

Tilstandsvurdering kontrollanlegg

Innledning

Denne delen av håndboka gir en beskrivelse for tilstandsvurdering av kontroll- og hjelpe utrustningen i et typisk vannkraftverk. Hensikten med en tilstandsvurdering er å få fram anleggets tilstand med hensyn til pålitelighet og tilgjengelighet. I tillegg må det vurderes om gjeldende forskrifter og pålegg fra offentlige myndigheter er oppfylt.

Dette kan videre danne et grunnlag for et helhetlig og langsiktig vedlikehold av anlegget. Tilstandsvurderingen gir også et grunnlag for koordinering av rehabiliteringsaktiviteter, noe som gir mulighet til å redusert nedetid for anlegget.

Tilstandsvurdering skiller seg fra tilstandskontroll ved at man ikke prøver eller kontrollerer funksjonene, men ved at man vurderer dem utfra en rekke forhold som beskrives i det følgende. Disse forholdene er delt i to. En del som omhandler generelle sider for hver funksjon og en del som omhandler spesifikke sider ved funksjonen.

Vern og overvåkningssystem er i prinsippet passive inntil feil eller unormal tilstand oppstår i anlegget. Den ordinære driften sier ikke noe om tilstanden til funksjon og materiell. Prøving av vern mm. utføres med visse intervaller, men sier i prinsippet kun noe om tilstanden der og da. I forbindelse med tilstandsvurdering er det viktig å ta med hvilken konsekvens svikt i disse funksjonene innebærer og om det eventuelt er reservefunksjoner for disse i anlegget.

Følgende er behandlet i dette kapittelet :

Generelle elementer i tilstandsvurderingen: Det beskrives hvilke generelle elementer som kan ligge til grunn for hver enkelt tilstandsvurdering.

Elementer for vurdering av hver funksjon: Det beskrives spesifikt for hver funksjon hva som er viktig å ta med i tilstandsvurderingen av denne.

Særskilte elementer ved vurdering av vern og overvåkningsutrustning : Det beskrives konsekvenser i anlegget ved svikt i funksjonene og mulige reservefunksjoner for disse.

Innholdsfortegnelse

1	ELEMENTER I TILSTANDSVURDERING	4
1.1	HMS.	4
1.2	FUNKSJONSDYKTIGHET.	4
1.3	DOKUMENTASJON	5
1.4	MATERIELL	5
1.4.1	Tilstand	5
1.4.2	Kompetanse	6
1.4.3	Reservedeler /Reparasjon	7
2	ELEMENTER FOR TILSTANDSVURDERING PR. FUNKSJON	7
2.1	STASJONSKONTROLL =K1	7
2.1.1	Datamaskinsystem	7
2.1.2	Feilmeldesystem	7
2.1.3	Energi-innsamlingssystem	7
2.1.4	Fjernkontroll fra driftsentral	7
2.1.5	Fjernkontroll av reguleringsområde	8
2.2	AGGREGAT =A1	8
2.2.1	Styrestrømfordeling	8
2.2.2	Start / stopp utrustning	8
2.2.3	Nødstyring	8
2.2.4	Energimåling	8
2.2.5	Vern	9
2.2.6	Synkroniseringsutrustning	9
2.2.7	Temperaturovervåkning	9
2.3	VENTIL =V1	9
2.3.1	Hovedventil	9
2.3.2	Sugerørsluke	9
2.4	TURBIN =P1	9
2.4.1	Turbinregulator	9
2.4.2	Oljetrykksanlegg turbin	10
2.5	GENERATOR =G1	10
2.5.1	Generator lagersystem	10
2.5.2	Bremsesystem og rotorløft	10
2.5.3	Generatorovervakter	10
2.6	MAGNETISERINGSUTRUSTNING =U1	10
2.6.1	Magnetiseringsutrustning	10
2.7	GENERATOR AVGANG =NJ1	11
2.7.1	Generator avgang	11
2.8	HOVEDTRANSFORMATOR =T1	11
2.8.1	Hovedtransformator	11
2.8.2	Transformator avgang	11
2.9	HJELPEANLEGG, VEKSELSPENNING =H1	11
2.9.1	Stasjonsforsyning	11
2.9.2	Dieselaggregat	12
2.9.3	Vekselretter	12
2.10	HJELPESPENNINGSANLEGG, LIKESPENNING =J1	12
2.10.1	Batterianlegg	12
2.10.2	Batteritilkobling og sikring	12

2.10.3 Batterilader	12
2.10.4 Likespenningsfordeling	13
2.11 FELLESSYSTEMER =E1	13
2.11.1 Jordingsanlegg	13
2.11.2 Brannvarsle / slukke anlegg	13
2.11.3 Lenseanlegg	13
2.11.4 Kjølevannanlegg	13
2.11.5 Kompressor anlegg	13
2.11.6 Ventilasjonsanlegg	13
2.12 DAMANLEGG = D1	14
2.12.1 Luker	14
2.12.2 Vannstandsmåling	14
2.12.3 Hjelpeanlegg AC og DC	14

3 SÆRSKILTE ELEMENTER VED VURDERING AV RELEVERN OG OVERVÅKNINGSUTRUSTNING 15

3.1 GENERATORVERN	15
3.1.1 Oppbygning av vernsystemet.	15
3.1.2 Skadebegrensende vern kortslutning.	16
3.1.3 Reservevern kortslutning:	16
3.1.4 Skadebegrensende vern stator jordfeil:	16
3.1.5 Reservevern stator jordfeil:	17
3.1.6 Rotor jordfeilvern :	17
3.1.7 Akselstrømvern	17
3.1.8 Skadeforebyggende vern generator.	17
3.2 HOVEDTRANSFORMATOR VERN	18
3.2.1 Skadebegrensende vern	19
3.2.2 Skadeforebyggende vern	20
3.3 OVERVÅKNING GENERATOR	20
3.4 OVERVÅKNING TRANSFORMATOR	20
3.5 OVERVÅKNING TURBIN	21

4 VEDLEGG. SKJEMA FOR TILSTANDSEVALUERING

1 Elementer i tilstandsvurdering

1.1 HMS.

HMS ; Momenter i forbindelse med vurdering av kontroll - og hjelpeanlegg :

Fare for berøring av spenning:

Er det fare for berøring batterispenning eller vekselspenning.

Er det fare for følgeskade , eksempelvis fall.

Er forskrifter fulgt.

Fare for kortslutning og lysbue:

Er det fare for kortslutning og lysbue ved arbeid i anlegget. Dette vurderes særskilt i forbindelse med stasjonsforsyning og stasjonsbatteriets tilkobling samt fordeling. Der er kortslutningsytelsen størst.

Vurderingen må også gjøres i anlegget forøvrig.

Strømkretser :

Er det fare for brudd i strømkrets med følgende høy spenning.

Er strømkretsene tilstrekkelig markert.

Er det brukt riktig materiell.

Miljø:

Er det fare for kontakt med batterisyre eller andre kjemikalier.

Er det beskyttelsesutstyr for arbeid hvor det er fare for å bli utsatt for kjemikalier.

Er det utstyr for å begrense skade som er inntruffet.

Har materiell og utstyr kapslingsgrad som gjør at det tåler eventuell oljedamp, støv, børstestøv, fukt eller vanninntrengning.

1.2 Funksjonsdyktighet.

Funksjonsdyktighet; Momenter i forbindelse med vurdering av kontrollanlegg :

Driftserfaring:

Driftserfaring finnes i form av driftsprotokoller.

Driftspersonellet sin egen erfaring for drift av stasjonen.

Dette er viktige elementer i vurderingen av tilstand til funksjonen.

Feilstatistikk:

Feilstatistikken forteller gjerne om driftsforstyrrelser på et noe overordnet nivå. Det er viktig å bryte dette ned til hvilken eller hvilke funksjoner og komponenter som svikter. I denne forbindelse er det viktig å kjenne stasjonens oppbygning og funksjon.

Prinsipp for konstruksjonen :

Er det brukt hensiktsmessige konstruksjonsprinsipper.

Eksempelvis, ved behov : Redundans i vernløsning , dublert batterianlegg og nødstyring mm.

Det er viktig å vurdere om det er sikkerhet, reserve eller marginer i funksjonen ved en evt. svikt.

Er det kommet nye og mer hensiktsmessige konstruksjonsprinsipper.

Fare for følgefeil:

Hvilke konsekvenser kan feil eller svikt i en funksjon få for anlegget sett under ett.

Hvilke tiltak er evt tatt for dette i anlegget.

Vedlikehold:

Hvilke vedlikeholdsrutiner gjelder for funksjonen.

Hvorledes har utførelsen av vedlikeholdet vært.

Er det et tilfredsstillende behov for vedlikehold eller er det uforholdsmessig stort.

1.3 Dokumentasjon

Dokumentasjon; Momenter i forbindelse med vurdering av kontrollanlegg :

Kretsskjema:

Dokumentasjon for anlegget må være korrekt utfra flere aspekt:

For feilsøking og derigjennom anleggets tilgjengelighet.

For utvidelser og vedlikehold.

Er alle endringer i anlegget tatt med i dokumentasjonen.

Er funksjoner som er fjernet også fjernet fra dokumentasjonen.

Er komponenter som er tatt ut av drift også fysisk fjernet fra anlegget.

Datamaskinbaserte anlegg:

Finnes den nødvendig dokumentasjon for datamaskinen og dens hjelpeutrustning.

Er det back up for programvare (Diskett el).

Øvrig dokumentasjon:

Finnes det dokumentasjon for de vesentligste komponentene i kontrollanlegget.

Har denne tilstrekkelig kvalitet for drift, vedlikehold, innstilling og feilsøking.

1.4 Materiell

Materiell ; momenter i forbindelse med vurdering av kontrollanlegg

1.4.1 Tilstand

Driftserfaring:

Driftserfaring finnes i form av driftsprotokoller.

Driftspersonellet sin egen erfaring for drift av stasjonen.

Dette er viktige elementer i vurderingen av tilstand til komponenter.

Feilstatistikk:

Feilstatistikken forteller gjerne om driftsforstyrrelser på et noe overordnet nivå. Det er viktig å bryte dette ned til hvilken eller hvilke funksjoner og komponenter som sviktet. I denne forbindelse er det viktig å kjenne stasjonens oppbygning og komponenter.

Driftstid eller brukshyppighet :

For å vurdere hvor meget de ulike komponentene er belastet kan flere parametre anvendes.

Driftstid til aggregat.

Kjøremønster ; antall start / stopp, antall reguleringer.

Hvilken funksjon er det og hvilken bruk og belastning utgjør den på enkeltkomponentene.

Forventet funksjonssikkerhet utfra alder og miljø:

Hvilke komponenter danner funksjonen. Er det svakheter mht. aldring.

Er komponentene riktig dimensjonert.

Hvorledes er miljøet mht. temperatur, støv, fuktighet, oljedamp og lignende.

1.4.2 Kompetanse

Kompetanse i forbindelse med kontrollanlegg vurderes utfra følgende:

Intern kompetanse:

Er det intern kompetanse for kontrollanleggets funksjon og dets komponenter.

Er det også kompetanse mht feilsøking og utbedring av feil.

Hva er erfaringen ved bruk av kompetansen.

Kompetanse leverandør:

Er det kompetanse hos leverandør eller andre for kontrollanleggets funksjon og dets komponenter.

Er det også kompetanse mht. feilsøking og utbedring av feil.

Hvilken erfaring har man ved bruk av kompetansen.

Hvor hurtig er kompetansen tilgjengelig.

Er det etablert vedlikeholdsavtale eller er det mulighet for dette.

Er det mulighet for fjerndiagnose.

1.4.3 Reservedeler /Reparasjon

Reparasjonsmuligheter i forbindelse med kontrollanlegg vurderes utfra følgende :

Internt:

Finnes det reservedeler til ulike komponentene lokalt.

Hvor kritisk er komponenten for drift av anlegget

Finnes det kompetanse og utstyr til å foreta en reparasjon.

Leverandør:

Har leverandør eller andre reservedeler til de ulike komponentene.

Hvor kritisk er komponenten for drift av anlegget.

Finnes det kompetanse for å foreta reparasjonen i anlegget hos leverandør eller hos andre.

Hvilken tilgjengelighet er det på tjenesten og leveringstid reservedeler.

2 Elementer for tilstandsvurdering pr. funksjon

2.1 Stasjonskontroll =K1

2.1.1 Datamaskinsystem

Er tilgjengeligheten til systemet tilfredsstillende.
Er funksjonaliteten tilfredsstillende.
Fungerer regulator for aggregat og luker tilfredsstillende.
Er brukersnitt mot operatør tilfredsstillende.
Er behov for vedlikehold for omfattende eller er det tilfredsstillende .

2.1.2 Feilmeldesystem

Fungerer feilmeldesystemet tilfredsstillende.
Er det tilstrekkelig detaljeringsgrad for alle deler av stasjonen, bla. for feilanalyse.
Er presentasjonen av feil god nok.
Er det feilmeldinger som ikke er reelle.
Fungerer hendelseskriver tilfredsstillende.
Er tidsettingen god nok.

2.1.3 Energi-innsamlingssystem

Fungerer systemet korrekt .
Er det muligheter for krysskontroll mot andre målere.
Er det rutiner for kontroll av systemet.

2.1.4 Fjernkontroll fra driftsentral

Er tilgjengeligheten til utrustningen tilfredsstillende.
Er funksjonen tilfredsstillende mht. automatikk, regulering, kommando, stilling, måling og hendelsesovervåkning.
Er det reservesamband.

2.1.5 Fjernkontroll av reguleringsområde

Er tilgjengeligheten til utrustningen tilfredsstillende.
Er funksjonen tilfredsstillende mht. automatikk, regulering, kommando, stilling, måling og hendelsesovervåkning.
Er det reservesamband.

2.2 Aggregat =A1

2.2.1 Styrestrømfordeling

Er personsikkerheten ivaretatt.
Er den riktig dimensjonert mht. kortslutningsytelse og sikringsstørrelse/selektivitet.
Er det et tilstrekkelig antall kurser. Også utfra framtidige behov.
Er styrestrømmen hensiktsmessig fordelt mht. anleggsdeler.
Er det signal for sikringsbrudd.
Er kablene av tilfredsstillende kvalitet mht. tverrsnitt, isolasjon, skjerm og jord.
Generell tilstand ihht bruk og alder.

2.2.2 Start / stopp utrustning

Er funksjonen start / stopp tilfredsstillende.
Er det god nok indikering av startbetingelse.
Er det god nok indikering av startforløp.
Er det god nok indikering på stoppforløp
Er det god nok indikering av stopper. Hva som gav stopp.
Forekommer funksjonssvikt. I så fall hva svikter.
Er det nødstoppe på lagertemperatur fra temperatursentral. Gir dette fare for utilsiktet brems på ved ca. 90% turtall.
Generell tilstand ihht. bruk og alder.

2.2.3 Nødstyring

Er det installert nødstyring
Har den mating fra annet batteri enn batteri for ordinær styrestrøm.
Er det separate ut og lukkespoler for nødstyringen.

Mangel på nødstyring anses å være en vesentlig mangel i fjernstyrte stasjoner.

2.2.4 Energimåling

Fungerer energimålingen korrekt.
Er klasse og byrde for måleorgan korrekt.
Er det separat målekjerne.
Er klasse på måler korrekt.

2.2.5 Vern

Dekker elektriske vern stasjonen godt nok.
Har vernene selvovervåkning.
Er primærvernfunksjonene dubbert i separat utrustning(redundans).
Foreligger releplan.
Er det prøvemuligheter for vern.
Foreligger prøveprotokoller fra prøving.
Er det montert lagerstrømvern på generatorer som har en viss akselspenning.
Er det montert vibrasjonsvern på alle større aggregat.
Har det vært feilfunksjon eller manglende funksjon for vern.
Generell tilstand.

2.2.6 Synkroniseringsutrustning

Tilstand på synkroniseringsutrustning.
Er det fare for feilfunksjon.

2.2.7 Temperaturovervåkning

Er målingene korrekte.
Er det tilstrekkelig med målinger sett i forhold til hva som skal dekkes.
Er målinger og grenseverdier stabile over tid.
Er målingene presentert på en formålstjenlig måte.
Generell tilstand.

2.3 Ventil =V1

2.3.1 Hovedventil

Tilstand på styreskap, endebrytere og spoler.

Er kabel og kabelføring tilfredsstillende.

Miljøet kan være kritisk mht kondens/fukt.

2.3.2 Sugerørsluke

Finnes endebryter for stillingsindikering og stopp for spill.

Miljøet kan være kritisk mht. kondens/fukt.

2.4 Turbin =P1

2.4.1 Turbinregulator

Tilfredsstiller turbinregulatoren krav til regulering i tomgang, fasing , last og frekvens (statikk).

Er det reservefunksjon eller selvovervåkning i regulatoren.

Tilstand på turtallsutrustning; tachogenerator eller tannkrans med givere.

Tilstand på instrumentering i styrepult. Denne kan være utsatt for olje damp/søl.

Er det rimelige muligheter for håndstart.

Generell tilstand på styreskap og givere.

2.4.2 Oljetrykksanlegg turbin

Fungerer reservepumpefunksjonen tilfredsstillende.

Er reservepumpe matet fra DC eller prioritert AC forsyning som kan mates fra dieselaggregat.

Er det tilstrekkelig overvåkning og signalutrustning for anlegget.

Generell tilstand på styreskap og givere .

2.5 Generator =G1

2.5.1 Generator lagersystem

Er det tilstrekkelig antall målepunkter for nivå, mengde og temperatur for lagerolje og lager kjølevann.

Har trykkoljeavlastningen DC reservepumpe eller mating AC pumpe fra prioritert forsyning som kan mates fra dieselaggregat.

2.5.2 Bremsesystem og rotorløft

Er bremsefunksjonen tilfredsstillende mht styring og stilling.

Er det fare for utilsiktet brems på under drift.

Er det installert krypvakt som setter på brems ved kryp.

Dersom start er basert på rotorløft, er funksjonen tilfredsstillende.

2.5.3 Generatorovervakter

Er det tilstrekkelig antall punkter for måling av temperatur vikling, blikk, kald og varm luft, kaldt og varmt kjølevann.

Er det tilstrekkelig overvåkning av sirkulasjon kjølevann.

Er det branndetektorer i statorhuset.

2.6 Magnetiseringsutrustning =U1

2.6.1 Magnetiseringsutrustning

Er reguleringen tilfredsstillende ved oppmagnetisering, fasing og last.

Er magnetiseringsutrustningen tilstrekkelig vernet for kortslutning på AC og DC side

Er det overspenningsbeskyttelse av thyristorbro.

Er tilsmussing av thyristorbroen og øvrig utrustning et problem grunnet forsert kjøling.

Statisk magnetiseringsutrustning er ofte kompakte og styrer store strømmer. Kontroller personsikkerhet og fare for kortslutning.

Tilstand til feltbryter og utlademotstand.

Ved feltmaskin med roterende diodebro ; er det diodeovervåkning.

2.7 Generator avgang =NJ1

2.7.1 Generator avgang

Avskjerming skal være ihht. forskrift.

Generator avgang har stor kortslutningsytelse. Er materiellet dimensjonert for dette.

Tilstand evt. generatorbryter.

Er det tilstrekkelig verndekning og reservefunksjon vern.

Er det riktig klasse og ytelse på måletransformatorene.

2.8 Hovedtransformator =T1

2.8.1 Hovedtransformator

Tilstand på kjøleanleggutrustning med reservefunksjon.

Tilstand på givere for sirkulasjon og temperatur kjølevann.

Tilstand på givere for gass, temperatur, trykk og nivå oljetank.

Er gassvakten primærprøvd regelmessig.

Generell tilstand.

2.8.2 Transformator avgang

Avskjerming skal være ihht. forskrift.

Er materiellet dimensjonert for kortslutningsytelsen.

Tilstand på bryter.

Er det tilstrekkelig verndekning og reservefunksjon.

Er det riktig klasse og ytelse på måletransformatorene.

2.9 Hjelpeanlegg, vekselspanning =H1

2.9.1 Stasjonsforsyning

Tilfredsstiller stasjonsforsyningen gjeldende forskrift og krav.

Tilstand på stasjonstransformator.

Dekker stasjonsforsyning de reelle behovene for forsyning i anlegget.

Er stasjonsforsyningen delt i prioritert og uprioritert samleskinne.

Er stasjonsforsyningen tilstrekkelig vernet på både høyspent og lavspent siden av stasjonstransformator.

Er det brytere/sikringer for korrekt bortkobling ved feil.

Er disse riktig dimensjonert.

Er det gjort uheldige modifiseringer bla. utfra økt kraftbehov i anlegget.

Er kablene av tilfredsstillende kvalitet , tverrsnitt skjerm og jord.

Tilfredsstiller vekselspanningfordelingen forskrifter og krav.

Er sikringer riktig dimensjonert mht. startstrømmer, kortslutning og selektivitet.

Er kursinndeling for mating til ulike betjeningsorgan hensiktsmessig med tanke på utkobling under arbeid, slik at det kun er den aktuelle delen som kobles ut.

2.9.2 Dieselaggregat

Har dieselaggregatet tilstrekkelig ytelse.

Fungerer stasjonsforsyningens automatikk riktig mht. dieselaggregatet.

Er det prøvfunksjon for dieselaggregat som medfører at det kjøres med last og ikke bare i tomgang ved test.

Tilstand startbatteri med lader.

Er det fare for utslipp av diesel.

Dersom det ikke finnes dieselaggregat, er det behov for dette utfra hvor lange avbrudd anlegget tåler og hyppighet på avbrudd i normal forsyning.

2.9.3 Vekselretter

Har vekselretter riktig ytelse og kurveform.

Er matingen av vekselretter hensiktsmessig.

Utfra vekselretters begrensede ytelse ; er sikringene riktig dimensjonert.

Generell tilstand.

Dersom vekselretter mangler, er det behov for å installere vekselretter.

2.10 Hjelpespenningsanlegg, likespenning =J1

2.10.1 Batterianlegg

Hvilke batterianlegg finnes i stasjonen.

Er disse hensiktsmessige og riktig dimensjonert mht. kapasitet og spenning.

Er det separate batterier for styrestrøm og for motordrifter mm.

Er det overvåkning av batteriets tilstand; jordfeil og minspenning.

Er batterirom sikret og ventilert.

Er det eksplosjonshemmende ventiler på cellene.

Er det gjort regelmessig kontroll av batterikapasiteten.

Er det unormalt høy/lav temperatur i batterirom (Referansetemp. er 25C)
Hvilket vedlikehold er gjort.
Hva er batteriets alder.
Generell tilstand.

2.10.2 Batteritilkobling og sikring

Er forbindelse til batteri og batterisikringer gjort kortslutningssikret.
Er det fare for spenningsfall i tilkoblingene.
Er det installert godkjent batterisikringskap med riktig type sikringer.
Ved brudd i batterisikring skal likeretter fortsatt mate likepenningsfordeling

2.10.3 Batterilader

Er batteriladeren riktig dimensjoner dvs. til å ta all normal last samt normal lading.
Gir batterilader ladestrøm av god kvalitet, uten rippel og lignende.
Er det mulighet for hurtiglading av batteriet.
Er det fare for spenningsfall mot batteriet.
Er det selvovervåkning av batterilader.

2.10.4 Likespenningsfordeling

Tilfredsstiller den forskrift og krav.
Er denne hensiktsmessig utfra stasjonens nåværende behov.
Er kursinndeling for mating av betjeningsorgan og styrestrøm hensiktsmessig med tanke på utkobling under arbeid, slik at kun den aktuelle anleggsdel legges ut.
Er kablene av tilfredsstillende kvalitet mht. tverrsnitt, skjerm og jord.
Generell tilstand.

2.11 Fellessystemer =E1

2.11.1 Jordingsanlegg

Tilfredsstiller jordingssystemet gjeldende forskrifter.
Er dimensjonering og tilstand tilfredsstillende for hovedjord.
Er dimensjonering og tilstand tilfredsstillende for kobling mellom apparater og hovedjord.
Er det gjort endringer i anlegget som har betydning for jordingssystemet;
Byggningsmessige endringer, utvidelser, økte jordstrømmer m.m.

2.11.2 Brannvarsle / slukke anlegg

Er anlegget hensiktsmessig sett utfra detektor antall / plassering.
Generell tilstand.
(Vurdering av slukkeevne mm. ligger utenfor denne vurderingens rammer)

2.11.3 Lenseanlegg

Generell tilstand.

2.11.4 Kjølevannanlegg

Generell tilstand

2.11.5 Kompressoranlegg

Generell tilstand.

Er det funksjon for kompressor lang gangtid og lufting av tank.

2.11.6 Ventilasjonsanlegg

Generell tilstand.

Er ventilasjonsanlegget samkjørt med brannanlegget.

Er luftkvaliteten tilfredsstillende, særskilt med hensyn til fuktighet.

2.12 Damanlegg = D1**2.12.1 Luker**

Er funksjonaliteten til ulike lukestyringer tilfredsstillende sett fra kontrollanlegget.

Er det nødvendig lokal lukestyring og stilling.

Er det om nødvendig funksjon mot lukesig.

Er det om nødvendig stoppfunksjon aggregat ved lukesig kritisk eller rørbruddsventil.

2.12.2 Vannstandsmåling

Dekker målingen hele reguleringsområdet.

Er nøyaktigheten god nok.

Påvirkes målingen av falltap el.

Er tilgjengeligheten tilfredsstillende ; Måling, strømforsyning, samband mm.

Generell tilstand.

2.12.3 Hjelpeanlegg AC og DC

Har hjelpeanlegget tilstrekkelig kapasitet.

Er det tilstrekkelig kapasitet og reserve for kjøring av luker med mer

Fungerer evt. dieselaggregat tilfredsstillende.

Dersom det ikke er dieselaggregat ; er det behov for dette.

3 Særskilte elementer ved vurdering av relevern og overvåkningsutrustning

Vern og overvåkningsutrustning overvåker ulike nivåer i kraftstasjonen og gir signal eller stopp når grenser overskrides. I motsetning til store deler av øvrig kontrollutrustning, gir ikke den normale driften noen indikasjon om tilstanden til disse funksjonene.

De skal først tre i funksjon ved feil.

Av den grunn bygges det gjerne inn reserver for disse, slik at feil blir detektert og nødvendige tiltak iverksettes, selv om det skulle være svikt i utrustningen.

Ved tilstandsvurdering av kontrollanlegget er det viktig å vurdere hvilke reserver det er for vern og overvåkningsutrustningen og hvilke konsekvenser det har dersom disse mangler.

I dette avsnittet beskrives hvorledes oppbygning av vern og overvåkningssystem innvirker på anleggets tilgjengelighet. Videre beskrives hvilke funksjoner som kan være reserve for andre funksjoner.

Dette er sammen med elementer i avsnitt 2, viktig for vurdering av anleggets reserve ved feil og dets tilgjengelighet.

3.1 Generatorvern

Vern for kortslutning og jordfeil kalles skadebegrensende vern. De skal begrense omfanget av en skade som allerede er oppstått.

Skadeforebyggende vern detekterer unormale driftsforhold som kan føre til skade.

3.1.1 Oppbygning av vernsystemet.

Generatorvernet kan bygges opp med ulik grad av reserve , redundans. Dette er viktig for anleggets sikkerhet og tilgjengelighet.

Det finnes flere nivåer for reserve i generatorvernets oppbygning:

Reservefunksjoner skal være i separate system med separat mating. Vern med selvovervåkning endrer i liten grad behovet for reserve utfra krav om tilgjengelighet.

-Full dublering av alle vernfunksjoner i to uavhengige system.

Drift kan opprettholdes ved feil på et av systemene.

-Dublering av kortslutning og jordfeilfunksjoner i to uavhengige system.

Skadeforebyggende vern er fordelt mellom de to systemene.

Drift kan som regel opprettholdes ved feil på et av systemene.

-Vernfunksjonene utgjør hver sin uavhengige enhet (Uten dublering).

Drift kan som regel ikke opprettholdes ved feil på skadebegrensende vern.

Drift kan som regel opprettholdes ved feil på skadeforebyggende vern.

-Vern med ingen eller liten reserve.

Drift kan som regel ikke opprettholdes ved feil på vernet.

I hvor stor grad det skal være reserve eller redundans avhenger av en rekke faktorer :

- Generatorens ytelse.
- Hvor viktig er kraftstasjonen for kraftssystemet/nettet.
- Antall generatorer i samme stasjon
- Stasjonens viktighet i vannveien.
- Er det flere stasjoner i samme vannvei.
- Er det særskilte restriksjoner knyttet til vannføring.
- Er det fare for vanntap ved stopp på generator over tid.
- Kan det forkomme at generatoren ligger på eget nett.
- Er det andre særskilte driftsmessige forhold.

3.1.2 Skadebegrensende vern kortslutning.Generatordifferentialvern

Vernet er det viktigste kortslutningsvernet for generatoren. Det dekker vanligvis viklingen fra strømtransformatorene i 0-punkt til strømtransformatorene i uttaket.

Vernet danner reserve for kortslutning magnetiseringstrafo dersom avgrensning for denne er innefor vernets sone.

3.1.3 Reservevern kortslutning:Blokkdifferentialvern

Dersom installert ; reservevern for generatordifferentialvern.

Overstrøm generator

Vernet er ofte reservevern for kortslutning på generatorer med konvesjonell feltmaskin

Overstrøm/underspenning

Vernet er oftest reservevern for kortslutning på generatorer med statisk, egenmatet magnetisering.

Min. impedanse

Vernet er oftest reservevern for kortslutning i generator.

Innstilling for vernet er oftest området fra generatorens 0-punkt og 60-70 % inn i hovedtransformatorens Lsvikling.

3.1.4 Skadebegrensende vern stator jordfeil:Stator jordfeilvern 95%

Vernet er det mest anvendte statorjordfeilvernet. Det dekker ca 95 % av statorviklingen sett fra uttaket.

3.1.5 Reservevern stator jordfeil:

Dublert vern

Et dublert statorjordfeilvern bør være tilknyttet annet måleorgan enn primærvernet. Dvs. den åpne deltavikling i generator uttaket, dersom hovedvernet er tilknyttet spenningstransformator i 0-punktet.

Jordfeilvern hovedtransformator lavspenningsside

På aggregat med generatorbryter er det jordfeilvern på transformatorens lavspentside. Dette danner en egnet reserve for 95% statorjordfeilvern.

100% statorjordfeilvern eller selektive statorjordfeilvern

Dette er jordfeilvern for spesielle behov.

3.1.6 Rotor jordfeilvern :

Vernet er viktig og anvendes på de aller fleste generatorer.

Vernet detekterer jordfeil i polhjulsviklingen og de deler av magnetiseringsutrustningen som er galvanisk knyttet til den.

Det kan oppstå flere jordfeil i polhjulsviklingen og dermed kortslutning av feltet.

Dette kan gi store magnetiske krefter i generatoren med havari til følge.

Vernet bør være dublert på alle generatorer av viktighet.

Reserve for vernet er til en viss grad vibrasjonsvernet.

3.1.7 Akselstrømvern

Vernet detekterer defekt lagerisolasjon i lager SS side.

En defekt i isolasjonen vil raskt føre til lagerhavari dersom generatoren har en viss akselspenning.

Etablert praksis tilsier at vernet ikke dubleres.

3.1.8 Skadeforebyggende vern generator.

Skadeforebyggende vern skal forhindre en driftssituasjon som kan føre til skade på generatoren.

Overspenningsvern

Vernet detekterer overspenning på generator når den ikke er tilkoblet nettet og i noen grad generator som er koblet til nett.

Det er begrenset behov for reserve for vernet dersom det ikke er særskilte driftsforhold.

Eksempelvis :

Drift på eget nett og beskyttelse for overspenning ved feil i spenningsregulator.

Drift på lange tomtgående linjer med fare for kapasitiv spenningsstigning.

Tap av magnetiseringsvern

Vernet detekterer lav eller manglende magnetisering på generator koblet til nett.

Driftstilstanden fører til oppvarming av generator og i ekstreme tilfeller at generatoren faller ut av synkronisme.

Det er et begrenset behov for reserve for vernet dersom det ikke er særskilte driftsforhold
Eksempelvis:

Dersom det er svakt nett som mates av stor generator og hvor drift med undermagnetisert generator kan gi ustabile nettforhold.

Skjevlast vern

Vernet detekterer skjevlast og fasebrudd.

Driftstilstanden fører til oppvarming av generator.

Det er begrenset behov for reserve for vernet dersom det ikke er særskilte driftsforhold

Eksempelvis :

Kraftleveranse til nærliggende smelteverk.

Unormalt stor fare for fasebrudd i forbindelsen til hovednettet.

Termisk overlast vern

Vernet detekterer små overstrømmer over tid.

Driftstilstanden fører til oppvarming av generatoren.

Det er begrenset behov for reserve for vernet dersom det for øvrig er tilfredsstillende temperatur-
overvåkning av generatoren.

Frekvens vern

Vernet detekterer over / underturtall på generator.

Det er begrenset behov for reserve for vernet dersom det ikke er særskilte driftsforhold.

Eksempelvis :

Forsyning av lokalt nett som ikke kobles ut dersom hovednettet faller ut.

Drift på eget nett.

Retureffekt vern:

Vernet er primært et vern for aggregat med Kaplanturbin.

Dersom ledeapparatet ved et uhell skulle lukkes under drift, vil det oppstå store aksielle krefter i aggregatet med fare for havari.

Det er begrenset behov for reserve for vernet.

3.2 Hovedtransformator vern

Det elektriske vernet for hovedtransformatoren er mindre omfattende enn for generatoren. Av den grunn er det ikke tale om reserve i vernoppbyggingen, men i vernfunksjoner.

3.2.1 Skadebegrensende vern

Kortslutningsvern:

Transformator differentialvern:

Vernet er det viktigste kortslutningsvernet for transformatoren. Det dekker alle transformatorens viklinger, samt deler av omkringliggende anlegg som ligger innenfor vernets sone.

Reservevern:

Overstrømvern:

Det bør være reservevern i de av transformatorens viklinger som har innmating.

Blokkdifferentialvern:

Dersom installert ; reservevern for transformatordifferentialvern.

Generator min. impedanse:

Reservevern lavspent vikling hovedtransformator.

Det dekker vanligvis 60-70% av viklingen .

Transformatorens gassvakt:

Gassvakten detekterer en rekke feil, bla. kortslutning i selve transformatoren.

Jordfeilvern :

Det anvendes ulike måleprinsipper for å detektere jordfeil i transformatorviklinger. Dette er avhengig av hvorledes viklingen og nettet den er tilknyttet er jordnet; isolert, impedanse eller spolejordnet nett.

Lavspentsidens vikling :

Aggregat med blokk kobling : Generator stator jordfeilvern detekterer jordfeil i viklingen. Reserve blir som for statorjordfeilvernet.

Aggregat med generatorbryter : Viklingen bør ha separat jordfeilvern for de tilfeller hovedtransformator er spenningssatt og generatorbryter er ute.

Reservevern er statorjordfeilvernet (Når bryteren ligger inne).

Ved mulighet for andre driftssituasjoner som innebærer at generatorbryteren ikke er inne må behov for reservevern vurderes.

Høyspenningssidens vikling:

Jordfeildetektering for denne viklingen anses som regel å være en del av koblingsanlegg og linjer.

3.2.2 Skadeforebyggende vern

Overmagnetiseringsvern

Vernet detekterer overmagnetisering i transformatorblikket.

Dette skyldes enten skyldes for høy spenning eller for lav frekvens.

Driftstilstanden fører til oppvarming av transformatoren.

Reservevern er transformatorens temperaturovervåkning.

3.3 Overvåkning generator

Termiske vakter:

Generatoren overvåkes vanligvis termisk med vakter basert på ulike måleprinsipper.

Disse danner reserve for hverandre og for de fleste feildriftfunksjonvern.

Temperaturmåling ved kapillarrørstermometre med signal og stoppkontakt

Temperaturmåling basert på motstandselementer koblet til temperatursentral for måling, signal og stopp.

Nivåvakter:

Generatorlagrenes oljenivå bør overvåkes.

Dette gjelder både min. nivå for oljelekkasje og maxnivå for kjølevann i oljen.

Reserve for max. nivå er til en viss grad sirkulasjonsmelderen.

Reserve for min. nivå er til en viss grad lagertemperaturovervåkningen.

Sirkulasjonsmeldere:

Generatorens kjølevann bør overvåkes med sirkulasjonsmeldere

Disse monteres fortrinnsvis på avløpende side for å også kunne detektere lekkasje i generatorens kjølere og rørføringer.

Reserve er til en viss grad temperaturmålingen.

Vibrasjonsvern:

Vernet er en naturlig del av overvåkningen for alle generatorer av en viss størrelse.

Det detekterer en rekke mekanisk feil i polhjul og lagre. Det utgjør også delvis en reserve for rotorjordfeilvernet.

Det henvises for øvrig til EBL (Tidligere Enfo) generatorhåndbok.

3.4 Overvåkning transformator

Termiske vakter :

Transformatoren overvåkes vanligvis av termiske vakter basert på ulike måleprinsipper. Disse danner reserve for hverandre.

Temperaturmåling ved kapillarrørstermometre med signal og stoppkontakt.

Temperaturmåling basert på motstandselementer koblet til temperatursentral for måling, signal og utkobling.

Nivåvakter:

Transformatorens oljenivå detekteres i ekspansjonstanken.
Reservefunksjon for dette finnes ofte i gassvakten.

Sirkulaskonsmeldere:

Hovedtransformatorer har ofte forsert kjøling.
Kjølevannet overvåkes ved sirkulasjonsmeldere på avløpende side.
Reserve er til en viss grad temperaturmplingen.

Gassvakt:

Gassvakten er transformatorviklingens viktigste vern.
Transformatorens differentialvern utgjør til en viss grad reserve for denne.

3.5 Overvåkning turbin

Det henvises til EBL (Tidligere Enfo) håndbok for turbin.

4 Skjema for tilstandsvurdering

Disse skjemaene foreligger på diskett i en Exel arbeidsbok. Der er det formler som letter summering og overføring mellom arkene.

Hjelpearke for evaluering.
Sammendrag

Tilstandsvurdering, kontrollanlegg: _____

Evaluering etter en skala 1 - 4 med følgende betydning:

1. Ingen eller ubetydelige tegn til slitasje/skader
2. Noen tegn til slitasje/skader dvs. betydelig dårligere enn ny/nyrevidert tilstand, men ingen spesielle tiltak nødvendig
3. Utbredt slitasje/skader dvs. betydelig dårligere enn ny/nyrevidert tilstand, spesielle tiltak nødvendig
4. Tilstanden er kritisk dvs. tiltak må iverksettes før videre drift

Hovedfunksjoner:	Funksjonsdyktighet	Materiell / Tilstand	HMS	Dokumentasjon
1. Stasjonskontroll				
2. Aggregat 1				
3. Aggregat 2				
4. Transformator 1				
5. Hjelpearbeid AC				
6. Hjelpearbeid DC				
7. Fellesanlegg				
8. Dam				
Total vurdering:				

Hjelpeark for evaluering.
Stasjonskontroll

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjons- dyktighet		Materiell / Utførelse		HMS	Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt- karakter	Karakter pr funksjon	Snitt- karakter	Karakter	Karakter
1.	Stasjonskontroll							
1.1.	MMK-funksjon							
1.2.	Alarmanlegg							
1.3.	Hendelseshåndtering							
1.4.	Varsling hjemmevakt							
1.5.	Vannstandsregulator							
1.6.	Fjernstyring mot dr.sentral							
1.7.	Kommunikasjon, dam							

Hjelpearke for evaluering.
Aggregat 1, fortsetter

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjons- dyktighet		Materiell / Utførelse		HMS	Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt- karakter	Karakter pr funksjon	Snitt- karakter		
Aggregat 1, fortsatt								
2.4.	Generator							
2.4.1.	Lokal MMK							
2.4.2.	Lagerstyring/overv.							
2.4.3.	Brems, styring/overv.							
2.5.	Magnetisering							
2.5.1.	Lokal MMK							
2.5.2.	Spenningsregulering							
2.5.3.	Feltbryter							
2.5.4.	Magn. transformator							
2.6.	Avgang, gen. spg. nivå							
2.6.1.	Lokal MMK							
2.6.2.	Hoveduttak og N-punkt. HS arr.							
2.7.	Transformator							
2.7.1.	Vakter							
2.8.	Avgang, opp-spg. side							
2.8.1.	Lokal MMK							
2.8.2.	Høyspentarrangement							

Hjelpeark for evaluering.
Aggregat 2

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjonsdyktighet		Materiell / Utførelse		HMS	Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter		
3	Aggregat 2							
3.1.	Overordnet							
3.1.1.	MMK-funksjon							
3.1.2.	Styrestømsfordeling							
3.1.3.	Start - stopp utr.							
3.1.4.	Nødstyring							
3.1.5.	Energimåling							
3.1.6.	Vern							
3.1.7.	Synkronisering							
3.1.7.	Temperaturutr.							
3.3.	Ventil							
3.3.1.	Lokal MMK							
3.2.2.	Logikk							
3.3.	Turbin							
3.3.1.	Lokal MMK							
3.3.2.	Hydraulikk, styring/overv.							
3.3.3.	Turbinregulering							
3.3.4.	Turbinlager							
3.3.5.	Lensepumpe, turbinløkk							

Hjelpearke for evaluering.
Aggregat 2, fortsetter.

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjonsdyktighet		Materiell / Utførelse		HMS	Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter		
Aggregat 2, fortsatt								
3.4.	Generator							
3.4.1.	Lokal MMK							
3.4.2.	Lagerstyring/overv.							
3.4.3.	Brems, styring/overv.							
3.5.	Magnetisering							
3.5.1.	Lokal MMK							
3.5.2.	Spenningsregulering							
3.5.3.	Feltbryter							
3.5.4.	Magn. transformator							
3.6.	Avgang, gen. spg. nivå							
3.6.1.	Lokal MMK							
3.6.2.	Hoveduttak og N-punkt. HS arr.							
3.7.	Transformator							
3.7.1.	Vakter							
3.8.	Avgang, opp spg. nivå							
3.8.1.	Lokal MMK							
3.8.2.	Høyspentarrangement							

Hjelpearke for evaluering.
Transformator 1

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjonsdyktighet		Materiell / Utførelse			HMS	Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter		
4	Transformator 1								Karakter
4.1.	Overordnet								
4.1.1.	MMK-funksjon								
4.1.2.	Styrestrøm								
4.1.3.	Energimåling								
4.1.4.	Vern								
4.1.5.	Synkronisering								
4.2.	Avgang, ned-spg. side								
4.2.1.	Lokal MMK								
4.2.2.	Høyspentarrangement								
4.3.	Transformator								
4.3.1.	Vakter								
4.4.	Avgang, opp-spg. side								
4.4.1.	Lokal MMK								
4.4.2.	Høyspentarrangement								

Tilstandsvurdering av kontrollanlegg

Hjelpearke for evaluering.
Hjelpearbeid AC og DC

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjonsdyktighet		Materiell / Utførelse		HMS		Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	
5.	Hjelpearbeid AC								
5.1.	Vern								
5.2.	Logikk								
5.3.	ST 1								
5.4.	ST 2								
5.5.	Fordelingstavle								
5.6.	Dieselaggregat								
5.7.	Vekselretter								
6.	Hjelpearbeid DC								
6.1.	Batteri								
6.2.	Batterisikringer								
6.3.	Ladeutrustning								
6.4.	Overvåking								
6.5.	Selektivitet								
6.6.	Fordelingstavle								

Tilstandsvurdering av kontrollanlegg

Hjelpearke for evaluering.
Fellesanlegg, Dam

Posisjons nr.	Hovedfunksjoner/elementer	Kommentar	Funksjons- dyktighet		Materiell / Utførelse		HMS		Dok.
			Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	Karakter pr funksjon	Snitt-karakter	
7.	Fellesanlegg								
7.1.	Jordingsanlegg								
7.2.	Lenseanlegg								
7.3.	Ventilasjonsanlegg								
7.4.	Kjølevannsanlegg								
7.5.	Brannvarslingsanlegg								
8.	Dam								
8.1.	Kommunikasjonsenhet								
8.2.	Vannstandsmåling								
8.3.	Inntaksluke								
8.4.	Bunnluke / tappeluken								
8.5.	Hjelpearkeanlegg AC								
8.6.	Hjelpearkeanlegg DC system								