------------------|----------------|---------------------------|------------|--------------|
| Generelle data | 2 | 3 | Sporinginformasjon | Beregningsdata | Beregnet fra timesverdier | Geometri | Anmerkninger |
| Obj.nr. | 26363 | Komp.type | FORDELINGSTRANSFORMATOR | | | | M/L M |
| Tomgangstap (Po) | 302.00 | W | Kortsl.spennin (ek) | 4.02 | % | | |
| Belastningstap (Pk) | 1260 | W | Kortsl.spennin (er) | 1.26 | % | | |
| Tilkoplype H.vld. | | | R0 / R+ | 0.00 | X0 / X+ | 0.00 | |
| Tilkoplype L.vld. | | | R0 | 0.000 mOhm | X0 | 0.000 mOhm | |
| Totalmål | Lengde | | Høyde til topp g.f. L.vld. | | | | |
| Transpovekt | | 98 cm | Bredde | 59 cm | Hayde | 115 cm | |
| Olevekt | | 650 kg | Hul | | | | |
| Kapalet/Apen | | 0 kg | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Oljekonservator | | | <input type="checkbox"/> Termometer | | | | |
| Type D-pkt sikring | | | Oljetype | SHELL | | | |
| Prøveprotokoll nr. | | | Vern | | | | |
| Speifikasjonsnr. | | | Nomer | | | | |
| Tegning ref. | | | | | | | |
| Anmerkninger: | | | | | | | |

OK Avbryt Bruk Dokumenter Kart Nett Slett objekt Objekt >

NETBAS Fordelingstransformator - (Endr. 22.09.2020/SYSTEM)

| | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------|------------------|
| Generelle data | 2 | 3 | Sporinginformasjon | Beregningedata | Beregnet fra timeverdier | Geometri | Anmerkninger |
| Obj.nr. | 26363 | Komp.type | FORDELINGSTRANSFORMATOR | | | | M/L M |
| Plassering | | | Spanning | 22.000 | ... | kV | |
| Kn.pkt. 1 / Kn.pkt. 2 | | | Fase | 3 | ... | | |
| Driftsnr. | | | Fasettlk. | L1-L2-L3 | | | |
| Kodenakkel | | | Merkeytelse | 100 | kVA | | |
| Eier | SUNNFJORD ENERGI AS | | Fabrikat nr. | 891350 | | | |
| Fabrikat | MORE TRANSFORMATORF. | | Dato montert/taget | | | | |
| Typebetegnelse | OTD 4330 | | Regulering plus | 2 x | 2.50 | % | |
| Fabrikasjonsår | 1989 | | Regulering minus | 2 x | 2.50 | % | |
| Komp.nr. | | | | | | | |
| Tnnkoplyperstikk | 0.000 | kV | | | | | |
| Koplingsgruppe | Yyn0 | | | | | | |
| Merkespenn: | H.vld. | 22.000 | kV | L.vld. | 240 | V | Topologiegenskap |
| Merkestram | H.vld. | 2.63 | A | L.vld. | 241 | A | MålepunktID |
| Alt.merkesp. | H.vld. | 0.000 | kV | L.vld. | 0.000 | V | |
| Alt.merkestr. | H.vld. | 0.00 | A | L.vld. | 0 | A | |
| Anmerkninger: | | | | | | | |

OK Avbryt Bruk Dokumenter... Kart Nett Slett objekt Objekt >

E-post dialog med Pixii, komponent kostnader.

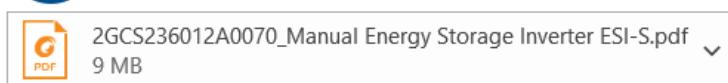
Ole Petter Storholt
til meg *

ons. 12

Hei igjen,

| | | |
|------------------------|----|-------|
| Master kabinett (IP55) | 1 | 50030 |
| Slave kabinett (IP55) | 0 | 41410 |
| Antall Pixibox'er | 9 | 12600 |
| Antall batterier | 10 | 25840 |

Her har du en komponent pris oversikt, pixibox er vår 3,3kW inverter og batteriene er på 6,5kWh (maks 9 invertere og 10 batt per kabinett)
Så ved å sette opp et mindre system prisen vil da også naturligvis bli lavere 😊

E-post dialog med ABB, kortslutningsverdiar for batterianlegg.

Hei Anders,

Beklager sent svar. Det eneste jeg har klart finne er manual og effekten som er angitt her 40kW og 50kW.

Kortslutningsbidraget blir da ihenhold dette når inverteren leverer maks bidrag ut i nettet.





Pressemelding

Kan batteri vere løysinga på ustabilt straumnett?

Gruppemedlemmar: Anders Ø Bjørk, Vidar Vallestad, Dag Inge Gjerland

I vår bacheloroppgåve har vi sett på om batteri er eit godt alternativ til å utbetre spenningsproblematikk i lågpenningsnett. Utfordringar i nettet kan vere ustabile effektuttak, og lange avstandar som igjen gir varierande spenning hos forbrukarar. Ved hjelp av simuleringsprogram har vi kartlagt batteriets funksjonalitet, og vurderingar av kostnader opp mot dei tradisjonelle løysingane som vi brukar i dag.

Kontaktperson: Dag Inge Gjerland (Prosjektleiar)

Telefon: 97577415

e-post: 574771@stud.hvl.no

| Timeliste | | | | | | Anders Ødegård Bjørk |
|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|-----------------------------|
| Dag | Dato | Start | Slutt | Timar | Arbeidsoppgåve | |
| Tysdag | 05.jan | 09:30 | 12:00 | 2,5 | Møte med Stian Tefre. Oppstart av bacheloroppgåve | |
| Onsdag | 06.jan | 10:00 | 13:00 | 3 | Oppstartsplanlegging i gruppa | |
| Fredag | 08.jan | 10:00 | 15:00 | 5 | Sette seg inn i dokumentasjon frå batterikiosk | |
| Måndag | 11.jan | 10:00 | 14:00 | 4 | Oppstartmøte med Joar. Planlegge framdrift | |
| Tysdag | 12.jan | 10:00 | 14:00 | 4 | Lage prosjektbeskrivelse og avtale. Planlegge for tilsyn på batterikiosken | |
| Onsdag | 13.jan | 11:00 | 17:00 | 6 | Tilsyn på batterikiosken. Planlegging av vidare framdrift. Skaffe dokumentasjon | |
| Torsdag | 14.jan | 10:00 | 15:00 | 5 | Scanning av dokumentasjon. Lage fullmaktsavtale for innhenting av data. Svare på e-post. | |
| Fredag | 15.jan | 09:00 | 15:00 | 6 | Uformelt møte med rettleiar Aleksandrs. Diskusjon om konkretisering av oppgåve. SJA og risikovurdering | |
| Måndag | 18.jan | 10:30 | 16:30 | 6 | Felles møte i gruppa der me oppsummerar helga og legg plan for veka. Skrive beskrivelse av prosjektet til rettleiar. Begynne å forberede seg til møtet tysdag 19.januar der me går gjennom simuleringsverktøy med Maren Refsnes Brubæk | |
| Tysdag | 19.jan | 08:00 | 17:00 | 9 | Forberede seg til møte med Maren Refsnes Brubæk. Møte frå 13.00 til 14.00. Installerig av python program. Risikovurdering. | |
| Fredag | 22.jan | 10:00 | 14:00 | 4 | Uformelt møte med Aleksandrs. Diskutere bruk av PSS SINCAL. Diskutere planar vidare. Ferdigstille prosjektbeskrivelse | |
| Søndag | 24.jan | 11:00 | 17:00 | 6 | Dokumentasjonsarbeid rundt batterikiosken | |
| Tysdag | 26.jan | 09:00 | 17:00 | 8 | Jobbe med å bygge opp kunnskap rundt koding | |
| Torsdag | 28.jan | 13:00 | 15:00 | 2 | Forberedelse til møte+ møte med ABB,Cineldi og BKK | |
| Måndag | 01.feb | 10:00 | 14:00 | 4 | Lage framdriftsplan/gantt, møteinnkalling, ansvarsfordelingar, møtereferat | |
| Torsdag | 04.feb | 11:00 | 11:30 | 0,5 | Møte med styringgruppa | |
| Fredag | 05.feb | 10:00 | 15:00 | 5 | Svare på e-postar relatert til prosjektet. Jobb med dokumentasjon | |
| Måndag | 08.feb | 09:00 | 17:00 | 8 | Forsøk på oppstart av batterikiosken. Dokumentasjonsarbeid | |
| Tysdag | 09.feb | 10:30 | 16:00 | 5,5 | Svare på e-post om Sincal. Legge inn AMS målingar i grafar | |
| Fredag | 12.feb | 09:00 | 15:00 | 6 | Skriving av forprosjektrapport | |

| | | | | | |
|----------------|--------|-------|-------|-----|---|
| Måndag | 15.feb | 09:30 | 17:00 | 7,5 | Skriving av forprosjektrapport |
| Tysdag | 16.feb | 10:00 | 17:30 | 7,5 | Skriving av forprosjektrapport |
| Onsdag | 17.feb | 10:30 | 18:00 | 7,5 | Prøve å setje i drift batterikiosken. Jobbe vidare med forprosjektrapporten |
| Torsdag | 18.feb | 13:30 | 17:30 | 4 | Møte med rettleiar om forprosjektet. Rette på dei tilbakemeldingane me fekk frå rettleiar |
| Fredag | 19.feb | 10:30 | 15:00 | 4,5 | Finpuss og levering av forprosjekt |
| Måndag | 22.feb | 11:00 | 14:30 | 3,5 | Forsøk på oppkopling av batterikiosken |
| Tysdag | 23.feb | 09:30 | 15:30 | 6 | Forsøk på oppkopling av batterikiosken. Ordna sincal lisens |
| Onsdag | 24.feb | 14:30 | 17:00 | 2,5 | Avtale vidare framdrift med tanke på dei mislykka forsøka på driftssetting + diverse |
| Torsdag | 25.feb | 13:30 | 17:00 | 3,5 | Godkjenning av forprosjekt. Diverse |
| Fredag | 26.feb | 10:00 | 15:00 | 5 | Arbeid med presentasjon til møte på måndag. Nedlasting av SINCAL |
| Måndag | 01.mar | 10:00 | 15:30 | 5,5 | Arbeid med SINCAL. Møte med Cineldi, BKK og ABB frå 14:00 |
| Tysdag | 02.mar | 10:00 | 17:00 | 7 | Arbeid med SINCAL |
| Onsdag | 03.mar | 14:00 | 18:00 | 4 | Arbeid med SINCAL |
| Torsdag | 04.mar | 13:00 | 17:00 | 4 | Arbeid med SINCAL |
| Tysdag | 09.mar | 10:00 | 15:00 | 5 | Arbeid med SINCAL og python |
| Onsdag | 10.mar | 13:00 | 16:00 | 3 | Arbeid med pythonkoden |
| Torsdag | 11.mar | 13:00 | 17:00 | 4 | Arbeid med python |
| Fredag | 12.mar | 08:00 | 17:00 | 9 | Møte i bachelorgruppa. Jobbe med python koden (med ekstern hjelp) |
| Søndag | 14.mar | 13:00 | 16:00 | 3 | Feilsøke Pythonkoden |
| Måndag | 15.mar | 09:00 | 15:00 | 6 | Feilsøke pythonkoden, jobbe med Sincal |
| Tysdag | 16.mar | 09:00 | 15:00 | 6 | Jobbe med Sincal. Starte med midtvegspresentasjon |
| Onsdag | 17.mar | 13:00 | 17:00 | 4 | Jobbe med midtvegspresentasjon |
| Torsdag | 18.mar | 13:00 | 18:00 | 5 | Jobbe med midtvegspresentasjon |
| Tysdag | 23.mar | 09:00 | 19:00 | 10 | Rapport. Sincal. Jobbe med midtvegspresentasjon |
| Onsdag | 24.mar | 09:00 | 11:00 | 2 | Midtvegspresentasjon |
| Torsdag | 25.mar | 12:00 | 16:00 | 4 | Sincal. Møte med Cineldi, ABB og BKK |
| Fredag | 26.mar | 10:00 | 15:00 | 5 | Sincal. Møte med Aleksandrs |
| Måndag | 29.mar | 10:00 | 18:00 | 8 | Sincal. Møte med Joar |
| Søndag | 04.apr | 12:00 | 17:00 | 5 | Jobbe med rapport |
| Måndag | 05.apr | 12:00 | 18:00 | 6 | Jobbe med rapport |
| Tysdag | 06.apr | 08:00 | 15:00 | 7 | Jobbe med python koden. E-post kommunikasjon med Siemens |
| Onsdag | 07.apr | 08:00 | 16:00 | 8 | Jobbe med simuleringar. Møte med Maren om python koden |
| Torsdag | 08.apr | 09:00 | 17:00 | 8 | Jobbe med simuleringar. |
| Fredag | 09.apr | 08:00 | 15:00 | 7 | Jobbe med simuleringar. Avtale møte med ABB |
| Søndag | 11.apr | 12:00 | 14:30 | 2,5 | Rapportskriving |

| | | | | | |
|----------------|--------|-------|-------|-------|---|
| Måndag | 12.apr | 08:00 | 15:00 | 7 | Python simuleringar |
| Tysdag | 13.apr | 09:00 | 17:00 | 8 | Møte med ABB, Jobbe vidare med python simuleringar |
| Onsdag | 14.apr | 14:00 | 17:00 | 3 | Python simuleringar |
| Torsdag | 15.apr | 09:00 | 17:00 | 8 | Sincal simuleringar |
| Måndag | 19.apr | 09:00 | 17:00 | 8 | Felles gjennomgang av simuleringar. Forberede til neste gjennomgang |
| Tysdag | 20.apr | 09:00 | 17:00 | 8 | Felles gjennomgang av simuleringar. Vidare arbeid med ferdigstilling av simuleringane |
| Onsdag | 21.apr | 09:00 | 11:00 | 2 | Forberede rapportskriving |
| Torsdag | 22.apr | 09:00 | 14:00 | 5 | Fullføre simuleringar. Utarbeide oppsett for rapporten |
| Måndag | 26.apr | 10:00 | 15:00 | 5 | Fullføre simuleringar. Utarbeide oppsett for rapporten |
| Tysdag | 27.apr | 09:00 | 15:00 | 6 | Rapportskriving |
| Torsdag | 29.apr | 08:30 | 10:00 | 1,5 | Rapportskriving |
| Fredag | 30.apr | 10:00 | 15:00 | 5 | Rapportskriving |
| Søndag | 02.mai | 12:00 | 15:00 | 3 | Rapportskriving |
| Måndag | 03.mai | 11:00 | 18:00 | 7 | Lagre simuleringar i ei fil. Jobbe med løysing frå Tyskland |
| Tysdag | 04.mai | 09:00 | 18:00 | 9 | Rapportskriving |
| Onsdag | 05.mai | 09:00 | 11:00 | 2 | Rapportskriving |
| Torsdag | 06.mai | 13:00 | 17:00 | 4 | Rapportskriving |
| Søndag | 09.mai | 12:00 | 15:00 | 3 | Rapportskriving |
| Måndag | 10.mai | 09:00 | 18:00 | 9 | Rapportskriving |
| Tysdag | 11.mai | 08:00 | 18:00 | 10 | Rapportskriving |
| Onsdag | 12.mai | 08:00 | 18:00 | 10 | Rapportskriving |
| Torsdag | 13.mai | 08:30 | 18:00 | 9,5 | Rapportskriving |
| Fredag | 14.mai | 08:00 | 15:30 | 7,5 | Rapportskriving |
| Lørdag | 15.mai | 10:00 | 16:30 | 6,5 | Rapportskriving |
| Søndag | 16.mai | 11:00 | 14:00 | 3 | Rapportskriving |
| Tysdag | 18.mai | 11:00 | 18:00 | 7 | Rapportskriving |
| Onsdag | 19.mai | 08:00 | 17:00 | 9 | Rapportskriving |
| Torsdag | 20.mai | 08:30 | 18:00 | 9,5 | Rapportskriving |
| Fredag | 21.mai | 08:00 | 17:00 | 9 | Reinskriving av rapporten |
| Lørdag | 22.mai | 11:00 | 18:00 | 7 | Reinskriving av rapporten. Lage plakat |
| Søndag | 23.mai | 09:00 | 18:00 | 9 | Reinskriving av rapporten |
| Mandag | 24.mai | 09:00 | 18:00 | 9 | Reinskriving av rapporten. Siste korrekturlesing |
| Tirsdag | 25.mai | 09:00 | 14:00 | 5 | Siste finpuss på rapporten. Innlevering av rapporten |
| Totalt | | | | 503,5 | |

TIMELISTE DAG INGE

| DATO | Timar | Kommentar |
|------------|-------|--|
| 05.01.2021 | 3 | Statusmøte med Stian Tefre i BKK (1t) + div. diskusjon |
| 06.01.2021 | 3,5 | Kort oppstartsplanlegging i gruppa (0,5t), opprette timeliste, sjå gjennom ulike alternativ for risikovurdering |
| 07.01.2021 | 6 | Batterikiosk, lese på teknisk dokumentasjon |
| 08.01.2021 | 5 | Sette seg inn i dokumentasjon på batterikiosk |
| 11.01.2021 | 4 | Zoom forelesning, oppstart info bachelor, planlegg framdrift |
| 12.01.2021 | 4 | Arbeid med prosjektbeskrivelsen og prosjektavtale |
| 13.01.2021 | 6 | Synfaring, e-post dialog med ABB og AMS måledata |
| 14.01.2021 | 5 | Utarbeiding av fullmakt, mottatt måledata frå loggarar |
| 15.01.2021 | 4 | Uformelt møte med Aleksandrs, samle innkomme data |
| 18.01.2021 | 4 | Laga informasjonsskriv til Alex om kva prosjektet går ut på, lese seg opp til møte med Maren angåande Python |
| 19.01.2021 | 6 | Møte med Maren om programmering/simulering. Utarbeiding av risikovurdering før driftsetting. |
| 20.01.2021 | 5 | Batterikiosk, lese på teknisk dokumentasjon |
| 22.01.2021 | 5 | Batterikiosk, førebuing til neste dag. Møte med Aleksandrs. Prosjektbeskriving |
| 25.01.2021 | 7,5 | Kopling av batterikiosk |
| 26.01.2021 | 8 | Forsøk på drift av batterikiosk |
| 28.01.2021 | 5 | Møte med Cineldi, ABB, og BKK |
| 29.01.2021 | 3 | Møte i arbeidsgruppa |
| 01.02.2021 | 4 | E-post dialog med Oddbjørn Myklebust BKK, innhenting av data om nettet |
| 02.02.2021 | 5 | Lese dokumentasjon på battkiosk |
| 03.02.2021 | 7 | Oppstartsmøte, gjekk gjennom framdriftsplanen med styringsgruppa. Har i tillegg utforma ei risikoanalyse for prosjektet |
| 04.02.2021 | 8 | Batterikiosk, div e-post, planlegg nytt oppstartforsøk |
| 05.02.2021 | 6 | Batterikiosk, forsøke å kartlegge problemet med den, e-post ABB |
| 08.02.2021 | 8 | Arbeid med batterikiosk, forsøk på oppstart. Mislykka igjen. |
| 09.02.2021 | 5 | Fordeling av arbeid med forprosjektrapporten, meir lesing av dokumentasjon på batterikiosk |
| 10.02.2021 | 6 | Batterikiosk, feilsøking, dokument |
| 11.02.2021 | 3 | Sjå på FoL rapport, konkretisere problemstilling |
| 12.02.2021 | 6 | Forprosjekt utforming |
| 13.02.2021 | 6 | Arbeid med forprosjektrapport |
| 16.02.2021 | 5 | Arbeid med forprosjektrapport |
| 17.02.2021 | 8 | Planlagt driftstart av batterikiosk med ABB på Teams. Gikk ikkje som planlagt. Må greie ut utfordringar |
| 18.02.2021 | 4 | Ferdigstilling av forprosjektrapport. Fått tilbakemelding frå lærarar. |
| 19.02.2021 | 4 | Siste korrektur på forprosjektrapporten. Rapporten er levert og møteinkalling for godkjenning sendt ut til styringsgruppa. |
| 22.02.2021 | 7 | Forsøk på å kople til kiosk, gjekk ikkje |
| 23.02.2021 | 6,5 | Forsøk på å kople til kiosk, vegleiing frå ABB, gjekk fortsett ikkje |
| 24.02.2021 | 4 | Mottatt meir data om lågspenningsnett |

| | | |
|-------------------|-----|--|
| 25.02.2021 | 5 | Møte i styringsgruppa, godkjenning av forprosjekt |
| 26.02.2021 | 5 | Utforming av presentasjon til møte med Cineldi, ABB og BKK |
| 01.03.2021 | 4 | Møte, presenterte problemstilling, og utfordringane vi har med driftsetjing av kiosken |
| 02.03.2021 | 4 | Arbeider med å samle inn kabel og linje parameter |
| 04.03.2021 | 4 | Arbeid med å kartlegge LS data |
| 08.03.2021 | 4 | rapportskriving |
| 09.03.2021 | 5 | Reaserch erfaringar med batteri i lågspenningsnett |
| 10.03.2021 | 5 | Arbeider med nettstruktur LS, snakka med Oddbjørn om prosjektering av nybygg LS. |
| 11.03.2021 | 5 | Arbeid med kostanalyse, e-post til Pixii |
| 12.03.2021 | 4 | Møte i prosjektgruppa, plan for vidare arbeid |
| 15.03.2021 | 3,5 | Kortslutningsberekingar, Sincal |
| 16.03.2021 | 5 | Arbeid med kost analyse |
| 18.03.2021 | 4 | Arbeid med presentasjon |
| 22.03.2021 | 6 | Presentasjon førebuing |
| 23.03.2021 | 8 | Førebuing til presentasjon |
| 24.03.2021 | 5 | Midtvegspresentasjon |
| 25.03.2021 | 7 | Møte med ABB,BKK og Cineldi. ABB konkluderer med at batterikiosk ikkje kjem i drift tidleg nok for oss |
| 26.03.2021 | 5 | Møte med Aleksandrs, vurderer vegen vidare, arbeider med simulering |
| 29.03.2021 | 6 | Møte med Joar, vidare arbeid med utforming av nett i Sincal |
| 30.03.2021 | 5 | Sincal LS-nett |
| 02.04.2021 | 4 | Arbeid med rapport og Sincal |
| 06.04.2021 | 5 | Rapportskriving, finne relevant informasjon til rapporten |
| 07.04.2021 | 4 | Utforma fleire LS-nettalternativ |
| 08.04.2021 | 6 | Sincal LS-nett, simulering |
| 09.04.2021 | 4 | Sincal, simulering |
| 12.04.2021 | 6 | Reaserch på REN kortslutningberekingar |
| 13.04.2021 | 6 | Sincal simulering, møte med Stian Reite ABB |
| 15.04.2021 | 6 | Kostnadsanalyse i REN |
| 16.04.2021 | 5 | Kostnadsanalyse i REN |
| 19.05.2021 | 5 | Kostnadsanalyse i REN |
| 21.04.2021 | 5 | Sincal simulering HS alternativ |
| 22.04.2021 | 4 | Sincal LS alternativ |
| 23.04.2021 | 6 | Møte med Aleksandrs, diverse arbeid med nettutforming |
| 26.04.2021 | 5 | Ufomre Linjeprofil |
| 27.04.2021 | 6 | Møte med Aleksandrs, |
| 28.04.2021 | 3 | Ferdigstilling Linjeprofil |
| 29.04.2021 | 4 | Kostnadsanalyse, tabellar inn i rapport, skriving |
| 30.04.2021 | 6 | Rapportarbeid |
| 03.05.2021 | 7 | Skrive rapport, få inn Sincal fig. |
| 04.05.2021 | 8 | Skrive rapport, ordne referansar |
| 06.05.2021 | 6 | Arbeid med rapport |
| 07.05.2021 | 4,5 | Gjennomgang med gruppa på rapport, arbeid med rapport |
| 08.05.2021 | 5,5 | Rapportskriving |

| | | |
|-------------------|-----|--|
| 10.05.2021 | 5 | Rapportskriving |
| 11.05.2021 | 7 | Rapport, ordne figur lister, tabellar |
| 12.05.2021 | 6 | Rapportskriving |
| 13.05.2021 | 5 | Rapportskriving |
| 14.05.2021 | 7 | Ordne vedlegg, fokus på personvern |
| 15.05.2021 | 6 | Rapportskriving |
| 18.05.2021 | 8 | Rapportskriving |
| 19.05.2021 | 7 | Justeringer av kostnader etter vegleiing av BKK, rapportskriving |
| 20.05.2021 | 7 | Rapportskriving |
| 21.05.2021 | 8 | Arbeid med rapport, lage pressemelding |
| 22.05.2021 | 8 | Korrekturlesing av rapport. Utforme plakat |
| 23.05.2021 | 8 | Ferdigstilling av rapport. |
| 24.05.2021 | 8 | Gjennomgang på rapport. |
| 25.05.2021 | 5 | Siste finpuss på rapport, henge opp plakat, lever rapport |
| TOTALT | 502 | |

TIMELISTE VIDAR

| DATO | Timar | Kommentar |
|-------------------|-------|--|
| 05.01.2021 | 2 | Statusmøte med Stian Tefre i BKK + div. diskusjon |
| 06.01.2021 | 3 | Kort oppstartsplanlegging i gruppa, opprette timeliste, sjå gjennom ulike alternativ for risikovurdering |
| 08.01.2021 | 5 | Studere teknisk dokumentasjon |
| 11.01.2021 | 4 | Zoom forelesning, oppstart info bachelor, planlegge framdrift |
| 12.01.2021 | 4 | Arbeid med prosjektbeskrivelse og prosjektavtale |
| 13.01.2021 | 6 | Synfaring batteristasjon + div |
| 14.01.2021 | 5 | Utforske heimeside løysing, studere teknisk dokumentasjon |
| 15.01.2021 | 5 | Infomøte med Aleksandrs, div planlegging og utfylling risikovurdering |
| 18.01.2021 | 5 | Utforske heimeside løysing og Python |
| 19.01.2021 | 7 | Møte med Maren Brubæk, førebuing til møte, referat, heimeside, risikovurdering |
| 20.01.2021 | 4 | Studere teknisk dokumentasjon for batterikiosk + Python |
| 21.01.2021 | 4 | Studere teknisk dokumentasjon for batterikiosk + heimeside |
| 22.01.2021 | 4 | Orienteringsmøte med Aleksandrs, ferdigstilling av prosjektbeskriving |
| 25.01.2021 | 4.5 | Gjennomgang status for driftsetting, studere teknisk dokumentasjon for batterikiosk |
| 26.01.2021 | 8 | Forsøk på driftstart av batt stasjon + div. |
| 27.01.2021 | 1.5 | Arbeid med heimeside |
| 28.01.2021 | 2.5 | Teams møte med Cineldi, ABB og BKK + div. |
| 29.01.2021 | 3 | Planlegge neste veke, heimeside, Python |
| 30.01.2021 | 2 | Utforske Python |
| 01.02.2021 | 4.5 | Lage framdriftsplan, møteinnkalling styringsgruppa, fordele ansvarsområder, referat frå statusmøte med Cineldi |
| 02.02.2021 | 3 | Studere div. dokumentasjon |
| 03.02.2021 | 6 | Oppstartsmøte med rettleiar og oppdragsgivar, referatskriving, heimeside |
| 04.02.2021 | 5 | Arbeid med heimeside + div. |
| 08.02.2021 | 8 | Forsøk på driftstart av batt stasjon, arb. Med forprosjektrapport |
| 09.02.2021 | 5 | Samling på skulen, fordeling av arbeid, arbeid med rapport. |
| 10.02.2021 | 6 | Forprosjektrapport |
| 11.02.2021 | 4 | Forprosjektrapport |
| 12.02.2021 | 5 | Forprosjektrapport |
| 13.02.2021 | 2 | Forprosjektrapport |
| 15.02.2021 | 4.5 | Forprosjektrapport |
| 16.02.2021 | 5 | Forprosjektrapport |
| 17.02.2021 | 7.5 | Forsøk på driftstart av batt stasjon, arb. med forprosjektrapport |
| 18.02.2021 | 5.5 | Møte med rettleiar, arb. med forprosjektrapport |
| 19.02.2021 | 4 | Forprosjektrapport ferdigstilling |
| 22.02.2021 | 4.5 | Forsøk på oppstart av batt. Kiosk |
| 23.02.2021 | 5 | Forsøk på oppstart av batt. Kiosk |
| 24.02.2021 | 3.5 | Oppdatere heimeside + div. |

| | | |
|-------------------|-----|--|
| 25.02.2021 | 5.5 | Møte godkjenning av forprosjekt, referatskriving + div |
| 26.02.2021 | 4 | Lage presentasjon til møte mandag, installere og undersøke Sincal |
| 01.03.2021 | 5 | Teams møte med Cineldi, ABB, BKK, div. diskusjon, undersøke Sincal |
| 02.03.2021 | 5 | Studere div. dokumentasjon + berekningar |
| 03.03.2021 | 4.5 | Studere div. dokumentasjon + berekningar |
| 04.03.2021 | 4.5 | Studere simuleringsløysingar |
| 05.03.2021 | 4 | Studere simuleringsløysingar |
| 08.03.2021 | 7 | Kortslutnings- og linjeberekningar |
| 09.03.2021 | 7 | Kortslutnings- og linjeberekningar |
| 10.03.2021 | 7.5 | Kortslutnings- og linjeberekningar |
| 11.03.2021 | 6 | Kortslutnings- og linjeberekningar |
| 12.03.2021 | 4 | Møte prosjektgruppa + div |
| 15.03.2021 | 5.5 | Kortslutnings- og linjeberekningar + sincal |
| 16.03.2021 | 5 | Sincal + div |
| 17.03.2021 | 3 | Sincal + div |
| 18.03.2021 | 4 | Førebuing til presentasjon |
| 22.03.2021 | 2 | Førebuing til presentasjon |
| 23.03.2021 | 8.5 | Førebuing til presentasjon |
| 24.03.2021 | 5 | Midtvegspresentasjon, opprette slutrapportdokumentet |
| 25.03.2021 | 3 | Team møte med Cineldi, ABB, BKK + div |
| 26.03.2021 | 6 | Møte med Aleksandrs + div. |
| 29.03.2021 | 6 | Møte med Joar + div. |
| 30.03.2021 | 4 | Sincal |
| 31.03.2021 | 2.5 | Rapportskriving |
| 07.04.2021 | 4.5 | Rapportskriving |
| 08.04.2021 | 3 | Arbeid med div. dokumentasjon |
| 09.04.2021 | 3 | Arbeid med div. dokumentasjon |
| 12.04.2021 | 2 | Sincal |
| 13.04.2021 | 6.5 | Møte med Stian Reite ABB + div. |
| 14.04.2021 | 3 | Rapport + dokumentasjon |
| 15.04.2021 | 4.5 | Arbeid med div. dokumentasjon |
| 16.04.2021 | 5.5 | Arbeid med div. dokumentasjon |
| 19.04.2021 | 5 | Simulering i sincal + berekningar |
| 20.04.2021 | 6.5 | Sincal + div. |
| 21.04.2021 | 5.5 | Sincal + div. |
| 22.04.2021 | 6 | Rapportskriving |
| 23.04.2021 | 3 | Møte med Aleksandrs, div teori rundt berekningar |
| 24.04.2021 | 1.5 | Oppdatere timeliste + prosjektdagbok |
| 25.04.2021 | 2 | Rapportskriving |
| 26.04.2021 | 5 | Arbeid med dokument til rapport. |
| 27.04.2021 | 6 | Møte med Aleksandrs + div. |
| 28.04.2021 | 7 | Arbeid med dokument til rapport. |
| 29.04.2021 | 5 | Rapport, oppdat heimeside, berekningar |
| 30.04.2021 | 3 | Ringe Myklebust BKK ang forbruksdata, lage oversikt |
| 01.05.2021 | 2.5 | Oppdatere nettoversikt med forbruksdata |
| 02.05.2021 | 2.5 | Div berekningar |
| 03.05.2021 | 7 | Simulering og rapport |

| | | |
|-------------------|-------|---|
| 04.05.2021 | 8 | Simulering og rapport |
| 05.05.2021 | 4 | Rapportskriving |
| 06.05.2021 | 4 | Referansar og vedlegg |
| 07.05.2021 | 4 | Referansar og vedlegg |
| 08.05.2021 | 3.5 | Rapportskriving |
| 09.05.2021 | 4 | Rapportskriving |
| 10.05.2021 | 7.5 | Rapportskriving |
| 11.05.2021 | 6 | Rapportskriving |
| 12.05.2021 | 8.5 | Rapportskriving |
| 13.05.2021 | 7 | Rapportskriving |
| 14.05.2021 | 8 | Rapportskriving |
| 17.05.2021 | 3 | Rapportskriving |
| 18.05.2021 | 7.5 | Rapportskriving |
| 19.05.2021 | 8 | Rapportskriving |
| 20.05.2021 | 5 | Rapportskriving |
| 21.05.2021 | 7 | Rapportskriving |
| 22.05.2021 | 7.5 | Rapportskriving, timeliste, plakat |
| 23.05.2021 | 6.5 | Avslutning av rapport, plakat |
| 24.05.2021 | 7 | Avslutning av rapport |
| 25.05.2021 | 5 | Siste gjennomgang og innlevering av rapport |
| TOTALT | 506.5 | |

Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgåve

HO2-300

Predefinert informasjon

| | | | |
|----------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|
| Startdato: | 12-05-2021 12:00 | Termin: | 2021 VÅR |
| Sluttdato: | 25-05-2021 14:00 | Vurderingsform: | Norsk 6-trinns skala (A-F) |
| Eksamensform: | Bacheloroppgave | | |
| SIS-kode: | 203 HO2-300 1 O 2021 VÅR | | |
| Intern sensor: | Aleksandrs Mesnajeus | | |

Deltaker

| | |
|--------------|-------------------|
| Naun: | Dag Inge Gjerland |
| Kandidatnr.: | 208 |
| HVL-id: | 574771@hul.no |

Informasjon fra deltaker

| | |
|--|-------|
| Antall ord *: | 16569 |
| Egenerklæring *: | Ja |
| Inneholder besvarelsen konfidensielt materiale?: | Nei |
| <p>Jeg bekrefter at jeg har Ja registrert oppgavettelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på uitnemålet mitt *:</p> | |

Gruppe

| | |
|----------------------------|---|
| Gruppenavn: | Nettbatteri |
| Gruppenummer: | 12 |
| Andre medlemmer i gruppen: | Anders Ødegård Bjørk, Vidar Ospedal Vallestad |

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Ja, BKK Nett