

STUDENTARBEID

Kraftverksimulator Forprosjektrapport



av

Asle Ness

Atle Jostein Rauset

Rakel Synnøve Ullebust

Stig Heggheim

Avdeling for ingeniør- og naturfag

HO2-300 Bacheloroppgåve

Februar 2017

www.kraftsim.webnode.com



Referanse

TITTEL HO2-300 Hovudoppgåve - Forprosjektrapport	RAPPORTNR. 01	DATO 20.02.2017
PROSJEKTTITTEL Kraftverksimulator	TILGJENGE Open	TAL SIDER 21
FORFATTARAR Asle Ness Stig Heggheim Atle Jostein Rauset Rakel Synnøve Ullebust	ANSVARLEGE RETTLEIARAR Joar Sande – Prosjektansvarleg Nils Westerheim – Rettleiar EEM Johannes Møgster – Rettleiar AUT Kjell Johnny Kvamme - Ekstern rettleiar Sunnfjord Energi	
OPPDRAKSGJEVAR Sunnfjord Energi AS ved Kjell Johnny Kvamme		
SAMANDRAG Sunnfjord Energi AS er eit kraftselskap med kraftproduksjon, drift og bygging av nett og sal av kraft til bedrifter og hushald. I samband med oppgraderingar av kontrollsystemet på vasskraftverk ynskjer dei å få laga til ei mobil eining som simulerer eit kraftverk. Kraftverksimulatoren skal teste kontrollsystemet sine logiske funksjonar og tiltak ved ulike feilmeldingar. På den måten testar ein at kontrollanlegget held mål. Vi skal i dette prosjektet ta utgangspunkt i eit bestemt kraftverk med hovudfokus på dei ulike sekvensane som skjer ved start til drift og stopp til stillstand i anlegget. Dokumentasjon og undersøkingar for utviklinga av kraftverkssimulator skal og gjennomførast.		
SUMMARY Sunnfjord Energi AS distributes, produces and sells green energy to companies and households. Due to renewal of selected power plant control systems, it is desired to simulate control functions and error handling at the factory acceptance test, to guarantee delivery specifications. Toward this purpose, SEAS need to develop a mobile test unit with the simulated functions of an operative water power plant. This project will be based on a particular powerplant, with main focus on sequential control prior start to normal operations and shutdown to standstill of the power plant. This project will also examine solutions related to development of the power plant simulator, including documentation.		
EMNEORD Hovudoppgåve, Vasskraftverk, Simulering, PLS, Studentprosjekt, Elkraft, Automasjon, HO2-300, Kontrollsystem.		

Innholdsliste

Referanse.....	I
Innholdsliste	II
Samandrag.....	IV
Figurliste	V
Tabelliste	V
Forkortingar	VI
1. Innleiing	1
1.1 Bakgrunn for prosjektet	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Arbeidsmetode	1
2 Rammer	2
2.1 Tidsrammer	2
2.2 Kostnadsrammer	2
2.3 Avgrensing av produktet	2
2.4 Tilgjengelege ressursar	3
3 Mål.....	3
3.1 Mål for deltakarane	3
3.2 Mål for ferdig produkt.....	3
3.3 Hovudmål	3
3.4 Delmål.....	3
4 Teori.....	4
4.1 Vasskraftverk i Noreg	4
4.1.1 Inntaksluke	4
4.1.2 Ventilalar	5
4.1.3 Turbinar	5
4.1.4 Turbinregulator	6
4.1.5 Generator	6
4.1.6 Spenningsregulator	6
4.1.7 Generatorvern	7
4.2 Programmering.....	8
4.2.1 Programmeringsspråk	8
4.2.2 MFD (Masse Fjør Dempar)	9
4.3 Komponentar.....	9
4.3.1 Siemens PLS.....	9
4.3.2 Siemens HMI.....	10

4.3.3	Digitalt potensiometer	10
5	Konklusjon	11
6	Prosjektadministrasjon	11
6.1	Organisering	11
6.1.1	Oppdragsgjevar	11
6.1.2	Prosjektgruppa	12
6.1.3	Styringsgruppa	12
6.2	Ansvarsfordeling	12
6.3	Milepålar/GANTT	13
6.4	Møteplan	13
6.5	Arbeidsmetodar	13
6.6	Dokumentstyring	13
6.7	Tidsbruk	14
6.8	Økonomi og budsjett	14
7	Prosjektnettstad	14
8	HMT- HELSE, MILJØ OG TRYGGLEIK	14
8.1	Risikoanalyse	14
9	Kjelder	15
10	Vedlegg	15
	Vedlegg 1 - Budsjett forprosjektrapport	15
	Vedlegg 2 - Milepålar	15
	Vedlegg 3 - Gantt diagram	15
	Vedlegg 4 - Møteplan	15
	Vedlegg 5 - Risikoanalyse	15

Samandrag

Dette er forprosjektrapport for vår hovudoppgåve (HO2-300) på studiet elektroingeniør innanfor felte energi-, elkraft- og miljø og automatiseringsteknikk ved HVL, våren 2017. Prosjektet vårt er basert på ei oppgåve gjeven av Kjell Johnny Kvamme ved Sunnfjord Energi AS. Formålet med å lage til ein kraftverksimulator er å teste kontrollanlegg hjå produsenten før overlevering.

Målet med prosjektet er å prosjektere ein simulator som kan simulere ulike driftssituasjonar og feilmeldingar ved eit bestemt kraftverk. På den måten vil ei kunne teste om kontrollanlegget oppfører seg som ønskja. Hovudprosjektet vil derfor innehalde kartlegging av dei ulike sekvensane i kraftverket og oppgåvene til eit kontrollanlegg. Grunna prosjektets tidsrammer, vil det ikkje vere aktuelt å byggje kraftverksimulatoren. Det vil derimot vere mogeleg å byggje og utvide funksjonane til simulatoren for seinare bachelorgrupper.

I denne forprosjektrapporten skal vi ta føre oss korleis vi har tenkt å gjennomføre prosjektet, og kva løysningar vi tenker å nytte oss av. Rapporten inneheld også beskriving av dei ulike fasane vi ha lagt inn i prosjektet, og kva rammer vi har sett oss. Definerings av rammene er utarbeida i fellesskap av prosjektgruppa, Nils Westerheim ved HVL og Kjell Johnny Kvamme ved Sunnfjord Energi, som er oppdragsgjevar. Vi har i tillegg lagt til rette for HVL sine formelle rammer i dette emnet.

Figurliste

Figur 1 - Vasskraftverk [2].....	4
Figur 2 - Francisturbin [2].	5
Figur 3 - Kaplanturbin [2].....	5
Figur 4 -Peltonturbin [2].....	6
Figur 5 - MFD modell [2].....	9
Figur 6 - MFD formlar [2].....	9
Figur 7 - Oversiktbilde av PLS med fem forskjellige IO modular [3].	9
Figur 8 - TP 700 Comfort HMI [3].	10
Figur 9 - Digitalt potensiometer [4].	10
Figur 10 - Organisasjonskart.....	11

Tabelliste

Tabell 1 - Forkortingar med forklaring	VI
Tabell 2 - Ulike typar vern [2].	8
Tabell 3 - Kontaktinformasjon for prosjektgruppa.....	12
Tabell 4 - Kontaktinformasjon for styringsgruppa	12

Forkortingar

Tabell 1 - Forkortingar med forklaring

SEAS	Sunnfjord Energi AS
HVL	Høgskulen på Vestlandet
HMT	Helse, miljø og tryggleik
EEM	Studieretning energi, elkraft og miljø
AUT	Studieretning automatiseringsteknikk
IEC	International Electrotechnical Commsion (International standard)
PLS	Programmerbar logisk styring
HMI	Human machine interface
IO	Inngang og utgangs modul for PLS
MFD	Masse fjør dempar
PID	Proporsjonal integrasjon derivasjon
TIA	Totally integrated automation
SCL	Structured control language
FBD	Function block diagram
FAT	Factory acceptance test
CPU	Central processing unit
AI	Analog inngang
AQ	Analog utgang
DI	Digital inngang
DQ	Digital utgang
VDC	Spennning frå likestraumskjelde
SW	Software

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn for prosjektet

Sunnfjord Energi AS er eit kraftselskap med kraftproduksjon, drift og bygging av nett og sal av kraft til bedrifter og hushald. I samband med oppgraderingar av kontrollsystemet på nokon av vasskraftverka ønskjer dei å få laga til ei mobil eining som simulerar eit kraftverk. Kraftverksimulatoren skal manipulere kontrollanlegget til å køyre aktuelle driftssituasjonar og reagere på ulike feilmeldingar, og på den måten teste om kontrollanlegg held mål.

1.2 Problemstilling

Gruppa står ovanfor utfordringa å starte utviklingsprosessen for kraftverkssimulatoren. Det skal takast utgangspunkt eit fysisk kraftverk med kontrollanlegg og funksjonaliteten som ligg i dette. Bacheloroppgåva skal omhandle planlegging av korleis oppgåva i sin heilheit kan løysast, med kostnadsoverslag og val av utstyr. Som del av denne planlegginga skal det kartleggast dei ulike sekvensane som skjer i den aktuelle kraftstasjonen ved start, stopp og klargjering til ny start. Til dei ulike sekvensane skal det utarbeidast feilscenario som skal kunne testast av kontrollanlegget. Alle funksjonar, sekvensar og feilscenarioar skal dokumenterast i ei funksjonsbeskriving for kraftverkssimulatoren. PLS programmering vil være ein sentral del av oppgåva, her skal alle dei ulike "blokkene" for sekvensstyringa programmerast og koplast saman, slik vi ser for oss at kraftverkssimulatoren skal verte. Ein skal sjekke at blokkene har den rette funksjonaliteten med å teste desse under dei ulike feilscenarioa.

Kraftelektronikk til testing av vern og funksjonar i kraftstasjonane er mykje brukt. Vi skal undersøke mogelegheita for å kunne kontrollere ein type kraftelektronikk via PLS, slik at det kan verte ein del av kraftverkssimulatoren. Kraftelektronikken skal sende ut bestemte straum, spenning eller frekvenssignal, for å teste dei logiske funksjonane i kontrollanlegget. Utstyret vi skal undersøke er frå produsenten Omicron, som Sunnfjord Energi nyttar seg av ved testing av kontrollanlegg.

Ein ser føre seg at dette prosjektet er starten for eit større prosjekt som omhandlar utviklinga av ein mobil testtrigg for kontrollanlegg i vasskraftstasjonar. Vi skal legge eit godt fundament og utarbeide ei rekke dokument som krevst for å gjennomføre oppgåva, samt starte på den store programmeringsjobben som ligg føre.

1.3 Arbeidsmetode

Gruppa hadde i haust eit forprosjekt i emnet ingeniørfagleg systememne (OR2-302) der hovudmålet med prosjektet var å undersøke om utviklinga av denne testtriggen er mogeleg og kva utstyr og løysingar som kan brukast for å gjennomføre dette. Vi hadde fokus på å sette seg inn i verkemåten til vasskraftverk, simulering via PLS, komponentar og dokumentskriving for å være godt rusta til hovudprosjekt.

Til hovudoppgåva nyttar vi litteratur frå internett, bøker og brukarvegleiingar for den teoretiske delen av oppgåva. Vi kjem til lese oss opp på ulike komponentar/utstyr som er relevant for det vi skal bruke, og i nokre tilfelle må vi kontakte ulike leverandørar for å få vite meir om produkta deira. Sunnfjord Energi vil bli brukt som rettleiarar, på lik linje med lærarane ved høgskulen og kan gje oss nyttig dokumentasjon på systema i kraftstasjonane.

I hovudprosjektet kjem vi til å nytte kunnskap vi har tileigna oss gjennom emna i studieløpet, som blant anna er elektriske maskiner, energidistribusjon og produksjon, regulerings- og måleteknikk, prosessstyring og programmering. Det er viktig for oss å jobbe jamt og strukturert med prosjektet for å "ligge frampå" og halde oversikt. Gruppa har fokus på å halde ein kontinuerleg dialog med oppdragsgjevar og rettleiarane for å komme fram til dei beste løysingane og halde seg innanfor rammene.

2 Rammer

2.1 Tidsrammer

Hovudprosjektet ved ingeniørutdanninga ved HVL gjev ved godkjend karakter, 20 studiepoeng. Prosjektet skal utførast i perioden 2. januar til 2. juni. Som ein peikepinn, skal kvar student arbeide omtrent 500 timar. Dette inneberer alt frå møter, presentasjon, sjølvstudie og rapportskriving. Tidsrammene er eit generelt mål for å vise kva arbeidsmengde prosjektet skal reflektere, meir enn eit konkret mål på timar. Ettersom gruppa består av 4 medlemmar, vil dette prosjektet ha totalt 2000 timar til rådighet. Gruppa har i tillegg sett seg eit mål om å jobbe omtrent 30 timar i veka for å vere ferdig i god tid.

2.2 Kostnadsrammer

Det er ikkje sett noko konkret kostnadsramme til prosjektet, ettersom dette i stor grad er teoretisk arbeid, utarbeiding av dokumentasjon og programmering på skulens PLS-lab. Om det skal gjerast innkjøp blir det avgjort om dette er noko som HVL eller Sunnfjord Energi skal dekke, alt etter kven som skal ha eigarskap til dette i ettertid. HVL vil dekke utgifter til dei obligatoriske delane av bacheloroppgåva, som blant anna er plakat og utskrift av sluttrapport. Sidan HVL og SEAS held til i Førde, vil det ikkje førekome nokon betydelege reiseutgifter i samband med prosjektet.

2.3 Avgrensing av produktet

Prosjektgruppa skal prosjektere ein kraftverksimulator som skal kunne styrast med PLS. Ved starten av prosjektet såg vi føre oss at simulatoren skulle fungere for alle kraftverk. Undersøkingar vi har gjort har ført til at vi vil avgrense oss til eit bestemt kraftverk slik at vi kan klare å halde oss innanfor tidsrammene. Det var også planlagt at vi skulle bygge simulatoren, men etter rådføring med rettleirarar, har vi komen fram til at det ikkje let seg gjere grunna tidsrammene.

Prosjektet vil omhandle planlegging av ein kraftverksimulator, med kostnadsoverslag og val av utstyr. Vi skal kartlegge dei ulike sekvensane som skjer i den aktuelle kraftstasjonen (start, stopp og klargjering). Til dei ulike sekvensane skal det også utarbeidast feilsenario for å teste kontrollanlegget. Alle funksjonar, sekvensar og feilsenarioar skal dokumentareast i ei funksjonsbeskriving for kraftverkssimulatoren. PLS programmering vil være ein sentral del av oppgåva. Her skal alle dei ulike "blokkene" for sekvensstyringa programmerast og koplast saman. For prosjektpresentasjonen skal nokon av desse simuleringane visast.

2.4 Tilgjengelege ressursar

For å løyse oppgåvene vil vi trenge tilgang til eksterne kunnskapsressursar. Stort sett vil desse ressursane avgrense seg til rettleiarar og faglærarar ved skulen. Tilgjengelegheit på fagstoff kan være svært varierende under dette prosjektet. Søkedatabasen til biblioteket, faglitteratur og fagpersonar er sikre kjelder til informasjon, medan ein må være kritiske til dei kjeldene ein brukar via nettstadar. Det meste av materielle som dette prosjektet vil krevje er tilgjengeleg på skulen sitt område.

3 Mål

3.1 Mål for deltakarane

Målet for deltakarane i dette prosjektet er å planlegge og utarbeide eit forslag til ein kraftverksimulator som både vi, rettleiarar og oppdragsgjevar vil vere nøgd med. Vi håpar på å få nytta kunnskapen vi har tileigna oss undervegs i ingeniørstudia, men også å få meir kunnskap både innanfor våre fagfelt og prosjektarbeid. Godt samarbeid, planlegging og strukturert arbeid vil vere avgjerande for å få dette prosjektet i mål. Alt dette vil gjere deltakarane i gruppa meir rusta for arbeidslivet, som er målet i det lange løpet.

3.2 Mål for ferdig produkt

Målet er å utarbeide eit forslag til ein kraftverksimulator som vil vere mogeleg for seinare bachelorgrupper å byggje eller utvide funksjonane til. For å nå dette målet må val av komponentar og løysingar vurderast grundig. I tillegg til forslaget til kraftverksimulatoren skal det utarbeidast ei funksjonsbeskriving, denne må vere ryddig og presis.

3.3 Hovudmål

"Prosjektere ein kraftverkssimulator som kan styrast ved hjelp av PLS."

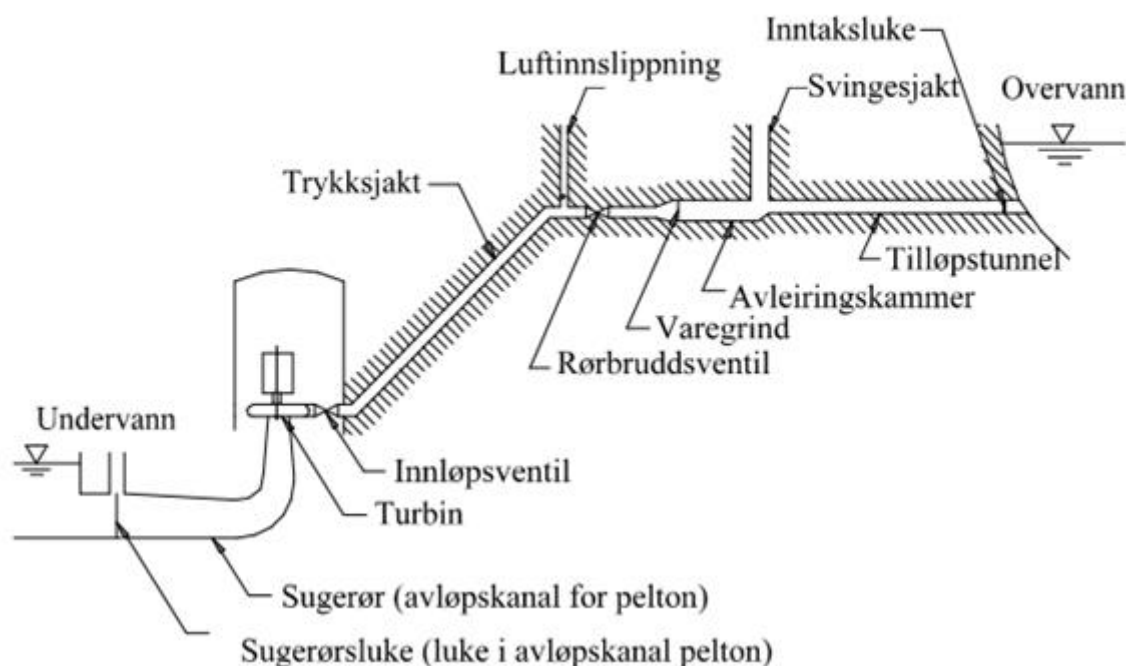
3.4 Delmål

- Utarbeide og få godkjent prosjektbeskrivelse, forprosjektrapport og hovudrapport
- Opprette heimeside, samt halde den oppdatert
- Utarbeide budsjett, risikoanalyse, gantt-diagram
- Finne forslag til kraftelektronikk som kan nyttast ved testing av dei logiske funksjonane i kontrollanlegget
- Lage ein funksjonsbeskrivelse for kraftverksimulatoren sine funksjonar og grensesnitt
- Programmering av SW
- Utarbeide pressemelding og plakat
- Presentere det teoretiske arbeidet og forslaget som er utført for å kome i mål
- Gjennomføre prosjektet i samsvar med framdriftsplan og budsjett som vi har sett oss
- God dokumentering av alle prosjektfasane

4 Teori

4.1 Vasskraftverk i Noreg

I 1870 åra byrja ein å produsere elektrisk energi med vasskraft. Noreg har eit naturleg godt utgangspunkt for vasskraftproduksjon med alle sine fjell og dalar i kystnære strøk. Vestlandet er den delen av Noreg som klart utpregar seg til dette føremålet. Noreg er i dag Europas største produsent av vasskraft, og nummer sju på verdsbasis [1].



Figur 1 - Vasskraftverk [2].

Vasskraftverkets oppbygning varierer frå kraftverk til kraftverk. Skissa over viser eit høgtrykkskraftverk. I denne rapporten vil vi ta føre oss dei komponentane i kraftverket som vi ser på som sentrale i forhold til kraftverksimulatoren vi skal prosjektere.

For å kontrollere om kontrollsystemet fungera slik som ønskja, vil kraftverksimulatoren også sende ulike feilmeldingar ved dei ulike sekvensane. Vi kjem til å sende feilmeldingar frå alle komponentar som er med i oppgåva. Oversikt over feilmeldingar som simulatoren skal sende ut vil bli lagt ved i hovudrapporten.

4.1.1 Inntaksluke

Inntaksluka er det organet som opnar og lukkar tilgangen til vatn. Luka blir også nytta ved vedlikehald i tilløpstunellen og varegrinda. Inntakslukene kan vere med å regulere vasstanden og hindre flaum. Kontrollsystemet til vasskraftverket vil sende ut signal om at luka skal opne eller lukke, alt etter kva sekvens kraftverket er i. Simulatoren vil då sende signala "open", "lukka", "5% open" (fyllestilling) og eventuelt kor mange prosent den er open tilbake.

4.1.2 Ventilar

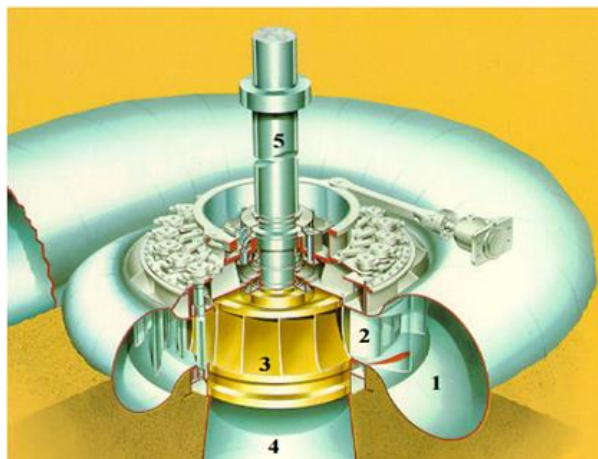
Innløpsventil har som oppgåve å stenge av eller opne for vasstilførsel til turbinen. I dag er kuleventil mest nytta. Ved opning av hovudventilen må det vere likt trykk på begge sider av ventilen. For å jamne ut dette trykket nyttar ein omløpsventil (bypass). Den fungera på den måten at det er montert eit mindre røyr mellom oppstraums- og nedstraumsside av stengeventilen. For å finne ut om det er likt trykk på begge sider av innløpsventilen, er det ein trykksensor på kvar side av innløpsventilen.

Ved oppstart av anlegget gir kontrollsystemet beskjed om å opne bypassventilen. Ved simulering av bypassventilen, vil simulatoren sende signala "open" og "lukka" til kontrollanlegget. Bypassventilen er open fram til begge trykksensorane måler likt trykk. Ved likt trykk på begge trykksensorane, vil kontrollanlegget sende signal til kraftverket, i vårt tilfelle kraftverksimulatoren, om å opne innløpsventilen. Simulatoren vil sende tilbake signala "open", "lukka" og eventuelt kor mange prosent open.

4.1.3 Turbinar

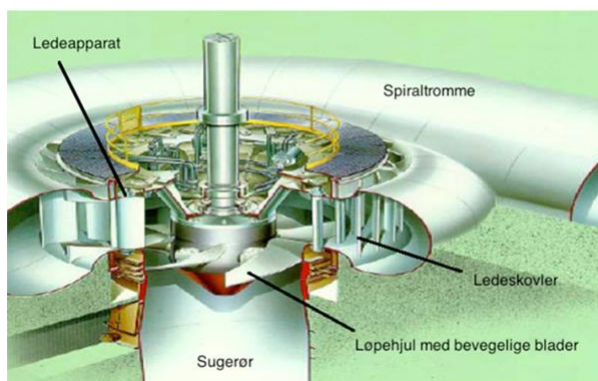
Oppgåva til turbinen i eit vasskraftverk er å omdanne potensiell eller kinetisk energi til mekanisk energi. Vi skil mellom dei tre hovudtypane francis-, kaplan- og peltonturbinen.

Francisturbinen har vridbart ledeapparat. Dette skal simulerast. Kontrollsystemet sende signala "opne", "lukke" eller ein viss prosent det skal opne. Kraftverksimulatoren vil då sende tilbake "lukka" eller kor mange prosent ledeapparatet er opent (0-100%).

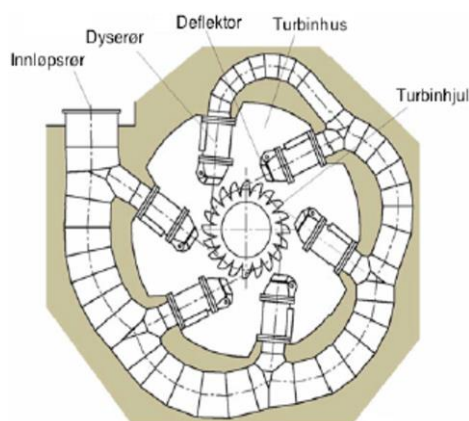


Figur 2 - Francisturbin [2].

Kaplanturbinen har også justerbart ledeapparat, som vil bli simulert på same måte som ledeapparatet til francisturbinen. I tillegg har kaplanturbinen vridbare løpeskovler. Kontrollsystemet sende signala "opne", "lukke" eller kor mange prosent det skal vere opent. Kraftverksimulatoren vil då kunne sende tilbake kor mange prosent det er opent.



Figur 3 - Kaplanturbin [2].



Peltonturbinen skille seg ifrå dei to andre ved at den har nåler med deflektor. Nålene vil vi simulere ved å sende signal om kor mange som er opne eller lukka. Deflektorane vil også bli simulert ved at vi gir signal om dei er lukka eller kor mange som er opne.

Figur 4 -Peltonturbin [2].

I tillegg skal kraftverksimulatoren simulere bremse, effekten turbinane levere og effektbrytar. Bremsene vil få kommandoen "av" og "på", og vil gi same signal tilbake. Ved simulering av effekt vil det bli sendt ut ein viss effekt. Når effektbrytaren er ute, vil det bli sendt ut 0 W. Ved simulering av effektbrytaren inne vil kraftverksimulatoren halde ein fast RPM, medan ved effektbrytaren ute vil RPM bli justert.

4.1.4 Turbinregulator

Turbinregulatoren har som oppgåve å regulere turtalet til turbinen. Dette blir gjort ved å auke vassmengda som igjen aukar turtalet, og minke vassmengda for å redusere turtalet. Turtalet blir også redusert ved at lasta aukar, og omvendt ved lastavslag. Det er ønska å halde merketurtall for å halde frekvens så nærme 50Hz som mogeleg. Ein brukar 50 Hz som standard i Norge for at ein skal kunne få synkronisert generatorane til å samarbeid med lasta [2].

Simulering av turbinregulatoren vil gå føre seg på den måten at vi endre turtalet ved at nåler eller ledeapparat opne og lukkar.

4.1.5 Generator

Generatoren har som oppgåve å omdanne rørsle til elektrisk energi. I kraftstasjonar er det to typar generatorar som blir brukt, synkron- og asynkrongenerator. Det er synkrongeneratoren som er mest brukt, og vi vil derfor ta utgangspunkt i den [2]. Vi kjem til å simulere temperatur i viklingane til generatoren og temperatur i lager. For å kunne utløyse ønska vern, må vi endre temperaturane slik at dei overstige maks temperaturen. Viklingane skal ikkje overstige 130°C og lager har maks temperatur 80°C.

Synkrongeneratoren blir magnetisert ved hjelp av ein likestraumskjelde. Her blir rotoren enten statisk magnetisert via børster eller sleperingar, eller børstelaus via ei roterande diodebru som er montert på rotor og likerettar og forsyner seg sjølv.

4.1.6 Spenningsregulator

Regulatoren har som oppgåve å halde generatorspenninga stabil. Utfordringa til regulatoren kjem når belastning til generatoren aukar eller avtar. Ved auka belastning synk spenninga, og ved

lastavslag aukar spenninga. Spenningsregulatoren føler på spenninga til regulatoren kontinuerlig, og regulerer deretter. I praksis blir magnetiseringsstraumen til generatoren aukt, og redusert for å senke spenninga [2]. I dette prosjektet skal vi ta i mot ein DC spenning/straum frå kontrollanlegget. Når den blir større skal vi auke spenning ut frå vår «generator», og omvendt når den minkar.

4.1.7 Generatorvern

I kraftstasjonar blir det brukt ulike typar vern for å beskytte utstyret ved feil. Vi har som regel to typar feil på generator:

Elektriske feil:

Dette er kortslutningar, vindingsfeil på viklingane og jordfeil.

Mekaniske feil:

Desse feila kan føre til elektriske feil som jordfeil og kortslutning.

Når det oppstår feil begynner vernet med tiltak for å unngå skader, og for å unngå skader som forplantar seg rundt i anlegget.

Det er tre hovudtiltak som blir satt i gang ved feil på generator:

Fråkopling:

Fråkopling av effektbrytar og feltbrytar. Effektbrytaren koplar generatoren vekk frå resten av nettet.

Feltbrytaren koplar ut magnetiseringsstraumen, og når magnetiseringsstraumen blir fråkopla blir generatorspenning lik null.

Stopp:

Fråkopling av effektbrytar og feltbrytar, vasstilførsel blir stengt.

Hurtigstopp:

Også kalla "naudstopp"; Vasstilførselen blir stengt, effektbrytar og feltbrytar fråkopla. Her blir det i tillegg brukt bremsar for å raskt redusere turbinen sin hastighet.

Tabell 2 - Ulike typar vern [2].

Typar vern	Førebyggjande vern	Skadebegrensande vern	Funksjonar
Statorjordfeilvern		X	Stopp
Rotorjordfeilvern		X	Stopp
Impedansvern		X	Stopp
Differensialvern		X	Stopp
Overstraumsvern		X	Stopp
Vibrasjonsvern	X		Hurtigstopp
Lagerstraumvern	X		Stopp
Rusingvern	X		Hurtiglukking av turbin
Overspenningsvern	X		Fråkopling
Termiskvern(Overlast)	X		Utkopling av effektbrytar
Skeivlastvern	X		Utkopling av effektbrytar

Rusevern:

Vernet har som oppgåve å hindre at turtalet til generator og turbin aukar over det som er nominelt. Turtalet blir registrert av turtalsmålar, det er satt ein maks grense for turtal før vernet koplar inn. Generatorane er dimensjonert for å ha litt margin på turtalet over merketurtal.

Dei ulike verna har som oppgåve å beskytte generatoren. Vi kjem berre til å teste rusevernet blant desse verna. Det skal vi gjere ved å auke turtalet mykje over merketurtal. Det blir hovudsakleg logikken til kontrollanlegget vi kjem til å teste.

4.2 Programmering

Programmering i dette prosjektet vil gå føre seg i «TIA Portal» som er ein programmeringsplattform felles for Siemens PLSar, vi brukar Siemens PLS etter ønske frå oppdragsgjevar. Sidan vi har typen Siemens Simatic S7-1500 på skulen vil vi nytte oss av den. Programmeringa vil gå føre seg i «funksjonsblokker» då dette kan programmerast oversiktleg, og tillèt oss derfor enkelt ha oversikt over heilheita ettersom fleire av gruppemedlemmane kjem til å delta i prosessen.

4.2.1 Programmeringsspråk

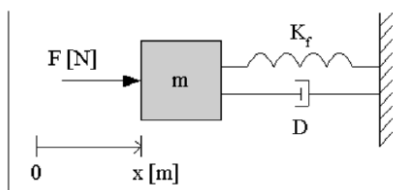
Vi kjem til å nytte oss av FBD og SCL.

FBD er eit grafisk programmeringsspråk der ein plasserer blokker med funksjonar inn i blokka, og koplar saman ulike inngang og utgang på blokkene som skal kommunisere. I blokkene som blir nytta i FBD er det logikk. Vi har her brukt strukturert tekst, der vi skrive inn betingelsar på kva som skjer ved ulike forutsetningar.

Begge språka vi brukar er definert av IEC 61131-3, som er ein internasjonal standard for korleis eit programmeringsspråk skal vere [2].

4.2.2 MFD (Masse Fjør Dempar)

Masse Fjør Dempar algoritmen er basert på Newtons andre lov ($F=m \cdot a$) som er basert på matematisk modell for kraftbalanse.



Figur 5 - MFD modell [2].

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -D \frac{dx}{dt} - K_f x + F$$

der

- $x [m]$ er klossens posisjon
- $F [N]$ er kraften som påvirker klossen
- $m [kg]$ er klossens masse
- $D [N/(m/s)]$ er dempekonstanten ($D \frac{dx}{dt}$ er dempekraften)
- $K_f [N/m]$ er fjærkonstanten ($K_f x$ er fjærkraften)

Figur 6 - MFD formalar [2].

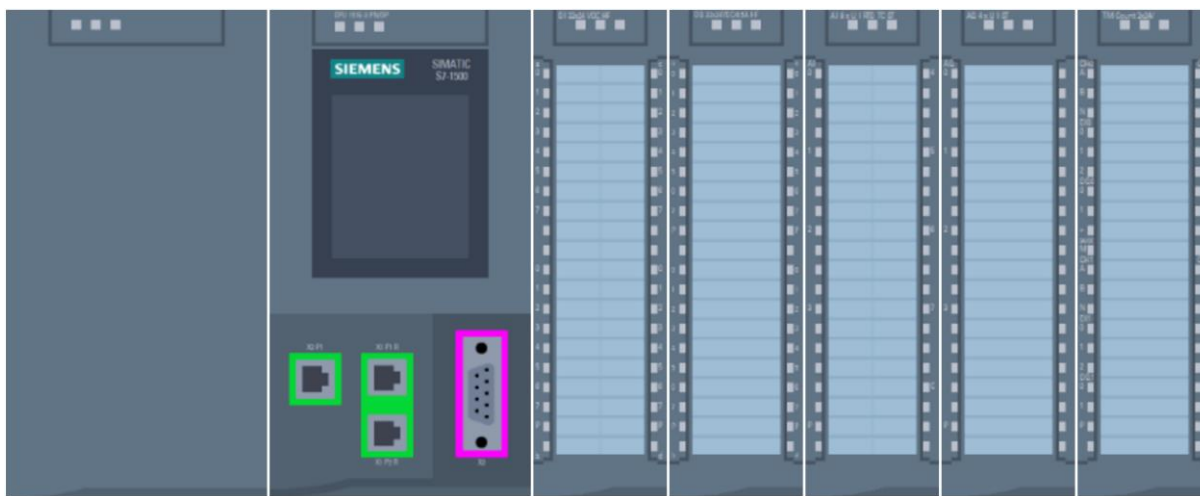
Vi blei kjent denne modellen i emnet «Prosesstyring» der vi brukte denne i forbindelse med simulering. Denne var då tilknytt ein PID-regulator som justerte, mens MFD gjenspeglar ein reguleringsprosess. MFD har ein «fjær» funksjon, som lagar ustabilitet i systemet ved endring, på denne måten blir reguleringa meir reell. System regulerar seg aldri heilt stabilt i realiteten.

4.3 Komponentar

4.3.1 Siemens PLS

Siemens Simatic S7-1500 er felles betegnelse for denne typen serien med CPU.

Den inneheld også straumforsyning og IO moduler som ein ser på figuren under.



Figur 7 - Oversiktbilde av PLS med fem forskjellige IO modular [3].

4.3.1.1 Straumforsyning

Straumforsyning på 190W som leverer straum til PLS og IO moduler.

Namn på modul: «Load current supply PM 190W, 120/230 V AC, 24 V DC, 8 A»

4.3.1.2 CPU

Dette er sjølve PLSen. Den har blant anna innebygd PROFINET og PROFIBUS.

Namn på modul: «CPU 1516-3 PN/DP, 1MB PROG., 5MB DATA»

4.3.1.3 Digitale inngangar

Digital inngangs modul til PLS med 32 inngangar. Leser høgt signal ved 24VDC på inngangen.

Namn på modul: «DI 32x24VDC HF»

4.3.1.4 Digitale utgangar

Digital utgangs modul til PLS med 32 utgangar. Ein gir ut 24VDC ved aktivert utgang.

Namn på modul: «DQ 32x24VDC/0.5A HF»

4.3.1.5 Analog inngangar

Analog inngang til PLS-en med 8 inngangar. Kan lese straum (0/4-20mA), spenning (-10-10V) og temperatur (resistans).

Namn på modul: «AI 8xU/I/RTD/TC ST»

4.3.1.6 Analog utgangar

Analog utgang til PLS-en med 4 utgangar. Kan gi ut straum eller spenningssignal alt etter korleis ein konfigurerer modulen.

Namn på modul: «AQ 4xU/I ST»

4.3.1.7 Digital tellemodul

Digital tellemodul. Tel pulsar opp til 200kHz, og kan gi ut pulsar på opp til 10kHz. For å simulere eit turtal treng ein tellemodul som kan gi ut pulsar kjapt.

Namn på modul: «TM Count 2x24V»

4.3.2 Siemens HMI

På skulen har vi ein 7" trykkfølsom skjerm som vi tenker å nytte i dette prosjektet. Den kan vi kople opp mot Siemens PLS for enkel betjening av funksjonar. HMI er eit grensesnitt mellom menneske og maskin. Er oftast ein trykkfølsom skjerm eller ei datamaskin. Panelet vi har tenkt å bruke heiter TP700 Comfort.



Figur 8 - TP 700 Comfort HMI [3].

4.3.3 Digitalt potensiometer

Vi skal simulere fleire PT100 element i denne oppgåva. Eit PT100 element er ein motstand som regulerer seg linjert med temperaturen. PT100 elementet gir 100Ω ved 0°C. For å simulere temperatursensorar brukar vi eit digitalt potensiometer. Eit potensiometer er ein regulerbar motstand.



Figur 9 - Digitalt potensiometer [4].

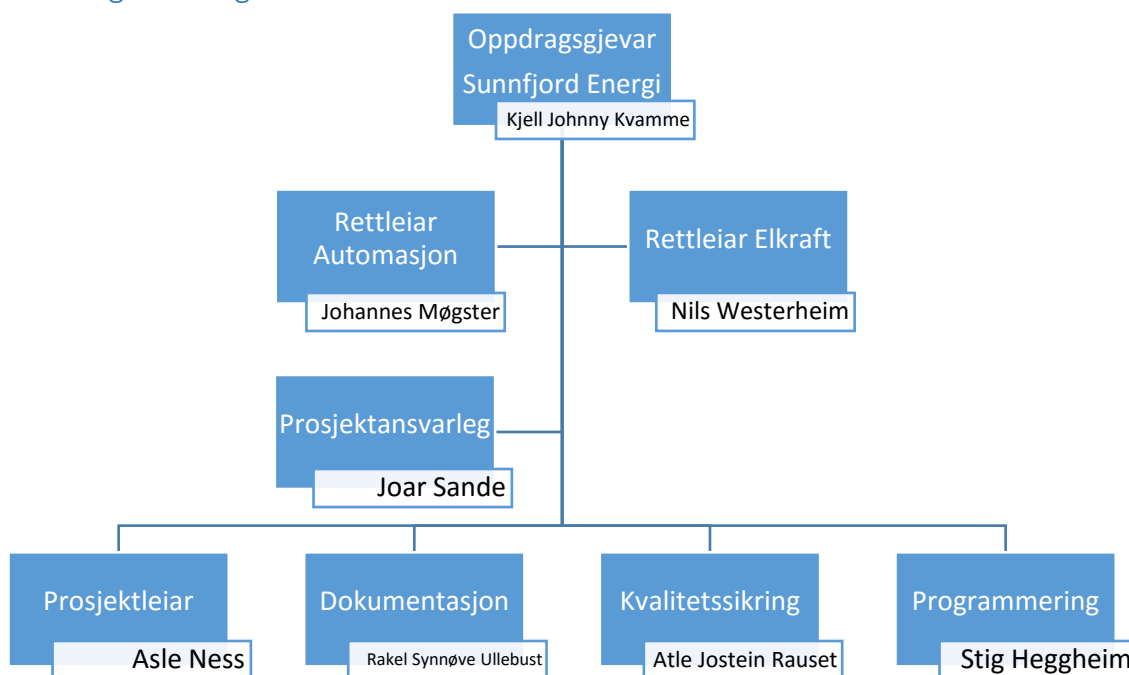
Vi har valt å bruke ein chip som heiter AD8400. Den får ein med ein, to, eller fire utgangar. Det digitale potensiometeret vi har valgt er på 1000Ω , og har 256 steg. Det vil seie at vi har om lag $3,9\Omega$ per steg. ($\frac{1000\Omega}{256} = 3,90625\Omega$).

5 Konklusjon

Forprosjektrapporten er grunnlaget som hovudprosjektet byggjer på, og beskriv korleis vi skal gjennomføre oppgåva gitt til oss av Sunnfjord Energi AS. Det endelege målet for hovudprosjektet er som nemnt i starten av denne rapporten "Prosjektare ein kraftverkssimulator som kan styrast ved hjelp av PLS.". I tillegg har vi sett delmål for å nå hovudmålet. Undervegs i arbeidet med denne rapporten har vi sett oss andre mål og rammer enn dei vi skreiv i prosjektbeskrivelsen.

6 Prosjektadministrasjon

6.1 Organisering



Figur 10 - Organisasjonskart

6.1.1 Oppdragsgjevar

Oppdragsgjevaren til dette prosjektet er kraftselskapet Sunnfjord Energi AS. Verkeområda til selskapet er kraftproduksjon, drift og bygging av nett og sal av kraft til bedrifter og hushald. SEAS er delt inn i fire avdelingar; stasjon, nett, marknad og administrasjon. Desse avdelingane tel om lag 110 årsverk. Hovudkontoret ligg i Førde, men har også avdelingar på Skei i Jølster, Sande i Gaular, Hålandsfossen i Fjaler, Leirvik i Hyllestad og Hardbakke i Solund. Det er også fast personell i kraftstasjonane Stakaldefossen og Øvre Svultingen. SEAS har 10 kraftverk med totalt 14 aggregat som produserar straum og bidrog med dette til årsresultatet for 2015 som var på 35.5 Millionar [4].

6.1.2 Prosjektgruppa

Prosjektgruppa består av fire studentar som gjennomfører hovudprosjekt i samband med ingeniørstudia «Energi, elkraft og miljø» og «Automatiseringsteknikk». Gruppa er samansett av medlemmar med ulik utdanning og arbeidsbakgrunn. Atle Jostein Rauset og Stig Heggheim har bakgrunn som elektrikar, Asle Ness har bakgrunn som energimontør, medan Rakel Synnøve Ullebust har gått studiespesialisering med realfag, og har ingen elektrorelatert bakgrunn. I denne gruppa har Asle Ness fått rolla som prosjektleiar.

Tabell 3 - Kontaktinformasjon for prosjektgruppa

Asle Ness	ness.asle@gmail.com
Atle Jostein Rauset	a_rauset@hotmail.com
Rakel Synnøve Ullebust	rakelsu@stud.hisf.no
Stig Heggheim	stigh123@gmail.com

6.1.3 Styringsgruppa

Styringsgruppa har eit overordna ansvar i forhold til gjennomføringa av dette prosjektet. Gruppa har som oppgåve å drøfte og ta viktige avgjersler. Den er samansett følgende:

Tabell 4 - Kontaktinformasjon for styringsgruppa

Kjell Johnny Kvamme	Ekstern rettleiar.	kjell.johnny.kvamme@sunnfjordenergi.no
	Kontaktperson frå SEAS	
Joar Sande	Prosjektansvarleg	joar.sande@hvl.no
Nils Westerheim	Rettleiar EEM	nils.westerheim@hvl.no
Johannes Møgster	Rettleiar AUT	johannes.mogster@hvl.no
Asle Ness	Prosjektleiar	ness.asle@gmail.com

6.2 Ansvarsfordeling

Vi har som mål at alle gruppedeltakarane skal få kjennskap til alle dei ulike fasane og emna dette prosjektet inneheld. Vi har fordelt hovudansvaret på dei ulike delane av prosjektet, denne fordelinga er gjort basert på medlemmane sine kvaliteter, erfaring og ynsker.

Asle Ness er prosjektleiar og vil ha hovudansvar for det administrative knytt til gjennomføringa av prosjektet. Dette inneberer arbeidsfordeling og oversikt over framdrifta i forhold til fristar og framdriftsplan. Asle kjem til å vere involvert i både elkraft- og automatiseringsoppgåver for tverrfagleg godskriving.

Atle Jostein Rauset har ansvaret for kvalitetssikring av arbeidet og kraftelektronikk, og vil i tillegg ha delt ansvar om rapportskrivinga. Kvalitetssikring inneber kritisk gjennomgang av arbeidet gruppa har gjort. Atle kjem til å vere involvert i både elkraft- og automatiseringsoppgåver for tverrfagleg godskriving.

Rakel Synnøve Ullebust er dokumentasjonsansvarleg og har hovudansvar for elkraftdelen av oppgåva. Rakel vil være den på gruppa som har hovudansvaret for dei formelle dokumentasjonskrava til bacheloroppgåva, men vil få hjelp av dei andre. Ettersom ho er den einaste med rein bakgrunn frå elkraft, vil ho ta seg av dei "tyngste" jobbane innanfor elkraftteorien.

Stig Heggheim har hovudansvaret for programmering og spesifikk automatiseringsteori. Han vil ha ei sentral rolle i den praktiske delen av prosjektet som inneberer testing og val av komponentar. Stig kjem også til å jobbe med utarbeiding av teknisk dokumentasjon.

Kvart medlem har eit ansvar for å innhente informasjon og dokumentere sitt eige arbeid. Oppdateringar og informasjon vil bli gjennomgått i fellesskap i gruppa, slik at gruppemedlemmane får innsikt i dei ulike emna prosjektet omfattar. Dette er ein avgjerande faktor for at prosjektet skal lukkast. Prosjektleiaren har som oppgåve å følge opp at dette vert gjort. Ansvarsfordelingane vi har sett opp er eit utgangspunkt for prosjektet.

6.3 Milepålar/GANTT

Vi har utarbeida GANTT-diagram for å sikre ein jamn og oversiktleg framgang under prosjektperioden. Diagrammet har vi laga ved hjelp av Microsoft Excel. I tillegg til dei milepålane som er førehandsbestemt frå HVL, har bestemt eigne etter forventet framdrift. GANTT hjelper oss til å nå måla våre til bestemt tid. Milepålane gjevne av HVL er markert med oransje strekar i gantt-diagrammet. Dette er fristar som må haldast for å få prosjektet godkjend. Våre eigne milepålar er derimot vegleiarande. GANTT-diagrammet vil kunne endre seg ved uforutsette hendingar, som lang leveringstid på komponentar eller justering av oppgåva. Framdriftsplanen er presentert i vedlegg 3. Oversikt over milepålane er presentert i vedlegg 2.

6.4 Møteplan

Vi har lagt opp til møte for styringsgruppa kvar 14. dag. Dette for å halde god kontakt med styringsgruppa og gje desse jamnleg oppdatering. Dei får då ei betre oversikt over kvar i prosjektet vi har kome, og kva som blir neste steg. I tillegg vil dei kome med rettleiing ved behov. Prosjektgruppa vil gjennomføre uformelle prosjektmøter kvar veke. Møteplanen for styringsgruppa kan finnast i vedlegg 4.

6.5 Arbeidsmetodar

Hovudprosjektet skal utarbeidast etter ei rekke retningslinjer sett av HVL. Dette inneberer arbeidskrav som blant anna forprosjektrapport, pressemelding, plakat og presentasjon. Dette er mål ein arbeider mot gjennom heile prosjektfasen. Gruppemedlemmane baserar arbeidet stort sett på gruppearbeid, der ein har tre faste dagar i veka ein jobbar saman. Dei resterande timane er sett av til sjølvstendig arbeid med kvar sine arbeidsoppgåver. Organiseringa legg opp til at alle deltakarane i gruppa tek ansvar for felles mål og fastsette arbeidsoppgåver.

Vi kjem til å nytte skulen sitt utstyr til testing av komponentar for å bekrefte at funksjonaliteten er som ønska. Sidan vi skal utarbeide eit forslag til testtriggen og ikkje byggje, vert det lite praktisk arbeid. Gruppa legg vekt på å dokumentere grundig underveis for å få ein jamnare framgang og ha eit godt grunnlag for sluttrapport. Vi held tett dialog med rettleiarane for å få eit best mogeleg fagleg resultat.

6.6 Dokumentstyring

I dette prosjektet har vi valt å nytte oss av OneDrive og Office-pakken med 2016 Version. OneDrive er ein nettlagringssteneste med funksjonar som gjer det mogeleg å samarbeide om eit dokument på

forskjellege datamaskiner samtidig, utan at det skapar duplikat. OneDrive gjev i tillegg fordelen med at alt er trygt lagra digitalt på nett, samt at ein kan arbeide på dokument so lenge ein har internettilkopling. Kvar enkelt gruppelem får med denne tenesta betre oversikt over prosjektet og større valmogelegheit av arbeidsplass.

6.7 Tidsbruk

Bacheloroppgåva ved ingeniørutdanninga til HVL gjev ved godkjend karakter 20. studiepoeng. Oppgåva skal ha omfang på 500 timar pr. Student. Tidsbruk blir loggført kvar dag, her oppsummerar ein og kva det er blitt arbeidd med denne dagen. Dette systemet gjer det enklare for oss i den avsluttande fasen av prosjektet. Det er ikkje sett noko grense for kor mykje tid det skal setjast av til kvar enkelt del av prosjektet, men gantt-skjemaet som er utarbeida viser kva dato dei ulike fasane skal være avslutta. Vi er opptatte av at tidsbruken skal gjenspegle framdrifta i prosjektet.

6.8 Økonomi og budsjett

Det skal lagast eit forslag til budsjett for den planlagde kraftverksimulatoren. Den vil innehalde kva og kor mange komponentar som er vald med pris for dette. Vi vil diskutere med oppdragsgjevar undervegs for tips og ønskjer ved val av utstyr. I tillegg skal vi lage eit budsjett som er knytt til sjølve prosjektet. Det vil innebere transport, komponentar til testing og undersøkingar og andre utgifter knytt til gjennomføring av prosjektet. Det sistnemnte budsjettet kan finnast i vedlegg 1. Budsjett for kraftverksimulatoren vil bli presentert i hovudrapporten.

7 Prosjektnettstad

I tilknytning til hovudprosjektet skal det i starten av prosjektet opprettast ein nettstad for prosjektet. Denne skal kontinuerlig oppdaterast med status og nyhende for prosjektet. På nettstaden vil det bli delt dokument undervegs som forprosjektrapport, pressemelding, plakat og sluttrapport. Vi vil legge ut status for prosjektet kvar torsdag. Utforminga av nettstaden er gjort i Webnode, som er eit gratis og enkelt publiseringsverktøy på web. Det viktigaste med nettstaden er at den gjev eit profesjonelt uttrykk og funksjonalitet for våre lesarar.

Nettstaden kan finnast på: <http://kraftsim.webnode.com>

8 HMT- HELSE, MILJØ OG TRYGGLEIK

8.1 Risikoanalyse

Ei risikoanalyse er eit verktøy vi nyttar oss av til å kartlegge og beskrive kritiske suksessfaktorar for hovudoppgåva vi skal i gang med. Risikoanalysa viser kva vi kan forvente å støyte på av problem og farar under utføringa av prosjektet. Føremålet med å utarbeide denne er å hindre at personar og materiell skal kome til skade og at ein skal komme i mål med prosjektarbeidet ved å sikre kontinuerleg framdrift.

Risiko vert kalkulert etter kriteriet: Sannsynlegheita for at hendinga inntreff * konsekvensen av at det inntreff. Faktorane sannsynlegheit og konsekvens er numerisk skalert frå 1-5, der 1. er ubetydeleg, medan 5 er alvorleg. Tar ein produktet av desse to faktorane kan ein oppnå ein maksimalverdi på 25.

For kvar post i risikovurderinga er det gruppedeltakarane som kritisk har skalert dei ulike faktorane opp mot forventningar og utført planleggingsstadie.

Førebyggjande tiltak må gjerast dersom risikofaktoren vert høg. Tiltak skal utførast dersom risikoverdien kjem over grense fastsett av gruppedeltakarane. Verdier mellom 1-7 blir sett på som lav risiko, der ein ikkje ser behov for å gjere tiltak. Ved ein risikoverdi på eller over 8 skal tiltak utarbeidast og utførast for å senke risikoen. Dersom risiko vert vurdert 15 eller meir skal det utarbeidast tiltak og plan for oppfølging av desse, ettersom vi ser på dette som alvorleg. Utfordringar for prosjektet i HMS samanheng er lista opp i vedlegg 5.

9 Kjelder

- [1] A. Vinjar og K. Hofstad, «Store Norske Leksikon,» 19 April 2016. [Internett]. Available: <https://snl.no/vannkraft>. [Funnen 25 Januar 2017].
- [2] R. S. Ullebust, A. J. Rauset, S. Heggheim og A. Ness, «Aggregatsimulator,» HISF, Førde, 2016.
- [3] Siemens, «TIA Selection Tool,» [Internett]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/spice/TSTWeb/>. [Funnen 7 Februar 2017].
- [4] «Sunnfjord Energi,» 12 01 2017. [Internett]. Available: <http://www.sunnfjordenergi.no/>.
- [5] A. Devices, «Elfa.no,» Analog Devices, [Internett]. Available: <https://www.elfadistelec.no/no/potensiometer-ic-kohm-so-analog-devices-ad8400arz1/p/17322444?q=173-22-444&page=1&origPos=1&origPageSize=50&simi=98.0>. [Funnen 25 Januar 2017].
- [6] Siemens, «acdsupply.com,» Siemens, [Internett]. Available: <https://acdsupply.com/siemens-6av21448gc100aa0>. [Funnen 25 Januar 2017].

10 Vedlegg

Vedlegg 1 - Budsjett forprosjektrapport

Vedlegg 2 - Milepålar

Vedlegg 3 - Gantt diagram

Vedlegg 4 - Møteplan

Vedlegg 5 - Risikoanalyse