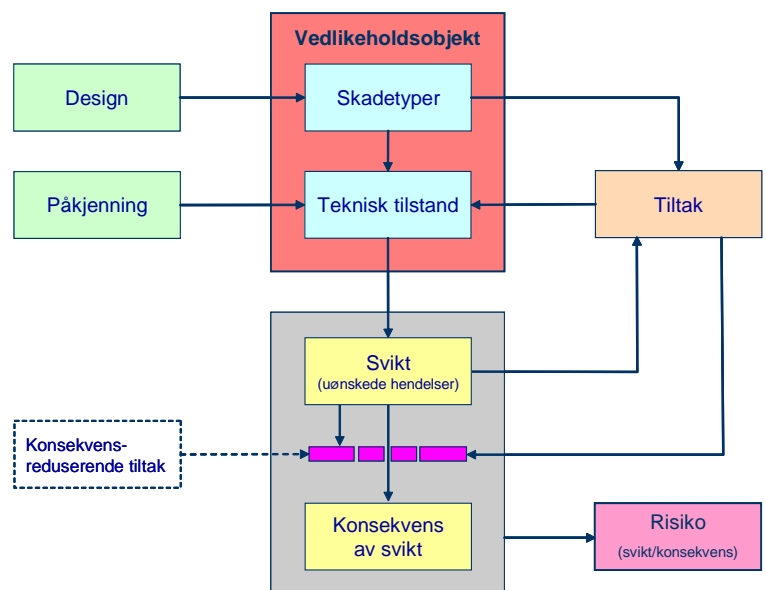




## Sviktmodellen - Basis for estimering av sannsynlighet for svikt

Sviktmodellen beskriver hvilke forhold som har betydning for levetidsutviklingen for en gitt komponent. Figuren nedenfor viser hovedelementene i sviktmodellen og de viktigste koblingene mellom disse. Den er i samsvar med anerkjent metodikk for levetidsvurdering og estimering av sannsynlighet for svikt. Sviktmodellen er samtidig praktisk orientert med tanke på risikobasert vedlikeholdsstyring ved bl.a. å anvende en etablert systematikk for tilstandsangivelse basert på EBLs tilstandskontrollhåndbøker.

En komponent (vedlikeholdsobjekt) beskrives i form av aktuelle skadetyper og tilhørende kriterier for teknisk tilstand med tanke på fastlegging av skadeutvikling. Design med hensyn til type konstruksjon, materialer, ytelse, spenning, etc. vil ofte være bestemmende for om en skadetype er relevant for en gitt komponent. Pila fra **Design** til **Skadetype** illustrerer dette. To prinsipielt like komponenter kan ha ulike dominerende skadetyper som følge av ulikheter med hensyn til for eksempel materialvalg.

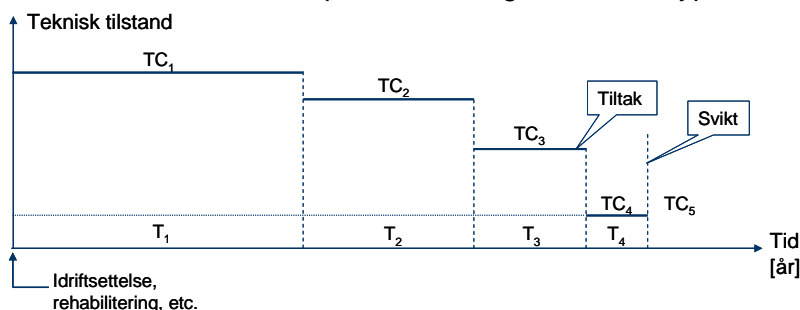


Den tekniske tilstanden svekkes normalt over tid som følge av naturlig endring av materialegenskaper (aldring), driftsbetingede påkjenninger

(kjøremønster) og ytre påkjenninger (overspenninger etc.). Koblingen mellom **Påkjenning** og **Teknisk tilstand** er vist med ei pil i figuren over.

Sannsynligheten for **Svikt** øker i takt med at den tekniske tilstanden svekkes. Når komponenten svikter vil tilhørende **Konsekvens** av svikten avhenge av hvilke konsekvensreducerende tiltak eller barrierer (vern, fysiske stengsler, etc.) som finnes. Selv om det er etablert barrierer for å forhindre eller begrense konsekvensene av en svikt vil det være "huller i gjerdet" som medfører at en svikt vil resultere i uønskede konsekvenser. Dette er illustrert i figuren. Konsekvensene av en svikt kan være mer eller mindre alvorlige. Sannsynligheten for en svært alvorlig slutthendelse er normalt mindre enn sannsynligheten for en mindre alvorlig konsekvens. En svikt kan ha konsekvenser for økonomi,

leveringskvalitet, HMS, ytre miljø, omdømme, etc. Tilhørende risiko for aktuelle uønskede sluttendelser framkommer på grunnlag av sannsynlighet og konsekvens for hendelsene. Boksen **Tiltak** omfatter både forebyggende tiltak for å motvirke slitasje, utbedring av feil og fornyelse/utskifting. Tiltak kan også være i form av barrierer. Pila fra **Skadetyper** illustrerer at aktuelle tiltak for en komponent avhenger av skadetyperne.



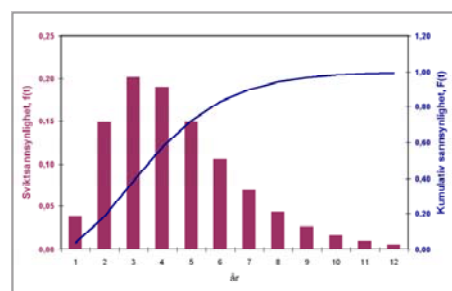
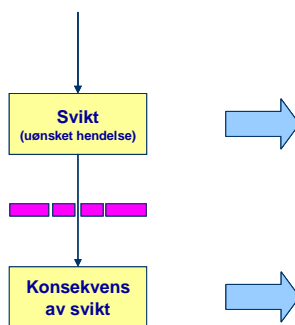
Tilstandsutviklingen fra nyttilstand til feil er delt inn i 5 tilstander som vist i figuren til venstre. Angivelsen av tilstand er i form av karakterer fra 1 (nyttilstand) til 5 (feil). Mellom disse betyr karakterene 2 til 4 henholdsvis "noe tegn til nedbrytning", "utbredt tegn til nedbrytning" og "tilstanden er kritisk". For hver skadetype spesifiseres konkrete kriterier som

angir overgangene mellom de 5 tilstandene. Begrepet **levetidskurve** brukes for å beskrive forventet varighet av tilstandene 1-4 (TC<sub>1</sub>-TC<sub>4</sub>), som er henholdsvis T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub>. En levetidskurve gjelder for en gitt skadetype og et gitt sett av påkjenninger.

Det er pr i dag spesifisert sammenhenger mellom **Design** og **Skadetyper** og mellom **Påkjennning** og **Teknisk tilstand** for en rekke generator- og turbinkomponenter. Dette er utført av ekspertgrupper for henholdsvis generator og turbin. For hver skadetype er det i tillegg spesifisert en tilhørende svikt og til en viss grad også aktuelle konsekvenser av svikt. Levetidskurver med angivelse av T<sub>1</sub>-T<sub>4</sub> er spesifisert for noen skadetyper. Dette arbeidet er dokumentert i [AN 07.12.118](#) og [AN 07.12.119](#).

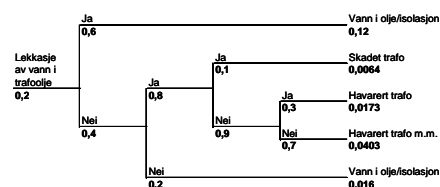
Det er utviklet et dataverktøy som beregner sannsynligheten for svikt pr år basert på levetidskurver. Brukeren må da angi aktuell tilstand knyttet til skadetyperne for komponenten som vurderes. Alternativt kan brukeren angi forventet tid til svikt (restlevetid) og et tilhørende 10 %-kantil som representerer usikkerheten. Verktøyet tilpasser disse verdiene til en sannsynlighetsfordeling som så ligger til grunn for beregningen av årlig sannsynlighet for svikt.

Estimering av sannsynlighet for svikt og tilhørende konsekvenser er en to-trinns prosess som illustrert i figuren til høyre. Sannsynlighet for svikt pr år estimeres som nevnt ovenfor på grunnlag av levetidskurver eller angitt forventet tid til svikt (restlevetid) og et 10 %-kantil. Dette er trinn 1 i prosessen. Trinn 2 er estimering av sannsynlighet for ulike konsekvenser eller sluttendelser som følge av svikt. For dette formål er det hensiktsmessig å modellere forløpet fra svikt til sluttendelse ved hjelp av et hendelsestre som vist i figuren.



Oljekjeler for transformator

Tilhørende hendelse	Oppdages lekkasjen?	Eksplodjon/brann?	Slukkes brannen?	Skade kun på trafo?	Resultat av hendelsen (utfall)
---------------------	---------------------	-------------------	------------------	---------------------	--------------------------------



### Møter/kurs/konferanser

Møte	Tidspunkt	Sted
Brukerforum Optimalt vedlikehold	2010-01-19..20	Sunnhordland Kraftlag
EVU-kurs Optimalt vedlikehold av vannkraftverk II	2010 (uke 4 + 7)	Trondheim
Hydropower'10	2010-02-01..03	Tromsø
Euromaintenance 2010	2010-05-12..14	Verona