

FoU-prosjekt Energi Norge SyDK-6 (2006-2010):

Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon

Beste praksis vedlikehold
Levetidskurver for vedlikeholdsstyring
Vedlikehold mot 2030

Resultater / publikasjoner



Målet med prosjektet

Prosjektet *Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon (2006-2010)* har omhandlet verdiskaping knyttet til vedlikehold og rehabilitering, der målet var å framskaffe resultater i form av:

- Metoder, indikatorer, kriterier og styringsverktøy for beste praksis vedlikehold og rehabilitering, samt eksempler på resultatrettet anvendelse.
- Tilstandskriterier og levetidskurver for kritiske komponenter i kraftverk, og et verktøy for estimering av sviktsannsynlighet og restlevetid basert på ekspertvurderinger og tilstandsdata.
- Scenarier for vedlikehold og rehabilitering mot 2030.
- Beregningsverktøy for start/stopp-kostnader.
- PhD-studier, etterutdanningskurs på masternivå.

I det etterfølgende presenteres et kort sammendrag av de tekniske rapportene som er utarbeidet i prosjektet.

Scenarier for vannkraft mot 2030 (Publ. 239-2007, TR A6501)

Denne rapporten beskriver følgende fem scenarier for vannkraft mot 2030:

- I scenariet *Look to Scandinavia* initierer myndighetene tiltak for å gjøre vannkraftbransjen mer attraktiv og moderne, og ikke minst for å gjøre anleggene mer driftssikre.
- *Fyll gasstanken* fokuserer på bruk av ny teknologi og beskriver en utvikling innen mange ulike energiformer, også innenfor vedlikeholdsteknologi.
- *Natur og vann, hand i hand* vektlegger miljøforhold der man ser for seg en framtid hvor miljøhensyn er styrende, også for utførelse av vedlikehold.
- *Grenseløs effekt* har spesiell fokus på økonomi og marked. Dette scenariet beskriver en sterk økning i verdien av effekt, med Norge og Sverige som "effektpumper" for Europa, med de utfordringer dette medfører for vedlikehold.
- I *Mørke skyer for vannkraft* blir vannkraft marginalisert i forhold til andre energiformer, og det finnes få insentiver til vedlikehold.

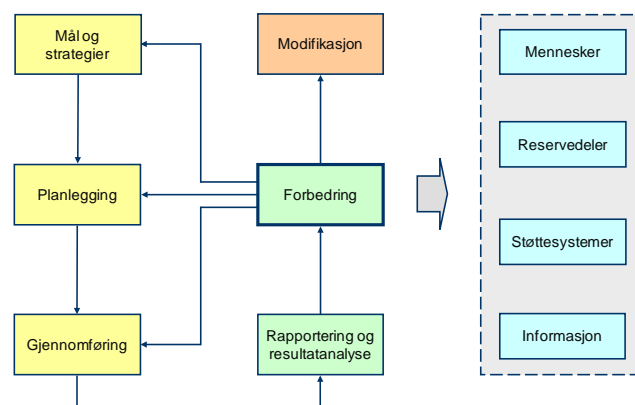
Det er mange fellestrekk for de fire første scenariene. Menneskeskapte klimaendringer blir mer og mer tydelige og skaper et bevisst marked som etterspør grønn strøm. Vannkraftbransjen sliter med rekrutteringen og klarer ikke å opprettholde kompetansen. Effekt har høy verdi og gir god fortjeneste for kraftprodusentene. Store energiselskaper, med mange energikilder og -bærere, dominerer bransjen og leverandør-markedet er internasjonalt. Tilstandskontroll og pit stop vedlikehold er utbredt. I tillegg bygger flere av scenariene opp til et slags vendepunkt. Det er først en negativ utvikling som når et slags bunnivå, før myndighetene eller bransjen selv griper inn og snur den trenden.

Det femte scenariet ble laget for å beskrive en mulig negativ utvikling for vannkraft som en "motpol"

til alle fellestrekkene i de fire første scenariene. Dette ble gjort for å utvide utfallsrommet av tenkelige hendelser.

Vedlikeholdsstyring innen vannkraft: Status og beste praksis (Publ. 317-2011, TR A6711)

I denne rapporten er følgende 7 prosesser i vedlikeholdsstyringssløyfen vurdert med hensyn på vedlikeholdsstatus og beste praksis inne vannkraft: Mål og strategier, Planlegging, Gjennomføring, Rapportering og resultatanalyse, Forbedring, Modifikasjon og Ressurser. For enkelte av prosessene er status innen vannkraft sammenlignet med status innen norsk industri basert på en spørreundersøkelse fra 2002.



Det generelle bildet er at kraftselskapene er gode på vedlikehold. Ved hjelp av RCM-analyser (Reliability Centered Maintenance) har mange av selskapene de siste årene forbedret og effektivisert det forebyggende vedlikeholdet. Videre har mange kraftselskaper formulert vedlikeholdsmålssettinger og utarbeidet konkrete strategier for å nå oppnå målene. Deltakelse i benchmarking basert på VVO-modellen har ført til økt kostnadsbevissthet i mange kraftselskaper.

Samtidig har en spørreundersøkelse arrangert i regi av prosjektet og innsamling av informasjon om indikatorer og dataverktøy i bruk i selskapene avdekket flere områder der kraftselskapene har et betydelig forbedringspotensial. Generelt gjelder det teknisk-økonomiske analyser, bruk og rapportering av indikatorer, og systematisk resultatanalyse og oppfølging med tanke på kontinuerlig forbedring. Forbedringspotensialet går både på metoder og verktøy, rutiner og kompetanse.

Sammenligningen med norsk industri viser at vannkraftbransjen både er bedre og dårligere enn norske industribedrifter. Utviklingen de siste årene kan tyde på at forskjellene mellom disse to bransjene blir mindre.

Revisjonsstanser og pit stop vedlikehold i vannkraftverk (Publ. 318-2011, TR A6712)

En del aktiviteter ved vannkraftverk krever at aggregat stanses. Denne typen aktiviteter kalles revisjonsstans og kan medføre tap av vann, redusert virkningsgrad og/eller tilgjengelighet. Dette gir motivasjonen for å effektivisere revisjonsstanser.

Effektiviseringen av revisjonsstanser vil både innebære at tiden som brukes på ulike oppgaver må reduseres og at unødvendige aktiviteter må fjernes. Det er kun aktiviteter som krever stans som skal utføres under en stans, mens alle andre oppgaver legges til drift eller fjernes. Målet er å gjøre riktig aktivitet til riktig tid, omfang og kvalitet slik at tiden aggregatet står på grunn av vedlikehold minimaliseres. Effektivisering av revisjonsstanser er starten på veien mot pit stop vedlikehold.

Pit stop vedlikehold innebærer mye av det samme som alltid har vært utført under en revisjonsstans, men på grunn av at ytre faktorer i økende grad spiller inn, som økt press på effektivisering, inntjening og krav om økt tilgjengelighet er det sterk fokus på å minimalisere nedetiden for anlegg. Konseptet pit stop vedlikehold viser seg å være nyttig for å nå disse målene. Dette konseptet har potensial også innenfor kraftbransjen, særlig når det gjelder elvekraftverk.

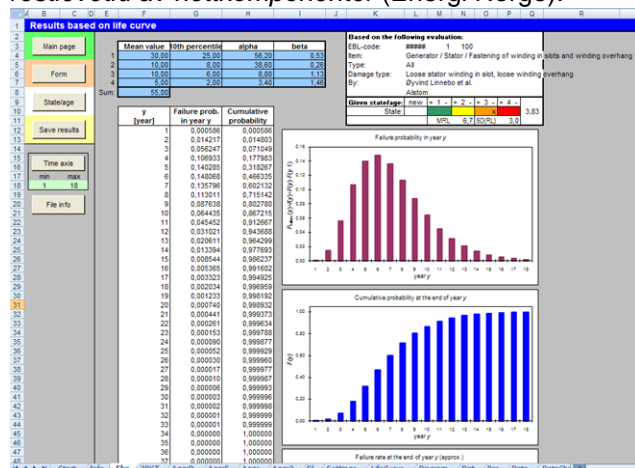
Denne rapporten viser erfaringer med revisjonsstans i vannkraftverk, teori knyttet til pit stop vedlikehold og eksempler på pit stop vedlikehold som kan være aktuelle for vannkraftverk.

User's guide to Optimal Maintenance Tool Box (Publ. 319-2011, TR A6834)

Optimal Maintenance Tool Box omfatter følgende verktøy utviklet i MS Excel / Visual Basic og Matlab:

- **Estimation of Failure Probability (EFP):** Estimering av sannsynlighet for svikt basert på kunnskap om komponenters tekniske tilstand, design, skadetyper, påkjenninger, etc.
- **Calculation of Profitability:** Beregning av lønnsomhet av vedlikeholds-/reinvesteringsprosjekter.
- **Calculation of Qualitative Utility Value:** Beregning av kvalitativ nytteverdi av vedlikeholds- og reinvesteringsprosjekter med hensyn til personsikkerhet, ytre miljø, omdømme, etc.

Det er gjort omfattende endringer i EFP i prosjektet. Disse endringene er utført og finansiert i samarbeid med prosjektet *Tilstandskontroll og restlevetid av nettkomponenter* (Energi Norge).



Når det gjelder *Calculation of Profitability* er det gjort noen mindre endringer i løpet av prosjektperioden. Programmet er imidlertid blitt brukt en god del i forbindelse med analyse av konkrete case, bl.a. i forbindelse med EVU-kurset *Optimalt vedlikehold av vannkraftverk*.

Calculation of Qualitative Utility Value er blitt brukt i forbindelse med EVU-kurset *Optimalt vedlikehold av vannkraftverk*. Det er ikke gjort endringer i verktøyer i prosjektperioden.

Endring av kjøremønster i norske vannkraftverk (Publ. 320-2011, TR A6847)

Denne rapporten presenterer resultater fra en analyse av kjøremønsterendringer i norske vannkraftverk. I tillegg beskriver rapporten et Excel-verktøy som ble laget for å kunne analysere kjøremønsteret til vannkraftaggregat samt deres kjøremønsterendringer.

Det er blitt påstått dereguleringen av det nordiske kraftmarkedet førte til store kjøremønsterendringer, inkludert en kraftig økning i antall start/stopp-syklus, hyppigere (store) lastendringer samt mer kjøring på dellast og overlaster. Disse påstandene ble aldri systematisk analysert. Derfor har syv kraftselskaper som deltok i prosjektet samlet inn driftsdata for å analysere disse dataene mht. kjøremønsterendringer. Driftsdataene representerer 103 norske vannkraftaggregat, og dekker et tidsrom på ca. 9 til 13 år tilbake fra året da analysen ble gjennomført (2009); dvs. kjøremønsterendringene i tidsrommet fra ca. 1995/1998 til ca. 2007/2008 ble analysert.

Rapporten beskriver type data som ble samlet inn, samt metoder som ble brukt for dataanalysen. Resultatene fra dataanalysen er også presentert. Analysen viste at det er store forskjeller mellom endringer som skjedde på individuelle aggregat, og den gjennomsnittlige endringen når en ser på alle aggregat. Mens det var forholdsvis små endringer når en ser på gjennomsnittresultatet fra alle aggregat, var det til dels tydelige kjøremønsterendringer på noen enkelaggregat som f.eks. kraftig økning eller reduksjon i antall start/stopp eller mer overlasterkjøring. Påvirkningen av faktorer som f.eks. type turbin eller type verk (magasin- eller elvekraftverk) på kjøremønsteret ble også analysert.

Planlegging av revisjonsstans ved Osa Kraftverk med bruk av elementer fra pit stop metodikk (Publ. 321-2011, TR A6848)

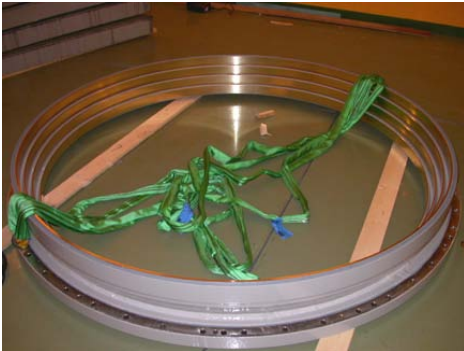
Denne rapporten presenterer bruk av elementer fra pit stop metodikk i planleggingsfasen av revisjonsstanser i vannkraftverk. Revisjonsstans gjennomført ved Osa Kraftverk våren 2009 blir brukt som case for å illustrere mulig bruk av pit stop metodikk.

Det fokuseres her på følgende elementer fra pit stop metodikk:

- Kritiske linjer og potensielle kritiske linjer
- Uønskede hendelser
- Beredskap for uønskede hendelser

Den kritiske linjen for caset ble i planleggingsfasen antatt å være reparasjon av nedre spaltering til turbin 2. Det ble også identifisert to potensielle kritiske linjer, korrosjonsbehandling av trykkør og rengjøring/lakkering av stator. Dette er aktiviteter som i utgangspunktet ikke utgjør kritiske linjer, men som på grunn av uønskede hendelser kan bli kritiske. I

løpet av gjennomføringen av revisjonsstansen ved Osa Kraftverk skjedde nettopp dette – en potensiell kritisk linje, korrosjonsbehandling av trykkrør, ble den kritiske linjen pga. at lekkasjene i fjellet var større enn forventet, noe som medførte at oppsamling og utpumping av lekkasjevann ble mer omfattende enn planlagt.



Andre erfaringer fra caset var at det ofte ikke er tatt tilstrekkelig høyde for nødvendig for- og etterarbeid og at dette medførte forsinkelser. Det er også viktig å planlegge nok tid for nøkkelpersoner i prosjektet, slik at disse ikke blir overbelastet og blir flaskehals i gjennomføringen av aktiviteter.

Beslutningen om å bruke revisjonsstans ved Osa Kraftverk som case ble tatt etter at planleggingen av stansen var kommet godt i gang. Det er derfor flere forhold som er nevnt i rapporten som ikke ble praktisert i denne revisjonsstansen.

Start/stopp-kostnader for vannkraftverk: Beregningsverktøy og brukerveiledning (Publ. 322-2011, TR A6949)

I prosjektet *Start/stopp og teknisk-økonomiske konsekvenser* (2002) ble det laget et Excel-regneark for beregning av start/stopp-kostnader for vannkraftaggregat. Denne rapporten presenterer en oppdatert versjon av dette regnearket, samt en brukerveiledning for den oppdaterte versjonen. Regnearket (Excel-fil) er vedlagt denne rapporten.

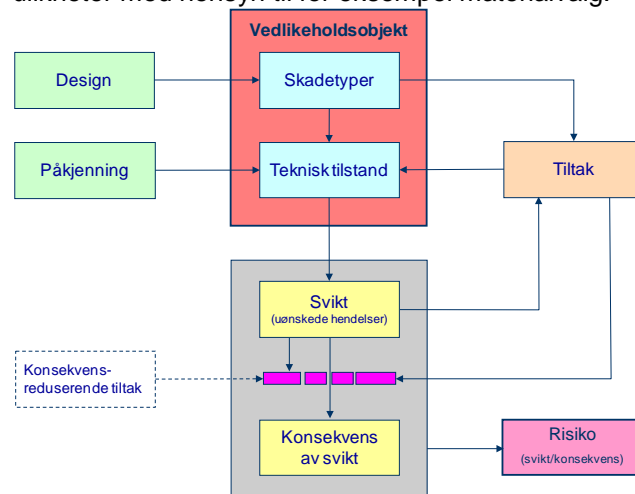
Regnearket ble laget i det forrige prosjektet i regi av Lars Eliasson i Norconsult i samarbeid med SINTEF Energi og selskapene som deltok i prosjektet. Den nye og oppdaterte versjonen av regnearket er utarbeidet i prosjektet *Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon*.

Denne rapporten dokumenterer endringene som ble gjennomført i den nye versjonen av start/stopp-regnearket. Den nye regnearkversjonen inneholder oppdaterte grunnlagsdata som, f.eks. materialkostnader, fordi disse kostnadene har økt eller endret seg siden det året da den første versjonen ble laget. Det ble også laget et nytt og forenkelt brukergrensesnitt. Mens den første versjonen av regnearket beregner kun marginalkostnader, beregner den nye versjonen også gjennomsnittskostnader. I tillegg ble noen mindre feil rettet i regnearket.

Denne rapporten beskriver hvordan start/stopp-kostnader beregnes, forutsetningene som ligger bak beregningen, samt at rapporten gir en oversikt over ligningene som brukes for kostnadsberegningen. Rapporten inneholder også en kort brukerveiledning, samt flere eksempler på beregninger.

Sviktmodell for vannkraftverk: Modellbeskrivelse og anvendelse (Publ. 323-2011, TR A7015)

Sviktmodellen for vannkraftverk som presenteres i denne rapporten beskriver hvilke forhold ved en komponent som har betydning for levetidsutvikling, forventet restlevetid, sannsynlighet for svikt/feil, konsekvenser av svikt/feil (uønskede hendelser) og tilhørende risiko. Levetidsutviklingen er knyttet til en eller flere skadetyper (skademekanismer/feilårsaker) for komponenten. Design med hensyn til type konstruksjon, materialer, ytelse, spenning, etc. vil ofte være bestemmende for om en skadetype er relevant for en gitt komponent. To prinsipielt like komponenter kan ha ulike dominerende skadetyper som følge av ulikheter med hensyn til for eksempel materialvalg.



Den tekniske tilstanden svekkes normalt over tid som følge av naturlig endring av materialegenskaper (aldring), driftsbetingede påkjenninger (kjøremønster) og ytre påkjenninger (f.eks. overspenninger). Sammenhenger mellom påkjenning og teknisk tilstand er beskrevet i sviktmodellen. Prosjektets to ekspertgrupper for henholdsvis generator og turbin har spesifisert sammenhenger mellom design og skadetyper og mellom påkjenning og teknisk tilstand for en rekke generator- og turbin-komponenter.

Sannsynligheten for svikt/feil øker i takt med at den tekniske tilstanden svekkes. Når komponenten svikter vil tilhørende konsekvens av svikt/feil avhenge av hvilke konsekvensreducerende tiltak eller barrierer (vern, fysiske stengsler, etc.) som finnes. En svikt kan ha konsekvenser for økonomi, leveringspålitelighet, personsikkerhet, ytre miljø, etc. Tilhørende risiko for aktuelle uønskede slutthendelser framkommer på grunnlag av sannsynlighet og konsekvens for hendelsene.

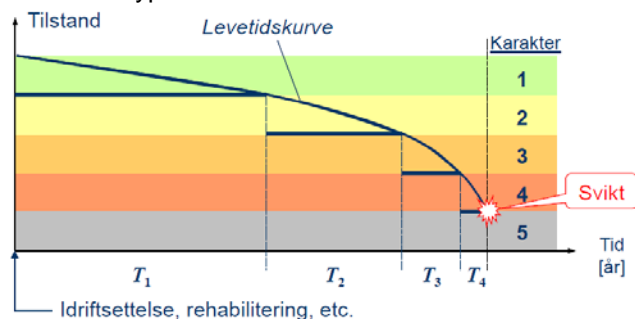
I tillegg til å beskrive disse elementene i sviktmodellen presenterer rapporten et forslag til en trinnvis førstegangs etablering av konkrete sviktmodeller for utvalgte vedlikeholdsobjekter der man realiserer sviktmodellene i form av Excel-filer organisert i en katalogstruktur. Videre beskrives konkrete anvendelser av sviktmodeller som estimering av sannsynlighet for svikt og overvåking av risiko basert på aktuell teknisk tilstand, samt beregning av lønnsomhet for vedlikeholds- og reinvesteringssprosjekter.

Sviktmodell for vannkraftverk: Skadetyper og levetidskurver (Publ. 324-2011, TR A7016)

Rapporten er utarbeidet i samarbeid med to faggrupper: En faggruppe på vannkraftturbiner bestående av Jens R. Davidsen/ Kjell Tore Fjærvold (Statkraft), Bjarne Børresen (Rainpower/Energi Norge), Hans Aunemo (Sweco), Knut Magne Olsen (Troms Kraft) og Lars Eliasson (Norconsult, og en faggruppe på vannkraftgeneratorer bestående av Øyvind Linnebo (Alstom), Johan Amundsen (Statkraft) og Jon Thorbjørnsen (Voith Hydro Sarpsborg).

Innholdet i rapporten representerer en videre systematisering og bearbeiding av det som allerede finnes av informasjon i Energi Norges håndbøker for tilstandskontroll av vannkraftturbiner og -generatorer. Rapporten inneholder en samling av kunnskap og erfaring om ulike konstruksjonsløsninger og skadetyper på turbiner og generatorer, samt koblingen mellom skadetyper og konstruksjonsløsninger. I tillegg er kriteriene for karaktersetning gitt i håndbøkene kvalitetssikret, og i enkelte tilfeller "strammet opp" og konkretisert. Nye momenter som er tatt med er

- om skadetyper påvirkes av kjøremønstre (start/stopp, delast, overlast, etc.)
- angivelse av karakter 5 (feil) for hver skadetype, dvs. hva degraderingen vil ende opp i hvis den ikke utbedres i tide
- om det er spesielle generatorfabrikat, -modeller og -årganger som er særlig utsatt for en gitt skadetype



Dette representerer et viktig skritt videre i arbeidet med standardisering og systematisering av informasjon om teknisk tilstand, konstruksjonsløsninger og skadetyper. Denne type informasjon danner et godt grunnlag for registrering av tilstandsdata, og er med på å definere forutsetningene for spesifisering av levetidskurver.

For å skaffe grunnlag for tilstandsmodellering og estimering av restlevetid og sviktsannsynlighet er det gjennomført en undersøkelse ved å samle inn tilstandsdata og ekspertvurderinger vha. spørreskjemaer for utvalgte skadetyper på turbiner. Rapporten presenterer også et ekspertsystem for vannkraftgeneratorer som hjelper til å gi oversikt over kunnskap på skadetyper, konstruksjonsløsninger og aggregatdrift.

Kostnadsmodell for vedlikehold innen kraftproduksjon (Publ. 325-2011, TR A7017)

Målet med kostnadsmodellen for registrering av vedlikeholds- og reinvesteringer som beskrives i denne rapporten er følgende:

- Skal sikre entydig registrering i henhold til standard vedlikeholdsterminologi
- Kostnader skal kunne spores mht hva som var utløsende årsak for at tiltak ble gjennomført
- Skal gi mulighet for detaljert presentasjon av kostnadsutviklingen på komponentnivå
- Skal gi mulighet for å analysere virkningen av vedlikehold og reinvesteringer (innsats og virkning)

På overordnet nivå skilles det mellom forebyggende og korrigerende vedlikehold. Disse to hovedtypene av vedlikehold er igjen delt inn i henholdsvis tidsfastsatt (periodisk) og tilstandsbasert forebyggende vedlikehold, og forutsett og uforutsett korrigerende vedlikehold. Tilstandskontroll (inspeksjoner, tilstandsmålinger, tilsyn, etc.) er trukket ut som selvstendige tiltak knyttet til det tilstandsbaserte forebyggende vedlikeholdet. Øvrige elementer i kostnadsmodellen er utskifting, modifikasjon, produksjonstap pga uforutsett svikt, virkningsgradstap, transport, felleskostnader og nyanlegg. Det skilles mellom lønnskostnader (intern og ekstern arbeidskraft), materiellkostnader og produksjonstap.

Det er utarbeidet en enkel kodestruktur for å oppnå entydig registrering iht kostnadsmodellen og sporbarhet med hensyn til hva som var utløsende årsak for at tiltak ble gjennomført.

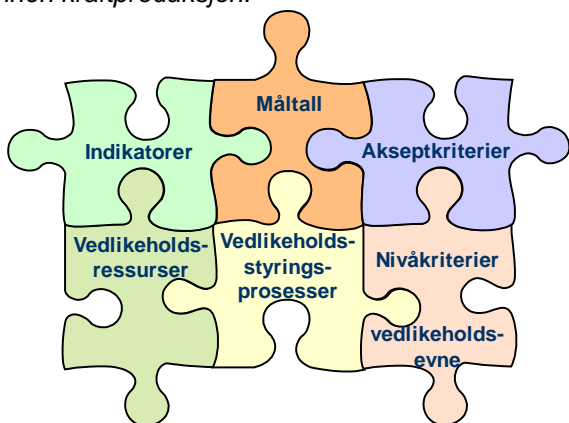
Basert på tallmateriale fra vedlikeholdssystemet til to kraftselskaper er det utarbeidet eksempler på kostnadssammenhenger for å se på mulighetene i dagens systemer for å finne og spore kostnader iht kostnadsmodellen. I tillegg er det konstruert eksempler på kostnader på komponentnivå for å illustrere interessante relasjoner. Den viktigste begrensningen i dag er mangelfull kobling/integrasjon mellom vedlikeholdssystem og økonomisystem. Interne timekostnader kan til en viss grad knyttes til kostnadsmodellen, men ikke eksterne timekostnader og materiellkostnader.

WCM-modell for kraftprodusenter (Publ. 326-2011, TR A7018)

Målstyrt vedlikehold er et godt innarbeidet konsept i vannkraftbransjen. Målet med denne rapporten er å vise hvordan målstyrt vedlikehold kan videreutvikles basert på konseptet innen Beste praksis vedlikehold og World Class Maintenance (WCM).

Sentrale elementer i denne forbindelse er konkretisering av mål, prosesser og ressurser vedrørende vedlikeholdsstyring, rapportering av indikatorer, systematisk analyse av risiko og tilhørende vedlikeholds- og reinvesteringer, samt analyse/måling av vedlikeholdsevne (kapasitet/kvalitet/ effektivitet) med tanke på kontinuerlig forbedring mot beste praksis. Disse

elementene er i rapporten forsøkt konkretisert i form av en modell som her er kalt WCM-modellen. Arbeidet med modellen har inkludert å sette sammen resultater fra prosjektet *Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon*.



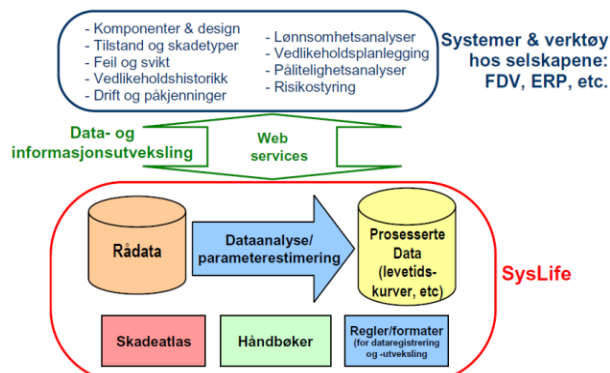
WCM-modellen skiller mellom følgende 4 nivåer i med hensyn til vedlikeholdsevne: *Uakseptabelt* (U), dvs dårligere enn det som er minimum ut fra dagens forutsetninger, *Minimum* (M), dvs minimum ut fra dagens forutsetninger (inkl. myndighetspålagte tiltak), *Akseptabelt* (A), dvs akseptabelt ut fra dagens forutsetninger og *Beste praksis* (B), dvs der selskapet må være for å være blant de beste.

Aktuelle anvendelsesområder for WCM-modellen er interne forbedringsprosesser, internrevisjon og intern/ekstern benchmarking.

Det ble ikke funnet noen klar definisjon av begrepet WCM i litteraturen. Anvendelsen av begrepet varierer fra bransje til bransje, men også innen den enkelte bransje. Begrepets dynamiske karakter er imidlertid felles. Lista som representerer WCM flyttes hele tiden oppover i takt med tilgangen til nye og bedre metoder og verktøy. For å være World Class må det drives kontinuerlig forbedring basert på beste praksis.

Information system for lifetime related data (Publ. 327-2011, TR A7019)

Denne rapporten er et resultat fra prosjektene *Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon* og *Tilstandskontroll og restlevetid for nettkomponenter*.



Målet med rapporten er en foreløpig og generell beskrivelse og spesifisering av informasjonssystem for innsamling, lagring, bearbeiding og rapportering av data/informasjon relatert til levetidsanalyser og

estimering av sviktsannsynlighet for kraftsystemkomponenter (SysLife).

Rapporten er den avsluttende dokumentasjon på SysLife-relaterte aktiviteter i de to prosjektene. Rapporten skal være grunnlag for videre arbeid med SysLife i et nytt forskningsprosjekt (også kalt SysLife) som skal følge opp de påbegynte aktivitetene i de to andre prosjektene.

Rapporten gir detaljert informasjon om bakgrunn og motivasjon for SysLife. Spesifikasjonsmetodikken som er brukt i arbeidet er beskrevet, og en foreløpig beskrivelse og spesifisering av SysLife er gitt i rapporten. I rapporten er utfordringer for videre arbeid identifisert, samt at anbefalinger for videre arbeid med SysLife er gitt. Rapporten er skrevet på engelsk.

Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon: Utfordringer og anbefalinger (Publ. 328-2011, TR A7020)

Rapporten oppsummerer hovedleveransene fra prosjektet *Verdiskapende vedlikehold innen kraftproduksjon*.

Hver rapport er her presentert med et kort sammendrag. Videre presenteres en oversikt over internasjonal publisering (journal paper, paper/foredrag på konferanser), en PhD-avhandling med tilknytning til prosjektet, artikler i fagtidsskrifter og nyhetsbrev fra prosjektet. Rapporten omfatter også resultatet av brukergruppens evaluering av prosjektet, samt en oversikt over framtidige utfordringer for vannkraftbransjen, og anbefalinger til hvordan disse utfordringene skal møtes.

Deltakere

Prosjektet har i hovedsak vært utført av SINTEF Energi med Energi Norge som oppdragsgiver og kontraktpartner overfor Norges Forskningsråd. Videre har både norske og svenske kraftselskaper og norsk vannkraftindustri deltatt i finansieringen av prosjektet, og med og egeninnsats. Finansieringen har gått gjennom Energi Norge og ELFORSK.

De norske kraftselskapene er Agder Energi Produksjon, Akershus Kraft, BKK Produksjon, E-CO Vannkraft, EB Kraftproduksjon, Eidsiva Vannkraft, Hafslund, HelgelandsKraft, Norsk Hydro, Lyse Produksjon, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, Otra Kraft, Sira-Kvina kraftselskap, Skagerak Kraft, SN Power, Statkraft Energi, Sunnhordland kraftlag, Tafjord Kraft, Trondheim Energi Kraft, TrønderEnergi Kraft og Østfold Energi Produksjon.

Fra svensk side deltok E.ON, Fortum og Vattenfall direkte i prosjektet, mens Skellefteå Kraft, Jämtkraft, Sollefteåforsens AB, Karlstads Energi og Öresundskraft var representert ved ELFORSK.

Fra industrien deltok Alstom Vannkraft og Rainpower.

Informasjon

For ytterligere informasjon vises det til prosjektets internettsider:

<http://www.energy.sintef.no/prosjekt/vvk/>