

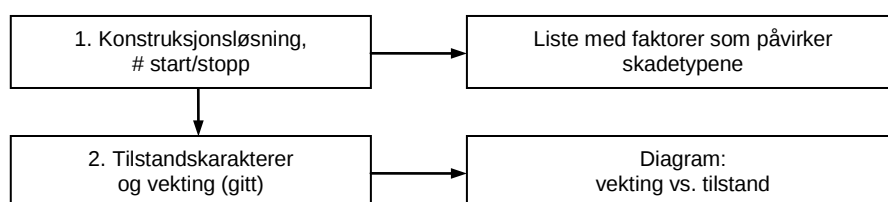


Sammenheng mellom konstruksjonsløsninger, drift og skadetyper: Et ekspertsystem for vannkraftgeneratorer

Ulike konstruksjonsløsninger vil påvirke skadeutviklingen og feilraten til vannkraftgeneratorer. I tillegg vil ulike driftsbetingelser – spesielt intermitterende drift (mange start/stopp) – påvirke levetiden til utstyret. Derfor er det viktig at en har kunnskap om sammenhengen mellom generatorkonstruksjon, drift og skadetyper som grunnlag for pålitelige levetidsmodeller. Det ble derfor opprettet en ekspertgruppe for vannkraftgenerator bestående av Øyvind Linnebo, Jon Thorbjørnsen og Johan Amundsen for å jobbe med å spesifisere ulike konstruksjonsløsninger og hvordan disse påvirker de mest relevante skadetyper. Betydningen av intermitterende drift for skadeutviklingen ble også bedømt. Resultatene fra ekspertgruppearbeidet er dokumentert i [AN 07.12.118 Generator - Skadetyper, kriterier for tilstandsfastlegging, konstruksjonsløsninger](#).

Det er utviklet et Excel-verktøy [Skadetyper generator.xls](#) som skal gjøre det enklere å utnytte ekspertkunnskap som er dokumentert i AN 07.12.118. Ved å kartlegge faktorer (f.eks. konstruksjonsløsninger, driftsmønster, fabrikat, ...) som kan fremme utviklingen til bestemte skadetyper kan de mest kritiske skadetyper for en bestemt type vannkraftgeneratorer identifiseres ved hjelp av nevnte verktøy.

Verktøyet brukes i to trinn, som vist i figuren til høyre. Analysen starter med at konstruksjonsløsningen til generatoren og kjøremønsteret til aggregatet (antall start/stopp pr. år)



spesifiseres (se eksempel på neste side). Verktøyet lager ei liste med faktorer (ugunstige konstruksjonsløsninger eller intermitterende drift) som påvirker skadetyperne. Grunnlaget for denne lista er vurderingene gjennomført av generatorekspertene.

Deretter kan det gis informasjon om den tekniske tilstanden til generatoren vha. tilstandskarakterer. Betydningen/kritikaliteten til de ulike skadetyperne (med tanke på potensielle konsekvenser hvis skadetyperne videreutvikler seg og fører til en feil eller til betydelige skader) ble vektet av ekspertene på en skala fra 1 (lite kritisk) til 4 (veldig kritisk). Tilstandskarakter og vekt er to parametere kan brukes for å identifisere kritiske skadetyper.

Spesifikasjon generatorkonstruksjon og driftsmønster

Forhåndsvalgt verdi			
Tilbake	Fabrikkat: NI		
	Idriftsett år: 1965		
	Sist revidert: 1999		1999
	Ytelse: 39	MVA	
	Turtall: 250	rpm	
	Spennings: 8.2	kV	
	Stilling: Vertikalt akslet		
	Antall start/stopp pr. år: 20		
	Boring: 4022	4022 mm	
	Jernlengde: 1570	1570 mm	
	Pottall: 24	24	
	Sportall: 234	234	
	Antall kretser: 3	3	
	Strømsyke: 2.746	2.746 kA	
	Stor langsamløper: Nei	veges automatisk	
	Intermitterende drift: 0.00	beregnes automatisk	
	Nei	veges automatisk	
	Nei	veges automatisk	
	Nei	veges automatisk	
		0: entydig ikke intermitterende drift	
		1: entydig intermitterende drift	

Alle skadetyper kan plasseres i et diagram hvor tilstandskarakter vises på x-aksen og vektning på y-aksen. Skadetyperne som ligger lengst opp til høyre i diagrammet er de mest kritiske for den aktuelle generatoren. Disse skadetyperne har allerede utviklet seg i betydelig grad, og de potensielle konsekvensene av en svikt pga. av denne skadetyper, eller de potensielle konsekvensene når skadetyper

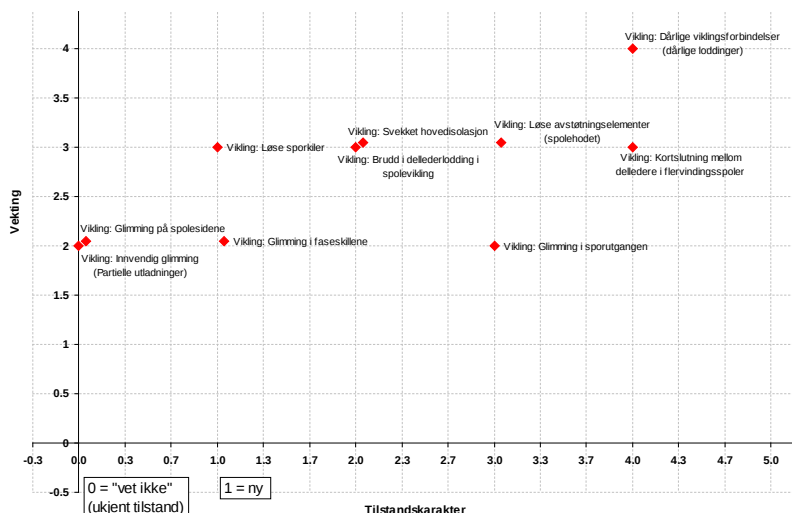
STATOR

Fabrikkat: NI	
Idriftsettesår: 1965	
Antall kretser: 3	
Strømsyke per krets: 0.915	kA
Statorhus	
Fabrikkat: NI	
Idriftsettesår: 1965	
Labber: Faste	
Kjølensystem	
Fabrikkat: NI	skade
Idriftsettesår: 1965	skade
Materiale for kjøleledere: Kobber	
Kjølemetode: Omløft	
Blikkpakke	
Fabrikkat: NI	

Skadetype	Tilstandskarakter	Vektning	Intermittent drift	Faktorer (konstruksjonsløsninger, mest utsatt fabrikkat, årgang, ...) som kan påvirke
STATOR				
Statorhus				
S1 Deformasjon	1	2		
S2 Eksentrisitet eller unndhet	2	2		
Kjølensystem				
S1 Lekkasje	3	1		Materiale = Kobber
S2 Tilgring	1	1		Kjølemetode = Omløft
S3 Tilgring	4	1		
Blikkpakke				
S1 Manglende press i deleskjet	3	3		Deilig = Delt
S2 Lasse blikkstenar	2	4		Pressanordning = Boller i bakkant
S3 Kortsikning mellom tenner	1	4		<1965 mest utsatt
S4 Bølgeformet (buckling)	2	2		Alle konstruksjoner utsatt
Kjøling				
S1 Lasse sporker	1	3		Mest utsatt fabrikkat: NI
S2 Glimming i faseskille	1	2		Aktuelt på vikinger >= 6 kV
S3 Innvendig glimning (Partielle utladninger)	3	2		Aktuelt på vikinger >= 6 kV
S4 Glimming i sporutgangen	3	2		Aktuelt på vikinger >= 6 kV
S5 Dårlige vikingsforbindelser (dårlige lodninger)	4	4		Aktuelt for vikinger i o.m. 1967
S6 Glimming på spolesidene	3	2		
S7 Lasse avstøtningselementer (spolehode)	3	3		
S8 Kortsikning mellom delledere i forvindingsspoler	4	3		
S9 Brudd i dellederlodd i spolevikling	2	2		
S10 Svekket hovedisolasjon	2	3		
ROTOR				
Nær				
S1 Sprekker i rotorar	1	3		Konstruksjonsløsning = Sveiset nær og armer
S2 (Les krymp aksel-nær)	1	3		Aktuelt HVIS forbindelse aksel-nær har enkelte
Aksel				
S1 Knekk i aksel	2	2		Alle er utsatt
S2 Skjev oppretting	2	2		Alle er utsatt

videreutvikler seg, er vanligvis store. Det betyr at vedlikeholdsaktiviteter bør rettes først og fremst mot disse skadetyperne. Skadetyperne lengst nede til venstre i diagrammet er derimot mindre kritiske.

Verktøyet *Skadetyper generator.xls* er beskrevet i et [paper](#) som skal presenteres på den internasjonale vannkraftkonferansen [HYDRO 2010](#). Konferansen arrangeres 27-29 september i Lisboa, Portugal.


Møter/kurs/konferanser

Møte	Tidspunkt	Sted
Brukergruppemøte	2010-09-07	Gardermoen
Brukerforum Optimalt vedlikehold	2010-09-08	EB Kraftproduksjon
Kurs "Optimalt vedlikehold av vannkraftverk I"	2010-09-22..23	Royal Christiania, Oslo
HYDRO 2010	2010-09-27..29	Lisboa
Brukergruppemøte	2010-10-14	Stockholm?
Brukergruppemøte	2010-12-08	Trondheim?