

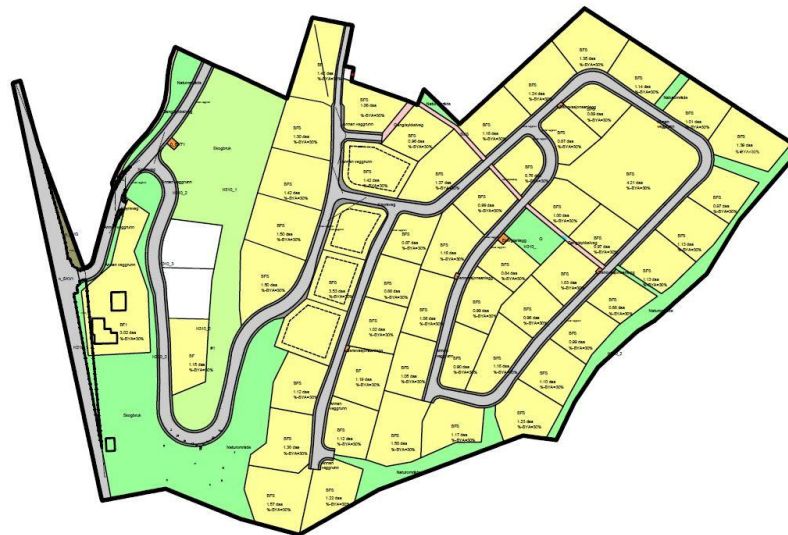


BACHELOROPPGÅVE

HOVUDPROSJEKTRAPPORT

Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt

22.05.15



EL2-305 Bacheloroppgåve
Avdeling for ingeniør- og naturfag
Mie Neumann (13) og Mariell Hermansen (7)

Prosjektnettstad:
<http://studprosjekt.hisf.no/~15steia>

STUDENTRAPPORT

Boks 523 , 6803 FØRDE. Tlf: 57722500, Faks: 57722501 www.hisf.no

TITTEL Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt	RAPPORTNR. 02	DATO 22.05.15
PROSJEKTTITTEL EL2-305 Bacheloroppgåve	TILGJENGE Open	TAL SIDER 71
FORFATTARAR Mie Neumann Mariell Hermansen	ANSVARLEG RETTLEIAR Oddbjørn Thune-Myklebust PROSJEKTANSVARLEG Nils Westerheim RETTLEIAR Joar Sande	
OPPDRAGSGIVAR Sunnfjord Energi		
SAMANDRAG Prosjektet omhandlar prosjektering av distribusjonsnett til eit nytt byggefelt på Sande. Hovudmålet i prosjektet har vore å utarbeida eit forslag til plassering av traséar og nettstasjon prosjektert i Netbas med tilhøyrande materialliste og kostnadsoverslag. Delmål har vore å vurdere HMS for prosjektet, vurdere magnetfelt i distribusjonsnettet og rekna ut økonomisk tverrsnitt.		
SUMMARY This project is about designing a power distribution system for a new housing development project in Sande. The main objective was to place feeders and the substation in the projecting tool Netbas, and develop supplementary equipment list and estimate total cost. In addition, we looked into environmental factors, magnetic fields, and economical cross-section for cables.		
EMNEORD Prosjektering av distribusjonsnett, Netbas, nettstasjon, bacheloroppgåve		

Føreord

Dette er hovudprosjektrapporten til vår bacheloroppgåve ved Høgskulen i Sogn og Fjordane våren 2015. Oppgåva utgjer 20 av totalt 180 studiepoeng som er kravet for ei bachelorgrad.

Oppgåva vår har vore å prosjektera distribusjonsnettet i det nye byggefeltet Storehaugen på Sande i Gaular kommune for oppdragsgivar Sunnfjord Energi.

Vi vil retta ein takk til rettleiar Oddbjørn Thune-Myklebust samt andre tilsette ved Sunnfjord Energi for at dei gav oss oppgåva og følgde godt opp.

Vi vil også takka rettleiarane våre, Nils Westerheim og Joar Sande, ved Høgskulen i Sogn og Fjordane avdeling for ingeniør- og naturfag for gode råd og hjelp.

Førde, 22.05.2015

Mie Neumann

Mariell Hermansen

Samandrag

Prosjektet omhandlar prosjektering av distribusjonsnett med nettstasjon til eit nytt byggefelt på Sande i Gaular kommune. Prosjekteringa vart gjennomført for oppdragsgivar Sunnfjord Energi i dataprogrammet Netbas.

Vi har plassert ut abonnentar, traséar til kablar, nettstasjon og kabelskap i Netbas. Både høgspen- og lågspenkablane har trekkerøyr for fiber. Plasseringa av desse komponentane er plassert optimalt etter nøye vurdering.

Vi har vurdert HMS som omgrep, HMS i Sunnfjord Energi og HMS for prosjektet. Vi har vurdert magnetfelt og målt magnetfelt i eit tilsvarende TN-nett.

I REN sin kostnadskalkyle har vi utarbeida ei materialliste med mengdeberekning og berekna total kostnad av prosjektet. Vi kom til den totale summen av 983 203 kr. Vi har regna ut anleggsbidrag for å sjå kor mykje utbyggar skal betala av investeringskostnadane. Vi har vurdert økonomisk tverrsnitt og funne ut at ved å nytta økonomisk tverrsnitt kunne vi ha spart 49 870 kr i investeringskostnad på dette prosjektet. Vi har likevel valt å nytta standard tverrsnitt.

I arbeidet med oppgåva har vi primært jobba med lågspennetnettet og rapporten tek i hovudsak føre seg dette.

Innhold

Føreord.....	II
Samandrag.....	III
1 Innleiing.....	1
1.1 Problemstilling.....	2
1.2 Mål.....	2
1.3 Nytteverdi.....	2
1.4 Metodar og verktøy.....	2
1.5 Storehaugen byggefelt	3
2 Bakgrunn.....	4
2.1 Kraftnett	4
2.2 Energibruk i distribusjonsnettet.....	7
2.3 Utfordrande elektriske apparat.....	13
3 Komponentar.....	15
3.1 Nettstasjon	15
3.2 Transformator	16
3.3 Kablar.....	18
3.4 Kabelskap.....	22
3.5 Tilknytningsskap	25
3.6 Målar	26
3.7 Fiber.....	26
4 HMS	27
4.1 HMS-omgrepet	27
4.2 Internkontrollforskrifta.....	27
4.3 SHA-omgrepet	28
4.4 HMS i Sunnfjord Energi.....	29
4.5 HMS for Storehaugen byggefelt	33
5 Elektromagnetiske felt	36
5.1 Elektriske felt.....	36
5.2 Magnetiske felt.....	36
5.3 Magnetfelt og helserisiko	36
5.4 Myndigheitskrav	36
5.5 Verdier for magnetiske felt	37
5.6 Måling av magnetfelt	39
6 Prosjektering	41
6.1 Plassering av komponentar i nettet	41

6.2 Dimensjonering av lågspentkabler	43
6.3 Dimensjonering av høgspentkabel	47
6.4 Dimensjonering av kabelskap.....	47
6.5 Dimensjonering av transformator	48
6.6 Vern	48
6.7 Selektivitet.....	50
6.8 Jordingsystem	51
6.9 Resultat av prosjekteringa	52
7 Økonomi	53
7.1 Kostnadskalkyle	53
7.2 Anleggsbidrag	53
7.3 Økonomisk tverrsnitt.....	55
8 Konklusjon	60
9 Prosjektadministrasjon.....	61
9.1 Organisering	61
9.2 Gjennomføring i forhold til plan.....	61
9.3 Generell prosjektevaluering	62
9.4 Måloppnåing.....	63
9.5 Arbeidsmetodar.....	63
9.6 Møte	63
9.7 Dokumentstyring.....	63
9.8 Økonomi og ressursar	63
9.9 Nettstad.....	63
10 Lister	64
10.1 Figurliste	64
10.2 Tabelliste	65
10.3 Formelliste.....	65
10.4 Vedlegg.....	66
11 Referansar	67

1 Innleiing

Ved Steiafeltet i Gaular kommune skal det komma eit nytt bustadområde, Storehaugen byggefelt. Det er Sunnfjord Energi som har områdekonsesjon her og dei må difor bygga ut distribusjonsnett for å levera straum til dei om lag 45 nye kundane. Prosjektgruppa, Mie Neumann og Mariell Hermansen, har fått i oppdrag hjå Sunnfjord Energi å prosjektera nettet til det nye byggefeltet.

Vi skal i denne oppgåva ta føre oss prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt. Vi starta med å sjå på komponentane i distribusjonsnett samt eigenskapane til eit distribusjonsnett og forbruk i nettet. Vidare skal vi plassera trasé, nettstasjon med transformator og kablar med trekkerøyr for fiber. Prosjekteringa skal gjennomførast i dataprogrammet Netbas. Vi skal så gjennomføra naudsynte berekningar for nettet for å sjå at det er tilstrekkeleg dimensjonert, for så å grunngje dei vala vi har teke. Vi vil også greia ut om HMS generelt, i Sunnfjord Energi spesielt og i prosjektet. Vi vil også vurdera magnetfelt, samt måla dette i eit felt tilsvarande Storehaugen byggefelt. Til slutt vil vi berekna og vurdera økonomisk tverrsnitt og utarbeida materialliste med mengdeberekning og berekna total kostnad av utbygging og anleggsbidrag.

Vi vil i rapporten og i prosjektet leggja hovudfokus på lågspenningsnett og komponentane her. Vi ønskjer å skriva ein god og fullstendig rapport som kan nyttast som eit oppslagsverk.

1.1 Problemstilling

I samband med utbygginga av Storehaugen byggefelt må Sunnfjord Energi prosjektera eit nytt distribusjonsnett på staden. Det skal førast opp ein nettstasjon med transformator som har tilførsel frå 22 kV høgspenkabel. Frå nettstasjonen skal det leggjast matekablar til kabelskapa, og frå kabelskapa skal det leggjast stikkablar til abonnentane. Saman med kablane skal det leggjast trekkerøyr for fiber. Ein skal utarbeida materialliste med mengdeberekning og utarbeida materialliste med mengdeberekning og berekna total kostnad for utbygginga ved hjelp av REN. Det skal også vurderast økonomisk tverrsnitt ved berekningar. HMS med magnetfelt skal utgreiast og vurderast.

1.2 Mål

1.2.1 Hovudmål

- Prosjektera utbygging av distribusjonsnett for Storehaugen byggefelt.

1.2.2 Delmål

- Vurdera HMS for prosjektet og magnetfelt i distribusjonsnettet.
- Plassera trasé og nettstasjon i byggefeltet.
- Utarbeida materialliste med mengdeberekning.
- Berekna total kostnad og anleggsbidrag.
- Berekna og vurderer økonomisk tverrsnitt.

1.3 Nytteverdi

Oppdragsgivar kjem til å nytta resultatet av prosjekteringsarbeidet vårt i det vidare arbeidet med byggefeltet.

Vi har i prosjektarbeidet stilt spørsmål ved standardverdiar og metodar ved Sunnfjord Energi. For eksempel har vi undersøkt magnetfelt, noko det var lite kjennskap til i planavdelinga. Vi har også sett på økonomisk tverrsnitt og forbruk, og meiner dette er noko Sunnfjord Energi kan ha nytte av.

Elles reknar vi med fagstoffet i rapporten kan vera til nytte for kommande studentar som eit læreverk om korleis eit distribusjonsnett fungerer.

1.4 Metodar og verktøy

1.4.1 Netbas

Netbas er eit simuleringsverktøy utvikla for kraftbransjen av Powel AS. Programmet vert nytta for å dokumentera, planlegga, analysa, simulera og til å halda oversikt over komponentar og anlegg i distribusjonsnettet. I prosjektet har vi i hovudsak nytta Netbas til å planlegga og å analysa nettet. I vårt prosjektarbeid har vi nytta kart og nettskjema til å visualisera nettet.

1.4.2 REN

REN er eit kunnskapssenter som jobbar for å standardisera materiell og metodar. I eit REN-blad (ein type dokument) finn ein bransjeretningslinjer og standard metodar. På REN sin nettstad finn ein eit prosjektsystem med ein kostnadskalkyle ein kan laga materialliste med mengdeberekning og total kostnad for prosjekt. REN tilbyr fleire andre tenester, men det er desse to vi har nytta i prosjekteringsarbeidet.

1.5 Storehaugen byggefelt

På Sande i Gaular kommune skal det byggast eit nytt byggefelt med namnet Storehaugen byggefelt. Distribusjonsnettet som skal forsyne Storehaugen vert tilknytt det eksisterande nettet i bustadfeltet på Steia. I det høvet vert det naudsynt for Sunnfjord Energi å bygga ut distribusjonsnettet for å knyte til dei nye bustadane som vert oppført. Det er forventa byggestart hausten 2015.

1.5.1 Reguleringsplan til Storehaugen byggefelt

I byrjinga av prosjektet fekk vi utdelt fleire reguleringsplanar. Vi har teke utgangpunkt i den siste reguleringsplanen vi fekk før vi starta med prosjekteringa. Dette fører til at den reguleringsplanen vi har gått utifrå nødvendigvis ikkje er lik den endelege planen. Reguleringsplanen finn du som vedlegg nr 1. Ti av einebustadane i Storehaugen vert tilknytt eksisterande lågspennnett i Steiafeltet, og er difor ikkje med i dette prosjektet.

Sidan det er vanskeleg å fastslå kor mange bueinigar det vil verta på dei tomtene som er regulert for fleirmannsbustadar, har vi ikkje prosjektert med fleirmannsbustadar, men fleire enkeltbustadar på desse tomtene. Vi har då fått 45 abonnentar i distribusjonsnettet i Storehaugen byggefelt.

2 Bakgrunn

2.1 Kraftnett

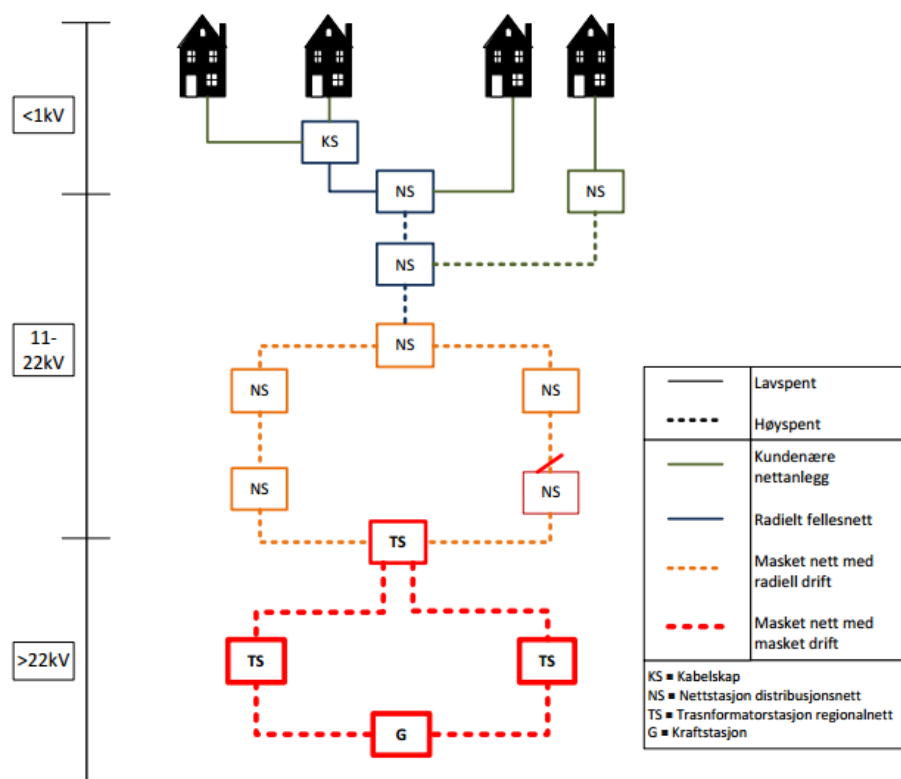
Kraftnettet i Noreg er delt inn i tre nivå: distribusjonsnett, regionalnett og sentralnett. Distribusjonsnettet sørger for distribusjon av straum til sluttbrukarane. Regionalnettet er eit bindeledd mellom sentralnettet og distribusjonsnetta. Sentralnettet er eit landsdekkande nett som overfører elektrisk energi mellom landsdelane og nabolanda våre [1].

I denne oppgåva har vi berre sett på distribusjonsnettet. Distribusjonsnettet består av ein høgspenddel på opp til 22 kV og ein lågspenddel på 230 V eller 400 V.

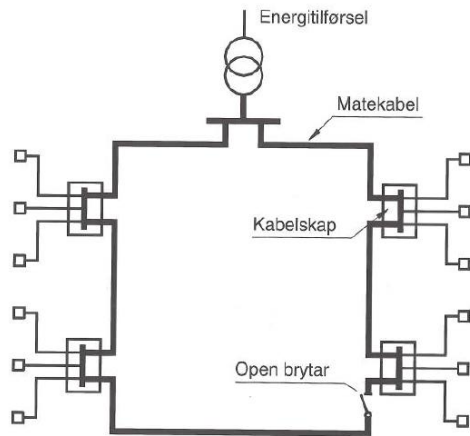
Eit nett kan enten drivast som eit ringnett/maska nett eller eit strålenett/radielt nett. Figur 1, 2 og 3 syner korleis lågspendnett kan drivast enten som ringnett, strålenett eller ringnett med maska drift.

Utan feil vert ringnettet som oftast drive som eit strålenett, men med ein open brytar. Om det vert kabelfeil i ringnettet, vert den skadde kabelen kopla ut og den opne brytaren kopla inn. Dette gjev eit kort straumbrot i tilførselen til abonnentane, og ein høg leveringssikkerheit [1].

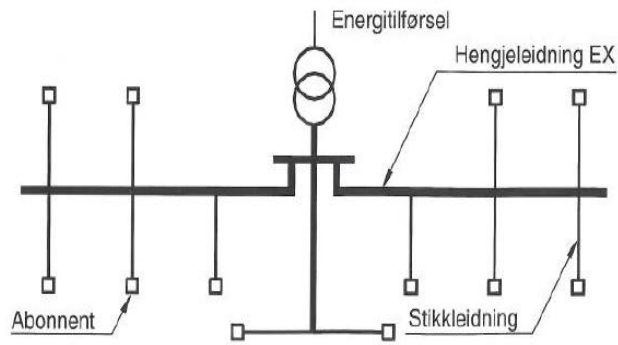
Ein kan også driva eit ringnett med maska drift, det vil seie at det vert drive frå begge sider. Eit ringnett med maska drift har høg leveringssikkerheit sidan ein ved feil ikkje får noko straumbrot i tilførselen til abonnentane. Om eit nett skal koplant frå radiell drift til maska drift er det viktig å passa på at spenningane har like verdjar på dei sidene ein skal kopla saman, slik at det ikkje kjem for høge utjamningsstraumar som utløyser verna.



Figur 1 Oversikt over dei ulike nettnivåa med ulik oppbygging [2]



Figur 2 Lågspent maskenett drive som strålenett [1]



Figur 3 Lågspent strålenett [1]

Eit lågspentnett er bygd opp av nettstasjonar, kabelskap og abonnentar, samt kablane mellom desse. Frå nettstasjonen går det ein kabel ut til kvart kabelskap, og frå kabelskapa går det kablar ut til dei ulike abonnentane.

2.1.1 Fordelingssystem

Eit fordelingssystem beskriv jordsystemet og syner korleis straumen går fram til forbrukar.

Bokstavkodar:

Første bokstav seier noko om korleis fordelingssystemet er kopla til jord:

- T betyr at nøytralpunktet i transformatoren er jorda.
- I betyr at nøytralpunktet til transformatoren er isolert frå jord [1].

Andre bokstav syner korleis utsette leiande deler er kopla til jord:

- T betyr at utsette leiande deler er jorda.
- N betyr at utsette leiande deler er kopla til nøytralpunktet på transformatoren gjennom leidningsnett [1].

Eventuelle etterfølgande bokstavar:

- C betyr at nøytralleiar (N) og beskyttelseleiar (P) vert ført fram som ein kombinert leiar (PEN)
- S betyr at Nøytralleiar (N) og beskyttelseleiar (PE) ver ført fram som separate leiarar [1].

IT-nett

Nøytralpunktet i transformatoren er isolert frå jord, men beskytta med eit overspenningsvern. Ved ei overspenning (lynedslag) vil overspenningsvernet laga ein forbindelse og føra overspenninga til jord. I dette nettet vert det ikkje framført noko null-leiar, og spenninga mellom fasane er 230 V. Det er dette systemet som er mest vanleg i Noreg. Dette nettet krev eit større leidningstverrsnitt enn eit TN-nett, sidan straumane er høgare ved same effektuttak. Fordelen med eit IT-nett er at det er meir driftssikkert enn eit TN-nett, sidan sikringa ikkje løyser ut ved jordfeil, og dette vert difor nytta på mellom anna sjukehus [1].

TT-nett

Likt eit IT-nett, men nøytralpunktet i transformatoren er jorda [1].

TN-nett

Det er dette systemet som vert nytta i heile Europa. Ein har gått over til dette systemet i Noreg også, og på sikt kjem heile Noreg til å få TN-system. I tillegg til dei tre fasane vert det i dette systemet ført fram ein PEN leiar (feller jord- og nøytralleiar). PEN leiaren vert splitta i PE- og N-leiar i fordelingsskapet. Ein kan då henta ut 400 V mellom dei tre fasane, eller 230 V mellom kvar av fasane og N-leiar. Ein annan fordel med ein TN-nett er at straumane er lågare, og det er mindre tap i overføringsnett, noko som fører til at ein kan ha eit lågare leiartverrsnitt. Ein kan også henta ut høgare effekt ved lågare tverrsnitt enn i eit IT-nett. Ved jordfeil vert anlegget kopla ut automatisk, noko som fører til eit meir brannikkert nett, men fører til at nettet ikkje kan nyttast der ein er avhengig av å ha driftssikkert nett som til dømes eit sjukehus [1].

2.1.2 Lovverk og samsvarserklæring

Netteigar er ansvarleg for at nettet har ein tilfredstillande kvalitet i høve til lover og forskrifter [3]. I figur 4 er pyramiden for tolking av lovverket vist. Frå FEF og NEK 440 kurs veit vi at på toppen er lover og forskrifter som begge er bindande. Under er veiledning, norm/standard, spesifikasjonar og bransjestandard som alle er frivillige. Vi har i dette prosjektet nytta REN sine anbefalingar som er ein bransjestandard, desse tilfredstill lovene og forskriftene. REN refererer i sine anbefalingar til FEF 2006 (forskrift om elektriske forsyningsanlegg) og andre relevante lover, forskrifter og normer.



Figur 4 Pyramide for tolking av lovverket

FEF 2006 krev at det skal utarbeidast ei samsvarserklæring med tilhøyrande dokumentasjon etter utført arbeid. Samsvarserklæringa er ei stadfesting på at det utførte arbeidet er gjort i samsvar til forskrifter, normer, selskapsspesifikke og prosjektspesifikke krav. Anlegget skal testast og funksjonsprøvast i den grad det er mogleg for å verifisera at det oppfyller krava i forskrifta. Samsvarserklæringa skal innehalda følgjande for eit nytt anlegg:

- Namn og adresse til eigar av anlegget, den ansvarlege for prosjektering og utføring.
- Identifikasjon av anlegget.
- Oversikt over normer anvendt, andre publikasjonar og tekniske spesifikasjonar som anlegget er basert på.
- Dokumentasjon frå inspeksjon, testar og funksjonsprøving.
- Forsikring om at anlegget oppfyller krava i denne forskrifta.
- Underskrift av dei ansvarlege for prosjektering og utføring, i tillegg til dato for erklæringa [3].

Sidan distribusjonsnettet i Storehaugen byggefelt ikkje er ferdigstilt har vi ikkje utbeida ei samsvarserklæring.

2.2 Energibruk i distribusjonsnettet

Eit distribusjonsnett vert dimensjonert etter ei forventa belastning, både dagens belastning og for framtidens belastning. For å få eit nett som verken er overdimensjonert eller underdimensjonert er det essensielt at forventa belastning stemmer overeins med faktisk belastning i det ferdige distribusjonsnettet [4].

Når ein ser på belastninga i eit distribusjonsnett ser ein på momentan effektbruk [W] og årleg bruk av elektrisk energi [kWh]. Vi ser i dette delkapittelet på kva verdiar vi forventar for desse i distribusjonsnettet, både i dag og i framtida.

2.2.1 Årleg forbruk

Å vita årleg forbruk i distribusjonsnettet er relevant når ein skal rekna kostnaden av tap i nettet. Om ein reknar med eit for høgt årleg forbruk vil tapa i nettet truleg vera lågare enn berekna.

Årleg forbruk i eit bustadhus er gitt i kilowattimar [kWh]. Ifølgje SSB nytta norske einebustadar i gjennomsnitt om lag 20 000 kWh elektrisitet i 2012. Energiforbruk per m² for alle typar hushald var 185 kWh/m² der 149 kWh/m² var elektrisitet [5]. I norske bustadar går 70 % av energiforbruket til oppvarming medan dei resterande 30 % går til elektrisitetsspesifikk energibruk. Energibruk knytt til oppvarming kan dekkast av fleire energiberarar som for eksempel elektrisitet, ved, solvarme, og så vidare. Med elektrisitetsspesifikk energibruk meiner ein elektrisitetsbruk til apparat som berre kan dekkast av elektrisitet slik som lys, vaskemaskin, kjøleskap og så vidare [6].

Bustadane i Storehaugen byggefelt må byggast etter gjeldande forskrifter. EU har vedteke at nye bygg innan utgangen av 2020 skal vera nesten nullenergibygningar, noko som kan påverka energirammene i teknisk forskrift for norske bygg. Om bustadane i Storehaugen byggefelt vert bygd før nye forskrifter vert innført, har dei ein årleg energibruk på 120 kWh/m² (alle energikjelder) ifølgje tabell 1, noko som er lågare enn landsgjennomsnittet [6].

Tabell 1 Energirammer for bustadar [6]

	Årleg energibruk
Snitt eksisterande bygg	Om lag 200 kWh/m ²
Dagens forskrifter (TEK 10)	120 kWh/m ²
Lågenerginivå	95 kWh/m ²
Passivhusnivå	70 kWh/m ²

Elektrisitetsforbruket i Storehaugen kjem truleg til å vera noko lågare enn landsgjennomsnittet grunna lågare oppvarmingsbehov. Forbruket som går til elektrisitetsspesifikke apparat vil nok vera likt landsgjennomsnittet. Vi har nytta landsgjennomsnittet i prosjekteringsarbeidet sidan vi har nytta Velanderkoeffisientar til å rekna ut maksimum samanfallande effektbruk i nettet. Dette kjem vi tilbake til seinare.

Framtidig energibruk

NVE skriv følgjande om framskrivingar av energibruk i sin rapport om energibruk i fastlands-Noreg:

Flere analyser vi har sett, skisserer imidlertid et fortsatt varmt klima fremover og en ytterligere innstramning av teknisk forskrift for bygninger, og begge deler bidrar på sikt til å dempe etterspørselen etter energi hos husholdninger og tjenesteytende næringer [6].

Energibruken dei refererer til inkluderer energi frå andre kjelder enn elektrisitet. Energi til oppvarming vil verta redusert gjennom betre isolering i nye bustadar, noko som truleg vil bidra til ein reduksjon av den delen energi som går til oppvarmingsformål. Samtidig bidreg auka innetemperatur og auka bustadstorleik til å auka energibruken. Bruk av elektrisitetsspesifikt utstyr aukar, men grunna ei teknologisk utvikling vert dei enkelte apparata meir energieffektive. Nokre faktorar dreg opp forventa forbruk, mens andre dreg ned [6].

Elbil

Elbilen kan verta ei framtidig belastning i distribusjonsnettet. I tabell 2 er årleg elektrisitetsforbruk til nokre elbilar utrekna ved ulike køyrelengder.

Tabell 2 Årleg elektrisitetsforbruk for elbil ved køyrelengde 8 000 km, 12 000 km og 16 000 km

	8 000 km	12 000 km	16 000 km
VW e-Golf 1,27 kWh/mil [7]	1 016 kWh	1 524 kWh	2 032 kWh
BMW i3 1,29 kWh/mil [8]	1 032 kWh	1 548 kWh	2 064 kWh
Tesla Model S 2,07 kWh/mil [9]	1 656 kWh	2 484 kWh	3 312 kWh

Mange bebuarar i Storehaugen byggefelt vil truleg arbeida i Førde. Til Førde er det om lag 22 km, tur/retur om lag 44 km. Ved fulltidsarbeid reknar ein 230 arbeidsdagar i året [10]. Årleg køyrelengde til og frå jobb vert då 10 120 km. Difor vil ein elbil auka det årlege elektrisitetsforbruk hjå dei abonnentane som skaffar seg elbil med 1000 – 3000 kWh avhengig av køyrelengde, type bil og tal bilar per hushald.

Lokal fornybar elektrisitetsproduksjon

Lokal fornybar elektrisitetsproduksjon er produksjon av elektrisitet ved bruk av fornybare energikjelder i bustadfelt. Elektrisitetsproduksjonen vert kopla til elektrisitetsnettet gjennom ein plusskundeavtale. Frå 2015 gjev Enova støtte til å installasjon av dette og dekkjer opp til 35 % av dokumentert kostnad for installasjonen [11].

Plusskunde er ei ordning NVE har etablert for kundar som produserer elektrisitet til eige forbruk, men som i enkelttimar har overskotskraft som dei sel til nettet. Det lokale nettselskapet kan kjøpa krafta og betale netto energiledd (ein er friteken for å betala andre tariffledd for innmating av kraft). Ein plusskunde kan normalt ikkje ha ein årsproduksjon som er høgare enn eige årleg forbruk [12].

Solcelleanlegg er eit eksempel på lokal fornybar elektrisitetsproduksjon. Eit anlegg på 1 kW_p kan typisk produsera 900-1000 kWh/år i Sør-Noreg og tek opp 5-10 m² montert på skråtak. 1 kW_p vil sei at anlegget produsera 1 kW ved peak (maksimum) produksjon [13].

Nettet må vera høgt nok dimensjonert til å ta imot overskotskraft frå bustadane om det ver bygd ut lokal fornybar elektrisitetsproduksjon.

2.2.2 Effektbruk i distribusjonsnettet

Nettselskapet må dimensjonera distribusjonsnettet slik det toler påkjenningane i belastnings-toppene. For å beskriva belastninga nyttar vi følgande uttrykk for enkle abonnentar:

Effektbruk er storleiken på forbruket av elektrisitet gitt i Watt [W]. Av praktiske årsakar nyttar ein gjennomsnittleg forbruk av elektrisitet i ein relativt kort tidsperiode.

Maksimum effektbruk er den største belastninga som førekjem i eit tidsrom.

Gjennomsnittleg effektbruk er gjennomsnittleg effektbruk i eit spesifikt tidsrom (dag, veke, år).
 Eksempel: Gjennomsnittleg effektbruk var 4 kW for månaden.

For å beskriva den samla lasta til fleire abonnentar nyttar vi følgande uttrykk:

Samanlagt effektbruk er summen av effektbruk frå ei gruppe laster i ein tidsperiode. Eksempel:
 Samanlagt effektbruk var 130 kW for byggefeltet mellom kl. 10:00 til kl. 10:10.

Maksimum samanfallande effektbruk er den høgaste summen av samanlagt effektbruk for ei gruppe i eit tidsrom. Eksempel: for ei veke var maksimum samanfallande effektbruk 300 kW i ein ti minutt tidsperiode.

Maksimum ikkje-samanfallande effektbruk er summen av individuelle maksimum effektbruk i ei gruppe utan førehald om at dei førekjem på same tid. Eksempel: For ei veka var maksimum ikkje-samanfallande effektbruk 500 kW over ein ti minutt tidsperiode.

Effektbruk hjå individuell abonnent

Effektbruk hjå ein abonnent vil variera gjennom dagen og året. Effektbruken stig når ein skur på lyset, oppvaskmaskina og så vidare. Forbruket er ofte høgast om ettermiddagen når effektkrevjande apparat som komfyr, vaskemaskin og oppvaskmaskin vert nytta. Om abonnenten flyttar forbruket i lasttoppane utover dagen vil nettselskapet kunna dimensjonera nettet lågare [4].

Tabell 3 syner effektbruk og årleg elektrisitetsforbruk for nokre hushaldsapparat, samt ladeeffekt for elbilar ved bruk av vanleg stikkontakt og trefasekontakt. Viss alle apparata i tabell 3 utanom lading av elbil er i bruk samtidig vil effektbruken vera 19 115 W. Lading av elbil aleine kan krevja opp til 22 000 W.

Tabell 3 Elektrisitetsforbruk for nokre hushaldsapparat [14]

Hushaldsapparat	Effektbruk (W):	Forbruk (kWh/år):
Kjøken		
Komfyr	2200	800
Kaffitraktar	1 500	270
Ventilator	75	10
Oppvaskmaskin	2 000	730
Kjøleskap	160	470
Fryseboks	175	640
Brødristar	1000	10
Vaskerom		
Vaskemaskin	2 500	520
Tørketrommel	3 000	470
Stove		
TV	100	110
Stere oanlegg	25	40
Heile bustaden		
Støvsugar	1 000	50
Oppvarming	3 300	14 400
Vassoppvarming	1 000	3 600
Lys	1 080	2 800
Lading av elbil 230 V/16 A 1-fase [15]	<3 600	
Lading av elbil 400 V/32 A 3-fase [15]	<22 000	

Maksimum effektbruk

Erfaringstal frå nokre energiselskap i Noreg syner at maksimum effektbruk per abonnent er 10 kW for kvar einbustad. Maksimum effektbruk i rekkehus og leilegheiter er høvesvis 7 kW og 6 kW for kvar bustad [16].

Effektbruken hjå ein abonnent kan vera høgare enn 10 kW. Sunnfjord Energi lar einbustadar ha tre fasar og ei inntakssikring på 50 A. Dermed kan abonnenten teoretisk sett ha ein effektbruk på:

Formel 1 Effekt ved tre fasar

$$P = UI\sqrt{3} = 400 \cdot 50 \cdot \sqrt{3} = 34,6 \text{ kW}$$

Det er lite sannsynleg at abonnentane vil ha ein så høg effektbruk, men ved bruk av trefase lading av elbil på 22 kW eller anna effektkrevjande utstyr i tillegg til vanleg forbruk kan ein komma nær. Inntakssikringa er dimensjonert på 50 A for å oppnå selektivitet i den elektriske installasjonen i bustaden.

Vi har teke utgangspunkt i at det berre er einbustadar i Storehaugen byggefelt, men det kjem også fleirmannsbustadar i feltet. I fleirmannsbustadar og leilegheiter gjev Sunnfjord Energi ein fase og inntakssikring på 63 A. Då kan kvar abonnent teoretisk sett ha ein effektbruk på:

Formel 2 Effekt ved ein fase

$$P = UI = 230 \cdot 63 = 14,5 \text{ kW}$$

Transformatorlast

Transformatorlasta er summen av effektbruken til abonnentane som er tilkoppa transformatoren i tillegg til tap i lågspentnettet. Kundane vil ha ulike forbruksmønster, men det er likevel truleg at dei fleste abonnentar vil ha ein høgare effektbruk om morgonen og om ettermiddagen, enn elles i døgnet.

Legg ein saman effektbruken for alle abonnentane tilkoppa transformatoren får ein samanlagt effektbruk. Teiknar ein døgprofilen til transformatoren vil ein sjå eit jamnare effektbruk enn i døgprofilen til ein enkelt abonnent [4].

Det er fleire måtar å rekna ut maksimal samanfallande belastning for ei gruppe abonnentar. Vi har sett på samanlagringsfaktor og Velanders formel. Ved å nytta fleire berekningsgrunnlag kan vi samanlikna svara og dimensjonera deretter.

Samanlagringsfaktor

Samanlagringsfaktor kan reknast ut ved formel 3. Dess fleire abonnentar i gruppa dess lågare vil samanlagringsfaktoren vera [4].

Formel 3 Samanlagringsfaktor [4]

$$\text{Samanlagringsfaktor} = \frac{\text{Maksimum samanfallande effektbruk}}{\text{Maksimum ikkje – samanfallande effektbruk}}$$

REN har samla inn erfaringstal frå nokre energiselskap i Noreg som tilseier ein samanlagringsfaktor på 0,6 for 45 abonnentar [16]. Nyttar vi denne faktoren får vi ein maksimum samanfallande effektbruk i nettet på 270 kW for alle abonnentane, tilsvarande 6 kW per abonnent.

Velanders formel

Velanders formel er ein annan metode for å rekna ut maksimum samanfallande effektbruk for ei gruppe laster med utgangspunkt i årleg elektrisitetsbehov til dei aktuelle abonnentane. Velanders formel bygger på koeffisientane K1 og K2 som er berekna utifrå forbruksmønsteret til abonnentane.

Formel 4 Velanders formel [16]

$$P = K1 \cdot E + K2 \cdot \sqrt{E}$$

der

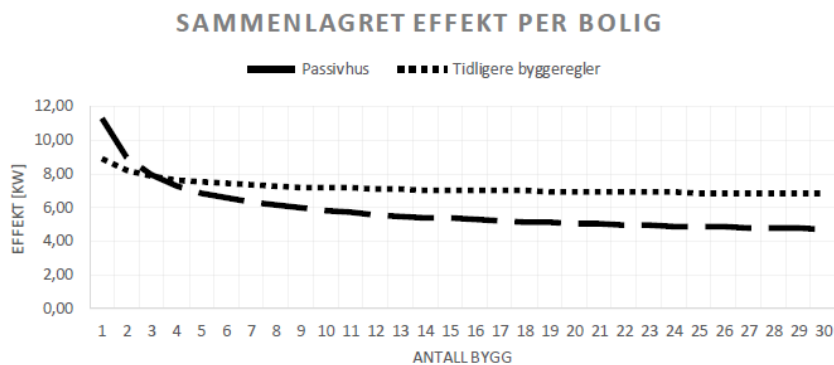
P	Maksimum effektbruk	[kW]
E	Samla energiforbruk	[kWh]
K1	Velanderkoeffisient 1	
K2	Velanderkoeffisient 2	

I Netbas vert maksimum effektbruk rekna ut for kvart knutepunkt med tilknytt årleg forbruk, grunna det andre leddet i formel 4 vil kvar abonnent gje eit stadig lågare bidrag til den samla effektbruken når gruppa abonnentar vert større.

Vi har nytta koeffisientane som REN anbefaler for vestlandet. $K1 = 0,00022$ og $K2 = 0,015$ og ei brukstid for tap som er lik den inverse av K1 [17]. Vi har teke utgangspunkt i eit årleg forbruk på 20 000 kWh då dette er landsgjennomsnittet og Velanderkoeffisientane er rekna ut frå tidlegare forbruk. Ved eit forbruk på 20 000 kWh/år er maksimum effektbruk per abonnent 6,6 kW, og maksimum samanfallande effektbruk for heile byggefeltet 219,8 kW.

SINTEF har også rekna ut Velanderkoeffisientar, desse er basert på blant anna belastningsundersøkingar i perioden 1980-1994. For ein bustadar kom dei fram til $K1 = 0,000253$ og $K2 = 0,007512$ [18]. Ved bruk av desse koeffisientane og eit årleg forbruk på 20 000 kWh er maksimum effektbruk per abonnent 6,1 kW, og maksimum samanfallande effektbruk for heile byggefeltet er 234,8 kW.

Dersom forbruksmønsteret endrar seg frå berekningsgrunnlaget vil ikkje Velanderkoeffisientane vi har nytta gje eit godt anslag for maksimum effektbruk. Ved Høgskolen i Sør-Trøndelag har ei gruppe studentar sett på korleis nye energireglar vil påverka dimensjoneringa av distribusjonsnettet. Dei har rekna ut nye Velanderkoeffisientar der dei har lagt til grunn forbruket til eit passivhus i Rogaland. Resultatet dei kom fram til gjev ein lågare samanlagringsfaktor som betyr at nettet kan dimensjonerast lågare enn tidelegare [19], sjå figur 5.



Figur 5 Samanlagra effektbruk per bustad for tidlegare byggereglar og for passivhus [19]

Det er usikkert om husa på Sande vil vera passivhus, men dei vil ha høgare krav til energieffektivitet enn tidlegare byggereglar har hatt. Korleis effektbruken endrar seg med strengare byggeforskrifter må utgreiast meir før ein kan dimensjonera etter det.

Drøfting av effektbruk i distribusjonsnettet

Velanderkoeffisientane vi har nytta gjev ein maksimum effektbruk hjå kvar abonnent på 6,6 kW. Dette er noko høgare enn ved bruk av SINTEF Velanderkoeffisientar, men lågare enn bransjen si erfaring tilseier. Ein maksimum effektbruk på 6,6 kW er truleg for lågt, spesielt om det vert vanleg med meir effektkrevjande hushaldsapparat.

Samla maksimum samanfallande effektbruk er 219,8 kW for heile byggefeltet ved bruk av våre Velanderkoeffisientar. Bransjen sine erfaringstal tilseier ein maksimum samanfallande effektbruk på 270 kW for byggefeltet. SINTEF sine Velanderkoeffisientar ligg midt imellom desse. Det er mindre sprik i verdiane her enn for maksimum effektbruk, og det er sannsynleg at maksimum effektbruk for heile byggefeltet vil ligga under 300 kW.

I prosjekteringsarbeidet har vi sett på verdiar for nettet ved 10 kW ikkje-samanfallande effektbruk, noko vi ser som verst tenkelege scenario. I tillegg har vi nytta Velanderkoeffisientane til REN og eit årleg elektrisitetsforbruk på 20 000 kWh.

Smarte straummålarar og framtidig maksimal effektbruk

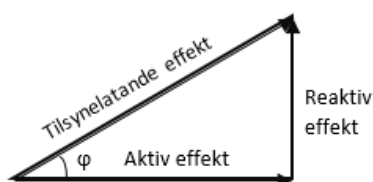
Innan 1. januar 2019 skal alle straummålarar i Noreg bytast ut med smarte straummålarar. Desse målarane inngår i eit avansert måle- og styressystem (AMS) som gjev moglegheit for prising av straum etter gjeldande straumpris. AMS skal gje kunden betre forståing og kontroll over eige straumforbruk slik at kunden kan nytta mindre straum når straumen er dyr. Straumen er generelt sett dyrast når det er kaldt, mellom kl 8 og 10, og mellom kl 16 og 18. Ekstra høg pris oppstår når det er høg etterspørsel, avgrensa produksjon eller avgrensa overføringskapasitet [20]. Reduksjon av forbruket på desse tidspunkta vil kunne dempa maksimum effektbruk, men effektbruken kan også gå opp på tidspunkt når straumen er billig.

Effekt-krevjande apparat som gjennomstraumingsvassvarmar, induksjonskomfyr og elbilar kan verta meir vanlege. Vi kjem tilbake til desse seinare i kapittelet. Desse kan bidra til å auka maksimum effektbruk i hushalda.

Ved lokal fornybar elektrisitetsproduksjon går effektflyten motsett veg av vanleg, altså frå abonnenten og ut i distribusjonsnettet. Så lenge den produserte effekten er lågare enn effektbruken nettet er dimensjonert for vil dette fungera.

2.2.3 Reaktiv effekt og effektfaktor

Tidlegare har vi sett på aktiv effektbruk. Nokre laster dreg ein induktiv reaktiv effekt eller kapasitiv reaktiv effekt. I figur 6 er effekttrekanten vist, den syner samanhengen mellom tilsynelatande effekt [VA], reaktiv effekt [var] og aktiv effekt [W]. Effektfaktoren $\cos\varphi$ seier kor stor del av den tilsynelatande effekten som er aktiv effekt [21].



Figur 6 Effekttrekanten

Resistive laster som til dømes varmeelement dreg ein aktiv effekt. Motorar og andre komponentar som inneheld ein spole er eksempel på induktive laster, ein induktiv last dreg ein induktiv reaktiv effekt. Ein kapasitiv last dreg ein kapasitiv reaktiv effekt. Mange komponentar dreg både ein aktiv og ein reaktiv effekt. I kap 3.2.1 ser vi på ekvivalentskjemaet til ein transformator, denne har ein impedans med ein resistiv og ein induktiv del. Ein kabel har ein impedans med ein resistiv og ein kapasitiv del.

Den reaktive effekten vert også overført gjennom distribusjonsnettet og utgjer ei ekstra belastning [21]. I Noreg er det vanleg å rekna med effektfaktor lik $\cos\phi = 0,97$ [22], dette er ein høg effektfaktor og vil difor gje så små utslag i nettet at vi kan sjå bort frå den.

2.3 Utfordrande elektriske apparat

Nokre elektriske apparat er ei ekstra utfordrande last i distribusjonsnettet. Eit elektrisk apparat er utfordrande om det har hurtige av og påslag, vert slått av og på ofte (frekvens) eller om straumen apparatet trekkjer har forvrenging frå rein sinuskurve. Vi har i dette delkapittelet henta informasjon frå ein rapport frå SINTEF om *Håndtering av utfordrande elektriske apparat som tilknyttetes elektrisitetsnettet* [23].

At eit apparat har hurtige av og påslag vil seie at det går frå å nytta lite effekt til mykje effekt på kort tid, og omvendt. Dette saman med kor ofte apparatet vert slått av og på kan gje utfordringar med å halda spenningens effektivverdi innanfor akseptable kvalitetsgrenser. Blinkande eller flimrande lys er eit teikn på slike forstyrningar.

Elektriske apparat som trekkjer ein straum med stor forvrenging frå rein sinus bidreg til å deformera forsyningsspenninga sin kurveform. Dette kan forårsaka større tap og varmegang i elektriske apparat samt i komponentar i både abonnenten sin installasjon og nettselskapet sitt nett. Ved store forvrengingar vil det medføre funksjonsfeil på elektriske apparat og elektronisk utstyr som for eksempel telefonforbindingar, havari på utstyr/apparat og fare for brantilløp.

Kor godt eit nett taklar utfordrande elektriske apparat er avhengig av kor sterkt nettet er. Vi kjem tilbake til kva eit sterkt nett er i delkapittel 6.2.2 Kortslutningsyting.

2.3.1 Eksempel på utfordrande elektriske apparat

Gjennomstraumingsvassvarmar

Ein gjennomstraumingsvassvarmar er ein liten varmtvasstank med eit kraftig varmeelement som slår raskt inn og ut for å sørge for jamn temperatur til tappevatn. Dei finst med effektbruk frå 5 kW til 30 kW og det er dokumentert målingar om at desse kan slå det kraftige varmeelementet av og på så ofte som om lag kvart sekund. For å ikkje få store forstyrningar i spenninga må ein ha eit sterkt nett.

Direkttestarta asynkronmotorar

Ein direkttestarta asynkronmotor finn ein i nokre varmepumper og i høgtrykkspylarar. Dei fleste luft til luft varmepumper har inverterstyring slik at motoren kan startast, køyrast og stoppast jamt og mjukt i motsetning til å direkttestarta motoren. Når ein startar ein direkttestarta asynkronmotor fell spenninga i nettet betydeleg.

Elbilar

Vi nemnde tidlegare i kapittelet at ein elbil trekker ein effekt opp mot 3,6 kW (ein fase) eller 22 kW (tre fasar) ved lading. Om ladinga kjem på toppen av eksisterande belastningstoppar vil det kunne skapa utfordringar i nettet. I tillegg til den auka effektbruken kan ladaren i elbilen vera utfordrande. Straumen som ladaren trekker kan periodisk slåast heilt av og på under ladesyklusen, noko som skapar forstyrningar i spenninga i eit svakt nett.

Induksjonskomfyr

Induksjonskomfyrane har noko høgare effektbruk enn tradisjonelle komfyrar, noko som gjev ei litt tøffare belastning med tanke på spenningskvaliteten. Men induksjonskomfyren gjev også overharmoniske forstyrningar av 3, 5, 7, 11, 13 og så vidare orden [23]. Overharmoniske spenningar er sinusforma spenningar med ein frekvens lik nettfrekvensen multiplisert med eit heiltal. Høge kortslutingsstraumar er eit godt tiltak for å avgrensa overharmoniske spenningar [24].

3 Komponentar

I dette kapitlet beskriv vi komponentane som vert nytta i distribusjonsnettet vi har prosjektert. Vi tek igjen plassering og dimensjonering av dei i kapittel 6 som omhandlar prosjekteringsarbeidet.

3.1 Nettstasjon

Ein nettstasjon er bygningen transformatoren står i. Ein Nettstasjonen kan vera utforma som ein kiosk og kledd med trykkimpregnert trekledning. Fundamentet er av aluminium eller betong, og det vert nytta galvaniserte stålplater med høg korrosjonsfastheit. Dei er oftast prefabrikererte. I nettstasjonen finn ein SF6 isolerte anlegg (høgspenningstavle), lågspenningstavle, transformator og føringar til kablane. Alt dette er koplå til ei ringjord, for å sikra mot berøringspenning [25].

Vi har valt ein Simens Sinett 630 I, ein nettstasjon for innvendig betjening som vist i figur 7 [26]. Vi har plassert nettstasjonen midt i byggefeltet, dette for å få lågast mogleg spenningsfall, samt kortaste mogleg kabellengd. Frå nettstasjonen skal det seinare trekkast ein høgspenkabel, slik at nettet kan drivast som ringnett seinare.



Figur 7 Simens Sinett I nettstasjon [27]

3.2 Transformator

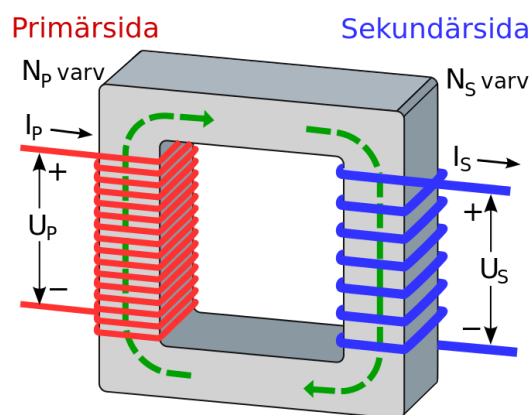
I figur 8 ser du eit døme på ein transformator. Ein transformator omformar spenning frå eit spenningsnivå til eit eller fleire andre spenningsnivå ved hjelp av elektromagnetisk induksjon. Transformatoren sin primærspole vert kopla til ei vekselspanning som dannar eit magnetfelt i jernkjernen som påverkar sekundærspolen, det vert då indusert ei spenning i sekundærspolen. Storleiken på spenninga er avhengig av forholdet mellom vindingar på spolane. Om transformatoren har halvparten så mange vindingar på sekundærspolen som på primærspolen vil spenninga verta halvert. Om transformatoren har dobbelt så mange vindingar på sekundærspolen som på primærspolen vil spenninga verta fordobla [1], sjå figur 9.



Figur 8 Døme på transformator frå Møre Trafo [28]

3.2.1 Materiell og oppbygging

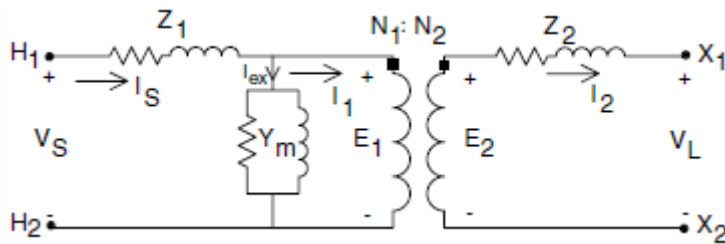
Ein transformator består av ei jernkjerne med høg permeabilitet, viklingar av leiande material samt ei form for kjøling. Føremålet med kjøling er å få ei høg levetid for transformatoren [1].



Figur 9 Oppbygging av ein transformator med jernkjerne, primær- og sekundærside, viklingar og magnetfelt. [29]

Transformatorens ekvivalentskjema

Ekvivalentskjemaet til ein einfasa transformator er vist i figur 10. Ekvivalentskjemaet gjer det enklare å rekna ut verdiar for transformatoren.



Figur 10 Ekvivalentskjema til einfasa transformator [4]

I transformatoren er det tap som er avhengige av belastninga og tomgangstap som ikkje er avhengige av belastninga. Ved tomgang er transformatoren tilkoppa nettet på primærsida (V_S) og sekundærsida (V_L) er open. Det vil flyta ein liten straum som lagar fluksen på primærsida. På grunn av denne straumen får vi eit tomgangstap. Når transformatoren er i drift vil det også vera tap i Z_2 og eit større tap i Z_1 enn ved tomgang. På grunn av tapet i Z_1 og Z_2 vil spenninga på sekundærsida variera ved forskjellig belastning. Verknadsgraden til ein transformator er gitt i formel 5 [30].

Formel 5 Verknadsgrad for transformator [30]

$$\eta = \frac{n \cdot S_N \cdot \cos\varphi_2}{n \cdot S_N \cdot \cos\varphi_2 + P_0 + n^2 \cdot p_k}$$

der

S_N transformatoren sin merkeeffekt [VA]

P_0 tomgangstap [W]

P_k belastningstap ved merkestraum [W]

$\cos\varphi_2$ effektfaktor for lasta

n belastningsfaktor

Transformatoren vi har valt har eit tomgangstap på 730 W og eit belastningstap ved merkestraum på 5200 W [31]. Denne har høgast verknadsgrad ved ein belastningsfaktor på 0,37.

3.2.2 Val av transformator

Faktorar som tel ved dimensjonering av transformator er

- omgivnadstemperatur
- type belastning
- syklus på belastning, til dømes
 - varierende nivå på belastning
 - kontinuerleg jamn belastning

Om det er aktuelt må ein ta omsyn til andre faktorar som forventa årlege belastningsaukingar.

Ein kan normalt dela belastning inn i vanleg last og industrilast. Hushalda er kategorisert som vanleg last, der belastninga aukar og søkk i takt med temperatursvingingane. Belastninga er størst ved lågast temperatur (vinter) og lågast belastning ved høgaste temperatur (sommar). Industrilast er ofte

prosessbetinga og har på grunn av det relativt liten samanheng med omgivnadstemperaturen, noko som vil sei at ein kan få ei maksimal belastning om sommaren.

Tabell 4 Tabell over utetemperatur og lastfaktor til transformator

Utetemperatur	Lastfaktor		
Transformatorklasse	10	20	30
-30 °C			1,2
-20 °C		1,2	1,1
-10 °C	1,2	1,1	1
0 °C	1,1	1	0,9
10 °C	1	0,9	0,8
20 °C	0,9	0,77	0,6
30 °C	0,8	0,64	
35 °C	0,75	0,55	

Tabell 4 syner lastfaktorar ved forskjellige utetemperaturar. Lastfaktoren er ein faktor for kor mykje av nominell transformatorbelastning ein kan nytta. Nettstasjonar kan plasserast i klasse 10, 20 og 30 som syner om temperaturen rundt fordelingstransformatoren er 10, 20 eller 30 °C høgare enn utetemperaturen. Ein ser at når utetemperaturen er låg går lastfaktoren over 1, dermed kan ein belasta transformatoren over merkeyting [32].

Vi har valt å nytta ein 630 kVA transformator frå Møre Trafo. Møre Trafo nyttar ein naftenskt mineralolje, Nynas Nytro 10XN. Denne oljen har svært gode kjøle- og isolasjonsegenskapar og oppfyller krava til IEC 60296. IEC 60296 er ein internasjonal standard for væsker i elektrotekniske applikasjonar, oljer i transformatorar og gir [33].

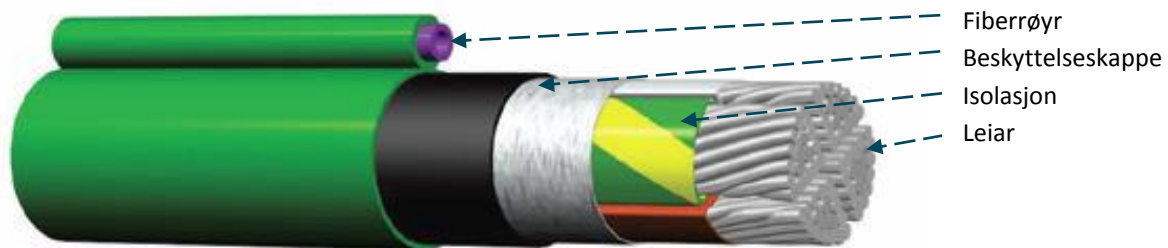
3.3 Kablar

Ein kabel består av ein eller fleire leiingar med isolasjon og beskyttelseskappe. Kabelen vert nytta til å overføra elektrisk energi [34]. Vi delar opp i lågspent- og høgspentkablar, der lågspentkablane kan nyttast for spenningar opp til 1 kV og høgspentkablane for spenningar opp til 24 kV. I Storehaugen byggefelt ver det lagt meir lågspentkabel til å forsyna abonnentane enn høgspentkabel sidan høgspentnettet er like ved.

3.3.1 Lågspenkablar

Etter bruksområde deler vi opp i matekabel og stikkabel. Matekabelen forsyner kabelskapa med elektrisk energi frå nettstasjon eller overliggende kabelskap. Stikkabelen forsyner abonnentane med elektrisk energi frå kabelskapet.

Vi nyttar kabeltypen TFXP-O 1 kV 8-tall frå leverandøren Nexans til matekabel og stikkabel. Kabelen ser du i figur 11. Denne kabelen er godkjend for bruk i jord utan ekstra beskyttelse og har eit fiberrøyr til blåsing av fiber. Maksimum temperatur i leiaren er 90 °C ved normal drift og 250 °C ved kortslutning [35].



Figur 11 TFXP-O 1 kV med fiberrøyr (8-tall) [35]

Leiar

Det vert stilt krav til leiarmaterialet om låg resistivitet, høg strekkfastheit, gode korrosjonsegenskapar, gode skøyteeigenskapar og låg pris. Kva krav som er viktigast er avhengig av bruksområde. Til kablar og lågspente luftleidingar der dei mekaniske påkjenningane er låge nyttar ein rein aluminium. Leiarane til lågspenkablar er sektorforma [34]. Kabelen har fire fleirtråda, gløda aluminiumsleiarar som vist i figur 11 [35].

Isolasjon

Isolasjonen skal isolera leiarar frå kvarandre og frå jord. Isolasjonsmaterialet skal ha høg resistivitet, god varmeledningsevne, små dieletriske tap, gode korrosjonsegenskapar, liten elding, låg pris og høg gjennomslagsfasthet, og vera lett å bearbeida og tola høge temperaturar [34]. Isolasjonen i kabelen vi nyttar er av materialet PEX, kryssbunden polyetylen [35].

Beskyttelseskappe

Beskyttelseskappa beskytter isolasjonen og leiarane mot ytre påkjenningar som fuktigheit, kjemiske og mekaniske påkjenningar. For kablar som er utsett for minimale mekaniske påkjenningar kan beskyttelsen vera ei enkel PVC kappe. For jordkablar er det vanleg med ytterligere mekanisk beskyttelse i form av bandjern og asfalt [34]. Kabelen vi nyttar har dobbel beskyttelseskappe av PVC. For å forenkla avmantling er det ein strippetråd under indre kappe [35].

Dimensjonering

I Sunnfjord Energi nyttar dei tverrsnitta 240 mm² til matekabel og 50 mm² til stikkabel, desse kan belastast med 435 A og 180 A. Kablane kjem også i tverrsnitta 25 mm², 95 mm² og 150 mm² [35]. Dei har valt å nytta to tverrsnitt av praktiske årsakar som mindre lagerhald og enklare montering (mindre tvil). Ved å velja 240 mm² for matekabel er ein sikra at kortslutningsstraumane ikkje vert for låge eller at spenningsfallet blir for høgt. Sidan kortslutningsstraumane er avhengige av tverrsnittet kan stikkablane trekkjast lenger ved bruk av 50 mm² enn ved eit lågare tverrsnitt.

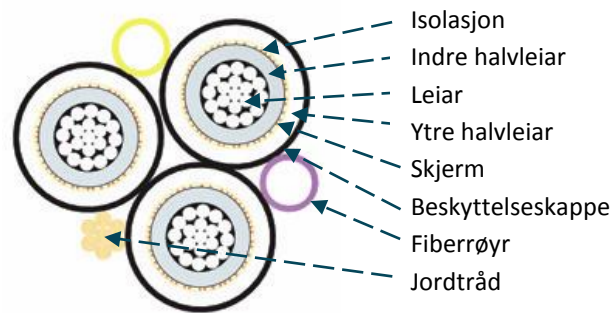
3.3.2 Høgspenkabel

Nettstasjonen i Storehaugen byggefelt vert kopla til 22 kV nettet med ein høgspenkabel til nettstasjonen i Steia byggefelt.

Vi nyttar kabeltypen TSLF-OJ 24 kV som vist i figur 12 og 13. Dette er standard høgspenkabel hjå Sunnfjord Energi. Kabelen kan leggest direkte i jord, i røyr eller kanal i jord og innandørs. Den har som lågspenkabelen fiberrøyr til blåsing av fiber, og maksimum temperatur i leiaren er 90 °C ved normal drift og 250 °C ved kortslutning [35].



Figur 12 TSLF-OJ [35]



Figur 13 TSLF-OJ [35]

Leiar

Som for lågspenkablar er det krav til leiarmaterialet om låg resistivitet, høg strekkfasthet, gode korrosjonsegenskapar, gode skøyteeigenskapar og låg pris. For lågspenkablar er leiarane sektorforma, men ved høgare spenningar må leiaren vera rund for å få betre feltfordeling i isolasjonen [34]. Leiaren i kabelen er av fleittråda, komprimert aluminium fylt med svellpulver [35].

Indre halvleiar

Indre halvleiar av ekstrudert, tverrbunde halvleiarlag [35].

Isolasjon

Som får lågspenkabel skal isolasjonen skal isolera leiarar frå kvarandre og frå jord [34]. Isolasjon av ekstrudert, tørrvulkanisert polyetylen (PEX) [35].

Ytre halvleiar

Ytre halvleiar er ekstrudert, halvleiarlag [35].

Skjerm

Det elektriske feltet til ladningane i leiaren er avgrensa ved skjermen [4]. Skjermen er av eit lag med runde, glødde kobbartrådar [35].

Svelleband

Eit lag svellande band for å hindre langsinntrengande vatn. Svellebandet er påført med fuge for å sikra elektrisk kontakt mellom skjermen og aluminiumslaminatet som ligg over svellebandet. Dette betyr at det ikkje er naudsynt med separat jording av aluminiumslaminatet i skøytar og endeavslutningar [35].

Diffusjonssperre

Diffusjonssperre er av eit lag aluminiumslaminat med overlapp limt fast til ytre kappe [35].

Beskyttelseskappe

Beskyttelseskappa beskytter isolasjonen og leiarane mot ytre påkjenningar [34]. Beskyttelseskappa er av polyetylen, og består av to sjikt. Indre sjikt er UV-bestendig og kvit for å lage eit optisk skilje mellom denne og ytre halvledande sjikt som er svart [35].

Dimensjonar

TSLF-OJ treleiar kjem i 12 kV og 24 kV, sidan vi skal kopla oss til 22 kV-nett ser vi kun på 24 kV. TSLF-OJ 24 kV kjem i dimensjonane 50 mm², 95 mm², 150 mm² og 240 mm².

Alternativ høgspenkabel

Som alternativ til TSLF kan vi nytta TSLE, men denne er ikkje like tett då denne ikkje har diffusjonssperre av aluminiumslaminat for å hindra radiell vassintrenging. Elles er kablane like.

3.3.3 Korreksjonsfaktorar

For å hindra at kabelen vert for varm under normal belastning er straumleiingsevna oppgitt ved fastsette vilkår som sikrar ein tilsikta varmeavgivnad [1]. Dersom kablane ligg slik at vilkåra ikkje kan haldast må opphavleg belastningsevne multipliserast med alle korreksjonsfaktorar for å få riktig belastningsevne. I vurderinga av korreksjon må ein ta omsyn til

- kabelen sin forleggingsdjupne i jord
- jordtemperaturen
- jorda si termiske resistivitet
- forlegging av kablar ved sida av kvarandre
- forlegging av kablar i røyr eller kanal [35]

Vi kjem tilbake til utrekning av korreksjonsfaktorar i delkapittel 6.2.3.

3.4 Kabelskap

Kabelskap vert nytta til å kopla saman stikkablar som går til abonnentar og matekabelen frå nettstasjonen. Dei inneheld også sikringar som sikrar stikkabelen mot kortslutning. Matekabelen vert kopla til samleskinnesystemet i skapet ved bruk av ei kabeltilkopling. På samleskinnesystemet vert det kopla til ein sikringsholdar for kvar abonnent med tilhøyrande sikring og tilkopling av stikkabel. Om ein fører ein matekabel ut av skapet vert den tilkopla med ei skiljekontakt. Vi kjem tilbake til desse komponentane på dei neste sidene.

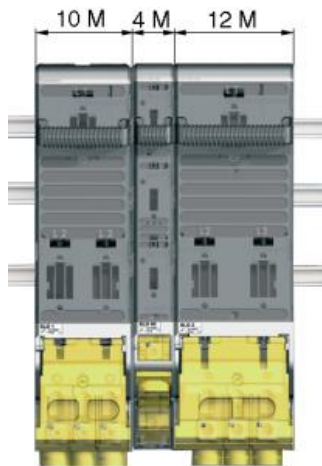
Vi nyttar skapet Kabeldon CDC som er vist i figur 14 og levert av ABB. Skapet er bygd av varmegalvanisert stål og levert med eit skinnesystem som gjer det enkelt å montera nytt utstyr. Skinnesystemet toler ein maksimum belastningsstraum på 400 A og ein maksimum kortslutingsstraum på 50 kA. Den delen av skapet som er nedgravd er ytterligare forsterka med eit polymerlag festa til stålet ved sink/mangan fosfatering, dette innfrir kravet om ei levetid på 25 år. Skapet toler klimapåkjenningar som vind og temperaturar på -50°C til bruk i eit arktisk klima, dermed vil desse skapa tola det norske klimaet godt.



Figur 14 Kabeldon CDC med skinnesystem [36]

Kabelskapa vert plassert lett tilgjengeleg i byggefelta og det er difor viktig at skapet er bygd slik at det ikkje utgjer nokon helsetrussel, spesielt ikkje for barn. Utvending har skapet kapslingsgrad IP34D, medan skinnesystemet internt i skapet har IP2X [36]. Dette innfrir kravet til kapslingsgrad [37]. IP34D vil sei at skapet er beskytta mot inntrenging av gjenstandar større eller lik 2,5 mm, vasssprut frå alle kantar, og at ein sylindrisk testtråd med diameter 1,0 mm og lengde 100 mm skal ha tilstrekkeleg klaring til farleg del. Internt er spenningsførande delar (skinnesystem) beskytta med IP2X som beskyttar mot inntrenging av gjenstandar større eller lik 12,0 mm (finger) [38].

Skapa er modulbasert der ein modul M er 12,5 mm brei og alt utstyr som kan koplast til skinnesystemet er oppgitt i modular. Modulane gjer det lett å berekna nødvendig storleiken på skapet når ein veit kva utstyr som skal stå i det. I figur 15 er det vist døme på utstyr og kor stor mange modulplassar dei tek opp i skapet. Skapa kjem med plass til 20, 40 eller 60 modular.



Figur 15 Sikringsholderar monterert på skinner [36]



Figur 16 Opning til provisorisk kabel [36]

På begge sidene av skapet er det opningar som kan nyttast til å trekka kabel igjennom som ei provisorisk løysing til for eksempel byggestraum. Opningane er beskytta av ei rund metallskive som vist i figur 16 der den største opninga på skiva har ein diameter på 60 mm. Det er mogleg å montera brøytetikker på sidene av skapet slik skapet ikkje vert brøytta ned.

3.4.1 Komponentar inne i kabelskapa

Som tidelegare nemnd inneheld eit kabelskap komponentane kabeltilkopling, sikringsholder, sikring og skiljekontakt. Alle komponentane i skapet er berørings sikre med kapslingsgrad IP2X.

Vi nyttar kabeltilkoplinga AD 300 levert av ABB til tilkopling av matekabel til fordelingskinnene i kabelskapet. Kabeltilkoplinga er vist i figur 17. Den har maks straumleiingsevne på 630 A og tek opp 3 modulplassar i kabelskapet [36].

Sikringsholdaren vi nyttar er vist i figur 18 og er av typen SLD 00 som er levert av ABB. Den er tilkoppa fordelingskinna i kabelskapet, har plass til sikringar opp til 160 A og har tilkopling for stikkabel til abonnent under sikringslista. Sikringsholdaren tek opp 4 modulplassar i kabelskapet [36].

I sikringsholdaren passar sikringar av typen NH 00 som vist i figur 19. Vi kjem tilbake til sikringane i delkapittel 6.6.2.



Figur 17 AD 300 [36]



Figur 18 SLD 00 [36]

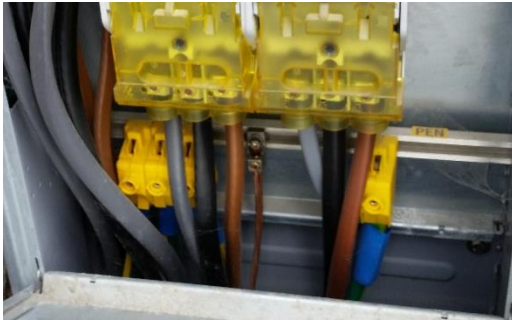


Figur 19 NH 00 [39]



Figur 20 FD 3300 [36]

Vi nyttar skiljekontakt FD 3300 levert av ABB som vist i figur 20. Skiljebrytaren har einpola utkopling av kabelen frå fordelingskinna og tek opp 7 modulplassar i kabelskapet [36]. Skiljekontakta gjev mogligheit for utkopling av kabel til underliggande kabelskap slik ein kan avgrensa tal abonnentar som vert kople frå nettet ved arbeid i kabelskap eller liknande.



Figur 21 PEN-skinne i kabelskapet

Figur 21 syner PEN-skinne i eit kabelskap. Til PEN-skinna er alle PEN-leiarane i kablane tilkople (blå krympestrømpe), og jordleiar tilkople. PEN-skinna er ikkje isolert.

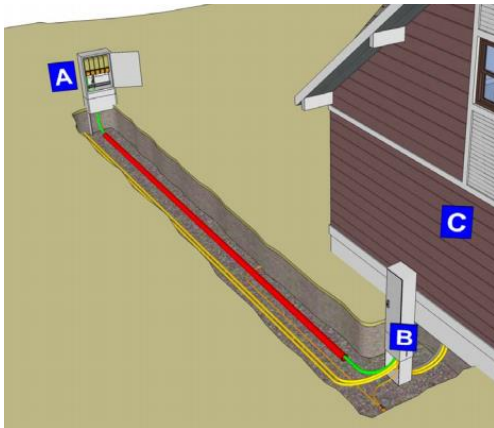
3.5 Tilknytningsskap

Tilknytningsskap er grensesnittet mellom bustadinstallasjonen og distribusjonsnettet, der stikkabelen til abonnenten vert terminert og elmålar plassert.

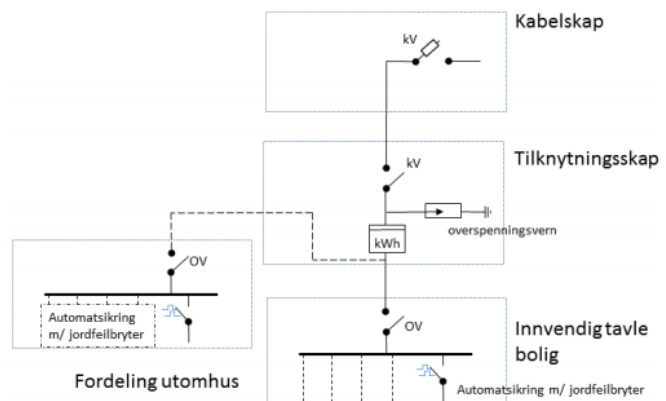
Tilknytningsskapet skal plasserast utanfor bustaden i samråd med netteigar. Det skal fortrinnsvis vera på eller innfelt i yttervegg på bygning, eventuelt kan skapet plasserast frittstående på ein annan stad avtalt med huseigar. Tilknytningsskapet skal plasserast slik det er lett tilgjengeleg til ei kvar tid. Det skal vera tilgjengeleg uavhengig av årstid og ikkje krevja bruk av stige eller andre hjelpemiddel. Partane skal kunne lesa av målar, betena utstyr og kunne kontrollera og skifta ut komponentar på ein enkel måte [40].

Tilknytningsskapet skal vera tilgjengeleg for bustadeigar, bygningseigar og netteigar. Det skal utstyrt med lås som kan opnast og lukkast ved bruk av trekantnøkkel eller tilsvarande. Trekantnøkkelen skal ikkje vera av same type som nyttast for kabelskap [40]. REN oppgjer nøkkelsystem Evva som har 100 000 variantar under ein masternøkkel som ein landsdekkjande avtale med «sikkerhet og design» [41].

3.5.1 Eksempel på tilknytningar



Figur 22 Forsyning til einebustad [41]



Figur 23 Einlinjeskjema for tilknytning av einebustad [41]

Standard tilknytning av einebustadar til distribusjonsnettet er vist i figur 22. I figuren er A kabelskap til netteigar, B er tilknytningsskap eigd av abonnent og C er tavle innvendig i bustaden [41].

Figur 23 syner einlinjeskjemaet til tilknytninga i figur 22. Det er plassert eit kortslutningsvern i kabelskapet. I tilknytningsskapet er det

- eit kortslutningsvern som beskyttar inntakskabel og målar
- eit overspenningsvern for kraft- og elektrisk kommunikasjonsutstyr
- ei jordingskinne som er tilkoppa bustadens ringjord
- ein overgang frå PEN til PE og N

Frå tilknytningsskapet vert det trekt ein inntakskabel som forsyner fordelingstavla plassert innvendig i bustaden. Det kan monterast ei separat avgreining til ei fordeling utanom huset som går til for eksempel ei garasje [41].



Figur 24 Tilknytning av rekkehus [41]



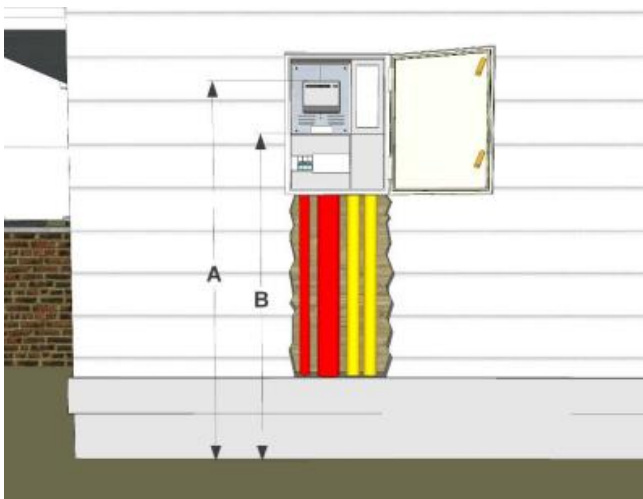
Figur 25 Tilknytning av einebustad med utleige. [41]

Ved tilknytning av rekkehus som er vertikalt delt kan tilknytingskåpa plasserast i vegg og med stikkabel lagt frå kabelskap som vist i figur 24. Einebustad med utleigeleilegheit kan forsynast som rekkehuset i figur 24 med ein stikkabel per tilknytingskåp, eller som vist i figur 25 med felles stikkabel [41].

3.6 Målar

Ein målar summerer den energien som er levert til installasjonen. For å måla heile energiforbruket er det viktig å plassera målaren så nær leveringspunktet til nettselskapet som mogeleg, og ideelt sett skal målinga skje i leveringspunktet. Målaren er plassert i tilknytingskåpet og skal vera beskytta av eit kortslutningsvern [42].

Nettselskapet skal til ei kvar tid ha uhindra tilgang for avlesing av målarstand og tekniske data. Det skal også vera lett tilgang til målar for tilkopling, utskifting, kontroll og plombering. Den skal monterast på eit vertikalt, fast, vibrasjonsfritt og ikkje brennbart underlag. I tilknytingskåpet skal målar eller overkant av målaromkoplar ikkje vera høgare enn 1,8 meter over bakkenivå, og underkant ikkje vera lågare enn 0,7 meter som vist i figur 26 [42].



Figur 26 Krav til avstandar for plassering av målar. $A \leq 1,8\text{m}$, $B \geq 0,7\text{ m}$ [42]

3.7 Fiber

I vår oppgåve legg vi til rette for trekking av fiber seinare. Dette gjer vi ved å velja kablar med fiberrør, nettstasjon med fiberrom og fiberskap. Fiberskapa er av same type som kabelskapa, men dei manglar skinnene og skal plasserast ved sidan av kabelskapa.

4 HMS

4.1 HMS-omgrepet

HMS omfattar Helse, miljø og sikkerheit i alle arbeidssamanhengar.

Helse

Med helse tenkjer ein på fråvæer av sjukdom, i tillegg til fysisk, psykisk og sosialt velvære. Ein tenkjer også på den resterande befolkninga i forhold til at bedrifta ikkje skal ureina det ytre miljøet. WHO definerer helse som at eit menneske ikkje berre er fri for sjukdom, men at det nyt fullstendig fysisk, psykisk og sosialt samvære [43].

Miljø

Miljø omfattar både det ytre miljøet og arbeidsmiljø. Ytre miljø er å ta ansvar for å førebyggja mot forureining (utslepp) til luft, vatn og jord frå bedrifta. Arbeidsmiljøet er alle dei faktorane som påverkar arbeidstakaren fysisk, psykisk og sosialt enten positivt eller negativt [43].

Sikkerheit

Med sikkerheit tenkjer ein på sikkerheit for menneske og materiell [43].

4.2 Internkontrollforskrifta

HMS-omgrepet er forankra i Internkontrollføreskrifta. Føremålet med internkontrollføreskrifta er å:

§ 1. Formål

Gjennom krav om systematisk gjennomføring av tiltak, skal denne forskrift fremme et forbedringsarbeid i virksomhetene innen:

- arbeidsmiljø og sikkerhet
- forebygging av helseskade eller miljøforstyrrelser fra produkter eller forbrukertjenester
- Vern av det ytre miljø mot forurensning og en bedre behandling av avfall slik at målene i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivingen oppnås [44].

Verksemder er i følgje internkontrollføreskrifta pålagde å utøva internkontroll som vil seia å utføra systematiske tiltak som skal sikra at aktivitetar vert planlagde, organiserte, utførte og haldne vedlike i samsvar med lovpålagte HMS-krav [44][45].

Eit HMS-system inneheld alle forhold som gjeld helse, miljø og sikkerheit for verksemda. HMS-systemet er spesifikt for verksemda sine oppgåver og tenester, og høyrer til den enkelte verksemda. Når verksemda skal utvikla sitt HMS-system må ho ta omsyn til dei lovene og føreskriftene som gjeld for verksemda. Det skal gjennomførast systematiske aktivitetar for å sikra at fokuset på HMS er forsvarleg [45].

Målet med ein god internkontroll er å unngå feil som skjer som følgje av systemsvikt, å sørgja for at verksemda opptre på ein forsvarleg måte og å bidra til ein kontinuerleg kvalitetsforbetring. Internkontrollen vil at verksemda sine oppgåver og aktivitetar innanfor risikoområda vert planlagde, organiserte, utførte og haldne vedlike i samsvar med krava i lova. Ei bygge- eller anleggsverksemd har sine eigne HMS-rutinar for å sikra arbeidarane si sikkerheit. I følgje byggherreføreskrifta § 18 skal den verksemda som arbeider på ein bygge- eller anleggsplass ta omsyn til dei relevante deler av ein SHA (sikkerheit, helse og arbeidsmiljø) plan og ta dei inn i sitt HMS-system. Kvar verksemd vil difor ha ein eigen del av internkontrollen spesielt tilpassa verksemda sine sikkerheitsutfordringar. Her er HMS og SHA kopla saman [45].

I internkontrollforskrifta § 5 er det sett opp åtte punkt som bedrifta skal gjennomføra/sørgja for. Desse punkta finn du i tabell 5.

Tabell 5 Tabell som syner kva verksemde skal sørgja for med tanke på internkontroll [44]

Internkontroll innebærer at virksomheten skal:	Dokumentasjon
1. <i>Sørge for at de lover og forskrifter i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som gjelder for virksomheten er tilgjengelig, og ha oversikt over de krav som er av særlig viktighet for virksomheten.</i>	-
2. <i>Sørge for at arbeidstakeren har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet, herunder informasjon om endringer.</i>	-
3. <i>Sørge for at arbeidstakerne medvirker slik at samlet kunnskap og erfaring utnyttes.</i>	-
4. <i>Fastsette mål for helse, miljø og sikkerhet.</i>	<i>Må dokumenters skriftlig</i>
5. <i>Ha oversikt over virksomhetens organisasjon, herunder hvordan ansvar, oppgaver og myndighet for arbeidet med helse, miljø og sikkerhet er fordelt.</i>	<i>Må dokumenters skriftlig</i>
6. <i>Kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene.</i>	<i>Må dokumenters skriftlig</i>
7. <i>Iverksette rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelser av krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhets-lovgivningen.</i>	<i>Må dokumenters skriftlig</i>
8. <i>Foreta systematisk overvåkning og gjennomgang av internkontrollen for å sikre at den fungerer som forutsatt.</i>	<i>Må dokumenters skriftlig</i>

4.3 SHA-omgrepet

Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) vart først introdusert i byggherreføreskrifta i 1995. Føremålet med byggherreføreskrifta er:

§ 1. Formål

Forskriftens formål er å verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider [46].

SHA-omgrepet gjeld berre for arbeidstakarar på bygge- og anleggsplassar. Det skal føreliggja ein skrifteleg plan for sikkerheit, helse og arbeidsmiljø før oppstart av byggje eller anleggsarbeid som beskriv korleis risikoforholda i prosjektet skal handterast. Planen skal tilpassast det aktuelle prosjektet, sidan kvar arbeidsplass har sine særskilde utfordringar når det kjem til sikkerheit [45].

Ein SHA-plan skal innehalda

- eit organisasjonskart som angjev rollefordelinga og entrepriserform
- ein framdriftsplan for anlegget som syner når og kvar dei ulike arbeidsoperasjonane skal finna stad
- beskriving av dei spesifikke tiltaka knytt til arbeid som kan innebera fare for liv og helse
- rutinar for avviksbehandling [46]

4.4 HMS i Sunnfjord Energi

Sunnfjord Energi har som mål å sikra eit arbeidsmiljø som gjev grunnlag for ein helsefremjande og meningsfylt arbeidssituasjon for alle tilsette. Alle gjeldane lover og retningslinjer skal overhaldast, og arbeidsmiljøet skal gi sikkerheit mot fysiske og psykiske skadeverknadar. Dei har desse målsetjingane:

- Null skader og arbeidsrelaterte sjukdommar.
- Sjukefråvær på under 3%.
- 240 avviksmeldingar per år (gjennomsnitt 2 per tilsett).

For å jobba mot desse måla følgjer Sunnfjord Energi punkta i lista frå internkontrollforskrifta § 5 for å stetta krava i forskrifta. Her har vi lista opp nokre dømer på korleis bedrifta gjer dette.

Punkt 1: For å ha oversikt over dei forskriftene og rammene som gjeld for bedrifta og i tillegg ha dei tilgjengelege har Sunnfjord Energi laga ei oversikt over desse på sitt intranett. Lovene er

- arbeidsmiljølova
- tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr
- brann- og eksplosjonslova
- forureiningslova
- produktkontrolllova
- energilova
- vassressurslova
- matloven [47]

I tillegg skal byggherren beskriva risiko i prosjekt.

Punkt 2: For å sørge for at dei tilsette har kunnskap om utstyret dei nyttar skal dei få opplæring av ein annan tilsett som allereie har dokumentert opplæring. Denne opplæringa skal dokumenterast. Dei tilsette skal ha kunnskapar om FSE (forskrift om sikkerheit ved arbeid i og drift av elektriske anlegg). Denne forskrifta skal ivareta sikkerheita ved arbeid på/nær ved eller ved drift av elektriske anlegg. Forskrifta stiller krav til at aktivitetane skal vera tilstrekkeleg planlagde og at det skal setjast i verk naudsynte sikkerheitstiltak for å unngå skade på liv, helse eller materielle verdiar. Sunnfjord Energi kursar alle dei tilsette i FSE ein gang i året, i tillegg til at dei har andre kurs som blant anna førstehjelpskurs, kurs i varme arbeid og nedfiringkurs.

Punkt 3: Sunnfjord Energi nyttar kunnskapen til dei tilsette i prosjekt og ved tavlemøte der dei tilsette får komma med forslag til forbetringar.

Punkt 4: Sunnfjord Energi har som tidlegare nemnt eit fastsett mål om å ha 240 avviksmeldingar, 3% sjukefråvær, 0 uhell. Det vert jobba mot desse måla ved mellom anna å halda vernerundar.

Punkt 5: For å halda oversikt over organisering av verksemda ligg denne på intranettet til Sunnfjord Energi

Organisering av HMS i Sunnfjord Energi

Alle har plikt til å bidra til eit aktivt og systematisk arbeid med helse, miljø og tryggleik. Arbeidsgjevar har ansvar for å sørge for at bestemmelsar i lover og forskrifter blir overhaldt, medan den enkelte arbeidstakar har plikt til å medvirke ved utforming, gjennomføring og oppfølging av verksemda sitt arbeid med helse, miljø og tryggleik.

I Sunnfjord Energi er HMS organisert på følgjande måte:

- 1. **Adm. dir** er øvste ansvarleg for HMS i bedrifta*
- 2. **Fagleg ansvarleg** har ansvar for sikkerhet knytt til bedrifta sine elektriske anlegg*
- 3. **HMS-leiar** har systemansvar for HMS i bedrifta og koordinerer og støttar HMS arbeidet*
- 4. **HMS-koordinator** koordinerer og støttar HMS arbeidet i bedrifta*
- 5. **Avdelingsleiarane (marknadsjef, administrasjonssjef, produksjonssjef, nettsjef)** er ansvarleg for eit velfungerande HMS-arbeid i si avdeling*
- 6. **Leiarar med personalansvar** er ansvarleg for dagleg HMS oppfølging*
- 7. **AMU** (2 representantar frå dei tilsette og 2 representantar frå leiinga) skal sjå til at det er eit fullt forsvarleg arbeidsmiljø innanfor AML sine bestemmelsar.*
- 8. I Sunnfjord Energi er det 1 **hovudverneombod** og 9 **verneombod**. Verneombudene skal sjå til at omsynet til alle tilsette sin sikkerhet, helse og velferd til ivareteke.*
- 9. **Alle tilsette** plikter å gjennomføre dei tiltak som er sett i verk for skape eit godt og sikkert arbeidsmiljø.*
- 10. Bedrifta har samarbeid med bedriftshelseteneste gjennom **Stamina Helse** [48]*

Ved kvart prosjekt vert det laga eit eige organisasjonskart for å ha oversikt over HMS for prosjektet. I dette kartet er byggherre alltid på toppen.

Punkt 6: For å kartlegga risiko gjennomfører verksemda risikovurdering av mellom anna selskapsnivå, prosjekt når dei vert starta opp og ved sikker jobbanalyse (SJA). Byggherreforskrifta set krav til at det skal gjennomførast ei risikovurdering for personsikkerheit der Sunnfjord Energi er byggherre. I tillegg har ein beredskapsforskrifta som skal sikra at energiforsyninga vert oppretthalden og at ei normal forsyning vert gjenoppretta trygt og effektivt i ein ekstraordinær situasjon. Målet med denne forskrifta er å redusera dei samfunnsmessige konsekvensane. Sunnfjord Energi gjennomfører ei risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS-analyse) for å oppretthalda denne forskrifta.

Punkt 7: For å avdekka, retta opp og førebygga brot på HMS-lova vert det gjennomført vernerundar, kontrollrundar for maskinistar og montørar, årleg kontroll av utstyr, jobbobservasjonar og kontroll av brannalarm. Vi fekk anledning til å vera med på ein vedlikehaldsrunde av nettstasjon, dette kan du lesa om i kap 4.4.3.

Punkt 8: For å vera sjølvkritiske og for å forbetra HMS-systemet får Sunnfjord Energi inn utanforståande (bedriftshelsetenesta) som kan gjera revisjon av internkontrollen i bedrifta.

4.4.1 Risikoanalyse

Ei risikoanalyse vert gjennomført for å avdekka kor stor risikoen ved eit prosjekt er. I ei risikoanalyse skal ein tenkja over kva som kan gå gale, kva sannsynet for at noko går gale er og kva konsekvensar dette vil få. Risiko er eit produkt av konsekvens og sannsyn, og vert delt i tre nivå: låg risiko, middels risiko og høg risiko.

4.4.2 Sikker jobbanalyse

Sikker jobbanalyse er ei vurdering montørane/arbeidarane gjennomfører før eit arbeid skal gjennomførast. Målet med denne analysen er å gjera montørane/arbeidarane merksame på eventuelle farar i jobbsamanheng. I Sunnfjord Energi nyttar dei skjema for sikker jobbanalyse som du finn i vedlegg nr. 2.

4.4.3 Vedlikehaldsrunde av nettstasjon

I Sunnfjord Energi sjekkar dei nettstasjonane sine ein gang i året. Vi har i samarbeid med ein montør i Sunnfjord Energi kontrollert ein nettstasjon i Førde. Nettstasjonen var ein eldre type for IT-nett. Vi sjekka då punkta på ei vedlikehaldsliste som ligg i vedlegg nr. 3. Vi tek her ut nokre punkt frå sjekken som vi ser nærare på.

Jordfeil på lågspenkretsen

I nettstasjonen er det eit voltmeter som syner spenning mellom to fasar eller spenning mellom fase og jord. Det er jordfeil i kretsen om spenninga mellom fase og jord er høgare enn spenninga mellom to fasar delt på kvadratrot av tre, altså over om lag 140 V. I nettstasjonen vi kontrollerte var det ikkje jordfeil.



Figur 27 Spenning mellom L1 og jord



Figur 28 Isolator

Reinhald i nettstasjonen

Nettstasjonane har lufting via ventilar for nedkjøling. Gjennom desse ventilane kjem det også støv frå til dømes trafikk. Når nok støv legg seg på isolatorane som vist i figur 28, kan det oppstå krypestraumar. Ved behov støvsuger montørane transformatoren under spenning. I nettstasjonar som er særleg utsatt for støv må det gjerast årleg. For å førebygga problem knytt til støv bør ikkje nettstasjonen plasserast tett opp mot ein veg. Det kan også monterast filter på ventilane, men desse må kontrollerast og eventuelt bytast jamleg for å sikra god nok ventilasjon.

Oljelekkasje og oljenivå

Vi sjekka for oljelekkasje rundt transformatoren. Transformatoren vi sjekka hadde ein liten lekkasje som vist i figur 29, men denne var så liten at den ikkje var av betydning. Oljenivået i transformatoren var også godkjent som vist i figur 30.



Figur 29 Oljelekkasje



Figur 30 Oljenivå

SF6-anlegg

Vi sjekka at trykket på SF6-anlegget var i det grønne området som vist i figur 31.



Figur 31 Trykk på SF6-anlegget



Figur 32 Amperemeter

Belastning

Vi såg også på belastning av transformatoren sjølv om dette ikkje er eit punkt på sjekklista. I figur 32 ser vi ein raud visar på om lag 1 kA, denne syner den høgaste straumen som er målt. Den svarte visaren syner straumen i måletidspunktet 4 mai 2015 kl. 12:30. Vi samanlikna den høgaste straumen med transformatorytinga og kom fram til at transformatoren er høgt nok dimensjonert.

4.5 HMS for Storehaugen byggefelt

I prosjektet vårt har vi teke utgangspunkt i REN sitt prosjektsystem og valt prosjektnivå 2. Prosjektnivå er ein måte å bedømme kor omfattande HMS rundt prosjektet skal vera utifrå storleik på prosjektet. Prosjektnivå 2 vil seie at det er ein bygge-eller anleggsplass der hovudfokus er å montera eit elektriske anlegg. Utanom dette kan de førekomma anna arbeid i samband med graving eller transport. Arbeidet har ein godt kjend risiko, ei samkøyrd framdrift og ei klår oppgåvefordeling. Arbeidet varer normalt kortare enn 30 dagar. Vi tek i denne planen føresetnad om at Sunnfjord Energi er byggherre.

4.5.1 SHA-plan for Storehaugen byggefelt

Ein SHA-plan skal sikra at personell på anleggsplassen har ein sikker og trygg arbeidsplass, og at utanforståande ikkje vert utsett for fare som kan medføre personskade. Den skal også forhindra skade på eigedom og materiell.

Mål

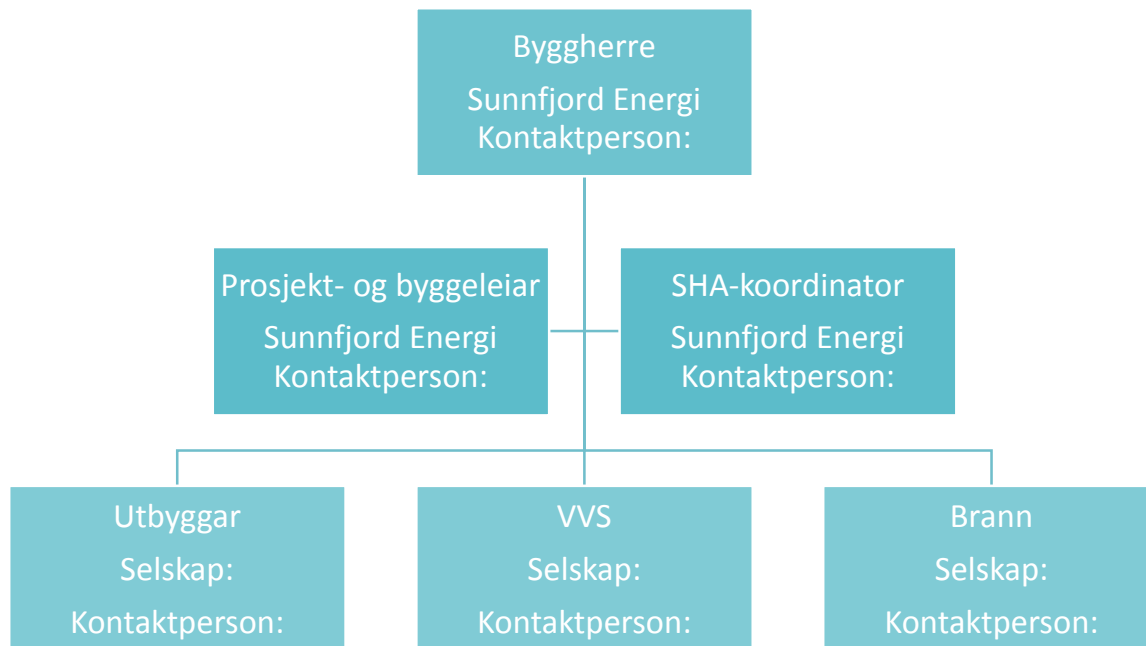
Målet for prosjektet er at det skal gjennomførast utan personskade. SHA-planen skal bidra til å fremja dei naudsynte leiingsystema, holdningar og praksis for å oppfylla dette målet. Aktivitetar som medfører risiko for skade på personar og materielle verdiar skal stoppast.

Omfang

Planen gjeld for alt arbeid som skal gjennomførast i samband med utbygginga av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt. Krava som er fastsett i planen kjem i tillegg til norske lover.

Organisasjon

Som byggherre har Sunnfjord Energi det overordna ansvar for at prosjektet vert planlagt, samordna og utført i samsvar med byggherreforskrifta, uavhengig av kven som utfører arbeidet. Sjå organisasjonskart i figur 33. Informasjon om entreprenørar og kontaktpersonar må fyllast ut før anleggsarbeidet startar opp.



Figur 33 Organisasjonskart for Storehaugen byggefelt

Prosjekt- og byggeleiar skal følgja opp alt arbeid på anleggsplassen i samarbeid med SHA-koordinator. Prosjektleiar opptre på vegne av byggeherre og utfører byggherren sine plikter.

SHA-koordinator skal koordinera og samordna byggeprosessen slik at sikkerheit, helse og arbeidsmiljø vert ivareteke på anleggsområdet. Han skal sjå til at SHA-planen vert etterlevd med fortløpande oppdateringar og tilpassingar. SHA-koordinator skal utarbeida SHA-planen.

Entreprenørar (utbyggar, VVS, brann) skal utnemna ein SHA-ansvarleg som skal vera kontaktperson mellom byggherre og entreprenør. Entreprenøren skal utføra arbeid etter dei krav som vert sett i SHA-plan. Alle avvik, ulukker og nestenulukker hjå entreprenør skal rapporterast til SHA-koordinator hjå byggherre.

Kvar enkelt arbeidstakar skal følgja SHA-planen, nytta verneutstyr, avbryta eige arbeid om ein meiner det er fare for liv eller helse og melda frå om ulukker, nestenulukker og farlege forhold på arbeidsplassen.

Framdriftsplan

Prosjektet har framdriftsplan som vist i tabell 6. Om det vert endringar skal alle aktuelle partar varslast.

Tabell 6 Framdriftsplan for Storehaugen byggefelt

	Tidsfrist
Prosjekteringsarbeid	1. juni
Godkjenning av prosjektering og budsjett	15. juni
Bestilling av materiell	1. juli
Anleggsarbeid ferdigstilt	1. oktober

Risikovurdering og sikker jobbanalyse

Byggherre og entreprenør skal gjennomføra kvar si risikovurdering for å avdekka risikoar i prosjektet. Denne analysa skal ligga til grunn for planlegging og førebuing som for eksempel val av metodar, utstyr og verneutstyr. Risikovurdering for prosjektet ligg i vedlegg nr. 4.

Før oppstart av arbeid på byggeplassen som kan medføra risiko for menneske, miljø eller materielle verdiar, skal det utførast ei skriftleg sikker jobbanalyse der alle som skal utføra arbeidet er med.

Avviksbehandling og rapportering

Alle avvik i forhold til SHA-plan skal rapporterast til SHA-koordinator ved bruk av avviksskjema i vedlegg nr. 5. Med avvik meiner ein personskader, nesten-ulukker, ulukker og miljøhendingar. I tillegg skal gjennomførte sikker jobbanalysar og anna kartlagd risiko rapporterast inn.

SHA-koordinator varslar byggherre som vil sørge for at det vert gjennomført naudsynt avviksbehandling der risiko og behov for tiltak vert vurdert. Planlagde endringar og tiltak skal informerast om til ramma arbeidsgivarar og verneombod.

Ved alvorlege hendingar skal varslingsplan følgast. Personssikkerheit kjem alltid først!

Beredskap

Førstehjelpsutstyr og brannsløkkingsapparat skal vera fast inventar i firmabilane til Sunnfjord Energi. Varslingsplanen skal vera tilgjengeleg for alle og ligg som vedlegg nr. 6.

Avfallshandtering

Overskotsmateriale og anna avfall skal samlast saman og kjeldesortert. Sunnfjord Energi har containerar for følgjande avfall

- kabel aluminium
- kabel Alu/FeAl linje
- uisolert kopparkabel
- kabel med isolasjon
- stålwire
- metall skrapstål
- treverk ubehandla
- treverk impregnert

Containerane er plassert på baksida av Energibyget og vist i figur 34.



Figur 34 Containerar for kjeldesortering ved Sunnfjord Energi

5 Elektromagnetiske felt

Eit elektromagnetisk felt oppstår mellom anna rundt straumanlegg og består av elektriske og magnetiske felt. I dette kapitlet har vi teke utgangspunkt i Renblad nr. 8014: Saksbehandling, måling og handtering av magnetfelt [49].

5.1 Elektriske felt

Elektriske felt vert målt i eininga V/m [volt/meter] og er eit område der det verkar elektriske krefter. Eit elektrisk felt er lik forskjellen i elektrisk spenning [V] mellom to objekt (for eksempel ein leiing og jord) delt på avstanden mellom objekta. Det vil seia at eit elektrisk felt er avhengig av spenningsforskjellar og avstand mellom objekt, men uavhengig av for eksempel straum i ein leiar. Det er i dag lite fokus på elektriske felt med tanke på helsefare.

5.2 Magnetiske felt

Eit magnetisk felt vert målt i eininga tesla [T], og sidan 1 tesla er svært høgt vert det ofte gitt i mikrottesla [μT]. Magnetiske felt er eit område der det verkar magnetiske krefter. Eit magnetisk felt oppstår rundt ein straumførande leiar. Styrken på feltet er avhengig av straumen i leiaren, avstanden mellom leiarane, oppbygginga av leiarar og avstanden frå kjelda. Styrken på feltet er uavhengig av spenninga. Å skjerme magnetiske felt er vanskeleg og kostbart.

For å redusera eit magnetfelt har ein tre moglegheiter:

- Redusera straumen i overføringa, det vil i praksis vera det same som å auka spenninga for å overføra same effekt.
- Redusera faseavstanden mellom leiarane.
- Auka avstanden til forstyrta objekt.
- Ved kabellegging kan kablane leggast i trekantforlegging, noko som ved normale forhold vil om lag kansellera magnetfeltet.

5.3 Magnetfelt og helseisiko

Det er ikkje funne nokon samanheng mellom magnetiske felt og kronisk sjukdom. Forskarane er likevel usikre på kva eigenskapar magnetiske felt har og om desse kan føre til sjukdom, og eventuelt kor lenge ein kan vera utsett for slike felt før ein vert sjuk. Forskarane har sett på samanhengen mellom felt over $0,4 \mu\text{T}$ frå kraftlinjer og ein dobling i sjansen for å få barneleukemi, men kan ikkje bekrefte dette. Dei har også sett på eksponering for vaksne og om det er ein auka risiko for brystkreft, leukemi, hjernesvulst og amyotrofisk lateralsklerose, men her kan heller ikkje forskarane trekka ein sikker konklusjon og sei at det er ein samanheng med eksponering [50].

5.4 Myndigheitskrav

Det finst ingen absolutte forskriftskrav frå norske myndigheiter om grenseverdiar for magnetfeltets styrke, men det vert oppmoda om ein varsamheitsstrategi for felt høgare enn $0,4 \mu\text{T}$ som ein årleg gjennomsnittsverdi. Dette vil seia at det skal takast omsyn til magnetiske felt ved planlegging og prosjektering så tidleg som mogleg i prosjektet for å unngå unødige ekstra investeringskostnadar knytt til dette.

Tiltak for å ta omsyn til magnetiske felt kan vera å

- plassera linje- og kabeltraséar fornuftig i forhold til tettbygd strøk, då spesielt i område der det er mange barn, for eksempel skular og barnehagar
- plassera nettstasjonar fornuftig i forhold til bustadhus

- laga ei analyse som syner magnetfeltnivået i godkjende bustadområde langs linjetrasé (sjå delkapittel 5.4.1 Utredningsansvar)

Det skal vera eit mål å halda magnetfeltet i bustadane på maksimalt 0,4 μT ved gjennomsnittleg belastning gjennom året, sett opp mot samfunnsmessige tilleggskostnader.

5.4.1 Utredningsansvar

Ved ombygging eller etablering av elektriske anlegg skal netteigar alltid beskriva magnetfelt og helse som eitt av utredningstema:

- Kor mange bygg ved det elektriske anlegget vil ved gjennomsnittleg belastning gjennom året få eit magnetfelt på minst 0,4 μT ?
- Kva nivå er det snakk om?

Ved ei ombygging skal det opplystast om magnetfeltnivå før og etter ombygginga.

Om det er bygg som får minst 0,4 μT i årleg gjennomsnittleg verdi skal ein greia ut om moglege tiltak, opplysa om kostnader, samt andre fordelar eller ulemper med desse og grunngje dei tiltak som vert anbefalt gjennomført eller ikkje.

5.5 Verdier for magnetiske felt

5.5.1 Verdier i vanlege bustadsinstallasjonar

Magnetfelt oppstår rundt elektriske apparat og installasjonar. Tabell 7 syner kor store magnetfelt ulike hushaldsapparat sender ut.

Tabell 7 Magnetfelt frå ulike husholdningsapparat [49]

Apparat	Måleavstand	μT
Avtrekksvifte kjøken	40 cm	0,8
Elektrisk omn	30 cm	0,15-0,5
Mikrobølgeovn	30 cm	4-8
Kaffitraktar	30 cm	0,08-0,15
Miksmaster	30 cm	0,6-10
Støvsugar	100 cm	0,13-2
Komfyr	40 cm	0,25
Kjøleskap	40 cm	0,1
Klokke radio	40 cm	0,3
TV	40 cm	0,2
Hårtørkar	30 cm	0,01-7
Barbermaskin	3 cm	15-1500
Varmekablar i golv	5 cm	0,2-0,3

Generelt målar ein magnetfelt mellom 0,003 til 0,3 μT i heimane våre (utan ytre påverking).

5.5.2 Magnetfelt for luftlinjer

I tabell 8 og 9 kan ein sjå samanhengen mellom feltstyrke og avstand for nokre leidningstypar i høgspenningsluftlinjer. Avstanden som er gitt som ein horisontal avstand til næraste linje.

Tabell 8 Samanheng mellom feltstyrke og avstand til luftledning [49]

Spenning/straumstyrke	420 kV/800A	300 kV/400A	132 kV/200A	22 kV/20A
Feltnivå i 10 meter avstand	5,0 μ T	2,5 μ T	1,4 μ T	0,07 μ T
Avstand ved 0,4 μ T	70 m	45 m	25 m	3 m
Avstand ved 0,1 μ T	145 m	100 m	55 m	8 m

Tabell 9 Samanheng mellom feltstyrke og avstand til luftledning [49]

Spenning/straumstyrke	300kV/200A	24kV/200A
Feltnivå i 5 meter avstand	125 μ T	0,55 μ T
Feltnivå i 10 meter avstand	0,85 μ T	0,3 μ T
Feltnivå i 15 meter avstand	0,55 μ T	0,15 μ T

Storleiken på feltet er avhengig av fasestraumen, faseavstandar og type oppheng. Det vil seia at fasestraumen vil føre til at ei 300 kV linje vil ha eit høgare magnetisk felt enn ei 24 kV linje med same laststraum og oppheng.

I lågspenningsnettet vil ei blank luftlinje ha eit felt på om lag 50 % av verdiane for ei 24 kV linje med same laststraum. For ei belagt luftlinje vil verdiane vera mykje lågare enn 50 %.

5.5.3 Magnetfelt frå kablar i grøft

I ei grøft med mange belasta kablar kan magnetfeltverdiane vera godt over 1 μ T om lag 1 meter over bakken. Denne høge verdien skuldast at kablane berre ligg 0,5 meter under bakken, men feltet minkar kraftig når avstanden frå kabelen aukar. Dette er REN sine verdiar, og det står ikkje opplyst noko om spenningsnivå eller straum i desse kablane.

5.5.4 Magnetfelt frå frittstående nettstasjonar

I følgje REN vil ein nettstasjon i eit by-strøk som transformerer spenninga frå 22/11 kV til 230 V ha eit magnetfelt tilsvarande det i ein vanleg bustad om lag 10 meter frå nettstasjonens yttervegg. I eit utkantstrøk vil ein finna tilsvarande magnetfelt ved om lag 5 meter avstand frå nettstasjonens yttervegg.

5.5.5 Magnetfelt frå kabelskap

Sidan det er høge straumar på oppimot 400 A i eit kabelskap vil det vera høge magnetfelt i nærleiken av skapa. 1 meter frå skapet kan ein måla verdiar på over 1 μ T, men dette feltet vil minka betydelig når avstanden frå kabelskapet aukar.

5.6 Måling av magnetfelt

Sidan REN er uklære når det kjem til eksakte verdiar på storleiken til magnetfelta har vi målt desse i eit byggefelt tilsvarande Storehaugen byggefelt.

Vi målte magnetfelt i eit byggefelt på Farsund i Førde. Dette byggefeltet skal vera noko tilsvarande Storehaugen byggefelt. Det har TN-nett, ein transformator på 630 kVA og 83 abonnentar i kretsen. Ein del av abonnentane er i fleirmannsbustadar, så sjølv om talet på abonnentar er høgare her enn i Storehaugen går vi utifrå at det kan samanliknast med nettet i Storehaugen byggefelt, sidan vi reknar med at det kjem fleirmannsbustadar og bustadar med utleige her også.

Vi gjennomførte målingane våre den 08.05.2015 kl. 13.00, eit tidspunkt der forbruket ikkje er veldig høgt. Til å måla nytta vi måleinstrumentet Combinova MFM 10. Under måling er det viktig at instrumentet er i knehøg og at ein måler 90° på feltet.

5.6.1 Resultat av måling rundt nettstasjon

I delkapittel 5.2 skreiv vi at magnetfelt er svært avhengig av straum. Vi målte straumen i kvar fase på lågspentsida i nettstasjonen, og gjennomsnittet for fasane var 166,8 A.

Magnetfelt målt inni nettstasjonen: 4,558 μT . Tabell 10 syner kva resultat vi fekk for målingane våre.

Tabell 10 Resultat frå magnetfeltmåling rundt ein nettstasjon

Retning/ Avstand	0 m	0,5 m	1 m	2 m	5 m	10 m
Front	0,909 μT	0,480 μT	0,547 μT	0,226 μT	0,0018 μT	Terreng gjer det vanskeleg å måla
Venstre	4,37 μT	3,292 μT	1,793 μT	0,393 μT	0,044 μT	0,0037 μT
Høgre	1,125 μT	0,642 μT	0,515 μT	0,397 μT	0,384 μT	0,376 μT
Bak	3,086 μT	1,670 μT	0,507 μT	0,157 μT	0,057 μT	0,055 μT

Vi fekk ikkje målt magnetfeltet 10 meter frå fronten på nettstasjonen fordi det var ein bratt skråning der. Sidan magnetfelta var innafor grenseverdien ved fem meter, går vi utifrå at dei også er innafor ved større avstand. På den venstre vegg av nettstasjonen står det eit stort kabelskap som påverkar målingane i denne retninga i stor grad.

Drøfting av for magnetfeltmåling

Frå tabell 10 ser vi at ved 2 meter avstand frå nettstasjonen er alle målingane innafor grenseverdiane.

I byggefeltet i Storehaugen skal nettstasjonen stå på ei eiga tomt, og ifølgje plan- og bygningslova skal det som regel vera minimum 4 meter frå bustadhus til tomtegrense [51], så då reknar vi ikkje med at det kjem hus nærare enn 5 meter frå nettstasjonen. Det høgste magnetfeltet vi målte ved 5 meter avstand var 0,384 μT , noko som er innafor grenseverdien, sjølv om dette var målt på den sida det stod eit kabelskap.

5.6.2 Resultat av måling rundt kabelskap

Straum i kabelskapet på måletidspunkt: 66 A. Tabell 11 syner resultat frå målingar rundt kabelskap.

Tabell 11 Resultat frå magnetfeltmåling rundt eit kabelskap

Avstand	0 m	0,5 m	1 m	2 m	5 m	10 m
Felt	5,912	0,896	0,675	0,554	0,203	0,071

Konklusjon for måling av magnetfelt rundt kabelskap

Frå tabell 11 ser vi at ved 5 meter avstand frå nettstasjonen er målingane innafor grenseverdiane.

I prosjekteringa av byggefeltet har vi sett kabelskapa i tomtegrensene, noko som vil seia at det kan komma eit hus 4 meter frå kabelskapet. Om det kjem eit hus så nær kabelskåpa, skal ein greia ut om moglege tiltak, opplysa om kostnader, samt andre fordelar eller ulemper med desse og grunngje dei tiltak som vert anbefalt gjennomført eller ikkje. Dette er ikkje noko vi kan ta omsyn til no, då vi ikkje veit noko om kva hus som vert bygde i feltet.

Vi ønskjer å påpeika at målingane våre er enkeltmålingar, og at vi ikkje kjenner nøyaktigheita til måleinstrumentet.

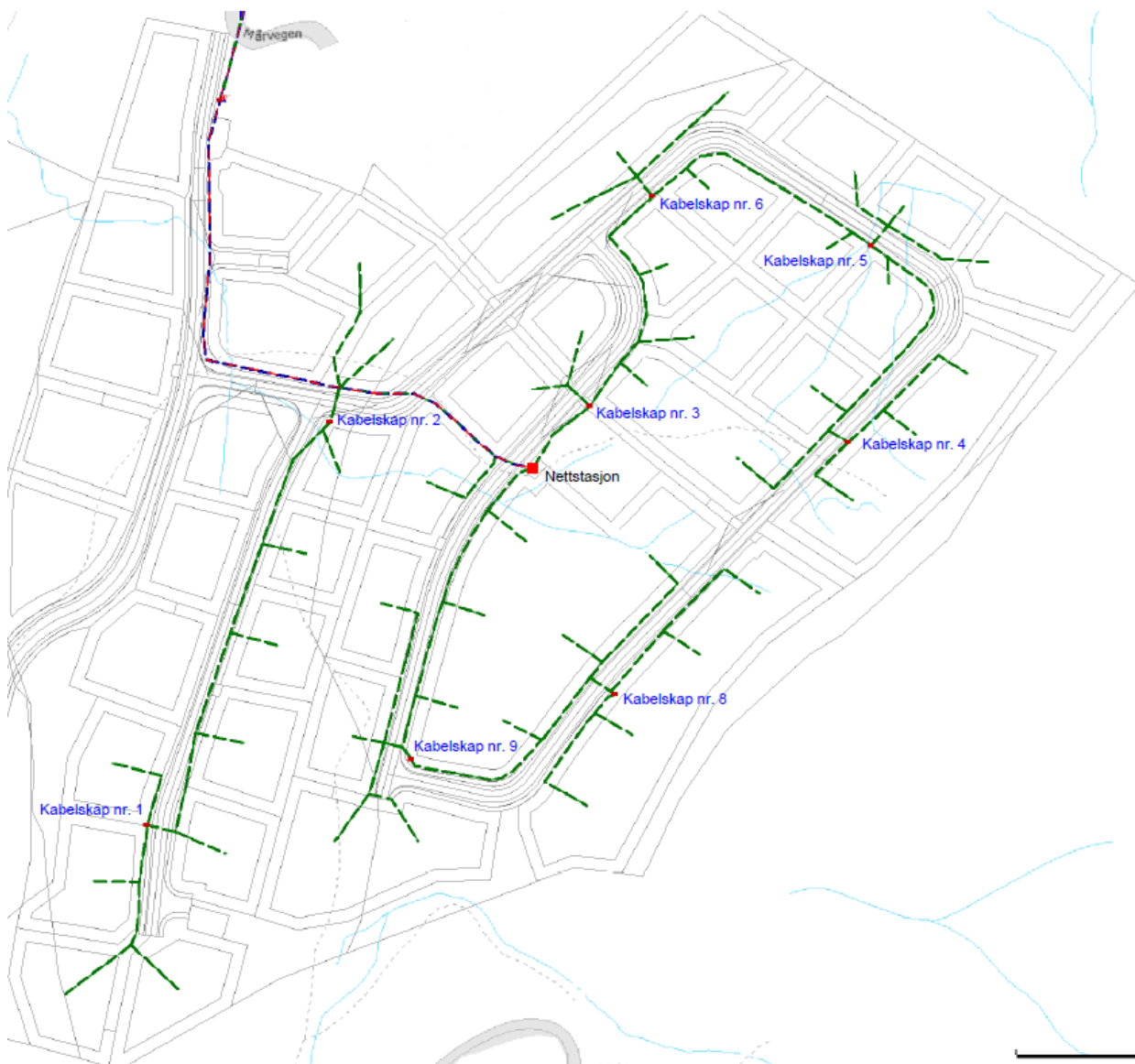
6 Prosjektering

I dette kapittelet ser vi på prosjekteringsarbeidet vi har gjort med distribusjonsnettet i Storehaugen byggefelt.

6.1 Plassering av komponentar i nettet

Før vi begynte å teikna distribusjonsnettet i Netbas laga vi ein plan for kor vi ønska å plassera kabelskap og kva tomter som høyrte til kvart kabelskap. Deretter bestemte vi trasé for matekablar som forsyner kabelskapa. Vi har lagt stor vekt på at nettet vårt skal vera oversiktleg og ryddig.

Figur 35 syner distribusjonsnettet med dei plasseringane av komponentar vi har valt. Vi kjem i dette delkapittelet tilbake til plassering av alle komponentane i kartet.



Figur 35 Kart over distribusjonsnettet teikna i Netbas

6.1.1 Nettstasjon

Nettstasjonen bør plasserast sentralt i byggefeltet for at avstanden til alle tomtene skal vera så liten som mogleg for å få høge kortslutingsstraumar og låge tap i nettet. I figur 35 er nettstasjonen plassert om lag midt i byggefeltet.

Elles må ein ved plassering av nettstasjon ta omsyn til

- magnetiske felt
- tilfredstillande jordsmonn og global jord
- avstandar til bygningar med omsyn til brann
- tilgjengelegheit for transport og andre anleggsdelar
- offentlege og private interesser
- lett tilgjengeleg plassering for seinare drift og vedlikehald
- tilgjengelegheit for aggregat
- krav til stabil og telefri fundamentering

Av desse faktorane såg vi på til magnetiske felt i kapittel 5, og tilfredstillande jordsmonn og global jord kjem vi til i delkapittel 6.8. Nettstasjonen er prefabrikkert, tek stor plass og må stå midt i byggefeltet, noko som fører til at vi ikkje har mange plasseringar å velja mellom. Vi har sett den midt i feltet, og ein tek då omsyn til punkta ovanfor.

I følgje FEF 2006 (§2-17) skal ikkje nettstasjonen vera verken skjemmande, sjenerande eller skadeleg for omgivnadane. Det skal også takast omsyn til naboane sine ønsker om plassering av nettstasjonen dersom det ikkje fører til ekstra kostnader [26]. Sidan plassering av nettstasjonen er avgjort før tomtesalet startar ser vi ikkje føre oss at dette skal verta eit problem for bebuarane i feltet.

I delkapittel 3.1 beskrev vi nettstasjonen Siemens Sinett I som vi har valt å nytta. Nettstasjonen har trekledning og passar difor godt inn i eit typisk norsk byggefelt.

6.1.2 Kabelskap

Kabelskapa plasserte vi slik at avstanden frå kabelskapet til tomtene ikkje var lenger enn om lag 100 meter. Om stikkablane vert for lange vil ein få problem med spenningsfall og kortslutingsstraumar. Vi har plassert kabelskapa trafiksikkert med tanke på påkøyrslar, brøyting og i den grad det er mogleg utanfor "allfarveg" for fotgjengarar og barn. Kabelskapa er plassert i tomtegrensene for å forhindre problem med magnetfelt i bustadane og konflikt med oppkøyrslar.

Plasseringa av kabelskapa i kartet er vist i figur 35 og plassering i nettskjema er vist i vedlegg 9. I vårt nett har vi åtte kabelskap med fire til sju abonnentar tilkople kvart skap. I tillegg er det to abonnentar som er direkte tilkople nettstasjonen, desse er grunnen til at vi ikkje har kabelskap nr. 7 i teikninga. Desse abonnentane står som nr. 7 i nettskjema.

6.1.3 Oppdeling av kursar

I nettstasjonen er det kortslutingsvern som vert tilkople matekablur som forsyner eit eller fleire kabelskap, heretter kallar vi desse verna kursar. Ved oppdeling av kursar er det viktig å sørge for at ein kurs ikkje vert belasta meir enn 400 A grunna skinnene i kabelskapa, og at belastninga av matekabelen må vera innanfor straumleiingevna den har. Vi har delt opp i fire kursar som forsyner fire til tretten abonnentar. I tillegg er to abonnentar kopla direkte til nettstasjonen av praktiske årsakar. Tabell 12 viser oversikt over kva kabelskap som er knytt til kva kurs.

Tabell 12 Oversikt over kursar i distribusjonsnettet

Kurs nr.	Kabelskap nr. tilknytt	Straum ved 10 kW per ab.
1	1 og 2	166
2	3	60
3	4, 5 og 6	229
4	8 og 9	197

6.1.4 Kabeltraséar

Ein kabel vert lagt i ein trasé. Figur 35 i byrjinga av kapittelet syner kart over planen vår teikna i Netbas. Grøn stipla linje betyr at det ligg ein lågspentkabel i grøft. Raud og blå stipla linje betyr at det ligg ein høgspentkabel i grøft.

Vi har lagt høgspentkabelen som kjem frå nabobyggefeltet Steia langs vegen mellom byggefelta opp til nettstasjonen. Frå nettstasjonen har vi lagt matekablur i kvar sin retning mot kabelskapa. Av praktiske grunnar kryssar vi ikkje vegen eller høgspentkabelen meir enn nødvendig. Kablane frå eit kabelskap kryssar vegen ein gang.

6.2 Dimensjonering av lågspentkablur

I delkapittel 3.3 beskrev vi kablane vi nyttar i Storehaugen byggefelt. Sunnfjord Energi nyttar 240 mm² til matekablur og 50 mm² til stikkablur. Om det let seg gjera vil vi nytta desse tverrsnitta.

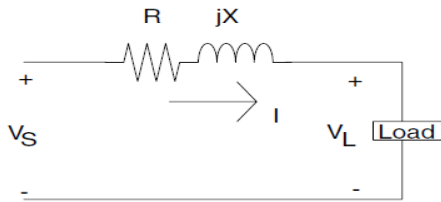
Ein kabel vert dimensjonert med omsyn til overbelastning, kortslutning og spenningskvalitet. Ein må vurdera leiingstverrsnitt i forhold til spenningskvalitet og forleggingsmåte. Ein bør også vurdera økonomisk tverrsnitt, dette gjer vi i delkapittel 7.3, velja riktig verdi for overbelastningsvern og sjekka verna i forhold til kortslutningsverdiar. Også bør ein vurdera vern og selektivitet, dette gjer vi i delkapittel 6.6 og 6.7 [52].

Dimensjoneringa av kablar er svært avhengig av straumen og lengda på kablane. For å sikra at kablane er høgt nok dimensjonerte i levetida til anlegget har vi teke utgangspunkt i 10 kW ikkje-samanfallande maksimaleffekt per abonnent. Å utbetra kablane seinare er svært kostbart sidan ein må grava grøftene opp igjen. Det kan også komma fleirmannsbustadar i feltet der vi har teikna inn einebustadar, så vi veit at det på nokre av matekablane vil vera høgare straumar i samanlikna med prosjektert nett.

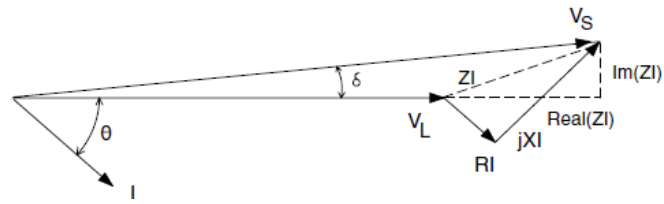
6.2.1 Spenningskvalitet

Spenninga i leveringspunktet, hjå abonnenten, skal vera innanfor 10 % av nominell verdi. I eit 400 V TN nett skal spenninga ligga mellom 360 V og 440 V hjå abonnenten. Ved ei for låg spenning i nettet vil kundar kunne oppleve problem som redusert effekt ved oppvarming, redusert belysning, redusert levetid på komponentar og feilfunksjon av elektrisk utstyr. Ved ei for høg spenning ryk lyspærer oftare og elektronisk utstyr kan havarera [24].

Ved å sjå på ein kabel kan vi forklara kva spenningsfall i nettet er. Vi går ut frå at alle laster er balanserte trefase laster slik at vi kan forenkla til einlinje-ekvivalenteskjema som vist i figur 36. Vi tenker oss at V_s i figuren er spenninga ved transformatoren medan V_L er spenninga ved abonnenten. Spenningsfallet vil ligga over R og jX som er impedansen i kabelen. I figur 37 er fasediagrammet til figur 36 vist. I fasediagrammet ser vi at spenninga ved transformatoren (V_s) har ein lengre vektor enn spenninga ved abonnenten (V_L), differansen mellom desse vektorane er spenningsfallet. V_s har ein faseforskyvingsvinkel φ på grunn av kapasitans i kabelen og ein induktiv last. Vi merkar oss at figuren reknar med ei last med $\cos \varphi = 0,9$ medan vi ser vekk ifrå effekt faktoren sidan denne er høg i Noreg.



Figur 36 Fase til nøytral ekvivalentskjema [4]



Figur 37 Fasediagram [4]

Ved bruk av Kirchhoffs spenningslov får vi frå figur 36 at:

Formel 6 [4]

$$V_S = V_L + R \cdot I + jX \cdot I$$

Spenningsfallet er differansen mellom spenninga ved transformatoren (V_S) og spenninga hjå abonnenten (V_L). Av figur 37 ser vi at vinkelen mellom nettspenninga og lastspenninga er liten, difor kan vi sjå vekk frå den imaginære delen av spenningsfallet. Ei tilnærming til spenningsfallet er gitt ved:

Formel 7 Tilnærming til spenningsfall [4]

$$V_S - V_L \approx Re(R \cdot I)$$

Å rekna ut spenningsfalla i nettet for hand er omfattande sidan ein måtte gjort det for alle kablane. Vi har nytta verdiane som Netbas har rekna ut i vårt arbeid. Ved ei spenning på 408,1 V ved transformatoren er lågaste spenning hjå abonnent 395,1 V med ei belastning på 10 kW per abonnent (vedlegg 20). Dette gjev eit spenningsfall på 3,2 %, noko vi er nøgde med.

6.2.2 Kortslutningsyting

Kortslutningsyting er eit mål på kor godt nettet toler kortslutningar eller høge augeblinksbelastningar utan at det vert spenningsforstyrningar (kor stivt nettet er). For låg kortslutningsyting (svakt nett) kan føre til store svingingar i spenning ved belastning, og ved belastningar med store startstraumar kan det gi store kortvarige spenningsfall. Vi såg i delkapittel 2.3 på utfordrande elektriske apparat, og om ein har ein høg kortslutningsyting (stivt nett) vil desse gi mindre spenningsforvrengingar [24].

Det er eit krav at kortslutningsstraumen er på minst fem gonger inntakssikringa, pluss 50 A. Det vil seia at vi må ha ein kortslutningsstraum på $5 \cdot 50 + 50 = 350$ A. Sunnfjord Energi ønskjer å ha kortslutningsstraumane på over 1000 A, så det er det vi kjem til å prosjektera etter. Det er viktig å ha ein høg nok kortslutningsstraum slik at verna løyser ut, vi kjem tilbake til dette i delkapittel 6.6. Om kortslutningsstraumen er for høg har ikkje vernet bryteevne til å bryta kortslutninga. Om kortslutningsstraumane er under 1000 A eller over 10 000 A må ein setja inn eigna vern for dei verdiane [52].

Lågaste kortslutningsstraum ved ein abonnent er 1 027 A i nettet. Høgaste kortslutningsstraum er 7 582 A. Dermed er alle kortslutningsstraumar i nettet tilfredstillande.

6.2.3 Grenseverdi for termisk belastning

Grenseverdien for termisk belastning er den straumen kabelen kan belastast med over lengre tid utan at temperaturen i leiaren overstig anbefalt temperatur. Viss temperaturen i kablane overstig tillat temperatur vil levetida til kabelen verta redusert [52]. Som nemnd i delkapittel 3.3.2 toler kablane vi nyttar 90 °C. I same delkapittel nemnde vi også kva ein korreksjonsfaktor er. Vi tar her for oss korreksjonsfaktorane.

Kabelens forleggingsdjupne i jord

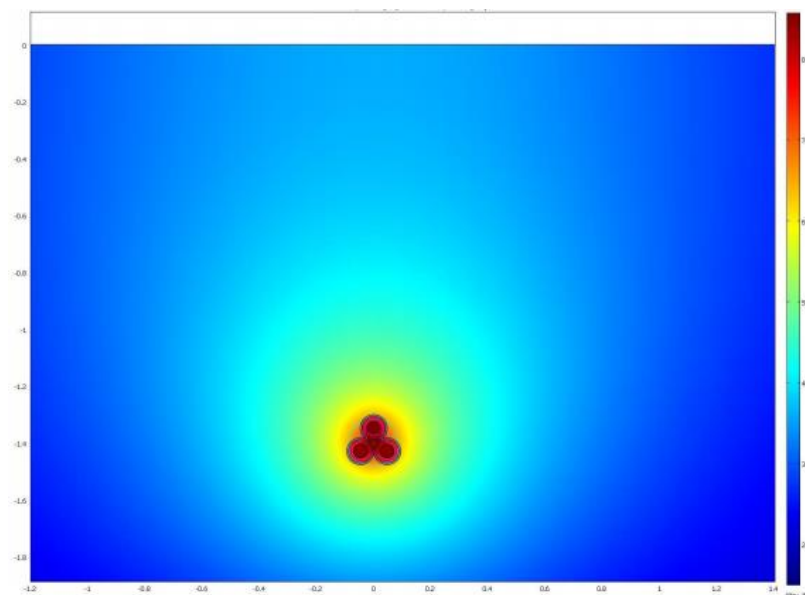
Så lenge kabelen vert lagt med ei djupn på 0,50-0,70 meter er det ingen korreksjon av straumleiingsevna til kabelen. Om kabelen vert lagt djupare må ein korrigerer straumleiingsevna [35].

Jordtemperaturen

Referansetemperaturen for forlegging i jord er sett til 15 °C. I Noreg er topplasta om vinteren og erfaringar frå bransjen tilseier at ein kan rekna med 5 °C jordtemperatur [52]. Ved denne temperaturen får vi ein korreksjonsfaktor på 1,06 [35].

Jordas termiske resisitivitet

Jordas termiske resistivitet er eit mål for kor lett varmen vert transportert vekk frå kabelen gjennom jorda. Om ein nyttar omfyllingsmassar som anbefalt av REN oppnår vi ein termisk jordresistivitet på 100 °C-cm/W som gjev korreksjonsfaktor 1 [52]. Figur 38 syner temperaturen rundt ein kabel lagt i masse med termisk jordresistivitet på 1,0 °Km/W. Temperaturen på leiaren er 90 °C og temperaturen går ned når avstaden frå leiaren aukar.



Figur 38 Temperaturfordeling rundt ein kabel lagt i masse med termisk jordresistivitet på 1,0 °Km/W [53]

Vi merkar oss at tørr kabelsand har høgare termisk jordresistivitet på 2,1-2,4 °Km/W [53]. Dette er på grunn av at vatn har betre varmeleiingsevne enn luft [54].

Forlegging av kablar ved sida av kvarandre

Når ein legg fleire kablar ved sidan av kvarandre vil temperaturen i jorda rundt kablane gå opp. Korreksjonsfaktorar for kablar lagt ved sidan av kvarandre er vist i tabell 13.

Tabell 13 Korreksjon for forlegging av kablar ved sidan av kvarandre med 70 mm innbyrdes avstand [35]

Tal kablar	2	3	4	5
Korreksjonsfaktor	0,85	0,75	0,68	0,64

Forlegging av kablar i røyr eller kanal

Korreksjonsfaktor ved forlegging av kabel i røyr er 0,80. I kanal eller bygg er korreksjonsfaktoren 0,72 [35]. Ved forlegging av fleire kablar i røyr ved sidan av kvarandre får vi korreksjonsfaktorar som vist i tabell 14.

Tabell 14 Korreksjon for forlegging av kablar lagt i røyr ved sidan av kvarandre [35]

Tal røyr	2	3	4	5
Korreksjonsfaktor	0,87	0,78	0,73	0,69

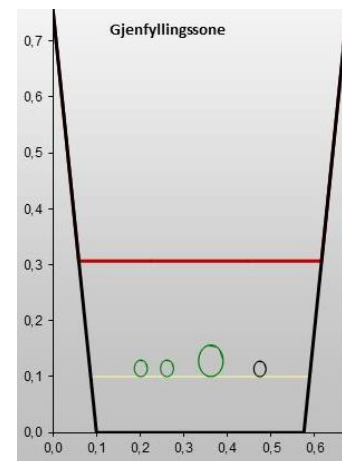
Forlegging av kablar i røyr og kablar i grøft

Varmen frå ein kabel lagt i røyr vil vera tilnærma lik varmen frå ein kabel som ikkje er lagt i røyr over tid. Ved utrekning av korreksjonsfaktor for kabel lagt direkte i jord ved sidan av røyr nyttar ein tabell 13. Ved dimensjonering av kabel lagt i røyr ved sidan av kablar i lagt direkte i grøft nyttar ein tabell 14 [52].

Eksempel på utrekning av korreksjonsfaktor

Vi skal finna korreksjonsfaktoren til dei tre lågspentkablane vist i figur 39 i Storehaugen byggefelt.

- Kablane er lagt i forleggingdjupne på 0,5 meter, noko som er innanfor normalforlegging med korreksjonsfaktor 1.
- Jordtemperaturen går vi utifrå er 5°C som gjev korreksjonsfaktor 1,06.
- Vi nyttar kabelsand som anbefalt av REN med termisk resistivitet på 1,00 °Km/W og får korreksjonsfaktor 1.
- Vi har tre kablar lagt parallelt med 70 mm avstand, som gjev ein korreksjonsfaktor på 0,75.
- Kablane er ikkje lagt i røyr eller kanal.



Figur 39 Grøftesnitt som syner to stikkablar og ein matekabel

Samla korreksjonsfaktor for kablane vert $1 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,75 = 0,795$.

Belastningsevna for stikkablane vert redusert frå 180 A til 143,1 A.

Belastningsevna for matekabelen vert redusert frå 435 A til 345,8 A.

I vedlegg 7 er grøftesnitta for alle grøftene teikna inn og korreksjonsfaktorar utrekna.

Kommentar

Korreksjonsfaktorar vert nytta for å hindra at kabelen vert for varm under normal belastning. Korreksjonsfaktoren for kablar lagt i parallell er vi usikre på nøyaktigheita til sidan den ikkje tek omsyn til den faktiske varmeutviklinga i kabelen. Om desse korreksjonsfaktorane tek utgangspunkt i at kablane som er lagt i parallell held 90°C kvar vert dette feil i praksis sidan få kablar er fullt ut belasta.

Tapa i ein kabel som er gitt ved:

Formel 8 Elektriske tap i ein kabel

$$P = I^2 \cdot R$$

Tapa i ein kabel som ikkje er fullt ut belasta vil vera vesentleg lågare enn for ein fullt belasta kabel.

Om ein tek utgangspunkt i ein stikkabel vil den sjeldan vera belasta med meir enn 15 A (tilsvarar 10

kW forbruk hjå abonnenten), ved denne belastninga er tapet i kabelen 144 W/km medan ved merkelast på 180 A er tapet i kabelen 20,8 kW/km.

Varmen i kabelen vert avgitt til jorda rundt gjennom ein varmestraum. Varmestraum vert målt i W og er definert som energi som passerar eit tverrsnitt av ein leiare per sekund. Varmestraumen ut av kabelen er proporsjonal med temperaturforskjellen (mellom leiaren og jordtemperaturen) og arealet rundt kabelen, og er omvendt proporsjonal med avstanden frå leiaren. Dette vil sei at temperaturen avtek lineært i jorda med avstanden frå kabelleiaren [54].

Sidan tapet i kabelen ved normal belastning er 0,7 % av tapet ved maksimum belastning tvilar vi på at kabelen i praksis vil ha ein driftstemperatur på 90°C. Ved ein lågare temperatur i kabelen vil også temperaturen i jorda rundt kabelen vera lågare.

6.3 Dimensjonering av høgspenkabel

I delkapittel 3.3.2 såg vi på høgspenkabelen vi nyttar. Denne kabelen skal på same måte som lågspenkabelen dimensjonierast etter spenningskvalitet, kortslutningsstraumar og med tanke på termisk belastning. Kabelen er lagt i røyr og ligg i delar av traséen i parallell med lågspenkablar, den har ein korreksjonsfaktor på 0,795.

Nettet skal seinare driftast i ring og då vil belastninga på kabelen verte betrakteleg høgare enn i dag. Det er også moglegheit for vidare utbygging av høgspennetnettet. Vi har nytta eit tverrsnitt på 240 mm² for å ta høgde for framtidige utbyggingar sjølv om denne i dag er overdimensjonert. Med eit tverrsnitt på 240 mm² er verdiar for spenningsfall og kortslutningstraumar svært gode.

6.4 Dimensjonering av kabelskap

I delkapittel 3.4.1 kan ein lesa om at eit kabelskap inneheld sikringsholdarar med sikringar, tilkopling av matekabel og skiljekontakt der det er aktuelt. Plassen utstyret tek opp er oppgitt i modular. Kabelskapa kjem med plass til 20, 40 og 60 modular. Tabell 15 syner kor mange modular utstyret i kabelskapa tek opp, og her passar det med 40-skap for alle kabelskapa. Kabelskap 3 har utstyr som tek opp 19 modulplassar, men vi å nyttar 40-skap då det lettast arbeidet for montøren. Årsaken til at det ikkje finst eit kabelskap nr. 7 er at to abonnentar er kople direkte til nettstasjonen.

Tabell 15 Berekning av storleik på kabelskap

Kabelskap nr.	Sikringsholdar SLD00	Tilkopling av matekabel AD 300	Skiljekontakt FD 3300	Sum modular
1	6 ab. x 4 M	3 M		27 M
2	5 ab. x 4 M	3 M	7 M	30 M
3	4 ab. x 4 M	3 M		19 M
4	5 ab. x 4 M	3 M		23 M
5	5 ab. x 4 M	3 M	7 M	30 M
6	5 ab. x 4 M	3 M	7 M	30 M
8	7 ab. x 4 M	3 M		31 M
9	6 ab. x 4 M	3 M	7 M	34 M

Når utbyggar har bestemt om, og eventuelt kvar det skal setjast opp fleirmannsbustadar lyt oppdragsgivar vurdere storleiken på kabelskapa på nytt. Om det vert fleire abonnement i kabelskapa kan det verte for lite med eit 40-skap og da må det setjast opp eit 60-skap.

6.5 Dimensjonering av transformator

Ein transformator vert dimensjonert etter forventta belastning i kVA. Dei aktuelle dimensjonane vi har å velja mellom er 350 kVA, 500 kVA, eller 630 kVA.

Vi har ved ein effektbruk på 10 kW per abonnent ei total belastning (inkludert tap) på 470 kW i nettet. Ved bruk av Velander til å rekna ut belastninga på transformatoren får vi 220 kW. Belastninga aukar og synk i takt med temperaturstigningane og det er difor ikkje naudsynt å ta omsyn til ein belastningsfaktor.

Vi har valt ein 630 kVA transformator sidan denne vil vera høgt nok dimensjonert om det kjem fleirmannsbustadar i nettet. Verdier for nettet med ein 630 kVA transformator er gitt i vedlegg 19 - 27. Slik nettet er med 45 abonnentar er transformatoren belasta 36 % når ein reknar effektbruken ved Velander. Ved ein effektbruk på 10 kW per abonnent er transformatoren belasta med 78 %. Vi såg i delkapittel 3.2.1 at denne transformatoren har høgast verknadsgrad ved 37 %.

Prisforskjellen mellom 500 kVA og 630 kVA er ikkje stor, men 500 kVA er eit godt alternativ til 630 kVA då denne mest sannsynleg vil vera høgt nok dimensjonert. Vi har bytta ut transformatoren i planen vi laga i Netbas og sett at verdiane for spenningsfall og kortslutingsstraumar har endra seg noko, men er framleis tilfredstillande. Desse ligg som vedlegg 10 - 18. Ved 10 kW per abonnent er denne transformatoren belasta med 103 %. Ved bruk av Velander er transformatoren belasta 48 %.

Ein transformator på 350 kVA er ikkje eit godt alternativ sidan ein kan risikera at den ikkje er høgt nok dimensjonert ved forbrukstoppane og om det vert mange fleirmannsbustadar.

Slik nettet er med 45 einebustadar vil ein 500 kVA transformator vera høgt nok dimensjonert. Det vil også vera kapasitet til nokre fleirmannsbustadar då vi ikkje ser for oss at kvar abonnent vil trekka 10 kW på same tid. Oppdragsgjevar må vurdere transformator dimensjon når det er avklart kor mange fleirmannsbustadar det kjem i byggefeltet. Forbruket er typisk høgast om vinteren, og då kan ein forsvara å overbelasta transformatoren noko sidan den vil ha god kjøling. Om byggefeltet vert vesentleg utvida ved eit seinare tidspunkt kan ein bytta ut transformatoren då.

6.6 Vern

6.6.1 Korleis dimensjonera storleiken på eit vern (kurssikring)

Eit vern (I_n) skal beskytta ein kabel mot overbelastning. Vernet må tilpassast kabelversnitt og belastningsstraum (I_B) som er den straumen som ein belastning trekker frå nettet.

Definisjonar:

- Belastningsstraum (I_B) er den høgaste straumen som belastninga trekker frå nettet. Denne verdien vert enten målt eller berekna. Det er denne straumen ein bereknar for kretsen.
- Vern (I_n) er storleiken på kurssikringen som kabelen skal sikrast med slik kabelen ikkje tek skade.
- Straumforsyningsevna (I_z) er den maksimale straumen kabelen toler før isolasjonen tek skade med ein omgjevnadstemperatur på 30°C.

Belastningsstraumen (I_B) må vera lågare eller lik storleiken på vernet (I_n) som igjen må vera lågare eller lik straumleiingsevna (I_z) [55].

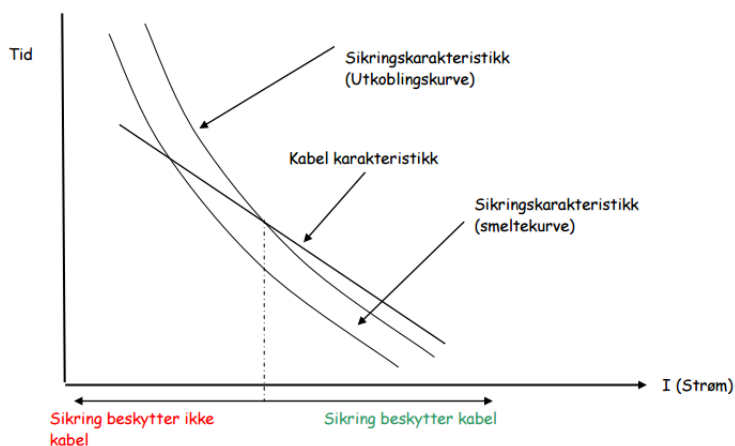
6.6.2 Kortslutningsvern

Alle delar av anlegget i ein elektrisk installasjon skal vera beskytta mot den høgaste kortslutningsstraumen som kan førekomma. Det vil seia at sikringsmateriell, kablar og leidningar som ikkje i seg sjølv toler dei høgste kortslutningsstraumane må ha eit førekopla kortslutningsvern som har stor nok bryteevne til å bryta ein eventuell kortslutningsstraum. Eit kortslutningsvern beskyttar inntaksleidningen mellom inntaket og overbelastningsvernet mot kortslutning. Kortslutningsvernet vert montert i forkant av inntaksleidningen [56]. Ulike typar kortslutningsvern ein kan nytta:

- Effektbrytar er ein brytar i ein straumkrins som er dimensjonert for å slutta, føra og bryta normale belastningsstraumar samt spesifiserte kortslutningsstraumar [57] [58].
- Smeltesikring består av ein metalltråd som går igjennom sikringa, omgjeven av sand. Om sikringa vert belasta over merkestraumen vil tråden smelta av den høge varmen, straumen vert broten og lysbogen vert sløkt av sanden. Den bryt ein krets når merkestraumen vert overskriden for å beskytta mot overbelastning og kortslutning [58].
- Automatsikring kan i motsetning til smeltesikring koplatt inn igjen ved ein trykknapp, fordi det ikkje har er ein stråd som smeltar [59].
- Høgeffektsikringar/knivsikringar er ein smeltesikring som vert nytta i høgare effektklassar [60].

Det kan også nyttast kombinerte vern mot overbelastning og kortslutning. Dette vernet kombinerer overbelastnings- og kortslutningsbeskyttelse av inntaksleidningen.

Bryteevna til vernet må vera minst like stor som største kortslutningsstraum som ein kan regna med der vernet vert plassert [61].



Figur 40 Diagram for leiarens karakteristikk saman med sikringskarakteristikk.

I figur 40 ser vi leiarens kabelkarakteristikk sett saman med sikringens karakteristikk. Ein sikring har to kurver; ei smeltekurve og ei utkoblingskurve. Det er utkoblingskurva som bestemmer når sikringa bryt straumen, ikkje smeltekurva, og i skjæringspunktet mellom denne og kabelkarakteristikken ser ein kvar kabelen er beskytta av sikringa [52].

Dimensjonering av kortslutningsvern i byggefeltet

Kursane har kortslutningsvern plassert i nettstasjon som skal beskytta matekabelen mot kortslutning.

Tabell 16 Data for kursane

Kurs nr.	Kortslutningsstrøm min (A)	Kortslutningsstrøm maks (A)	Belastningsstrøm I_B (A)	Straumleiings-evne (A) [35]	Kortslutningsvern (A)
1	2 221	9 392	166	435	NH 2 250 A
2	9 421	12 742	60	435	NH 2 200 A
3	1 835	8 159	229	435	NH 2 315 A
4	2 635	8 306	197	435	NH 2 250 A

Vi ser i tabell 16 at kriteriet for beskyttelse mot overbelastning ($I_B \leq I_n \leq I_z$) er møtt for alle kursane. Kortslutningsvern til kursane har bryteevne 120 kA [39], og vil kunne bryta ved høgaste kortslutningsstrøm.

Vern i kabelskapa

Det vert montert eit kortslutningsvern på 80 A i kabelskapa før stikkabel inn til kvar abonnent. Dette vernet skal beskytta stikkabelen mot kortslutning, samt beskytta mot overbelastning av kabelen over tid.

Tabell 17 Data for abonnentane med høgast og lågast kortslutningsstrømar

Kortslutningsstrøm min (A)	Kortslutningsstrøm maks (A)	Belastningsstrøm I_B (A)	Straumleiings-evne I_z (A) [35]	Vern I_n (A)
1 027	3 419	15	180	NH 00 80 A
2 685	7 582	15	180	NH 00 80 A

I tabell 17 er nødvendige data for vurdering av kortslutningsvern vist. Alle abonnentane har tilfredstillande minimum kortslutningsstrøm slik at kortslutningsvernet på 80 A vil løysa ut ved kortslutning. Kortslutningsvernet har bryteevne på 120 kA [39], og vil kunne bryta ved høgaste kortslutningsstrøm.

Vern hjå abonnentane

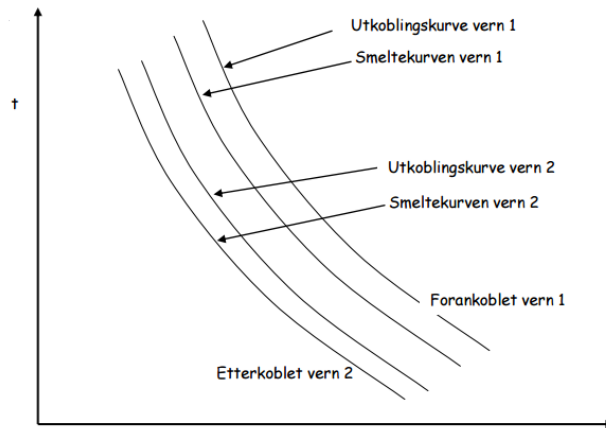
Abbonentane har ei inntakssikring plassert i tilknytningsskapet. Det er abonnent som er eigar og er ansvarleg for denne, og har rett til å belaste den fullt ut. Sikringa for einebustadar er på 50 A.

6.7 Selektivitet

Selektivitet i eit nett er viktig slik at det vernet som er nærast der ein feil oppstår løysar ut. Det er eit mål at færrest mogleg kundar vert ramma ved feil i nettet.

Ein kan finne ut om ein har selektivitet i nettet ved å samanlikna ulike karakteristikkar for verna og sjå på om den etterkopla smeltesikringas bryteenergi er lågare enn den førekopla smeltesikringas smelteenergi. Den førekopla sikringa si smeltekurve skal ikkje tangera utløysekurva for den etterkopla sikringa som vist i figur 41 [52].

Netbas har ein funksjon for å testa selektiviteten i nettet. Resultatet av denne ligg i vedlegg 27.



Figur 41 figur som syner korleis ein oppnår selektivitet [52]

6.8 Jordingsssystem

Eit jordingssystem skal sikra at mellom anna berøringsspenningar er i samsvar med krav i føreskriftene, i tillegg til å gi ei god avleiing til jord for overspenningar ved atmosfæriske utladningar eller ved feil på elektriske anlegg [61].

6.8.1 Global jord

FEF 2006 - §1-5, definisjoner: "Global jord: (utbredt jordingssystem) jordingssystem som består av sammenkoblede nærliggende jordingssystem og som sikrer at farlige berøringsspenninger ikke oppstår. Et slikt system kan sies å danne en overflate med samme ekvipotensialnivå [62]."

Global jord finn ein typisk i store kabelnett i tettbygde strøk, der det ligg ein blank jordleiar i kabelgrøftene som er knytt saman med alle metalldele som kan føra jordpotensial i nærleiken av dei elektriske installasjonane [61].

6.8.2 Vilkår som påverkar jord

Når ein skal vurderer om eit jordingssystem er globalt er det fleire forhold som spelar inn, og nokre av desse kan vera vanskeleg å skaffa oversikt over. For å berekna jord treng ein desse parametera:

- Representativ jordresistivitet for området (bør helst målast).
- Einpolt jordfeilstrom for HS-nettet.
- Arealet av området om nettet dekker.
- Tverrsnitt på jordtråden i bakken (denne skal ikkje ver lagt i røyr).
- Total lengde på jordtråden dersom denne er samankopla i HS- og LS-anlegget [61].

6.8.3 Prosjektering av global jord i Storehaugen byggefelt

I byggefeltet er jordtråden i høgspen- og lågspenngrofter samankopla, det vil seia at jordingssystemet er ei sirkelflate. Ved ein jordfeil reknar ein potensialstigninga til denne flata i forhold til sann jord. Ein går ut frå at jordelektrodane innanfor området er nokolunde jamt fordelt. Ved å rekna ut overgangsmotstanden ved formel 9 og nytta resultatet ein får i denne til å rekna ut potensialstigning ved formel 10.

Formel 9 Overgangsmotstand [17]

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\left(\frac{\pi}{A} + \frac{\rho}{L_T}\right)}$$

Formel 10 Potensialstigning [17]

$$U_E = R_g \cdot I_j$$

der

R_g	overgangsmotstand for den ekvivalente potensialflaten (sirkel)	[Ω]
L_T	total lengde på jordleiaren i grøft	[m]
A	arealet som jordingsanlegget dekker	[m ²]
ρ	gjennomsnittleg jordresistivitet for området	[Ω m]
I_j	einpolt jordfeilstraum	[A]

Om potensialstigninga U_E er under 150 V har ein global jord [17].

Vi har ikkje målt resistiviteten i jordsmonnet, men vi har i staden for nytta ein tabell og anteke at Storehaugen byggefelt har jordsmonn av sand. Resistiviteten for sand er 1000 Ω m. Det er ikkje usannsynleg at jordsmonnet på Sande er av sandjord, noko som vil gi betre verdiar for resistivitet [63].

Vi har nytta REN sin kalkulator for utrekning av global jord i byggefeltet [64]. Vi fekk ei potensialstigning på 56,9 V, noko som tilseier at global jord er oppnådd her, sjå vedlegg nr 28.

6.9 Resultat av prosjekteringa

Det prosjekterte distribusjonsnettet oppfyller alle krav til spenningskvalitet, kortslutningsstraumar, selektivitet og jording. Resultata av prosjekteringa er gitt i vedlegg 8 – 27. Vedlegg 8 og 9 syner nettet slik det er prosjektert med namngiving av kabelskap. Vedlegga 10-27 syner verdiar for nettet i nettskjema ved ei belastning på 10 kW per abonnent og ved bruk av Velander. Verdiane som er vist er spenningar i volt, straumar i ampere og belastning av nettet gitt i prosent. I tillegg ligg det teikningar som er uavhengig av belastning som syner kortslutningsstraumar og selektivitet. Det ligg teikningar for nettet med transformatorane 500 kVA og 630 kVA.

7 Økonomi

Utbygginga av distribusjonsnettet på Sande har ein investeringskostnad, vi tek for oss denne i delkapittel 7.1. I delkapittel 7.2 tek vi for oss kven som betalar for utbygginga av distribusjonsnettet.

Når nettet er ferdigstilt vil det ha kostnadar knytt til drift, avbrot, vedlikehald og elektriske tap. Vi ser litt på kostnadar knytt til elektriske tap i delkapittel 7.3.6 der vi reknar ut økonomisk tverrsnitt til kablane i nettet. Kostnadar knytt til drift, avbrot og vedlikehald tek vi ikkje omsyn til.

7.1 Kostnadskalkyle

Vi har nytta kostnadskalkylen til REN for å laga materielliste, ressursliste og budsjett for utbygginga av distribusjonsnett til Storehaugen byggefelt. Kostnadskalkylen krev lite detaljkunnskap om prosjektet då ein legg inn hovudkomponentane i prosjektet ved budsjettkodar og får opp gjennomsnittsmengder for underliggjande kodar.

Materiellprisane i REN sin kostnadskalkyle er basert på innsamla informasjon om innkjøpsprisar frå bransjen. På prisane er det i tillegg lagt til 15 % som skal representera omkostningar for blant anna innkjøp, transport og lager. Dei reelle innkjøpsprisane for nettselskapa er sjeldan dei same som prisane som er angitt i kostnadskalkyla.

Vidare set kostnadskalkylen blant anna føresetnad om at REN-anbefalingar vert nytta, kjende arbeidsmetodar og montasjeteknikkar, lite forstyringar under utføring og normalt ver [65]. Vi har i samarbeid med rettleiaren vår ved Sunnfjord Energi endra nokre av dei underliggjande kodane slik at kostnaden vert meir realistisk med vårt prosjekt sine føresetningar. For eksempel har vi fjerna kostnadar knytt til graving av grøfter då utbyggar av byggefeltet står for desse.

Den totale kostnaden til prosjektet vårt er berekna til 983 203 kr. Den største utgiftsposten i prosjektet er materialkostnad som inkluderer nettstasjon med innhald, kabelskap, kablar og kabelrøyr. Fullstendig budsjett for utbygginga er gitt i vedlegg 29 Materielliste og ressursliste er gitt i vedlegg 30 og vedlegg 31.

7.2 Anleggsbidrag

Anleggsbidrag er den delen av kostnaden knytt til tilkopling av nye kundar til nettet som utbyggar skal dekkja. Anleggsbidrag for nyutbyggingar reknar ein ut ved formel 11.

Formel 11 Anleggsbidrag [2]

$$Ab = Ik - Bf - Tg \quad [\text{kr}]$$

der

$$Ab \quad \text{anleggsbidrag} \quad [\text{kr}]$$

$$Ik \quad \text{investeringskostnad} \quad [\text{kr}]$$

$$Bf \quad \text{botnfrådrag} \quad [\text{kr}]$$

$$Tg \quad \text{tilknytingsgebyr} \quad [\text{kr}]$$

Botnfrådrag er ein del av investeringskostnaden som nettselskapet dekker. Ved bruk av eit botnfrådrag vert investeringskostnaden til anlegget fordelt mellom kunden som utløyser investeringa og nettselskapet sine resterande kundar [2]. I Sunnfjord Energi opererer ein i dag med eit botnfrådrag på 30 000 kr per tilknytning.

Tilknytingsgebyr er eit gebyr som kan krevjast ved nye tilknytingar [2]. Sunnfjord Energi tek ikkje tilknytingsgebyr.

Frå formel 11 kan vi rekna ut anleggsbidrag for heile anlegget.

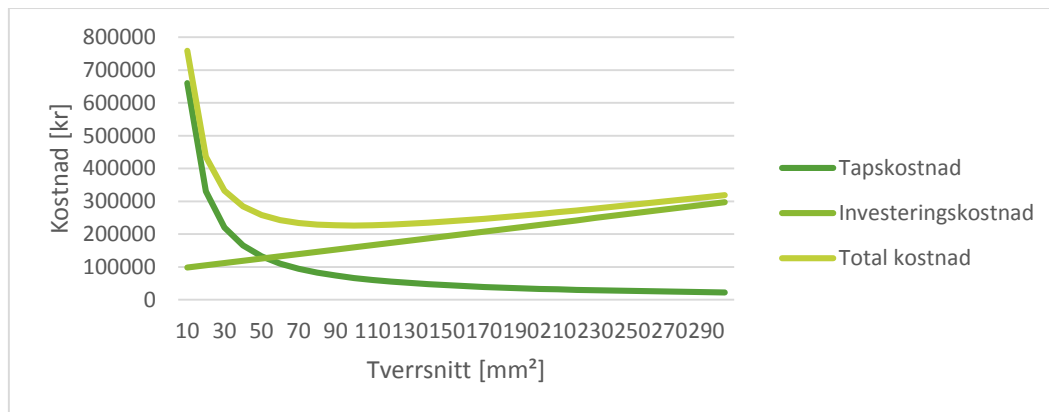
$$Ab = 983\,203 - 30\,000 \cdot 45 - 0 = -366\,797 \text{ kr}$$

Anleggsbidraget er her negativt, noko som betyr at botnfrådraget dekker heile utbygginga av distribusjonsnettet i Storehaugen byggefelt.

7.3 Økonomisk tverrsnitt

Vi vil finna det tverrsnittet som gjev dei lågaste totale kostnadane gjennom anlegget si økonomiske levetid. Figur 42 syner den totale kostnaden gjennom anlegget si levetid som funksjon av tverrsnittet, der det lågaste punktet på grafen vil vera ved det økonomiske tverrsnittet. Vi skal sjå nærare på korleis økonomisk tverrsnitt vert rekna ut i dette kapittelet.

I berekningane i dette delkapittelet har vi teke utgangspunkt i straumane i nettet med 630 kVA transformator og standard tverrsnitt. Vi ser vekk frå eventuell framtidig effektauke og kostnadar knytt til vedlikehald, drift, administrasjon og reaktive tap.



Figur 42 Total kostnad som funksjon av tverrsnitt A [mm²] ved gitt belastning I [A]

7.3.1 Investeringskostnader

Investeringskostnaden for kablar er gitt ved:

Formel 12 Investeringskostnad [66]

$$K_0 = (k_0 + k_{tv} \cdot A) \cdot l \quad [\text{kr}]$$

der

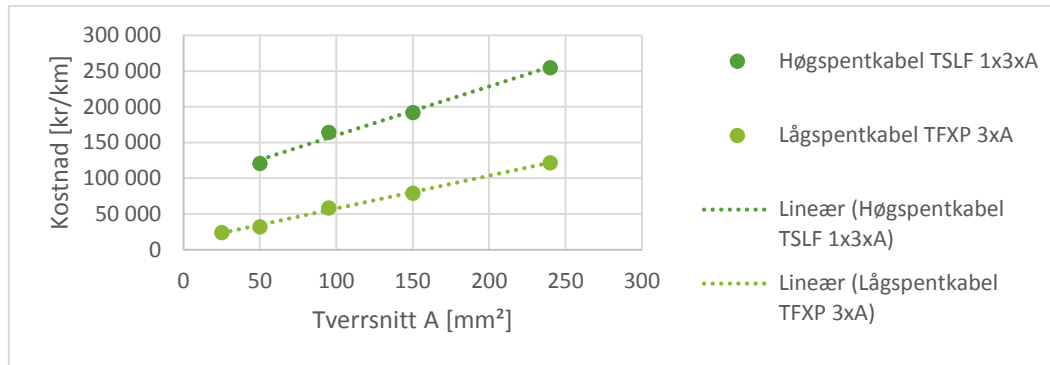
k_0 tverrsnittuavhengig kostnad [kr/km]

k_{tv} tverrsnittavhengig kostnad [kr/km, mm²]

A tverrsnitt [mm²]

l lengde [km]

Vi ser av formel 12 at deler av kostnaden ikkje er avhengig av tverrsnitt, dette kan for eksempel vera kostnad knytt til fiberrør på TFXP-kabelen eller jordleiar på TSLF-kabelen. Resten av kostnaden er knytt til tverrsnitt. Vi har henta prisar på kablane ved forskjellige tverrsnitt frå REN sin kostnadskalkyle. Kostnadane for kablane vi nyttar er vist i figur 43 som funksjon av tverrsnittet.



Figur 43 Investeringskostnad for høgspenkabel og lågspenkabel som funksjon av tverrsnitt A [mm²]

Ved lineær tilnærming kan investeringskostnaden K_0 skrivast for kablane.

Formel 13 Investeringskostnad for kablane

$$K_0 = (91581 + 684 \cdot A) \cdot l \quad [\text{kr}]$$

$$K_0 = (11957 + 458 \cdot A) \cdot l \quad [\text{kr}]$$

7.3.2 Elektriske tap

Tap i ei overføring er:

Formel 14 Tap i kabel [66]

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \quad [\text{W}]$$

Formel 15 Motstand i kabel [66]

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad [\Omega]$$

der

$$\rho \quad \text{resistivitet} \quad [\Omega \text{ mm}^2/\text{km}]$$

Motstanden R i kabelen er avhengig av resistiviteten til leiaren, tverrsnittet og lengda til kabelen. Resistiviteten til aluminium er $30,0 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$ og $18,2 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$ for koppar. Kablane vi nyttar har leiar av aluminium.

7.3.3 Tapkostnader

Kapitaliserte tapkostnader i den økonomiske levetida er

Formel 16 Kapitaliserte tapkostnader [66]

$$K_{\Delta P} = 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{l}{A} \cdot 10^{-3} \cdot k_{pgj} \cdot \lambda_{r,N} \quad [\text{kr}]$$

der

$$k_{pgj} \quad \text{gjennomsnittleg ekvivalent tapspris i den økonomiske levetid [kr/kW, år]}$$

$$\lambda_{r,N} \quad \text{kapitaliseringsfaktor med kalkulasjonsrente r og analyseperiode N}$$

Konstantar

Sunnfjord Energi reknar med ein tapspris på 27 øre/kWh dei neste 10 åra. Denne prisen er eit anslag, og kjem mest sannsynleg til å endra seg. Det økonomiske tverrsnittet er avhengig av tapsprisen. Om prisen går opp vil også det økonomiske tverrsnittet gå opp.

Vi nyttar ei kalkulasjonsrente på 7 %. Kalkulasjonsrenta er ønska avkastning på investeringskapitalen, økonomisk tverrsnitt søkk når kalkulasjonsrenta stig. Vi har sett økonomisk levetid til 30 år, men faktisk levetid er truleg høgare. Om ein aukar den økonomiske levetida vil økonomisk tverrsnitt auka sidan ein tek med tapkostnadane over fleire år. Verdiane for kalkulasjonsrenta og levetida gjev ein kapitaliseringsfaktor på 12,41.

7.3.4 Totale kostnader

Formel 17 Totale kostnader [66]

$$K_{tot} = (k_0 + k_{tv} \cdot A) \cdot l + 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{l}{A} \cdot 10^{-3} \cdot k_{pgj} \cdot \lambda_{r,N} \quad [\text{kr}]$$

Optimalt økonomisk tverrsnitt er når dei totale kostnadane er lågast. Matematisk kan det uttrykkast ved å derivera kostnadsfunksjonen og setta resultatet lik 0.

Formel 18 Optimalt økonomisk tverrsnitt [66]

$$\frac{dK_{tot}}{dA} = (k_0 + k_{tv} \cdot A) \cdot l + 3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot \frac{l}{A} \cdot 10^{-3} \cdot k_{pgj} \cdot \lambda_{r,N} = 0$$

$$A = \sqrt{\frac{3 \cdot I^2 \cdot \rho \cdot 10^{-3} \cdot k_{pgj} \cdot \lambda_{r,N}}{k_{tv}}} \quad [\text{mm}^2]$$

Ser vi tilbake på figur 42 ser vi at auken i totalkostnad er liten når tverrsnittet går over optimalt tverrsnitt, så det kan vera riktig å velja eit større tverrsnitt for å ta omsyn til ei eventuell framtidig belastningsauke. Ofte vil det optimale økonomiske tverrsnittet vera større enn nødvendig tverrsnitt med tanke på oppvarming og spenningsfall [34].

7.3.5 Belastning og brukstid

I delkapittel 2.2 såg vi på energiforbruk i distribusjonsnettet og korleis lasta endrar seg gjennom året og døgnet, derfor vil ikkje belastninga på kablane vera konstant. Tapa i overføringane er svært avhengige av straumen i kabelen som vist i formel 14 og belastninga vi legg til grunn i berekningane gjev difor stor innverknad på resultatet.

Om vi tek utgangspunkt i eit årleg forbruk på 20 000 kWh gjev det ein gjennomsnittleg straum på 3,36 A. Å ta utgangspunkt i dette vert feil sidan tapet ikkje aukar proporsjonalt med straumen.

I REN sine berekningar av økonomisk tverrsnitt tek dei utgangspunkt i at ein stikkabel er belasta 1200 timar i året med maksimal belastning. Dei nyttar ei tilsvarande brukstid på 1900 timar i året for matekablur [67].

Vi har i tillegg valt å rekna ut økonomisk tverrsnitt for straumane som Netbas har rekna ut ved bruk av Velander og eit årleg forbruk på 20 000 kWh. Sjå delkapittel 2.2.2 for koeffisientar og meir informasjon om Velander. Vi har nytta ei brukstid på 4545 timar som den inverse av Velanderkoeffisient 1. SINTEF har berekna ei tilsvarande brukstid på tap på 3950 timar for einebustadar, men dei har noko høgare Velanderkoeffisientar enn Netbas nyttar som standard [18]. Difor vil desse gje om lag det same resultatet.

7.3.6 Økonomisk tverrsnitt

Til å rekna ut dei økonomiske tverrsnitte og laga diagram har vi nytta ein sjølvlaga kalkulator i Excel som ligg i vedlegg 32. Denne er basert på formlane vi har presentert i dette kapitlet. I denne kan ein enkelt endra kabelprisar og andre konstantar.

Høgspenkabelen

Ved bruk av Velander er straumen i kabelen berekna til 6 A ved eit årleg forbruk på 20 000 kWh per abonnent. Ved innsetting i formel 18 får vi:

$$A = \sqrt{\frac{3 \cdot 6^2 \cdot 30,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,27 \cdot 4545 \cdot 12,41}{684}} = 8,5 \text{ mm}^2$$

Ved ei belastning på 10 kW per abonnent er straumen 13 A i høgspenkabelen. I REN sin kalkulator for økonomisk tverrsnitt tek dei utgangspunkt i ei brukstid på 1900 timar ved maksimum belastning. Økonomisk tverrsnitt vert då:

$$A = \sqrt{\frac{3 \cdot 13^2 \cdot 30,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,27 \cdot 1900 \cdot 12,41}{684}} = 11,9 \text{ mm}^2$$

Vi får her eit svært lågt økonomisk tverrsnitt og det minste tverrsnittet høgspenkabelen vert produsert i er 50 mm². Å nytta dette tverrsnittet kan verta problematisk med tanke på kortslutingsstraumar og sidan kabelen skal vera ein del av eit ringnett.

Lågspenkablane

Frå vedlegg 21 og 22 finn vi straumane i kablane ved Velander og ved 10 kW belastning i kvar abonnent. Økonomisk tverrsnitt er rekna ut ved bruk av formel 18.

Tabell 18 Økonomisk tverrsnitt for lågspenkablar i Storehaugen byggefelt

	Alternativ 1		Alternativ 2	
	Straum [A] ved Velander (20 000 kWh)	Tverrsnitt [mm ²]	Straum [A] ved 10 kW per ab.	Tverrsnitt [mm ²]
Stikkabel	10	17,3	15	13,3
Matekabel 1	32	55,4	60	67,1
Matekabel 2	40	69,2	77	86,1
Matekabel 3	47	81,3	91	101,8
Matekabel 4	54	93,4	106	118,6
Matekabel 5	76	131,5	153	171,1
Matekabel 6	82	141,9	166	185,7
Matekabel 7	96	166,1	197	220,3
Matekabel 8	111	192,0	229	256,1

Frå tabell 18 ser vi at økonomisk tverrsnitt ved bruk av dei to datagrunnlag er nokså like. Ved bruk av alternativ 1 er samtidsfaktor medrekna i motsetning til ved bruk av alternativ 2. Difor meiner vi at alternativ 1 gjev dei det mest riktige tverrsnitte for matekablane.

7.3.7 Lågspennettet ved økonomisk tverrsnitt

Økonomisk tverrsnitt er ikkje nødvendigvis bra nok med tanke på kortslutningsstraumar og spenningskvalitet. Vi har sjekka i planen i Netbas om det er mogleg å nytta tverrsnittet for matekablar og stikkablar som ligg nærast over økonomisk tverrsnitt (alternativ 1). Resultatet for dette er vist i vedlegg 33-37 og syner at nettet tilfredstill dei gitte krav.

Lågaste kortslutingsstraum er 531 A noko som er høgt nok til at kortslutingsvernet vil løysa ut, men vesentleg lågare enn 1027 A som var lågast i nettet ved bruk av standardiserte tverrsnitt ved Sunnfjord Energi. Ved bruk av Velander får vi høgaste spenningsfall frå transformator til abonnent på 8,3 V mot 6,6 V ved bruk av standard tverrsnitt.

Tabell 19 Nye tverrsnitt og prisdifferanse frå standard tverrsnitt

	Straum [A] ved Velandar (20 000 kWh)	Tverrsnitt [mm²]	Lengde [km]	Prisdifferanse frå standard tverrsnitt [kr]
Stikkabel	10	25	2,2	17 710
Matekabel 1	32	95	0,034	2 151
Matekabel 2	40	95	0,098	6 199
Matekabel 3	47	95	0,162	10 246
Matekabel 4	54	95	0,092	5 819
Matekabel 5	76	150	0,092	3 915
Matekabel 6	82	150	0,090	3 830
Matekabel 7	96	240	0,120	0
Matekabel 8	111	240	0,116	0

I tabell 19 har vi rekna ut kor mykje vi sparar ved å nytta økonomisk tverrsnitt over standardtverrsnitt. Kabelprisane er henta frå REN sin kostnads kalkyle. Ved å nytta økonomisk tverrsnitt sparar ein 49 870 kr i kabelkostnadar i Storehaugen byggefelt. Sunnfjord Energi får betre prisar på kablane når dei kjøper store mengder av same tverrsnitt så difor vert ikkje den reelle innsparinga like stor.

7.3.8 Optimal økonomisk belastning av kabelen

Kablar kjem i gitte tverrsnitt, vi har i tabell 20 og 21 rekna ut optimal økonomisk belastning av desse tverrsnitt. Verdiane kan vera nyttige i prosjekteringsarbeidet då ein kan nytta tabellane til å velja ein kabel utifrå belastningsstraumen. Vi finn straumen ved å setta A lik standardtverrsnittet i formel 18 og løyse med omsyn på I. Vi har teke utgangspunkt i at kabelen vert nytta heile året med same kabelpris, straumpris og kapitaliseringsfaktor som tidlegare.

Tabell 20 Optimal økonomisk belastning av høgspenkabel

Tverrsnitt [mm²]	Optimal belastning [A]	Maks belastning 24 kV PEX kabel lagt i jord [A]
50	24,1	170
95	46,7	240
150	72,2	310
240	115,6	400

Tabell 21 Optimal økonomisk belastning av lågspenkabel

Tverrsnitt [mm²]	Optimal belastning [A]	Maks belastning 1 kV PEX kabel lagt i jord [A]
25	9,9	125
50	19,7	180
95	37,4	260
150	59,1	335
240	94,6	435

7.3.9 Drøfting

Å rekna ut økonomisk tverrsnitt er komplisert sidan ein må kjenna til forventta forbruk for å få eit godt resultat. Alle konstantane i berekinga spelar også inn. Den faktiske levetida til anlegget og straumprisen i levetida er antekne verdiar.

Faktorar som tilseier at ein bør gå over økonomisk tverrsnitt:

- Om ein aukar levetida til anlegget vil det økonomiske tverrsnittet gå opp, og det er sannsynleg at anlegget varar i meir enn 30 år.
- Høgare forbruk gjer at tapskostnadane går opp.
- Om ein seinare må grava opp grøftene for å bytta ut kabelen vil denne kostnaden vera mykje høgare enn kostnaden ved å gå opp på tverrsnitt no.
- Ein får høgare kortslutningsstraumar som vil minska problem knytt til utfordrande elektriske apparat som vi såg på i delkapittel 2.3.

Faktorar som tilseier at ein bør gå ned på tverrsnitt:

- Om straumprisane går ned vil tapskostnadane gå ned, dermed vil økonomisk tverrsnitt vera mindre.
- Om forbruket søkk vil også tapskostnaden gå ned.

8 Konklusjon

I rapporten har vi skrive om korleis eit distribusjonsnett fungerer og kva komponentar som er i nettet. Vi skriv om energiforbruk og korleis vi ser føre oss at elektrisitetsbehovet i det nye byggefeltet går ned, medan effektforbruket kan sjå ut til å gå opp. Vi har sett på HMS generelt, HMS i Sunnfjord Energi spesielt og HMS for prosjektet.

Vi har sett på elektromagnetiske felt, og har i det høvet vore ute og målt magnetfelt i eit byggefelt tilsvarende Storehaugen. I desse målingane såg vi at magnetfelta rundt nettstasjonen var innafor grenseverdien på $0,4 \mu\text{T}$ for dei avstandane der ein kunne tenkja seg at det kjem eit hus. Magnetfeltet rundt kabelskap kan komma over grenseverdien i same avstand, så utbyggar lyt passa på kvar på tomtene husa skal byggast.

Ved plassering av nettstasjon med transformator, kabelskap og kablar har vi gått utifrå kva som er praktisk både for Sunnfjord Energi, utbyggar og bebuarar. Vi har også følgt retningslinjer frå Sunnfjord Energi. Ved dimensjonering av kablar har vi gått utifrå standardverdiar sidan dette forenkler lagerhald og montering. Ved å velja desse dimensjonane sikrar ein også høge nok kortslutningsstraumar og spenningsnivå. Ved val av kabelskap har vi teke omsyn til kor mange modular skapet skal innehalda. Vi har valt ein transformator på 630 kVA transformator fordi prisforskjellen mellom denne og den som er mindre ikkje er så stor, og ein då er sikra at transformatoren er stor nok ved eventuelle utbyggingar.

Vi har nytta REN sin kostnadskalkyle og rekna ut totalkostnaden for prosjektet til å verta 983 203 kr. Botnfrådraget er stort nok til å dekkja investeringskostnaden for distribusjonsnettet slik at utbyggar ikkje treng å betala anleggsbidrag. Vi har rekna ut økonomisk tverrsnitt for kablane og sett at det er mogleg å gå ned i tverrsnitt, men sjølv om nettet tilfredstill gitte krav gjev dette eit svakare nett.

9 Prosjektadministrasjon

9.1 Organisering

9.1.1 Oppdragsgjevar

Oppdragsgjevar for prosjektet har vore Sunnfjord Energi som har områdekonsesjon til utbygging av distribusjonsnett i Sunnfjord.

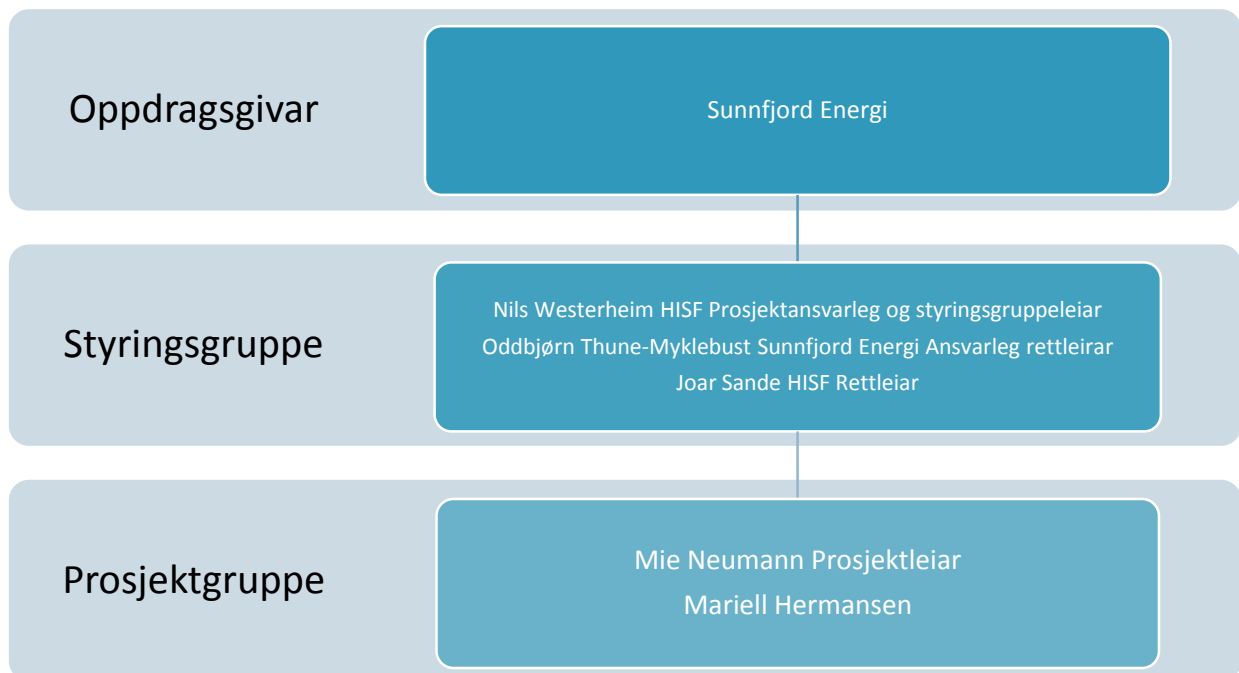
9.1.2 Styringsgruppa

Styringsgruppa har bestått av prosjektansvarleg og styringsgruppeansvarleg Nils Westerheim, rettleiar Joar Sande, begge frå Høgskulen i Sogn og Fjordane og ansvarleg rettleiar Oddbjørn Thune-Myklebust frå oppdragsgjevar Sunnfjord Energi.

9.1.3 Prosjektgruppa

Prosjektgruppa har bestått av to avgangsstudentar ved Høgskulen i Sogn og Fjordane våren 2015.

Mie Neumann har vore prosjektleiar og har hatt ansvar for at framdriftsplanen vert følgd, samt ansvar for forprosjektrapport, hovudprosjektrapport, møteinnkalling og møtereferat. Mariell Hermansen har hatt ansvaret for prosjekteringa i Netbas og nettstaden. Figur 44 syner organisasjonskart.



Figur 44 Organisasjonskart

9.1.4 Prosjektperiode

Forprosjektperioden varte frå 21 januar 2015 til 16 februar 2015. Hovudprosjektperioden varte frå 17 februar til 28 mai.

9.2 Gjennomføring i forhold til plan

I tida før vi fekk utdelt denne oppgåva var vi aktive ved å snakka med aktuelle oppdragsgivarar for å undersøka moglegheitene for å få ei oppgåve hjå dei, samstundes som vi hadde kontakt med prosjektansvarleg ved HiSF for tilbakemeldingar om andre aktuelle oppgåver. Vi fekk i slutten av januar ei oversikt over nokre aktuelle oppgåver frå prosjektansvarleg Nils Westerheim. Vi valde då denne oppgåva, sjølv om den eigentleg var tiltenkt ei gruppe på tre personar. Vi fekk utdelt

prosjektet den 21. januar og starta då med forprosjektet. At vi kom i gang med oppgåva så seint førte til at forprosjektperioden vart litt forseinka, noko som igjen førte til at vi har fått noko lågare timetal enn kva vi hadde tenkt i byrjinga.

Målet med forprosjektperioden er å planlegga gjennomføring av prosjektet, og dette skulle resultera i ein forprosjektrapport. Vi fann i denne perioden mål og tittel for prosjektet, korleis vi skulle gjennomføra prosjektet og vi laga Gantt-skjema for framgang.

Etter at vi fekk godkjent forprosjektet starta vi på sjølve prosjektet. Der har det meste gått etter planen, vi vart litt forsinka med å setta oss inn i REN, men dette har ikkje gått utover noko seinare. Prosjekteringa i Netbas har gått bra, vi kom i mål på den tida vi hadde sett opp. Gjennomføring av kostnadsalkylen gjorde vi mykje tidlegare enn kva vi hadde planlagt, dette var fordi det passa betre å ta den samtidig som vi gjennomførte prosjekteringa i Netbas. Vi vart forsinka med måling av magnetfelt, sidan Sunnfjord Energi hadde problem med å få fat i magnetfeltnålaren vi skulle nytta.

Vi fann i slutten av prosjektperioden ut at vi kunne ha nytta ein 500 kVA transformator i staden for 630 kVA, dette gjorde at vi fekk litt uventa arbeid med å gå over verdiane for å sjekka at nettet framleis tilfredstill gitte krav ved denne storleiken også. Sidan vi fann utav dette etter at mesteparten av rapportskriving og berekningar var gjennomført, er rapporten basert på at det er plassert ein 630 kVA transformator i nettet.

Vi jobba i heile prosjekterperioden jamt med rapportskriving, og skreiv om dei ulike emna samstundes som vi hadde sett opp at vi skulle jobba med dei. Dei siste vekene før innlevering nytta vi mykje tid på å ferdigstilla rapporten og prosjektet, slik at vi fekk ein god rapport med god flyt.

Ved innlevering har vi 446 og 445 timar per student. Vi ferdigstilte rapporten i samsvar med Gantt-skjema. Gantt-skjema finn du som vedlegg nr. 38 og timelister som vedlegg 39.

9.3 Generell prosjektevaluering

Sidan vi har jobba med prosjektarbeid saman tidlegare, kjenner vi kvarandre godt, og har ein god kommunikasjon i gruppa. Dette har gitt oss eit svært godt grunnlag for ei vellukka gjennomføring av dette prosjektet. Vi er godt nøgde med at vi har klart å arbeida jamt med prosjektet gjennom semesteret, samt at vi har halde oss til Gantt-skjema vi sette opp i forprosjektperioden om ein ser vekk frå faktorar som vi ikkje kan påverka.

Med tanke på at denne prosjektoppgåva eigentleg var tiltenkt ei gruppe med tre personar meiner vi at vi har gjennomført og levert eit svært godt resultat. Dei timane vi har jobba har vi jobba svært godt og effektivt.

Prosjektet har vore eit aktuelt teoretisk prosjekt i høve utdanninga vår. Vi har sett på prosjektet som ein anledning til å setta oss inn i korleis eit distribusjonsnett fungerer, og kva enkeltkomponentar det består av. For å gjera prosjektet litt mindre teoretisk har vi vore med på ei vedlikehaldsrunde på nettstasjon og målt magnetfelt rundt kabelskap og nettstasjonar. Dette er eit prosjekt som skal gjennomførast av oppdragsgivar i nær framtid. Vi har hatt ansvar for ein stor del av prosjekteringa, og rettleiaren vår skal etter innlevering gå igjennom prosjektet vårt for å sjå om han kan realisera det vi har prosjektert.

Vi har gjennom heile prosjektperioden hatt fokus på at vi skal levera ein god, oversikteleg og lett forståeleg rapport som andre studentar kan nytta i seinare prosjektarbeid og som eit oppslagsverk.

9.4 Måloppnåing

Hovudmålet for prosjektet vårt, å prosjektera distribusjonsnett for Storehaugen byggefelt har vi gjennomført. Vi har valt å skriva mykje om distribusjonsnett og komponentane i nettet under dette målet. Vi har også oppnådd delmåla våre. Vi har vurdert miljø, risiko og magnetfelt, vi har hatt eit høgt fokus på HMS, spesielt å laga ein SHA-plan for vårt prosjekt. Vi har valt å plassera trasé og nettstasjon i samsvar med gitte retningslinjer frå Sunnfjord Energi. Vi har utarbeida materialliste med mengdeberekning og total kostnad for distribusjonsnettet i kostnadskalkylen til REN. Vi har rekna ut anleggsbidrag, og rekna ut økonomisk tverrsnitt. Vi har nytta mykje tid på dei ulike måla, og har i tillegg til å fullføre desse lært utruleg mykje om distribusjonsnett og faget generelt.

9.5 Arbeidsmetodar

Vi har hatt tilgang til kontorplass med programvare 2-3 dagar i veka. Vi har nytta mykje dataprogramma Netbas og REN, i tillegg til utrekningar i Excel og sjølvstendig Word til tekstbehandling. Vi har arbeidd mykje sjølvstendig i gruppa, men har også fått god rettleiing frå rettleiar og andre tilsette ved Sunnfjord Energi. Vi har gjennom heile prosjektet hatt ein god dialog i gruppa og med styringsgruppa.

9.6 Møte

Vi hadde i forprosjektfasen ein plan om å halde uformelle møte i prosjektgruppa om lag kvar 14. dag. Sidan vi berre er to i gruppa fann vi fort ut at dette ikkje var naudsynt, då vi hadde god kontroll på kva den andre dreiv med uansett, og snakka mykje saman. Vi har heller kalla inn til møte med heile styringsgruppa når vi meinte det var naturleg. Vi har skreve referat frå desse møta. Møteinnkalling og møtereferat finn du som vedlegg nr. 40.

9.7 Dokumentstyring

Gruppa valde Dropbox som samarbeidsverktøy. Dropbox er ei nettlagringsteneste der vi oppretta ei delt prosjektmappe. Ulempa med Dropbox er at berre ein person kunne redigera i same dokument samtidig, og det har ingen funksjon som syner om dokumentet var ope hjå ein annan brukar. Vi har derfor kommunisert om kva dokument vi redigerte i for å unngå fleire versjonar av same dokument eller tapt arbeid.

9.8 Økonomi og ressursar

Vi har hatt 446 og 445 timar ved innlevering av prosjektet. Vi har jobba jamt og effektivt heile prosjektperioden og meiner at vi har oppnådd eit godt resultat sjølv om vi ikkje har normert tal timar.

Sunnfjord Energi har sponsa oss med tilgang til Netbas og REN, og vi har ikkje hatt nokre utgifter knytt til prosjektet.

9.9 Nettstad

Prosjektet har ein nettstad med adresse: <http://studprosjekt.hisf.no/~15steia>. Denne nettstaden inneheld informasjon om framgang, beskriving av prosjektet, dokument og kontaktinformasjon. Nettstaden vart oppretta som ein del av forprosjektet, og vart avslutta ved prosjektets slutt i slutten av mai.

Vi har nytta Adobe Dreamweaver som er eit webutviklingsverktøy til å laga nettsida. Dreamweaver er eit visuelt verktøy som let ein skriva kode på ein intuitiv måte og leggja til CSS filer som definerer utforming som skrifttypar, fargar og så vidare. Nettsida er bygd på HTML 5 kode med fluid layouts slik at innhaldet tilpassar seg skjermstorleiken og er dermed mobil- og nettbrettvenleg.

10 Lister

10.1 Figurliste

FIGUR 1 OVERSIKT OVER DEI ULIKE NETTNIVÅA MED ULIK OPPBYGGING [2]	4
FIGUR 2 LÅGSPENT MASKENETT DRIVE SOM STRÅLENETT [1]	5
FIGUR 3 LÅGSPENT STRÅLENETT [1]	5
FIGUR 4 PYRAMIDE FOR TOLKING AV LOVVERKET	6
FIGUR 5 SAMANLAGRA EFFEKTBRUK PER BUSTAD FOR TIDLEGARE BYGGEREGLAR OG FOR PASSIVHUS [19]	11
FIGUR 6 EFFEKTTREKANTEN	12
FIGUR 7 SIMENS SINNET I NETTSTASJON [27]	15
FIGUR 8 DØME PÅ TRANSFORMATOR FRÅ MØRE TRAFØ [28]	16
FIGUR 9 OPPBYGGING AV EIN TRANSFORMATOR MED JERNKJERNE, PRIMÆR- OG SEKUNDÆRSIDE, VIKLINGAR OG MAGNETFELT. [29]	16
FIGUR 10 EKVIVALENTSKJEMA TIL EINFASA TRANSFORMATOR [4]	17
FIGUR 11 TFXP-O 1 KV MED FIBERRØYR (8-TALL) [34]	19
FIGUR 12 TSLF-OJ [34]	20
FIGUR 13 TSLF-OJ 24 [34]	20
FIGUR 14 KABELDON CDC MED SKINNESYSTEM [35]	22
FIGUR 15 SIKRINGSKAPLARAR MONTERT PÅ SKINNER [35]	23
FIGUR 16 OPNING TIL PROVISORISK KABEL [35]	23
FIGUR 17 AD 300 [35]	23
FIGUR 18 SLD 00 [35]	23
FIGUR 19 NH 00 [38]	23
FIGUR 20 FD 3300 [35]	23
FIGUR 21 PEN-SKINNE I KABELSKAPET	24
FIGUR 22 FORSYNING TIL EINEBUSTAD [40]	25
FIGUR 23 EINLINJESKJEMA FOR TILKNYTING AV EINEBUSTAD [40]	25
FIGUR 24 TILKNYTING AV REKKEHUS [40]	26
FIGUR 25 TILKNYTING AV EINEBUSTAD MED UTLEIGE. [40]	26
FIGUR 26 KRAV TIL AVSTANDAR FOR PLASSERING AV MÅLAR. $A \leq 1,8\text{M}$, $B \geq 0,7\text{M}$ [41]	26
FIGUR 27 SPENNING MELLOM L1 OG JORD	31
FIGUR 28 ISOLATOR	31
FIGUR 29 OLJELEKKASJE	32
FIGUR 30 OLJENIVÅ	32
FIGUR 31 TRYKK PÅ SF6-ANLEGGET	32
FIGUR 32 AMPEREMETER	32
FIGUR 33 ORGANISASJONSKART FOR STOREHAUGEN BYGGEFELT	33
FIGUR 34 CONTAINARAR FOR KJELDESORTERING VED SUNNFJORD ENERGI	35
FIGUR 35 KART OVER DISTRIBUTJONSNETTET TEIKNA I NETBAS	41
FIGUR 36 FASE TIL NØYTRAL EKVIVALENTSKJEMA [4]	44
FIGUR 37 FASEDIAGRAM [4]	44
FIGUR 38 TEMPERATURFORDELING RUNDT EIN KABEL LAGT I MASSE MED TERMISK JORDRESISTIVITET PÅ $1,0\text{ }^{\circ}\text{KM/W}$ [52]	45
FIGUR 39 GRØFTESNITT SOM SYNER TO STIKKABLAR OG EIN MATEKABEL	46
FIGUR 40 DIAGRAM FOR LEIARENS KARAKTERISTIKK SAMAN MED SIKRINGSKARAKTERISTIKK.	49
FIGUR 41 FIGUR SOM SYNER KORLEIS EIN OPPNÅR SELEKTIVITET [51]	51
FIGUR 42 TOTAL KOSTNAD SOM FUNKSJON AV TVERRSNITT A $[\text{MM}^2]$ VED GITT BELASTNING I $[\text{A}]$	55
FIGUR 43 INVESTERINGSKOSTNAD FOR HØGSPENT- OG LÅGSPENTKABEL SOM FUNKSJON AV TVERRSNITT A $[\text{MM}^2]$	56
FIGUR 44 ORGANISASJONSKART	61

10.2 Tabelliste

TABELL 1 ENERGIRAMMER FOR BUSTADAR [6]	7
TABELL 2 ÅRLEG ELEKTRISITETSFORBRUK FOR ELBIL VED KØYRELENGDE 8 000 KM, 12 000 KM OG 16 000 KM	8
TABELL 3 ELEKTRISITETSFORBRUK FOR NOKRE HUSHALDSAPPARAT [14]	9
TABELL 4 TABELL OVER UTETEMPERATUR OG LASTFAKTOR TIL TRANSFORMATOR	18
TABELL 5 TABELL SOM SYNER KVA VERKSEMDE SKAL SØRGJA FOR MED TANKE PÅ INTERNKONTROLL [43]	28
TABELL 6 FRAMDRIFTSPLAN FOR STOREHAUGEN BYGGEFELT	34
TABELL 7 MAGNETFELT FRÅ ULIKE HUSHOLDNINGSAPPARAT [48]	37
TABELL 8 SAMANHENG MELLOM FELTSTYRKE OG AVSTAND TIL LUFTLEIDNING [48]	38
TABELL 9 SAMANHENG MELLOM FELTSTYRKE OG AVSTAND TIL LUFTLEIDNING [48]	38
TABELL 10 RESULTAT FRÅ MAGNETFELTMÅLING RUNDT EIN NETTSTASJON	39
TABELL 11 RESULTAT FRÅ MAGNETFELTMÅLING RUNDT EIT KABELSKAP	40
TABELL 12 OVERSIKT OVER KURSAR I DISTRIBUSJONSNETTET	43
TABELL 13 KORREKSJON FOR FORLEGGING AV KABLAR VED SIDAN AV KVARANDRE MED 70 MM INNBYRDES AVSTAND [34]	45
TABELL 14 KORREKSJON FOR FORLEGGING AV KABLAR LAGT I RØYR VED SIDAN AV KVARANDRE [34]	46
TABELL 15 BEREKNING AV STORLEIK PÅ KABELSKAP	47
TABELL 16 DATA FOR KURSANE	50
TABELL 17 DATA FOR ABONNENTANE MED HØGAST OG LÅGAST KORTSLUTNINGSSTRAUMAR	50
TABELL 18 ØKONOMISK TVERRSNITT FOR LÅGSPENTKABLAR I STOREHAUGEN BYGGEFELT	58
TABELL 19 NYE TVERRSNITT OG PRISDIFFERANSE FRÅ STANDARD TVERRSNITT	59
TABELL 20 OPTIMAL ØKONOMISK BELASTNING AV HØGSPENTKABEL	59
TABELL 21 OPTIMAL ØKONOMISK BELASTNING AV LÅGSPENTKABEL	59

10.3 Formelliste

FORMEL 1 EFFEKT VED TRE FASAR	10
FORMEL 2 EFFEKT VED EIN FASE	10
FORMEL 3 SAMANLAGRINGSFAKTOR [4]	10
FORMEL 4 VELANDERS FORMEL [16]	11
FORMEL 5 VERKNADSGRAD FOR TRANSFORMATOR [30]	17
FORMEL 6 [4]	44
FORMEL 7 TILNÆRMING TIL SPENNINGSFALL [4]	44
FORMEL 8 ELEKTRISKE TAP I EIN KABEL	46
FORMEL 9 OVERGANGSMOTSTAND [17]	51
FORMEL 10 POTENSIALSTIGNING [17]	52
FORMEL 11 ANLEGGSBIDRAG [2]	53
FORMEL 12 INVESTERINGSKOSTNAD [65]	55
FORMEL 13 INVESTERINGSKOSTNAD FOR KABLANE	56
FORMEL 14 TAP I KABEL [65]	56
FORMEL 15 MOTSTAND I KABEL [65]	56
FORMEL 16 KAPITALISERTE TAPSKOSTNADER [65]	56
FORMEL 17 TOTALE KOSTNADAR [65]	57
FORMEL 18 OPTIMALT ØKONOMISK TVERRSNITT [65]	57

10.4 Vedlegg

VEDLEGG 1: REGULERINGSPLAN
VEDLEGG 2: SIKKER JOBBANALYSE
VEDLEGG 3: SJEKK AV NETTSTASJON
VEDLEGG 4: RISIKOVURDERING FOR PROSJEKTET
VEDLEGG 5: AVVIKSSKJEMA
VEDLEGG 6: VARSLINGSPLAN
VEDLEGG 7: GRØFTESNITT
VEDLEGG 8: STOREHAUGEN KART MED FORKLARING
VEDLEGG 9: STOREHAUGEN NETTSKJEMA MED FORKLARING
VEDLEGG 10: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. SPENNINGAR VELANDER
VEDLEGG 11: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. SPENNINGAR VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 12: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. STRAUMAR VELANDER
VEDLEGG 13: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. STRAUMAR VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 14: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MIN
VEDLEGG 15: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MAKS
VEDLEGG 16: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. %BELASTNING VELANDER
VEDLEGG 17: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. %BELASTNING VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 18: STOREHAUGEN 500 KVA TRANS. SELEKTIVITET
VEDLEGG 19: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. SPENNINGAR VELANDER
VEDLEGG 20: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. SPENNINGAR VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 21: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. STRAUMAR VELANDER
VEDLEGG 22: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. STRAUMAR VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 23: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MIN
VEDLEGG 24: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MAKS
VEDLEGG 25: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. %BELASTNING VELANDER
VEDLEGG 26: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. %BELASTNING VED 10 KW PER AB.
VEDLEGG 27: STOREHAUGEN 630 KVA TRANS. SELEKTIVITET
VEDLEGG 28: DOKUMENTASJON AV GLOBAL JORD
VEDLEGG 29: KOSTNADSKALKYLE
VEDLEGG 30: MATERIELLISTE
VEDLEGG 31: RESSURSLISTE
VEDLEGG 32: ØKONOMISK TVERRSNITT KALKULATOR
VEDLEGG 33: STOREHAUGEN ØKONOMISK TVERRSNITT 630 KVA TRANS. SPENNINGAR VELANDER
VEDLEGG 34: STOREHAUGEN ØKONOMISK TVERRSNITT 630 KVA TRANS. STRAUMAR VELANDER
VEDLEGG 35: STOREHAUGEN ØKONOMISK TVERRSNITT 630 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MIN
VEDLEGG 36: STOREHAUGEN ØKONOMISK TVERRSNITT 630 KVA TRANS. KORTSLUTNINGSSTRAUMAR MAKS
VEDLEGG 37: STOREHAUGEN ØKONOMISK TVERRSNITT 630 KVA TRANS. %BELASTNING VELANDER
VEDLEGG 38: GANTT-SKJEMA
VEDLEGG 39: TIMELISTER
VEDLEGG 40: MØTEINNKALLING OG MØTEREFERAT
VEDLEGG 41: FORPROSJEKTRAPPORT
VEDLEGG 42: BACHELOROPPGÅVER SUNNFJORD ENERGI
VEDLEGG 43: PROSJEKTAVTALE

Vedlegg 10-27 og vedlegg 32-37 ligg ikkje ved rapporten, men som eiga fil.

11 Referansar

- [1] S. S. o. J. H. Sebergesen, *Energiproduksjon og energidistribusjon*, Oslo: Gyldendal undervisning, 2002, pp. 53-60.
- [2] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8110: Håndbok for anleggsbidrag,» januar 2015. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8110. [Funnen 6 mai 2015].
- [3] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8001: Samsvarserklæring, sluttkontroll, idriftsettelse og overtakelse,» april 2015. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/renblad/8001>. [Funnen 19 mai 2015].
- [4] W. H. Kersting, *Distribution System Modeling and Analysis*, Boca Raton: CRC Press LLC, 2012.
- [5] Statistisk sentralbyrå (SSB), «Energibruk i husholdningene, 2012,» 14 juli 2014. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/husenergi/hvert-3-aar/2014-07-14>. [Funnen 9 mars 2015].
- [6] I. H. Magnussen, D. Spilde og M. Killingland, «Energibruk i Fastlands-Norge,» mai 2011. [Internett]. Available: <http://www.nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202011/Rapport%202011/rapport9-11.pdf>. [Funnen 29 april 2015].
- [7] Volkswagen, «The e-Golf Environmental Commendation,» Volkswagen, februar 2014. [Internett]. Available: http://www.volkswagen.de/content/medialib/vwd4/de/Volkswagen/Nachhaltigkeit/service/download/umweltpraedikate/e-golf-umweltpraedikat-2014-englisch/_jcr_content/renditions/rendition.file/e_golf_umwpraed_eng_preview1.pdf. [Funnen 10 mai 2015].
- [8] «BMW i3: Technical data,» BMW, udat.. [Internett]. Available: http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/i/i3/2013/showroom/technical_data.html. [Funnen 10 mai 2015].
- [9] «Tesla Lading,» Tesla Motors, udat.. [Internett]. Available: http://www.teslamotors.com/no_NO/charging#/calculator. [Funnen 10 mai 15].
- [10] «3.2.8 Fradrag for reise mellom hjem of gast arbeidssted (arbeidssreiser),» Skatteetaten, udat.. [Internett]. Available: <http://www.skatteetaten.no/no/Person/Selvangivelse/finnpost/3/2/8/>. [Funnen 4 mai 2015].
- [11] «Programkriterier el-produksjon,» Enova, udat.. [Internett]. Available: <http://www.enova.no/finansiering/privat/enovatilskuddet-/programkriterier-enovatilskuddet/programkriterier-el-produksjon-/963/2004/>. [Funnen 12 mai 2015].
- [12] «Plusskunder,» Norges vassdrag- og energidirektorat, 7 februar 2013. [Internett]. Available: <http://www.nve.no/no/kraftmarked/nettleie1/beregning-av-tariffer-for-innmating-fra-produksjon/plusskunder/>. [Funnen 12 mai 2015].

- [13] «2.1 Elektrisk energi fra solen,» Fornybar.no, udat.. [Internett]. Available: <http://www.fornybar.no/solenergi/teknologi#sol2.1>. [Funnen 3 mai 2015].
- [14] «Energiforbruk,» Enøk, udat.. [Internett]. Available: http://www.enok.no/enokguiden/09_1.html. [Funnen 23 mars 2015].
- [15] «Hvilke elbiler kan lade med hva?,» Ladestasjoner.no, udat.. [Internett]. Available: <http://ladestasjoner.no/ladehjelpen/praktisk/51-hvilke-elbiler-kan-lade-med-hva>. [Funnen 23 mars 2015].
- [16] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8007: Distribusjonsnett - Kartlegging av belastning,» 2010. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8007. [Funnen 9 mars 15].
- [17] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8009: Distribusjonsnett - Jordingsssystem - Global jord,» 2010. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8009. [Funnen 13 april 2015].
- [18] SINTEF, «Planleggingsbok for kraftnett: Brukstid for tap,» 6 mai 2014. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/dokument/cas/0f55be95-396c-4c70-a678-70b7a24e421a?filename=Brukstid%20for%20tap.pdf. [Funnen 5 mai 2015].
- [19] M. Adnan, J. Sjørmeland, T. Solen og Å. Børset, «Hvordan kan nye energiregler for bygg kunne påvirke dimensjoneringen av distribusjonsnettet?,» Bacheloroppgåve, Høgskolen i Sør-Trøndelag, Trondheim, 2014.
- [20] «Om Smartgrid,» The Norwegian Smartgrid Centre, udat.. [Internett]. Available: <http://smartgrids.no/senteret/about-smartgrid/>. [Funnen 4 april 15].
- [21] R. L. Boylestad, Introductory Circuit Analysis, Upper Saddle River: Pearson Education, 2007.
- [22] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8100: Regional- og distribusjonsnett - Kraftsystemplan,» mai 2015. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/renblad/8100>. [Funnen 16 mai 2015].
- [23] H. Seljeseth, K. Sand og T. Solvang, «Håndtering av utfordrende elektriske apparat som tilknyttes elektrisitetsnettet,» 19 desember 2012. [Internett]. Available: <http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/NYHETER/NETT%20OG%20SYSTEM/H%C3%A5ndtering%20av%20utfordrende%20elektriske%20apparater%20-TRA7203.pdf>. [Funnen 14 mai 2015].
- [24] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8035: Drift - Distribusjonsnett - Måling av spenningskvalitet,» REN, 2011. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8035. [Funnen 21 april 2015].
- [25] «Nettstasjoner, utvendig betjening,» Siemens, udat.. [Internett]. Available: http://w3.siemens.no/home/no/no/sector/energiforsyning/Pages/utvendig_betjening.aspx. [Funnen 25 mars 2015].

- [26] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 6000: Nettstasjon - Prosjektering,» april 2015. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/6000. [Funnen 1 mai 2015].
- [27] Siemens, «SiNETT I: Nettstasjon for innvendig betjening,» februar 2001. [Internett]. Available: <http://w3.siemens.no/home/no/no/sector/energiforsyning/Documents/SiNETT%20I%20-2008.pdf>. [Funnen 14 april 2015].
- [28] «Standard Transformatorer,» Møre Trafo, 2013. [Internett]. Available: <http://moretrafo.no/produkter/500-kva/>. [Funnen 23 mars 2015].
- [29] Wikipedia, «Transformator primär sekundärsida,» Wikipedia, 13 12 2012. [Internett]. Available: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Transformator-prim%C3%A4r-sekund%C3%A4rsida.svg>. [Funnen 23 mar 2015].
- [30] M. Dalva og O. V. Thorsen, Elektriske maskiner og omformere, Oslo: Gyldendal Norsk Forlag, 2001.
- [31] Møre Trafo, «021213 Tekniske Data 22000-420V Lav Po Transformator,» 20 februar 2014. [Internett]. Available: <http://moretrafo.no/download/?id=1076>. [Funnen 12 mai 2015].
- [32] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 6042: Nettstasjon - Transformator - Prosjektering,» juli 2013. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/6042. [Funnen 25 mars 2015].
- [33] T. Dyrstad, Elektroteknisk ledningsberegning, Oslo: Universitetsforlaget, 1988.
- [34] Nexans, Kabelboka, Oslo: Follo Trykk, 2014.
- [35] ABB, «Kabeldon low voltage switchgear system,» 18 mai 2011. [Internett]. Available: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/1673c313ad85aebfc12578e10034c053/\\$file/kabeldon_low_voltage_switchgear_catalog_2011-05-18_rev2.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/1673c313ad85aebfc12578e10034c053/$file/kabeldon_low_voltage_switchgear_catalog_2011-05-18_rev2.pdf). [Funnen 25 mars 2015].
- [36] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 9111: LS Distribusjonsnett kabel - Kabelfordelingsskap - Spesifikasjon,» juni 2014. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/9111. [Funnen 18 mai 2015].
- [37] *Elektriske lavspenningsinstallasjoner*, NEK 400, 2014.
- [38] EATON, «Produktoversikt industri og maskin,» november 2014. [Internett]. Available: http://www.eaton.no/ecm/groups/public/%40pub/%40eatonno/%40elec/documents/content/pct_1218334.pdf. [Funnen 20 mars 2015].
- [39] *Tilknytningspunkt for el- og ekomnett*, NEK 399, 2014.
- [40] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 4100: Lavspenningsnett - Kundetilknytning - Boliginstallasjon - Utførelse,» februar 2015. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/4100. [Funnen 27 april 2015].

- [41] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 4003: Lavspenningsnett - Måling - Krav til tilgang og plassering,» februar 2015. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/4003. [Funnen 30 april 2015].
- [42] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 1001: Internkontroll - Hva er HMS?,» REN, 2010. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/1001. [Funnen 7 mai 2015].
- [43] *Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)*, 2013.
- [44] «Faktaside: HMS eller SHA?,» Arbeidstilsynet, udat.. [Internett]. Available: <http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=226894>. [Funnen 7 mai 2015].
- [45] *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)*, 2009.
- [46] «Sunnfjord Energi Intranett: Oversikt over lover,» Sunnfjord Energi, 27 januar 2012. [Internett]. Available: <http://intranett.sunnfjordenergi.no/HMS%20og%20Kvalitet/Framsida/Aktuelle%20lover%20og%20forskrifter.htm>. [Funnen 15 mai 2015].
- [47] «Sunnfjord Energi Intranett: Oversikt over organisering av HMS i Sunnfjord Energi,» Sunnfjord Energi, 9 april 2014. [Internett]. Available: http://intranett.sunnfjordenergi.no/HMS%20og%20Kvalitet/hms_organisasjon.htm. [Funnen 15 mai 2015].
- [48] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8014: Saksbehandling, måling og håndtering av magnetfelt,» april 2015. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8014. [Funnen 14 april 2015].
- [49] K. G. B. o. T. Tynes, «Nettfrekvente elektromagnetiske felt og helseeffekter,» 2004.
- [50] *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, 2009.
- [51] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 9115: LS Nett - Dimensjonering av ledning og valg av overstrømsvern,» 2010. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/9115. [Funnen 21 mars 2015].
- [52] Eide, Ola Torgrim, «Kabling i bymessige strøk,» udat.. [Internett]. Available: http://www.ren.no/c/document_library/get_file?uuid=083a5847-52f8-43d1-8fee-ddfba7396e8c&groupId=10206. [Funnen 26 april 2015].
- [53] Ø. G. Grøn, *Termodynamikk for høgskole og universitet*, Oslo: Cappelen Damm, 2015.
- [54] P. Anderson, *Elenergi*, Oslo: Elforlaget, 2009, p. 152.
- [55] K. A. Rosvold, «Kortslutningsvern,» Store Norske Leksikon, 28 november 2014. [Internett]. Available: <https://snl.no/kortslutningsvern>. [Funnen 20 mars 2015].

- [56] K. Saugstad, «Effektbryter,» Store Norske Leksikon, 14 februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/effektbryter>. [Funnen 20 mars 2015].
- [57] K. S. o. I. L. A. Delphin, «Sikring - elektrisk,» Store Norske Leksikon, 14 februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/sikring%2Felektrisk>. [Funnen 21 mars 2015].
- [58] I. Gunvaldsen, «Automatsikring,» Store Norske Leksikon, 28 september 2010. [Internett]. Available: <https://snl.no/automatsikring>. [Funnen 20 mars 2015].
- [59] A. Gylseth, «Frequently asked questions,» elektrofag.info, udat.. [Internett]. Available: <http://www.elektrofag.info/faq>. [Funnen 20 mars 2015].
- [60] J. E. Ormbostad, «Montørhåndboka NEK 400:2014,» i *Montørhåndboka NEK 400:2014*, Oslo, Elforlaget, 2014, pp. 55-66.
- [61] *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg*, 2006.
- [62] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8010: Distribusjonsnett - Jordingsystem - Prosjektering,» 2012. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/renblad/8010. [Funnen 13 april 2015].
- [63] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 8013: Dokumentasjon av global jord,» udat.. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/alfresco/wcservice/renblad/8013>. [Funnen 13 april 2015].
- [64] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Kostnadsoppbygging i REN prosjektsystem,» Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, udat.. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/dokument/bda3f608-539e-4dd3-bb9a-b41851fc2521?filename=Kostnadsoppbygging.pdf>. [Funnen 6 mai 2015].
- [65] SINTEF, «Økonomisk optimalt tverrsnitt,» 29 januar 2010. [Internett]. Available: http://www.ren.no/Rendok_services/dokument/cas/638c8227-ee14-424c-896c-56fa99c964b8?filename=%C3%98konomisk%20optimalt%20tverrsnitt.pdf. [Funnen 13 april 2015].
- [66] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 9114: Beregning av økonomisk tverrsnitt for en overføring,» udat.. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/alfresco/wcservice/renblad/9114>. [Funnen 14 april 2015].

Vedlegg 1: Reguleringsplan



Figur 1 Reguleringsplan for Storehaugen byggefelt der tomter som blir tilknytt distribusjonsnett i Steiafeltet er kryssa ut



Sikker Jobb Analyse

Type jobb: _____

Stad: _____

Arbeidsordre: _____

Faremoment	Ja	Nei	Kva kan gå gale? Tiltak for å unngå eller redusere risiko
Elektriske faremoment? (straumgjennomgang, lysbue, atmosfæriske forhold, kryssande/nærførande linjer, utilsikta innkopling, andre straumkilder etc)			
Fare for fall? (arbeid i høgda, i bratt/ulent terreng, fall i sjø, vatn, elv etc.)			
Fare for fallande gjenstandar? (ved løfteoperasjonar, ras)			
Fare ved bruk av mobilt utstyr og/eller trafikk?			
Fare ved bruk av arbeidsutstyr/ tekniske innretningar?			
Fare knytt til skade på ytre miljø?			
Andre faremoment? (brann/eksplosjon, kveling, støy, støv m.m)			

Dato: _____

Deltakarar: _____



SJEKK AV NETTSTASJON kiosk/ bygg

Nettstasjonsnr: 10204 Nettstasjonsnamn: ToeneTrafonummer: _____ Trafoytelse: 500 kVA

Spenningsmåling.

L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3	L1 - 0	L2 - 0	L3 - 0

Sjekkliste

Årleg	10 årleg	Tekst	Ikkje relevant	Ja	Nei
NS kiosk					
X	X	Er adkomst til stasjonen i orden ?		X	
X	X	Er belysning i orden ?		X	
	X	Er branntetting ok ?			
	X	Er det fuktighet i styreskap ?			
X	X	Er det jordfeil på lavspentkretsen ?			X
X	X	Er det montert enlinjeskjema for HSP ?		X	
X	X	Er det rent i nettstasjonen ?		X	
X	X	Er dør og lås i orden ?		X	
X	X	Er forlegging og tildekking av kabler og kabelgraver utført i hht forskriftene ?		X	
X	X	Er innendørs byggtekniske forhold i orden ?		X	
	X	Er isolasjonsovervåking på 1000V anlegg ok ?			
X	X	Er isolatorene på koblingsanlegg orden ?		X	
	X	Er jording av dør i orden ?			
	X	Er lavspentkablene og ende avslutningene i orden ?			
X	X	Er stasjonen merket med advarselsskilt ?		X	
X	X	Er nettstasjonen merket med driftsmerking og er denne i riktig ?		X	
	X	Er utvendig tilstand ok ?			
	X	Er ventilasjonsrister ok ?			
X	X	Fungerer instrumentene i ls -tavla ?		X	
	X	Har alle aktuelle anleggsdeler tilfredsstillende jordforbindelse ?			
X	X	Må det ryddes skog rundt nettstasjonen ?			X
	X	Virker varmeelementer ?			
TF trafo					
	X	Er det korrosjon på transformatoren ?			
X	X	Er det lekkasje på transformatoren ?			X
	X	Er det overspenningsvern på HS / LS ?			
X	X	Er gjennomføringene uskadet ?		X	
	X	Er jording av transformator i orden ?			
X	X	Er nullpunktssikring i orden ?		X	
X	X	Er oljestanden innenfor maks / min nivå ?		X	
	X	Ser ledningsforbindelsene på HS / LS i orden ut ?			

Mariell Hermansen

Kontrollert av: Mie Neumann Dato: 04.05.15

Evt. kommentarar, bruk bakside.

IK - Risikovurdering ved arbeid i elektriske forsyningsanlegg - Sjekkliste

Beskrivelse:

Word-dokument med forslag til sjekkliste for risikovurdering på arbeidsutførelse i et prosjekt. RENblad 1251 er veiledning for hvordan disse sjekkpunktene skal forstås og hvordan de skal fylles ut.

1 Risikovurdering

Før arbeid startes opp skal det utføres en risikovurdering med hensyn på arbeidsutførelse i henhold til krav i Internkontrollforskriften, arbeidsmiljøloven, byggherreforskriften og forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.

Det vises til [RENblad 1251](#) som er en veiledning for hvordan sjekkpunktene i denne risikovurdering skal forstås og hvordan de skal fylles ut.

NB! § 2.2 i Forskrifter om Elektriske forsyningsanlegg (FEF) stiller også krav til at risikovurdering skal dokumenteres. Dette er dekket av [RENblad 8063](#) og er knyttet til prosjektering av anleggsutforming, slik at det er viktig å skille hensikten til [RENblad 1250](#) (Byggherreforskrift, FSE) og [RENblad 8063](#) (FEF).

Ved vurderingen av risiko skal det vurderes sannsynlighet for at en uønsket hendelse kan opptre, samt konsekvensene. Det skal tas hensyn til følgende tre kriterier: personsikkerhet for ikke sakkyndige, personsikkerhet for sakkyndige og anleggssikkerhet. Det endelige resultat deles inn i tre klasser lav risiko, middels risiko og høy risiko.

Risikovurdering skal signeres av prosjektleder som fyller denne ut samt arbeidslaget etter at de har gjennomgått risikovurdering. Dersom ukjente risikoforhold avdekkes før start av arbeid benyttes [RENblad 1252](#) Sikker Jobb-Analyse benyttes eller annen intern metode.

Etter endt arbeid skal eventuelle avvik registreres på avviksskjema [RENblad 1201](#) og risikovurdering arkiveres.

1.1 SHA-plan

For informasjon om utarbeidelse av SHA-plan vises det til [RENblad 1100](#).

1.2 Innholdsfortegnelse risikovurdering

1	Risikovurdering - generell	F.o.m. punkt 1	Side 3
2	Planlegging av arbeidet/risikovurdering etter FSE § 1	F.o.m. punkt 18	Side 4
3	Arbeid ved frakoblet anlegg FSE § 14-15	F.o.m. punkt 24	Side 4
4	Arbeid under spenning (AUS) FSE § 16	F.o.m. punkt 30	Side 5
5	Arbeid nær/ved spenning FSE § 17-18	F.o.m. punkt 33	Side 5
6	Valg av ytterligere forebyggende tiltak	F.o.m. punkt 36	Side 5
7	Ytterligere kommentarer		Side 5
8	Dato og signaturer		Side 5

Prosjektinformasjon

Prosjektnavn:	Storehaugen Byggefelt	Prosjekt nr:	
Kort beskrivelse av prosjektet:	Utbygging av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt. Oppsetting av kabelskap, nettstasjon. Trekking av kablar.		
AFA / LFS:			
LFK:			
Utarbeidet av:	Marie Hermansen og Mie Neumann	Tlf:	

Sjekkliste

Vurdering					Risikomomenter	Tiltak som skal utføres:
	Lav	Middels	Høy	Ikke aktuell		
Risikovurdering - generell. (Risikovurdering / SJA etter HMS/Byggherreforskriften)						
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Skal det utføres arbeid med kjemikalier?	
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Skal det utføres arbeid hvor det er støy tilstede?	Støy fra gravemaskin og anna utstyr.
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Skal det utføres arbeid hvor det er røyk, støv, gass og damp tilstede?	Eksos fra anleggsmaskiner og støv fra gravemaskin
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Skal det utføres varmt arbeid eller annet arbeid som kan fremkalle brann/eksplosjon?	Varmt arbeid når det skal setteast på krympestrømper.
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vurder trafikk/fremkomst/atkomst	Tilkomst via skiafeltet
6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på fall eller fallende gjenstander?	Fare for å falle ned i grøfter. Det skal brukast kran for å løfta på plass mellom anna NS.
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det utført vurdering av løfting av last?	Sjå punkt over.
8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er arbeidet tungt og ensformig?	Rutinejobb
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det utført vurdering av håndtering av spesialavfall?	kildesortering, lite avfall sidan det er ei nybygging
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det tilfredsstillende belysning?	Dagslys
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vurder klimatiske/topografiske forhold	Flatt, vanlege værforhold

Vurdering					Risikomomenter	Tiltak som skal utføres:
	Lav	Middels	Høy	Ikke aktuell		
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Skal det utføres arbeid med/nær ved roterende maskiner?	
13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Skal det arbeides nær/ved farlige områder?	anleggsmaskiner i nærleiken
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på ras eller utgliding av fundament?	
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Skal bærende og tunge elementer rives eller demonteres?	
16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Har området tilstrekkelige kommunikasjonsmuligheter?	God mobildekning og FM-dekning
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Andre risikoelementer som bør vurderes?	
Planlegging av arbeidet/risikovurdering etter FSE § 10						
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på linjerydding?	
19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på arbeid i nettstasjon?	Rutinejobb
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på arbeid for nettstasjon i mast?	
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på arbeid på HS luftlinje?	
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på arbeid på LS luftlinje?	
23	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Er det utført vurdering med hensyn på arbeid på kabelanlegg?	Rutinejobb
På basis av innhentede opplysninger om anlegget skal en eller flere av arbeidsmetodene velges:						
	<input checked="" type="checkbox"/>	Arbeid ved frakoblet anlegg FSE § 14 - 15				
		Skal det jobbes på frakoblet anlegg?				
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vurdert frakoblingsmuligheter	
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valg vurdering av metode for sikring mot innkobling.	
27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valg vurdering av metode for utført spenningskontroll	
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valg vurdering av metode for etablering av jording	
29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vurdering av beskyttelse mot andre spenningsatte deler nær ved. (Arbeid Nær ved etter § 17- § 18)	

Vurdering	Lav Middels Høy Ikke aktuell	Risikomomenter	Tiltak som skal utføres:
30	<input checked="" type="checkbox"/>	Arbeid under spenning (AUS) FSE § 16 Skal det jobbes slik at det er fare for at man kommer innenfor risikoavstanden?	
31	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Eksisterer det prosedyre for oppdraget?	
32	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Har alle fått nødvendig opplæring for oppdraget?	
33	<input type="checkbox"/>	Arbeid nær/ved spenning FSE § 17- 18 Skal det jobbes nær ved spenningsatte elektriske anlegg?	
34	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Vurdering av sikkerhetsavstand	
35	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Valg, vurdering av avskjerming	
På bakgrunn av valgt arbeidsmetode og gjennomført risikovurdering skal følgende utføres:			
36	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Valg, vurdering av nødvendig utstyr	
37	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Valg, vurdering av verktøy	
38	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Valg, vurdering av verneutstyr	Vernesko, hjelm, reflekser, hørselvern
39	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Valg, vurdering og instruksjon av personell	Kvalifisert personell til å føre kran.

Ytterligere kommentarer / vurdering / eventuelle tiltak			
Nr	Kommentar		
	(Sett inn flere rader her hvis nødvendig)		
Godkjenning av risikovurdering:			
Prosjektleder:	Dato/Sign: 12.05.15 Marcell Hermansen Mie Neumann	Gjennomgått arbeidslag:	Dato:
Leder for sikkerhet/ Ansvarlig for arbeidet	Dato/Sign:		

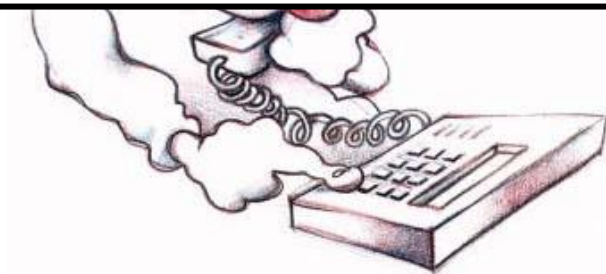
NR 1201 - VER 1.0 FEB./2013

IK - AVVIKSSKJEMA

MELDING / RAPPORTERING			
PROSJEKT, navn:	Storehaugen byggefelt		
RAPPORTERT AV, navn:			
RAPPORTERT AV, selskap:			
RAPPORT LEVERT TIL, navn:	SHA koordinator for prosjektet		
BESKRIVELSE AV AVVIK			
TYPE AVVIK:	<input type="checkbox"/> Uønsket hendelse* <input type="checkbox"/> HMS-avvik ** <input type="checkbox"/> Forbedringsforslag	<input type="checkbox"/> Klage fra tredje person <input type="checkbox"/> Skade på kundens eiendom <input type="checkbox"/> Annet	
BESKRIVELSE AV HENDELSE / FORHOLD / ÅRSÅK: <small>For mer plass til tegning av skisse eller utdypende informasjon, benytt bakside av dette skjema.</small>			
FORSLAG TIL STRAKSTILTAK:	Strakstiltak allerede utført <input type="checkbox"/> Ja		
FORSLAG TIL TILTAK FOR Å FORHINDRE GJENTAKELSE:	Korrigerende tiltak allerede utført <input type="checkbox"/> Ja		
SAKSBEHANDLING AV AVVIK			
BESKRIVELSE AV BESLUTTEDE TILTAK:			
MELDING SENDT DSB	<input type="checkbox"/> Ja Dato:	MELDING SENDT ARBEIDSTILSYNET	<input type="checkbox"/> Ja Dato:
UTBEDRET OG AVSLUTTET DATO OG SIGNATUR:	Dato	Signatur	

*Uønsket hendelse Hendelse som resulterer i, eller kunne ha ført til skade på personer, materiell eller miljø, eller som kunne ha ført til produksjonstap.

**HMS-avvik Mangel på oppfyllelse av krav i henhold til HMS, både juridisk, kontraktsmessige og som angitt i SHA-plan eller arbeidsgivers egne prosedyrer. Omfatter både reelle og potensielle avvik.



Alarmtelefoner

Brann og større ulykker

tlf. 110

Politi

tlf. 112

Legevakt

tlf. 113

Her er du nå:

Storehaugen, Sande.

Vegbeskriving: Frå Sande: Følg E39 og ta av ved avkjørsel for Steiavegen. Ta første avkjørsel til høyre og følg vegen til ende.

Ved alvorlig hendelse skal en av følgende personer varsles:

Prosjektleder Sunnfjord Energi AS tlf: 57 72 ?? ??

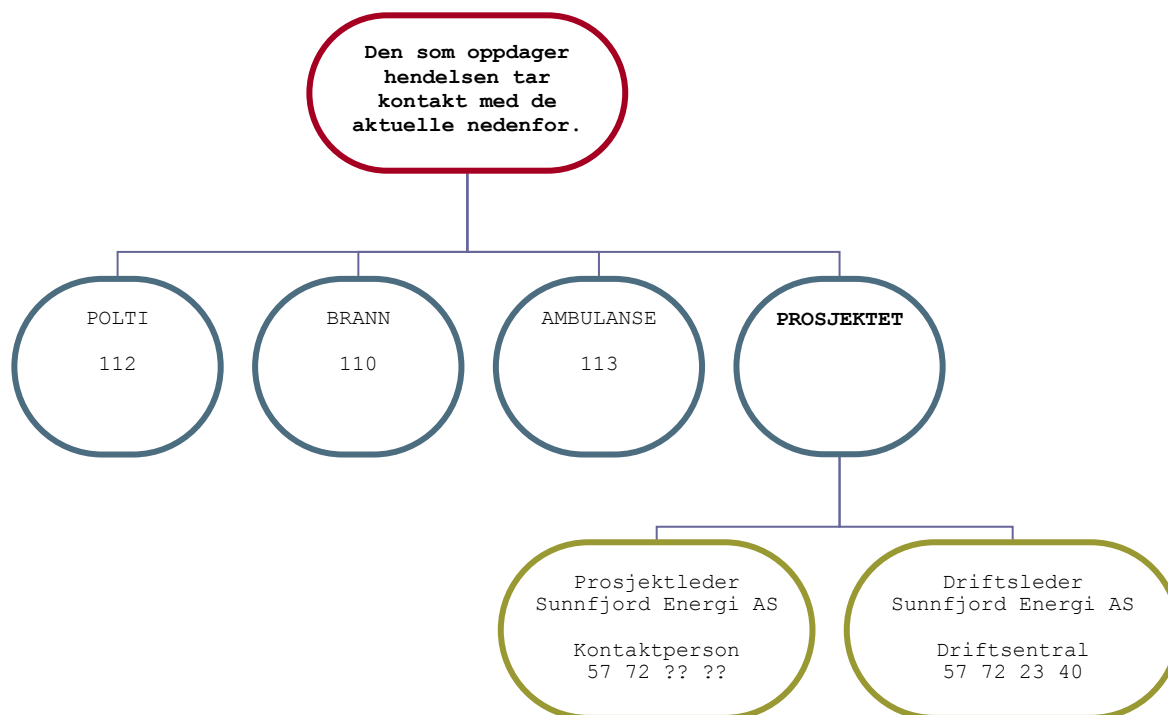
Kontaktperson

Driftsleder Sunnfjord Energi AS tlf: 57 72 23 40

Driftsentral

IK-SHA - Varslingsplan ved alvorlig hendelse

(Word 2010 er benyttet for utforming av diagrammet nedenfor)



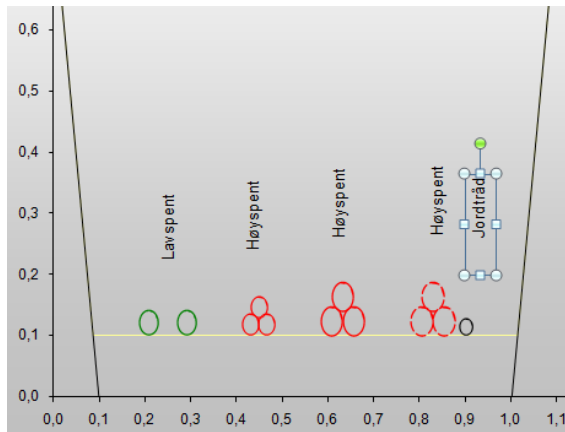
Ledelsen i hovedbedrift varsler hverandre samt følgende avhengig av hendelse:

VIRKSOMHET / NAVN	TELEFON	KOMMENTAR
Byggherre v/Byggeleder Kontaktperson	57 72 ?? ??	
SHA-koordinator Kontaktperson	57 72 ?? ??	
Arbeidstilsynet	815 48 222	Gjelder ved alvorlig arbeidsulykke. Dersom utenom kontortid se www.arbeidstilsynet.no under pekeren kontakter øverst på siden.
DSB	482 12 000	Ved alvorlige hendelser forårsaket av lysbue eller strømgjennomgang skal DSB kontakte pr telefon. Skal også meldes elektronisk se www.dsb.no . Tilsvarende gjelder ved alvorlige sprengningsuhell.
Verneombud	98 98 98 98	
Aktuelle arbeidsgivere / entreprenører	Se org.kart.	Arbeidsgiver varsler og følger opp ovenfor pårørende til egne ansatte (Politiet varsler ved dødsulykke).

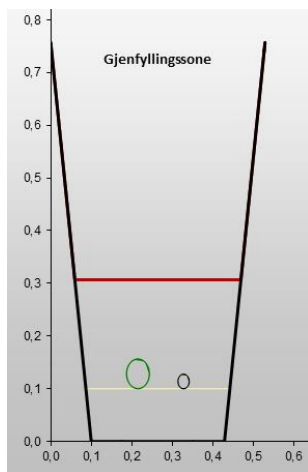
	Gjelder fra: 2013-02-20	REN blad: REN-1111	Versjon: 1.0

Vedlegg 7: Grøftesnitt

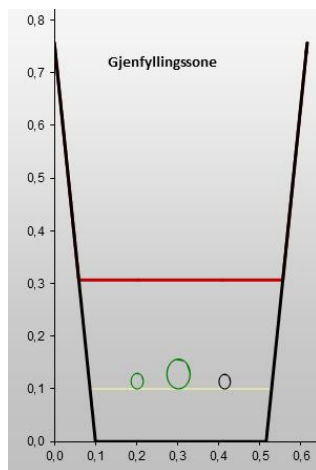
Vi har nytta Renblad nr. 9030 til å lage grøftesnitta i dette vedlegget. [1]



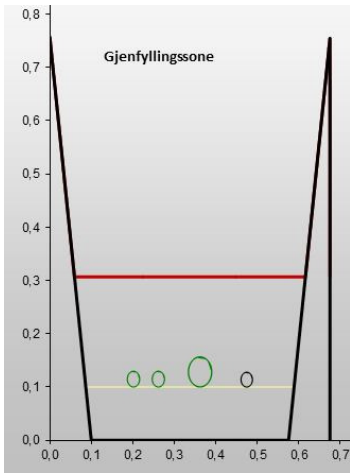
Figur 1 Tegnforklaring



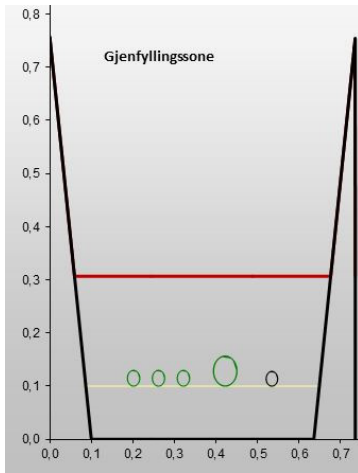
Figur 2 Grøftesnitt for ein matekabel. Korreksjonsfaktor 1,06



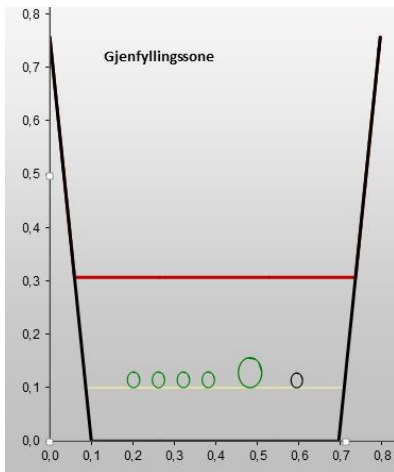
Figur 3 Grøftesnitt for ein matekabel og ein stikkabel. Korreksjonsfaktor 0,901



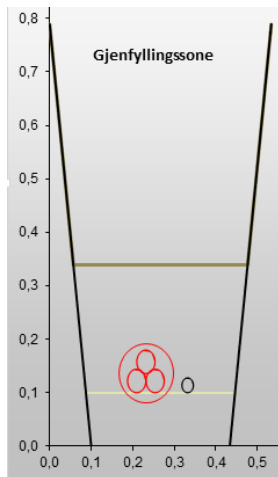
Figur 4 Grøftesnitt for ein matekabel og to stikkablar. Korreksjonsfaktor 0,795.



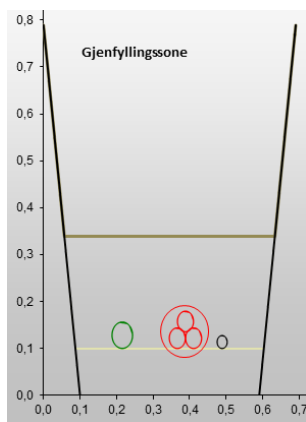
Figur 5 Grøftesnitt for ein matekabel og tre stikkablar. Korreksjonsfaktor 0,721.



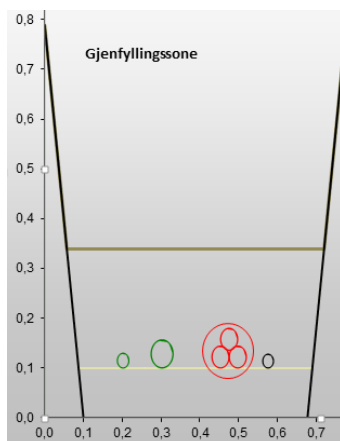
Figur 6 Grøftesnitt for ein matekabel og fire stikkablar. Korreksjonsfaktor 0,678.



Figur 7 Grøftesnitt for ein høgspenkabel lagt i røyr. Korreksjonsfaktor 0,848.



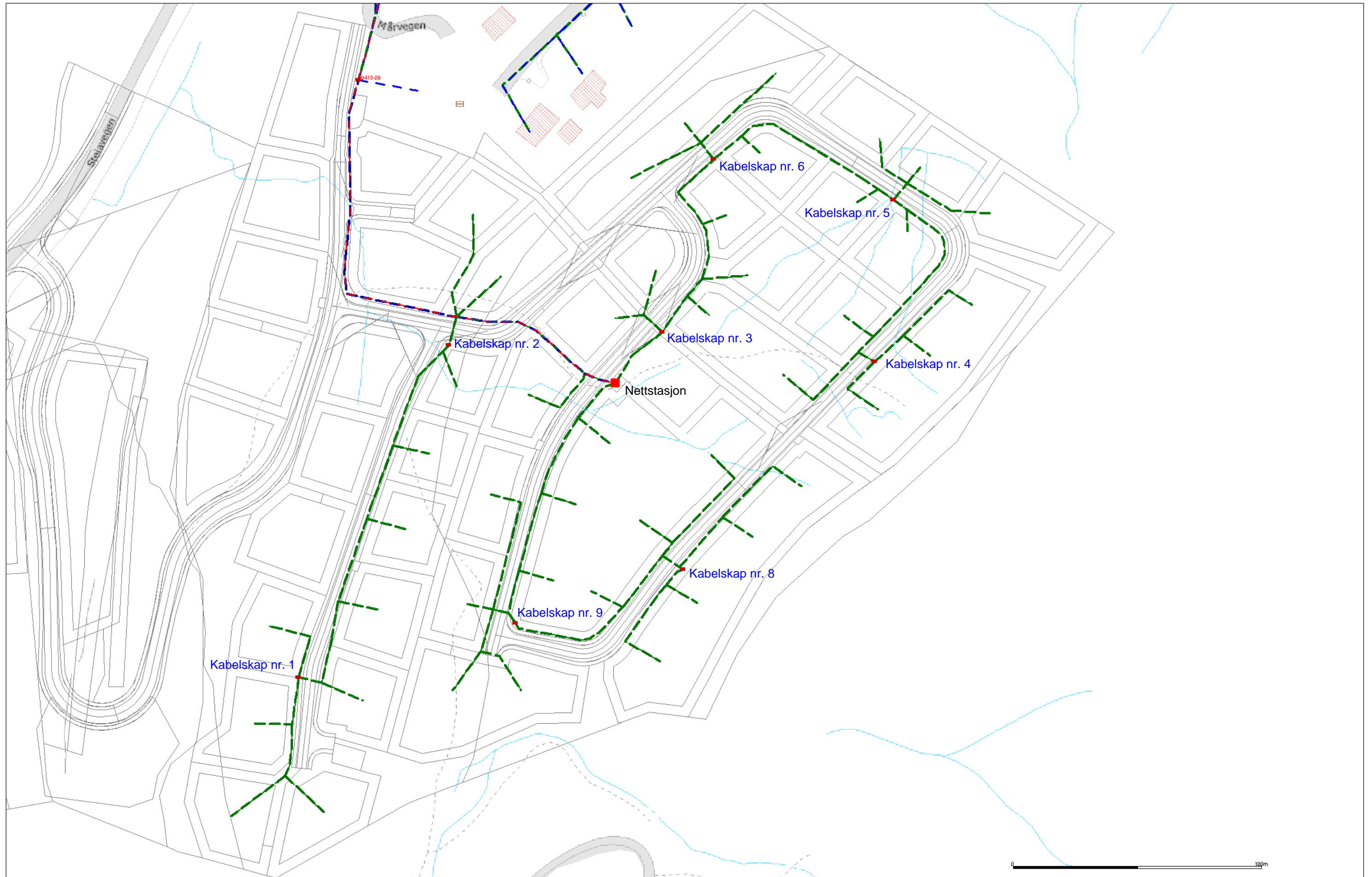
Figur 8 Grøftesnitt for ein høgspenkabel lagt i røyr og ein matekabel lagt i jord. Korreksjonsfaktor for høgspenkabel: 0,738, korreksjonsfaktor for matekabel: 0,901.



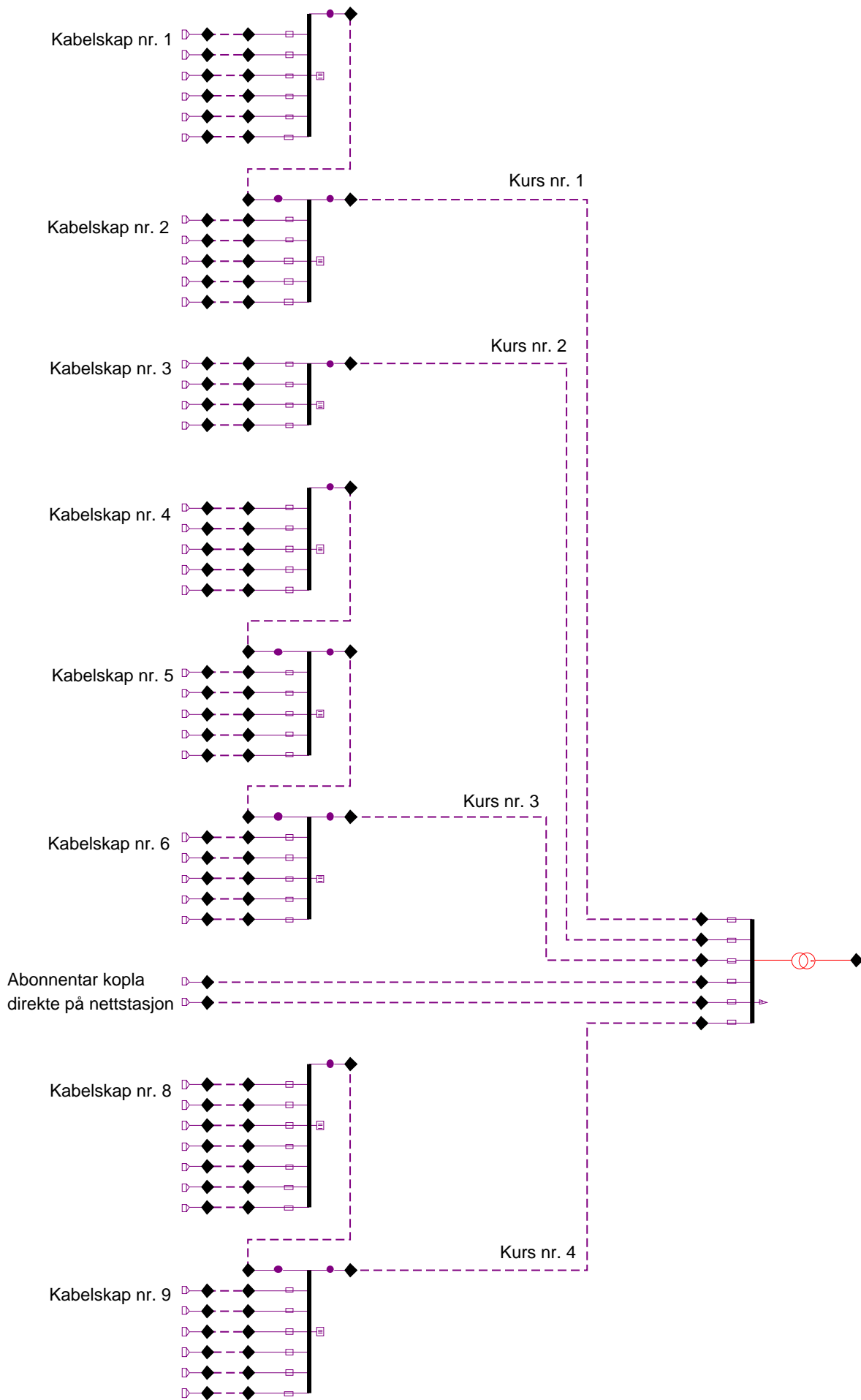
Figur 9 Grøftesnitt for ein høgspenkabel lagt i røyr, ein matekabel og ein stikkabel lagt i jord. Korreksjonsfaktor for høgspenkabel: 0,661, korreksjonsfaktor for lågspenkablane: 0,795.

Referanser

- [1] Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, «Renblad nr. 9030: Distribusjonsnett kabel - Grøftenitt,» udat.. [Internett]. Available: <http://www.ren.no/renblad/9030>. [Funnet 8 april 2015].



Vedlegg 9: Storehaugen nettskjema med forklaring



Dokumentasjon av global jord

Område: Storehaugen byggefelt

Inndata:

ρ - Jordresistivitet	1000	ohmm		
A - Områdets areal	247544	m ²		
a - Tverrsnitt Cu	50	mm ²		Brukes kun ved alternativ 2
LT - Lengde jordtråd	4047	m		Brukes kun ved alternativ 1
I _j - Jordfeilst strøm	50	A		

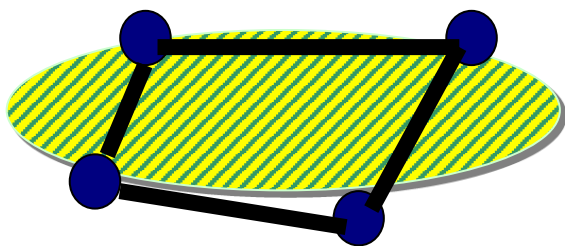
Alternativ 1 - Flate

Jordtråd i HS og LS grøfter sammenkobl.

Jordresistivitet, øvre grense:	2637	ohmm
Potensialstigning	56,9	V

=> Global Jord

$$R_G = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A} + \frac{\rho}{L_T}}$$



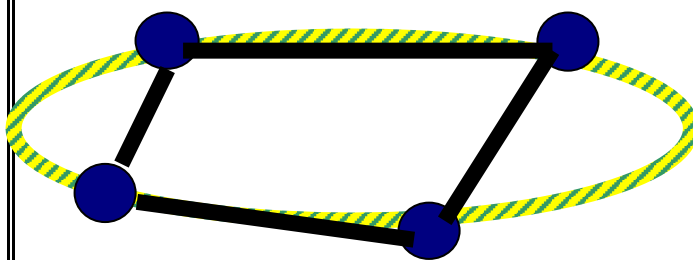
Alternativ 2 - Ring

Jordtråd bare i høyspenningsgrøfter

Jordresistivitet, øvre grense:	1255	ohmm
Potensialstigning	119,5	V

=> Global Jord

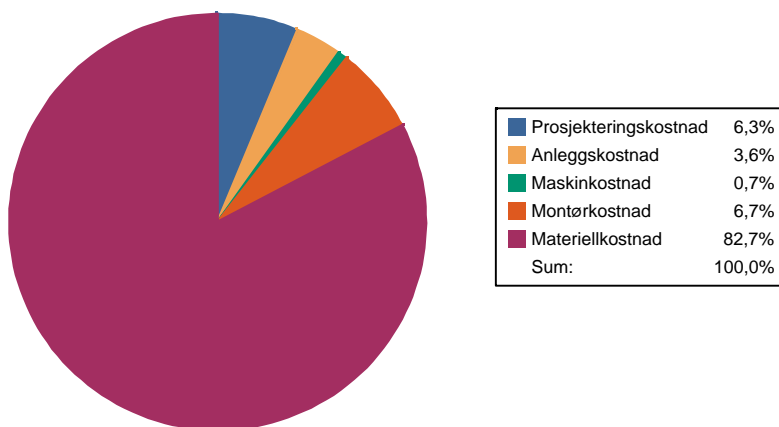
$$R_S = \frac{\rho}{2\pi^2 R} \ln\left(\frac{8R}{r}\right)$$



Prosjektnummer: 0000011111111
Prosjektnavn: Storehaugen
 Ansvarlig: Oppløring Studentkonto
 Konsern: Sunnfjord Energi AS
 Startdato: 04.03.2015
 Sluttdato: 04.03.2015
 Sluttdato prognose:
 Status: Ikke påbegynt
 Beskrivelse:

Type	Kostnad
Anleggskostnad	35 157
Maskinkostnad	7 285
Materiellkostnad	812 757
Montørkostnad	66 031
Prosjekteringskostnad	61 972
Totalt	983 203

Type kostnad



Kodetekst	Antall	Kostnad
Oppstarts- og avviklingsarbeid nyanlegg LS kabel	1,00 arb.pl	14 311
Anleggskostnad		1 935
Maskinkostnad		4 313
Montørkostnad		8 063
Nybygging LS kabelnett legging av jordtråd	1,15 km	78 951
Anleggskostnad		2 219
Materiellkostnad		74 843
Montørkostnad		266
Prosjekteringskostnad		1 622
Nybygging HS kabel 24 kV TSLE/TSLF 240 AI trekking i rør	0,35 km	96 371
Maskinkostnad		2 733
Materiellkostnad		88 079
Montørkostnad		3 071
Prosjekteringskostnad		2 489
Nybygging LS kabel TFXP 4x240AI i grøft	0,80 km	126 510
Anleggskostnad		10 733
Materiellkostnad		107 346
Montørkostnad		0
Prosjekteringskostnad		8 431
Nybygging LS kabelnett stikkledning fra eksisterende kabel/kabelskap	45,00 stk	157 961
Anleggskostnad		9 169
Maskinkostnad		0
Materiellkostnad		98 429
Montørkostnad		23 220
Prosjekteringskostnad		27 143
Nybygging LS kabelnett kabelfordelingskap ca bredde 610 mm	8,00 stk	171 267
Anleggskostnad		10 320
Materiellkostnad		134 829
Montørkostnad		23 065
Prosjekteringskostnad		3 052
Nybygging HS kabelnett legging av kabelrør	0,35 km	24 093
Anleggskostnad		781
Materiellkostnad		22 432
Montørkostnad		0
Prosjekteringskostnad		881

Nybygging Prefabrikert nettstasjon 800 kVA, 24 kV	1,00 stk	313 740
Anleggskostnad		0
Maskinkostnad		239
Materiellkostnad		286 800
Montørkostnad		8 346
Prosjekteringskostnad		18 355

Totalt		983 203
---------------	--	----------------

for Materiell

Prosjektnummer: 0000011111111
Prosjektnavn: Storehaugen
Ansvarlig: Oppløring Studentkonto
Konsern: Sunnfjord Energi AS

ID		Mengde	Enhet	Enhetspris	Kostnad
R3302	Skjøt Cu 50 mm ² Beskrivelse: Skjøt for jordtråd i grøft	4,6	stk		
R3307	Uisolert flertrådet ledning Cu 50 mm ² Beskrivelse: Bukes til jording. Standard KGF. KHF kan brukes	1 204,4	m		
R36861	Hsp livsfare skilt - Prefabrikerte nettstasjon	1,0	stk		
R36862	Driftsmerkeskilt - Utvendig nettstasjon Beskrivelse: Nummer og navn eller kun nummer etter retningslinjer angitt i REN blad nummer 4.	1,0	stk		
R36863	UV - bestandig merkeskilt av plast med folie beskyttelse Beskrivelse: Til direkte merking av LS kabler som angitt i REN blad nummer 4 og 139. Skiltet skal kunne henges på fasene ved hjelp av strips eller tilsvarende, og være holdbart over tid.	7,0	stk		
R36864	400V klistremerke Beskrivelse: Merket skal være holdbart over tid, og tilfredsstillende REN blad nummer 4 og 139.	1,0	stk		
R36865	HS bryter merkeskilt Beskrivelse: Skiltet skal merkes som angitt i REN blad nummer 4.	3,0	stk		
R7081	Kabeldekkbord 200mm.	1 456,2	m		
R7085	Kabelmarkeringsbånd	5 096,7	m		
R70911	Kabelvernør med glatt homogen rørvegg 125 mm (Ringstivhet SN8) Beskrivelse: Produsert etter NS 2967 – Kabelør av plast med glatt rørvegg	362,3	m		
R709111	Bend 15 grader 125 mm til kabelvernør med glatt homogen rørvegg	2,0	stk		
R709112	Bend 30 grader 125 mm til kabelvernør med glatt homogen rørvegg	6,0	stk		
R72091	Endeavslutning PEX 1-leder T-kontakt 240 mm ² - 630 A 24 kV	1,0	stk		
R7306	Kabelskap K3 B= 610, normalt klima (Uten fundament) Beskrivelse: Breddene er bare veiledende for leverandør	8,0	sett		

ID		Mengde	Enhet	Enhetspris	Kostnad
R7319003	Fundament til kabelskap K3 B= 610	8,0	sett		
R731901	Snømarkør til kabelskap	8,0	sett		
R731926	PEN skinne til kabelskap bredde 610 mm 400V 400 A skap Beskrivelse: Med festemateriell	8,0	sett		
R731950	Faseskinner 400 A til kabelskap bredde 610 mm Beskrivelse: Med festemateriell	8,0	sett		
R7326	Tilkoblingsmodul 400 A	8,0	stk		
R7334	Sikringsbryterlist 160 A	45,0	stk		
R7338	Klemme for tilkobling av PEN leder i skap 95 - 240 mm ² Beskrivelse:	8,0	stk		
R7339	Klemme for tilkobling av PEN leder i skap 10-95 mm ² Beskrivelse:	45,0	stk		
R7857	TFXP 4x50 AL (Grønn elverkskabel)	2 362,5	m		
R7860	TFXP 4x240 AL (Grønn elverkskabel)	844,2	m		
R7883	24 kV kabel TSLE/TSLF 1x240AI (snodd) Beskrivelse: 1	345,0	m		
R8030	Prefabrikkert nettstasjon 800 kVA 24/0,4 kV komplett, eks trafo Beskrivelse: Komplette prefabrikkert nettstasjon med bygning, HS anlegg 2K+T og tavle, inkl alle forbindelser. Spec: se REN blad 381	1,0	stk		
R8117	Transformator 24/0,42 kV, 800 kVA Mineralolje	0,7	stk		
R8352	Høyeffektsikring 80 A	135,0	stk		
Total Kostnad:					

for Ressurser

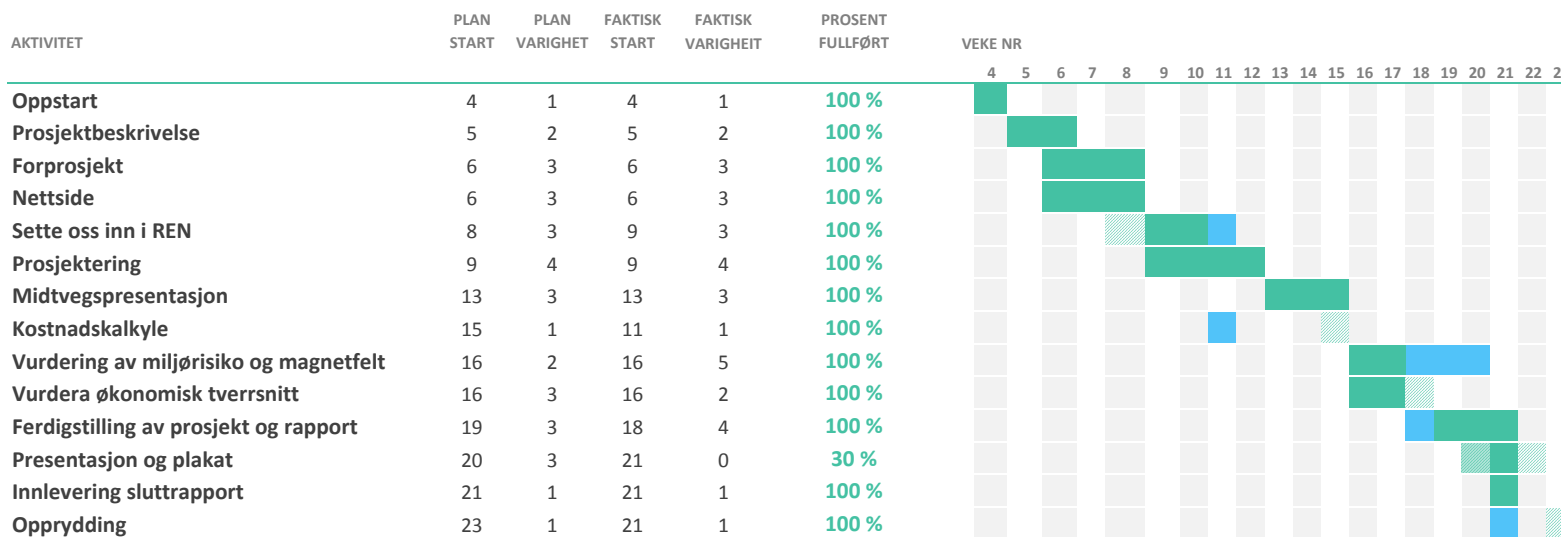
Prosjektnummer: 0000011111111
Prosjektnavn: Storehaugen
Ansvarlig: Oppløring Studentkonto
Konsern: Sunnfjord Energi AS

Navn	Mengde	Enhet	Enhetspris	Kostnad
Anleggsarbeider Beskrivelse: Anleggsarbeider uten montørkompetanse	54,5	time(r)		
Gravemaskin	4,0	time(r)		
Kabeltrekkemaskin	9,6	time(r)		
Landmåler Beskrivelse: Utfører stikking av linjetrase, innmåling av terrengprofil, utsetting av mastepunkt og all innmåling ellers	4,7	time(r)		
Lastebil med kran	3,9	time(r)		
Montør Beskrivelse: Faglært montør	102,4	time(r)		
NIS operatør Beskrivelse: Ressurs som legger inn teknisk informasjon i nettinformasjonssystem	28,1	time(r)		
Prosjektingeniør	50,8	time(r)		
	Totalt:	258,0	time(r)	

Gantt-skjema

Periodehøydepunkt 1

Plan Faktisk % fullført Faktisk (bak plan) % fullført (bak plan)



Vedlegg 39: Timelister

Mie Neumann				Mariell Hermansen	
Veke	Dato	Timar	Kommentar	Timar	Kommentar
2	05.jan.15	1,5	forelesing		
	07.jan.15	1	Prosjektmøte		
3	12. jan. 2015				
	13. jan. 2015	0,5	Forhøyrte oss om oppgåve i Sognekraft		
	14. jan. 2015	0,5	forhøyrte oss om oppgåve i Statnett		
	15. jan. 2015				
	16. jan. 2015	0,5	gjennomgang av oppgåver		
	17. jan. 2015				
	18. jan. 2015	0,5	Tilbakemelding om ynkja oppgåve		
4	19. jan. 2015			5	Diverse timar før prosjektstart
	20. jan. 2015				
	21. jan. 2015	2	Fekk oppgåve	2	Fekk oppgåve
	22. jan. 2015	1	Prosjektveskrivelse		
	23. jan. 2015	6	Prosjektbeskrivelse og kort møte	6	Prosjektbeskrivelse og kort møte
	24. jan. 2015				
	25. jan. 2015				
5	26. jan. 2015	5	Prosjektbeskrivelse	5,5	Prosjektbeskrivelse
	27. jan. 2015	4	Prosjektbeskrivelse	4	Prosjektbeskrivelse
	28. jan. 2015	4	Forprosjekt	4	Forprosjekt, nettside
	29. jan. 2015				
	30. jan. 2015			1	Diverse
	31. jan. 2015			1,5	Nettside
6	1. feb. 2015	0,5	Forprosjekt		
	2. feb. 2015				
	3. feb. 2015	5	organisering	2	Nettside
	4. feb. 2015	5	Forprosjektrapport	5	Nettside
	5. feb. 2015	3	Forprosjektrapport	3	Nettside
	6. feb. 2015	3	Forprosjektrapport		
	7. feb. 2015			6	Nettside
	8. feb. 2015				
7	9. feb. 2015	5	Forprosjektrapport	1	Autocad

Vedlegg 39: Timelister

Mie Neumann				Mariell Hermansen	
Veke	Dato	Timar	Kommentar	Timar	Kommentar
8	10. feb. 2015	5	Forprosjektrapport og organisering	1	Prosjektbeskrivelse
	11. feb. 2015	5	forprosjekt+ganttt skjema	3	Prosjektbeskrivelse og ganttt
	12. feb. 2015	1	Forprosjekt		
	13. feb. 2015	5,5	forprosjekt	5,5	Forprosjektrapport
	14. feb. 2015	3	forprosjekt	6	Nettside
	15. feb. 2015	2	forprosjekt	9	Forprosjektrapport, nettside
	16. feb. 2015	5	korrekturlesing, innlevering av forsprosjekt	7	Forprosjektrapport, nettside
	17. feb. 2015	2	gjennomgang av tekst på nettside	2,5	Opplasting av nettside
	18. feb. 2015				
	19. feb. 2015				
	20. feb. 2015				
	21. feb. 2015				
9	22. feb. 2015				
	23. feb. 2015	5	Opplæring i Netbas og synfaring	5	Opplæring i Netbas og synfaring
	24. feb. 2015	4,5	Arbeid i Netbas	4,5	Arbeid i Netbas
	25. feb. 2015	6	Arbeid i Netbas	6	Arbeid i Netbas
	26. feb. 2015	0.5	møteinnkalling		
	27. feb. 2015				
10	28. feb. 2015				
	1. mar. 2015			1,5	Opplastning av nettside
	2. mar. 2015	3	møteinnkalling og referat finpuss		
	3. mar. 2015	6	Arbeid i Netbas, styringsgruppemøte	4,5	Arbeid i Netbas, styringsgruppemøte
	4. mar. 2015	5	Arbeid i Netbas, Skrivning av møtereferat	7,5	Arbeid i Netbas, diverse
	5. mar. 2015	1	diverse	1	Oppdatering av nettside
	6. mar. 2015			1	Diverse
	7. mar. 2015				
11	8. mar. 2015				
	9. mar. 2015	3	forprosjektrapport, kontakt med rettleiar	1	Nettsøk
	10. mar. 2015	8,5	forprosjektrapport, kontakt med rettleiar, Kosnadskalkyle i REN	7,5	Kostnadskatalog, rapportskrivning
	11. mar. 2015	4,5	forprosjekt, møte med Nils	4,5	Forprosjektrapport, møte med Nils
	12. mar. 2015	5,5	planlegging av rapport	5,5	Planlegging av rapport

Vedlegg 39: Timelister

Mie Neumann				Mariell Hermansen		
Veke	Dato	Timar	Kommentar	Timar	Kommentar	
12	13. mar. 2015					
	14. mar. 2015					
	15. mar. 2015					
	16. mar. 2015	0,5	Planlegging	0,5	Planlegging	
	17. mar. 2015	2,5	Utskrift av plan i Netbas	2,5	Utskrift av plan i Netbas	
	18. mar. 2015	5,5	Vern	5,5	Vern	
	19. mar. 2015	3	Vern			
	20. mar. 2015	6,5	Rapportskriving	6,5	Rapportskriving	
	21. mar. 2015	5	Rapportskriving	5	Rapportskriving	
	22. mar. 2015	3	Rapportskriving	3	Nettside, rapportskrivning	
	13	23. mar. 2015	5	Rapportskriving	5	Rapportskriving
		24. mar. 2015	4,5	rapportskriving	4,5	Rapportskriving
25. mar. 2015		4,5	Rapportskriving	4,5	Rapportskriving	
26. mar. 2015		1,5	Forbreiding til møte			
27. mar. 2015				1,5	Forbreiding til styringsgruppemøte	
28. mar. 2015				4	Rapportskriving	
29. mar. 2015		3	Prezi-presentasjon	6	Utrekning av effektbehov, rapportskrivning	
14		30. mar. 2015	4	Arbeid med Prezi-presentasjon, møte i styringsgruppa	2,5	Styringsgruppemøte, oppdatering av nettside
	31. mar. 2015	4,5	Diverse arbeid 09.30-14.00	7	Diverse arbeid	
	1. apr. 2015	7	Leitt etter info i gamle skulebøker	7	Informasjonssøk	
15	2. apr. 2015	2	Rapportskriving			
	3. apr. 2015	2	Rapportskriving	2	Rapportskriving	
	4. apr. 2015			3	Rapportskriving	
	5. apr. 2015	2,5	rapportskriving	4	Rapportskriving og litteratursøk	
	6. apr. 2015	2	Førebuing til presentasjon			
	7. apr. 2015	8	Førebuing til presentasjon, gjennomgang av framgang	8	Midtvegspresentasjon, diverse	
	8. apr. 2015	4	Midtvegspresentasjon, arbeid ved Sunnfjord Energi	7	Midtvegspresentasjonar	
	9. apr. 2015	5	Sunnfjord Energi- REN	3	På sunnfjord Energi	
	10. apr. 2015	5	Sunnfjord Energi- REN	5	På sunnfjord Energi	
	11. apr. 2015	5	Rapport-magnetfelt	5	Økonomisk tverrsnitt	
	12. apr. 2015	2,5	Rapport-jording			

Vedlegg 39: Timelister

Mie Neumann				Mariell Hermansen		
Veke	Dato	Timar	Kommentar	Timar	Kommentar	
16	13. apr. 2015	6	Rapport- magnetfeltog jording	6	Økonomisk tverrsnitt	
	14. apr. 2015	8	Rapport- magnetfeltog jording	8	Økonomisk tverrsnitt	
	15. apr. 2015	7,5	Rapport- magnetfeltog jording/prosjektadministrasjon	7,5	Økonomisk tverrsnitt	
	16. apr. 2015					
	17. apr. 2015	6	Rapport og møte	6	Rapport og møte	
	18. apr. 2015					
17	19. apr. 2015					
	20. apr. 2015			1	HMS i REN	
	21. apr. 2015	3	Rapport	4	Berekningsgrunnlag	
	22. apr. 2015	3	HMS			
	23. apr. 2015	7,5	Rapport- oppsett	7	Rapport	
	24. apr. 2015	7	HMS	7	HMS	
	25. apr. 2015	6	Prosjekadminitsrasjon	6,5	Rapport: Kablar og kabelskap	
18	26. apr. 2015	3	HMS og prosjektadministrasjon	2,5	Rapport: Høgspenkabel	
	27. apr. 2015	5	Disposisjon til rapport	5	Rapport: Komponentar	
	28. apr. 2015	9	Styringsgruppemøte, Begynt på HMS-kapittel	9	Styringsgruppemøte, rapport	
	29. apr. 2015	4	rapport, hms	6	Rapport	
	30. apr. 2015	6	rapport, prosjektering			
	1. mai. 2015	6	rapport, ren	6	Rapport	
	2. mai. 2015	3	rapport, prosjektering			
	3. mai. 2015	9	Rapport prosjektering, gjennomgang av stoff til rapporten	7	Rapport	
	19	4. mai. 2015	9	Sjekk av nettstasjon,	9	Nettstasjonsjekk, HMS
		5. mai. 2015	5,5	Diverse	5,5	Diverse
6. mai. 2015		5,5	Magnetfelt, prosjekadministrasjon, Transformatorbytte	6,5	Transformatorbytte, økonomi	
7. mai. 2015		6,5	Prosjekadminitsrasjon, samtale med Nils	6	Rapport: prosjektering	
8. mai. 2015		6	Måling av magnetfelt, skrijving til rapport	11	Magnetfeltmåling, rapport	
9. mai. 2015		5,5	Rapport	5	Rapport	
10. mai. 2015		6	prosjektadministrasjon, føreord, innleiing, samandrag	5,5	Rapport	
20		11. mai. 2015	5,5	HMS, rapport	5	Rapport
		12. mai. 2015	6,5	HMS, rapport	9	HMS, rapport
		13. mai. 2015	8	Rapport	7	Rapport

Vedlegg 39: Timelister

Mie Neumann				Mariell Hermansen	
Veke	Dato	Timar	Kommentar	Timar	Kommentar
21	14. mai. 2015	7	Rapport	8	Rapport
	15. mai. 2015	9	Rapport	9	Rapport
	16. mai. 2015	7	Rapport	4,5	Rapport
	17. mai. 2015			1	Rapport
	18. mai. 2015	8,5	Rapport	9,5	Rapport
	19. mai. 2015	8	Rapport	8,5	Rapport
	20. mai. 2015	9	Rapport	7	Rapport
	21. mai. 2015	7,5	innlevering	7,5	Rapport
	22. mai. 2015	0,5	Innlevering	0,5	Rapport
	23. mai. 2015				
22	24. mai. 2015				
	25. mai. 2015				
	26. mai. 2015				
	27. mai. 2015				
	28. mai. 2015				
	29. mai. 2015				
	30. mai. 2015				
	31. mai. 2015				
Sum timar pr 22.05.15		446		445	

Vedlegg 40: Møteinnkalling og møtereferat



Til: Oddbjørn Thune-Myklebust, Joar Sande, Nils Westerheim, Mariell Hermansen

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 03.03.15 kl 14:00

Stad: Grupperom Sande, Høgskulen

Møteinnkalling til styringsgruppemøte nr. 1
Møtedato tysdag 03.03.15 kl. 14:00
Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggefelt

Sakliste

1. HMS-status sidan sist
2. Godkjenning av referat førre møte
3. Godkjenning av forprosjektrapport
4. Status framdrift
5. Framdriftsplan
6. Ressurssituasjon og økonomi
7. Prosjektavtale
8. Risikovurdering
9. Avvik og endringar
10. Oppsummering
11. Neste møte
12. Ymse (prosjektnamn)

Til: Oddbjørn Thune-Myklebust, Joar Sande, Nils Westerheim og Mariell Hermansen

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 04.03.2015

Til stades: Oddbjørn Thune-Myklebust, Joar Sande, Mie Neumann og Mariell Hermansen

Møtereferat frå styringsgruppemøte nr. 1

03.03.2015 kl. 14.00

Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggjefelt, Sande.

Sakliste

HMS-status sidan sist: i dette prosjektet er det ikkje noko spesielle omsyn å ta med tanke på HMS. Ved synfaring er det ikkje fare for fallande objekt.

Godkjenning av referat frå førre møte: dette er første møtet, ingen referat å godkjenne.

Godkjenning av forprosjektrapport: Joar og Oddbjørn har ikkje noko innvendingar på rapporten. Når dei har lese rapporten har dei ikkje sett noko særleg på det faglege innhaldet, mest på oppbygginga og det prosjektfaglege. Nils kan komma med innspel på det faglege innhaldet om han har noko på dette. Om det viser seg at oppgåva vert for lita, er det lett å utvide den (ta med berekingar av kabeltversnitt størrelse på trafo osv.)

Status framdrift i forhold til plan: Framgang er grei, framgangen er i henhold til planen. Ligg ei veke etter mtp. REN-blad, men dette er ikkje noko å bekymra seg for.

Ressurssituasjon (timeforbruk) og økonomistatus: Vi ligg på mellom 90-100 timar pr. student, økonomistatus er uendra.

Risikovurdering: Framgangen i prosjektet er bra, men me kan enda opp på mindre timar enn kva me planla i forprosjektet.

Avvik og endringar. Avvikshandtering: litt få timar, men det gjer me ikkje noko med, sidan det ikkje har gått utover framdrifta.

Ymse: Prosjektnamnet vert endra frå prosjektering av distribusjonsnett i Steiafeltet til prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggjefelt, Sande.

Joar opplyser om vurdering av prosjektet. NRT sine retningslinjer ang. vekting skal følgjast. Det vert utspørjing av kandidatane gruppevis etter presentasjonen 28. mai. På denne utspørjinga skal kvar student kunne stå innafor heile prosjektet. Det er ein ekstern sensor og Nils som spør ut.

Oddbjørn informerer om at me har teke som føresetnad at det ikkje vert bygd fleirmannsbustadar, berre einebustadar, sidan reguleringsplanen ikkje er godkjent endå.

Planar for neste periode. Kven er ansvarleg(e): plan for neste periode er å ferdigstillast prosjekteringa, samt gå igjennom REN.

Neste møte vert 24.03.2015 kl. 14.00

Mie Neumann

Til: Mariell Hermansen, Oddbjørn Thune-Myklebust, Nils Westerheim og Joar Sande

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 20.03.2014

Møteinnkalling til styringsgruppemøtemøte nr. 2
Måndag 30.3.2015 kl. 14.00
Grupperom Sande

Sakliste

1. HMS-status sidan sist
2. Godkjenning av referat frå førre møte
3. Status framdrift
4. Ressurssituasjon og økonomi
5. Risikovurdering
6. Ansvarlig for styringsgruppa
7. Måling av magnetfelt
8. Oppsett rapport
9. Avvik og endringar
10. Ymse
11. Oppsummering
12. Neste møte

Til: Mariell Hermansen, Joar Sande, Nils Westerheim, Oddbjørn Thune-Myklebust

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 30.03.15

Møtereferat frå møte nr. 2

30.03.2015

Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggjefelt

Sakliste

Sakliste

1. HMS-status sidan sist
Vi har ingen store saker her, anna enn at den eine stolen på Sunnfjord Energi er litt kjip, og at det til tider kan bi dårlig inneklima.
2. Godkjenning av referat frå førre møte
Dette ser bra ut.
3. Status framdrift
Vi er ferdige med prosjekteringa i Netbas, med kostnadskalkylen. Vi har begynt på rapportskrivinga. Etter midtvegspresentasjonen skal vi ta til på risikovurdering og magnetfelt, samt vurdering av økonomisk tverrsnitt.
4. Ressurssituasjon og økonomi
Uendra
5. Risikovurdering
Prosjektet går bra, risikoen vert mindre jo lenger vi kjem
6. Ansvarlig for styringsgruppa
Oddbjørn gir ifrå seg ansvaret for styringsgruppa til Nils
7. Måling av magnetfelt
Vi kunne tenkje oss ut å måle magnetfelt. Sidan dette er nemnt i forprosjektrapporten er dette noko vi føler vil gi variasjon i prosjektoppgåva. Nils meiner at data vi finn er bortimot ubrukelige, pga. målenøyaktigheit og at vi ikkje kjenner straumane. Vi antek at straumforbruk er gjennomsnittleg, og tek dei forbehold som er naudsynt.

8. Oppsett rapport

Vi har laga ei oppsett over kva vi føler at er naudsynt i rapporten. Her lyt vi hugse å ta med prosjektstyringsdel, då spesielt drøfting om gjennomføring og resultat.

9. Avvik og endringar

Vi ligg føre planen

Vi har utvid delen om magnetfelt til å omfatta målingar.

10. Ymse

Vi viste Joar framsyningen vi har laga i Prezi, og han tykte den såg bra ut. Presentasjonen skal ta om lag 15 minutt, me satsar på å bruke mellom 10-15 minutt. Vi skal ha presentasjon 09:30.

Sidan Nils ikkje kan møta på midtvegspresentasjonen kjem Joar til å vurdere desse for han. Vi skal i ettertid sende presentasjonen til Nils slik at han kan sjå på desse.

11. Oppsummering

Neste møte: Me føresler at me tek eit møte 27. april, sidan me skal vera ferdig med økonomisk tverrsnitt og magnetfelt og miljø då. Om det er mogeleg ynskjer vi å snakka med Nils før dette angående oppbygging av prosjektet, samt om berekning av økonomisk tverrsnitt.

Mie Neumann

Til: Mariell Hermansen, Nils Westerheim, Oddbjørn Thune-Myklebust, Joar Sande.

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 21.04.2015

Møteinnkalling til styringsgruppemøte nr. 3
Måndag 27.04.2015 kl. 13.00
Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggjefelt

Sakliste

1. HMS-status sidan sist
2. Godkjenning av referat frå førre møte
3. Status framdrift
4. Status rapport
5. Ressurssituasjon og økonomi
6. Risikovurdering
7. Avvik og endringar
8. Ymse
9. Oppsummering
10. Neste møte

Til: Joar Sande, Nils Westerheim, Oddbjørn Thune-Myklebust

Frå: Mie Neumann

Kopi:

Dato: 28.04.15

Møtereferat frå møte nr. 4

28.04.15

Prosjektering av distribusjonsnett i Storehaugen byggjefelt.

Sakliste

1. HMS-status sidan sist
Uendra
2. Godkjenning av referat frå førre møte
Dette er OK
3. Status framdrift og Rapport
Vi ligg litt eter skjema med tanke på magnetfeltnmåling, men dette kan kunne ikkje vi forhindre. Vi er ferdig med om lag 90% av økonomisk tverrsnitt, det gjenstår å skrive litt på rapporten om dette temaet. Vi har igjen å skriva noko om prosjekteringa. Vi har laga til ein grundig disposisjon til rapporten. I neste veke skal vi vera me på ein årleg og 10-årig kontroll av nettstasjon, som ein del av HMS-kapittelet. Vi har fått mykje info om dette frå Per Gunnar Myklebust. Når vi er ferdige med dette ynskjer vi å sjå på lastfordeling og forbruksmønster. Vi vil då sjå på korelis ein kan dimensjonera nettet sidan forbruksmønsteret vil bli endra etter AMS vil bli innført. Vi må hugse å ta med eventuelle punkt som har eit høgt momentanforbruk.
4. Ressurssituasjon og økonomi
Vi har i underkant av 300 timar. Om vi ikkje får 500 timar når oppgåve vert innlevert vil ikkje dette påverka i negativ retning. Dei siste vekene har vi lege på om lag 25 timar i veka.
5. Risikovurdering
Vi er komme så langt ut i prosjektet av risikoen vert mindre og mindre.
6. Avvik og endringar
Magnetfeltnmåling er utsatt. Nils skal ta kontakt med A. Tefre for å høyra kva slags målar dei har på Sunnfjord Energi, og forsøke å få lånt oss ein slik.

7. Ymse

Presentasjonen var bra, at vi brukte Prezi som presentasjonsverktøy vart godt motteke. Nettstaden er også bra. Vi legg ikkje ut alt vi driv med på nettstaden, sidan vi ikkje ynskjer å dele alt.

Oppgåva vår oppfyll kravet om å vera nyskapande om vi tek med litt om AMS og forbruk. Når vi nyttar kjelder er det viktig å velja pålitelege kjelder, om ein bruker Wikipedia; sjekk originalkjeldene!

Pressemeldinga skal vera omlag eit avsnitt det vi kan fortella om at det kjem eit nytt byggefelt og litt om smarte målarar.

Plakaten skal gjerast klar til 26. mai. Joar skal laga til oversikt over presentasjonen i løpet av neste veke.

På presentasjonen kan vi invitera oppdragsgivar og dei vi har samarbeida med.

8. Oppsummering

Det går bra med prosjektet, vi satsar på å ha klart eit første utkast av rapporten i byrjinga i neste veke som Joar og Nils skal lesa gjennom og gi tilbakemelding på.

9. Neste møte

Vi kallar inn om vi føler det er naudsynt med fleire møter. Slik det er no føler vi ikkje at det er naudsynt.

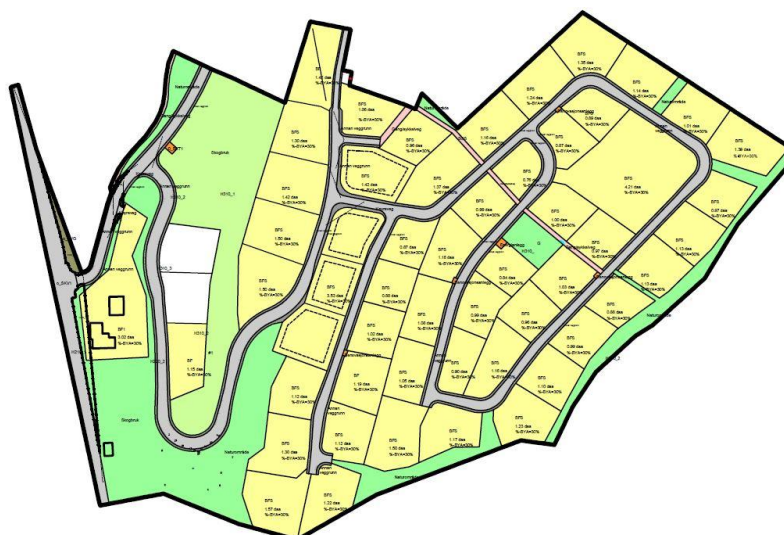
Mie Neumann

STUDENTARBEID

FORPROSJEKTRAPPORT

Prosjektering av distribusjonsnett i Steiafeltet

16.02.15



EL2-305 Bacheloroppgåve
Avdeling for ingeniør- og naturfag
Mie Neumann og Mariell Hermansen

Prosjektnettstad:
<http://studprosjekt.hisf.no/~15steia>

Boks 523 , 6803 FØRDE. Tlf: 57722500, Faks: 57722501 www.hisf.no

TITTEL Prosjektering av distribusjonsnett i Steiafeltet	RAPPORTNR. 01	DATO 16.02.15 REVIDERT DATO 11.03.15
PROSJEKTTITTEL EL2-305 Bacheloroppgåve	TILGJENGE Open	TAL SIDER 9
FORFATTARAR Mie Neumann Mariell Hermansen	ANSVARLEG RETTLEIAR Oddbjørn Thune-Myklebust PROSJEKTANSVARLIG Nils Westerheim RETTLEIAR Joar Sande	
OPPDRAGSGIVAR Sunnfjord Energi AS		
SAMANDRAG Prosjektet omhandlar prosjektering av distribusjonsnett til eit nytt byggefelt på Sande. Hovudmålet med prosjektet er å utarbeida eit forslag til plassering av traséar og nettstasjon prosjektert i Netbas med tilhøyrande materialliste og kostnadsoverslag. Miljørisiko, magnetfelt og økonomisk tverrsnitt skal og utgreiast. Forprosjektrapporten inneheld ei utgreiing av problemstillinga, plan for gjennomføring, prosjektadministrasjon og informasjon om nettsida.		
SUMMARY This project is about designing a distribution system for a new housing development in Sande. The main objective of the project is to place feeders and the substation in the projecting tool Netbas, and develop supplementary equipment list and cost estimation. In addition, we will account for environmental factors, magnetic fields, and economical dimensions. This preliminary project report contains an assessment of the tasks, a progress plan, project administration, and information about the webpage.		
EMNEORD Forprosjekt, prosjektering av distribusjonsnett, nettstasjon, bacheloroppgåve		

Innhald:

1 Samandrag	2
2 Innleiing	3
3 Problemstilling og gjennomføring	4
3.1 Bakgrunn	4
3.2 Utgreiing av problemstilling	4
3.3 Avgrensingar	4
3.4 Val av løysingar og gjennomføring	4
3.5 Framtidige utbyggingar	5
3.6 Konklusjon	5
3.6.3 Tittel	5
3.7 HMS	5
4 Prosjektadministrasjon	6
4.1 Framdrift	6
4.2 Ressursar og økonomi	6
4.3 Milepælar	7
4.4 Møte	7
4.5 Dokumentstyring	7
4.6 Nettside	7
5 Organisering	8
5.1 Oppdragsgivar	8
5.2 Styringsgruppa	8
5.3 Prosjektgruppa	8
5.4 Arbeidsmetodar	8
6 Lister	9
6.1 Figurliste	9
6.2 Tabelliste	9
6.3 Vedleggsliste	9
6.4 Referansar	9

1 Samandrag

Prosjektet omhandlar prosjektering av distribusjonsnett med nettstasjon til eit nytt bustadfelt på Sande i Gaular kommune. Prosjektet vert gjennomført for oppdragsgivar Sunnfjord Energi med dataprogrammet Netbas. Gjennomføring av prosjektet vil i tillegg til prosjektering i Netbas omfatta materielliste med økonomisk berekning, vurderer økonomisk tverrsnitt ved berekningar, miljørisiko og magnetfelt. Det vert også oppretta ei nettside i samband med gjennomføring av prosjektet.

Hovudmålet med prosjektet er å utarbeida eit forslag til distribusjonsnett for oppdragsgivar som skal innehalda fullstendig utgreiing med dokumentasjon av val. I denne prosessen skal alt arbeid utførast i henhold til Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, REN, sine anbefalingar, samt anbefalingar frå Sunnfjord Energi.

Forslag til plassering av trasé og nettstasjon skal prosjekterast i Netbas. Matekablar og stikkablar til tomter skal teiknast inn, samt optimal plassering av Nettstasjon. Det skal utarbeidast ei fullstendig materielliste med økonomisk berekning frå REN, ein vurdering og berekning av økonomisk tverrsnitt samt samanlikning av oppdragsgivar sine anbefalingar. Miljørisiko og magnetfelt skal utgreiast og vurderast.

2 Innleiing

Dette er ein forprosjektrapport for hovudprosjekt ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, avdeling for ingeniør og naturfag våren 2015. Prosjektet utgjer 20 av totalt 180 studiepoeng som vert kravd ved ei bachelorgrad. Forprosjektet går over 3 til 4 veker.

Ved Steiafeltet i Gaular kommune skal det først opp 40 nye einbustadar og ein firemannsbustad. Sidan Sunnfjord Energi har områdekonsesjon her må dei bygga ut distribusjonsnettet for å levera straum til dei nye kundane.

I kapittel 3 har vi teke føre oss problemstilling og gjennomføring, i kapittel 4 prosjektadministrasjon, kapittel 5 budsjett, i kapittel 6 kan du lesa om organisering, i kapittel 7 finn du ei oversikt over alle vedlegg.

3 Problemstilling og gjennomføring

3.1 Bakgrunn

På Sande i Gaular kommune skal bustadfeltet Steiafeltet utvidast med 40 nye einebustadar og ein firemannsbustad. I det høvet vert det naudsynt for Sunnfjord Energi å bygga ut distribusjonsnettet til dei nye bustadane som vert oppført. Det er forventa byggestart hausten 2015.

3.2 Utgreiing av problemstilling

I samband med utbygginga i Steiafeltet må Sunnfjord Energi prosjektera eit nytt distribusjonsnett på staden. Det skal førast opp ein nettstasjon med transformator frå 22 kV høgspenkabel som skal forsyna lågspennetnettet. Frå nettstasjonen skal det leggest matekablar og stikkablar til tomtene. Det skal også leggest ut trekkerør for fiber. Prosjekteringa skal gjennomførast i Netbas. Ved prosjektering skal ein vurdere økonomisk tverrsnitt ved berekning, men ein skal likevel nytta standardverdiar for tverrsnitt i utbygginga.

3.3 Avgrensingar

Dette prosjektet skal ta føre seg planlegging og prosjektering tilknytt utbygging av distribusjonsnettet i dette bustadfeltet. Det skal ikkje takast del i byggefasen.

Vi fekk tildelt bacheloroppgåve seinare enn kva vi hadde tenkt, dette kjem moglegvis til å begrensa arbeidstimane våre, så vi trur ikkje vi klarar å få 500 timar pr. student.

Utgifter på inntil 1000 kr vert dekkja av Høgskulen. Slik det er no ser vi ikkje føre oss nokre utgifter. Sunnfjord Energi AS har ordna tilgang til programvara me treng, samt arbeidsplass og pc-tilgang.

3.4 Val av løysingar og gjennomføring

I gjennomføringa av prosjektet skal vi følge gjeldande normer og forskrifter. Mest aktuell er Forskrift om Elektriske forsyningsanlegg, forkorta FEF. Til denne forskrifta har REN utarbeida ein brukarguide som vi nyttar i prosjekteringsarbeidet. Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet AS, forkorta REN, utarbeidar tekniske bransjebefalingar innanfor planlegging, prosjektering, montasje, drift og vedlikehald for alle som jobbar innan høgspennings- og lågspenningsdistribusjonsnett. [1] REN har også verktøy til å berekna totalkostnad for utbygginga av distribusjonsnettet som vi kjem til å nytta.

Nettstasjonen skal plasserast i sentrum av den nye delen av byggefeltet slik at kabelavstanden til dei ytste bustadane blir kortast mogleg for å avgrensa elektriske tap. Vi må sørge for at gjeldande forskriftskrav om spenningskvalitet og kortslutningsstraum blir overhalden for alle bustadane. Programvaren vi nyttar i prosjekteringa har analysefunksjonar som bereknar desse verdiane. Dimensjonering av matekablar og stikkablar blir etter Sunnfjord Energi AS sin standard. Det skal føreliggja ei fullstendig materialliste med økonomisk berekning, og vi skal berekna økonomisk tverrsnitt. Miljørisiko og magnetfelt skal utgreiast og vurderast.

Vi planlegg å leggja kabeltraséen i same grøft som vatn- og avløpsrøyra. Dimensjonering og plassering av grøft skal utførast etter REN sine retningslinjer.

3.5 Framtidige utbyggingar

Slik byggefeltet ser ut no reknar me med at det ikkje vert noko vidare utbygging enn det som ligg i reguleringsplanen. Om det vert knytt til nokre få einbustadar til, er det ledig kapasitet til det. Om det vert store utbyggingar i feltet, er det uansett naudsynt med ein ny nettstasjon.

Oddbjørn Myklebust ser på det som lite truleg at det kjem ein hurtigladestasjon i byggefeltet. Om det likevel skulle kome ein hurtigladestasjon eller ein normal ladestasjon er det ledig kapasitet.

3.6 Konklusjon

3.6.1 Hovudmål

Hovudmålet er å prosjektera utbygging av distribusjonsnett for Steiafeltet del 2.

3.6.2 Delmål

Delmåla er å:

- Vurdera miljø, risiko og magnetfelt
- Plassera trasé og nettstasjon
- Utarbeida materialliste med mengdebereking
- Berekna total kostnad og anleggsbidrag
- Vurdera økonomisk tverrsnitt

3.6.3 Tittel

Tittel på prosjektet er: Prosjektering av distribusjonsnett i Steiafeltet.

3.7 HMS

Vi vurderer prosjektet som relativt risikofritt.

3.7.1 Teknisk risiko

Det er ein risiko for dataproblem. Vi nyttar skylagringstenesta Dropbox til lagring av dokument, filene blir synkronisert til begge pc-ane i tillegg til Dropbox sine serverar. I tilfelle det blir rot med dokumenta tek Dropbox vare på endra og sletta filer i 30 dagar. [2] Arbeidet vi utfører i Netbas er lagra på Sunnfjord Energi AS sine serverar som vi anser som trygt.

3.7.2 Datasikkerheit

Vi er oppmerksom på at konfidensiell informasjon ikkje kan bli tilgjengeleg for uvedkommande. Eksempel på konfidensiell informasjon er trase for høgspennnett og kundeinformasjon.

3.7.3 Helserisiko

Ved gjennomføring av prosjektet vil den største risikoen vera transport til arbeidsstad, skule, synfaringar, møter osv. For å minska risikoen ved transport føl vi trafikkreglar og nyttar setebelte.

Det er også ein fare at ein av studentane vert sjuke. Om det ikkje er alvorleg sjukdom går dette greitt, då vi har noko ekstra tid lagt inn om mindre sjukdom inntreff.

4 Prosjektadministrasjon

4.1 Framdrift

Sjå Gantt-skjema i vedlegg. Søndagen i arbeidsperioden oppsett i Gantt-skjemaet er fristen for å fullføra aktivitetane.

4.2 Ressursar og økonomi

Det skal nyttast om lag 500 timar per student. Prosjektet skal arbeidast med jamt, og det skal vera omlag 25 timar per student kvar veke. Vi fekk ikkje oppgåva før i slutten av januar og mista derfor tre veker, det er derfor ikkje sikkert vi når arbeidsramma på 500 timar per student. Det vert teke atterhald om at det kan bli noko færre timar per veke før prosjektering i Netbas startar opp.

Utgifter knytt til prosjektet omfattar køyring til synfaring, og eventuelt andre utgifter knytt til kontorrekvisita/utskrift. Høgskulen dekker utgifter på inntil 1000 kr pr. gruppe.

4.2.1 Programvare

Oppdragsgivar Sunnfjord Energi har oppretta ein studentbrukar i Netbas som dei to prosjektgruppene med prosjekt hos Sunnfjord Energi må dela. Sunnfjord Energi skal setta opp ein pc med Netbas som er tilgjengelig innanfor deira kontortid. I samarbeid med den andre gruppa er tida delt slik at vår prosjektgruppe får tilgang til brukaren tysdag, onsdag og annankvar fredag.

Netbas er eit simuleringsverktøy utvikla av Powel As. Nettselskapa nyttar Netbas for å dokumentera, planleggja, analysera, simulera og holda oversikt over komponentar og anlegg i distribusjonsnettet. Vi kjem til å nytta Netbas til å prosjektera distribusjonsnettet, samt til å analysera det.

Sunnfjord Energi har og oppretta ein studentbrukar i REN med tilgang til kostnadskatalog som vi deler mellom prosjektgruppene.

REN, Rasjonell elektrisk nettviskromheit, er ein nettstad der nettselskapa kan heta informasjon om ulike materiell og metodar. REN har også ein eigen brukarguide til Forskrift om elektriske forsyningsanlegg, FEF med kommentarar og tilvisingar til REN-blader. Vi kjem i hovudsak til å nytta oss av REN-blad, kostnadskatalog og brukarguiden til FEF.

4.2.2 Timeplan

Kl.	Måndag	Tysdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
07.35-08.20		Prosjekt	Prosjekt		
08.30-09.15	Lesedag	Matematikk 3/Prosjekt	Prosjekt	Matematikk 3	Prosjekt
09.20-10.10	Lesedag	Matematikk 3/prosjekt	Prosjekt	Matematikk 3	Prosjekt
10.20-11.05	Lesedag	Prosjekt	Prosjekt	Matematikk 3	Prosjekt
11.15-12.00	Lesedag	Prosjekt	Prosjekt	Matematikk 3	Prosjekt
12.30-13.15	Lesedag	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt
13.25-14.10	Lesedag	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt
14.20-15.05	Lesedag	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt	Prosjekt
15.15-16:00	Lesedag			Prosjekt	

Tabell 1: Timeplan som syner forventna arbeidsfordeling i løpet av ei veke.

Timeplanen i tabell 1 viser kor tid vi planlegger å arbeida med prosjektet. Tysdagar, onsdagar og annankvar fredag har vi tilgang til pc med Netbas hjå Sunnfjord Energi AS innanfor deira kontortider så dette blir fast arbeidstid. Elles kan timane fordelast slik det passar studentane.

4.3 Milepælar

Milepæl	Dato
Levera prosjektbeskriving	28.01.15
Levera forprosjektrapport	13.02.15
Levera hovudprosjekt	22.05.15
Plakat skal hengast opp	26.05.15
Framsying	28.05.15
Ferdigstilling av nettside og opprydding	05.06.15

Tabell 2: tabell over milepælar med datoar desse skal vera utført

4.4 Møte

Det skal gjennomførast uformelle møte i prosjektgruppa annankvar onsdag. Der skal vi bestemma kva arbeid som skal gjennomførast dei to komande vekene. Prosjektlear kallar inn og skriv referat til kvart møte.

Møteplan	Dato
Moglege oppdragsgivarar	07.01.2015
Kontakt med oppdragsgivar	21.01.2015
Framgang og vidare i prosjektet	04.02.2015
Ferdigstilling av forprosjekt	16.02.2015
Framgang og vidare i prosjektet	04.03.2015
Framgang og vidare i prosjektet	18.03.2015
Midtvegspresentasjon	30.03.2015
Framgang og vidare i prosjektet	15.04.2015
Framgang og vidare i prosjektet	29.04.2015
Innlevering	13.05.2015
Presentasjon og plakat	25.05.2015
Avslutting	05.06.2015

Tabell 3: Møteplan med dato og emne for møtet.

4.5 Dokumentstyring

Gruppa har vald Dropbox som samarbeidsverktøy. Dropbox er nettlagringstjeneste der vi har oppretta ei delt prosjektmappe. Ulempa med Dropbox er at kun ein person kan redigera i same dokument samtidig, og det har ingen funksjon som viser om dokumentet er ope hos ein anna brukar. Vi må derfor kommunisera om kva dokument vi redigerer i for å unngå fleire versjonar av same dokument eller tapt arbeid. Om vi seinare ser behov for å redigera i same dokument kan vi nytte Office sin online redigering.

4.6 Nettside

Prosjektet har nettside med adresse <http://studprosjekt.hisf.no/~15steia>.

Nettsida skal innehalda framgang, beskriving av prosjektet, dokument (prosjektbeskriving, forprosjektrapport, rapport, pressemelding og plakat) og kontaktinformasjon. Nettsida blir oppretta som ein del av forprosjektet og ferdigstilt første veka i juni.

Vi har nytta Adobe Dreamweaver som er eit webutviklingsverktøy til å laga nettsida. Dreamweaver er eit visuelt verktøy som let ein skriva kode på ein intuitiv måte og leggja til CSS filer som definerer utforming som skrifttypar, fargar osv. Nettsida er bygd på HTML 5 kode med fluid layouts slik at innhaldet tilpassar seg skjermstørrelsen og er dermed mobil- og nettbrettvenleg.

5 Organisering

5.1 Oppdragsgivar

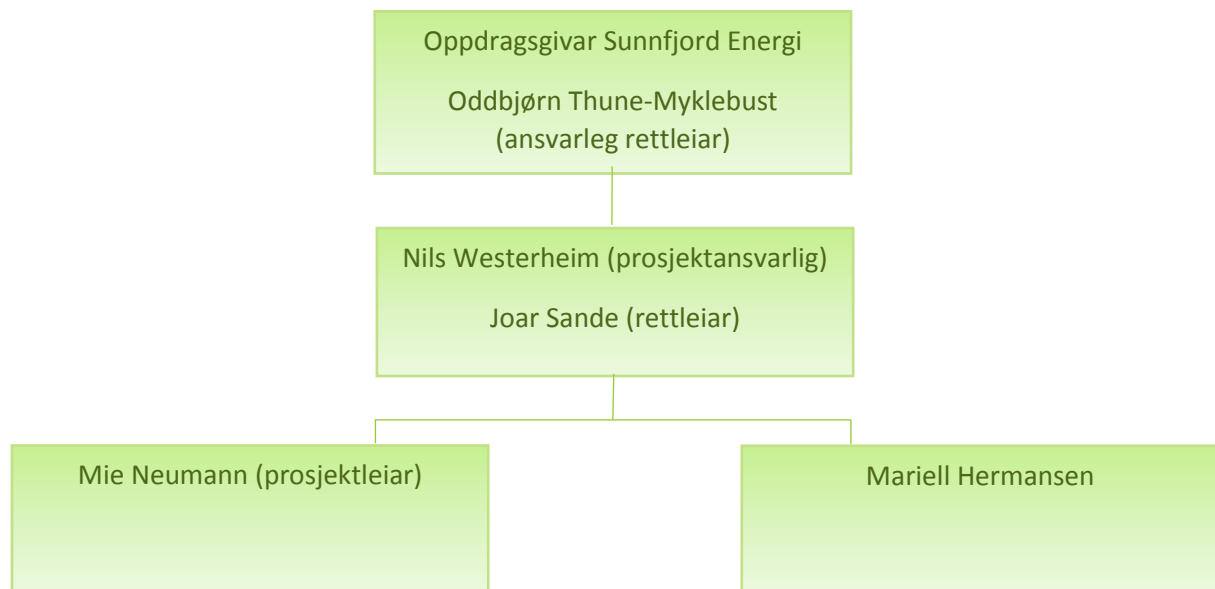
Oppdragsgivar er verksemda oppgåva vert utført for. Oppdragsgjevar for vårt prosjekt er Sunnfjord Energi AS som har områdekonsesjon til utbygging av distribusjonsnett i Sunnfjord.

5.2 Styringsgruppa

Styringsgruppa har det overordna ansvaret, og tek dei viktige avgjerdene i prosjektet. Gruppa består av prosjektansvarlig Nils Westerheim, rettleiar Joar Sande begge frå Høgskulen i Sogn og Fjordane og ansvarleg rettleiar Oddbjørn Thune-Myklebust frå oppdragsgjevar Sunnfjord Energi AS.

5.3 Prosjektgruppa

Prosjektgruppa består av prosjektleiar Mie Neumann og Mariell Hermansen. Prosjektleiar har ansvar for at framdriftsplanen blir følgd, samt ansvar for hovudrapporten, forprosjektrapporten, møteinnkalling og møtereferat. Mariell Hermansen har ansvar for prosjektering i Netbas og nettsida. Resterande arbeidsoppgåver er gruppeleiar sitt ansvar, men arbeidet skal fordelast på dei to studentane.



Figur 1 organisasjonskart for gruppa

5.4 Arbeidsmetodar

Dette studentprosjektet er eit prosjekt som skal gjennomførast av oppdragsgivar i nær framtid. Vi har fått ansvar for ein stor del av prosjekteringa, og om oppdragsgjevar er nøgd med resultatet kan det verta realisert. Vi kjem til å jobba mykje sjølvstendig på prosjektet, men med fokus på god kommunikasjon med oppdragsgivar gjennom mail og møte. Det kjem til å bli ein periode der oppdragsgivar gir oss studentane ein gjennomgang i bruk av Netbas.

6 Lister

6.1 Figurliste

FIGUR 1 ORGANISASJONSKART FOR GRUPPA	8
--	---

6.2 Tabelliste

TABELL 1: TIMEPLAN SOM SYNER FORVENTA ARBEIDSFORDELING I LØPET AV EI VEKE.....	6
TABELL 2: TABELL OVER MILEPÆLAR MED DATOAR DESSE SKAL VERA UTFØRT	7
TABELL 3: MØTEPLAN MED DATO OG EMNE FOR MØTET.	7

6.3 Vedleggsliste

GANTT SKJEMA.....	VEDLEGG 1
-------------------	-----------

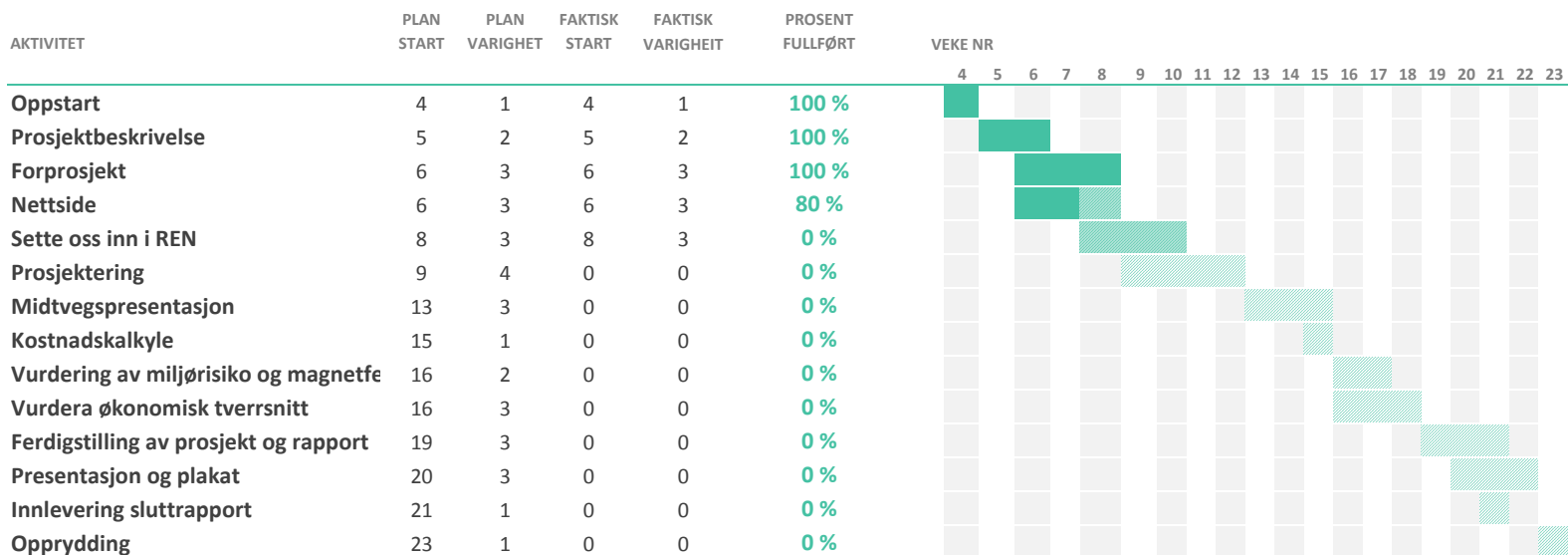
6.4 Referansar

- [1] Rasjonell Eletrisk Nettvirksomhet, Brukerguide FEF 2006, Rasjonell Eletrisk Nettvirksomhet, 2006.
- [2] Dropbox, «Dropbox Help Center,» [Internett]. Available: <https://www.dropbox.com/help/122>. [Funnen 10 03 2015].

Gantt-skjema

Periodehøydepunkt 1

Plan Faktisk % fullført Faktisk (bak plan) % fullført (bak plan)



Bacheloroppgåver Sunnfjord Energi

Oppgåve 1 – Aggregat-simulator

Fag: Automasjon og Elkraft (minst ein frå kvart fag)

Tal personar: 3-4

Avdeling: Produksjon

Vegleiar: Kjell Johnny Kvamme

95 98 90 33

kjell.johnny.kvamme@sunnfjordenergi.no

Budsjett: 100'

Eigar av resultat: Sunnfjord Energi AS

Tema: #Turbinregulator #Kontrollanlegg #PLS #Kraftelektronikk #Funksjonsbeskrivelse #FAT #Testing #Testtrigg

Bakgrunn

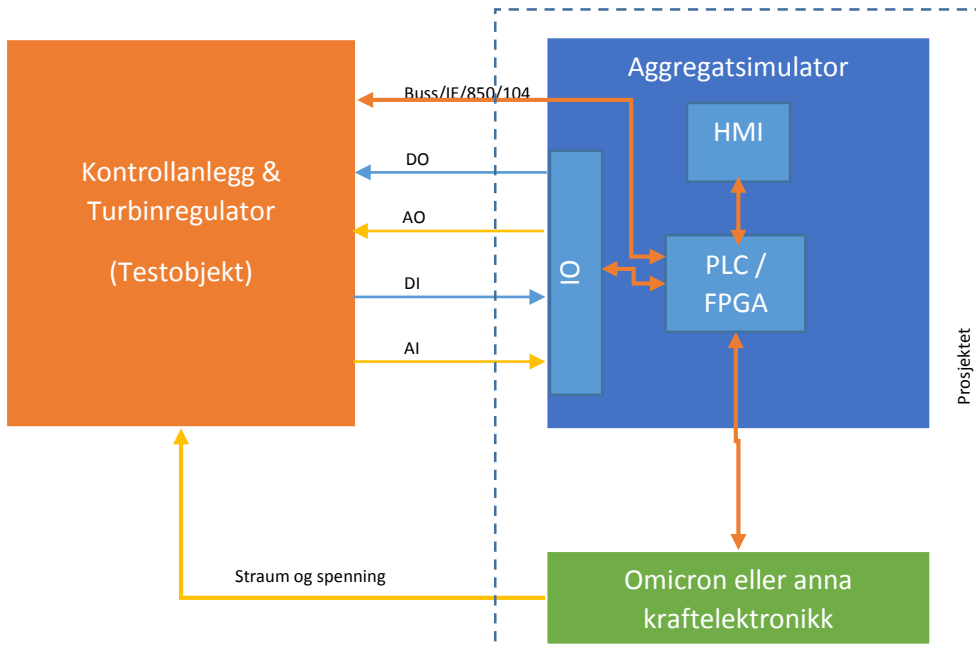
Sunnfjord Energi AS har ti kraftstasjonar med totalt fjorten aggregat. Vi er godt i gong med ein langtidsplan for å modernisere og oppgradere kraftstasjonane. I tillegg til større revisjon av turbin og generator er det også vanlig å bytte ut kontrollanlegg og alle hjelpesystem. Vi ser at det er vanskeleg å teste ut kontrollanlegg og turbinregulator i forbindelse med FAT (Factory Acceptance Test). Vi ønskjer derfor å få bygt ein aggregatsimulator som simulerer eit kraftverk.



Figur 1 Typisk kontrollanlegg i ein kraftstasjon.

Problemstilling

Vi ser føre oss ein PLS- eller FPGA-styrt simulator som tar i mot signal frå kontrollanlegget som skal testast. Simulatoren skal so gi signal tilbake slik eit aggregat ville gjort i ein kraftstasjon. I tillegg ønskjer vi eit grensesnitt for å konfigurere type turbin og andre karakteristika ved anlegget som skal testast samt kommunikasjon med kontrollanlegget. I dette grensesnittet må det og vere mogleg å sende typiske feilsignal til kontrollanlegget. Labview kan vere eit slikt grensesnitt.



Figur 2 Forslag til systemskisse for ein aggregatsimulator.

For å løyse denne oppgåva må ein ha kompetanse både om korleis ein vasskraftturbin og -generator fungerer for å lage ein funksjonsbeskrivelse av virkemåten. Til å simulere straumen som kjem ut av generatoren må det nyttast utstyr som kan simulere tre fase spenning og straumsignal. Vi ønskjer ein testtrigg som er mobil, dvs. montert i ei løysning som enkelt kan sendast når ein skal på reise.

Vegleiar og representant frå høgskulen skal utgjere styringsgruppa i prosjektet. Styringsgruppa skal gi tilsagn til økonomiske disposisjonar.

Forslag til prosjektfasar:

1. **Moglegheitsstudie**
Hensikta med denne prosjektfasen er å gjere seg kjent med problemstillinga og finne ulike konsept for utstyr som kan nyttast til oppgåva.
2. **Funksjonsbeskrivelse**
Lage ein funksjonsbeskrivelse for Aggregatsimulatoren sin funksjon og grensesnitt.
3. **Design av HW & SW**
Design av «testtrigg»
4. **Montering og programmering av «testtrigg»**

Ved prosjektoppstart skal ein gjennomføre ein workshop der ein går igjennom problemstillinga og vurderer prosjektfasane som er føreslått. Det må og definerast mål, milepålar, kontrollstasjonar og styringsdokument for prosjektet.

Oppgåve 2 – Steiafeltet del 2 – Sande, Gaular kommune

Fag: Elkraft

Tal personar: 3

Avdeling: Nett, Planavd.

Vegleiar: Oddbjørn Thune-Myklebust

97 57 74 14

oddbjorn.myklebust@sunnfjordenergi.no

Budsjett: Forutsetter at programleverandørar sponsar nødvendig tilgang/demo.

Eigar av resultat: Sunnfjord Energi AS

Tema: #Byggefelt#Nettilknytning#Distribusjonsnett#22kV#Høgspenkabel#Nettstasjon#415 V
#Matekabel#Stikkledning#REN#Miljø#Dimensjonering

Bakgrunn

Gaular kommune har lagt ut reguleringsplan for nytt byggefelt. Før feltet blir lagt ut for sal skal kommunen etablere infrastruktur. Skogrydding, Veger, Vatn og avløp (VA) og straum. Kostnader for dette vert lag til tomtekostnad.

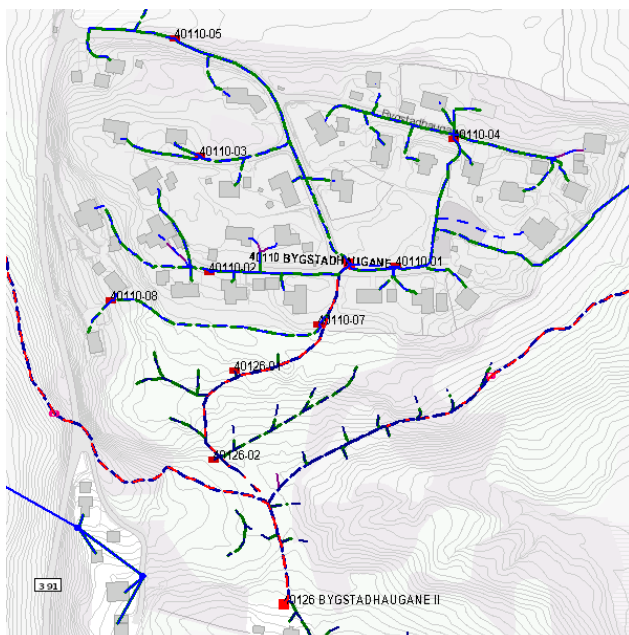
Problemstilling

Det skal lages nødvendig plan og beregninger for utbygging av Distribusjonsnett:

- Høgspenkabel 22 kV
- Nettstasjon med trafo
- Lavspent matekabler og stikkabler til tomter.
- Trekkerør for fiber
- Kostnad - anleggsbidrag

Beregnes i NetBas eller tilsvarende program, REN- kostnadsoverslag og –samsvarserklæring plan. Ein må lage materielliste med mengdeberegning og vurdere økonomisk tverrsnitt, miljø, risikoanalyse, magnetfelt. Området skal prosjekterast etter FEF-2006 og andre krav frå t.d. DSB, Fylkesmannen miljøvernadv., NEK 399 (Ecom –inntaksskap).

Utklipp av NetBas på liknande byggefelt:



Oppgave 3 – 22 kV Avgreining Kapstad, Bygstad.

Fag: Elkraft

Tal personar:

Avdeling: Nett, Planavd.

Vegleiar: Kurt Gjesholm

95 25 39 09

Kurt.Gjesholm@sunnfjordenergi.no

Budsjett: Forutsetter at programleverandørar sponsar nødvendig tilgang/demo.

Eigar av resultat: Sunnfjord Energi AS

Tema: #Småkraftverk#Nettilknytning#22 kV#Høgspenlinje#Miljø#Dimensjonering#Netlin#Netbas

Bakgrunn

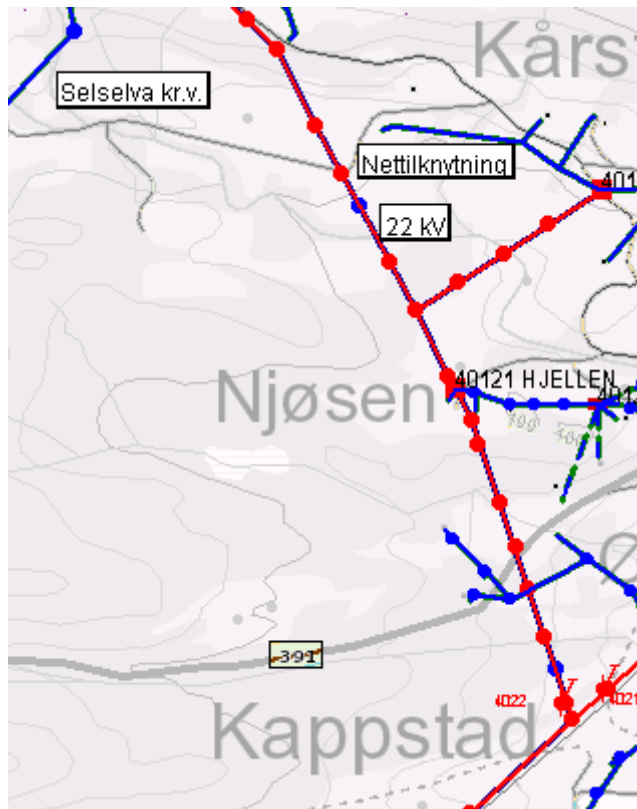
Selselva Kraft skal bygge et kraftverk som skal levere 5 MW produksjon (4,98 MW). Dei har fått konsesjon og er klar for bygging. Etter framdriftsplan skal dei ha nettilknytning 01.01.2016.

Problemstilling

Høgspennetnettet i området er ikkje dimensjonert for formålet og det må investeringar før nettilknytning. Det skal lages nødvendig plan og beregninger for framføring av 1 km 22 kV høgspenlinje (i dag 14 mastepunkt) eller -kabel. Fleire alternativ skal vurderes. Eit alternativ skal velgast og begrunnast.

Linja skal beregnes i NetBas eller tilsvarende program, Netlin, REN- kostnadsoverslag og – samsvarserklæring plan. Vurdering av Økonomisk tverrsnitt, Miljø, Risikoanalyse, Magnetfelt. Den skal prosjekterast etter FEF-2006 og andre krav frå NVE, DSB, Fylkesmannen miljøvernnavd, Statens vegvesen.

Utklipp av NetBas:



AVTALE OM HOVUDPROSJEKT VED HSF-AIN

Dato: 10.03.2015

Oppgåvetittel: Prosjektering av distribusjonsnett på Storehaugen

Involverte i oppgåva:

Studentar: Mie Neumann, Mariell Hermansen

**Samarbeidande verksemd (inkl kontaktperson): Sunnfjord Energi AS, kontaktperson
Oddbjørn Thune-Myklebust**

Prosjektansvarleg: Nils Westerheim

Styringsgruppe: Nils Westerheim, Joar Sande, Oddbjørn Thune-Myklebust

Finansiering:

Sunnfjord Energi står for lisens av Netbas og REN. Hisf dekker inntil 1000 kroner i reisekostnader.

Reglar for gjennomføring og bruk av resultatet:

Mellom studentane, HSF-AIN og Sunnfjord Energi AS er det inngått følgjande avtale:

- 1) Høgskulen kan ikkje, overfor eventuell ekstern samarbeidspartnar, garantere sluttresultatet på eit studentprosjekt.
- 2) Ekstern samarbeidspartnar skal ha kopi av rapporten.
- 3) Oppgåveresultatet, med rapport, teikningar, modell, apparatur, program osv: er Sunnfjord Energi AS sin eigedom. HSF sin bruk av resultatet/rapporten er avgrensa til undervisnings-, rekrutterings og forskningsformål, og skal utøvast i forståing med Sunnfjord Energi AS.
- 4) Student(ane) og ekstern samarbeidspartnar godkjenner at rapporten kan kopierast til andre. Det skal lagast internettpresentasjon av prosjektet. AIN har høve til å redigere og nytte informasjon frå denne presentasjonen.
- 5) Deler av rapporten som eventuelt skal vere unnateke offentlegheita, blir lagt i lukka vedlegg, og skal ikkje kopierast utan at det er henta inn særskilt avtale frå Sunnfjord Energi AS.
- 6) Rettane til utnytting av resultatet kommersielt eller ved dagleg drift tilfell Sunnfjord Energi AS.

Reglane er aksepterte:



HSF-AIN



Samarbeidspartner

Mie Neumann



Student(ar)