

# Risikovurdering

Vejledning om metoder til risikovurdering

Industriens Branchearbejdsmiljøråd



i-bar.dk



Vejledningen er finansieret af Industriens Branchearbejdsmiljøråd.

Denne og andre publikationer, som omhandler et godt og sikkert arbejdsmiljø, findes også i elektronisk form på Industriens Branchearbejdsmiljøråds hjemmeside [www.i-bar.dk](http://www.i-bar.dk).

Materialerne fra Industriens Branchearbejdsmiljøråd kan fås ved henvendelse til organisationerne, downloades på [www.i-bar.dk](http://www.i-bar.dk), eller de kan købes hos Videncenter for Arbejdsmiljø, [www.ambutik.dk](http://www.ambutik.dk), tlf. 39 16 52 30. Bestillingsnr.102347.



[i-bar.dk](http://i-bar.dk)

Udarbejdet for I-BAR af COWI A/S

Layout og tryk: Rosendahls-Schultz Grafisk a/s

Fotos: iStock

Trykt på miljøvenligt papir

Oplag: 1000

Marts 2015

ISBN 978-87-93174-37-5





# Indhold

## 4

### 1. Indledning

## 5

### 2. Derfor risikovurdering

- 2.1 Led i effektiv risikostyring
- 2.2 Komplicerede processer og høje krav til sikkerhed
- 2.3 Udfordringer i forhold til effektiv risikostyring
- 2.4 Øget sikkerhedsniveau fordrer nye metoder

## 7

### 3. Sådan gennemføres en risikovurdering

- 3.1 Fremgangsmåde og terminologi
- 3.2 Planlægning
- 3.3 Kvalitative og kvantitative metoder
- 3.4 Kan risikoen nedbringes yderligere?

## 11

### 4. Metoder til kortlægning af farer og barrierer

- 4.1 HAZID (HAZard IDentification)
- 4.2 What-if ("hvad nu hvis")
- 4.3 HAZOP (HAZard OPerability)
- 4.4 HAZID, What-if eller HAZOP?
- 4.5 Schweizerostmodellen
- 4.6 Iboende sikkerhed

## 20

### 5. Risikovurdering på tre niveauer

- 5.1 Risikovurdering i projektering
- 5.2 Risikovurdering af eksisterende anlæg
- 5.3 Risikovurdering ved daglige observationer

## 26

### 6. Udveksling af erfaringer

## 27

### 7. Lovkrav, regler, normer og standarder

- 7.1 Risikobekendtgørelserne
- 7.2 APV og ATEX
- 7.3 Ved projektering
- 7.4 Egne krav

## 29

### 8. Ordliste

## 31

### 9. Henvisninger

## 32

Bilag A. To eksempler på udfyldte HAZID-skemaer

Bilag B. Eksempel på udfyldt What-if-skema

Bilag C. Eksempel på udfyldt HAZOP-skema

# 1. Indledning

Denne vejledning angiver det niveau og den gode praksis vedrørende styring af risici for uheld og ulykker, som parterne ønsker skal være til stede i industrien.

Målgruppen for vejledningen er arbejdsmiljøorganisationen i industrivirksomheder med komplicerede processer, som ønsker at komme godt i gang med risikovurdering.

Formålet med vejledningen er:

- at sætte arbejdsmiljøorganisationen i stand til at holde risici på et niveau, som er tilstrækkelig lavt og forsvarligt
- at forbedre kvaliteten af risikovurderinger
- at prioritere den forebyggende indsats dér, hvor den gør mest gavn

Hensigten er at give inspiration til at gå i gang med opgaven og give et overblik over muligheder og metoder til systematisk risikovurdering baseret på best practice.

Vejledningen introducerer væsentlige begreber og beskriver, hvordan effektiv risikostyring indebærer en indsats på tre niveauer:

1. I forbindelse med projektering af produktionsanlæg
2. Ved regelmæssige, systematiske gennemgange af eksisterende anlæg
3. Ved daglige observationer

Udgangspunktet for vejledningen er, at risikostyring altid begynder med, at virksomheden sikrer sig, at alle lovgivningsmæssige krav er overholdt, og at normer og god praksis for projektering af anlægget er fulgt. Dernæst foretages en identifikation og vurdering af risici ved hjælp af de metoder og systematikker, som er beskrevet i denne vejledning. Det sker for at sikre, at samtlige risici er adresseret.

Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder indholdet i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for området.

## 2. Derfor risikovurdering

### 2.1 Led i effektiv risikostyring

Sikkerhed måles ofte på fravær af uønskede hændelser. Nogle virksomheder har opslag ved indgangen, der viser statistikken over hvor mange dage der er arbejdet uden ulykker, der har medført sygefravær. Men længe tid uden arbejdsulykker kan også give en falsk trykthed. Det er vigtigt at fastholde fokus på risici og sikkerhed, for eksempel ved at have fokus på tilløb til uheld. Disse tilløb til uheld er gode til at vise, at farerne lurar under overfladen, og hvis omstændighederne havde været blot lidt anderledes, kunne de have udviklet sig til en rigtig ulykke. Derved fastholdes opmærksomheden på sikkerhed i dagligdagen.

Effektiv risikostyring opnås ved:

- at identificere farer, vurdere risikoen og gennemføre nødvendige sikkerhedsforanstaltninger
- løbende at overvåge og justere indsatsen
- regelmæssigt at gentage risikovurderinger

### 2.2 Komplicerede processer og høje krav til sikkerhed

Hver dag foretager vi alle en lang række beslutninger baseret på en konkret vurdering af risici. Det sker ud fra den viden, vi hver især har. Men denne hverdagsagtige metode kommer til kort, hvis processerne er komplicerede, eller hændelserne sker sjældent.

Risikovurdering er opstået som særskilt disciplin i virksomheder, fordi arbejdsoperationerne er blevet mere komplekse og processerne mere specialiserede samtidig med, at overvågning og styring ofte er overtaget af computere. Desuden stiller vi højere krav til sikkerheden end tidligere. Risikovurdering anvendes således i høj grad til at gøre systemer mere sikre.

Der udføres også risikovurderinger i forbindelse med arbejdspladsvurderingen (APV). For virksomheder med komplicerede processer er det dog ofte nødvendigt at anvende en af denne vejlednings metoder for at sikre, at alle uønskede afvigelser i processen er grundigt vurderet.

### 2.3 Udfordringer i forhold til effektiv risikostyring

*Alvorlige ulykker er relativt sjældne*

Danmark har mange relativt små virksomheder. Det betyder, at alvorlige arbejdsulykker forekommer sjældent i den enkelte virksomheds perspektiv. Hvis organiseringen havde været anderledes med færre, men større virksomheder, ville den enkelte virksomhed opleve, at ulykker skete hyppigere. Hvis ulykker opleves som helt usandsynlige sammentræf af flere uheldige omstændigheder, som man nemt kommer til, hvis de sjældent sker, kan ulykkesrisici blive undervurderet i det daglige arbejde.

*Standardløsninger findes ikke eller har begrænsninger*

Danmark har en høj andel af special- og nicheproduktion. I sikkerhedsmæssig sammenhæng kan det betyde, at der ikke umiddelbart findes standardiserede løsninger. Findes der standardløsninger, er det vigtigt at være opmærksom på, at de kan have begrænsninger. Det kan derfor være nødvendigt at skræddersy sikkerhedstiltag til virksomhedens særlige behov.

*Sikkerhed versus produktivitet*

Nogle sikkerhedsforanstaltninger kan opleves som snærende i forhold til produktionen. Et typisk eksempel er, at et emne er fastklemmt i en maskine. Det kan være fristende "lige" at fjerne emnet, inden produktionsforstyrrelsen vokser sig større og fører til et produktionsstop. Det er i sådanne situationer vigtigt, at virksomheden har klare regler for, hvad der er i orden, og hvad der ikke er i orden, og at den har en sikkerhedskultur, hvor det ikke er i orden at tage chancer, selv om det er med den bedste intention.

Virksomheder, der prioriterer risikostyring, er også opmærksomme på, at sikkerhedsforanstaltninger kan opleves som overflødige. Et højt niveau af sikkerhed opnås ofte ved at dublere vigtige tjek eller ved at dublere instrumenter, så der stadig er én god måling, selv om et andet instrument svigter. Hvis det glemmes, at instrumenterne har en sikkerhedsmæssig funktion, kan man ved en isoleret hastig vurdering komme til at konkludere, at det ene instrument er overflødigt, for "hvorfor have to målinger, hvis én er nok?" I praksis kan det eksempelvis ske, hvis det ene instrument går

itu, og det overvejes, om det virkelig er nødvendigt at reparere det. For at gøre det sværere at overse sikkerhedsforanstaltninger og begå sådanne fejltagelser er det en god idé at sætte sikkerhedsforanstaltninger på en 'liste over barrierer'.

Det er en udfordring, at sikkerhedsmarginer langsomt risikerer at blive omsat til produktivetsforbedringer. Der findes eksempler på, at den løbende optimering og produktivetsforbedring, der er nødvendig inden for alle brancher, medfører, at sikkerhedsniveauet langsomt udhules.

Eksempelvis styrtede et fly ned, fordi en gevindstang, som styrede en del af haleroret, var nedslidt. Sliddet skyldtes manglende smøring af gevindstangen. Den manglende smøring var en følge af, at smørintervallet over en 15-årig periode var blevet forlænget som en følge af den almindelige løbende effektivisering. Den umiddelbare årsag til flystyrtet var, at en mekaniker havde begået en fejl og ikke havde gennemført en korrekt smøring. Femten år tidligere ville dette ikke have givet anledning til problemer, for komponenten blev smurt så ofte, at en enkelt smøring kunne udelades, uden at det var katastrofalt. Men denne sikkerhedsmargin var langsomt forsvundet, fordi effektiviseringer gradvist havde udhulet den.

Optimeringer og produktivetsforbedringer kan medføre, at sikkerhedsforanstaltningerne snigende udhules, på trods af at hver enkelt ændring risikovurderes. Dette forebygges ved regelmæssigt at gennemføre risikovurderinger på ny "fra bunden", og ved at virksomheden systematisk og vedvarende registrerer og følger op på tilløb til uheld.

#### *Synlige versus mindre synlige farer*

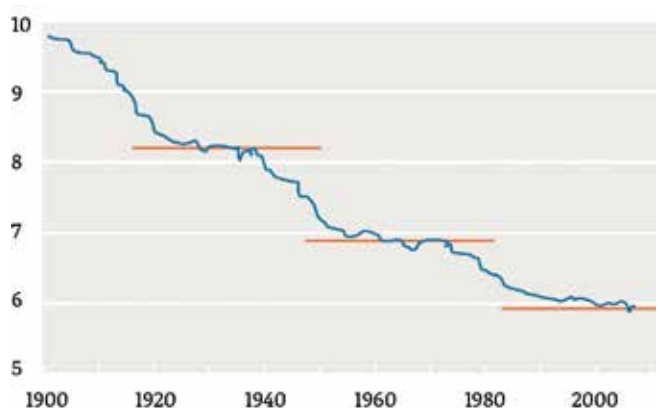
En væsentlig del af det daglige arbejdsmiljøarbejde går med at udarbejde og følge sikre arbejdsrutiner og med at indskærpe, at der anvendes den rigtige personlige beskyttelse – sikkerhedsbriller, hjelm, sikkerhedssko osv. Dette arbejde har meget stor betydning, men det må ikke tage opmærksomheden fra de mindre synlige farer, som kan give anledning til alvorlige ulykker.

## 2.4 Øget sikkerhedsniveau fordrer nye metoder

Uhedsstatistikken for alvorlige ulykker har længe ligget på et nogenlunde konstant niveau, mens andre områder har kunnet fremvise forbedringer. Man kan tale om en stagnation, som ofte beskrives ved en plateaueffekt, jf. Figur 1. Plateaueffekten udtrykker, at selv om der kastes flere og flere ressourcer ind i det traditionelle sikkerhedsarbejde, udebliver de mærkbare resultater. Sikkerhedsniveauet har nået et plateau, hvor det ikke hjælper at gøre mere af det samme.

Hvis et plateau skal brydes, må der gøres noget nyt. Hvert plateau har sine forebyggelsesmetoder. Der kan eksempelvis opnås store sikkerhedsmæssige fremskridt ved systematisk granskning og forbedring af design og instrumentering. Men når fordelene ved brug af denne metode er udnyttet, stagnerer effekten på et plateau.

For at øge sikkerheden yderligere skal der suppleres med andre metoder, eksempelvis ved opkvalificering af de ansatte og systematisk granskning af procedurer for at undgå fejlbetjening. Så opnås der nye forbedringer, men på et tidspunkt flader effekten af denne indsats også ud. Hvis dette plateau skal brydes, er det nødvendigt eksempelvis at fokusere på hændelser, hvor der intet skete, men som kunne have udviklet sig til et uheld – de såkaldte tilløb til uheld. Hvis sådanne tilløb registreres og undersøges, kan fremtidige uheld forebygges.



Figur 1 Eksempel på, hvordan virkningen af en bestemt indsats flader ud. Den konstruerede kurve viser, hvordan antallet af ulykker per 10.000 ansatte falder over tid, men med tre plateauer.

# 3. Sådan gennemføres en risikovurdering

## 3.1 Fremgangsmåde og terminologi

Figur 2 giver et overblik over den typiske fremgangsmåde for en risikovurdering.



Figur 2 Trinene i en risikovurdering er: Kortlægning, karakterisering og vurdering. Risikovurderingen følges op af handling.

### Kortlægning af scenarier

En risikovurdering begynder med, at man kortlægger farer og scenarier. Fare defineres som en tilstand/situation, der kan medføre uheld eller anden uønsket hændelse. En fare kan eksempelvis være, at ting stables højt på en reol. Det er en fare, fordi tingene senere kan styrte ned. Der kan være flere udløsende årsager til, at de falder ned. Kombinationen af årsag og hændelsesforløb, inklusive selve hændelsen, kaldes et scenario. Der er ofte flere scenarier. Et scenario kunne være, at et lille puf ved arbejde med en kasse på reolens bagside kunne få en anden kasse til at falde ned på forsiden. Et andet scenario kunne være, at reolens ben måske kan påkøres, så den bliver ustabil og vælter. Et tredje scenario er, at reolen kan blive overbelastet, hvis der i en periode produceres usædvanligt mange tunge varer, eller de stables på en uheldig måde. En risikovurdering begynder altid med at kortlægge disse scenarier ved hjælp af en systematisk metode.

### Vurdering af scenariernes bidrag til den samlede risiko

Efter kortlægningen af farer og scenarier vurderer man hvert af scenariernes bidrag til den samlede risiko ved anlægget eller på arbejdspladsen. Dette gøres ved at vurdere, hvor sandsynligt scenariet er, og hvor alvorlig konsekvensen er. Risikoen ved scenariet bestemmes eller scores på grundlag af kombinationen af sandsynlighed og konsekvens. En hændelse med meget alvorlig konsekvens kan godt have en lille risiko, hvis hændelsen vurderes at være helt usandsynlig. Omvendt kan en hændelse med en mindre alvorlig konsekvens godt have en høj risiko, hvis hændelsen forekommer ofte. På den måde hjælper en risikoanalyse til at prioritere

indsatsen på de scenarier, der bidrager mest til den samlede risiko, altså til at prioritere indsatsen, hvor den gør mest gavn. Det vil tit være nødvendigt at vurdere sandsynligheden ud fra oplysninger om, hvor ofte de udløsende årsager kan tænkes at forekomme, og en skønnet effektivitet af de eksisterende sikkerhedsforanstaltninger.

### ALARP-princippet

Vurderingen af risici kan udføres med udgangspunkt i et princip om at nedbringe risici til et niveau, der er "så lavt, som det er rimeligt og praktisk muligt". Det kaldes ALARP-princippet (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **P**racticable).

Hvis risikoen vurderes at være for høj, kan der træffes flere sikkerhedsforanstaltninger. I eksemplet med varerne på reolen kan kasser på en palle eksempelvis sikres mod nedstyrtning ved omvikling med plastic, og reolen kan sikres fysisk mod påkørsel.



Figur 3 Risikoen er reduceret ved, at reolerne er sikret fysisk mod påkørsel.

I risikoterminologi siger man, at risikoen nu er reduceret, men faren er uændret. Tingene er stadig stablet højt, og derfor kan de stadig falde ned og være årsag til en ulykke. Faren kan godt reduceres. Det kan for eksempel ske ved at reducere stabelhøjden.

Det er altid bedst at forsøge at fjerne faren. Eksempelvis ved at erstatte et farligt stof med et mindre farligt stof. Eller i eksemplet med reolen ved at undgå at stable i højden. Men det er ikke altid muligt, og man må koncentrere sig om det næstbedste: At reducere risikoen. Enten ved at gøre hændelsen mindre sandsynlig eller ved at gøre konsekvensen mindre alvorlig.

### 3.2 Planlægning

Figur 4 viser et flowdiagram over de enkelte trin i en risikovurdering.

Forudsætningerne for effektiv risikovurdering er:

- Ledelsesprioritering
- Inddragelse af erfarne medarbejdere i arbejdsgruppen
- Optimale arbejdsvilkår til arbejdsgruppen
- Fokus på, at fareidentifikation er en kreativ proces
- Fokus på det væsentlige, så arbejdsgruppen forbliver engageret

Når der tages beslutning om at gennemføre en risikovurdering, afsættes der derfor samtidig tid og midler til risikovurderingen, og arbejdet organiseres. Der udpeges en ansvarlig for risikovurderingen, og der sammensættes en arbejdsgruppe med specialkompetencer. Der træffes foranstaltninger, så medlemmerne i nødvendigt omfang friholdes fra andre opgaver.

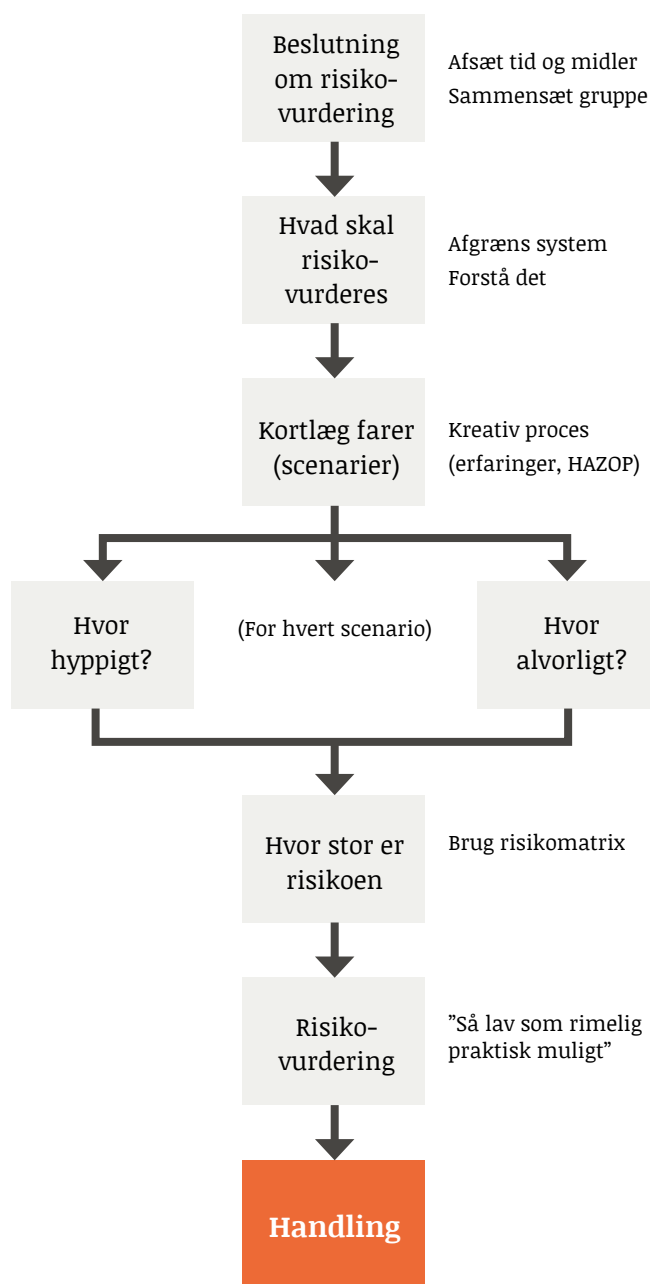
Grænseflader til eksempelvis andre afdelinger og leverandører er meget vigtige. Hvis der er tale om komplicerede processer, hvor mellemprodukter modtages fra andre afdelinger, bliver afgrænsningen ekstra vigtig, fordi den kan have indflydelse på sammensætningen af arbejdsgruppen. Det kan således være nødvendigt at indkalde personer fra andre afdelinger med særlig viden om, hvilke risici der er på deres side af grænsefladen og i selve overleveringen.

Udføres væsentlige opgaver af underleverandører, afgøres det, hvordan dette aspekt håndteres. Det kan eksempelvis ske ved at inddrage underleverandøren i arbejdet med at vurdere risici.

Det besluttes, hvilken metode der skal anvendes til fareidentifikation. Der er udviklet flere gode metoder, hvor What-if eller HAZOP er de hyppigst anvendte. Det er begge kreative metoder med det formål at få afdæk-

ket, hvad der kan gå galt, altså at få kortlagt mulige scenarier. Ved begge metoder er det en gruppe af personer med forskellig baggrund, der tilsammen kan gennemføre en relevant og fyldestgørende kortlægning. Ved en korrekt gennemført kortlægning trækkes der på gruppens samlede viden og forestillingsevner, som er mere omfattende end nogen enkeltpersons. Resultatet af kortlægningen er en liste af mulige scenarier.

For hvert scenarie vurderes det, hvor ofte hændelsen kan forekomme (sandsynlighed), og hvor alvorlig



Figur 4 De forskellige trin i en risikovurdering vist i et flowdiagram. I forhold til figur 2 svarer de tre første kasser til trinnet "kortlægning". De tre næste kasser, hvor sandsynlighed og konsekvens vurderes og risikoen størrelse beregnes, svarer til "karakterisering". Den næstsidste kasse svarer til "vurdering". Risikovurderingen følges op af handling.



hændelsen er (konsekvens). På baggrund heraf tildeles hvert scenarie en risikoscore.

Der bruges ofte en grov klassificering for sandsynlighed. Eksempelvis en skala fra 1 til 5, hvor 1 svarer til "meget usandsynlig", og 5 svarer til "ofte". På tilsvarende måde kan alvorligheden af hændelsen klassificeres på en skala. Derefter kan hvert scenarie indplaceres i en matrix som vist i Figur 5.

Når risikoen er scoret for alle scenarier, er det muligt at få et overblik over det samlede risikobillede. Ressourcerne anvendes mest effektivt, hvis der først sættes ind over for de scenarier, som bidrager mest til den samlede risiko.

### 3.3 Kvalitative og kvantitative metoder

Matrixmetoden, som er beskrevet ovenfor og illustreret med Figur 5, er et eksempel på en kvalitativ metode til risikovurdering. En risikovurdering kan imidlertid udføres på forskellige måder og efter forskellige metoder. Der skelnes grundlæggende mellem kvalitative og kvantitative metoder.

Ved kvantitative metoder skal der sættes talværdier på sandsynligheder og konsekvenser, for at man kan gennemføre en risikovurdering. Ved kvalitative metoder anvendes skalaer og klassificeringer.

Den kvantitative risikovurdering er mere præcis, men arbejdsomfanget er også større. Det vil tit være nødvendigt at vurdere sandsynligheden ud fra oplysninger om, hvor ofte de udløsende årsager kan tænkes at forekomme, og en skønnet effektivitet af de eksisterende sikkerhedsforanstaltninger. Der startes derfor ofte med kvalitative matrix-metoder. Dette er ofte tilstrækkeligt til at kunne træffe en beslutning.

### 3.4 Kan risikoen nedbringes yderligere?

En risikovurdering indeholder to dele: en undersøgende (analytisk) del og en vurderende del, hvor det afgøres, om risikoen er tilstrækkeligt lav. Aktiviteterne ovenfor med planlægning, grænseflader, fareidentifikation, risikoscore af scenarier og et samlet overblik over hele risikobilledet udgør den undersøgende el-

		Sandsynlighed					
		5 Ofte	4 Sandsynlig	3 Sjældent	2 Usandsynlig	1 Meget usandsynlig	
Konsekvens	5	Katastrofal	Høj risiko	Høj risiko	Høj risiko	Høj risiko	Mellem risiko
	4	Kritisk	Høj risiko	Høj risiko	Mellem risiko	Mellem risiko	Lav risiko
	3	Farlig	Høj risiko	Mellem risiko	Mellem risiko	Lav risiko	Lav risiko
	2	Noget farlig	Mellem risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
	1	Uønsket	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko

Høj risiko

Mellem risiko

Lav risiko

Figur 5 Eksempel på skema (matrix), hvor risiko for et uheldsscenario vurderes på grundlag af sandsynlighed og konsekvens. Bemærk, at denne matrix vægter konsekvens højere end sandsynlighed: Selv om en katastrofal hændelse sker ekstremt sjældent, er risikoen karakteriseret som "mellem" i stedet for "lav".

ler analytiske del. Selve vurderingen kan udføres ved ALARP-princippet\*. ALARP-princippet betyder, at risici skal nedbringes til et niveau, der er "så lavt, som det er rimeligt og praktisk muligt". Dette opnås i praksis ved at følge disse enkle kriterier:

- Unødige risici fjernes
- Risici reduceres, så vidt det er rimeligt og teknisk muligt, eller lovgivning i øvrigt kræver det
- Nye virksomheder etableres i overensstemmelse med moderne normer og god praksis for sikkerhed

I det praktiske arbejde vil risikoen i mange scenarier blive vurderet til "lav". Det sker eksempelvis, hvis hændelsen vurderes kun at ske meget sjældent. Men det er stadig vigtigt at overveje, om risikoen ved en beskeden indsats kan nedbringes yderligere. Først da er risikoen ALARP.

Bemærk, at ALARP ikke er det samme som det strengere kriterium, at risikoen er så lav som overhovedet muligt.

\* Vær opmærksom på, at anvendelse af ALARP-princippet ikke i sig selv er en garanti for overholdelse af Arbejds miljøloven. Jf. Arbejdstilsynets bekendtgørelse om arbejdets udførelse §4, skal arbejdet i alle led planlægges og tilrettelægges således, at det kan udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt. Planlægningen og tilrettelæggelsen af arbejdet skal ske under hensyntagen til de forebyggelsesprincipper, der er angivet i bilag 1 til bekendtgørelsen. Det vil derfor altid bero på en konkret vurdering, om en risiko er tilstrækkeligt forebygget efter arbejdsmiljøreglerne.

## 4. Metoder til kortlægning af farer og barrierer

Kortlægningen af farekilder – eller fareidentifikation – er ubetinget det vigtigste og nogle gange det sværeste trin i en risikovurdering. For hvis faren ikke er identificeret, har hele den efterfølgende analyse et blindt punkt. For at være sikker på at alle risici er fundet, må kortlægningen være systematisk og følge en formel metode. Det er også vigtigt, at den er skriftlig, så andre på et senere tidspunkt har en realistisk mulighed for at gå tilbage og se, hvilke risikoovervejelser der lå til grund for anlæggets sikkerhed.

I dette kapitel gennemgås tre metoder, som kan bruges til at identificere farer: HAZID-metoden, What-if-metoden og HAZOP-metoden. Dernæst præsenteres schweizerostmodellen, der benyttes til at kortlægge barrierer og barrierebrud. Endelig præsenteres iboende sikkerheds-princippet, som handler om at fjerne faren i stedet for at beskytte mod faren. Inden for denne vejlednings rammer er det ikke muligt at give en beskrivelse, der gør læseren til ekspert i metoderne. Det vil være nødvendigt at opkvalificere de medarbejdere, som skal arbejde med risikovurdering, med kurser eller træningsforløb, hvis det fulde udbytte af metoderne skal opnås. Alternativt kan der søges rådgivning fra specialister.

### 4.1 HAZID (HAZard IDentification)

En almindelig tjekliste består af en række spørgsmål om en teknisk proces, om drift, om vedligehold eller andre forhold, der ønskes undersøgt. Det er en af de mest simple måder at gennemføre en fareidentifikation på. Det primære formål er at sikre, at forskellige tjekpunkter ikke bliver overset. Det er vigtigt at anvende sikkerhedstjeklister i designfasen, i projekteringsfasen og i driftsfasen. Tjeklister udarbejdes sædvanligvis på grundlag af indhøstede, ofte personlige erfaringer, men kan også være udarbejdet på grundlag af krav i love og standarder. Et eksempel på en ganske omfattende tjekliste kan findes i Duguid I (2004).

En HAZID (*HAZard IDentification*) er en særlig anvendelse af tjeklister, hvor en gruppe af personer ved en kreativ arbejdsproces skaffer overblik over de mulige farekilder på et anlæg. Arbejdsgruppen opdeler anlægget i mindre områder. For hvert område lader gruppen sig inspirere af ledeord på en tjekliste og noterer de farer, der er relevante for området. Figur 6 viser en liste over typiske ledeord.

<b>1 Farlige stoffer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Brandbar</li> <li><input type="checkbox"/> Eksplosiv</li> <li><input type="checkbox"/> Giftig</li> <li><input type="checkbox"/> Farlig for miljøet</li> <li><input type="checkbox"/> Korrosiv</li> <li><input type="checkbox"/> Kvælende</li> <li><input type="checkbox"/> Voldsom reaktion med ...</li> <li>_____</li> <li><input type="checkbox"/> (Lugt)</li> </ul>	<b>2 Omgivelser</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Oversvømmelse</li> <li><input type="checkbox"/> Temperatur af omgivelser</li> <li><input type="checkbox"/> Vind</li> <li><input type="checkbox"/> Sandstorm</li> <li><input type="checkbox"/> Regn</li> <li><input type="checkbox"/> Jordskælv</li> <li><input type="checkbox"/> Lyn</li> <li><input type="checkbox"/> Fundering</li> <li><input type="checkbox"/> Jordskred</li> <li><input type="checkbox"/> Erosion (kyst, flod)</li> </ul>	<b>3 Mennesker</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Omkringliggende industrielle installationer</li> <li><input type="checkbox"/> Omkringliggende transportkorridorer</li> <li><input type="checkbox"/> Omkringliggende arealanvendelse</li> <li><input type="checkbox"/> Omkringliggende beboelse</li> <li><input type="checkbox"/> Andre menneskelige aktiviteter</li> <li><input type="checkbox"/> Sikring, trusler</li> <li><input type="checkbox"/> Politisk/social uro</li> <li><input type="checkbox"/> Omkringliggende antændelseskilder</li> </ul>	
<b>4 Anlæg</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Lagerområder</li> <li><input type="checkbox"/> Tab af genstand (kran)</li> <li><input type="checkbox"/> Sammenstyrtning</li> <li><input type="checkbox"/> Mekanisk svigt</li> <li><input type="checkbox"/> Forhindringer</li> <li><input type="checkbox"/> Overtryk</li> <li><input type="checkbox"/> Overfyldning af tank</li> </ul>	<b>5 Proces</b> <p>Udslip af:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Brandbar gas</li> <li><input type="checkbox"/> Brandbar væske</li> <li><input type="checkbox"/> Forurenende stof</li> <li><input type="checkbox"/> Kemisk reaktion</li> <li><input type="checkbox"/> Opstart/nedlukning</li> </ul>	<b>6 Hjælpesystemer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Inert gas</li> <li><input type="checkbox"/> Trykluft</li> <li><input type="checkbox"/> Varmemedie</li> <li><input type="checkbox"/> Kølesvigt</li> <li><input type="checkbox"/> Strømsvigt</li> <li><input type="checkbox"/> Brandvand</li> </ul>	<b>7 Arbejdssted</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Miljøpåvirkning (varme, kulde osv.)</li> <li><input type="checkbox"/> Kemisk påvirkning</li> <li><input type="checkbox"/> Fald, snublen osv.</li> </ul>

Figur 6 Tjekliste med typiske ledeord ved en HAZID. I planlægningen af HAZID-mødet vil tovholderen tilpasse ledeord til det aktuelle projekt.

Dato:  
 Område:  
 Basis (tegning):  
 Deltagere:

HAZID Ledeord	Hændelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerheds- foranstalt- ning	Aktion	Bemærk- ning

Figur 7 Eksempel på skema til dokumentation af resultatet af en HAZID.

Det særlige ved en HAZID er, at gruppen ikke kun ser på selve produktionsprocessen. Ledeordene tvinger gruppen til også at tænke over de ydre forhold eller påvirkninger, som kan udgøre en fare. Det kan for eksempel være oversvømmelse (skybrud), erosion af jord, storm eller aktiviteter på nabovirksomheder. En HAZID udføres derfor ofte tidligt i projekteringsfasen.

HAZID-gruppen sammensættes af:

- Designteamet, der kan redegøre for processen, råvarer, farlige stoffer mm.
- Nogen med kendskab til layout, bygninger, undergrundens beskaffenhed mm.
- Nogen med kendskab til naboforhold, omgivelser og påvirkninger fra miljøet (vind, vejr osv.), hvis det er relevant
- Repræsentanter for arbejdsmiljøorganisationen
- En tovholder
- En referent

Tovholderen opdeler i forbindelse med planlægningen af HAZID-mødet processen i delområder. Tovholderen forbereder desuden en tjekliste med ledeord, der er relevante for hvert område. Gruppen gennemgår derefter alle delområder ét efter ét og anvender alle ledeord på hvert område. Hvis faren er relevant for området, vurderer gruppen, under hvilke omstændigheder faren kan opstå (årsager), og hvor alvorlig hændelsen vil være (konsekvens). Gruppen noterer de eksisterende sikkerhedsforanstaltninger og drøfter, om der er behov for flere.

HAZID-gruppen noterer resultatet af overvejelserne på skemaform. Et eksempel på et sådant skema er vist i Figur 7.

To eksempler på udfyldte HAZID-skemaer kan ses i bilag A.

Detaljeringsgraden vil normalt være at sammenligne med et udvidet beslutningsreferat. Der må foretages

en afvejning mellem to forhold: På den ene side ønsket om en kort og præcis beskrivelse af gruppens overvejelser. På den anden side det behov, der efterfølgende kan være for at forstå gruppens ræsonnementer. Det behov kan der eksempelvis være, hvis der er sket et tilløb til uheld, og det er nødvendigt at vurdere, hvilke andre muligheder for uheld HAZID-gruppen drøftede, da processen blev designet.

Skemaerne indgår ofte i en kort HAZID-rapport. Den beskriver også projektets formål og gruppens arbejde. Desuden indeholder den en kopi af det tegningsmateriale, der ligger til grund for HAZID'en.

En HAZID-tjekliste er en "lukket" metode i den forstand, at arbejdet er færdigt, når det sidste punkt på tjeklisten er gennemgået. Tjeklister har mange fordele: De er nemme at arbejde med, kræver begrænset instruktion og oplæring, og de er lette at auditere med. Den væsentligste ulempe er, om tjeklisten er god nok: Om tjeklistens punkter er relevante og tilstrækkeligt dækkende for den proces, der undersøges.

## 4.2 What-if ("hvad nu hvis")

I What-if-metoden stilles en række spørgsmål af typen "hvad nu hvis..." til processen. Det kan eksempelvis være "hvad nu hvis leverandørens tankbil med kemikalier kører, mens slanger stadig er tilkoblet". Eller "hvad nu hvis chaufføren kommer for sent/tidligt, så kontaktpersonen er optaget af andre opgaver".

Metoden er populær, fordi den er generelt anvendelig. Den kan anvendes:

- i projekteringsfasen
- til at vurdere en arbejdsprocedure
- til at vurdere et udkast til en produktionsproces

Metoden er særligt brugt til at vurdere forhold vedrørende håndtering af råvarer eller materialer, hvor

Dato:  
 Område:  
 Basis (tegning/procedure):  
 Deltagere:

What-if spørgsmål	Hændelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Bemærkning

Figur 8 Eksempel på skema til dokumentation af resultatet af en What-if-fareidentifikation.

sammenblanding eller forvekslinger skal undgås, eller hvor materialer skal håndteres i en bestemt rækkefølge. Her vil ledeordene i en HAZID sjældent være dækkende. Fremgangsmåden i en HAZOP (se næste afsnit) er heller ikke helt dækkende, hvis det ikke er relevant at tale om procesvariable som eksempelvis tryk og temperatur. What-if-metoden kan også anvendes til at vurdere en nødplan, hvor de ansatte i tilfælde af brand eller på et bestemt signal skal gå til et samlingssted. Her vil naturlige What-if-spørgsmål være:

- "Hvad nu hvis alarmen ikke høres?"
- "Hvad nu hvis det vil være sikrere at gå til det alternative samlingssted?"
- "Hvad nu hvis der er fremmede håndværkere på stedet?"

Det bedste resultat opnås, hvis metoden bruges af en arbejdsgruppe, hvor deltagerne hver især bidrager med specialviden. Det kan være specialviden om processen eller om, hvordan materialerne opfører sig under normal håndtering og under mulige afvigelser fra det normale.

Hvis formålet er at vurdere en arbejdsprocedure, deltager en operatør med kendskab til og praktisk erfaring fra arbejdsoperationen. Hvis sammenblanding eller forvekslinger af materialer skal undgås, eller hvis materialer skal håndteres i en bestemt rækkefølge, er det også nødvendigt at inddrage en operatør, idet der ofte er mange skarpe iagttagelser om fejlliverancer eller leverancer af andre varer, hvor emballagen kunne forveksles. En repræsentant for arbejdsmiljøorganisationen deltager altid. Gruppens arbejde ledes af en tovholder. Tovholderen er ansvarlig for, at arbejdsgruppen har den korrekte sammensætning.

Metoden forudsætter, at der er et skriftligt grundlag, som kan undersøges. Det kan være en skitse, en teknisk tegning eller et udkast til en arbejdsprocedure. Hvis der er tale om en tegning, vil det ofte være hensigtsmæssigt at opdele den i mindre bidder, der er logisk

eller fysisk afgrænsede. Disse dele betragtes derefter én efter én. Hvis der er tale om en procedure, opdeles den i arbejdsstrin – ikke nødvendigvis hvert enkelt trin i proceduren, men en gruppe af beslægtede trin. Dette forberedende arbejde udføres af tovholderen.

Tovholderen vil i forberedelsesfasen også have udarbejdet en liste med relevante What-if-spørgsmål. Tovholderen undersøger ligeledes, om virksomheden har registreret tilløb til uheld i forbindelse med processen eller arbejdsoperationen. Tovholderen undersøger også på forhånd, om der er sket uheld på lignende anlæg eller i forbindelse med lignende arbejdsoperationer på andre virksomheder.

På selve mødet undersøger arbejdsgruppen processen eller proceduren i den rækkefølge, som tovholderen har planlagt. For hvert område danner gruppen spørgsmål af "hvad nu hvis"-typen og noterer de farer, der er relevante for området. Tovholderen styrer processen, så alle områder betragtes, og listen med forberedte What-if-spørgsmål bliver vurderet af gruppen. Hvis gruppen går i stå, fordi der mangler oplysninger, vil tovholderen skrive et aktionspunkt, så oplysningerne senere kan blive indhentet og vurderet. Det er en balancegang at vurdere, om et aktionspunkt er nødvendigt, eller om gruppen vil være i stand til at træffe en afgørelse på det foreliggende grundlag. Tovholderens væsentligste opgave er imidlertid at stimulere deltagerne til kreativt at bidrage med forslag.

Arbejdsgruppen noterer resultatet af overvejelserne i skemaform. Et eksempel er vist i Figur 8.

Et eksempel på et udfyldt What-if-skema er vist i bilag B.

Detaljeringsgraden vil normalt være at sammenligne med et udvidet beslutningsreferat. Der må foretages en afvejning mellem to forhold: På den ene side ønsket om en kort og præcis beskrivelse af arbejdsgruppens overvejelser. Og på den anden side det behov, der efter-

følgende kan være for at kunne følge gruppens ræsonnementer. Det er der eksempelvis behov for, hvis der er sket et tilløb til uheld, og det er nødvendigt at vurdere, hvilke andre muligheder for uheld What-if-gruppen drøftede, da processen blev risikovurderet.

Skemaerne indgår ofte i en kort What-if-rapport. En What-if-rapport beskriver også projektets formål og gruppens arbejde. Desuden indeholder den en kopi af det materiale, der ligger til grund for kortlægningen. What-if-metoden kan i sin simpleste form forstås som en udvidelse af tjeklistemetoden. Grunden er, at det tilstræbes at formulere nogle skræddersyede tjeklistespørgsmål, der passer til den konkrete proces. Spørgsmålene på What-if-tjeklisten bliver derfor bedre.

Metoden er "åben" i den forstand, at det kan være svært at afgøre, hvornår man er færdig med at stille "hvad nu hvis"-spørgsmål. Det kan opleves som en ulempe. Det er også svært at auditere kvaliteten. What-if-metoden er mere arbejdskrævende end de simple tjeklistemetoder.

### 4.3 HAZOP (HAZard OPerability)

HAZOP er en sammentrækning af HAZard and OPerability, idet metoden kan bruges til både at finde kilder til farer (hazards) og til driftsforstyrrelser (operability). HAZOP-metoden må i dag siges at være en de facto standardmetode inden for procesindustrien. Den kan opfattes som en videreudvikling af What-if-metoden, idet "hvad nu hvis"-spørgsmålene dannes på en meget systematisk og struktureret måde.

Ambitionsniveauet må afklares i planlægningsfasen, idet tidsforbruget til metoden mangedobles, når driftsforstyrrelser medtages.

Metoden er en afvigelsesanalyse. Den går ud fra, at anlægget er sikkert, hvis designgrænserne (tryk, temperatur osv.) ikke overskrides.

Metoden betragter derfor afvigelser fra designgrænserne som uønskede og potentielt i stand til at medføre uheld. Det særlige kendetegn ved en HAZOP er måden, hvorpå afvigelserne findes. Først opstilles en række driftsparametre som tryk, temperatur, niveau, flow og sammensætning. Derefter dannes der afvigelser ved at bruge ledeord som "mere", "lav", "ingen", "anden", "modsat" osv. Eksempler på, hvordan afvigelser kan dannes, er vist i skemaet i Figur 9.

Figur 9 forstås således: Der kan dannes afvigelser med eksempelvis parameteren "sammensætning" ved brug af følgende ledeord:

- "mere", idet mere + sammensætning giver "høj koncentration"
- "lav", idet lav + sammensætning giver "lav koncentration"
- "mere end", idet mere end + sammensætning giver "forurening med andet stof"
- osv.

Men det giver ikke mening at bruge ledeordet "ingen" sammen med parameteren "sammensætning", og denne boks er derfor grå i skemaet. Det samme gælder ledeordet "modsat".

I procesindustrien foretages ofte faseadskillelser, hvor det er nødvendigt at styre grænselaget mellem to faser. Dette grænselag kaldes "interface" i skemaet. Sensoren, der styrer grænselaget, kan vise forkert, hvis en af væskekerne skummer. Og skumning kan være et problem for niveaumålinger baseret på radar eller ultralyd. Derfor er "højt interface (skumning)" nævnt under "Niveau". Men skumning er relevant flere steder i skemaet. Det er også nævnt under "Blanding", idet for kraftig omrøring kan medføre overskumning, hvor indholdet løber ud over kanten.

Gas-/væskeseparatorer kan overbelastes, hvis flowhastigheden overstiger designgrænserne. Derved kan der ske medrivning af væskedråber. Dråberne kan overbelaste udstyr nedstrøms. Kompressorer tåler eksempelvis slet ikke væske. Skovlblade på centrifugalkompressorer kan tage skade, og på stempelkompressorer kan topstykke, krumtaphus eller plejlstang havarere. Hvis der ledes væske (dråber) til en fyret ovn, kan der i værste fald ske en eksplosion. Derfor er "medriver dråber" nævnt i skemaet.



Figur 9 For at opnå det fulde udbytte af metoden ledes en HAZOP-analyse af en udefrakommende tovholder.

	Parameter							
	Sammen-sætning	Flow	Tempe-ratur	Tryk	Niveau	Reaktion (kemisk)	Blanding	Andet
<b>Ingen</b>		Intet flow		Trykløst	Intet niveau	Ingen reaktion	Ingen blanding	
<b>Mere</b>	Høj koncentration	Høj flow	Høj temperatur	Højt tryk	Højt niveau	Hurtig reaktion (løbsk)	Mere blanding	Korrosion/erosion
<b>Lav</b>	Lav koncentration	Lav flow	Lav temperatur	Lavt tryk	Lavt niveau	Langsom reaktion	Dårlig blanding	Prøvetagning
<b>Mere end</b>	Forurening	Kemisk reaktion Løbsk reaktion Medriver dråber			Højt interface (skumning)	Side-reaktioner	Skumning	Gasskylning (purge)
<b>Modsat</b>		Baglæns flow		Vakuum		Modsat reaktion	Faseadskillelse	Hjælpe-systemsvigt
<b>Anden end</b>	Anden råvare	Løber den forkerte vej				Andet end ønsket reaktion		Start/stop vedligehold
<b>Del af</b>	En råvare mangler				Lavt interface	Ufuldstændig reaktion	Irregulær blanding	Lækage

Figur 10 Eksempel på, hvordan HAZOP-afvigelser kan dannes ved at sætte ledeord (venstre kolonne) sammen med parametre. Visse kombinationer giver ikke mening og er vist med grå, eksempelvis "Modsat temperatur". På et konkret projekt må det altid overvejes, om andre parametre skal inddrages for at gøre listen komplet.

Det er ikke ualmindeligt, at erfarne HAZOP-tovholdere har deres egne lister med ledeord og afvigelser. De fungerer som personlige huskelister og er ofte baseret på HAZOP-tovholderens kendskab til tidligere uheld eller erfaringer indhøstet i forbindelse med tidligere HAZOPs. Det afspejler, at HAZOP-metoden er udviklet netop til komplicerede processer. Skemaet vist i Figur 9 skal opfattes som vejledende.

Grundlaget for analysen er altid tekniske tegninger af anlægget. Anlægget opdeles i undersystemer, eller volumener, som analyseres ét efter ét. Detaljeringsgraden i opdelingen afhænger af tegningsmaterialets detaljeringsgrad og af ambitionsniveauet. Normalt er grundlaget tegninger med proces og instrumentering. Disse kaldes ofte P&I-diagrammer eller blot P&ID. Opdelingen i volumener markeres tydeligt på tegningen, og de nummereres.

Analysen foretages af en gruppe personer, der hver især bidrager med specialviden om processen. Designeren skal være til stede for at forklare normalt tilstanden og designgrænser for sikker drift. Der er normalt en SRO-tekniker (Styring-Regulering-Overvågning), som kan gøre rede for, hvordan en operatør kan opdage, at en farlig situation er under opsejling, og hvordan styringen reagerer i tilfælde af afvigelser. Drift- og vedligeholdelsesafdelingen er ofte også repræsenteret. Arbejdsmiljøorganisationen deltager altid.

For at opnå det fulde udbytte af metoden ledes en HAZOP normalt af en udefrakommende tovholder, der har specialiseret sig i denne metode og som ikke tidligere har været involveret i projektet. Referatfunktionen varetages typisk af en anden specialist.

Fremgangsmåden i en HAZOP er vist skematisk i Figur 11.

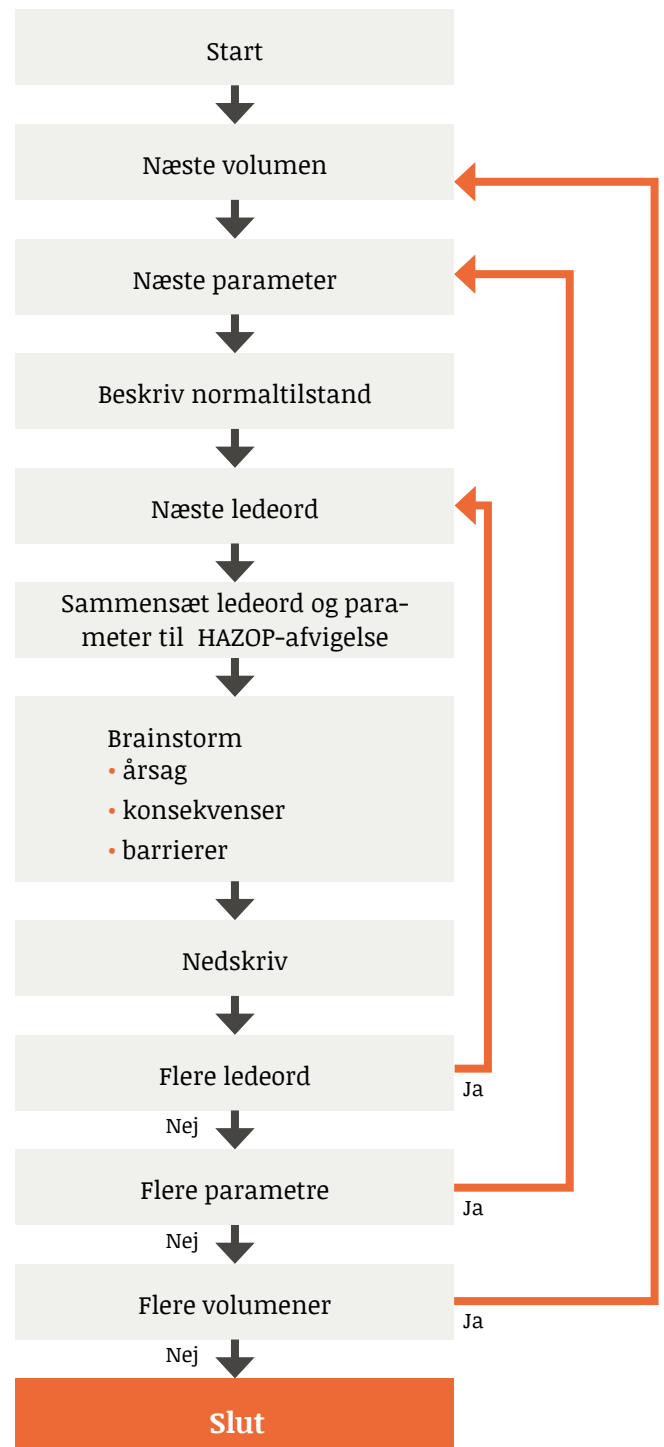
Der begyndes med det første volumen, der typisk vil være dosering af råvarer. Der vælges en parameter, eksempelvis "sammensætning". Tovholderen beder designeren forklare, hvad normaltstanden er, og hvad grænserne for sikker drift er. Derefter dannes afvigelser ved at kombinere ledeord med parameteren "sammensætning". Gruppen tager stilling til, om afvigelsen har sikkerhedsmæssig konsekvens og går videre til næste afvigelse, hvis dette ikke er tilfældet.

Hvis afvigelsen har sikkerhedsmæssig konsekvens, skal gruppen forestille sig, hvilke årsager der kunne være til afvigelsen, eller under hvilke omstændigheder afvigelsen kunne finde sted. Dernæst drøftes, hvordan afvigelsen vil kunne opdages af de ansatte, hvordan der kan gribes ind, og hvor effektivt indgrebet er. Hvis gruppen ikke umiddelbart kan afgøre, om sikkerheden er tilstrækkelig høj, skrives det som en aktion, og der udnævnes en ansvarlig til at følge op.

Resultaterne af gruppens drøftelser noteres i et HAZOP-skema, som vist i Figur 12.

Et eksempel på et udfyldt HAZOP-skema er vist i bilag C.

Systematikken i HAZOP giver en sikkerhed for, at alle afvigelser for alle dele af processen er undersøgt – altså at analysen er komplet. Som processen skrider frem, markeres det på tegninger, hvilke områder der er undersøgt. Metoden er "åben" i den forstand, at det kan være svært at afgøre, hvornår analysen er færdig. HAZOP-metoden er mere arbejdskrævende end What-if-metoden, og den stiller også højere krav til tovholderens kompetencer og erfaring.



Figur 11 Skematisk beskrivelse af HAZOP-fremgangsmåden.



HAZOP-skema  
 Anlæg (projekt):  
 Delsystem:  
 Tegning:

Dato:

Deltagere:

Ledeord	Afvigelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Ansvarlig	Kommentar

Figur 12 Eksempel på HAZOP-skema.

#### 4.4 HAZID, What-if eller HAZOP?

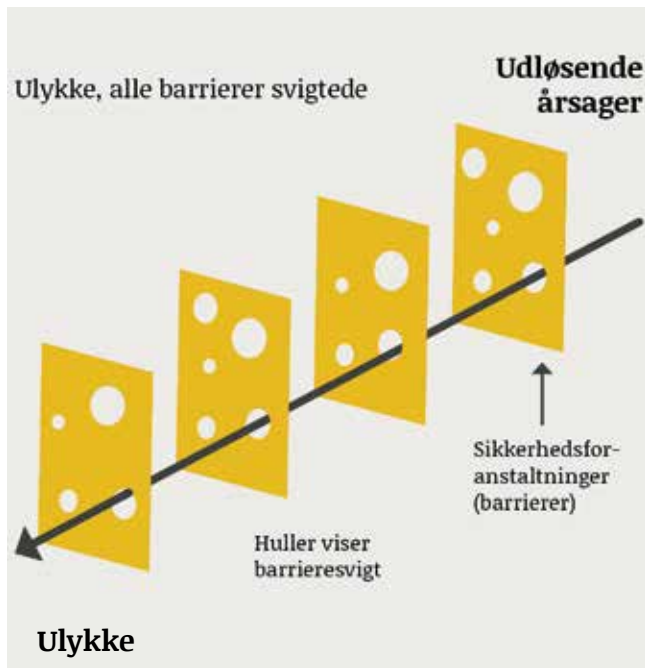
Hvornår er henholdsvis HAZID, What-if og HAZOP det bedste valg? Tabel 1 angiver fordele og ulemper ved de tre metoder.

Styrken ved alle tre metoder er, at der trækkes på den samlede viden fra en gruppe af personer, der hver især bidrager med specialviden.

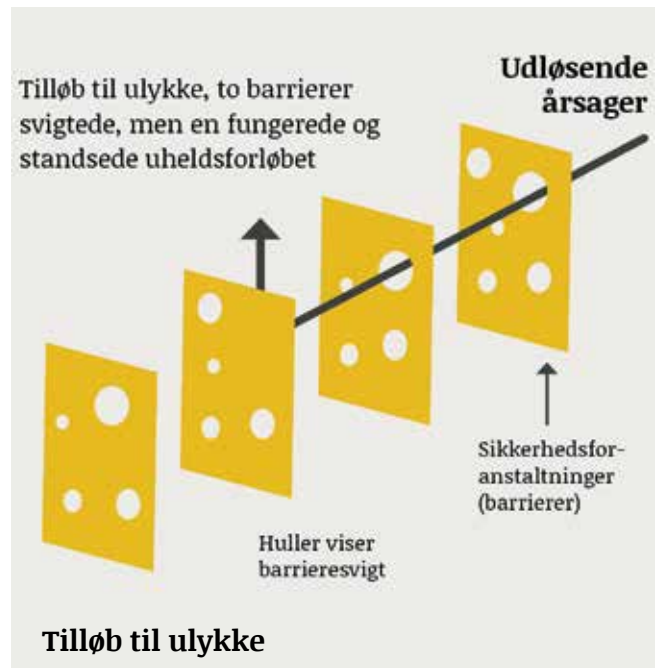
Der findes andre metoder. Mange er udviklet til kemivirksomheder med stor ulykkesrisiko og er efterfølgende i større eller mindre grad tilpasset virksomheder med andre risikoprofiler, herunder mindre virksomheder med komplicerede processer. Det engelske arbejdstilsyn har udgivet en udmærket oversigt og kort beskrivelse af cirka 35 metoder (HSL 58, 2005). Deres oversigt indeholder også en kortfattet beskrivelse af metodernes indbyrdes styrker og svagheder.

Metode	Fordele	Ulemper
<b>HAZID</b>	God i den tidlige projekteringsfase, hvor der endnu ikke er detaljerede oplysninger om et nyt anlæg	Er ikke så grundig
	God til at håndtere ydre forhold eller påvirkninger, som kan udgøre en fare	Betragter ikke selve anlægget særlig detaljeret
<b>What-if</b>	Generelt anvendelig, både i projekteringsfasen og driftsfasen	Den er generelt anvendelig, fordi der ikke er specifikke krav til metode og systematik – af samme grund er den ikke lige så grundig som en HAZOP
	Kan anvendes lige godt på kontinuerede processer, batch operationer, råvarehåndtering og nødplaner	
<b>HAZOP</b>	De facto standardmetode. Udviklet til den kemiske industri, men har efterfølgende også fundet anvendelse inden for andre områder, eksempelvis elektroniske kredsløb	Stiller krav til kompetencer og erfaring, hvis det fulde udbytte af metoden skal opnås
	Den grundigste metode	Koster tid og ressourcer
	Bedst til kontinuerede processer	Svær at bruge i forbindelse med råvarehåndtering og manuelle operationer

Tabel 1 Oversigt over fordele og ulemper ved HAZID-, What-if- og HAZOP-metoderne.



Figur 13 Schweizerostmodellen. Alle barrierer (sikkerhedsforanstaltninger) har huller, og hullerne står over for hinanden. Der er intet til at standse et uheldsforløb.



Figur 14 Schweizerostmodellen. De første barrierer svigtede, men den tredje var intakt og forhindrede ulykken. Dette er et tilløb til ulykke, og hændelsen fortjener faktisk samme opmærksomhed som en ulykke, fordi vigtige sikkerhedsbarrierer ikke fungerede efter hensigten.

## 4.5 Schweizerostmodellen

Formålet med en risikovurdering er at undersøge, om de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger – også kaldet barrierer – er på plads.

Tanken om uheld som barrierebrud stammer fra James Reasons såkaldte schweizerostmodel, som bl.a. er blevet brugt til at øge sikkerheden inden for luftfart og hospitalsvæsenet.

Den grundlæggende idé i schweizerostmodellen er at se et uheld som en kombination af en udløsende årsag og svigt af sikkerhedsforanstaltninger. En perfekt sikkerhedsforanstaltning fungerer som en uigennemtrængelig barriere, der stopper hændelsesforløbet. Men barrierer er ikke perfekte i praksis: Der er huller i dem, ligesom der ofte er huller i en skive ost.

Hullerne skal opfattes som dynamiske: De kan opstå spontant, de kan være store eller små, og barrieren kan repareres, så hullerne lukkes igen. Hvis alle hullerne står ud for hinanden, så en lysstråle kan gå igennem, er der ikke noget, der stopper uheldet.

Figur 13 og Figur 14 illustrerer henholdsvis et scenarie, hvor der sker en ulykke, og et scenarie, hvor ulykken blev forhindret.

Ulykken i Figur 13 kunne eksempelvis være en person, der oversprøjtes med en svagt ætsende væske. Det sker

i forbindelse med, at en tankbil leverer kemikalier til en virksomhed, og modtagertanken løber over. En årsag kan være, at kemikalieleverandøren er ny, og at tankbilens chauffør ikke kender virksomheden.

Den første barriere kan for eksempel være, at virksomheden har en procedure om, at chauffører skal vises til rette af virksomhedens kontaktperson. Et eksempel på barrieresvigt ("hul") i den sammenhæng er, at kontaktpersonen er syg eller på ferie, og at andre ikke har tid til at vise chaufføren til rette. Et andet eksempel på svigt er, at chaufføren kommer for tidligt, så kontaktpersonen ikke er til stede. Svigtet betyder, at chaufføren bare går i gang med arbejdet med at pumpe kemikallet fra tankbilen til virksomhedens modtagertank.

Den anden barriere kan eksempelvis bestå i, at modtagertutse på ventilpanelet er mærket med stofnavne. Et eksempel på svigt her er, at mærkerne bliver skjult, når vejrskærmen vippes op. Et andet eksempel er, at mærkerne er faldede/ulæselige. Svigtet betyder, at chaufføren får koblet tankbilens slange til den forkerte modtagertut.

Den tredje barriere er for eksempel, at chaufføren skal medbringe en skriftlig procedure eller instruktion. Et svigt er eksempelvis, at proceduren er blevet væk. Et andet eksempel er, at det er for mørkt til at læse proceduren. Svigtet betyder, at et tjek af, at tankbilens slange er rigtigt forbundet, ikke bliver gennemført.

Den fjerde barriere er eksempelvis, at der normalt ikke er mennesker ved modtagertanken. Et svigt kan i den forbindelse være, at en medarbejder i virksomheden er gået hen til modtagertanken, fordi den siger mærkelige lyde. Et andet svigt kan være, at en ekstern håndværker netop er i gang med at arbejde på en tank ved siden af modtagertanken. Svigtet betyder, at en person bliver oversprøjtet med kemikaliet i det øjeblik, modtagertanken løber over.

Mange virksomheder har taget schweizerostmodellen til sig som et nyttigt værktøj til at forstå, forklare og italesætte uheldsforløb og sikre en god praksis.

Schweizerostmodellen er god til at pege på svagheder i sikkerheden, også selv om der endnu ikke er sket et uheld. En fareidentifikation kan eksempelvis finde en situation, hvor alle barrierer (sikkerhedsforanstaltninger) har huller. Det eneste, der forhindrer et uheld i at ske, er, at der mangler en udløsende årsag. Dette kan vises meget tydeligt med schweizerostmodellen, og situationen kan effektivt kommunikeres til både ledelse og ansatte.

Modellen er også god til at undersøge tilløb til uheld. Det er farlige situationer, som under lidt anderledes omstændigheder ville have ført til et uheld. Schweizerostmodellen viser tydeligt, hvilke barrierer der svigtede, og hvilke der fungerede og standsede hændelsesforløbet.

Uheldsforløb kan også skitseres i barrierediagrammer. De er anerkendt for deres evne til at give overblik over uheldskæder, idet både årsager, konsekvenser og sikkerhedsforanstaltninger vises på samme figur. Som eksempel er ulykken beskrevet ovenfor vist i Figur 16.

## 4.6 Iboende sikkerhed

Iboende sikkerhed (engelsk: inherent safety) betyder dybest set, at man forsøger at fjerne faren i stedet for at beskytte mod faren.

Hvis der projekteres en proces med opvarmning, og hvis der kan opstå farlige kemiske reaktioner ved

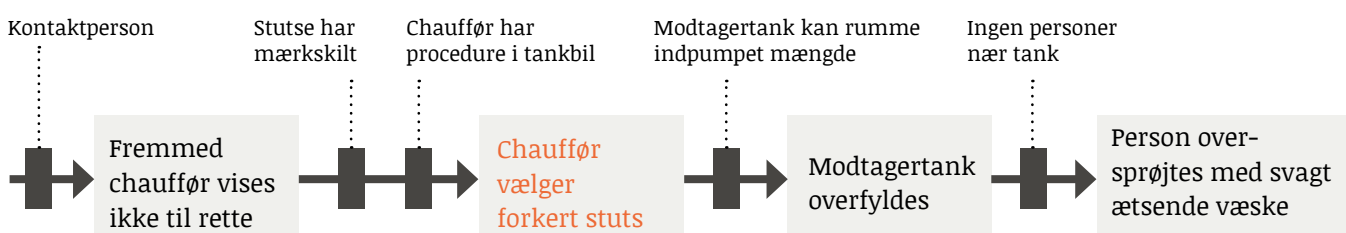


Figur 15 En sikkerhedsforanstaltning (barriere for ulykke) kan være, at virksomheden har en procedure om, at tankbilchauffører skal vises til rette af virksomhedens kontaktperson.

overophedning, er det måske muligt at vælge damp som varmemedium i stedet for elektrisk opvarmning. Elektrisk opvarmning kan løbe løbsk, hvis termostaten svigter, og i princippet kan opvarmningen fortsætte, til varmelegemet smelter. Men på grund af fysiske love kan damp ikke på samme måde give anledning til overophedning. Dampens evne til at opvarme har en øvre grænse, som er bestemt af dampens tryk. Man taler i dette tilfælde om, at damp er en iboende sikker opvarmningskilde, fordi der er en øvre grænse for, hvor varm den kan blive.

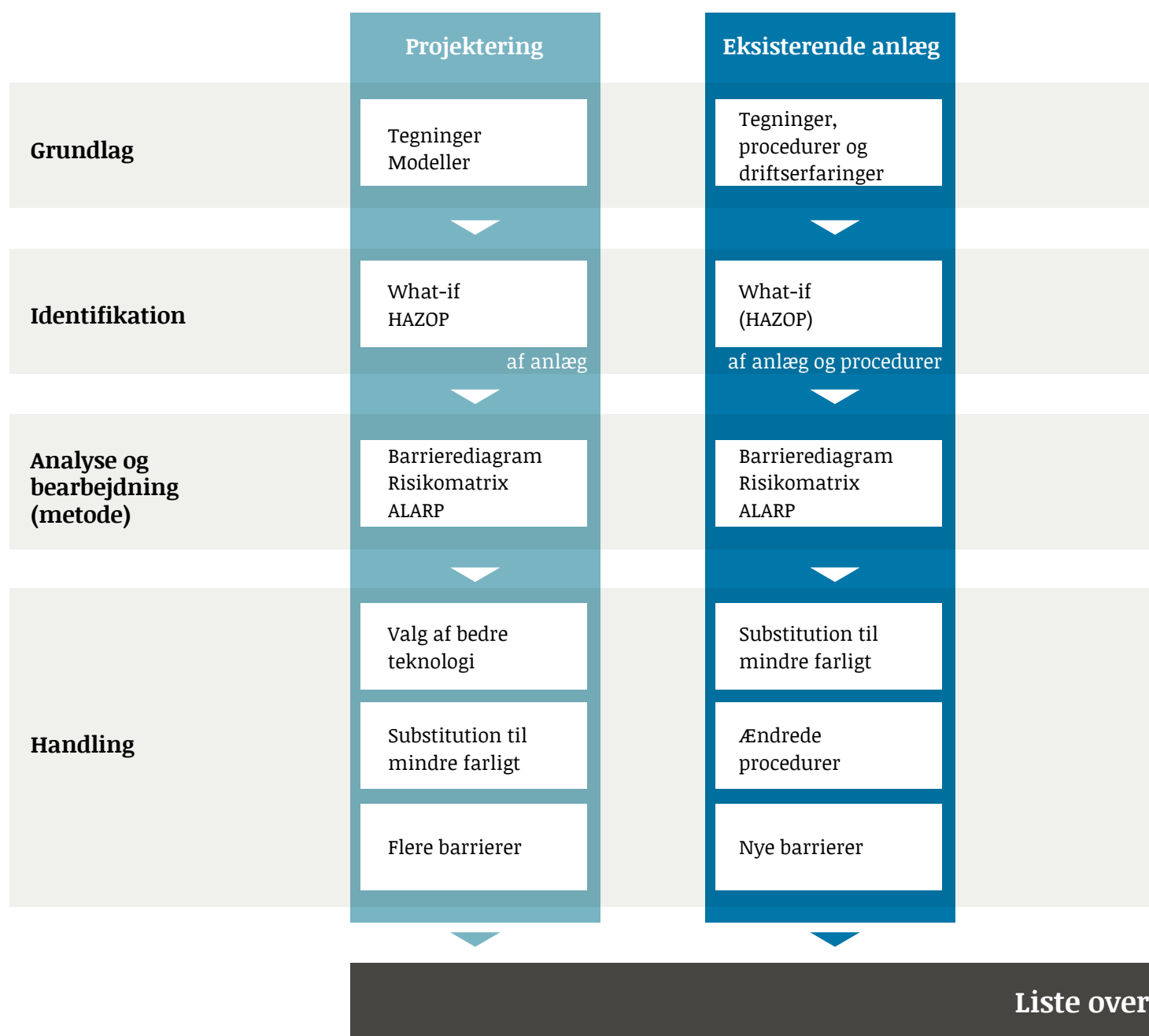
Princippet i iboende sikkerhed giver både enklere, mere sikre og billigere anlæg. Hvis der eksempelvis vælges damp som opvarmning, behøver man ikke sikkerhedssystemer til at beskytte mod høj temperatur. De sikkerhedssystemer, man ikke har, kan ikke svigte, og de behøver heller ikke blive testet regelmæssigt. Princippet kan sammenlignes med tankerne bag renere teknologi, hvor farlige stoffer erstattes med nogle, der er mindre farlige. De farlige stoffer, man ikke har, kan ikke lække, og de kan ikke udgøre en fare for de ansatte.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at det ofte kun er muligt at påvirke projektet i denne retning, hvis der gøres en målrettet indsats tidligt i projekteringsfasen.



Figur 16 Trin i en ulykke vist i et barrierediagram. Diagrammet viser både årsag, konsekvens og sikkerhedsforanstaltninger. Den kritiske fejl (aktive handling) er vist med rødt. En næsten tilsvarende figur kan vises med schweizerostmodellen.

## 5. Risikovurdering på tre niveauer



Figur 17 Figuren viser, hvordan der kan udføres risikovurdering i projekteringsfasen, ved undersøgelse af eksisterende anlæg og ved daglige observationer. Det bærende element for virksomheder med komplicerede processer er en opdateret liste over barrierer (sikkerhedsforanstaltninger).

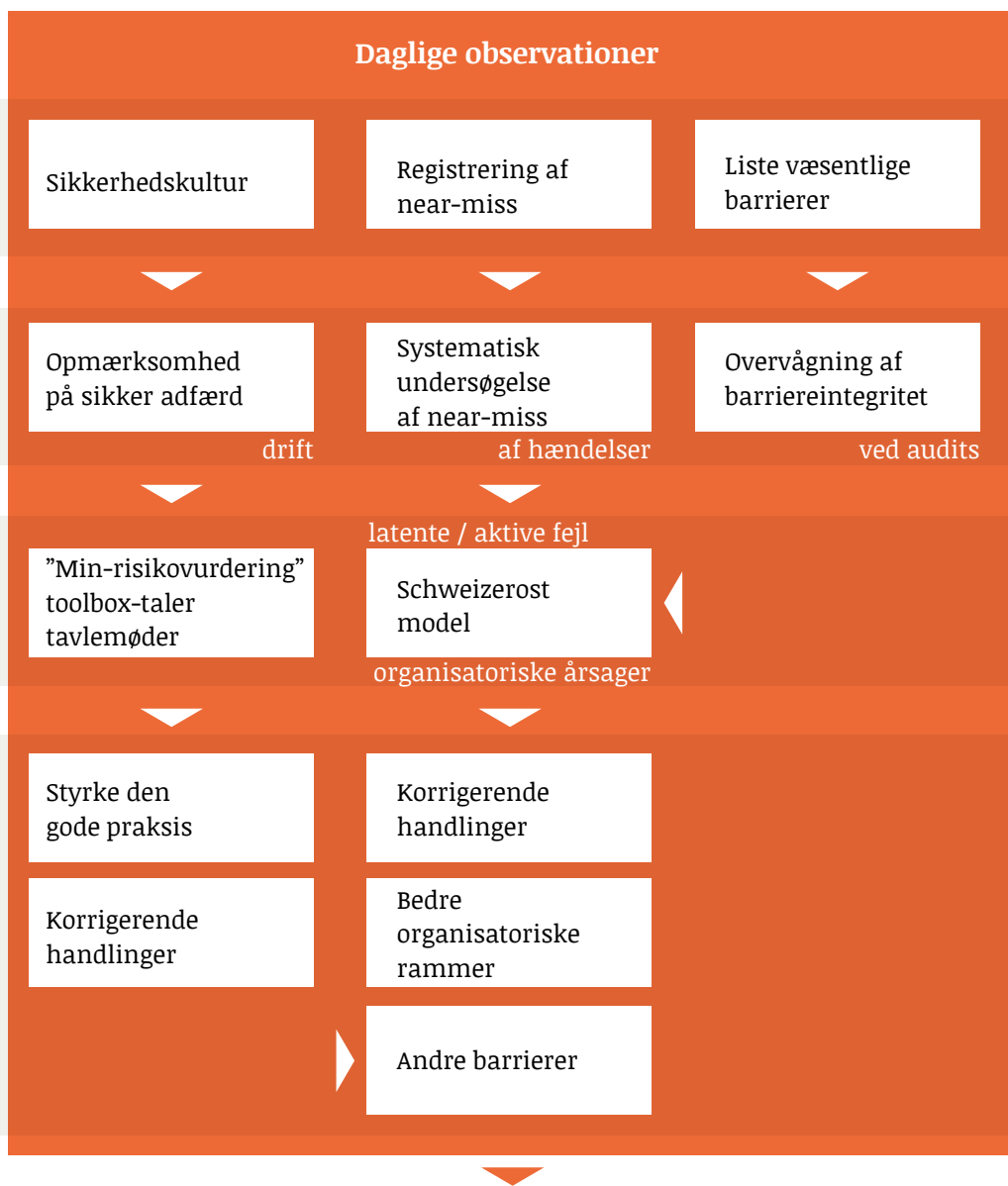
En effektiv risikovurdering kræver indsats på tre niveauer eller faser, jf. Figur 17:

- I forbindelse med projektering af anlæg og udstyr
- Ved regelmæssige, systematiske gennemgange af eksisterende anlæg
- Ved daglige observationer

- Der foretages en fareidentifikation
- Det vurderes, om der er de nødvendige barrierer i de fundne scenarier
- Risikoens størrelse karakteriseres, for eksempel ved at bruge en risikomatrix

De følgende afsnit beskriver hvert niveau for sig.

Hovedelementerne i risikovurderingerne er de samme som beskrevet tidligere i denne vejledning:



**væsentlige barrierer**

## 5.1 Risikovurdering i projektering

### Fordele og udfordringer

Der er både store udfordringer og store fordele ved at foretage en grundig risikovurdering i projekteringsfasen. Udfordringerne består i, at datagrundlaget ofte er sparsomt. Der kan eksempelvis foreligge et konceptforslag med overordnede beskrivelser af teknologivalg, og der kan være udarbejdet skitser, der viser placering af hovedudstyr. Der er måske begrænsede erfaringer

med processerne i organisationen, og i nogle tilfælde er projektet så nyt, at de personer, der skal arbejde med processen, endnu ikke er ansat og derfor ikke kan deltage i risikovurderingen.

Omvendt er der et kæmpe potentiale i at foretage risikovurdering i netop denne fase: Der kan foretages temmelig store ændringer og en betydelig reduktion af risici, uden at omkostningerne er voldsomme.

Et eksempel på ændring med stor betydning for risikoen er at reducere mængden af farlige stoffer, for eksempel ved at reducere størrelsen af mellemlagre eller ved at bruge mindre farlige råvarer og hjælpestoffer. Der kan også ændres på transportvejene, så forskellige arbejdsoperationer ikke kommer i konflikt med hinanden. Dette svarer til at bruge principperne i iboende sikkerhed.

#### *Metoder og værktøjer*

HAZID-metoden, What-if-metoden og HAZOP-metoden, som er beskrevet i kapitel 4, kan anvendes til risikovurdering i projekteringsfasen.

Der findes også andre screeningsværktøjer, der anvendes tidligt i projektforsløbet, hvis bekymringen er risikoen for store ulykker. Da storulykkesrisiko falder uden for denne vejlednings rammer, henvises til beskrivelsen i Mannan (2005), kapitel 8, eller HSL 58 (2005).

#### *Andres erfaringer inddrages*

Ved forberedelsen af risikovurderingen er det vigtigt at undersøge, om der er relevante erfaringer fra Danmark eller udlandet med den projekterede proces. Der kan være tale om erfaringer med stofferne eller med processen, eventuelt fra helt andre typer af virksomheder.

Der findes databaser over uheld på andre anlæg, og søgninger heri kan være nyttige for risikovurderingen. Europakommissionen har en Major Accident Reporting System (MARS) database, som er gratis. I Holland er der en FACTS database, hvor søgninger udføres mod et gebyr. I England har kemiingeniørforeningen IChemE en database, The Accident Database, som kan købes.

Fælles for databaserne er, at indrapporteringerne er af svingende kvalitet. Det er også et problem, at mange erfaringer ikke registreres systematisk og ikke deles med andre. Der er eksempelvis næsten ingen registreringer af danske hændelser i disse databaser.

#### *Risikovurdering ved milepæle i projekteringen*

De fleste større virksomheder gennemfører investeringsprojekter og projekteringsopgaver efter en fastlagt ramme, måske formelt beskrevet i en ledelsesproces. Her er der ofte defineret nogle milepæle, hvor der holdes status på projektet. Eventuelt gennemføres der en egentlig granskning. Det er en god idé at lægge simple risikovurderinger ind ved disse milepæle, eksempelvis ved at anvende What-if-metoden.

Hvis det er et stort projekt, der er faseopdelt i konceptuelt design og detaljeret design, er det en god idé at gennemføre en HAZOP efter hver fase.

#### *Risikovurderingen dokumenteres*

Resultatet af fareidentifikationen er en liste over uønskede scenarier. For simple processer kan det være relativt enkelt at vurdere, om der er de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger, eksempelvis ved hjælp af en matrix-metode. For komplicerede processer kan det være en god idé at anvende barrierediagrammer, der giver overblik.

De vigtigste beslutninger vedrørende risiko, der kan tages i projekteringsfasen, vil være grundlæggende teknologivalg. Arbejds miljølovgivningen angiver denne rækkefølge af forebyggende foranstaltninger: Eliminer faren, substituer med noget mindre farligt, isoler eller indkapsl faren og anvend personlige værnemidler.

Det er vigtigt at få hovedlinjerne i overvejelser om sikkerhedsforanstaltninger ned på skrift. Det vil blive læst senere. Eksempelvis hvis et tilløb til uheld undersøges, og det overvejes, om yderligere barrierer er nødvendige. Måske er der på et senere tidspunkt behov for at vurdere, om processen kan gøres mere enkel. Måske er en temperaturmåler gået i stykker, og det skal besluttes, om temperaturmålingen egentlig er nødvendig, dvs. om den kan undværes. Da vil det være vigtigt at kunne finde dokumentation for, at temperaturmåleren var tiltænkt en sikkerhedsfunktion.

Det er derfor, at alle sikkerhedsforanstaltninger sættes på en "liste over væsentlige barrierer", og denne liste holdes opdateret.

## 5.2 Risikovurdering af eksisterende anlæg

### *Risikovurderingen gentages jævnligt*

God styring af risici opnås ved løbende at overvåge og justere indsatsen og ved regelmæssigt at gentage ri-



Figur 18 Inddrages det personale, der vedligeholder anlægget, kan der fremkomme værdifulde oplysninger om eventuel korrosion og begroinger eller belægninger omkring følere.

sikovurderinger. Risikovurderingen skal gentages, når det er nødvendigt. Det er det eksempelvis, hvis der kommer ny viden om farerne.

I en travl hverdag kan det være en udfordring at holde sig orienteret om udviklingen, særligt hvis den nye viden kommer fra udlandet. Fagblade og erfa-grupper er en god støtte i det daglige, men det er stadig nødvendigt regelmæssigt at tage bestik af situationen og skabe overblik.

Da APV skal udføres minimum hvert tredje år, eller når der sker ændringer af betydning for sikkerhed og sundhed, vil den regelmæssige evaluering af risici sædvanligvis foretages på samme tid.

### *Grundlaget for risikovurderingen*

Set i forhold til projekteringsfasen er grundlaget for en risikovurdering af et eksisterende anlæg mere detaljeret, for nu foreligger der erfaringer fra drift og vedligehold.

Operatører har tit mange skarpe iagttagelser, særligt ved:

- omstillinger eller skift i produktionen
- modtagelse af forkerte råvarer
- koordinering med andre personalegrupper

og andre typer af situationer, som det vil være meget svært at forestille sig alene ud fra et tegningsgrundlag. Hvis det personale, der vedligeholder anlægget, inddrages, kan forhold som begroninger eller belægninger omkring følere afsløres. Nogle gange kan der også komme værdifulde oplysninger om eventuel korrosion.

Grundlaget for risikovurderingen skal være på plads. Derfor skal de nødvendige tegninger og beskrivelser af anlægget fremskaffes. Der er ofte sket ændringer på anlægget siden sidste risikogennemgang, og det skal sikres, at disse er kommet med på tegningerne, så grundlaget er opdateret.

### *Overblik over ændringer*

Første trin er at få overblik over, hvilke ændringer der er foretaget. I en ideel verden er alle ændringerne blevet risikovurderet, og overvejelserne er blevet dokumenteret og lagt i arkiv. I praksis kan særligt den skriftlige dokumentation være kortfattet, mangelfuld eller måske helt mangle. Som tidligere nævnt er særlig opmærksomhed nødvendig, hvis der er indført mange småændringer på et anlæg. Isoleret set kan hver enkelt af disse ændringer meget vel være ubetydelig, men hvis de alle trækker i samme retning, kan de samlet have reduceret sikkerheden.



Figur 19 Når alle i organisationen er opmærksomme på sikkerhed i deres daglige aktiviteter, kan risici identificeres længe inden en eventuel inspektion ville have fanget dem.

Andet trin er at få det samme overblik over arbejdsinstruktionerne. De kan også være justeret eller ændret over tid. Igen kan hver ændring have været ubetydelig, men hvis de alle trækker i samme retning, kan de samlet set have reduceret sikkerheden. Det er væsentligt at undersøge, om praksis i arbejdets udførelse har ændret sig, så der nu er uoverensstemmelse mellem den skriftlige instruktion og den daglige praksis.

### *Uheld eller tilløb til uheld*

Det er vigtigt at få overblik over, hvad der er registreret af uheld eller tilløb til uheld på anlægget. Nogle gange kan der ses et mønster i disse hændelser, som ikke opdages, når de vurderes enkeltvis. På samme måde kan der indhentes oplysninger om, hvad der er sket på sammenlignelige anlæg andre steder, herunder om der er nye internationale erfaringer.

De hyppigst anvendte metoder til fareidentifikation er What-if eller HAZOP.

### *Risikovurderingen dokumenteres*

Resultatet af fareidentifikationen er en opdateret liste over uønskede scenarier. For simple processer kan det

være relativt enkelt at vurdere, om der er de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger, eksempelvis ved hjælp af en matrix-metode. For komplicerede processer kan det være en god idé at anvende barrierediagrammer, da de giver overblik.

Hvis risikovurderingen medfører nye barrierer, skal "listen over væsentlige barrierer" opdateres.

## 5.3 Risikovurdering ved daglige observationer

### *Sikker adfærd*

Sikker adfærd betyder, at alle i organisationen er opmærksomme på sikkerhed som en naturlig del af deres job. Sikker adfærd udspringer af virksomhedens sikkerhedskultur, og den forudsætter, at ledelsen går forrest og viser det gode eksempel.

Opmærksomhed på sikker adfærd er vigtig i alle brancher, også i procesindustrien, hvor der er komplicerede processer. De ansatte er opmærksomme på sikker adfærd ved at overholde regler og procedurer og være opmærksomme og komme med forslag til, hvordan arbejdsgange kan ændres, så arbejdet bliver endnu mere sikkert. Ledelsen signalerer interesse for sikker adfærd ved at afsætte de nødvendige ressourcer, inddrage arbejdsmiljøorganisationen og ved løbende at gennemføre kampagner, så opmærksomheden fastholdes.

Nogle virksomheder anvender eksempelvis et lille skema, "min risikovurdering", som den ansatte udfylder, før der arbejdes på anlægget. Den kan eksempelvis have følgende punkter, som skal afkrydses:

- Er anlægget afspærret/sikret – er der skiltet?
- Er der en instruktion for opgaven?
- Forstår du instruktionen?
- Skal du bruge kemikalier? Er der en arbejdspladsbrugsanvisning?
- Har du vurderet, hvilke farer der kan være for dig selv og for dine omgivelser?
- Anvender du de rigtige værnemidler?
- Kender du de nærmeste flugtveje?
- Mangler du viden?

Den samme type aktivitet kan også gennemføres ved et såkaldt toolbox-møde. Det er en koordinerende aktivitet, hvor alle, der arbejder i et område, kort orienterer hinanden om deres opgaver og vurderer, hvilke farlige situationer der kan opstå.

Resultaterne kan også opsamles på et møde, hvor en gruppe samles til debriefing. Virksomheder, der har indført Lean-tankegangen, anvender eksempelvis tav-

lemøder, hvor opgaven evalueres, og der kan fremsættes forslag til forbedringer, næste gang en lignende opgave skal udføres.

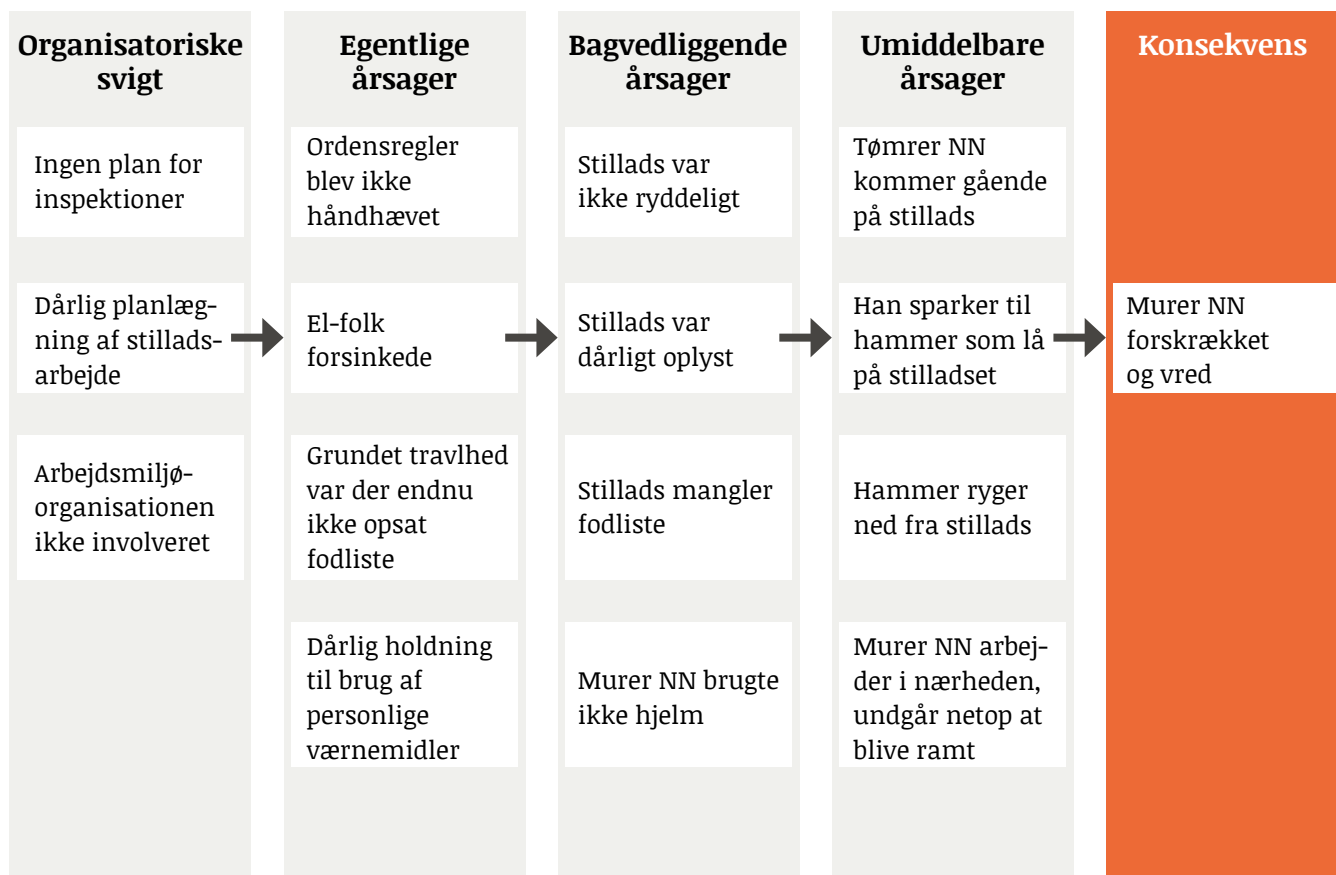
### *Opfølgning på tilløb til uheld*

Et tilløb til uheld er en farlig situation, hvor der intet uheld skete, men hvis omstændighederne havde været lidt anderledes, ville der være sket et uheld. Der er særlig interesse omkring denne type hændelser, fordi man meget tit efter en ulykke har kunnet se, at ulykken egentlig ikke kom som et lyn fra en klar himmel, men var varslet af tidligere lignende hændelser. Ved disse tilløb til uheld var der de samme udløsende årsager, men enten på grund af en tilfældighed eller fordi en sikkerhedsforanstaltning virkede efter hensigten, skete der intet – hændelsesforløbet blev standset. Perspektivet i at følge op på hændelserne er derfor at kunne spotte en rigtig ulykke, inden den sker, og forhindre den.

Der er mindst tre budskaber i et tilløb til uheld:

- For det første kan et tilløb til uheld opfattes som et signal om en svaghed i risikostyringen. Eksempelvis har risikovurderingen overset nogle fejlmuligheder. Måske er sikkerhedsforanstaltningerne ikke helt så pålidelige, som man troede. Måske kan planlægningsmæssige og organisatoriske forhold forbedres – i så fald må risikovurderingen gentages.
- For det andet kan et tilløb til uheld bruges i det daglige sikkerhedsarbejde til at sætte sikkerhed på dagsordenen. Sikkerhed er fravær af risici, og sikkerheden kan derfor være svær at gøre synlig i dagligdagen: "Der sker jo ingenting". Tilløb til uheld er et synligt tegn på, at der kunne være sket et uheld, hvis omstændighederne havde været lidt anderledes.
- For det tredje kan statistik over antal tilløb til uheld (måske) bruges som et mål for sikkerheden. Der er dog mange faldgruber i dette, og det kan være nødvendigt at søge specialiseret rådgivning. Det er især et problem, hvis ledelsen melder ud, at antallet af tilløb til uheld skal reduceres. Hvis ansatte bliver straffet for at rapportere et tilløb til uheld, eller hvis de føler, at de bliver straffet, så holder de formentlig op med at rapportere dem. Det vil være svært at opdage, for et tilløb til uheld var netop blot et tilløb – der skete ikke nødvendigvis noget. Det er derfor ingen kunst at få antallet af rapporterede tilløb til uheld ned. Hvis tilløb til uheld ikke længere rapporteres, mister arbejdsmiljøorganisationen denne vigtige mulighed for at opfange svagheder i risikostyringen og muligheden for at gøre sikkerhed mere synlig i hverdagen.





Figur 20 Eksempel på efterforskning af tilløb til uheld. Eksemplet stammer fra bygge- og anlægsbranchen, men er medtaget her, fordi det er lettere at forstå end mange eksempler fra industrien. Konsekvenser er vist med rødt. Årsager er til venstre herfor. Kerneårsager er helt til venstre. Hvis der rettes op på kerneårsagerne, forebygges mange andre slags uheld.

Der er flere værktøjer til rådighed for at få mest mulig information ud af tilløb til uheld. De er alle baseret på undersøgelser af omstændighederne for hændelsen og en form for systematik, så de såkaldte kerneårsager afdækkes, jævnfør Figur 20.

Det er vigtigt at undersøge tilløb til uheld med vægt på at finde kerneårsager i planlægningen, organiseringen eller koordineringen af arbejdet. Skyldes hændelsen misforståelser eller uklare ansvarsforhold? Kan det afhjælpes med bedre koordinering? Ved at rette op på disse kerneårsager forhindres ikke kun en identisk hændelse, men en hel klasse af lignende hændelser.

TRIPOD-værktøjet er udviklet til at afdække kerneårsager. Det bruges i flere sammenhænge, blandt andet inden for olieindustrien, og sædvanligvis af specialister. Der er udviklet it-hjælpeværktøjer til at dokumentere analysens resultater, og der er skrevet bøger om anvendelsen af TRIPOD (eksempelvis Groeneweg, 1998). Det er vigtigt at skabe opmærksomhed og forståelse i organisationen for, at tilløb til uheld er vigtige hændelser, som det er værdifuldt at dele med andre. Virksomheder med en veludviklet praksis for risikovurdering bruger ofte barrierediagrammer eller schweizerost-modellen i deres arbejde.

Ved et tilløb til uheld er der meget ofte sket flere barrierebrud. Schweizerost-modellen er god til at vise og forstå disse barrierebrud. Modellen er især god til at vise, at der findes skjulte svagheder eller latente fejl i processen, og at det er svagheder, som først bliver vigtige, hvis der begås en aktiv fejl.

Rapportering af tilløb til uheld gøres så let som muligt. Rammerne udformes, så de ansatte føler, at de bliver belønnet, ikke straffet, for at rapportere et tilløb til uheld.

Det er vigtigt at fremme en kultur, hvor det er legitimt at påpege fejl, der kan påvirke sikkerheden, uanset hvem som har begået dem.

Hvis et tilløb til uheld giver anledning til at indføre flere sikkerhedsforanstaltninger, opdateres "listen over væsentlige barrierer".

#### Gennemførelse af audits

Audits er en tredje vigtig aktivitet i det daglige. De kan gennemføres på mange måder: Lige fra arbejdsmiljøgruppen, der foretager en uformel rundgang én gang om ugen, til en formelt udpeget auditorgruppe, der varsler sin ankomst dage i forvejen og foretager en formel audit.

Det er en god idé at bruge audits til at lede efter eksempler på god sikkerhed. Auditorerne kan eksempelvis fotografere eksemplerne og bruge dem i kampagner med gevinster eller belønninger for forbilledlig sikker adfærd. Disse audits noterer også negative afvigelser. Vægten er dog på at belønne det gode eksempel.

Hvis virksomheden har tekniske sikkerhedsforanstaltninger eller komplicerede processer, er det nyttigt regelmæssigt at auditere, så det tjekkes, at sikkerhedsforanstaltningerne er funktionsduelige. Dette kan gøres ved at kontrollere en stikprøve fra "listen over væsentlige barrierer".



Figur 21 Audits er en vigtig aktivitet i det daglige arbejde med sikkerhed.

## 6 Udveksling af erfaringer

Uheld og tilløb til uheld kan betragtes som dyrt købte erfaringer. Det gælder derfor om at lære maksimalt af dem.

Den læring, en virksomhed uddrager af dens uheld og tilløb til uheld, fastholdes skriftligt – eventuelt i anonymiseret form. Derved gøres det lettere at dele erfaringerne og læringen.

Erfaringerne deles først og fremmest med andre i virksomheden, hvor uheldet eller tilløbet til uheld er sket. Det er i den forbindelse vigtigt at fastholde erfaringerne på en måde og på et sted, så læringen også "går i arv" til kommende kolleger.

Det er også en god idé at dele erfaringerne med andre virksomheder. Ved at dele ud af egne erfaringer øger virksomheden sine chancer for at kunne nyde godt af andres erfaringer.

Det er på samme måde vigtigt at opsøge og lære af andre virksomheders erfaringer. Det gælder ikke mindst for mindre virksomheder, hvor ulykker statistisk set sjældent forekommer. Derved øges sandsynligheden for, at den enkelte virksomhed – og samfundet – spares for menneskelige og økonomiske omkostninger.

## 7. Lovkrav, regler, normer og standarder

### 7.1 Risikobekendtgørelserne

Kravene i risikobekendtgørelserne har til formål at sikre et højt beskyttelsesniveau for mennesker og miljø såvel i som uden for en given virksomhed. Kravene skal medvirke til at forebygge større uheld og imødegå konsekvenserne af disse. I flere tilfælde har fremstilling, opbevaring og brug af store mængder af giftige, brand- og eksplosionsfarlige stoffer ført til store uheld med alvorlige konsekvenser for mennesker og miljø.

Risikobekendtgørelserne gennemfører EU-reglerne på området – det såkaldte Seveso-direktiv – i dansk lovgivning. Det uheld, som har givet navn til direktivet, fandt sted i Seveso i Italien i 1976 og skyldtes, at en kemisk proces kom ud af kontrol og det medførte udslip af dioxiner til omgivelserne. Miljøministeriets risikobekendtgørelse implementerer Seveso-direktivet og benævnes som risikobekendtgørelsen i Arbejdstilsynets vejledning om kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer. Arbejdstilsynets risikobekendtgørelse indeholder supplerende regler til implementeringen.

Virksomhederne skal bl.a. sikre:

- At virksomheden har en plan og et sikkerhedsledelsessystem til at forebygge og begrænse større uheld
- At faren for større uheld med farlige stoffer er klarlagt
- At der er truffet effektive forholdsregler til at forebygge og bedst muligt begrænse følgerne af sådanne uheld

### 7.2 APV og ATEX

APV og ATEX vil i langt de fleste tilfælde være de væsentligste af alle lovkrav, regler, normer og standarder. Risikovurdering er en bærende del i begge aktiviteter. Det er et krav i Arbejds miljøloven, at APV (både den almindelige, kemiske og ATEX-APV) er skriftlig.

En arbejdspladsvurdering (APV) er i princippet en risikovurdering, fordi det vurderes, hvor ofte en påvirkning er til stede, og hvor alvorlig den er. APV gennemføres dog på så mange forskellige måder, i så mange forskellige sammenhænge og på et så bredt udvalg af arbejdspladser, at risikovurderingsmetoden ikke altid er tydelig. En APV, der kun omfatter de typiske påvirkninger og overser påvirkninger, der kunne ske i forbin-

delse med uheld eller svigt af udstyr, er utilstrækkelig. En ATEX-vurdering af eksplosiv atmosfære starter eksempelvis med en indledende kortlægning for at få overblik over de områder og arbejdsprocesser, hvor der kan være en potentiel eksplosionsrisiko. Kortlægningen gennemføres almindeligvis ud fra oplysninger om, hvor der findes brandfarlige gasser, væsker eller støv på virksomheden. Derefter foretages en nærmere vurdering af risikoen. Det sker typisk ved at zoneklassificere, alt efter om en eksplosiv atmosfære vurderes at kunne forekomme ofte eller kun meget sjældent.

En ATEX-vurdering omfatter i princippet også en vurdering af, om der kan forekomme eksplosiv atmosfære som følge af uheld eller unormal drift, herunder situationer som man med rimelighed kan forudse. Det kan eksempelvis være vedligeholdelse eller reparation af anlægget. I praksis kan det være svært at få netop disse forhold fuldt belyst i en ATEX-vurdering. Det gælder særligt, hvis der er tale om komplicerede processer.

I en egentlig risikovurdering er kortlægningen mere grundig, idet der bruges særlige metoder til fareidentifikation, eksempelvis What-if eller HAZOP.

### 7.3 Ved projektering

Det er almindeligt, at kravspecifikationen ved projektering henviser til gældende internationale standarder og god praksis. Det gælder for eksempel, når sikkerhedsafstande mellem forskelligt udstyr skal bestemmes, eller når omfanget af sikkerhedssystemer skal fastlægges.

Det er her vigtigt at være opmærksom på, at mange internationale standarder udarbejdes af langsomt arbejdende komiteer, hvor mange interessenter er repræsenteret. Dette arbejde er udpræget konsensusorienteret, og der kan være en betydelig og naturlig træghed i udviklingen, fordi en skærpelse af normer og standarder kan give anledning til store omkostninger for eksisterende anlæg.

Mange internationale standarder definerer derfor absolutte minimumskrav. Sædvanlig praksis hos store virksomheder med egen teknisk stab ligger ofte på et højere niveau. Hvis nye anlæg designs til kun lige netop at overholde internationale standarder, kan forbedringer blive nødvendige, næste gang standarden revideres.

## 7.4 Egne krav

Mange virksomheder har koblet lovgivningskrav sammen med forskellige certificeringsordninger, herunder arbejdsmiljøledelse efter OHSAS 18001-standarden samt miljøledelse efter ISO 14001-serien. Risikovurdering er en naturlig del af disse aktiviteter, og systemerne har gode muligheder for at få sikkerhedsarbejdet systematiseret og sat i rammer.

Nogle virksomheder har meget omfattende systemer, der er rettet mod kvaliteten af produkterne. Der kan eksempelvis være tale om de amerikanske GMP-krav på farmaområdet eller HACCP inden for fødevarer. Kortlægning og risikovurderinger spiller en væsentlig rolle i disse metoder. Det er vigtigt at være opmærksom på, at nogle af metoderne naturligt har fokus på selve produktets kvalitet, og at metoderne derfor ikke nødvendigvis får afdækket alle farer for de ansatte i produktionsprocessen.

## 8. Ordliste

### A

ALARP	<i>As Low As Reasonably Practicable</i> – et princip ved risikovurdering, hvor risikoen reduceres så meget, som det med rimelighed er praktisk muligt
APV	Arbejdspladsvurdering
ATEX	Fransk forkortelse for eksplosiv atmosfære, hvilket kan være brandbare dampe eller støv
Audit	En afprøvning eller kontrol af om retningslinjer eller en standard følges

### F

Fare	Et potentiale for uheld eller anden uønsket hændelse
------	--

### G

GMP	<i>Good Manufacturing Practices</i> – et amerikansk regelsæt til sikker fremstilling af lægemidler
-----	--

### H

HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> – en metode til systematisk gennemgang og vurdering af sikkerhed ved fødevarerproduktion
HAZID	<i>HAZard IDentification</i> – er en tjeklistemetode til at kortlægge farer, inddrager også ydre påvirkninger, eksempelvis oversvømmelse
HAZOP	<i>HAZard and OPerability analysis</i> – en metode til systematisk at kortlægge farer ved en proces
Hændelse	En uønsket afvigelse, som kunne have udviklet sig til noget værre, hvis omstændighederne havde været lidt anderledes

### I

ISO 14001	Et certificerbart ledelsessystem for miljø
-----------	--

### N

Near-miss	Det samme som tilløb til uheld
-----------	--------------------------------

### O

OHSAS 18001	Et certificerbart ledelsessystem for arbejdsmiljø
-------------	---

### R

Risiko	Kombinationen af sandsynligheden for en hændelse og konsekvensen af hændelsen
--------	---

### S

Scenarie	En kombination af en udløsende årsag og et hændelsesforløb, der resulterer i en hændelse
----------	--

## T

Tilløb til uheld	En hændelse, som kunne have ledt til et uheld, hvis omstændighederne havde været lidt anderledes
Tripod	En metode til analyse af uheld eller tilløb til uheld

## U

Uheld	En hændelse med fare for personer, miljø eller udstyr. Det kan være nedstyrtning af genstande eller udslip af farligt stof, men hvor der ingen skade skete, fordi ingen personer blev ramt, eller spildet løb i lukket opsamlingsbeholder
Ulykke	En hændelse, hvor der sker skade på personer, miljø eller udstyr

## W

What-if	En metode til systematisk at kortlægge farer ved en proces, en arbejdsinstruktion eller andet
---------	---

## 9. Henvisninger

### Arbejdstilsynet

- Bekendtgørelse om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære
- Bekendtgørelse om arbejdets udførelse
- Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser)
- Bekendtgørelse om biologiske agenser og arbejdsmiljø
- Bekendtgørelse om genteknologi og arbejdsmiljø
- Bekendtgørelse om kontrol med arbejdsmiljøet ved risiko for større uheld med farlige stoffer
- Arbejdspladsvurdering – At-vejledning D.1.1
- Forebyggelse af arbejdsulykker i små virksomheder – At-vejledning F.0.4
- Forebyggelse af arbejdsulykker i store og mellemstore virksomheder – At-vejledning F.0.5
- Arbejde med brandfarlige væsker – At-vejledning C.0.6
- Arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære – At-vejledning C.0.9
- Kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer – At-vejledning C.0.3
- Arbejde med stoffer og materialer – At-vejledning C.1.3

### Industriens Branchearbejds miljøråd

- Sikkerhedsrunderinger
- ATEX i fødevarerindustrien – Fiskemel
- Ulykker – fra UPS til OBS
- ATEX i fødevarerindustrien – Møller og Industribagerier
- ATEX i fødevarerindustrien – Sukkervare- og chokoladefabrikker
- ATEX – Vejledning om laboratorier og procesindustrien
- Ulykkesforebyggelsen gennem ændring af holdninger og adfærd
- Klar til ATEX – Træ- og Møbelindustrien
- ATEX på kraftvarmeværker
- Forebyggelse af ulykker – Tekstilbranchen
- Fyrværkeri

### Andre henvisninger

- Duguid I (2004), "Proposal for a process plant safety audit" *Loss Prevention Bulletin* 176:13-16 (April 2004)
- Groeneweg J (1998), "Controlling the controllable. The management of safety". Center for Safety Research, Leiden University, The Netherlands, *DSWO Press* (4. ed) (om TRIPOD)
- HSL 58 (2005), "Review of hazard identification techniques" *Health and Safety Laboratory*. HSL/2005/58
- Kletz TA (1998), "Process Plants: A Handbook for Inherently Safer Design" *CRC Press* (om iboende sikkerhed)
- Mannan S (2005), "Lee's loss prevention in the process industries. Vol 1-3" *Butterworth-Heinemann* (om metoder)

## Bilag A. To eksempler på udfyldte HAZID-skemaer

Dato: 15. sep. 2014  
 Område: Lagerhal 4  
 Basis (tegning): Plantegning 2, revision 1, dato: 14 aug. 2014  
 Deltagere: Sikkerhedschef (SC) (tovholder og referent), arbejdsmiljørepræsentant (AMR), operatør (OP)

HAZID Ledeord	Hændelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Bemærkning
(2) Omgivelser	"Ved skybrud sidste år var det nye forsinkelsebassin tæt på at løbe over. Kan vand trænge ind i lagerhal 4 og gennemvæde og ødelægge papembal-lage for ny råvare XYZ, der er klassificeret som giftig for vandmiljøet"	Skybrud	Forurenet vand, måske en miljøforurening	Råvaren står på træpaller, og papkasser er foret indvendig med plastic	Check koter (SC)	Hvordan opdager vi oversvømmelse fra skybrud i weekenden?
					Er det muligt at placere råvaren i lagerhal 3, der står i højere kote? (SC)	



Dato: 15. sep. 2014  
 Offentlig vej mellem vores tankanlæg  
 Basis (tegning): Plantegning 4, revision 3, dato: 4 apr. 2012  
 Deltagere: Sikkerhedschef (SC) (tovholder og referent), arbejdsmiljørepræsentant (AMR), operatør (OP)

HAZID Ledeord	Hændelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Bemærkning
(3) Transport	A/S Råstof længere nede ad vejen har fået ny ordie, der kommer nu mange store lastbiler med egen grab på vejen, er vores tørbro truet?	Fremmed chauffør glemmer at sænke grab, påkører vores tørbro til Tank 5 og 6	Rørbro skades, måske brud på rør med produkt	God frihøjde (4,5 m)	Tjek nyeste regler vedr. frihøjde (SC)	Har A/S Råstof tilstrækkelig forsikringsdækning?
		Kan det løbe baglæns fra tankene til brudsted?	Tankens indhold strømmer mod brudsted	Kontraventil	Hvornår blev ventil sidst tjekket (OP)	
		Kan det løbe baglæns fra tankene til brudsted?	Tankens indhold strømmer mod brudsted	Håndventil ved tank lukket, når der ikke flyttes produkt	Husker vi altid at lukke håndventil ved tanke efter transfer?, opdater procedure (OP)	
		Pumpen ved tank 5 kan kun stoppes på betjeningspanel lige ved tanken - hvordan stopper vi pumpen hurtigt, kan vi komme derover?	Tager lang tid at stoppe pumpen, derfor stort udslip	Eiforsyning til pumpen kan afbrydes på el-tavle, men ved Erik, hvordan det gøres?	Opdater nødplan, sæt skilt på el-tavle (AMR)	
			Tager lang tid at stoppe pumpen, derfor stort udslip	Eiforsyning til pumpen kan afbrydes på el-tavle, men ved Erik, hvordan det gøres?	Pumpen er gammel, kan vi udskifte den og samtidig også få fjernstart og -stop (SC)	Det vil også lette Peter i hans arbejde
			Tager lang tid at stoppe pumpen, derfor stort udslip	Eiforsyning til pumpen kan afbrydes på el-tavle, men ved Erik, hvordan det gøres?	Hvilke andre løsninger er der? Hvorfor bruger bilerne ikke Nordvejen? Kan der sættes en galge med påkørselsplader som advarer chauffør? (SC)	

## Bilag B. Eksempel på udfyldt What-if-skema

What-if spørgsmål	Hændelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Bemærkning
<p>Dato: 15. sep. 2014</p> <p>Område: Kemikaliemodtagelse, ventilpanel på nordfacade, Bygning 2</p> <p>Basis (tegnning/procedure): Foto af panel på nordfacade</p> <p>Deltagere: Sikkerhedschef (SC) (tovholder og referent), arbejdsmiljørepræsentant (AMR), operatør modtagelse (OP1), operatør proces (OP2)</p>						
Vi modtager nu råvare ABC med tankbil, kender den nye leverandør vores virksomhed, er der mulighed for fejl ?	Indpumpning til forkert tank	Chaufføren kobler slangen på den forkerte stuts	Hvis det pumpes til tank 1 kan der udvikles giftige nitrose gasser	"Ikke muligt, stuts til tank 1 har anden dimension end de andre. Andre stutse har forskellig farvekode.		
Hvad nu hvis chauffør kommer for tidligt eller kontaktperson er syg og erstattes af ny mand	Fejlagelse, indpumpning til forkert tank		Ødelagte råvarer, evt. overfyldning af tank	Chauffør vises til rette af kontaktperson" "Stutse er forskellige.		
OP1 siger, at når vejrskærmen over ventilpanelets stutse slås helt op, dækker den mærkeskiltene	Mulighed for fejlagtelser	Mærkeskilte er skjult	Ødelagte råvarer, evt. overfyldning af tank	Stutse er mærkede / skiltrede med produkt"	Uhensigtsmæssigt, find løsning (SC)	
OP2 spørger hvad der sker hvis Tank 3 overfyldes, mens der samtidig doseres fra tank 3 til proces	Ved fejlagelse pumpes til tank 3, som overfyldes, samtidig med der doseres fra tank 3 til proces (det gøres manuelt med slangeforbindelse)	Chauffør tager fejl af stutse	Trykstød fra tankbilens pumpe får slange til at bevæge sig, oversprøjter operatør med svagt ætsende stof	Farvekode på stutse	Det er ikke godt nok, find løsning (SC)	
OP1 spørger om chauffør ved fejl kan køre til bygningens sydside hvor der også er et ventilpanel, hvor stutse er i magen til	Indpumpning til helt forkert tank	Chauffør tager fejl af panel på nordside og sydside, her passer to stutse faktisk	I værste fald kan der ske kraftig varmeudvikling, måske sprængning af tank	"Procedure Stutse er mærkede"	Det er ikke godt nok, find teknisk løsning, tænk på at ændre dimension af stutse, aflåsning med nøgle, eller andet (SC)	
Hvad nu hvis slangen ikke sættes ordentligt fast, eller der er lækage på slangen	Udslip		Stof må ikke løbe til jord eller i kloak	"Slange udskiftes efter leverandørens anvisninger Befæstet område	Tjek hvornår slangen sidst blev udskiftet (OP1)	
Hvad nu hvis chauffør kører mens slangen stadig sidder på stuts	Kraftigt træk i stuts	Forglemmelse, distraheret chauffør	Hvis stuts rives af kan stråle måske ramme uden for befæstet område, jordforurening	Området afdrænet til rødt kloaksystem (lukket)" Kontraventil forhindrer baglæns flow		
Hvad nu hvis kontraventilen også rives af, OP1 siger, den sidder lige bag panelet	Chauffør kører mens slangen stadig sidder på stuts		Måske kan stråle ramme uden for befæstet område, jordforurening	Temmelig usandsynligt	Det vil være enkelt og ikke særlig dyrt at sætte ekstra kontraventil på selve tanken (SC)	

# Bilag C. Eksempel på udfyldt HAZOP-skema

HAZOP-skema  
 NY oven i H2  
 Anlæg (projekt): Propanfordamper  
 Delsystem: Proces og instrumenteringsdiagram  
 Tegning: (P&ID) 2208-3 (Rev. 4)

Dato: 15. sep. 2014  
 Deltagere: xx, nn

Ledeord	Afvigelse	Årsag	Konsekvens	Sikkerhedsforanstaltning	Aktion	Ansvarlig	Kommentar
Høj	Høj temperatur i fordamper	Kontrolventil V-02 i hedtollekrede går i åben position (spontan svigt)	Kraftig fordampning af propan, trykstigning i fordamper	Temperaturmåler TC-02 giver alarm for høj temperatur og lukker for ventil V-09, som standser hedtolle-cirkulationspumpe	Størrelse af PSV-2 er iht datablad rev1 dimensioneret for en maksimal hedtolletemperatur på 160 °C, men SRO oplyser at leverandør af hedtollekrede for nyligt har foreslået at hæve temperaturen til 190 °C. Er PSV-2 så stadig stor nok?	PI	
Høj	Høj temperatur i fordamper	Fejlvisning fra TC-02, måler for lavt	Kraftig fordampning af propan, trykstigning i fordamper	Sikkerhedsventil PSV-2 åbner, hvis tryk bliver for højt	Uafhængig (redundant) måling af temperatur og adskillelse af styrekreds og sikkerhedskreds kan være krævet i henhold til designforskrift. Tjek og udarbejd beslutningsgrundlag	PI	
Høj	Høj temperatur i fordamper	Brand i krat og buske bag bygning 2	Kraftig fordampning af propan, trykstigning i fordamper	Et bælte på 15 m friholdes for vegetation			
Lav	Lav temperatur i fordamper	Stop på hedtolleanlæg	Styrekreds TC-02 åbner mere og mere for at kompensere, propan afkøles på grund af fordampning	Temperaturmåler TC-02 vil til sidst give alarm for lav temperatur	Fordamperen er isoleret, 50 mm stenuld Sikkerhedsventil PSV-2 åbner, hvis tryk bliver for højt Tjek hvor lav temperaturen kan blive. Hvad med stålkvaliteten? Kan den blive så lav at vi risikerer lavtemperatur skørt brud på fordamperen. Det har der vist ikke været tænkt på.	PI	



CO-industri  
[www.co-industri.dk](http://www.co-industri.dk)  
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri  
[www.di.dk](http://www.di.dk)  
Tlf. 3377 3377



Lederne  
[www.lederne.dk](http://www.lederne.dk)  
Tlf. 3283 3283



[i-bar.dk](http://i-bar.dk)

