

Innledning

Denne håndboka omhandler "Tilstandskontroll av vannkraftverk; kontrollanlegg". Viktige komponenter er funksjonsmessig beskrevet og det er forklart hvordan samspillet mellom dem blir realisert gjennom kontrollanlegget.

Det er tidligere laget håndbøker for:

- 1) Generator.
- 2) Turbin.
- 3) Vannvei, kjølevannsanlegg/tømme- og lenseanlegg.

Håndbøkene utfyller hverandre.

Det finnes mange kraftstasjoner her i landet og ingen er like. De fleste funksjoner derimot er sammenlignbare.

Kraftverkene er dokumentert på forskjellig vis, avhengig av alder og leverandør. Hvert anlegg er "skreddersøm".

De små, mellomstore og store kraftverkene har kraftproduksjon som felles oppgave, men prinsippene for styring, kontroll og overvåking varierer fra anlegg til anlegg. Denne boka er veiledende i forhold til kontrollanleggenes prinsipp, funksjonalitet og oppbygging. Hver bruker må ta hensyn til og tilpasse innholdet til de lokale forhold.

I hvert avsnitt avsettes plass for tilpasninger for eget anlegg.

Kontrollanlegg definerer vi å være det utstyr i anlegget som styrer/overvåker primærkomponentene og apparatanlegget. I denne håndboken går vi noe utover denne definisjonen. Det forutsettes at brukeren av håndboka forstår grunnprinsippene i prosessen i et kraftverk.

Rekkefølgen i avsnittene følger i stor grad rekkefølgen i avviksrapporteringsskjema (se avsn.11), dvs fra vannvei via turbin, generator, transformator til overføring.

Håndboken inneholder følgende grep/skilleark:

Funksjonsbeskrivelse: Her gis en beskrivelse av de enkelte hovedobjektene og deres funksjoner og hvordan de er vevd inn i en forriglingskjede. Det gis typiske eksempler på start/stopp forløp. Det gis også en oversikt over de vanligste vernene. Det er vedlagt innstillingsprosedyre samt div. registreringsskjema for synkroniseringsapparat.

Betjeningsveiledning: Dette avsnitt inneholder veiledninger for betjening av de apparater og systemer operatøren bruker når han skal styre og overvåke kraftverket. Veiledningene omhandler både konvensjonelle og datamaskinbaserte systemer.

Prøvestyrer: I dette avsnitt blir det gitt en generell oversikt over det mest nødvendige prøvestyret og bruksområdet for dette.

Veiledning i tilstandskontroll og funksjonsprøving: Her beskrives metoder og aktiviteter for å sikre at kontrollanlegget til enhver tid er pålitelig og funksjonsdyktig og har de ytelser som kreves. Tilstandskontrollen omfatter aktiviteter som inspeksjon, besiktigelse, funksjonskontroll og ulike diagnosemetoder. Ulike skjemaer til bruk ved slikt arbeid er vist.

Veiledning for feilsøking: Det beskrives typiske fremgangsmåter for å lete etter oppståtte feil i kontrollanlegget. Det blir gitt et eksempel på hvordan man leter etter feil i en skillebryterstyring, en metodikk som man kan bruke for de fleste styringene. Dessuten er det gitt anvisninger for å finne jordfeil i styrestrømkretser, samt når det er gjort sammenblandinger i styrestrømkretsene. Endelig er det beskrevet feilsøking i startprosessen.

Elektroteknisk dokumentasjon: Dette avsnittet gir en kort, men grunnleggende innføring i retningslinjene for elektroteknisk dokumentasjon, noe som har forandret seg betydelig over tid. Derfor er kapitlet delt opp i en del som beskriver regler som var grunnlaget for utførelse av skjemaer og andre tegninger fram til 1970-årene. Den andre delen beskriver de grunnleggende retningslinjer om elektroteknisk dokumentasjon for elforsyningsanlegg som er levert fram til 1994. Det gis en innføring i grunnleggende dokumentasjonsprinsipper, strukturingsprinsipper og referansesystem.

Driftserfaringer, spesielle løsninger: Avsnittet inneholder tips og informasjon som kan være nyttig å merke seg. Det blir gitt en omtale av definisjoner innen støyproblematikken, samt spesielle løsninger og erfaringer.

Vedlikeholdsrutiner: Her nevnes de mest vanlige definisjonene, og de faktorer som har størst innvirkning på feilstatistikken, så som renhold, kvalitetskontroll og beredskap. Hver bruker har sine spesielle rutiner som evt kan komplettere dette avsnitt

Feilstatistikk: "Rapporteringskjema for avvik i kontrollutstyr" med veiledning er innlagt her. Grensesnittet mot øvrig utstyr er lagt slik at feil i primærorganene ikke registreres som feil ved kontrollanlegget. Det er bare feil i selve kontrollutrustningen som skal registreres på rapporteringsskjemaet.

Litteratur: Aktuelle litteraturhenvisninger.

Drift og vedlikehold av kontrollanlegg

Vi som har arbeidet med håndboken for kontrollanlegg har hatt en vanskelig oppgave. De utmerkede håndbøkene som foreligger for generator, turbin og vannvei o.s.v. er gode, og det har vært vårt siktemål å komme fram til noe tilsvarende for kontrollanlegg.

Anleggsdelen kontrollanlegg er mer sammensatt og mindre fast definert m.h.p. funksjon og utforming enn andre anleggsdeler. Det er dermed også vanskeligere å beskrive et kontrollanleggs funksjon og å spesifisere entydige retningslinjer for diagnose og vedlikehold.

Håndboken for kontrollanlegg har derfor fått en annen oppbygging og en noe annen form enn de andre håndbøkene. Vi har også under arbeidet funnet ut at vi bør etablere en egen "filosofibetraktning" knyttet til kontrollanlegg. Dette har flere årsaker.

- Forklare hvorfor håndboken er bygget opp som den er
- Understreke noen viktige momenter som vi synes bør vektlegges når en skal vedlikeholde og drive kontrollanlegg.
- Misjonere litt i bransjen for å få mer oppmerksomhet rettet mot kontrollanlegg.

Om vi skulle videreført tilsvarende struktur i håndboken for kontrollanlegg som den vi finner i håndbøkene for generator, turbin etc. kunne vi typisk fått følgende kapitler:

- ⇒ kontrollanlegg for turbin
- ⇒ kontrollanlegg for generator
- ⇒ kontrollanlegg for transformator o.s.v.

Etter vårt skjønn ville dette ført til mange gjentakelser, og vi ville fått problemer med å få fram hovedbudskapet. Svært mye systemkunnskap knyttet til enkeltelementene i en kraftstasjon og samspillet mellom disse er ivaretatt i kontrollanlegget. Det dreier seg om tekniske forutsetninger og begrensninger, sikkerhet i normale og unormale situasjoner og løpene informasjon om prosessen i normale og unormale situasjoner.

Et kontrollanleggs kvalitet er i stor grad avhengig av kvaliteten til menneskene rundt anlegget. Bak utformingen av ethvert kontrollanlegg ligger det en mengde kunnskap om hele kraftanlegget. Denne systemkunnskapen er bygget opp i tiden (60-70 og 80 årene) da det ble bygget mange anlegg i Norge. Utbyggerne hadde store økonomiske ressurser til rådighet, leverandørene hadde store inntjeningspotensial og vi hadde en stor enkeltbedrift NVE/Statkraft som tok ansvar på fellesskapets vegne for å definere problemstillinger, utforme prinsipper og for å sette standard overfor leverandører.

Vi hadde prøveingeniører som fulgte anlegget over lang tid i idriftsettelsesfasen og tenkte gjennom alle tenkelige og nærmest utenkelige uforutsette hendelser som kunne oppstå. På denne måten sørget de for at kunnskap ble innbakt i kontrollanleggets logikk og utforming. Videreføring til neste anlegg og til leverandørens prosjekteringskontor var også en naturlig sak, fordi det var kort tid mellom hvert nyanlegg. Vi nyter ennå godt av anleggene fra denne tiden, men er vi flinke nok

til å ivareta kunnskap og forutsetninger som ligger til grunn for konstruksjon og utforming av anleggene.

Leverandørens konstruksjonskontorer blir mindre og har langt lavere virksomhetsnivå, og vil sannsynligvis også etter hvert får lavere kunnskapsnivå på selve prosessen. NVE/Statkraft er i dag ikke eksisterende på fellesskapets vegne, og sist men ikke minst: kunnskap videreføres ikke uten videre ute hos oss som eier og driver kontrollanlegg. Utbyggingsaktiviteten er lav og rasjonaliseringsaktiviteten høy.

Dette er utgangspunktet for at vi presenterer en håndbok for kontroll-anlegg og et kursopplegg som inneholder mye systemkunnskap. Tradisjonelt sett har kurs og informasjonsutveksling om kontrollanlegg lett blitt svært fokusert på skjemateknikk. Det er viktig å forstå og finne fram i kontrollanleggets dokumentasjon, og temaet er ivaretatt i vår bok og i dette kurset. Men det er også, etter vårt skjønn, viktig å se på kontrollanlegg i lys av det faktum at det er denne anleggsdelen som ivaretar det komplette anleggets funksjonalitet. Det er kunnskapen om det komplette anlegget og samspillet mellom anleggsdeler som ligger til grunn for logikkutformingen av kontrollanlegg.

Håndboken for kontrollanlegg inneholder systemkunnskap, stoff om diagnose, drift og vedlikehold av anlegg og stoff om dokumentasjon for anlegg.

Håndboken er utformet som en ringperm, slik at stoff kan tilføyes og endres etter hvert. Den enkelte bruker kan også legge inn stoff som er spesielt for sitt anlegg. Håndboken er et ferdig produkt, men forhåpentlig ikke et endelig produkt. For at håndboken skal få den nødvendige fleksibiliteten, mener vi at et fremtidig brukerforum for kontrollanlegg må tillegges ansvar for innholdet i boken. Håndboken bør således bli velegnet som informasjonsmedium og kunnskapsbase for alle som arbeider med kontrollanlegg.

Sett i lys av de forandringer i rammebetingelsene som er beskrevet over synes vi at et brukerforum i en eller annen form som ivaretar kunnskap om, og setter standard for videreutvikling av kontrollanlegg på bransjens egne premisser er en viktig del av en strategi for arbeid med kontrollanlegg.

I kapittelet Funksjonsbeskrivelser i håndboken er det gjort et forsøk å gi en beskrivelse av sentrale funksjoner i et kraftanlegg.

For at denne typen funksjonsbeskrivelser skal ha verdi, må de omfatte mer enn selve det fysiske kontrollanlegget. Det er lagt vekt på å beskrive hele funksjonen som skal styres/kontrolleres. Dette for at leseren skal få nok forståelse til å kunne gripe inn i en prosess når kontrollanlegget av en eller annen grunn ikke virker som det skal.

Mange feil eller uregelmessigheter i kontrollanlegg kan avverges eller begrenses om man forstår prosessen og kjenner kontrollanleggets funksjon i forhold til dette.

Primærprosessen kan svært ofte gå sin gang selv om vi har svikt i kontrollanlegget, men det forutsetter at de som betjener har nok oversikt over prosessen og kontrollanleggets rolle til å

foreta nødvendige midlertidige tiltak. Som regel kan en kjøre videre med noe svekket overvåking, eller svekket betjeningsmulighet, om en har god nok oversikt og grunnlag for å vurdere.

Når det gjelder arbeid med å få ned den 60%-andelen av driftsavbrudd som skyldes feil i kontrollanlegg, er det kanskje langt mer potensiale i å tenke tilgjengelig øyeblikkelig kunnskap hos de som betjener prosessen enn det er å tenke slitasje og skademekanismer, og kanskje også feilstatistikk. Kontrollanlegget består for en stor del av mange selvstendige, forholdsvis billige komponenter. Det er den innebygde kunnskapen i dette anlegget som har størst verdi.

I en teknisk rapport fra EFI- "tilstandskontroll og vedlikehold" fra 1991 er det gjort en vurdering av Samkjøringens feilstatistikk (nå Statnett sin statistikk for det norske hovednettet) og dens nytte i vedlikeholdssammenheng. Her framgår det at kontrollutstyr er årsak til 60% av alle feil, og at dette svarer for ca. 13% av ubrukbarhetstiden.

Når en vet at denne statistikken er begrenset til feil under driftsforstyrrelser, er det også innlysende at denne har mangler som grunnlag for vedlikeholdsstrategiske beslutninger.

Vi har i dette prosjektet utarbeidet et rapporteringsskjema for feil. Formålet har vært å legge grunnlaget for en rapportering som kartlegger eventuelle svake eller arbeidskrevende komponenter i kontrollanlegget, og årsakene til dette. Utstyr spesifiseres i 3 nivåer:

- Anleggsdel
- Hovedgruppe av kontrollutstyr
- Komponent

Det er også gitt anledning til å krysse av for årsak, hvordan avviket ble oppdaget og hvilke driftskonsekvenser som evt. ble forårsaket.

Skjemaet skal fylles ut ved feil i kontrollfunksjonen i anlegget. Feil i primærorganer o.l. skal ikke registreres dersom kontrollanlegget har reagert korrekt. Feilen skal være så betydelig at den medfører ressursbruk i form av reparasjoner, inspeksjoner eller utrykninger.

Det er lagt vekt på at skjemaet skal være enkelt å fylle ut, og at det i minst mulig grad skal kreve opplysninger som det kan være vanskelig å finne fram til. For å bregne omfanget, valgte vi å ikke ta med informasjon angående reparasjonskostnader og eventuell produksjonstap. De tilbakemeldinger vi har fått fra de som har brukt skjemaet går på at skjemaet er rimelig lett å bruke.

Men en må ikke glemme at det er konsekvenser og forpliktelser knyttet til det å opprette en statistikk, og det å nyttiggjøre seg denne. For det første må det avsettes ressurser nok til at rapportering kan gjennomføres tilfredsstillende, og for det andre må statistikken følges opp av tiltak. Det er viktig å finne balansen mellom kostnad og nytte her.

Nå skal store deler av dette skjemaet etter hvert inn i rapporteringsopplegget FACIT, og det blir da spennende å se om en klarer å følge opp de uregelmessigheter som skjer på en slik måte at de kan nyttiggjøres.

Tilstandskontrollprosjektet under EFFEN hadde som hovedmål å oppnå økt driftssikkerhet. For å oppnå dette for kontrollanlegg er det viktig at brukere samordner kompetanse og erfaring, og sørger for å samordne brukerkrav overfor leverandørene. Men dette krever igjen at det avsettes ressurser til slikt arbeid i de enkelte driftsorganisasjonene. Det er derfor en viktig del av vår strategioppfatning knyttet til vedlikehold av kontrollanlegg at en sørger for å informere om kontrollanlegg og den betydning utforming og oppfølging har for sikkerhet, optimal drift av hele kraftanlegget. Gode rutiner for oppfølging av et kontrollanlegg m.h.p. dokumentasjon og funksjon er også et bidrag til å forlenge et kontrollanleggs levetid.

Vi har ikke maktet å beskrive typiske skademekanismer og anbefale forebyggende vedlikeholdstiltak på grunnlag av dette når det gjelder kontrollanlegg. Men vi mener at brukere av kontrollanlegg foruten å jevnlig prøve funksjonene i anlegget må legge ned mer arbeid i å vurdere prinsippene som kontrollanlegg bygges etter.

På denne måten kan vi som kunder påvirke utformingen av kontrollanlegg og hindre at dette framover stort sett bare skjer på leverandørenes premisser. Brukerne må tyngre inn på banen for å bringe erfaringer fra drift og vedlikehold inn i videreutviklingsprosessen. Vi tror at dette vil være et vesentlig bidrag til å øke driftssikkerheten, og understreker derfor behovet for en brukergruppe for kontrollanlegg. Den tidligere omtalte håndbok og en fornuftig driftsstatistikk er også etter vårt skjønn et bidrag til økt driftssikkerhet for kontrollanlegg.

Dette er i grove trekk vår medisin mot den karakteristikk av situasjonen vedr. kontrollanlegg som ble tegnet under et seminar i 1991. Seminaret ble arrangert for å definere mål og rammer for et prosjekt med tittel "Diagnose av kontrollanlegg". Utgangspunktet var at den daværende Samkjøringsstatistikken viste at 60% av alle driftsavbrudd skyldtes feil i kontrollanlegg.

Situasjonen nå er vel den samme som den var i 1991:

- Det er mangelfull statistikk over feil og vedlikehold.
- Feilstatistikk og erfaringsmateriale brukes for lite.
- Mange feil skyldes kompetansesvikt.
- Redundans kan utnyttes bedre.
- Det utføres en mengde målinger uten at det er en god evaluering og arkivering av måleresultatene.
- Det er manglende kunnskaper om komponenters funksjonsdyktighet og restlevetid.
- Dokumentasjonen er uklar, og brukeren har problemer med å ta seg fram i den
- Det er for mange signaler som gir stopp. Det kan være for mange målepunkter som overvåkes.

Vi håper at framlagte medisin vil bidra til forbedringer framover.

Tonstad, den 31. oktober 1995

Askjell Tonstad