

Forprosjekt BSc-oppgave E2133 Statkraft-ventilasjon

Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING	2
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Oppgavetekst	2
2 TEKNISK DEL	2
2.1 Generelt og funksjon	2
2.1.1 Komponenter	4
2.1.2 SD-anlegg	6
2.1.3 Ventilasjonsprinsipper	7
2.1.4 Brann	7
2.1.5 Radon	8
2.1.6 Fuktig luft	8
2.2 Problemstilling	9
2.3 Prosjektmål	10
2.3.1 Effektmål	10
2.3.2 Resultatmål	10
2.3.3 Prosessmål	10
2.4 Prosjektbeskrivelse	11
2.5 Spesifikasjoner	12
2.6 Problemområder	12
3 ARBEIDSPAKKER	13
4 PROSJEKTORGANISERING	14
4.1 Prosjektdeltagere	14
4.2 Utstyr og ressurser	16
4.4 Tids- og kostnadsplan	17
4.5 Kvalitetssikring	17
4.6 Risikovurdering	18
5 VEDLEGG	20
5.1 Vedlegg 1 - Oppgavetekst	20
5.2 Vedlegg 2 – Samarbeidsavtale	23
6 REFERANSER	28

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet er Statkraft sitt ønske om å standardisere måten ventilasjonsanlegg i vannkraftverk prosjekteres og spesifiseres for leverandører. Statkraft er ikke fornøyd med funksjonen til de ferdige anleggene fordi de ikke alltid oppfyller kravene til ventilering et vannkraftverk stiller. Noe av problemet ligger i at ventilasjonsanlegg som bygges i vannkraftverk i fjell har helt andre krav enn bolig- og kontorventilasjon. Det eksisterer mye god kompetanse på det området, men mindre om spesielle utfordringer som kan oppstå i vannkraftverk. Faktorer som fukt, varme og radongass er noen av utfordringene i fjellanlegg som må takles på ulike måter enn i boliger. Kravene som stilles her er dermed helt annerledes, og krever andre løsninger og utforminger. Statkraft ønsker en spesifikasjon som forklarer særskilte behov for leverandører. Dette skal også omfatte anbefalte komponenter som er vurdert til å gjøre jobben på en tilfredsstillende måte.

Det er også ønskelig med en generell kompetanseheving på området, spesielt rundt rehabilitering av kraftverk.

1.2 Oppgavetekst

Fullstendig oppgavetekst ligger under vedlegg 1.

2 TEKNISK DEL

2.1 Generelt og funksjon

Et ventilasjonsanlegg i vannkraftverk har to funksjoner. Ventilasjonsanlegget skal legge til rette for gunstige driftsforhold for alle komponenter som befinner seg i kraftverket. For å oppnå slike forhold er det aller viktigste å transportere bort varme og fuktig luft.

I tillegg må lufta i områder der personer oppholder seg eller skal arbeide være i henhold til normer, regler og forskrifter.

Optimale driftsforhold innebærer at komponenter skal kunne driftes effektivt og ha levetid som prosjektert, ofte opp mot 50 år. Ventilasjonsanlegget skal legge til rette for dette ved å gi komponentene de omgivelsene som kreves. Komponenter som transformatorer, generatorer

og kontroll/datasystemer stiller forskjellige krav til ventilasjonen. Felles for alle disse er at de vil leve lenger jo kjøligere omgivelsene er.

Omgivelsene er avgjørende for komponentene. Utforming på rommet og plassering av komponenter er viktig for å avgjøre hvordan riktig og tilstrekkelig luftstrøm gjennom rommet skal oppnås. Plassering av spjeld for friskluft og avtrekk samt lufthastighet avgjør hvordan luftstrømmen vil oppføre seg. Et viktig prinsipp for rom med varmegenererende utstyr er at luftstrømmen skal gå diagonalt i rommet, nedenfra og opp. Det er hensiktsmessig å transportere varm avkastluft ut øverst i rommet da varm luft er lettere enn kald luft, og vil stige. Ved å bruke skorsteineffekt reduseres energibehovet og redundansen i anlegget vil øke. Det er også viktig å ta hensyn til andre eventuelle luftstrømmer i rommet som kan forstyrre og i verste fall kortslutte luftstrømmen til ventilasjonsanlegget.

Årstider og klima er en faktor som bør vurderes ettersom det kan påvirke eventuell naturlig ventilasjon i fjellanlegg. Faktorene som spiller inn her er temperaturen i fjellet kontra ute, samt hva som finnes av sjakter og kanaler inn til anlegget. Ettersom man her kan ha kontinuerlige endringer, må det sees på tiltak som kontrollerer dette på en god måte slik at stabil driftstemperatur kan opprettholdes.

Grunnleggende variabler som må tas hensyn til for optimale driftsforhold er maksimal og minimal driftstemperatur på utstyr, maksimal/minimal utetemperatur før man må kjøle/varme lufta og forskjell på temperatur på utstyr og romtemperatur. Eventuell transmisjon i rommet er også en faktor. Anlegget som dimensjoneres må kunne håndtere alle situasjoner.

Generelt er ventilasjonsanlegg avhengig av et sensorsystem for å kunne behovsstyre mengde til-luft. Dette er ønskelig for å minimere energibruken til anlegget. For at dette skal fungere optimalt stilles det visse krav til sensorer:

- Responstiden må ikke være for lang
- Presis
- God stabilitet, uten behov for manuell recalibrering
- Langtidsstabilitet
- Tilfredsstillende nøyaktighet og god oppløsning over hele målespekteret

- Holdbar for de kjemiske og termiske forhold som den utsettes for
- Kalibrering på en sikker måte
- Tilfredsstillende stabilt utgangssignal med lite støy
- Estetisk pen og ikke unødvendig stor og klumpete
- Lett å installere

(Maripuu, 2009), (Vandsvik, 2013)

Dersom sensorsystemet er velfungerende legger det til rette for at kontrollanlegget kan styre ventilasjon etter behov og sone.

Det er verdt å nevne at dette først og fremst gjør seg gjeldende for boliger og kontorbygg siden det her er mye lavere varmeutvikling enn i et kraftverk. Varmeutviklingen er også mer variabel i boliger og kontorbygg enn i et kraftverk

2.1.1 Komponenter

Ventilasjonsystemet er bygget opp av en rekke hovedkomponenter. I hovedsak består det av et aggregat med vifter, varmegjenvinner, spjeld, kanaler, ventiler og eventuelt andre løsninger for varme og kjøling. Aggregatet består gjerne av to vifter, en vifte for friskluft og en for avtrekk.

Det er viftene som sørger for at luften blir satt i bevegelse i systemet. Størrelse og effekt på disse blir bestemt av nødvendig luftskift og lengde på kanaler ut til dagen. Her er det trykkdifferansen i kanalen som avgjør hvor mye effekt som trengs for å få nødvendig mengde friskluft. De tre vanligste viftetyperne er radialvifte, aksialvifte og kammervifte. Disse viftetyperne har forskjellige egenskaper og kan benyttes etter hva som passer utforming av rom og kanaler. Kammervifte og radialvifte kan begge betegnes som sentrifugalvifter. I kammerviften blir luftstrømmen sendt videre i aksialretning, mens i radialviften blir luftstrømmen bøyd av 90 grader i forhold til innløpet. For en aksialvifte er retningen på innløp og utløpsstrømning den samme.

Filtrene i anlegget har flere funksjoner. De skal beskytte komponenter i aggregatet fra partikler og støv, samt legge til rette for at hovedkomponentene i kraftverket får de driftsforholdene som er nødvendig. Hva slags forurensning kraftverkkomponentene avgir vil bestemme hva slags filter som må brukes. Det antas at oljestøv/oljedamp som avgis fra

oljefylte transformatorer er den viktigste forurensningen å transportere/filtrere ut. Dersom det skulle oppstå kortslutning mellom vindinger på transformatoren vil en eventuell lysbue kunne antenne oljedampen. Det vil resultere i eksplosjon/brann i anlegget. Behovet for å fjerne denne forurensningen vil kunne ha innvirkning på valg av varmegjenvinner som vil omtales i neste avsnitt. Filteret vil påvirke trykkfallet i anlegget etter hvor fint det er og hvor lenge det har vært i bruk. Det vil over tid tettes igjen av partikler, og må byttes regelmessig.

Varmegjenvinneren er en komponent som gjør det mulig å varme opp friskluft med energien fra avtrekksluften. Dette er en energibesparende løsning. Det må nevnes at dette er mindre aktuelt i denne problemstillingen på grunn av det enorme kjølebehovet til kraftverket. De tre mest brukte løsningene er plategjenvinner, rotasjonsgjenvinner og vann-glykol gjenvinner. Disse kan igjen klassifiseres som regenerative og rekuperative gjenvinnere. Regenerative gjenvinnere kan utnytte både følt og latent temperatur. Latent temperatur er den temperaturen som skal til for at et stoff skal endre aggregattilstand. Et problem med denne typen gjenvinnere er at friskluft og avtrekk kan komme i kontakt med hverandre. Det vil si at friskluften kan bli forurensset, og er ikke ønskelig i visse tilfeller. I denne kategorien finnes roterende gjenvinner. Regenerative gjenvinnere utnytter kun den følte varmen, men fordelene er at luftstrømmene ikke er i kontakt med hverandre og man unngår forurensning av friskluft. I denne kategorien finner vi vann-glykol- og plategjenvinner.

Roterende gjenvinner er den mest brukte løsningen i Norge. Energien fra avtrekksluft overføres til frisklufta i et roterende hjul der virkningsgraden kan være opp mot 85%, men luftstrømmene er ikke adskilt og friskluft kan forurenses. Overført varme kan reguleres ved å endre hastighet på hjulet.

Plategjenvinnere lar friskluft og avkast passere på hver sin side av et antall plater. Luftstrømmene går på kryss av hverandre, og kan ha virkningsgrad opp mot 60%. Her er det ikke kontakt mellom luftstrømmene og sjansen for forurensning er veldig liten.

Vann-glykol gjenvinner benytter seg av et rørsystem med et sirkulerende medium. Dette er gjerne vann tilsatt en frostvæske. Den ene delen av rørsystemet går gjennom avtrekkskanalen og den andre delen i friskluftkanalen. Væsken blir varmet opp når den befinner seg i avkastkanalen og avgir igjen denne varmen når den sirkulerer videre til friskluftkanalen. Dette systemet har en virkningsgrad på rundt 45-60%.

Spjeld gjør det mulig å styre mengde og vinkel på luftstrømmen, samt å distribuere den til ønskede soner. Det brukes dynamiske og statiske spjeld etter behov. Statiske spjeld er låst i en fast posisjon/vinkel, i motsetning til dynamiske spjeld der vinkel kan reguleres etter behov. I spesielle situasjoner som brann, har spjeld en viktig funksjon i å sperre eller styre luftstrømmen slik at anlegget blir skadet minst mulig. Brannspjeld vil bli omtalt senere.

Kanalsystemet i ventilasjonsanlegget distribuerer luft til forskjellige områder. Ønsket luftmengde til kraftverket er avgjørende for dimensjonene på kanalsystemet. Det er ønskelig at kanalene gir minst mulig trykkfall slik at energien som kreves for å flytte lufta ikke blir unødvendig stor. Det er ønskelig å legge kanalene slik at de blir kortest mulig og har færrest mulig svinger/hjørner. Vifter må dimensjoneres etter den kanalveien med størst trykkfall, såkalt «kritisk vei», (Nystad, 2017). Det er mest vanlig å benytte sirkulære kanaler da disse gir den mest optimale strømmingen. Kanaler er ofte isolert for å beskytte mot ytre påvirkninger. Dette kan hindre kondens, og gjøre at man oppnår lavere kulde- eller varmetap. Ved brann vil riktig isolasjon hindre transport av varmestråling som kan antenne i andre rom.

Luftavfuktere brukes ofte i vannkraftverk. En vanlig avfukter fungerer ved å trekke vann ut av luften for å senke luftfuktigheten. I et vannkraftverk er dette gunstig fordi mange komponenter kan bli skadet av for høy luftfuktighet. Her er det ikke snakk om en typisk «bærbar» luftavfukter, men heller en absorpsjonsavfukter. En absorpsjonsavfukter bruker noe som kalles tørkemiddel. «Det fuktighetsmettede materialet blir deretter flyttet til et annet sted, hvor det «lades» for å drive av fuktigheten, vanligvis ved å varme det opp.» (Qaz Wiki, 2021). Slike luftavfuktere er ofte egnet for steder med høy luftfuktighet og lave temperaturer, altså er det perfekt for et vannkraftverk.

2.1.2 SD-anlegg

Sentral driftskontroll er selve styringen av ventilasjonsanlegget. SD-anlegget brukes for å drifte ventilasjonen i form av styring, overvåkning og regulering. Informasjon fra anlegget blir behandlet kontinuerlig, og tiltak blir automatisk iverksatt ved avvik. Over tid kan det benyttes driftsdata fra SD-anlegget til å se om man har fått ønsket effekt av ventilasjonen. Dette gir mulighet for justeringer i driften.

2.1.3 Ventilasjonsprinsipper

De to mest brukte metodene for å skifte ut luft i et rom er fortrengning- og omrøringsventilasjon. Omrøring- eller fortynningsventilasjon baserer seg på å blande friskluft inn i den forurensede lufta. Her må frisklufta tilføres med stor hastighet for at prinsippet skal fungere. Fortrengningsventilasjon er et prinsipp som “dytter” ut lufta i rommet. Her føres luft lavt inn i rommet og baserer seg på at lufta blir varmet opp og stiger mot et avtrekk høyere opp. Vanligvis fører man luft inn med lavere hastighet enn på omrøringsventilasjon. Fortrengningsventilasjon er vanligst brukt på områder med enten stor forurensning eller mye varme. Derfor er det et prinsipp som ofte blir brukt i industri som innebærer utstyr med tapsenergi. Komponentene i et kraftverk generer store mengder varme og er avhengig av en jevn luftstrøm gjennom rommet for å oppnå tilstrekkelig kjøling.. Det er for eksempel unødvendig å ta hensyn til ubehag for mennesker da dette er områder som stort sett er ubemannet.

2.1.4 Brann

Ved brann i kraftverket kan ventilasjonsanlegget bidra til å hindre spredning. Det er også viktig å påpeke at dersom det ikke foreligger en god strategi ved brann, vil ventilasjonen kunne bidra til ytterligere spredning. Det er vanlig å dele anlegg inn i adskilte brannceller som isolerer rom fra hverandre og vil hjelpe til å begrense skadeomfanget. De to hovedstrategiene som gjelder ved brann, er “trekk ut”, eller “steng inne”. Begge løsningene har fordeler og ulemper.

Trekk ut prinsippet baserer seg på å kjøre alle viftene for fullt i en periode. Man ønsker at trykket i kanalene blir stort nok til å hindre at røyk og eventuelt andre gasser sprer seg i kanalsystemet. Hvis brannen tiltar og trykket øker vil det etter hvert oppstå spredning i kanalen likevel, og viftene må stanses. Denne løsningen krever en omfattende analyse for å bli godkjent i henhold til forskrifter.

Steng ute prinsippet bruker spjeld for å hindre spredning av brannen. Dersom brann detekteres vil disse lukkes slik at kanalen sperres av. Denne løsningen hindrer effektivt spredning av brannen uten videre analyse av anlegget. Brannspjeld bør også være isolert slik at varmestråling ikke slipper inn i kanalen. “Steng ute”, er ofte en billigere, enklere og sikrere måte å håndtere brann på enn “trekk ut”. Det trengs ikke tas videre hensyn i prosjektering av anlegget, og vil tilfredsstille forskrifter uten vurdering av anlegget.

2.1.5 Radon

Radon er en radioaktiv edelgass, som kan øke risikoen for lungekreft hvis man får det i lungene. Radon er et biprodukt av uran og finnes naturlig mange steder i jordluft. Ved lekkasjer fra grunnen vil radongassen sige inn, og blande seg med inneluften. Grenseverdien for radon er satt til 200Bq/m³. Fjellanlegg omringes av fjellvegger hvor det kan sige inn høye konsentrasjoner av edelgassen. Det anses som en risiko for mennesket som jobber der selv om kraftstasjonene oftest er ubemannet. Det må derfor gjøres tiltak for å minimalisere eller fjerne gassen.

Radon er den tyngste edelgassen og er tyngre enn luft, som vil gjøre at den synker til bakken. En løsning kan være å bruke radonmembran på veggene og gulvet for å blokkere tilsiget. Denne løsningen krever mye arbeid med tanke på de store arealene som må dekkes i slike anlegg, og vil trolig koste mye ressurser.

Dimensjonerer man ventilasjonsanlegget med radon i betraktningene, vil man kunne kvitte seg med gassen på en enkel, og kostnadseffektiv måte. Prinsippet går ikke ut på å fjerne kilden, men heller tynne ut gassen slik at det ikke blir et problem. Det er samtidig viktig at systemet ikke skaper for stort undertrykk.

2.1.6 Fuktig luft

I et vannkraftverk finnes det mye utstyr som ikke fungerer optimalt på grunn av fuktig luft. Hovedsakelig blir luftfuktigheten i anlegget påvirket av vannlekkasjer fra fjellet, rør/pakninger som lekker, luften utenfra og temperaturforskjeller som fører til kondens.

Sensitivt utstyr er ofte designet for å fungere i tørre forhold, derfor kan høy luftfuktighet øke sannsynligheten for kortslutninger og feil i elektronisk utstyr. Ved å ha kontroll på luftfuktigheten kan kraftverkseiere redusere driftskostnader, unngå korrosjon og forlenge levetiden på utstyret.

I tillegg til det som er nevnt over kan høy luftfuktighet gi et dårlig inneklima og forårsake dannelse av bakterier, sopp og gass. Det kan føre til unødvendige kostnader for anleggseiere og helseskader for personalet som oppholder seg på anlegget.

2.2 Problemstilling

Hva må spesifiseres for at Statkraft sine ventilasjonsanlegg skal bidra til å optimalisere drift og levetid til komponenter i et vannkraftverk?

Utgangspunktet for problemstillingen er å identifisere ventilasjonsanleggets hovedutfordringer i Statkrafts vannkraftverk i fjellanlegg. De primære utfordringene er radon, fuktighet, varmeutvikling og brannsikkerhet. Vekting av nevnte faktorer må bestemmes, slik at de mest kritiske kan prioriteres.

Dette skal samles til en felles spesifikasjon som legger gjeldene normer, regler og behov til grunn. Som følge av dette skal Statkraft og leverandørindustrien ha samme forståelse av hvilke behov som skal dekkes.

Ventilasjonsanlegget bør være robust og energi- og kostnadseffektivt.

SD-anlegget skal være oversiktlig og kunne brukes som et hjelpemiddel for å lokalisere feil. Feilene skal kunne kvitteres og/eller ignoreres etter behov og viktighet. Data skal kunne lagres, slik at man lett kan se trender og justere deretter, samt predikere kommende feil ved anlegget.

2.3 Prosjektmål

2.3.1 Effektmål

Spesifikasjonen skal beskrive faktorer som spiller inn for dimensjonering, samt hva som er relevant for forskjellige anlegg. Dette er en mulighet til å standardisere måten å bygge ventilasjon på. Det er også ønskelig at spesifikasjonen skal bidra til at Statkraft i fremtiden kan bygge robuste ventilasjonsanlegg som øker levetid og oppetid på komponenter i sine vannkraftverk. Dersom spesifikasjonen får ønsket effekt vil både Statkraft og leverandør få bedre forståelse for kravene som stilles, og hvordan de skal løses.

Over tid kan spesifikasjonen bidra til å øke kompetansenivået på ventilasjon generelt i Statkraft.

I og med at prosjektet skal ta hensyn til enøk tematikk, bør også fremtidige anlegg dimensjonert etter spesifikasjonen være økonomiske å drifte.

2.3.2 Resultatmål

Det skal lages en fullstendig veileder/spesifikasjon til ventilasjonsanlegg i vannkraftverk. Veilederen skal være til nytte for oppdragsgiver, og omhandle planleggingsfasen, innkjøp, prosjektering og drift av slike anlegg. Typiske problemstillinger skal være belyst og forklart på akademisk nivå. Det skal i tillegg designes et komplett eksempelanlegg.

Ventilasjonsanlegget skal dokumenteres etter forskrifter, normer og eventuelle andre krav som Statkraft ønsker å standardisere i dokumentasjonen.

Det ferdige produktet som leveres skal være av den kvalitet som tilfredsstiller oppdragsgiver. Oppgaven skal være velskreven og presis. Kvaliteten skal føre til at standarden som ønskes i kraftverk kommer tydelig frem.

2.3.3 Prosessmål

Det ønskes at gruppa både individuelt og kollektivt øker kompetansen sin på de aktuelle temaene tilknyttet BSc-oppgaven. Noen av temaene er termodynamikk, automasjon, elkraft og ventilasjonsteknikk. Ved endt prosjekt ønsker gruppa god forståelse for de nevnte temaene.

Kunnskapen som opparbeides gjennom prosjektet er relevant i arbeidslivet, og kan gjøre grappa bedre rustet til en jobbsituasjon. Kombinasjonen av kompetanseområder kan forhåpentligvis gi gruppa en fordel på arbeidsmarkedet, samtidig som at det er viktigst å lære det som er relevant for en elkraftingeniør. Det innebærer forståelse av elektriske skjemategninger og kunne gjøre rede for logikken som inngår i kontrollanlegg. Det er i tillegg en mulighet for å lære mer om forskjellige elektriske komponenter og hvordan disse virker.

Samarbeidstrening er et viktig prosessmål. Å stole på hverandre og klare å komme til en felles forståelse er viktige elementer for at en gruppe skal fungere. Vil øke kompetansen når det kommer til å lede og styre et prosjekt. Målet innebærer også kommunikasjon med oppdragsgivere eller kunder, innhenting av dokumentasjon/informasjon, tids- og kostnadsplanlegging. Fordelene med godt samarbeid i grupper er stor, både individuelt, og for en eventuell arbeidsgiver. Ved endt prosjekt håper gruppa på god kompetanseheving på samarbeidstrening.

Ved å se på de kollektive forventningene til karakter i gruppa, er det avklart at det skal jobbes så hardt som mulig for å oppnå en god karakter. En god karakter i våre øyne er en B eller høyere.

2.4 Prosjektbeskrivelse

Prosjektgruppas utgangspunkt ved prosjektstart er liten eller ingen inngående kunnskap om ventilasjonsanlegg og dets komponenter. Prosjektet må derfor innledes med innhenting av så mye tilgjengelig informasjon og dokumentasjon som mulig for å heve kompetansen. Deretter må gruppa definere problemet som skal løses. Dette består av å innhente erfaringer både fra Statkraft og aktører i ventilasjonsbransjen. Primært er det ønskelig å få kjennskap til Statkraft sine utfordringer og strukturere dette på en hensiktsmessig måte. Det antas at kraftverkene må grupperes etter hva som er hovedutfordringer på de forskjellige plassene. Hvordan tilgangen på friskluft er plassert i terrenget og hvor i landet kraftstasjonen ligger kan ha innvirkning på dette.

Nåværende anlegg skal først beskrives for å få kjennskap til eksisterende løsninger. Denne innsikten ønskes så å brukes videre for å se på utbedringsmuligheter eller nye løsninger. Grunnlaget for dette gjøres ved å utarbeide en grundig funksjonsbeskrivelse for hele ventilasjonsanlegget. Funksjonsbeskrivelsen innebefatter også SD-anlegg med all styring og

overvåkning. Den bør være detaljert på et nivå som gjør at det er tydelig hva slags krav hver komponent skal oppfylle.

De forskjellige driftssituasjonene som skal tas høyde for må beskrives. Ønsker å legge vekt på hva som er særegent for hver situasjon, og hvordan styringen skal kompensere for å opprettholde gode driftsforhold. Spesielt ved brann er det interessant å se på nye løsninger, da noen av dagens anlegg baserer seg på passive løsninger.

Det kan være nyttig at spesifikasjonen inneholder krav til referansesystemer slik at man enklere kan orientere seg i anlegget. Utarbeide en god løsning/mal på hvordan dette ønskes gjort, eller basere seg på eksisterende løsninger.

Spesifikasjonen kan også inneholde en anbefaling av komponenter, eventuelt en grundig beskrivelse av hva slags forhold de må tåle. Slike komponenter er viktige for hvordan ventilasjonsanlegget styres, derfor er det viktig at man unngår feilmeldinger og falske alarmer.

Når ventilasjonsanleggets funksjoner, dimensjoner og utstyr er fastsatt må dette forsynes med energi. Hele det elektriske anlegget må dimensjoneres basert på størrelse på ventilasjonsanlegget. Det må dokumenteres etter gjeldende forskrifter.

2.5 Spesifikasjoner

Skal bruke referansesystem etter IEC-81346 og dokumentere og tegne etter IEC-61082.

2.6 Problemområder

Et område som kan føre til problemer er forskjeller i utforming av vannkraftverk. Dette kan føre til at det må lages forslag til mange forskjellige måter å prosjektere på. Kan føre til for mye arbeid. Det andre alternativet er at det må lages en hybrid som dekker alle typer kraftverk.

Vi setter et altfor stort omfang av stoff, og blir ikke ferdig tidsnok.

COVID-19 kan påvirke prosessen hvis byen/fylket får en ny nedstengning.

Dårlig kommunikasjon mellom prosjektorganisasjonen og arbeidsgiver. Misforståelser og feiltolkninger kan føre til avsporinger og ekstra tidsbruk.

3 ARBEIDSPAKKER

1. Sette seg inn i fysikken og virkemåte til ventilasjonsanlegg. Beskrive komponenter og prinsipper. Forme problemstillinger. Dette gjøres gjennom intervjuer med fagpersoner.

Resultat: Ferdig formet problemstilling og innlevert forprosjekt.

2. Beskrive særpreg ved forskjellige kraftverk, og hva slags krav hver komponent stiller til ventilasjonen.

Resultat: Grundig beskrivelse av vannkraftverkets komponenter, og variasjoner av disse. Eksempelvis Excelark med summeringsmuligheter for varmetap til alle komponenter.

3. Definere de viktigste faktorene i de forskjellige kraftverkene, samt definere hvordan det skal løses.

Resultat: Grundig redegjørelse av forholdene ventilasjonsanlegget skal påvirke. Beskrivelse av nåværende løsninger. Hva som ikke fungerer og hva som gjør det. Bruk av eksisterende eller nye løsninger.

4. Beskrive hva som kjennetegner forskjellige driftssituasjoner, og hva slags funksjoner som er viktige. Dette innebærer brann, sommer og vinter.

Resultat: Skal ha en grundig beskrivelse av hva som kjennetegner situasjonene brann, sommer og vinter i et kraftverk i fjellanlegg. Fullstendig beskrivelse av funksjoner som må implementeres dersom det oppstår brann og gjennom sesongskifte.

5. Utarbeide prinsippskisser og funksjonsdiagram, som beskriver oppbygging og virkemåte. Alle funksjoner må beskrives. Ventilasjon- og SD-anlegg.

Resultat: Fullstendig og generell prinsippskisse og funksjonsdiagram, evt. for et eksempelanlegg i relevant programvare. Fullstendig funksjonsbeskrivelse av SD-anlegg. Sekvensdiagram for SD-anleggets funksjoner.

6. Utarbeide modell som gir riktige dimensjoner og størrelser på anleggsdeler. Input skal være varme, fukt og andre faktorer som ventilasjonen skal håndtere.

Resultat: Oversiktlig løsning på excelark med input og output.

Eventuelt annen funksjonell løsning.

7. Alle relevante opplysninger prosjektarbeidet har avdekket skal brukes til å produsere et dokument med krav og spesifikasjoner for ventilasjon i fjellanlegg.

Resultat: Ferdig dokument skal være på 3-4sider. Konkret og oversiktlig. Statkraft skal kunne sende dette til leverandører.

8. Dimensjonering av elektrisk anlegg. Utarbeide elskjema og dokumentasjon.

Resultat: Fullstendig dokumentasjon av det elektriske anlegget. El- og styrestrømskjema.

9. Evt. Beskrive metoder som kan minimalisere energiforbruket til ventilasjonsanlegget.

Presiserer at arbeidspakkene ikke er satt i stein og kan endres underveis etter behov.

4 PROSJEKTORGANISERING

Prosjektet er organisert rundt en midlertidig prosjektorganisasjon. Prosjektorganisasjonen består av fire medlemmer der alle er dedikert til kun dette prosjektet i prosjektperioden. Det er ikke utnevnt en prosjektleder gjennom hele prosjektperioden. Dette vil gå på rundgang for å fordele arbeidsmengden best mulig. Alle skal få erfaring og kunnskap som leder for et prosjekt.

Organisasjonen jobber mot oppdragsgiver Statkraft der det finnes to kontaktpersoner som vil mate organisasjonen med nødvendig teknisk underlag samt definere hva som ønskes produsert.

Prosjektorganisasjonen har også tilgang på en intern veileder fra NTNU som kan bistå med generell oppfølging og tilbakemeldinger gjennom prosjektperioden.

4.1 Prosjektdeltagere

Det er inngått en samarbeidsavtale (Vedlegg 2) med enighet om at ansvar og lederskap går på rundgang hver uke:

Prosjektleder	Ukenummer	Dato
Ola	7	15.02-21.02
Georg	8	22.02-28.02
Brendon	9	01.03-07.03
Lauritz	10	08.03-14.03
Ola	11	15.03-21.03
Georg	12	22.03-28.03
Brendon	13	29.03-04.04
Lauritz	14	05.04-11.04
Ola	15	12.04-18.04
Georg	16	19.04-25.04
Brendon	17	26.04-02.05
Lauritz	18	03.05-09.05
Ola	19	10.05-16.05
Georg	20	17.05-23.05

Brendon Gocaj:

Uteksaminert fra Valler VGS våren 2018, og begynte rett på studiene for å bli Elektroingeniør. Spesialisert som elkraftteknikker, med prosjektledelse som valgfag. Tidligere arbeidet som vektoperatør for RfD og Lindum i Drammen.

Lauritz Haakon Berg:

Uteksaminert fra Valler Videregående Skole i 2018 og begynte å studere elektroingeniør på NTNU samme år. Har tidligere jobbet på Meny som butikkmedarbeider, men kun som en jobb ved siden av videregående.

Georg Horntvedt:

Gikk rett i jobb på SkumTech AS etter fullført studiespesialisering på Kirkeparken VGS i 2012. Jobbet på SkumTech AS som industriarbeider i produksjon av vann- og frostsikring for tunneler i Norge.

Startet å ta opp fag for videre studier som ingeniør i 2015 og kom inn på første studie i Undervannsteknologi- drift og vedlikehold i Bergen. Byttet studie til elektroingeniør i 2017.

Ganske aktiv på fritiden i forskjellige studentgrupper som NTNUI svømming og frivillig verv som kokk på Lyche Kjøkken ved Studentersamfundet.

Ola Einbu Baugerød:

Eksamen fra NTG Lillehammer våren 2014. Satset deretter fulltid på alpint frem til våren 2018. Begynte å studere deltid ved NTNU Trondheim i 2016 ved siden av alpingsatsing. Har hatt sommerjobb hos FMC Technologies på Kongsberg. Etter dette jobbet to somre som guide og lokfører i sølvgruvene på Kongsberg for Norsk Bergverksmuseum. Har siden januar 2019 jobbet for Freidig alpin som alpintrener ved siden av studier.

4.2 Utstyr og ressurser

Forskjellige forskrifter, normer og standarder.

Møtested – helst med tilgang til sakkyndig personal som kan gi raske tilbakemeldinger og pekepinn under prosjektet. E-post kan føre til mistolkning fra begge sider.

4.3 Prosjektleveranser

- Forprosjekt.

En liten forsmak på BSc-oppgaven. Her beskrives alt som skal med i sluttprosjektet, uten at det nødvendigvis svares på noe av oppgaven.

- Toukersrapporter.

Korte rapporter om hva som er gjort og hva som er ferdig.

- Prosjektrapport.

- Dokument med spesifikasjoner og krav.

4.4 Tids- og kostnadsplan

For å sikre en god oversikt over gruppemedlemmenes arbeidsoppgaver blir det ført timelister og satt opp en enkel fremdriftsplan. På den måten vises det hva hvert enkelt medlem gjør samtidig som arbeidsoppgavene er under behandling, på vent eller har blitt fullført. Det er laget en røff tidsplan ved bruk av et Gantt-diagram. For best mulig utbytte av tiden er det bestemt at arbeidspakkene skal fordeles mellom gruppemedlemmene.

		Januar				Februar				Mars				April					Mai			
Ukenummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Arbeidspakker	Tidsbruk [timer]																					
ARBEIDPAKKE 1																						
ARBEIDSPAKKE 2	262,5																					
ARBEIDPAKKE 3	375																					
ARBEIDPAKKE 4	187,5																					
ARBEIDPAKKE 5	300																					
ARBEIDPAKKE 6	150																					
ARBEIDPAKKE 7	142,5																					
ARBEIDPAKKE 8	150																					
Prosjektrapport																						

4.5 Kvalitetssikring

Kvaliteten på produktet skal kontinuerlig sjekkes opp mot det oppdragsgiver ønsker. Dette gjøres gjennom regelmessige møter og toukersrapporter. Hovedoppgaven til dette prosjektet er å produsere en spesifikasjon slik oppdragsgiver ønsker, og altså ikke et produkt som kan testes direkte. Det vil derfor være viktigere enn vanlig å oppdatere oppdragsgiver underveis for å hindre avsporing. I løpet av de første ukene er erfaringen at det er fort gjort å få

tunnelsyn når man definerer oppgaven. Vi ser derfor på god kommunikasjon med oppdragsgiver som veldig viktig.

Kvaliteten vil kunne følges opp gjennom kryss-sjekking mot tidligere nevnte normer og regler.

4.6 Risikovurdering

I løpet av prosjektet skal gruppa på befaring ved et av vannkraftverkene til Statkraft selv om det er restriksjoner på grunn av COVID-19. Dette kan påvirke møtested, transport, tidspunkter osv.

Sensitive dokumenter som for eksempel bilder, dokumentasjon og oppbygning kan komme på avveie eller andre enn undertegnede får tilgang.

Prosjektoppgaven blir kansellert ved at kontaktpersoner ikke har tid til oppfølging av prosjektarbeidet. (f.eks. mangel på tilgang til dokumentasjon)

		Konsekvens			
Sannsynlighet		1. Liten	2. Moderat	3. Stor	4. Svært stor
	4 Svært sannsynlig.		4		
	3. Meget sannsynlig				
	2. Middels sannsynlig		1	3	
	1.Lite sannsynlig		2		

Sannsynlighet * Konsekvens = Risiko

Lav risiko: akseptabel risiko, tiltak er ikke nødvendig.

Middels risiko: akseptabel risiko, tiltak bør vurderes.

Høy risiko: uakseptabel risiko, tiltak er viktig

1) Sette seg fast på grunn av for lite kunnskap/erfaring med ukjente temaer

Sannsynlighet (2) * Konsekvens (2) = (4) = **Lav risiko:**

Alle gruppens deltakere har ikke tilstrekkelig kunnskap om temaene som inngår i oppgaven. For å hindre stopp i oppgaven på grunn av mangel på kunnskap, er lesing av dokumentasjon og fordypelse nyttig å igangsette før skriving.

2) Ett eller flere medlemmer ikke gjør jobben sin

Sannsynlighet (1) * Konsekvens (2) = (2) = **Lav risiko:**

Dårlig koordinering og samarbeid internt i gruppa kan føre til at noen faller fra. På nåværende tidspunkt er det god indre justis i gruppa og dette virker lite sannsynlig. Dette er den siste store oppgaven for å fullføre utdanningen, og det gir god motivasjon for å jobbe hardt. Om dette likevel skulle bli tilfelle vil resten av gruppas medlemmer tilpasse seg. Ser på dette som en lavrisikosituasjon.

3) Prosjektet ikke oppnår de kvalitative målene.

Sannsynlighet (2) * Konsekvens (3) = (6) = **Middels risiko:**

Oppgaven svarer ikke på det arbeidsgiver ønsker. Kan føre til at prosjektet ikke får den ønskelige effekten. Sannsynligheten for dette vil likevel ikke være stor da gruppa skal sørge for å ha godt samarbeid med arbeidsgiver for å sikre at målene om kvalitet blir nådd. Bør vurdere å redusere sannsynligheten ved å passe på at vi har god planlegging før gjennomføring.

4) Coronaviruset sprer seg og skaper konsekvenser for prosjektet.

Sannsynlighet (4) * Konsekvens (2) = (8) = **Middels risiko:**

Dette er allerede tilfelle. Den største konsekvensen er at fysisk arbeid og møter utgår. Dette har ikke store konsekvenser inntil videre. Om det skulle hindre gruppas planlagte befaringer kan dette føre til konsekvenser. Tiltak må vurderes løpende.

5 VEDLEGG

5.1 Vedlegg 1 - Oppgavetekst

Kort beskrivelse av oppgaven med problemstilling:

Oppgaven består i å utarbeide en komplett veileder/spesifikasjon for ventilasjonsanlegg i vannkraftverk. Denne skal være til nytte for kraftverkseiere i planleggingsfasen, innkjøp, prosjektering og drift av slike anlegg. Veilederen skal spesifisere prinsipper for hvordan man generelt ønsker å bygge ventilasjonsanlegg i vannkraftverk, ved å definere viktige faktorer og avklaringer som må gjøres fra anlegg til anlegg. Det skal foreslås dimensjoneringsmetoder, beskrive mekanisk oppbygging, elektrisk installasjon og styringen av slike anlegg.

Oppgaven vil forutsette befaring på et vannkraftverk, og gruppen vil gis innsyn i dokumentasjon for konkrete anlegg. Her vil man se hvordan ventilasjon er utført på ulike eksisterende anlegg. Forslag til forbedringer og nye tanker er ønskelig. Gruppa vil gjennom dette arbeidet måtte opparbeide grunnleggende kompetanse om ventilasjonsanlegg og styring av slike. Kontakt med leverandører, og gjøre seg kjent med dagens teknologi, vil være en viktig del av oppgaven.

Ventilasjon er et av områdene som har fokus i det grønne skiftet mtp energioptimalisering. Det brukes i Norge store energimengder i ventilasjonsanlegg i bygninger. Det er kreves mye energi for å varme opp uteluften som skal inn i bygget i kalde perioder (og det er kostbart å kjøle ned uteluft i varme perioder). Derfor bør anleggene helt generelt sett være behovsstyrt. Dvs. at automatikken sørger for å tilføre rett luftmengde, på rett sted (sonestyrt), med rett temperatur, til rett tidspunkt, slik at man ikke bruker unødig energi. Varmegjenvinnere gjenbraker energi fra returlufta, og benyttes i stor grad for å redusere energiforbruket. Også varmepumper kan benyttes til dette. Det er interessant å berøre enøk tematikk i denne oppgaven, særlig i anlegg der det brukes mye energi til oppvarming av tilluft (særlig der eventuelle tiltak er gjennomførbare i praksis).

Ventilasjonsanleggets primære oppgaver i et vannkraftverk:

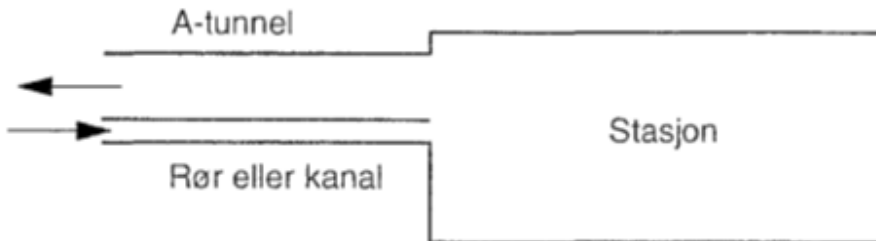
- Fjerne overskuddsvarme fra maskiner og utstyr. Varmer herfra vil variere stort avhengig av drift situasjonen.
- Holde miljø tørt (fjerne fuktighet, hindre kondens), og redusere støv/andre forurensninger i stasjonen.
- Ventilasjonsanlegget skal sørge for tilførsel av frisk luft og opprettholde et godt innneklima for personale, særlig i kontrollrom og øvrige personalsoner, samt avtrekk sanitæranlegg.
- Funksjon for ventilasjonsanlegg må være i samsvar med brannsikkerhet og røyksekksjonering.
- Ventilasjonssystem som skal installeres skal tilfredsstille tekniske normer og spesifikke krav.
- I kraftstasjon skal det finnes en oversiktstegning som viser: tilluft, returluft/avkast, ventilasjonsvifter, luftfilter, spjeld, varmbatterier/varmegjenvinnere for tilhørende ventilasjonsanlegg.
- Anleggene må være svært driftssikre, betjening- og servicevennlige, og ha lang levetid.

Veilederen som skal lages kan bl.a inneholde:

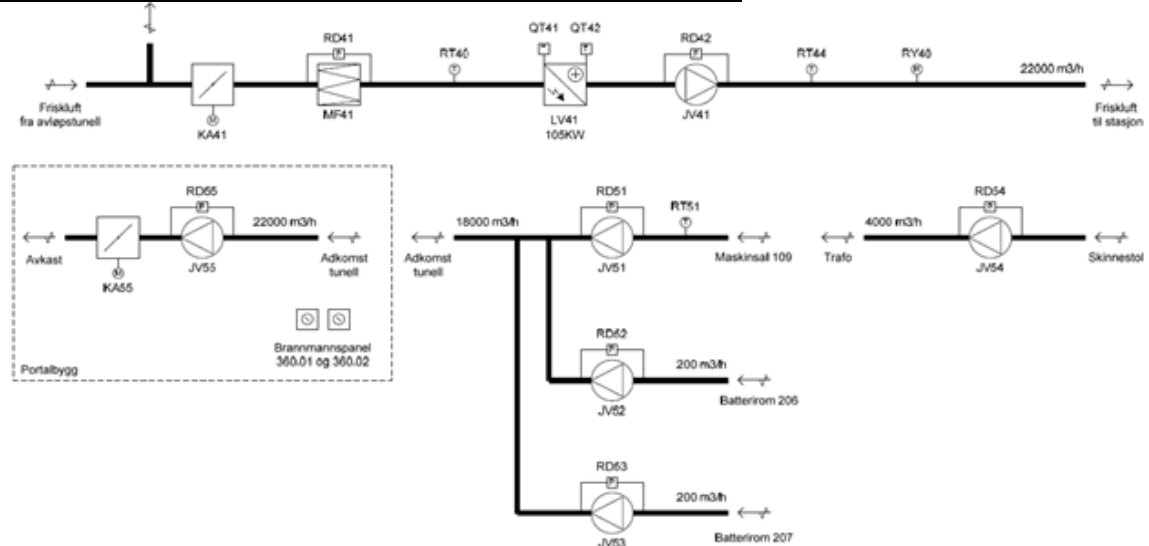
- Beskrive ulike typer og varianter ventilasjonsanlegg i vannkraftverk, hovedsakelig i fjellanlegg, men også i dagbygninger. Beskrive hovedkomponenter.
- Det skal utarbeides systemtegninger og funksjonsdiagram, som beskriver typisk oppbygging og virkemåte.
- Beskrive de særlige behov for ventilasjon av batterirom, redningsrom, trafo/høgspente soner etc.
- Funksjoner, virkemåte og utfordringer når vanlig drift (bl.a. avfukter anlegg/støv/olje) og når ulike nødsituasjoner (ved brann, evakuering/rømning, bortfall av stasjonsforsyning, etc.)
- Inneholde god informasjon om gjeldende normer, krav og forskrifter.
- Lage en brukervennlig modell og/eller metodikk som beskriver og beregner nødvendig kapasitet og dimensjoner på anlegget.
- Elektro:
 1. Dimensjonering av: motorer, el installasjon, vifter, varmegjenvinnere, elektrisk varmbatteri.

2. Beskrive motorstyringer, vern, overvåking, følere, spjeldmotorer, regulatorer/reguleringskretser, SD-anlegg (sentral driftsovervåking – se figur under).
3. Virkemåte og oppkobling mot stasjonens kontrollanlegg og brannsentral, og mot fjernstyring.
4. Gruppen skal designe et typisk eksempel-anlegg, med komplett el-dokumentasjon.

Kraftstasjon skal ha to veier for å føre luft inn og ut av stasjonen (disse er ofte i adskilte adkomsttunneller):



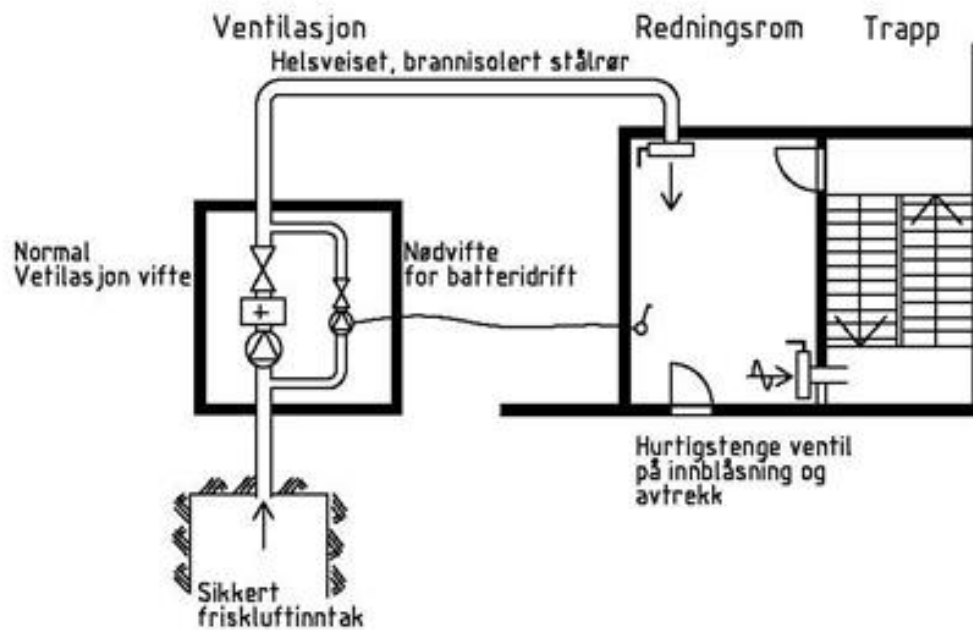
Eksempel på et typisk ventilasjonsanlegg i et vannkraftverk:



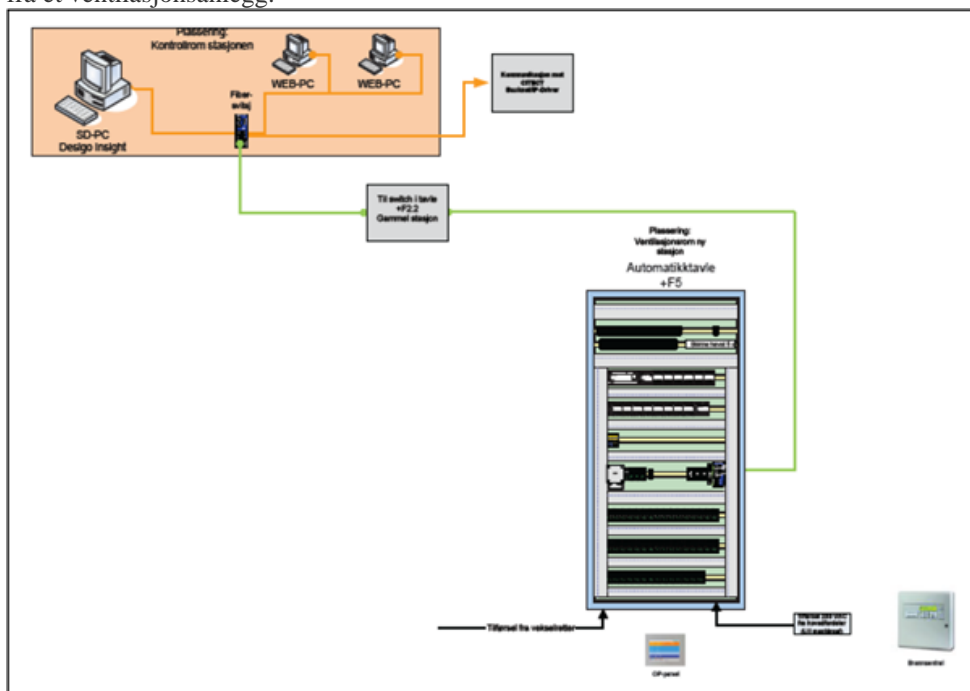
Systeminformasjon

Aggregatet er plassert i ventilasjonsrom U208. Systemet leverer behandlet friskluft til hele stasjonen untatt redningsrommene. Maksimal luftmengde 22000m³/h tiluft. Luften hentes inn fra avløpstunnel via felles luftinntak i avløpstunnel og føres i støpt kanal til ventilasjonsrommet. Her trekkes luften inn i aggregatet gjennom inntaksspjeld - SS41, filter -MF41, Varmebatteri LV41 til tiluftsviften -JV41. Fra viften blåses luften via lydfele videre ut i kanalnettet til hvert enkelt rom.

Eksempel på ventilasjonanlegg i et redningsrom inne i vannkraftverket:



SD-anlegg - Sentral Driftsovervåkning: For å kunne styre og optimalisere elektriske og mekaniske systemer og tilhørende komponenter for ventilasjonsanlegg på en god og oversiktlig måte, benyttes sentral driftsovervåking, også kalt SD-anlegg. Målsetting med SD-anleggene er å drifte, holde oversikten over alle ventilasjonskomponentene. SD-anlegget består av et dataskjermbilde med oversikt over alle anleggene i systemet slik som f.eks. omfatter kanaler, vifter, filtre, spjeld, etc. Her er vist et eksempel på et oversiktsbilde fra et ventilasjonsanlegg.



5.2 Vedlegg 2 – Samarbeidsavtale

Samarbeidsavtale for bachelorgruppe E2133 (TELE3021) vår 2021

Ola Einbu Baugerød, Brendon Gocaj, Georg Horntvedt og Lauritz Haakon Berg

1) Mål for samarbeid

Målet for samarbeidet i vår gruppe er å jobbe jevnt gjennom hele semesteret og ende opp med et så godt prosjekt som vi kan. Det er enighet i gruppen om at vi ønsker gjensidig faglig utveksling og samarbeid og at ingen skal falle utenfor, der disse eventuelt skal få hjelp av gruppen til å komme seg dit de trenger å være.

Vi er enige i at hvis dette skal fungere må vi være direkte med hverandre og tålmodige når det trengs. I tillegg må vi ha en rettferdig arbeidsfordeling. Dette er en forutsetning for gruppens arbeids ettersom gruppen mest sannsynlig vil få en felles karakter på oppgaven. Gjennom denne avtalen ønsker vi å trekke opp en ytre ramme for samarbeidet slik at det kan fungere etter hensikten.

2) Betydning av avtalen

Overholdelse av avtalen danner grunnlag for innlevering av bacheloroppgaven. At den er blitt overholdt av hvert enkelt gruppemedlem, attesteres ved underskrift fra alle gruppemedlemmene med følgende setning: *“Gruppemedlemmet N.N. har overholdt avtalen om samarbeid som medlemmene i bachelorgruppen E2133 har inngått seg imellom.”*

Denne attestasjonen skal legges ved bacheloroppgaven. Orientering om karakter for en prosjektoppgave – som mangler denne attestasjonen – kan bli utsatt inn til attestasjonen foreligger.

3) Møtetidspunkt og -sted

Vi er enige om å møtes regelmessig gjennom semesteret. Vi forplikter oss til å møtes som det fremgår av møteplanen under. Møtene skal finne sted der det avtales, enten om det er via Teams eller gruppe-/møterom etc. Vi er enige om at vi har en fast møtedag i uka, oppimot to ekstra møtedager i uka.

Møtested:

Etter avtale

Ukedag, klokkeslett:

Onsdager, 09.00-11.00

Om nødvendig kan det avtales ytterlige møter. Dette fastholdes i møtereferatet, se *pkt 8*.

4) **Oppmøte**

Oppmøte skal være presist. Gruppedeltakere som kommer for sent vil bli skrevet ned i møtereferatet.

Vi er også enige om at følgende forsinkelser er tolerert: fem minutter per møte. Gruppen skal varsles både ved forsinkelser og fravær fra møte.

Dersom en kommer for sent grunnet omstendigheter en ikke kan gjøres ansvarlig for (sykdom, dødsfall, etc.), aksepteres dette.

5) **Fravær**

Fravær skal varsles minst 24 timer i forveien og det skal noteres i møtereferatet. Ved ofte fravær skal gruppen varsle den det gjelder, og om dette fortsetter vil gruppen varsle ansvarlig faglærer. Fravær grunnet omstendigheter en ikke kan gjøres ansvarlig for (sykdom, dødsfall, etc.), aksepteres.

6) **Forberedelse**

Alle gruppemedlemmer forplikter seg til å møte forberedt til alle møter slik det har blitt avtalt på foregående møte. Uforberedt oppmøte grunnet omstendigheter en ikke kan gjøres ansvarlig for (sykdom, dødsfall, etc.), aksepteres, *jf. pkt 4 og 5*.

7) **Ledelse**

Gruppens ledelse skal gå på rundgang mellom alle gruppemedlemmene (møteleder

og møtesekretær), og være jevnt fordelt på disse gjennom hele semesteret. Fungerende møteleder er ansvarlig for å åpne og avslutte møtene og å lede gruppediskusjoner. Fungerende møtesekretær er ansvarlig for å føre møtereferat for møtet de er ansvarlig.

8) **Møtereferat**

Det skal skrives et kort referat eller oppsummering etter hvert møte med veiledere. Møter kun mellom gruppe medlemmene trengs dette ikke. Disse møtereferatene skal inneholde møtetidspunkt, eventuelle forsinkelser, fravær eller uforberedt oppmøte iht. avtale fra forrige møte, kort oppsummering av saker som blir tatt opp i møtet, hvilke arbeidsoppgaver vi blir enige om til neste møte og hvordan disse skal fordeles og eventuelt andre ting som er relevant.

Referatet skal undertegnes av møteleder og den legges ut på dedikert sted i *Teams*. Møtereferatet skal og kan ikke endres etter signatur. Møtereferatene fungerer som grunnlag for attestasjon over overholdt samarbeidsavtale eller eventuelt tiltak ved mislighold, *se pkt 10*.

I tilfelle tap av et møtereferat skal det skrives ny fra hukommelse. Dette referatet skal også skrives under av alle tilstedeværende.

9) **Mulige komplikasjoner i samarbeidet**

Vi er enige i at det skal ryddes opp i eventuelle komplikasjoner så tidlig som mulig. Eventuell misnøye kan anonymt noteres i møtereferatet. Fungerende møteleder avgjør i samråd med resten av gruppen når slike problemstillinger skal tas opp. Han kan da kalle sammen til særskilt møte, og da gjelder møteplikt for alle innkalte gruppe medlemmer. Møtelederen kan i samråd med gruppen invitere en ekstern samtaleleder til et slikt møte.

10) **Eventuelle tiltak ved mislighold**

Vi er enige i at hyppig forsinkelse, uforberedt oppmøte og/eller gjentatt ubegrunnet fravær slik det er konkretisert i pkt 4, 5 og 6, er svært uheldig for samarbeidet. Ved

mislighold av disse punktene er vi derfor enige om følgende tiltak:

- a. Et gruppemedlem som ikke overholder punktene nevnt over skal først advares av fungerende møteleder. Er det møtelederen selv som ikke følger opp disse punktene, kan advarselen komme fra hvilket som helst gruppemedlem. Advarselen skal formelt uttales med følgende formulering: *"Ifølge møtereferatene er du i ferd med å nå grensen iht. punkt ... i vår avtale og gjøres herved oppmerksom på dette."* Advarselen skal skje skriftlig, den skal underskrives av fungerende møteleder og det aktuelle gruppemedlem, og den skal legges ved møtereferatene. Er vedkommende ikke til å få tak i eller nekter å underskrive på advarselen, bevitnes dette skriftlig av to gruppemedlemmer. Uttalt og dokumentert advarsel er en forutsetning for at gruppen kan bestemme seg for ytterligere skritt.
- b. Som neste skritt kan fungerende møteleder innkalle til krisemøte der restgruppen kan anbefale det aktuelle medlemmet å levere individuell besvarelse. Innkalling til krisemøte betraktes uansett utfall som forsterket advarsel. Prosedyren for et slikt møte spesifiseres som tillegg til denne avtalen.
- c. Overholder et gruppemedlem heller ikke avtalen etter å ha blitt advart kan dette medlemmet i siste konsekvens nektes attestasjon om overholdt samarbeidsavtale, se pkt 2. Dermed risikerer det aktuelle medlemmet ikke å få del i felleskarakteren for oppgaven. Siste avgjørelse om dette, ligger hos faglærer. Om et gruppemedlem nektes denne attestasjonen, skal møtereferatene og samarbeidsavtale legges ved bacheloroppgaven som dokumentasjon.

11) Varighet, gyldighet og reformulering

Denne avtalen er gyldig fra og med underskriftsdato og inntil innlevering/presentasjon av bacheloroppgaven, hva enn som kommer sist. Alle undertegnede har imidlertid rett til å be om én reformulering av avtalen etter

underskrivelse har funnet sted. Det er imidlertid ikke adgang til å be om reformulering etter at et gruppemedlem har blitt advart iht. pkt 10.

Trondheim, 20.01.2021

Underskrift:

Georg Horntvedt

Georg Horntvedt

Brendon Gocaj

Brendon Gocaj

Ola Einbu Baugerød

Ola Einbu Baugerød

Lauritz Haakon Berg

Lauritz Haakon Berg

6 REFERANSER

Maripuu, M.L. 2009, Demand Controlled Ventilation Systems in Commercial Buildings
Doktoravhandling, Chalmers University of technology

Kai Robert Vandsvik, 2013, Energieffektiv klimatisering: Plassering av detektorer for
behovsstyrt ventilasjon, Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Nystad C. 2017, Kompendium i ventilasjonsteknikk, Institutt for Bygg, Energi og
Materialteknologi, UiT

Wikipedia. (2021, 8. februar). *Radon*. Hentet 10. Februar 2021.

<https://no.wikipedia.org/wiki/Radon>

Qaz Wiki. (2021, 26. januar). *Avfukter – Dehumidifier*. Hentet 10. februar 2021.

https://no.qaz.wiki/wiki/Dehumidifier#Absorption/desiccant_dehumidification