

Forebyggelse af arbejdsulykker

Identificering af risici

8

8.4 Identificering af farekilder og vurdering af ulykkesrisici

NUL ARBEJDSULYKKER er et kampagnesamarbejde mellem Arbejdstilsynet og Industriens Branchearbejdsmiljøråd koordineret af AT, DI og CO-I.

Metodebeskrivelsen er udarbejdet af:

COWI, Rådgivende Ingeniører A/S
Parallelvej 15
2800 Lyngby

Tlf.: 45 97 22 11

Fax: 45 97 22 12

Hjemmeside: www.cowi.dk

E-mail: fgg@cowi.dk

Forfatter:

Frits Garde, maskiningeniør

Indholdsfortegnelse

Introduktion	4
HAZOP-analyse	5
Formålet med analysen	5
Forberedelse	5
Gennemførelse	8
Opfølgning	12
Principdiagram	13
Barrierediagrammer	14
Opbygning af barrierediagrammer	14
Vurderingskriterier for risiko	22
Anvendte kriterier	22
Ulykkesstatistik	22
Anbefaling	23
Risikovurdering	24
Litteratur	26
Bilag:	
Bilag til hæftet kan downloades fra www.Nul.Arbejdsulykker.dk	
Bilag 1: Ledoord	
Bilag 2: HAZOP-skema	
Bilag 3: Aktionsskema	

Introduktion

Hæftet præsenterer en metode til identificering af farekilder og vurdering af ulykkesrisici i anlæg med farlige stoffer og/eller maskiner. Metoden har fire dele:

1. Identifikation af uønskede hændelser

Ved brug af HAZOP-analyse identificeres mulige uønskede hændelser, deres årsager og konsekvenser, samt de sikkerhedsforanstaltninger, der er foretaget for at forhindre, at hændelserne opstår og udvikler sig med uønskede konsekvenser.

2. Analyse af risikoen

Risikoen er en funktion af konsekvensen og den hyppighed, hvormed konsekvensen forventes at forekomme. Analysen benytter barrierediagrammer og omfatter vurdering af årsagernes hyppighed, konsekvensernes omfang og sandsynligheden for, at hændelser udvikler sig med uønskede konsekvenser.

3. Opstilling af vurderingskriterier for risikoen

4. Vurdering af risikoen og evt. anbefalinger af forbedringer

HAZOP-analyse

Formålet med analysen

En HAZOP-analyse er en systematisk metode til undersøgelse af fx procesudstyr eller arbejdsprocedurer for at finde ud af:

- Om udstyret kan fejle eller fejlbetjenes på en sådan måde, at der opstår uønskede hændelser (farlige situationer).
- Om disse hændelser kan få uønskede konsekvenser (personskade).

For hændelser med uønskede konsekvenser finder man hvilke eksisterende sikkerhedsforanstaltninger, der forhindrer sådanne hændelser eller hindrer konsekvensen.

Udtrykket HAZOP er dannet af det engelske 'HAZard and OPerability', der kan oversættes med 'fare' og 'funktionsevne'. HAZOP-analysen blev udviklet i begyndelsen af 1960'erne af ICI i Storbritannien.

Forberedelse

Fokus på procesudstyr eller betjening

Man kan ved HAZOP-analysen vælge at koncentrere sig om:

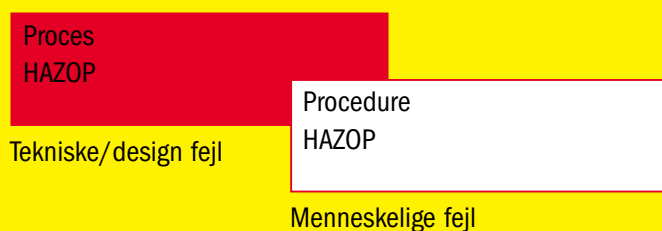
- 1 Procesudstyret/maskinen og processen
- 2 Procedurene, dvs. hvordan udstyret bliver betjent

Hvis man vælger at se på procesudstyret og processen, vil udgangspunktet som regel være proces tegninger. De fejlmuligheder man finder, vil i høj grad være udtryk for mangelfuldt design eller tekniske svigt.

Hvis man vælger at se på, hvordan der arbejdes med udstyret, vil man tage udgangspunkt i betjeningsprocedurerne. Med denne angrebsvinkel vil man i højere grad finde muligheder for menneskelige fejl under betjeningen af anlægget.

Ved begge angrebsvinkler kan man finde fejl af begge typer, jf. figur 1.

Figur 1. Proces- og procedure-HAZOP. To forskellige angrebsvinkler, der giver forskellige resultater.



Basismateriale

Som basismateriale for HAZOP-analysen anvendes typisk:

- Procesflow-diagrammer
- Procedurer/arbejdsbeskrivelser
- Layout-tegninger
- Data for eventuelle involverede stoffer – reaktivitet, giftighed, korrosivitet osv.
- Instruktionsmanualer til anlægget
- Beskrivelse af sikkerhedssystemer på anlægget
- Liste over tidligere uheld på samme type anlæg

Anlæg

Anlæg, der er opbygget af mange komponenter (pumper, tanke, osv.) eller maskiner med mange funktioner (bearbejdning, transport, osv.) deles op i mindre sektioner. Sektionerne analyseres hver for sig for at gøre analysen overskuelig og for ikke at overse noget.

Man bruger procesflow-diagrammerne som baggrund for opdelingen af anlægget i sektioner. Man bør tænke over følgende faktorer, når man deler anlægget op:

- Den enkelte sektionens formål, funktion og kompleksitet
- Sektionens mængde af stoffer og stoffernes volumen, sammensætning og faser
- Hvilke uønskede konsekvenser man leder efter

Nedenfor er givet nogle grundregler for sektionering af processer:

- Lad hver enkelt hovedproces-komponent være en sektion
- Lad en ny sektion starte ved hver tilgang/udgang fra hovedproces-komponenterne
- Lav yderligere sektioner på en proceslinie for hver forgrening

Hovedproces-komponenter kan være tanke, beholdere, pumper, kompressorer, filtre, varmevekslere osv.

Virkninger fremad (eller tilbage) i systemet skal bæres med fra sektion til sektion, som årsager til forstyrrelser.

Procedurer

Procedurer/arbejdsbeskrivelser skal være begrænset til én operation, fx opstart af et delanlæg eller tømning mhp. reparation. Yderligere opdeling af proceduren er ikke relevant.

Hændelser og konsekvenser

Det er vigtigt at skelne mellem hændelser og konsekvenser. En hændelse (farlig situation) kan være, at der opstår for højt tryk i en beholder, så den sprænger. Konsekvensen (personskade) kan være, at sprængstykkerne rammer en person.

Figur 2.

Personskader		
Klasse	Benævnelse	Beskrivelse af mulige skader
1	Mindre skade.	Småskader som hudafskrabninger, klemte fingre, blå mærker. Arbejdet fortsættes eller genoptages senest 3 dage efter uheldet.
2	Reversible skader.	Væsentlige skader eller arbejdslidelser som forstuvet hånd, brækket arm eller ben osv. Skader heles uden eller næsten uden mén. 3-30 sygedage.
3	Irreversible skader.	Alvorlige, måske livsforkortende skader. Amputation, større benbrud, alvorlig virussygdom. Mere end 30 sygedage.
4	Katastrofale skader på virksomheden.	Måske dødelige skader på en eller flere personer fra elektrisk chok, forgiftning og lignende.
5	Katastrofale skader på og uden for virksomheden.	Måske dødelige skader på en eller flere personer på og uden for virksomheden.

Klassificering iht. "Risikovurdering" fra Nordisk Ministerråd og "Miljøprojekt nr. 112" fra Miljøstyrelsen. Jf. litteraturlisten bagest i hæftet.

Gennemførelse

Deltagere

Virksomheden nedsætter en gruppe – hovedsageligt ansatte – til at gennemføre HAZOP-analysen.

HAZOP-gruppen bør bestå af 4-10 personer, med hver deres relevante baggrund, fx: HAZOP-leder (evt. en ekstern konsulent), proces-design ingeniør (evt. en repræsentant fra leverandøren), driftsingeniør/driftsleder, operatør, instrumentmand, vedligeholdsmænd og sikkerhedsleder.

HAZOP-mødet

Det skal opsummeres, hvad der foreligger af basismateriale, evt. suppleret med materiale, der fremlægges på mødet. Det gøres klart, hvordan kvaliteten af materialet er.

En af deltagerne gennemgår anlæggets overordnede funktion, så også de deltagere, der ikke færdes i anlægget til daglig, får et overblik.

Dernæst foretages en identifikation og tydeliggørelse af de oplagte farlige hændelser ved anlægget, som gruppen skal være opmærksomme på under analysen. Gruppen må dog ikke begrænse sig til at se efter netop disse farlige hændelser, da andre kan være overset.

HAZOP-lederen skitserer hvilke sektioner, han har opdelt anlægget i. Gruppen kan evt. korrigere denne opdeling.

Herefter følger selve HAZOP-analysen, som den er beskrevet nedenfor. Det er den absolut mest tidskrævende del af mødet. Når gruppen har været igennem alle sektioner (pumper, tanke osv.) er HAZOP-analysen gennemført.

Afslutningsvis laves en tidsplan for det videre arbejde.

HAZOP-analyse

Det væsentlige i en HAZOP-analyse er analysens fire trin, hvor man:

- 1 Vurderer, hvad konsekvenserne af de uønskede hændelser (farlige situationer) kan blive.
- 2 Undersøger årsagerne til sådanne uønskede hændelser.
- 3 Drøfter de sikkerhedsforanstaltninger, der er identificeret i anlægget, og deres mulighed for at forhindre et uhelds udvikling.
- 4 Vurderer, om de informationer, der er umiddelbart tilgængelige vedr. årsager, hændelser og konsekvenser, er fyldestgørende, eller om der skal iværksættes aktiviteter for at uddybe disse oplysninger.

Procesvariable og ledeord

Når en sektion (pumpe, tank osv.) gennemgås, anvendes procesvariable og ledeord.

Hver procesvariabel kan afvige fra sit normale niveau og resultere i en uønsket hændelse, hvis der ikke gribes ind. Afvigelsen illustreres ved ledeordene.

Procesvariabel	Ledeord			
Tryk	For højt	For lavt		
Temperatur	For høj	For lav		
Flow	For meget	Intet	For lille	Baglæns
Niveau	For højt	Intet	For lavt	

Procesvariabel og ledeord danner tilsammen afvigelsen:

Procesvariabel (tryk) + ledeord (for højt) = afvigelse (for højt tryk).

For procedurer/arbejdsbeskrivelser er afvigelserne/ledeordene typisk:

- For tidligt udført
- For sent udført
- Delvist udført
- Udeladt

Hæftets bilag 1 er en liste over ledeord. Hvis risikoanalysen udføres på deciderede maskiner, giver annek A til "DS-EN 1050" en udtømmende oversigt over relevante procesvariable.

Analyseforløb

Når man tager fat på at analysere en ny sektion, kan det være en fordel hurtigt at repetere for alle gruppens medlemmer, hvad der sker i den pågældende sektion. Det kan også være en fordel at gennemgå den styring og de sikkerhedsforanstaltninger, der findes.

Når ledeordene er stillet, er det vigtigt at få belyst konsekvenserne, hvis sikkerhedsforanstaltningerne svigter. Man må ikke stille sig tilfreds med, at dette ikke sker. Risikoanalysen går netop ud på at vurdere, om sikkerhedsforanstaltningerne er gode nok.

Eksempel

Afvigelsen er for *højt tryk* i en forgasser. Normal drift er et svagt undertryk. For at hindre gas i at trænge ud, er der monteret en celleduse i indfødingen, men den kan svigte, hvis den bliver slidt. En pressostat lukker anlægget ned, hvis trykket når op på 30 mm VS, men også den kan svigte. Gassen trænger da ud gennem indfødingen eller skueglas osv. og kan antænde. Konsekvensen af dette kan være brandsår eller forgiftning. (Jf. figur 3).

Udover de hændelser, som procesvariationerne identificerer, kan der ske udslip fra trykbeholdere eller luftindtrængning i beholdere med undertryk som følge af utætheder, korrosion, kollision osv.

Man bør også gennemgå følgevirkninger af, at de indgående komponenter ikke virker, når de skal, eller at de aktiveres i utide.

Det sker ofte under HAZOP-analysen, at der er uklarhed om, hvilke hændelser og konsekvenser en årsag kan føre til, eller hvilke sikkerhedsforanstaltninger der findes. For ikke at bruge hele gruppens tid bør en af deltagerne gøres ansvarlig for at belyse uklarheden ved en nærmere undersøgelse.

HAZOP- og aktionsskemaer

Analysen rapporteres løbende i HAZOP-skemaer, hvorved større beskrivelser undgås. Figur 3 viser et udsnit af et HAZOP-skema. Hæftets bilag 2 viser hele HAZOP-skemaet.

Figur 3. Eksempel på udsnit af HAZOP-skema.

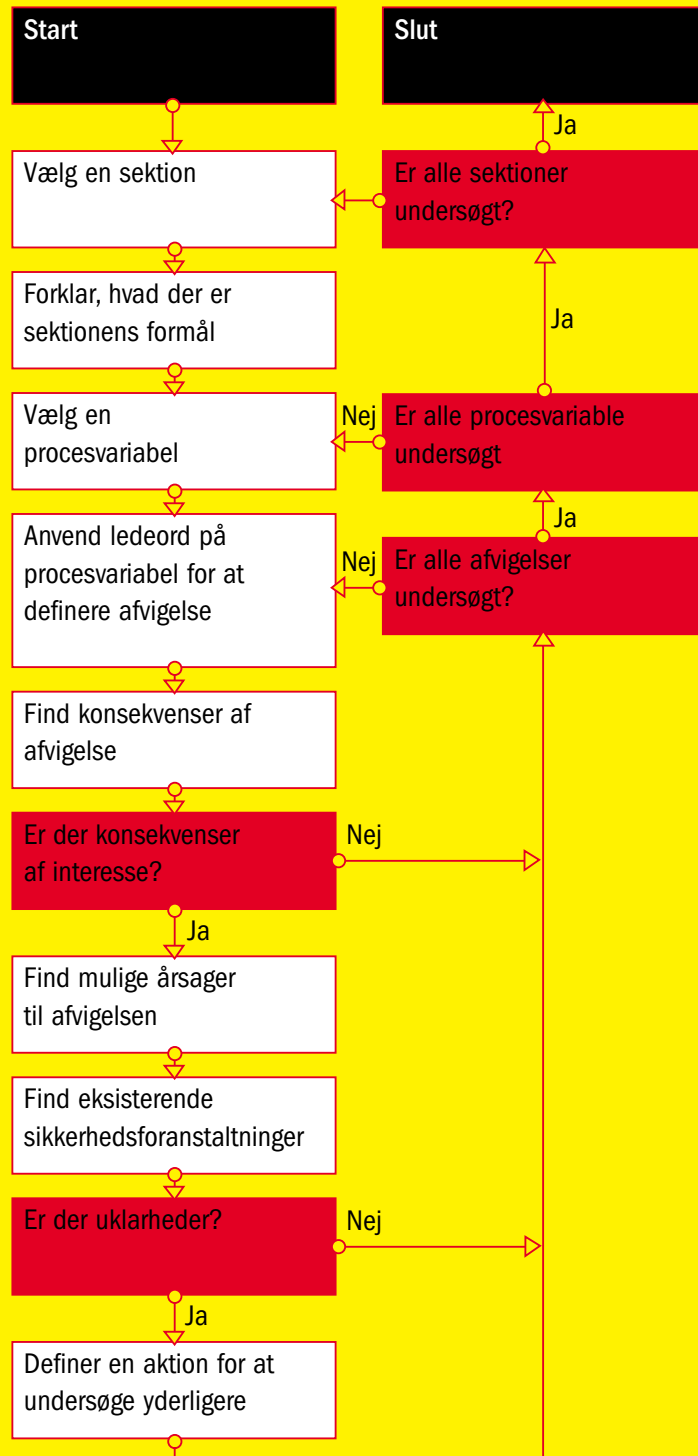
Afvigelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning
Parameter:	Tryk	Intention: Driftstryk - 80 mm VS	Laveste tryk kan blive - 2,8 m VS,
For højt.	Fejl i trykstyring 2-05. Procedure ikke overholdt.	Gas (CO-) udtrængning med forgiftning og brand til følge.	PS 2119 nedlukker ved 30 mm VS. Cellesluse. Overvågning af tryk på PT7-13. CO detektor over flistragt giver alarm. Gassen er ikke så varm, at den selv-antænder, og den fortyndes hurtigt med luft. Normalt er atmosfæren i forgasseren inaktive gasser og evt. luft.

Vedtagne aktioner nedskrives i aktionsskemaer med angivelse af, hvem der er ansvarlig, og hvad problemet er. Hæftets bilag 3 viser et aktionsskema.

Opfølgning

Når aktionerne er gennemført, fører gruppen HAZOP-skemaerne ajour. Alternativt skrives et særskilt opfølgende statusnotat. Dokumentationen af HAZOP-analysen består således af de renskrivne HAZOP-skemaer, aktionsskemaer og evt. statusnotater.

Principdiagram



Barrierediagrammer

Barrierediagrammerne baseres på HAZOP-skemaer, konsekvensberegninger m.m. Diagrammernes formål er at skabe overblik over komplicerede uheldsforløb.

Diagrammerne kan anvendes til at identificere de hændelsesforløb, der vil være særligt hyppige eller alvorlige, og dermed de steder, hvor der bør stilles krav til sikkerhedsforanstaltningerne og deres antal. På den baggrund kan man vurdere, om sikkerhedsniveauet i et anlæg er acceptabelt.

Gennemgangen af barrierediagrammernes opbygning og tildeling af point til barrierer følger i det væsentlige Miljøstyrelsens "Miljøprojekt nr. 112".

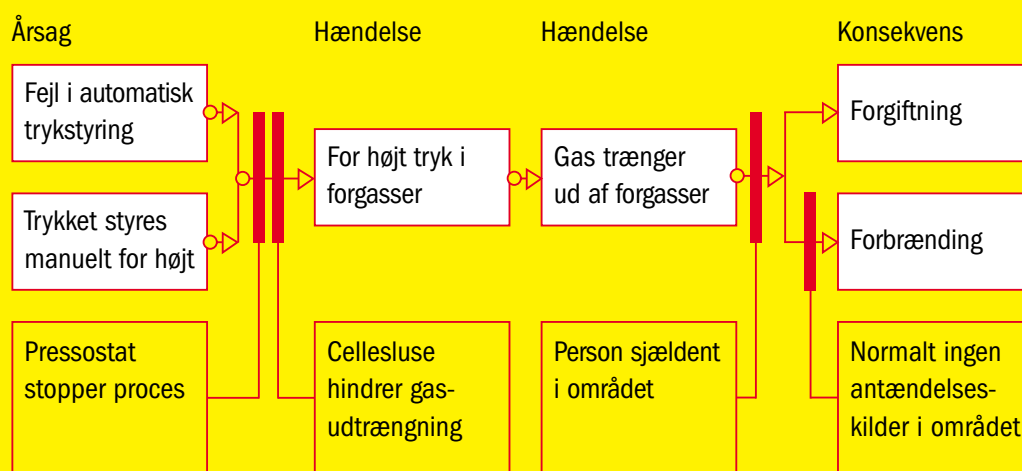
Opbygning af barrierediagrammer

Princip

For at kunne overskue et muligt uheldsforløb, optegnes det i et diagram som vist i figur 4. Diagrammet præsenterer uheldets årsager yderst til venstre, og dets konsekvenser yderst til højre. Ind imellem kan man angive de enkelte hændelser i uheldsforløbet.

På samme diagram (figur 4) indtegnes de sikkerhedsforanstaltninger, der allerede findes mod at uheldet udvikler sig. Sikkerhedsforanstaltningerne er de *barrierer*, der forhindrer eller formindsker konsekvenserne, deraf navnet *barrierediagram*.

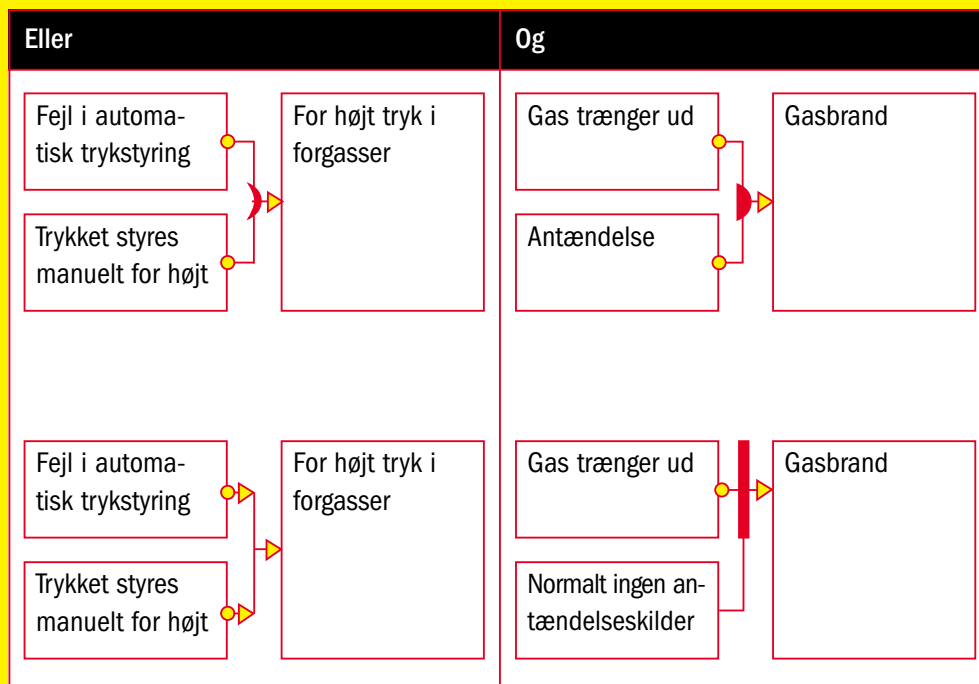
Figur 4. Eksempel på et barriereidiagram.



Ofte kan flere forskellige årsager hver for sig være begyndelsen på samme hændelsesforløb. Den ene årsag *eller* den anden. Kombinationen kaldes en "ELLER"-port, jf. figur 5. Det officielle ELLER-symbol er vist på diagrammet øverst til venstre, men for nemheds skyld kan man anvende et simpelt sammenløb af grenene.

Lejlighedsvis er en hændelse en kombination af flere årsager. Den ene årsag og den anden. Kombinationen kaldes en "OG"-port, jf. figur 5. Begge årsager – udsivende gas og antændelse – skal være til stede, for at hændelsen kan optræde. OG-symbolet er vist øverst til højre. Man kan også illustrere forholdet ved at transformere den ene årsag til en barriere.

Figur 5. Notation for "ELLER" og "OG" i barrierediagrammer.



Barrierer

En barriere er en foranstaltning, som kan hindre en uønsket hændelse i at opstå eller standse et hændelsesforløb eller begrænse en hændelses konsekvenser.

Barrierer kan være rent fysiske foranstaltninger som fx sikkerhedsventiler og automatiske nødstop ved ekstreme driftsparametre. Barrierer kan også være ikke-fysiske regler for medarbejdernes handlinger, fx inspektion eller driftsforbud ved unormale tilstande.

Barrierer kan også være blandinger af fysiske og ikke-fysiske foranstaltninger, fx at en alarm for høj temperatur får en medarbejder til at udløse nødstop. Og endelig kan barrieren være, at en person kun tilfældigt er tilstede, når hændelsen indtræffer.

Resulterende frekvens

Risiko defineres som en funktion af konsekvens og resulterende frekvens. Resulterende frekvens er den hyppighed, hvormed konsekvensen indtræffer: *Resulterende frekvens = årsagshyppighed x sandsynlighed for barrieresvigt.*

Vurdering af hyppighed og sandsynlighed

Efter udfærdigelsen af barrierediagrammerne mødes HAZOP-gruppen igen for at vurdere årsagshyppigheder og sandsynligheder for barrieresvigt.

Nøjagtigheden i vurderingen behøver ikke at være bedre end en faktor 10, fx hyppighed 10 gange om året mod 1 gang om året, eller svigt 1 ud af 100 gange mod 1 ud af 1000 gange.

Ved vurderingen af en barrieres svigtsandsynlighed, skal man vurdere både svigt i detektion af den farlige situation/proces-afvigelse, og svigt af indgreb, der forhindrer det videre forløb.

Den menneskelige svigtsandsynlighed er ofte større end automatikkens. Derfor vil svigtsandsynligheden af en alarmudløsende detektor efterfulgt af et manuelt indgreb være ca. 10 gange større end ved et automatisk indgreb.

Man skal yderligere vurdere, i hvilket omfang barrieren vil kunne stoppe det videre uheldsforløb. Hvis fx en sikkerhedsventil ikke har den tilstrækkelige kapacitet, vil den ikke nødvendigvis hindre en sprængning, selvom den åbner. Ligesom en nødlukning af en ventil ikke hjælper meget, hvis indholdet allerede er sluppet ud.

Hvis der ikke er erfaring vedrørende fejlhyppighed og svigtsandsynlighed for typiske komponenter som pumper, ventiler og transmittere, er der angivet typiske værdier i "OREDA" og "Miljøprojekt nr. 112" (jf. litteraturlisten bagerst i hæftet).

Figur 6. Barrierepoint gengivet efter "Miljøprojekt nr. 112".

Barriere	Svigtsandsynlighed	Barrierepoint
Dobbeltvæg som kan klare den fulde belastning	1 af 100.000 gange	10
Sikkerhedsventil	1 af 1000 gange	6
Automatisk fail-safe-ventil	1 af 100 gange	4
Alarm og manuel nedlukning forudsat flere alarmgivere og flere personer i kontrolrum	1 af 100 gange	4
Kontraventil	1 af 10 gange	2

Ved procesanlæg er det ofte nødvendigt at udføre konsekvensberegninger for at vurdere, hvilken klassifikation af skade et uheld skal have, og hvad sandsynligheden er, for at skaden indtræffer, når hændelsen er sket.

Hypighed eller frekvens kan angives som fx 0,1 gang pr. år, men bedre som 1 gang hvert 10 år.

Svigtsandsynlighed er dimensionsløs. Hvis fx en sikkerhedsventil virker 999 gange ud af 1000 er svigtsandsynligheden 0,001.

Ved komplekse anlæg, hvor der er mange barrierer i serie, er det en fordel at benytte barrierepoint i stedet for at anvende sandsynligheder.

Sammenhængen imellem point og sandsynlighed er givet ved ligningen:

$$\text{svigtsandsynlighed} = 10^{-(0,5 \times \text{pointtal})}$$

Det giver følgende sammenhæng:

- Svigtsandsynlighed 1 svarer til 0 point
- Svigtsandsynlighed 0,1 svarer til 2 point
- Svigtsandsynlighed 0,01 svarer til 4 point
- Svigtsandsynlighed 0,001 svarer til 6 point

Man kan også sige, at en barriere, der er tildelt 2 point, reducerer sandsynligheden, for at hændelsesforløbet udvikler sig yderligere, med en faktor 10.

Beregning af den samlede svigtsandsynlighed udføres som fx: $\frac{1}{10} \times \frac{1}{100} = \frac{1}{1000}$
- og ved brug af barrierepoint som: $2+4 = 6$ point.

For yderligere at simplificere beregningerne angives hyppigheden for årsagen med point således:

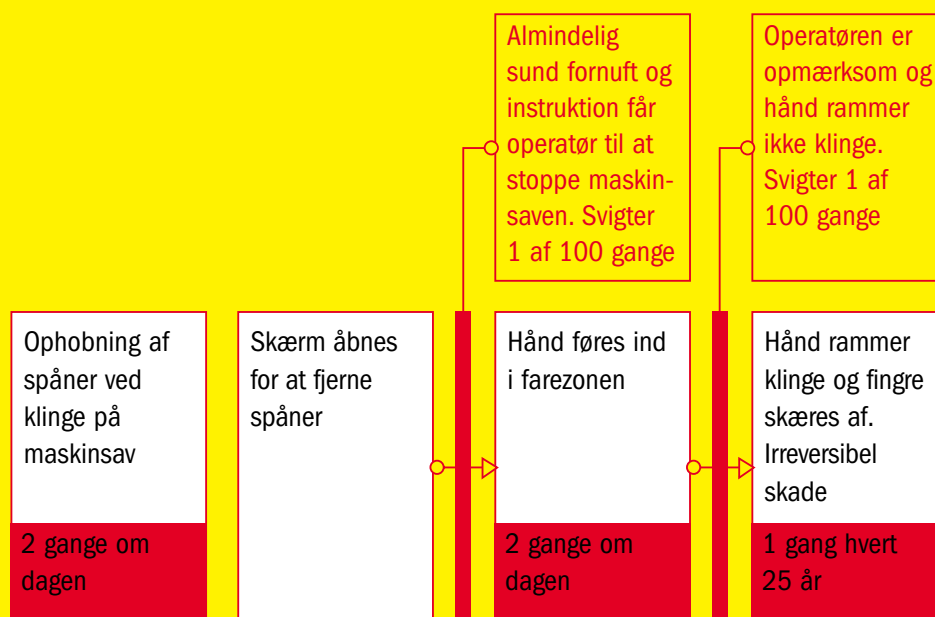
- Hyppighed 1 gang dagligt, dvs. ca. 200 gange om året svarer til -4 point
- Hyppighed 10 gange årligt svarer til -2 point
- Hyppighed 1 gang årligt svarer til 0 point
- Hyppighed 1 gang pr. 10 år svarer til 2 point
- Hyppighed 1 gang pr. 100 år svarer til 4 point

Frekvens af skader

Når HAZOP-gruppen har vurderet hyppigheder for årsager og svigtsandsynligheder for barrierer, indføres disse i barrierediagrammerne. Den resulterende frekvens for hver enkelt skade beregnes og påføres også diagrammerne.

Figur 7 viser et barrierediagram for en automatsav, hvor konsekvensen er afskæring af fingre, hvis hånden føres ind i klingens underrensning for spåner, mens saven kører. Det er nødvendigt at fjerne spåner 2 gange om dagen. Saven skal stoppes og skærmen fjernes for at gøre dette.

Figur 7. Barrierediagram for automatsav med angivelse af årsagshyppighed, svigtsandsynlighed og skadesfrekvens.

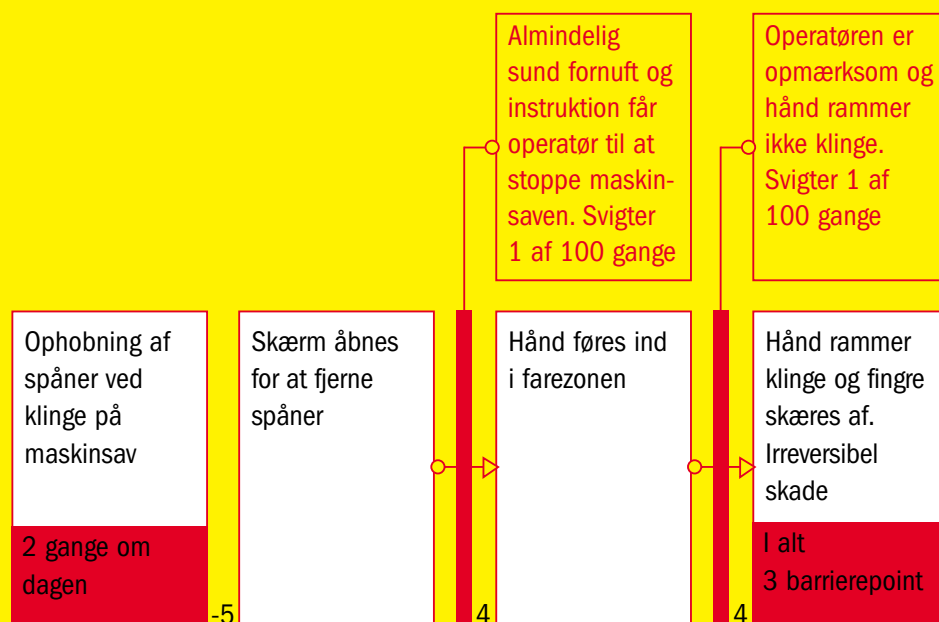


Den frekvens, hvormed skaden i figur 7 sandsynligvis vil forekomme, er 1 gang hvert 25 år. Sandsynligheden beregnes som følger:

- 2 gange om dagen = 400 gange om året
- 400 gange om året / 100 = 4 gange om året
- 4 gange om året / 100 = 0,04 gange om året = en gang hver 1 / 0,04 år = en gang hver 25 år

Ved anvendelse af barrierepoint ser diagrammet ud som på figur 8. De opsummerede point yderst til højre betyder, at der er en sandsynlighed for at få skåret fingrene af hver 30 år.

Figur 8. Barrierediagram for automatsav med angivelse af barrierepoint.



Vurderingskriterier for risiko

Anvendte kriterier

Når virksomheden skal tage stilling til sikkerhedsforholdene på arbejdspladserne, bør det ske efter flg. principper:

- Unødvige risici fjernes
- Øvrige risici reduceres så vidt muligt
- Virksomheden skal være indrettet i overensstemmelse med moderne normer og praksis for sikkerhed

Virksomheden fastsætter de accepterede standarder i sin sikkerhedspolitik.

Ulykkesstatistik

I perioden 1993-97 var antallet af arbejdsulykker med dødelig udgang pr. 100.000 beskæftigede for udvalgte faggrupper som følger:

Branche	Antal ulykker med dødelig udgang pr. år pr. 100.000 beskæftigede	Omregnet antal år mellem sandsynligt dødsfald for den enkelte ansatte
Jord-, beton- og belægningsentreprenører	15,76	06.350
Skibsværfter	13,08	07.650
Maskinindustri	04,15	24.000
Kemisk industri	03,85	26.000
Kontor, administration	01,19	84.000
Svine- og kvægslagterier	01,02	98.000

Kilde: Arbejdstilsynets statistik

Kolonne 3 er beregnet som:

100.000 beskæftigede / antal ulykker med dødelig udgang pr. år pr. 100.000 beskæftigede.

Fx for skibsværfter: $100.000 / 13,08 = 7.645$.

Det udtrykker, at hvis der i denne branche er 7645 beskæftigede, så vil der i gennemsnit ske et dødsfald om året. Sandsynligheden for dødsfald for den enkelte beskæftigede er én gang hver 7645 år.

Statistikken viser den faktiske risiko for de ansatte i de forskellige erhverv. Den er ikke udtryk for en acceptabel risiko.

Anbefaling

Det er ikke praktisk og økonomisk muligt helt at eliminere risikoen ved de anlæg og det udstyr, som anvendes i dag. Det generelle princip er derfor, at risikoen skal være så lille som muligt. Virksomheden fastlægger selv hvilket niveau, der kan accepteres.

Risikovurdering

Hvis der er 10 årsager med lige høj frekvens, der fører til den samme skadeklasse (jf. figur 2), betyder det, at frekvensen for skadeklassen er 10 gange større end for den enkelte årsag.

Omvendt, hvis risikoen er 1 dødsfald pr. 10.000 år for et procesanlæg, hvor 10 ansatte arbejder lige meget, så vil risikoen for den enkelte ansatte være 1 pr. 100.000 år.

Der vil normalt være flere årsager, som fører til samme skadeklasse, men med forskellig frekvens (sandsynlighed).

Derfor må man beregne den resulterende frekvens f_{res} på følgende måde:

$$f_{res} = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}} \text{ osv.}$$

Der kan også være andre maskiner, som den enkelte ansatte arbejder med i løbet af dagen, og derfor skal risikoen fra disse maskiner tillægges for at bedømme risikoen for den ansatte.

I figur 7 er frekvensen for skaden en gang hvert 25 år, og da det er en irreversibel skade, er denne frekvens uacceptabel. Derfor monteres en sikkerhedskontakt på skærmen og en bremse på saven, som så stopper øjeblikkeligt, når skærmen fjernes.

Dette er en ny barriere, og dens svigtsandsynlighed vurderes ud fra, at sikkerhedskontakten kan svigte, bremsen kan svigte, operatøren kan omgå sikkerhedskontakten med tape osv. Svigtsandsynligheden vurderes til 1/1000, idet operatøren vurderes at være det svageste led.

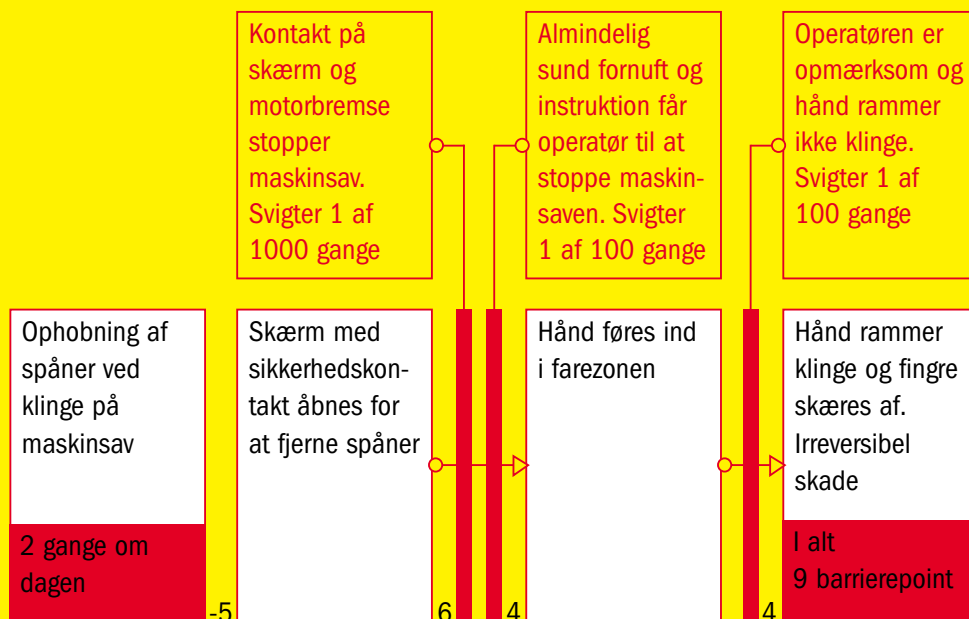
Med indførelse af denne barriere bliver frekvensen for skaden 1 gang hvert 25.000 år som vist på figur 9.

Figur 9. Automatsav med sikkerhedsafbryder.



Før indførelsen af den nye barriere, så diagrammet med barrierepoint for automatsaven ud som på figur 8. De opsummerede 3 point betød, at der var en sandsynlighed for at få skåret fingrene af hver 30 år. Efter indførelsen af den nye barriere ser diagrammet ud som på figur 10. De ni barrierepoint for saven med sikkerhedskontakt viser, at frekvensen for skaden nu er ca. en gang hver 30.000 år.

Figur 10. Automatsav med sikkerhedsafbryder og barrierepoint.



Litteratur

Risikovurdering, Kort vejledning om risikovurdering for maskinfabrikanter. Nordisk Ministerråd 1998.

DS-EN 1050, Principper for risikovurdering. Europæisk norm 1996.

Miljøprojekt nr. 112, Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept. Miljøstyrelsen 1989.

OREDA, Offshore Reliability Data. SINTEF, Trondhjem 1997.

Bilag

Bilag til hæftet kan downloades fra www.Nul.Arbejdsulykker.dk

Bilag 1: Ledord

Bilag 2: HAZOP-skema

Bilag 3: Aktionsskema

De gode metoder

NUL ARBEJDSULYKKER udgiver 30 metoder til brug i det forebyggende arbejde. Metoderne er anvendt med succes i danske og udenlandske virksomheder. Beskrivelserne er lavet af konsulenter, der har brugt metoderne i praksis. Hæfterne bestilles på kampagnens hjemmeside www.Nul.Arbejdsulykker.dk

1. Sikkerhedsledelse og -politik

- 1.1 Sikkerhedsledelse og sikkerhedspolitik
- 1.2 Sikkerhedsledelse – elementer og arbejdsformer
- 1.3 Forandringsledelse og orkestrering
- 1.4 Målstyring og måldialog

2. Intern sikkerhedsdokumentation og -gennemgang

- 2.1 Intern sikkerhedsdokumentation
- 2.2 Virksomhedens anvendelse og vedligeholdelse af sikkerhedsdokumentation
- 2.3 ISOBAR – intern sikkerhedsgennemgang
- 2.4 “Mønsterarbejdspladsen” – metode til intern sikkerhedsdokumentation

3. Økonomisk vurdering af sikkerhed

- 3.1&2 Økonomisk vurdering af arbejdsulykker

4. Sikkerhedskultur

- 4.1 Ændring af sikkerhedskulturer
- 4.2 Analyse af sikkerhedskulturer

5. Læring af ulykker

- 5.1 Tabsårsagsmodellen
- 5.2 Tripod – metode til læring af ulykker
- 5.3 Sikkerhedsorganisationens værktøj til læring af ulykker

6. Medarbejderinvolvering

- 6.1 Sikkerheds Element Metoden
- 6.2 ERFO – inddragelse af medarbejderne i forebyggelse af ulykker
- 6.3 RIV – inddragelse af medarbejderne i forebyggelse af ulykker
- 6.4 Systematisk orden og ryddelighed, 5*S

7. Sikkerhedstræning

- 7.1 Sikkerhedstræning for ledere
- 7.2. Systematisk sikkerhedstræning i virksomheden
- 7.3 Sikkerhedstræning med fokus på organisatorisk adfærd

8. Identificering af risici

- 8.1 Arbejdssikkerhedsanalyse
- 8.2 Risikovurdering af maskiner og tekniske hjælpemidler
- 8.3 Vejledning i risikoanalyse
- 8.4 Identificering af farekilder og vurdering af ulykkesrisici

9. Krav til leverandører

- 9.1&2 Virksomhedens arbejdsmiljøkrav til maskiner og tekniske hjælpemidler
- 9.3 Kundekrav til tjenesteyderes sikkerhedsarbejde

10. Beredskab

- 10.1 Planlægning af beredskab – herunder beredskabsplan for krisehjælp

Identificering af farekilder og vurdering af ulykkesrisici

Hæftet præsenterer en metode til identificering af farekilder og vurdering af ulykkesrisici i anlæg med farlige stoffer og/eller maskiner.

Metoden har fire dele:

- 1 Identifikation af mulige uønskede hændelser
- 2 Analyse af risikoen
- 3 Opstilling af vurderingskriterier for risikoen
- 4 Vurdering af risikoen og evt. anbefaling af forbedringer

Metodebeskrivelsen omfatter *HAZOP-analyse* af procesudstyr og arbejdsprocedurer samt brug af *barrierediagrammer* til kortlægning af hændelsesforløb og opsummering af risiko.

NUL ARBEJDSULYKKER er et kampagnesamarbejde mellem Arbejdstilsynet og Industriens Branchearbejdsmiljøråd koordineret af AT, DI og CO-I.