

Sikkerhet og barrierer

Jørn Vatn

NTNU

jorn.vatn@ntnu.no

Trondheim – Gjøvik – Ålesund



1

Introduksjon

- Pålitelighetsanalysen fokuserer på å beregne påliteligheten til et system
- Et pålitelighetsblokkdiagram viser hva som må til for at et system skal fungere, og strukturefunksjonen er et viktig hjelpemiddel til å beregne påliteligheten i form av f eks tilgjengelighet
- En alternativ tilnærming er å se på utilgjengeligheten
- Da kan vi benytte en feiltreanalyse for å identifisere hvilke kombinasjoner av komponentsvikt som gjør at systemet IKKE virker (minimale kuttmengder)
- Ut fra de minimale kuttmengdene kan vi beregne utilgjengeligheten

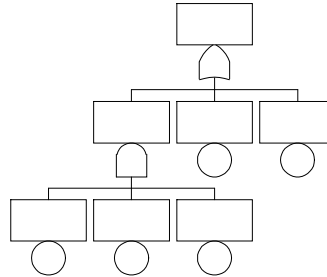
2



2

Feiltreanalyse

- Et feiltre er et logisk diagram som illustrerer sammenhengen mellom en uønsket hendelse i et *system* og årsakene til denne hendelsen

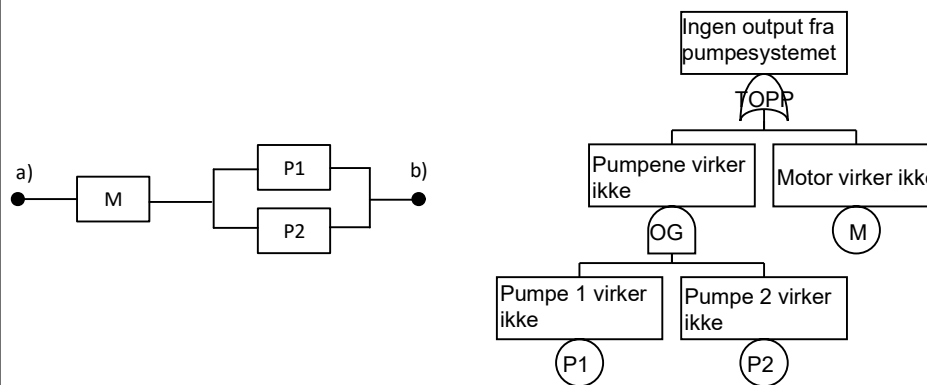


3

NTNU

3

Pumpesystemet



$$\phi(x) = x_M(x_{P1} + x_{P2} + x_{P1}x_{P2})$$

 $\{M\}, \{P1, P2\}$

NTNU

4

Resultat fra en feiltreanalyse:

- Liste over mulige kombinasjoner av feil som medfører den uønskede hendelsen
 - Miljøfaktorer
 - Menneskelige feilhandlinger
 - Normale hendelser
 - Komponentsvikt
- Dvs, de minimale kuttmengdene
- Sannsynlighet/frekvens av den uønskede hendelsen

5

5

Konstruksjon av feiltreet

- Vi vil ikke gå inn på detaljer for hvordan vi konstruerer et feiltre
- I kurset [PK6017 – Risikoanalyse](#) viser vi i detalj hvordan vi både konstruerer (tegner) et feiltre, og hvordan vi kan beregne sannsynlighet/frekvens for at den uønskede hendelsen inntreffer (TOPP-hendelsen)
- På samme måte som for et pålitelighetsblokkdiagram, kan vi også representere serie- og parallellstrukturer i et feiltre ved hjelp av ulike symboler, dvs ELLER- og OG-porter

6

6

Barriere

Følgende definisjoner er hentet fra Havindustritilsynet (HAVTIL)

- **Barriere:** Tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementer som enkeltvis eller til sammen skal redusere muligheten for at konkrete feil, fare- og ulykkessituasjoner inntreffer, eller som begrenser eller forhindrer skader/ulemper
- **Barriereelement:** Tekniske, operasjonelle eller organisatoriske tiltak eller løsninger som inngår i realiseringen av en barrierefunksjon
- **Barrierefunksjon:** Oppgaven eller rollen til en barriere. Eksempler på barrierefunksjoner er: Stoppe tog på kollisjonskurs (ATC), Kommunikasjon mellom lokfører og togledelse, Stenge veskestrøm inn til en tank

7

7

Styringsforskriftens §5 - Barrierer

- Operatøren eller den som står for driften av en innretning eller et landanlegg, skal fastsette de **strategiene og prinsippene** som skal legges til grunn for utforming, bruk og vedlikehold av barrierer, slik at barrierenes funksjon blir ivaretatt gjennom hele innretningens eller landanleggets levetid.
- Det skal **være kjent** hvilke barrierer som er etablert og hvilken funksjon de skal ivareta, samt hvilke krav til ytelse som er satt til de konkrete tekniske, operasjonelle eller organisatoriske barriereelementene som er nødvendige for at den enkelte barrieren skal være effektiv.
- Det skal **være kjent** hvilke barrierer og barriereelementer som er **ute av funksjon eller er svekket**.
- Det skal settes i verk nødvendige tiltak for å **rette opp** eller **kompensere** for manglende eller svekkede barrierer.

8

8

Strukturering av barrierer

- En hendelsestreanalyse er kanskje den vanligste måten for å analysere sikkerhetsbarrierer
- Et hendelsestre er et logisk diagram som viser mulige hendelsesforløp etter at en uønsket hendelse har inntruffet

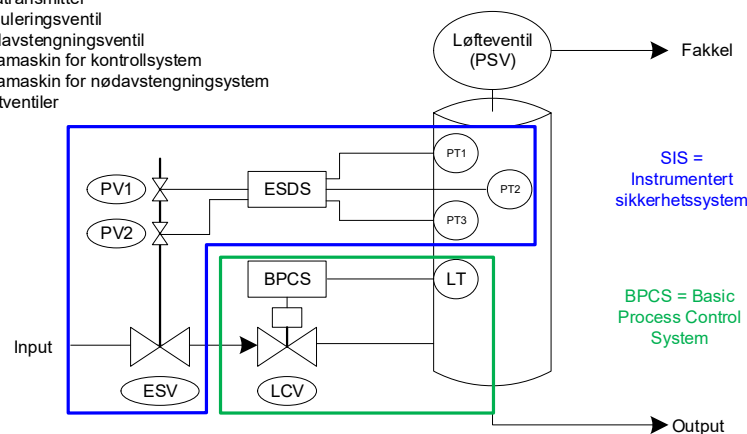
9

NTNU

9

Eksempel: Overtrykksbeskyttelse

PT1,2,3 Trykktransmittere
 LT Nivåtransmitter
 LCV Reguleringsventil
 ESV Nøddavstengningsventil
 BPCS Datamaskin for kontrollsystem
 ESDS Datamaskin for nøddavstengningsystem
 PV1, 2 Pilotventiler



NTNU

10

Logikk

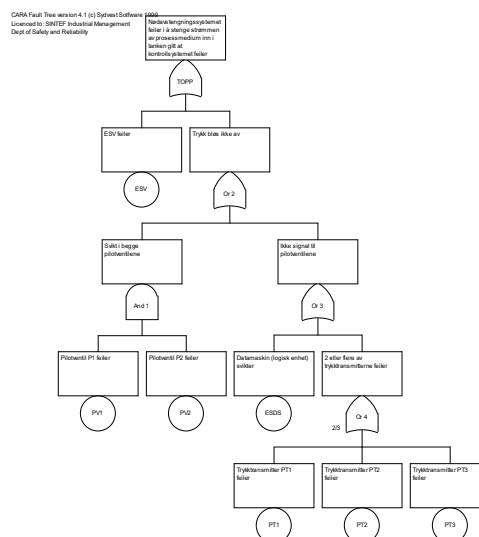
- Det ordinære kontrollsystemet (BPCS = Basic Process Control System) forsøker å regulere væskestrømmen inn i tanken
- Dersom kontrollsystemet svikter, forsøker vi å stenge ned ved hjelp av nødavstengning (ESD), dvs første barriere
- Dersom denne barrieren også svikter, har vi mulighet for å blø av trykket i tanken ved å åpne løfteventilen, og sende hydrokarboner til fakkell for brenning

11

NTNU

11

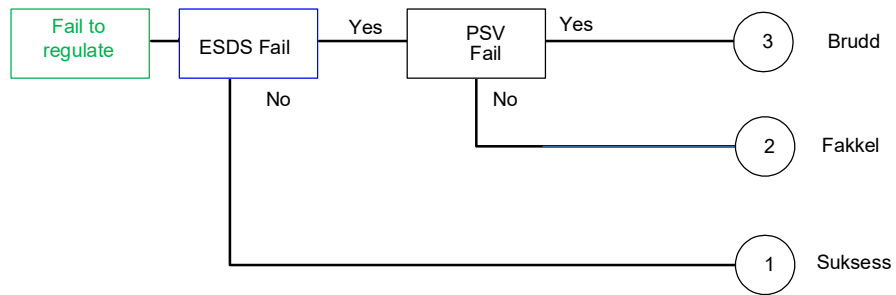
ESD-systemet (første barriere)



NTNU

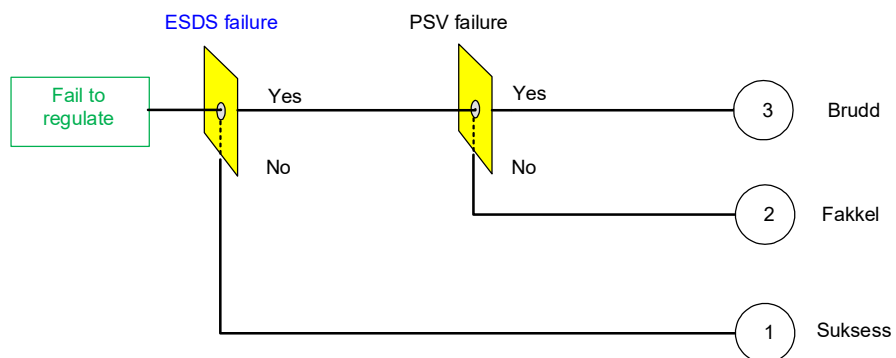
12

Barrierer i hendelsestreet



13

Barrierer i hendelsestreet



14