

SYSLIFE – SYSTEM FOR TILSTANDSRELATERTE DATA FOR KRAFTSYSTEMKOMPONENTER: RESULTATER FRA FORSKNINGSPROSJEKTET

Av Thomas Welte, SINTEF Energi, Bjarne Børresen, Energi Norge

Sammendrag

Rapporten oppsummerer resultatene fra forskningsprosjektet "System for tilstands- og levetidsrelaterte data for kraftsystemkomponenter (SysLife)". Prosjektet er gjennomført i perioden 2011 – 2013 og hadde som hovedmål å fremskaffe et analyse- og informasjonssystem (også kalt SysLife) for innsamling, lagring, bearbeiding og rapportering av data/informasjon relatert til levetidsanalyser og estimering av sannsynlighet for svikt for kraftsystemkomponenter. Hensikten med denne rapporten er å gi en kort oversikt over prosjektresultatene og hvordan disse kan anvendes for levetidsestimering og planlegging av vedlikehold og reinvesteringer.

1. INNLEDNING

Gode tilstands- og levetidsdata er nødvendig som grunnlag for å kunne estimere restlevetid og sviktsannsynlighet for kraftsystemkomponenter. Tilstandsdata og informasjon om feil og utført vedlikehold finnes allerede i dag i FDV-systemene (Forvaltning, Drift og Vedlikehold) hos kraft- og nettselskapene, men dataene er ikke tilrettelagt for levetidsanalyser. Målet med forskningsprosjektet SysLife var å lage et nytt system som utnytter eksisterende informasjon slik at bedre estimat på restlevetid og sviktsannsynlighet for kraftsystemkomponenter kan lages.

Prosjektet har vært organisert som et Innovasjonsprosjekt i næringslivet (IPN) med Energi Norge som prosjektansvarlig og finansiering gjennom deltakende selskaper og Norges Forskningsråd. FoU-arbeidet er i hovedsak utført ved SINTEF Energi, Catenda og SINTEF IKT. Hovedresultatene fra prosjektet er to programvaresystemer som er beskrevet i Kapittel 2. Potensielle anvendelser og nytteverdien av SysLife-resultatene er beskrevet i Kapittel 3.

2. SYSTEMBESKRIVELSE

Hovedfokus i SysLife-prosjektet har vært programvareutvikling. De viktigste resultatene fra prosjektet er derfor knyttet til to programvare-systemer:

1. SysLife-systemet

Dette systemet inneholder moduler for overføring og analyse av rådata, samt uthenting av prosesserte data. I tillegg inneholder SysLife-systemet funksjoner relatert til skadeatlas og tilstandskriterier.

2. Tilstandskontrollhåndbøker

Håndbøkene for tilstandskontroll er lagt inn i et separat system som benytter Wiki-løsningen "XWiki". Det eksisterer en kobling mellom SysLife og håndbøkene ved at tabeller med tilstandskriterier og skadeatlasbilder presenteres i håndbøkene.

2.1 Viktige konsepter og prinsipper for systemet

Håndbøker og tilstandskriterier

I ulike forutgående prosjekter er det utviklet såkalte *tilstandskontrollhåndbøker* som inneholder beskrivelser av komponenter (oppbygging, virkemåte, typiske design, etc.), skadetyper og tilstandskontrollmetoder. I tillegg inneholder håndbøkene anbefalinger (kriterier) på hvordan tilstand på komponentene skal fastsettes på en karakterskala fra 1 til 5. Dette karaktersystemet er viktig for både arbeidet med tilstandsmodellering og for skadeatlas og tilhørende funksjoner som er implementert i SysLife-systemet. En generell beskrivelse av tilstandskarakterene og modellen er gitt i tabellen under:

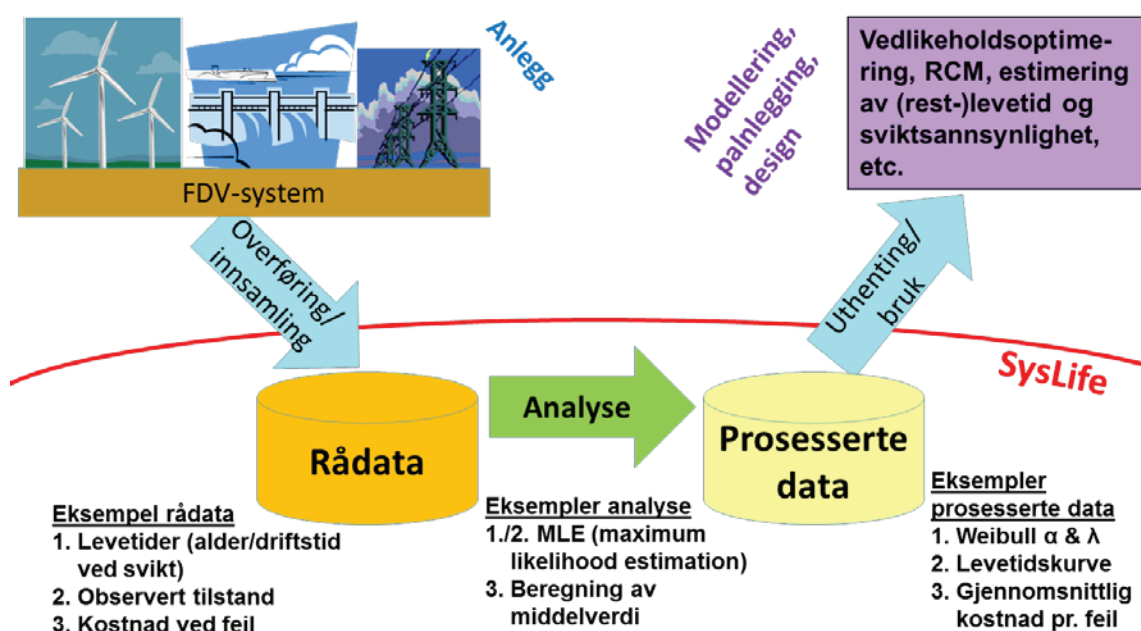
Tabell 1: Tilstandskarakterer og generelle kriterier for karaktersetting [1]

Karakter	Betydning
1	Ingen tegn til svekkelse.
2	Noe tegn til nedbrytning. Resultatet er noe dårligere enn i ny tilstand.
3	Utbredt tegn til nedbrytning. Betydelig dårligere enn i ny tilstand.
4	Tilstanden er kritisk.
5	Feil

Rådata og prosesserte data

Et viktig prinsipp for SysLife er at levetidsrelaterte data kan deles inn i rådata og prosesserte data (Figur 1). Mens rådata er observasjoner fra

utstyr i ulike type anlegg i kraftsystemet, er prosesserte data relatert til generisk utstyr som representerer en gruppe eller en populasjon av sammenlignbart utstyr. Prosesserte data er parametere som brukes som inngangsdata for videre analyser som f.eks. vedlikeholdsoptimering, RCM, estimering av (rest-)levetid og sviktsannsynlighet, etc. Prosesserte data estimeres/genereres ved rådataanalyse. Tre eksempler på rådata og prosesserte data, samt tilhørende metoder for rådataanalyse, er vist i den nedre delen av figuren.

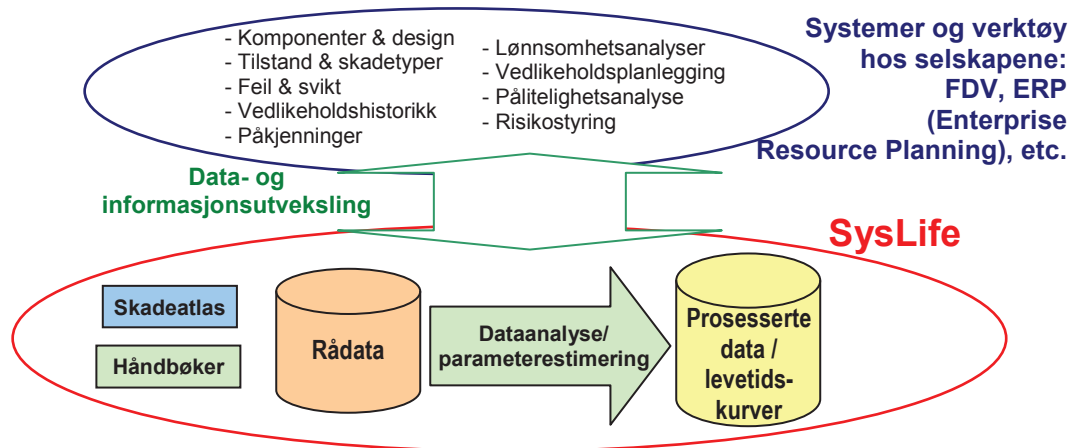


Figur 1: Rådata og prosesserte data i SysLife-systemet

2.2 Systembeskrivelse

I tidligere forskningsprosjekter er det utviklet verktøy for estimering av restlevetid og optimering av vedlikeholds- og reinvesteringsbeslutninger [1,2]. Disse verktøyene trenger gode estimat på inngangsparameterne. SysLife vil gi brukerne en ny mulighet til å lage parameterestimater basert på rådata (informasjon) som finnes i eksisterende systemer (f.eks. FDV).

For å sikre at rådata samles inn på en standardisert måte skal SysLife i tillegg tilby informasjon om hvordan rådata skal registreres og tilstand til anleggskomponenter kan bedømmes. Eksisterende håndbøker for tilstandskontroll inneholder mye av denne informasjonen. Som et resultat fra SysLife-prosjektet er det derfor laget en ny håndbokversjon som er tilgjengelig som et wiki-system. Et skadeatlas med bilder av typiske skader på ulike kraftsystemkomponenter er integrert i SysLife. Hovedmodulene i SysLife er illustrert i Figur 2.



Figur 2: Illustrasjon av SysLife-systemet og omgivelsene

3. ANVENDELSER

To eksempler på anvendelser av SysLife-systemet og håndbøker/skadeatlas er beskrevet i dette kapittelet.

Eksempel 1: Parameterestimering levetidskurve

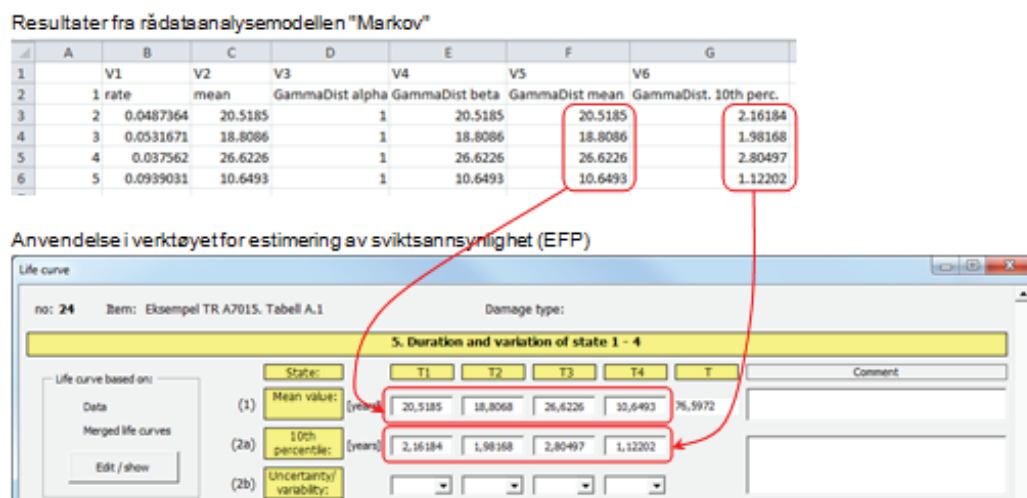
Dette eksempelet tilsvarer eksempel nr. 2 i Figur 1 (Observert tilstand → MLE → Levetidskurve). En del kraft- og nettselskaper har allerede begynt å klassifisere teknisk tilstand til komponenter vha. tilstandskarakterer. For utstyr i vannkraftanlegg er det vanlig å bruke karakter-skalaen presentert i Tabell 1. Hvis det foreligger for flere sammenlignbare komponenter (dvs. komponenter med sammenlignbare egenskaper som f.eks. type og design) en rekke med tilstandsobservasjoner (tilstandskarakterer) som er registrert over flere år, så vil dette resultere i et sett av rådata som vist i Tabell 2.

Tabell 2: Tilstandsdata

Utstyr-ID	Dato	Tilstandskarakter
1	1968-07-08	1
1	2001-06-30	2
1	2006-06-29	2
1	2011-06-28	2
2	1968-07-08	1
2	1998-07-01	2
2	2003-06-30	2
2	2008-06-28	3

2	2013-06-27	3
3	1968-07-08	1
3	1998-07-01	1
3	2003-06-30	1
3	2008-06-28	2
3	2013-06-27	2
4	1968-07-08	1
...

Et lignende sett av rådata er presentert i [1, Vedlegg A]. I det følgende analyseeksempelet blir dette datasettet brukt for å estimere parameterne i en levetidskurvemodell. Levetidskurven er matematisk modellert vha. en Markovprosess; se [3] for flere detaljer. Etter at datasettet er overført til SysLife kan rådataanalyse gjennomføres i SysLife ved at SysLife estimerer parameterne i Markovprosessen. Dette er illustrert i Figur 3. I den øvre delen i figuren vises parameterestimaterne. Parameterestimaterne er prosesserte data og kan direkte brukes for videre analyser på sviktsansynlighet og restlevetid i modeller utviklet i tidligere forskningsprosjekter [2].

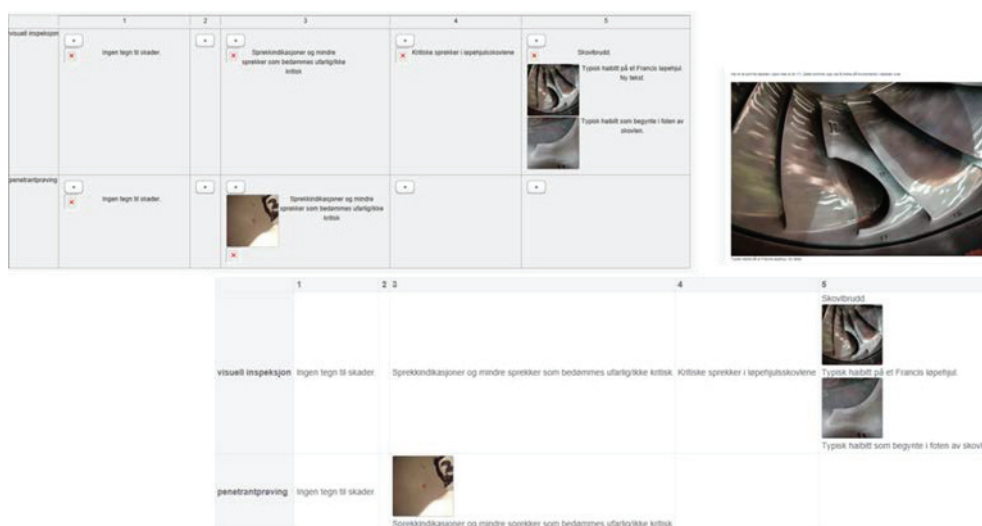


Figur 3: Prosesserte data (parameterestimerer i en Markovmodell) og videre bruk i verktøyet for estimering av sviktsansynlighet

Eksempel 2: Håndbøker, tilstandskriterier og skadeatlasbilder

Tilstandskontrollhåndbøkene omtalt i forrige avsnitt har inntil nå vært tilgjengelig kun som papir- og pdf-versjon. SysLife-prosjektet hadde som mål å videreutvikle håndbøkene i en mer moderne plattform for publisering. Inkludert i dette var et ønske om å kunne tilby bedre muligheter for brukerinvolvering. Dette resulterte i en ny håndbokversjon basert på en wiki-løsning.

Den nye håndbokløsningen inneholder også en modul for tilstandskriterier (se Tabell 1 og Eksempel 1) og et skadeatlas. Skadeatlasen, som består av bilder av typiske skader på utstyret, er ment som illustrasjon av tilstandskarakterene 1-5. I SysLife-prosjektet er det utviklet løsninger slik at tilstandskriterier og skadeatlasbilder kan lagres og kvalitetssikres (av komponenteksperter) i SysLife-systemet. Kvalitetssikrede resultater (dvs. tilstandskriterier med tilhørende bilder) vises i tilstandskontrollhåndbøkene. Dette er illustrert i Figur 4 hvor en tabell med tilstandskriterier og bilder i SysLife-systemet vises i den øvre delen i figuren og det tilhørende resultatet i visningen i håndbøkene vises i den nedre delen i figuren. Mens SysLife-systemet tilbyr muligheter for å bearbeide (kvalitetssikre) tilstandskriteriene og bildene har tilstandskontrollhåndbøkene kun visningsmodus.



Figur 4: Tilstandskriterier og skadeatlas i SysLife-systemet (øvre del) og i tilstandskontrollhåndbøkene (nedre del)

4. OPPSUMMERING

SysLife-prosjektet har resultert i to nye programvaresystemer: SysLife-systemet og tilstandskontrollhåndbøkene (wiki-system).

SysLife-systemet tilbyr nye muligheter for innsamling og analyse av levetidsrelatert data. Systemet lukker et gap i prosessen fra rådata via parameterestimerer til levetidsanalyser og modellering/optimering av reinvesteringer og vedlikehold. Systemet gir også mulighet til å samle inn data på tvers over selskaps grensene for å kjøre felles (ved behov anonymiserte) analyser. Ved bruk av tjenesteorientert arkitektur og

web services er det mulig å bruke systemet sammen med eksisterende FDV- og ERP-løsninger.

Tilstandskontrollhåndbøkene tilbyr en viktig "støttefunksjon" for SysLife ved at håndbøkene gir anbefalinger om hvordan rådata skal registreres og samles inn. Tabeller med tilstandskriterier og skadeatlasbilder spiller en viktig rolle i denne sammenhengen.

Resultat fra prosjektet skal bidra til forretningsmessig verdiskapning knyttet til vedlikehold og rehabilitering. Selskapene vil ved å ta i bruk resultatene fra SysLife bli bedre i stand til å velge ut og gjennomføre mer optimale vedlikeholds- og reinvesteringsprosjekter ved å utnytte kunnskap og data om anleggenes tekniske tilstand i modeller for estimering av restlevetid og sviktsannsynlighet.

5. REFERANSER

- [1] Solvang, E., Welte, T., Heggset, J. (2011). *Sviktmmodell for vannkraftverk: Modellbeskrivelse og anvendelse*, rapport nr. 324-2011, Energi Norge, Oslo.
- [2] Heggset, J., Nordgård, D.E., Solvang, E., Welte, T. (2011). *User's guide to optimal maintenance toolbox*, rapport nr. 319-2011, Energi Norge, Oslo.
- [3] Welte, T., (2008). *Deterioration and maintenance models for components in hydropower plants*, doctoral thesis, nr. 2008:164, NTNU, Trondheim.