



University of
Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Risikostyring	Høstsemesteret, 2015 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Vidar Dahle (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Eirik Bjorheim Abrahamsen	
Veileder: Eirik Bjorheim Abrahamsen	
Tittel på masteroppgaven: En vurdering av hvordan Avinor gjennomfører risikoanalyser for å etablere risikobilder, sammenlignet med aktuell teori innen feltet. Engelsk tittel: An assessment of how Avinor carries out risk analyses in order to establish risk pictures, compared with current theory in the field.	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Risikoanalyse Risikostyring Usikkerhet Konsekvensanalyse Risikomatrise Sannsynlighet	Sidetall: 51 + vedlegg/annet: 18 Bergen, 15.12.2015 Dato/år

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på min utdanning til sivilingeniør i Risikostyring ved Universitet i Stavanger (UiS). Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er utført høsten 2015 i samarbeid med Avinor AS.

Målet med oppgaven er å undersøke hvordan Avinors gjennomføring av risikoanalyser, med bakgrunn i etablering av risikobilder av lufthavner i Norge, har blitt gjennomført. Med det menes hvordan definisjoner, begreper og konsepter er brukt sett i lys av hva jeg har lært på mitt toårige studie på UiS.

Prosessen har vært utfordrende og lærerik. Emnet er veldig interessant og aktuelt for min studieretning, og jeg er glad for muligheten til å se hvordan teorien jeg har tilegnet meg i løpet av disse årene kan brukes i praksis.

Jeg ønsker å takke veilederen min Eirik Bjorheim Abrahamsen for god veiledning og gode tilbakemeldinger. I tillegg er jeg veldig takknemlig overfor Jo Tidemann og spesielt Stig Mjelstad i Proactima som hjalp meg å finne en mulig masteroppgave her i Bergen, og i tillegg har vært veldig behjelpelig med spørsmål gjennom hele prosessen. Til slutt må jeg takke representantene fra Avinor; Ulf Røed som har vært veldig imøtekommende med tanke på organisering av oppgaven og Hilde Bjørkedal Evensen som har vært tilgjengelig for spørsmål.

Vidar Dahle

Bergen, desember 2015

Sammendrag

Risikostyring og –analyse er noe stadig flere bedrifter setter av ressurser til å prioritere. Å identifisere hvilke uønskede hendelser som kan oppstå og virke negativt på virksomheten kan være hensiktsmessig for å få en oversikt over risikoen virksomheten utsettes for. Avinor har de siste årene gjennomført risikoanalyser av lufthavner i Norge for å etablere ”erkjente risikobilder”.

Avinor er et heleid statlig aksjeselskap som har ansvar for de 46 statlige flyplassene i Norge, der 12 flyplasser drives i samarbeid med Forsvaret. I tillegg til flyplassene driver Avinor kontrolltårn, kontrollsentraler, radarer og annen teknisk infrastruktur for sikker flynavigasjon. Avinor er selvfinansiert og får ingen faste tilskudd fra staten. Inntektene kommer gjennom trafikkavgifter som flyselskapene betaler for blant annet å bruke flyplassene og til å fly i norsk kontrollert luftrom, samt kommersiell virksomhet på flyplassene som utleie av areal til tax free-butikker, servering og andre servicetilbud til passasjerene.

Gjennomføring av risikoanalyser for å etablere ”erkjente risikobilder” er et krav fra EU. Innen utgangen av 2017 skal alle lufthavner etablere et ”erkjent risikobilde” gjennom en formell prosess hvor det skal benyttes prediktive, proaktive og reaktive sikkerhetsdata for å identifisere risiko for fly- og helikopteroperasjoner. Dette krever at Avinor må vurdere risikonivå for tre ulike risikoområder på en lufthavn; flysikkerhet, security og HMS.

Avinor har utarbeidet en metodebeskrivelse som stegvis beskriver hvordan analysene skal gjennomføres. Beskrivelsen tar for seg hvilke definisjoner som er lagt til grunn, og hvordan risikoanalyseringsverktøy skal brukes for å etablere risikobilder. Definisjoner og elementer fra Avinors analyse som kan føre til misforståelser og usikkerhet oppstår er gjennomgått. Fundamentale begreper og konsepter innen risikostyring kan tolkes på ulike måter, og et gjentakende problem er at de blir misforstått. Risiko er et eksempel på et begrep som er under stadig utvikling og kan defineres på ulike måter.

Avinor har i sine analyser brukt ISO-definisjonen av risiko; ” *virkning av usikkerhet knyttet til mål*”. Det viser seg likevel at usikkerhet omtrent ikke er omtalt i rapportene deres. Videre gjennomgås det hvordan *lav*, *middels* og *høy* sannsynlighet og konsekvens er brukt. Beskrivende begrep som dette er relative, og er ikke videre definert i Avinors analyser. Slike begrep kan brukes ulikt av analytikere, samt forstås ulikt avhengig av hvem som leser rapporten. Jo mer frihet det er til å gjøre egne tolkninger, jo større usikkerhet oppstår. Derfor er det utarbeidet tabeller og andre forslag til endringer av risikomatriser, slik at man på en enkel måte kan redusere denne usikkerheten.

Momentene over er ment som en bevisstgjøring på at beslutninger man tar kan vise seg å være feil dersom kunnskapen omkring avgjørelsen er svak. Overraskende elementer kan minimeres gjennom blant annet å vurdere hvor i analysen usikkerhet oppstår, hvor mye usikkerhet

analysen inneholder og hvordan man kan håndtere denne usikkerheten. Dette kan fører til at man får en mer presis analyse.

Håpet er at denne oppgaven kan bidra til diskusjon, spesielt i forhold til de delene av Avinors analyse der usikkerhet og presisjon er viktig. Utarbeiding av konkrete modeller og mulige tiltak for å kunne vurdere og håndtere usikkerhet i Avinors analyse, kunne vært grunnlag for videre arbeid.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	II
Innhold	IV
Figurliste.....	VI
1. Innledning	1
1.1. Bakgrunn	1
1.2. Formål.....	1
1.3. Omfang og avgrensinger	2
1.4. Struktur av oppgaven.....	2
2. Teori.....	3
2.1. Risikoanalyse.....	3
2.2. Risiko og usikkerhet	5
2.2.1. Risikorepresentasjon ved bruk av (A, C, P).....	7
2.2.2. Risikorepresentasjon ved bruk av (A, C, U)	8
2.3. Sannsynlighet i en risiko- og sikkerhetskontekst	8
2.3.1. Objektiv sannsynlighet.....	8
2.3.2. Subjektiv sannsynlighet	9
2.4. Modeller brukt i forbindelse med risikoanalyse	10
2.5. Risikoanalyseprosessen: risikovurdering	11
2.5.1. Identifisering av initierende hendelser	12
2.5.2. Årsaksanalyse	13
2.5.3. Konsekvensanalyse	14
2.5.4. Sannsynligheter og usikkerhet	15
2.5.5. Risikobilde: Risikopresentasjon.....	17
2.5.6. Sensitivitets- og robusthetanalyse.....	20
2.5.7. Risikoevaluering	21
3. Avinors risikoanalyse.....	24
3.1. Litt om bedriften	24
3.2. Definere problem	24
3.3. Krav om sertifisering	25
3.3.1. Flysikkerhet.....	25

3.3.2.	Lufthavn- og ATM-Security	25
3.3.3.	HMS	26
3.4.	Metodologi og gjennomføring av analysen	26
4.	Diskusjon	34
4.1.	Risikoanalyseprosessen	34
4.1.1.	Risiko og usikkerhet	34
4.2.	Identifisering av initierende hendelser	35
4.3.	Årsaksanalyse	37
4.4.	Konsekvensanalyse.....	38
4.5.	Sannsynligheter, usikkerhet og risikobilde.....	41
4.5.1.	Forslag til utbedring av matrisen	43
4.6.	Sensitivitets- og robusthetsanalyse	47
4.7.	Risikoevaluering	47
5.	Konklusjon	48
5.1.	Tips til videre arbeid.....	49
6.	Referanser	50
7.	Vedlegg	52

Figurliste

Figur 1 Risiko formulert i form av konsekvenser og uønskede hendelser (Nilsen & Aven, 2003, s. 312).....	5
Figur 2 - Illustrasjonsfoto av hvordan flere bow-tie-diagrammer kan kombineres for å få inngående kunnskap om hva som påvirker en initierende hendelse, på flere nivåer. (Aven T. , 2008, s. 41).....	10
Figur 3 - Gjennomføring av trinn i en risikoanalyseprosess (Røed, 2008).....	12
Figur 4 - Bow-tie diagram for kvalitativ analyse (Flaus, 2013, s. 260).....	14
Figur 5 - Reasons sveitserostmodell.....	15
Figur 6 - Klassifisering av frekvens/sannsynlighet (Rausand & Utne, 2009, s. 64).....	16
Figur 7 - Klassifisering av konsekvenser (Rausand & Utne, 2009, s. 65).....	17
Figur 8 - Risikomatrise.....	18
Figur 9 - Akseptabel risiko og ALARP.....	22
Figur 10 - Risikobildet dannes med bakgrunn i en tre trinns prosess.....	27
Figur 11 - Eksempel på hvordan initierende hendelser er listet opp, beskrevet og vurdert.	28
Figur 12 - Eksempel på barrierer innenfor forskjellige disipliner hos Avinor.....	28
Figur 13 - Status på ytelsesnivå til de ulike fagområdene. Denne figuren er hentet fra rapporten fra Kristiansand.....	30
Figur 14 - Eksempel på hvordan gjennomføring av vurdering av sikkerhetsindikatorer er vurdert.	30
Figur 15 – Vurdering av indikatorer med hensyn på skjermingsverdige objekter.....	31
Figur 16 - Status til HMS-ytere.....	32
Figur 17 - Eksempel på risikobilde HMS.....	32
Figur 18 - Bow-tie diagram hentet fra Avinors rapport.....	38
Figur 19 - Sannsynlighetsfordeling av forskjellige konsekvenser av en busskollisjon.....	39
Figur 21 - Illustrasjon på hvordan barrierer kan virke inn på en ulykke.....	41
Figur 22 - Risikomatrise hentet fra rapport om Kristiansand lufthavn.....	42
Figur 23 - Revidert matrise med 3 x 3 inndeling.....	43
Figur 24 - Revidert matrise med 3 x 3 inndeling og nye posisjoner på hendelsene.....	44
Figur 25 - Utdrag fra rapport som viser hvordan den uønskede hendelsen Birdstrike er vurdert.....	45
Figur 26 – Forslag til ny klassifisering av sannsynlighet kombinert med frekvens.....	45
Figur 27 - Risikomatrise med Birdstrike.....	46
Figur 28 - Risikomatrise med sannsynlighetsintervaller.....	47

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Det finnes ingen felles enighet om hvordan risiko skal defineres, og det finnes derfor ulike definisjoner med samme oppfatning. Begrepet risiko er under stadig utvikling og var tidligere kun basert på sannsynlighet og konsekvens. Risiko er relatert til fremtidige hendelser, og er derfor forbundet med usikkerhet (Rausand & Utne, 2009). Aven (2008) har derfor formulert definisjoner av risiko som tar hensyn til denne usikkerheten.

Evnen til å håndtere risiko er en viktig egenskap i mange virksomheter. Dette er et område som blir mer og mer prioritert. Risikoanalyser er et verktøy brukt for å avdekke og håndtere risiko, samt for å undersøke og redusere usikkerhet relatert til utfall av fremtidige hendelser (Apeland, Aven, & Nilsen, 2002). Ved bruk av slike verktøy kan virksomheter få svar på hva som kan gå galt, hva sannsynligheten er for at uønskede hendelser inntreffer og hvilke konsekvenser hver av de uønskede hendelsene kan medføre.

Etter krav fra EU har Avinor tatt i bruk risikoanalyser for å kartlegge risiko som oppstår på lufthavnene i Norge. Kravet fra EU sier at alle lufthavner skal sertifiseres med hensyn til risiko innen utgangen av 2017 og at det skal etableres et ”erkjent risikobilde” for hver lufthavn.

Avinor har i den sammenheng utarbeidet en metodebeskrivelse for gjennomføring av denne analysen. Beskrivelsen tar for seg hvilke definisjoner som er lagt til grunn og hvordan risikoanalyseverktøy skal brukes for å etablere risikobilder.

Denne oppgaven tar for seg risikoanalysene Avinor gjennomfører, og har sett på hvorvidt deres begreper og gjennomføringer samsvarer med teori på feltet. Først gjennomgås relevant teori, og så blir en stegvis gjennomgang av Avinors risikoanalyse beskrevet. Deretter er viktige momenter fra Avinors analyse påpekt, blant annet for å bevisstgjøre hvor i analysen usikkerhet forekommer, samt forslag til ulike tiltak som kan bidra til å redusere denne usikkerheten.

1.2. Formål

EU har kommet med et krav om at alle lufthavner skal sertifiseres innen utgangen av 2017. Avinor har derfor utarbeidet en metode for å avdekke risiko slik at man kan etablere risikobilder, og på den måten få oversikt over hvilke trusler som kan oppstå på lufthavnene. Denne oppgaven har som mål å sammenligne gjennomføringen av denne metoden med grunnleggende teori av definisjoner og begreper innen risikostyringsfaget. Det er således tatt utgangspunkt i hvordan definisjoner og konsepter er forstått og kommunisert av de som gjennomfører analysen. Snakker man samme språk, eller oppstår det feil og usikkerhet fordi

man har ulik oppfatning av hva som ligger i begrep som risiko og sannsynlighet? I hvilken grad har man tatt hensyn til usikkerhet i gjennomføringen av analysen? Har man nok bakgrunnskunnskap for å ta sikre beslutninger? Med utgangspunkt i disse spørsmålene er det prøvd å bevisstgjøre ulike områder i Avinors analyse der usikkerhet oppstår.

Ut i fra momentene over, er problemstillingen for oppgaven formulert slik:

En vurdering av hvordan Avinor gjennomfører risikoanalyser for å etablere risikobilder, sammenlignet aktuell teori innen feltet.

1.3. Omfang og avgrensinger

Avinors risikoanalyse er omfattende og består av flere steg. Istedenfor å gjennomføre en mer generell og overfladisk vurdering av analysen er det derfor i denne oppgaven fokusert på en grundig vurdering av noen deler av analysen. Oppgaven er derfor avgrenset til å omtale steg 1 og steg 3 av Avinors analyse. Disse stegene tar i hovedsak for seg henholdsvis identifisering av uønskede initierende hendelser og trusler og presentasjon og vurdering av risiko. Trinn 2, som blant annet omfatter bruk og vurdering av risikoindikatorer, er beskrevet og gjennomgått, men ikke diskutert i samme grad som de andre stegene.

1.4. Struktur av oppgaven

Oppgaven er bygget opp av fem kapitler. Kapittel 1 er et innledende kapittel hvor bakgrunn og formål for oppgaven introduseres. I tillegg angis hvilket omfang oppgaven har og hvilke avgrensninger som er gjort.

Kapittel 2 tar for seg all relevant teori for oppgaven. Det vil si definisjoner av grunnleggende konsepter, samt en gjennomgang av en overordnet risikoanalyse der viktige momenter blir uthevet og forklart.

Kapittel 3 tar for seg Avinor og deres prosess med gjennomføring av risikoanalysene. Det blir gitt en kort presentasjon av Avinor og deres problemstilling med etablering av risikobilder av lufthavner i Norge, på bakgrunn av et nytt sertifiseringskrav fra EU. Videre er Avinors tretrinnsprosess gjennomgått for å best mulig forstå hvordan gjennomføringen har vært.

Kapittel 4 diskuterer teorien i kapittel 2 opp mot informasjonen i kapittel 3. I kapittel 5 utheves oppgavens viktigste konklusjoner før man til slutt kommer med tips til videre arbeid, referanseliste og vedlegg.

2. Teori

2.1. Risikoanalyse

For å avdekke og håndtere risiko blir risikoanalyser brukt. Risikoanalyser blir i hovedsak brukt til å beskrive risiko for å kunne presentere et informativt risikobilde.

”Risikoanalyse er et verktøy for å undersøke og redusere usikkerhet relatert til utfall av fremtidige hendelser.” (Apeland, Aven, & Nilsen, 2002, s. 93)

Analysen hjelper oss å sammenligne forskjellige alternativer og løsninger i forhold til risiko ved å identifisere faktorer, vilkår, aktiviteter, systemer, komponenter etc. som er viktige med hensyn til risiko. Man kan altså få svar på hva som kan gå galt, hva sannsynligheten er for at uønskede hendelser inntreffer, og hvilke konsekvenser hver av de uønskede hendelsene kan medføre.

Løsninger kan i tillegg belyses ved at analysen demonstrerer effekten av ulike risikotiltak. Nilsen & Aven (2003) sier at risikoanalysen hjelper oss å støtte beslutningsprosesser ved at den tar hensyn til både sikre og usikre størrelser og beregner i hvilken grad spesifikke hendelser eller scenarioer kan forventes å skje i fremtiden. Når denne bakgrunnsinformasjonen er på plass legger dette ifølge Aven (2008) grunnlaget for å lettere kunne velge mellom forskjellige alternative løsninger og aktiviteter i planleggingsfasen av et system. Dette gjør det lettere å velge mellom alternative design av en løsning. I tillegg kan man dokumentere et akseptabelt sikkerhets- og risikonivå, og om nødvendig trekke konklusjoner om løsninger tilfredsstillende angitte krav, ofte stilt av myndigheter.

Den tradisjonelle tilnærmingen til risikoanalyse er basert på prinsipper og metoder for klassisk statistikk. Analytikeren bruker risikoanalyse som et middel for å estimere ennå ukjente sannsynligheter (Nilsen & Aven, 2003). Et nøkkelelement i risikoanalyse er sannsynligheter, men ulik tolkning av begrepet og forskjellig bruk av sannsynligheter kan gjøre at budskapet fra analysen svekkes (Apeland, Aven, & Nilsen, 2002). Definisjon av sannsynlighet går nærmere inn på i kapittel 2.3. I følge Aven (2008) kan vi dele risikoanalyse inn i tre hovedkategorier:

- (1) *Forenklet risikoanalyse*: En kvalitativ analyse med en informativ prosedyre som ved hjelp av brainstorming og gruppediskusjoner etablerer et risikobilde. Risikoen kan bli presentert ved bruk av en grov skala som bruker kriteriene lav, moderat eller stor.
- (2) *Standard risikoanalyse*: En mer formalisert prosedyre som kan gjennomføres både kvalitativt og kvantitativt. Kjente risikoanalysemetoder som HAZOP blir ofte brukt, og resultatene blir ofte presentert i en risikomatrise.
- (3) *Modellbasert risikoanalyse*: Hovedsakelig kvantitativ gjennomføring som bruker metoder som hendelsestrær for å kalkulere risiko.

Store mengder erfaringsdata er ofte tilgjengelig når en risikoanalyse skal gjennomføres, noe som kan brukes som en basis for å forutsi hvor ofte en hendelse vil oppstå i fremtiden (Aven T. , 2008). Problemet med dette er at erfaringen fra slike systemer ofte er preget av skreddersydde konfigurasjoner og vedlikeholdsfilosofier, samt unike driftsforhold og arbeidsmiljøer. Vi kan dermed ikke lene oss blindt på denne informasjonen. Kontinuerlig og rask utvikling gjør i tillegg at utstyr og driftsutførelser er under stadig forandring. Vi sitter da igjen med lite eller ingen relevante data for estimering av sannsynlighetsbaserte inngangsparametre til bruk i risikoanalysemodeller. Dette fører til at utfyllende informasjon i andre former som ekspertuttalelser blir mye benyttet, i tillegg til at bruk av tilgjengelige data blir tvunget frem (Nilsen & Aven, 2003). Det oppstår derfor ofte konflikter mellom de åpenbare subjektive elementene i denne estimeringspraksisen, og objektiviteten foreslått av den statistiske tilnærmingen. Vanskelighetene forbundet med tolkning av sannsynlighetsanslag, som følge av analyser av et begrenset grunnlag av erfaringsdata og vurdering av usikkerhet knyttet til slike beregninger, gjenspeiler denne konflikten (Nilsen & Aven, 2003).

Maurssand et. al (2008) lister opp en del kvalitetskrav til en risikoanalyse. Under er noen av disse punktene listet opp:

- Analysen skal være objektiv, systematisk, strukturert – og, så langt som mulig, basert på fakta, dvs. ikke synsing.
- Innsatsen i risikoanalysen må stå i samsvar med viktigheten av den beslutningen som skal treffes.
- Usikkerheten i risikoanslag skal beskrives – og årsakene til usikkerheten skal beskrives.

Maurssand et. al (2008) poengterer også at en risikoanalyse vil være holdningsskapende for de som arbeider med den. At de som har ansvar for driften av en virksomhet deltar aktivt i risikoanalysene, og ikke delegerer vekk arbeidet til konsulenter uten selv å være involvert, er derfor svært viktig.

Det kan gjøres egne analyser for å avdekke usikkerhet og i hvilken grad disse påvirker resultatene i et prosjekt eller en risikoanalyse. Usikkerhetsanalyse er definert som en ”systematisk fremgangsmåte for å identifisere, beskrive og beregne usikkerhet” (Klakegg, 2003). Hvor stort omfang usikkerhetsanalysen skal ha er avhengig av størrelsen på prosjektet, og hvor usikkert prosjektet i utgangspunktet virker for organisasjonen som skal gjennomføre det. (Austeng, Torp, Midtbø, Helland, & Jordanger, 2005) Jo viktigere det er at usikkerheten minimeres, dess viktigere er det å vie ressurser til å gjennomføre en slik analyse, men en slik analyse må sees i et kost-nytte perspektiv.

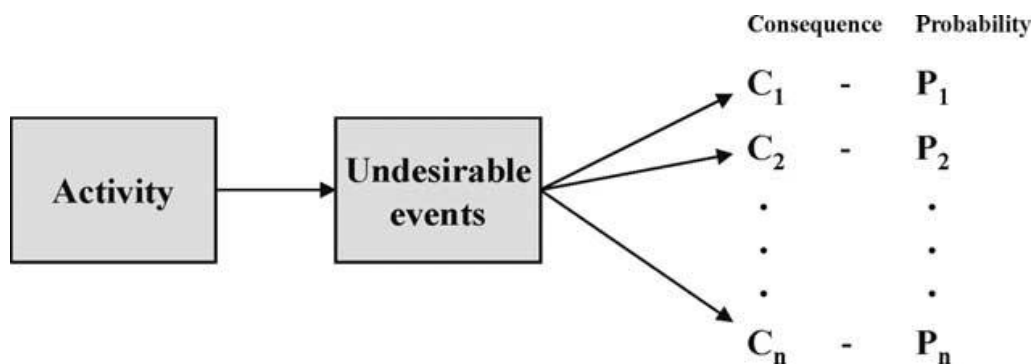
2.2. Risiko og usikkerhet

Det finnes ingen enighet om nøyaktig hvordan risiko skal defineres, og det finnes derfor flere definisjoner der ute bygget rundt den samme oppfatningen. Risiko er relatert til fremtidige hendelser og mange viktige avgjørelser baseres på risikovurderinger. Begrepet er under stadig utvikling og var tidligere kun basert på sannsynlighet og konsekvens. En slik måte å definere risiko på er

”kombinasjonen av mulige konsekvenser og sannsynlighet” (Aven T. , 2007)

En slik definisjon gir nok kanskje ikke et fyldig nok bilde på hva risiko egentlig er, derfor introduseres ofte begrepet usikkerhet når risiko skal defineres. Man vet ikke i dag om spesifikke hendelser vil oppstå eller ikke, og dersom de oppstår, hva konsekvensene vil være. Hvor sannsynlig det er at en hendelse og at spesifikke konsekvenser vil oppstå kan uttrykkes ved hjelp av sannsynligheter, basert på vår kunnskap. Under presenteres flere definisjoner av risiko:

”spekteret av konsekvenser C , antall utfall som følge fra såkalte uønskede hendelser under aktiviteten, og de tilhørende sannsynligheter P , dvs. $(C_1, P_1), (C_2, P_2), \dots, (C_n, P_n)$, som vist i figur under. Alternativt kan utfallsområdet av aktiviteten bli gitt en mer generell representasjon gjennom et sett av usikre størrelser Y (Y_1, Y_2, \dots, Y_n). Risikoen kan deretter formuleres som den simultane fordelingen av Y , $F_Y(y)$.” (Nilsen & Aven, 2003, s. 312)



Figur 1 Risiko formulert i form av konsekvenser og uønskede hendelser (Nilsen & Aven, 2003, s. 312)

Ved å innføre usikkerhet i definisjonen, blir et mer nyansert og riktig bilde på begrepet presentert:

”Risiko er en usikker hendelse eller tilstand som, hvis den inntreffer, har en positiv eller negativ effekt på prosjektets/virksomhetens mål”. (Hagenes, Vatne, & Nordheim, 2014)

ISO-standarden fra 2009 definerer risiko som: *”virkning av usikkerhet knyttet til mål”*

Som vi ser her er ingen av definisjonene like, selv om de på samme tid har den samme forståelsen av temaet. ISO-standarden har kanskje den videste definisjonen, samtidig som den erkjenner at vi opererer i en usikker verden.

I tillegg til konsekvens og sannsynlighet beskrives ofte risiko ved å referere til potensielle initierende hendelser. En potensiell hendelse kan få mange ulike konsekvenser med forskjellig grad av sannsynlighet for å oppstå. Ved analyse av potensielle hendelser, mulige konsekvenser og deres sannsynligheter, bygger vurderingene våre på den kunnskapen vi har fra før og den vi etablerer gjennom analyser underveis i arbeidet. (Difi, 2014) I mange situasjoner har man imidlertid ikke kunnskapen som skal til for å utføre en slik vurdering. Slik usikkerhet, grunnet mangel på kunnskap kalles epistemisk usikkerhet. Mangelfull forståelse av prosesser, upresise evalueringer av egenskaper eller ufullstendig kjennskap til fenomener kan bidra til økt usikkerhet rundt hvor hyppig en konsekvens kan oppstå, eller hvilke konsekvenser som vil kunne oppstå. Dette er usikkerhet som kan reduseres ved å tilegne seg mer kunnskap om systemet eller omkringliggende fenomener (Alleman, 2013).

Når man prøver å oppnå et mål, er det alltid en mulighet for at ting ikke går etter planen, og vi får ikke alltid de resultatene man forventer på forhånd. Som definisjonen fra Hagenes et.al (2014) nevner, kan man noen ganger ende opp med et mer positivt resultat enn vi hadde forventet på forhånd, og noen ganger dårligere. Hvor god er forståelsen vår av hendelsene som vurderes og hvor gode grunnlagsdata har vi? I slike situasjoner snakker man om usikkerhet. Usikkerhet kan blant annet defineres på disse to ulike måtene:

“Differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den informasjonen som er tilgjengelig på tidspunktet for beslutningen” (Hagenes, Vatne, & Nordheim, 2014)

”Usikkerhet er formen, selv delvis, av mangel på informasjon knyttet til forståelse eller kunnskap om en hendelse, dens konsekvens eller sannsynlighet” (ISO, 2009)

Et eksempel på usikkerhet er antakelser gjort i forhold til vær. I Bergen, min hjemby, regner det mye, men jeg kan ikke anta at det skal regne i morgen av den grunn. Selv om jeg kanskje tror det, er jeg klar over at utfallet av morgendagens vær likefullt kan være sol. Det er med andre ord usikkerhet i bildet. Men, jeg kan gjøre forskjellige grep for å minske denne usikkerheten. Ved å se ut av vinduet, sjekke et barometer eller ved å sjekke en værmelding kan jeg minske usikkerheten bak påstanden min. I senere tid er det også snakk om hvilken værmelding man ser på, ettersom meteorologer kan melde ulikt vær. Dette går på deres ferdigheter til å forutsi været, og gjør at oppstår det usikkerhet i enda et ledd av antakelsene.

Det finnes også usikkerhet som oppstår ved tilfeldige prosesser, noe som kalles aleatorisk usikkerhet. Når man spår utfallet av et myntkast oppstår slik usikkerhet. Denne usikkerheten er tilfeldig, og er usikkerhet som ikke kan reduseres. Ettersom det antas at sannsynligheten for mynt og krone er 0,5, ville man derfor kunne anta at ved 100 myntkast, ville 50 av disse være

krone. Jo flere kast vi gjør, jo bedre vil denne antakelsen stemme. Ved 100 kast kan man likevel være ”uheldig” og få et resultat med 60 tilfeller av krone og 40 av mynt. Det er denne usikkerheten aleatorisk usikkerhet beskriver (Alleman, 2013).

Når resultater fra en analyse presenteres kan det være nyttig å nevne usikkerhet man tror oppstår slik at man vet i hvilken grad man kan stole på resultatene, og dermed ta forbehold om eventuelle variasjoner. Det har blitt stadig mer vanlig i risikovurderinger å gi en tilleggsbeskrivelse av hvor usikre man er på estimering av risikoen (Difi, 2014).

2.2.1. Risikorepresentasjon ved bruk av (A, C, P)

Denne måten å representere risiko tar hensyn til tre komponenter:

- Potensielle fremtidige hendelser (A)
- Potensielle konsekvenser av disse fremtidige hendelsene (C)
- Sannsynligheten (P) for at de fremtidige hendelsene vil oppstå, og sannsynligheten relatert til hva de følgende konsekvensene vil være.

Ved bruk av denne representasjonen av risiko, tas det ikke videre hensyn til usikkerhet utover sannsynligheten P. Sannsynligheter er hovedsakelig utformet ved hjelp av relativ frekvens eller som grad av tro i en risikokontekst, som det går nærmere inn på i kapittel 2.3. Sannsynligheten må reflektere graden av tro analytikeren har for at hendelsen skal oppstå, for eksempel ved å tildele en verdi i form av et enkelt tall eller en sannsynlighetsfordeling. En utfordring ved denne måten å håndtere risiko, er at sannsynlighetsteori ikke kan tvinge konsensus mellom to forskjellige analytikere. Analytikerne kan være uenige om sannsynlighetene de kommer frem til, og begge kan være ”riktige” utifra antakelsene som er gjort. Som Aven og Reniers (2013) poengterer, må man ta hensyn til hvilke antakelser som er gjort. Hvis informasjonen som er lagt til grunn for sannsynlighetene er svak, kan ikke de tildelte sannsynlighetstallene forsvares. Det vil si at hvis en analytiker tildeler en hendelse 0,35 for at den skal inntreffe, kan antagelsene være mange og usikre grunnet begrenset kunnskap.

I en risiko- og sikkerhetskontekst kan det være motstridende interesser blant interessenter, noe som kan føre til uenighet om hvem som skal tildele for eksempel sannsynlighetene. For å ta hensyn til denne kritikken, har ulike fremgangsmåter for å representere usikkerhet blitt foreslått, blant annet sannsynlighetsintervaller.

Aven og Reniers (2013) hevder at det må tas hensyn til usikkerhet utover sannsynligheter i risikorepresentasjonen ved bruk av A, C og P. Usikkerhet er mer enn subjektive bedømmelser og relative frekvenser som P her representerer, og det er derfor ikke godt nok å kun referere til sannsynlighet. En presentasjon ved bruk av sannsynlighet med usikkerhet gir oss (A, C, U).

2.2.2. Risikorepresentasjon ved bruk av (A, C, U)

Denne måten å beskrive risiko på tar altså hensyn til usikkerheter rundt fastsetting av sannsynlighetene. U er satt sammen av sannsynligheten P og bakgrunnskunnskapen K. På bakgrunn av dette har Aven formulert en definisjon av risiko:

”Risiko er en todimensjonal kombinasjon av hendelser A og konsekvensene C av disse hendelsene, med tilhørende usikkerheter U.” (Aven T. , 2008, s. 19)

Vi vet altså ikke i dag om uønskede hendelser vil oppstå og hva de eventuelle konsekvensene vil være. Det er altså usikkerhet assosiert med både A og C. Ved bruk av sannsynligheter P, basert på vår bakgrunnskunnskap K, kan vi altså vurdere hvor sannsynlig det er at en hendelse A vil oppstå og at konkrete konsekvenser C vil være et resultat av hendelsen (Aven T. , 2008).

2.3. Sannsynlighet i en risiko- og sikkerhetskontekst

Sannsynlighet er et sentralt begrep i risikoanalyser og risikovurderinger, men ofte blir begrepet brukt uten at det klart er definert hva som menes. Sannsynligheten for noe forteller hvor sikkert eller usikkert det er at en ting skal hende. Mangel på en felles forståelse av sannsynlighetsbegrepet, kan ofte føre til misforståelser. Videre forklares forskjellige aspekter av sannsynlighet som kan være relevant for gjennomføringen av Avinors risikoanalyse.

Sannsynlighet kan forstås på to måter; objektiv og subjektiv sannsynlighet.

2.3.1. Objektiv sannsynlighet

Objektiv sannsynlighet innebærer sannsynlighet som er uavhengige av en persons mening og vurdering. Denne typen sannsynlighet kan deles opp i ulike deler. De mest aktuelle for denne oppgaven er hentet fra Aven og Reniers (2013) og vil bli presentert under.

Klassisk sannsynlighet

Den klassiske tolkningen av sannsynlighet krever at to krav blir oppfylt for at man skal ha en sannsynlighet:

- Alle utfall har samme sannsynlighet for å oppstå
- Et begrenset antall utfall

Hvis disse kravene er oppfylt er sannsynligheten for en hendelse A gitt som:

$$P(A) = \frac{\text{Number of outcomes resulting in } A}{\text{Total number of outcomes}}$$

Denne typen tolkning av sannsynlighet er hovedsakelig nyttig i gamblingssituasjoner, ved bruk av for eksempel terningkast eller myntkast. Ved å anta at terningen er "rettferdig" og dermed har like stor sjanse for å lande på alle seks sider, oppfyller vi kravene for klassisk sannsynlighet. Ettersom situasjoner med disse kravene opptrer svært sjeldent i den virkelige verden, er denne typen sannsynlighet ikke sett på som anvendelig i en risiko- og sikkerhetskontekst. Begrepet er mer brukt som en teoretisk fremgangsmåte.

Frekvensbasert sannsynlighet

Frekvensbasert sannsynlighet kan defineres som den relative hyppigheten en hendelse opptrer i en hypotetisk situasjon som gjentas et uendelig antall ganger. Dette er et hypotetisk scenario, og vi kan i virkeligheten derfor bare tilnærme oss de samme resultatene. Formelen for slik sannsynlighet kan skrives som:

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_a}{n}$$

Logisk sannsynlighet

I noen tilfeller dekker ikke relative frekvenser eller frekvensbasert sannsynlighet fenomenene vi ønsker å definere. For eksempel når vi vurderer sannsynligheten for at havnivået øker de neste 30 årene, eller sannsynligheten for at vi fortsatt bruker mobiltelefoner om 20 år. Sannsynligheten er sett på som en objektiv logisk relasjon mellom bevis som støtter en hypotese og hypotesen. Hvis to personer skal tildele en sannsynlighet, ville de med lik bakgrunnskunnskap tildelt nøyaktig den samme sannsynligheten til hendelsene.

2.3.2. Subjektiv sannsynlighet

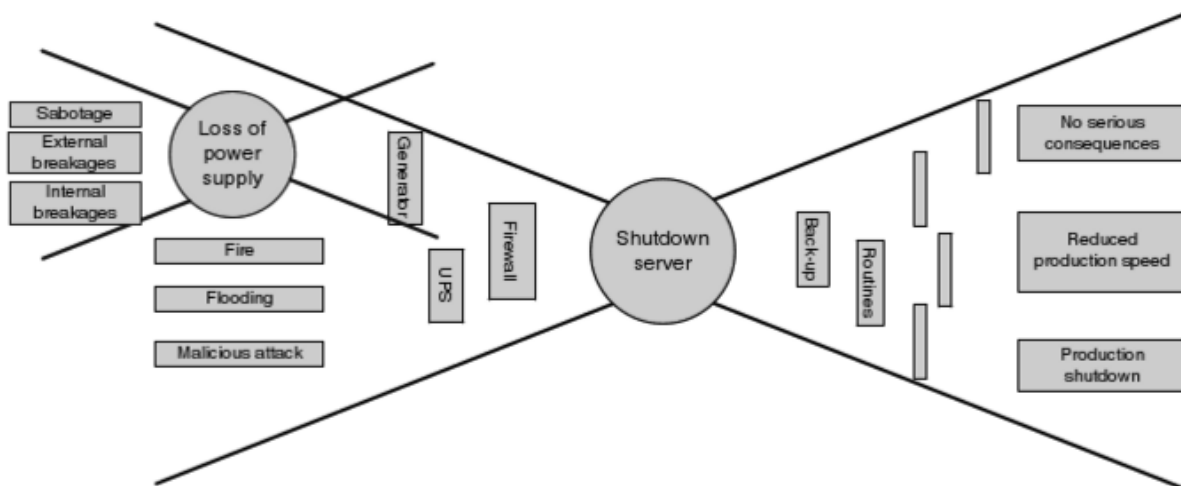
En sannsynlighet, $P(A)$, kan også oppfattes som et mål på graden av tro en person har på at hendelsen A skal inntreffe. Slik sannsynlighet kaller vi for subjektiv sannsynlighet. Den er et mål for usikkerheten om fremtidige begivenheter og deres konsekvenser, sett gjennom øynene til den som vurderer, basert på bakgrunnsinformasjon og kunnskap. Slik sannsynlighet er derfor ikke uavhengig av personens mening eller vurdering (Maal, Busmundrud, & Endregard, 2015).

Tolkning av usikkerhet i forbindelse med subjektiv sannsynlighet

Lindley (2013) beskriver hva som menes med tolkningen av usikkerhetsstandarder av subjektiv sannsynlighet. Hvis vi tildeler en hendelse en sannsynlighet på 0,1, betyr dette at den som gjør antakelsen har tilsvarende usikkerhet eller grad av tro på at denne hendelsen skal oppstå som hvis vi trekker én spesifikk ball ut av en urne som inneholder ti baller. Et annet eksempel kan være på et lotteri, der det ligger 100 like baller i en urne. Ingen kan se oppi urnen, og man får akkurat hånden oppi urnen til å kunne trekke en ball. Av disse 100 ballene er to røde og 98 hvite, ellers helt identiske. Sannsynligheten for at vi trekker en rød ball blir i dette tilfellet 2/100, gitt at vi kan anta at full tilfeldighet og at ingenting påvirker resultatet utenfra (Lindley, 2013). Legg merke til at sannsynligheten fortsatt er subjektiv, til tross for likheten til et klassisk objektivt sannsynlighetsoppsett.

2.4. Modeller brukt i forbindelse med risikoanalyse

Modeller benyttet innen risikoanalyse er modeller som hjelper oss å gjøre spådommer om framtidige egenskaper til definerte systemer. Disse modellene består vanligvis av et system av undermodeller, som beskriver systemet på ulike nivåer. Disse undermodellene fanger blant annet opp kunnskap om hvordan hendelser på et lavt systemnivå påvirker kritiske systemtilstander, og tar hensyn til hvordan utgangsrisikoindekser er under forutsetning av disse tilstandene. Bow-tie-diagrammer og feiltremodeller kan for eksempel anvendes for å beskrive de mulige sammensetningene av basishendelser som frembringer en definert uønsket hendelse. (Nilsen & Aven, 2003)



Figur 2 - Illustrasjonsfoto av hvordan flere bow-tie-diagrammer kan kombineres for å få inngående kunnskap om hva som påvirker en initierende hendelse, på flere nivåer. (Aven T. , 2008, s. 41)

På et overordnet nivå kan en hendelsestrestruktur eller et bow-tie diagram representere de forholdene som gjør at uønskede hendelser kan eskalere til en katastrofal hendelse. I bow-tie diagrammet over kan vi se hvordan vi kan benytte bow-tie diagram også som undermodell for

å beskrive hvilke faktorer som avgjør om de grunnleggende hendelsene i det overordnede nivået inntreffer. Nilsen og Aven (2003) mener en kan skille mellom størrelsesorienterte (fysiske) og hendelsesorienterte (logiske) modeller:

Størrelsesorienterte (fysiske) modeller

Størrelsesorienterte modeller brukes til å forutsi verdien av er fremtidig, observerbar størrelse G . Et sett av størrelser $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ uttrykker kunnskap om G , og $g(X)$ kjennetegner det funksjonelle forholdet mellom G og X , slik at $G = g(X)$. Funksjonen g er vanligvis etablert på basis av en blanding av allment aksepterte, konstituerende modeller fra empirisk kunnskap, feltene i fysikk og kjemi og mer intuitive forutsetninger om systemene som blir analysert. Områder av fysikken som ofte behandles i risikoanalyser er fluiddynamikk, mekanikk og varmemekanikk. Fenomener som eksplosjoner, lekkasjerater, kollisjoner, spredningsmønstre, konsekvens av branner, etc. kan da beregnes (Nilsen & Aven, 2003).

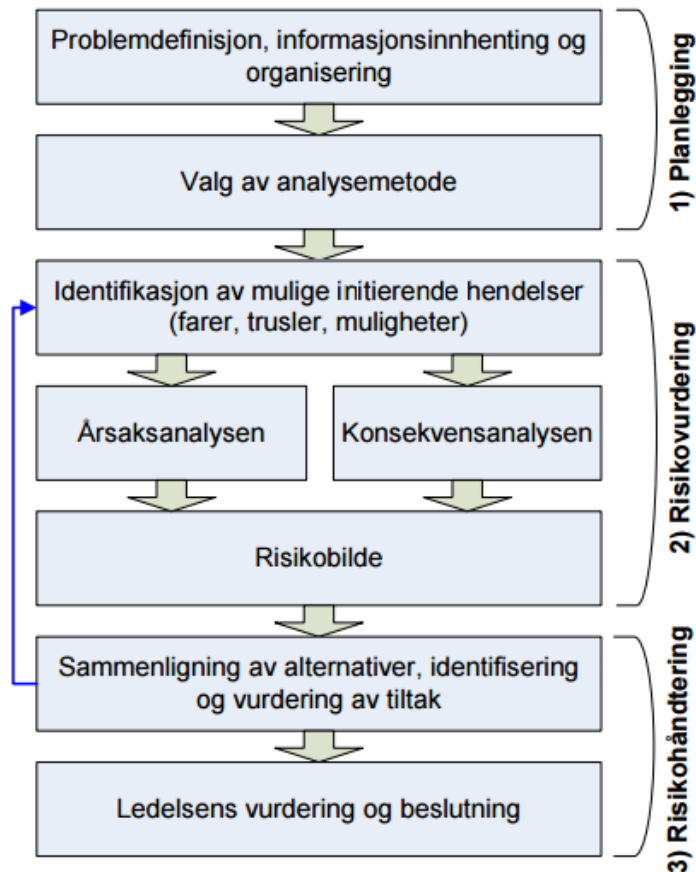
Hendelsesorienterte (logiske) modeller

Hendelsesorienterte modeller er sammensatt av forhold og logiske termer og beskriver vilkårene for at en hendelse inntreffer. Disse modellene har ofte et binært utfall, typisk ja/nei, feil/ikke feil eller 0/1. Både størrelsesorienterte eller andre hendelsesorienterte modeller kan brukes som undermodeller ved bruk av denne typen modeller. Logiske modeller fanger i risikomodeller opp hvordan initierende hendelser på et lavt systemnivå kan utvikle seg til scenarioer som truer miljø, menneskeliv og økonomiske verdier. Modellene håndterer ofte integriteten av typiske barrierer som er bygget inn i systemet (Nilsen & Aven, 2003).

2.5. Risikoanalyseprosessen: risikovurdering

Nå som all teori lagt til grunn for å forstå aktuelle definisjoner og konsepter er gjennomgått, vil en gjennomgang av en generell risikoanalyse bli beskrevet. Ved gjennomgang av en generell risikoanalyse vil vi være i stand til å se på Avinors gjennomføring med objektive øyne. Målet med analysen er å kartlegge potensielle farer og hvilke konsekvenser disse kan resultere i, og på den måten kartlegge risikoområde og effekten av aktuelle tiltak (Aven, Boyesen, Njå, Olsen, & Sandve, 2004). Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskaps veileder fra 2014 understreker at risikoanalyser ikke bare er et engangsarbeid, men en kontinuerlig prosess der analysen revideres på grunnlag av nye opplysninger som kommer og/eller endringer i systemet man bør ta hensyn til.

Gjennomgangen vil følge stegene i figuren under, men avgrenses til steg 2 - risikovurdering og steg 3 - risikohåndtering.



Figur 3 - Gjennomføring av trinn i en risikoanalyseprosess (Røed, 2008)

Gjennomgangen av stegene i denne risikoanalysen er basert på Aven (2008).

2.5.1. Identifisering av initierende hendelser

Det første steget i en slik risikovurdering er å identifisere farekilder og mulige uønskede hendelser. Det gjelder blant annet å få oversikt over hvilke farekilder som kan lede til uønskede hendelser og hvor i systemet disse farekildene finnes. Når dette steget er gjennomført må vi identifisere hvilke uønskede hendelser som potensielt kan inntreffe. (Rausand & Utne, 2009) ”Det man ikke har identifisert, kan man heller ikke hankses med” er et uttrykk som ofte brukes i en risikoanalysesammenheng. Vi kan altså ikke håndtere uønskede hendelser dersom vi ikke vet hvilke hendelser som kan oppstå. Prosessen med identifisering av initierende uønskede hendelser er derfor en viktig del av analysen. Identifisering av hendelser bør gjennomføres på en strukturert måte der personer med riktig kompetanse involvert. Det finnes ulike metoder for å utføre en slik indentifikasjonsprosess, eksempelvis med metoder som FMEA, HAZOP, SWIFT, intervjuer etc. Det er lurt å være oppmerksom på å forhindre at denne oppgaven blir en rutine ved at man kopierer lister av hendelser og farer fra tidligere analyser, der man har analysert de samme hendelsene. Dette kan føre til at man overser aspekter og funksjoner som kan være spesielle for det aktuelle systemet som blir analysert.

Det viktigste er å finne den metoden som avdekker flest farer i den analysen man skal gjennomføre. Fareidentifikasjonsprosessen skal være en kreativ prosess hvor man også prøver å identifisere uvanlige hendelser. Her gjelder en form for 80/20-regelen. Den sier at 20% av tiden brukes på å finne 80% av farene som vi allerede er kjent med og har opplevd tidligere, mens 80% av tiden trengs for å komme frem til de resterende 20% av farene, som er uvanlige og ikke-opplevde. Ved en systematisk og strukturert metode kan vi klare å komme frem til disse siste 20%, noe som er viktig å få til.

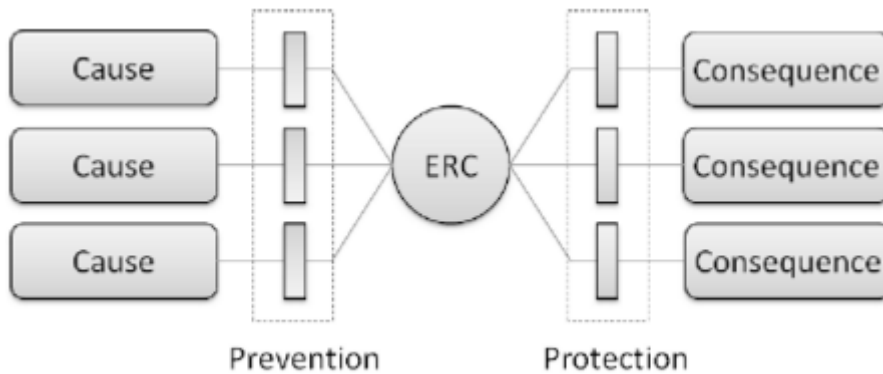
2.5.2. Årsaksanalyse

I årsaksanalysen studerer man hva som skal til for at en initierende hendelse oppstår. Man kan her bruke flere forskjellige teknikker for å komme fram til et svar, for eksempel ved idémyldring eller workshops. For å kunne utføre analysen grundig nok er det vanligvis behov for eksperter på systemene og aktivitetene som skal analyseres, ettersom man trenger en grundig forståelse av systemet for å kunne ta riktige og nøyaktige beslutninger. Avhengig av detaljnivået på analysen, kan man i noen tilfeller legge inn flere ledd av risikoanalyser i analysen. For eksempel hvis man har lyst til å gå i dybden på hvorfor noen initierende hendelser oppstår, kan man i et nytt detaljnivå prøve å finne ut hvilke hendelser som utløser disse hendelsene og hvilke konsekvenser dette medfører.

Hvis man har tilgang til feildata kan disse benyttes som en basis for å forutsi antall ganger en hendelse vil kunne oppstå i fremtiden. Slike antakelser kan også fremstilles ved bruk av metoder som feiltreanalyse og Bayesiansk nettverk.

Bow-tie diagram

Bow-tie diagrammer representerer forholdet mellom potensielle uønskede hendelser, deres årsaker og deres konsekvenser. Shell introduserte denne typen diagram i 1990, og har siden da blitt hyppig brukt innen industri. Diagrammet gjør det mulig for oss å representere barrierer som er implementert både for å redusere sannsynligheten for at den uønskede hendelsen skal oppstå og barrierer som er implementert for å redusere sannsynligheten for konsekvensene. Denne måten å fremstille risiko på kan bli brukt både som et kvantitativt eller kvalitativt verktøy. En kvalitativ representasjon uthever gjerne et sett av årsaker og konsekvenser for en farlig hendelse, samt de tilhørende barrierene. Ved utførelse av en mer detaljert analyse, gjerne kvantitativ, kombineres bow-tie diagrammet med feiltre og hendelsestre (Flaus, 2013).



Figur 4 - Bow-tie diagram for kvalitativ analyse (Flaus, 2013, s. 260)

2.5.3. Konsekvensanalyse

For hver initierende hendelse må man analysere hvilke mulige konsekvenser denne hendelsen kan føre til. En initierende hendelse kan ofte resultere i konsekvenser av varierende grad og type, for eksempel finansielt tap, tap av liv eller miljøskader. Hendelsestrær kan ofte brukes for å analysere konsekvensene av en uønsket hendelse. Å vurdere hvilke barrierer og sikkerhetsfunksjoner som finnes i systemet for å stoppe utviklingen eller redusere konsekvensene av den uønskede hendelsen, er viktig for å ha kontroll over hendelsene. Antall steg i hendessesekvensen er avhengig av antall barrierer i systemet. Målet med konsekvensreducerende barrierer er å unngå at de initierende hendelsene resulterer i alvorlige konsekvenser.

Barriereanalyse

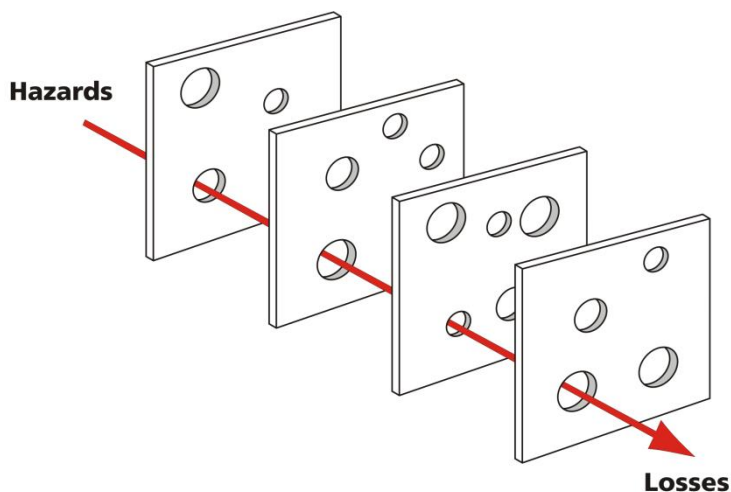
I de fleste systemer hvor det er sannsynlig at en fare kan oppstå er det implementert beskyttelsesutstyr eller tiltak for å beskytte mennesker, økonomiske verdier, miljø, etc. dersom det skulle oppstå feil eller avvik i systemet. Dette kaller vi for barrierer eller sikkerhetsbarrierer. Det er ulike analysemetoder som kan brukes for å vurdere godheten til barrierer, blant annet BORA og MORT. (Rausand & Utne, 2009)

Et enkelt eksempel på barrierer er når vi kjører bil. Da forholder vi oss til barrierer av ulik sort, som tekniske sikkerhetssystemer og ulike typer tiltak. Også personlige egenskaper til føreren kan oppfattes som barrierer. Setebelter, ABS-systemer, Airbag-systemer, nakkestøtter, trafikksignaler, glattkjøringsopplæring, osv. er alle eksempler på barrierer som enten skal forhindre ulykker, eller forhindre konsekvenser. Vi kan altså dele inn barrierene i to grupper; frekvensreducerende/proaktive barrierer og konsekvensreducerende/reaktive barrierer. Hvis vi ser tilbake på bow-tie-diagrammet i figur 4 fra forrige kapittel, kan vi se hvordan barrierene er illustrert nærmest til høyre og venstre for den potensielle hendelsen. Barrierefunksjon og

barriereelement er to ord som ofte benyttes i sammenheng med barrierer. Barrierefunksjonen beskriver oppgaven eller funksjonen en barriere er tenkt å utføre. ABS-bremser i bilen har for eksempel som barrierefunksjon å hindre at hjulene ikke låser seg når man trykker hardt på bremsen, og dermed sklir av veien. Med barriereelement mener vi hvilket system, tiltak eller person som utfører en barrierefunksjon. I denne oppgaven blir ikke disse distinksjonene av barrierer skilt fra hverandre, istedenfor blir fellesfortegnelsen barrierer brukt (Rausand & Utne, 2009).

Reasons sveitserostmodell

Reasons sveitserostmodell illustrerer hvordan flere barrierer er satt opp for å forhindre en større ulykke. Barrierene er her illustrert som osteskiver der hvert hull, med varierende størrelse og plassering, representerer svakheter og feil i barrierene. Hvis flere kritiske barrierer svikter på en gang, slik at en ulykkesbane kan passere gjennom alle hullene på en gang, som vist i figuren under, kan store ulykker forekomme. Betydelig svikt i en enkelt barriere kan i noen tilfeller også være tilstrekkelig til å forårsake en storulykke.



Figur 5 - Reasons sveitserostmodell

2.5.4. Sannsynligheter og usikkerhet

Analysen har så langt gitt oss en del kjeder av sammenhengende hendelser. Noen scenarier kan være veldig alvorlige hvis de oppstår, men hvis sannsynligheten for at de oppstår er lav er de ikke så karakterisert som kritiske. Målet er å finne ut hvor sannsynlig det er at de forskjellige scenarioene, med deres respektive konsekvenser, oppstår. Sannsynligheter og antatte verdier blir brukt for å uttrykke risiko, men ikke alle typer usikkerhet forbundet med hva som vil være konsekvensene gjenspeiler seg gjennom sannsynlighetene. Som det ble nevnt i kapittel 2.2 gir ikke nødvendigvis en risikobeskrivelse basert på sannsynligheter alene et tilstrekkelig informativt bilde på risikoen. Sannsynlighetene er betinget av en viss bakgrunnskunnskap, og i mange tilfeller er det vanskelig å omdanne usikkerhet til et sannsynlighetstall.

Ved tildeling av sannsynligheter blir begrep som *ofte* og *sjelden* mye brukt. Man bør i størst mulig grad unngå denne måten å beskrive sannsynlighet, ettersom disse begrepene kan tolkes ulikt avhengig av hvem som tolker dem. Et bedre alternativ kan da være å tildele et sannsynlighetsintervall for at hendelsen inntreffer, for eksempel 20-50% sannsynlighet for at en hendelse inntreffer i løpet av ett år. Det kan være vanskelig å tildele et enkelt sannsynlighetstall, og intervaller kan gjøre det enklere for oss ved at vi kan gradere oss dersom vi er usikre. Det kan være vanskelig å tildele sannsynlighetsintervaller, men å gjemme seg bak uttrykk som *ofte* og *sjelden*, uten å forklare hva som menes med disse uttrykkene, gjør at analysen kan feiltolkes. Det samme gjelder for kategorisering av konsekvensene. I stedet for å bruke begrep som *høy*, *lav*, etc. om kategoriene, kan det være hensiktsmessig å definere hva som menes med disse uttrykkene.

I en enkel konsekvensanalyse trenger bare en konsekvensverdi å være spesifisert, selv om mange forskjellige utfall er mulig. Denne verdien er normalt tolket som den forventede verdien til om en initierende hendelse vil oppstå. Hvis en slik analyse blir brukt, må man være oppmerksom på at det er usikkerhet om hvilke konsekvenser som kan oppstå.

Klassifisering av frekvens og konsekvens

Som tidligere nevnt må man bestemme frekvensen eller sannsynligheten for en hendelse, samt de forventede konsekvensene når vi skal bestemme risikoen til en uønsket hendelse eller et ulykkesscenario. Å klassifisere frekvensen og konsekvensene i store grupper kan ofte være tilstrekkelig for å oppnå et resultat som er godt nok (Rausand & Utne, 2009).

Klasser	Sannsynlighet	Frekvens
1.	Svært lite sannsynlig	Mindre enn 1 gang pr. 1000 år
2.	Lite sannsynlig	1 gang pr. 100 - 1000 år
3.	Sannsynlig	1 gang pr. 10 - 100 år
4.	Ganske sannsynlig	1 gang pr. 1 - 10 år
5.	Svært sannsynlig	Mer enn 1 gang pr. år

Figur 6 - Klassifisering av frekvens/sannsynlighet (Rausand & Utne, 2009, s. 64)

Tabellen viser en femdelt klassifisering av sannsynlighet, beskrevet av frekvens med en tilnærmet logaritmisk skala. Når vi øker et klassifiseringsnivå, øker frekvensen omtrent med en faktor på 10. Slike klassifiseringer er tilpasset risikoanalysene, og økningene i frekvens kan variere med grad fra tre til over ti, og klassifiseringene følger ikke nødvendigvis en logaritmisk skala.

Konsekvens klassifiseres i en lignende tabell. Det brukes også her varierende skalaer for å klassifisere konsekvensen, men en klassifisering det ofte blir henvist til er systematikkstandarden MIL-STD 882, som brukes i det amerikanske forsvaret. Under er et

eksempel på en tabell der klassifisering av konsekvenser er oversiktlig illustrert (Rausand & Utne, 2009).

Konsekvens	For mennesker	For materielle verdier	For miljø
1. Liten	Små personskader	Mindre enn 0.2 mill kr.	Lite omfang kort restitusjonstid
2. Middels	Alvorlige personskader	0.2 - 2 mill kr.	Stort omfang kort restitusjonstid
3. Stor	1-2 døde	2 - 20 mill kr.	Noe omfang lang restitusjonstid
4. Svært stor	3-10 døde	20 - 200 mill kr.	Stort omfang lang restitusjonstid
5. Katastrofal	Mer enn 10 døde	Mer enn 200 mill kr.	Stort omfang varig skade

Figur 7 - Klassifisering av konsekvenser (Rausand & Utne, 2009, s. 65)

Også her blir det brukt en logaritmisk skala, og konsekvens er delt inn i fem klasser. Konsekvensgruppene kan variere ut i fra hva som er interessant å ta hensyn til i den gitte risikoanalysen man utfører. I noen tilfeller kan det være mer interessant å vurdere skaden på for eksempel omdømme eller informasjon, istedenfor gruppene som er brukt i tabellen over.

Ekspertuttalelser

Erfaringsdata er tradisjonelt mye brukt som informasjonsgrunnlag i frekvens- og sannsynlighetsvurderinger. Det er ikke alltid man har tilgang til kjente opplysninger eller statistiske data og i analyser der en del opplysninger er usikre eller statistiske data mangler helt, kan systematisk erfaringsdata fra kunnskapsrike og erfarne personer være til verdifull hjelp (ProsjektNorge, 2015). Ved gjennomføring av praktiske analyser består en stor del av arbeidet av å samle inn relevant data fra databaser etablert for dette formålet. Siden risikoanalyser ofte håndterer sjeldne hendelser hvor lang systemobservasjon er nødvendig, og siden andre lignende systemer blir studert hvor man har lite eller ingen erfaring, blir bruk av ekspertvurderinger tvunget frem. (Apeland, Aven, & Nilsen, 2002)

Ekspertuttalelser har styrker og svakheter knyttet til sin gjennomføring. De klare styrkene er effektiviteten av gjennomføringen og mulighetene for kunnskapsoverføring. På den motsatte side avhenger vurderingene av sannsynlighet og konsekvenser av kunnskap, samt forventninger til fremtiden, erfaringer og vitenskapelige metoder. Dette er noe som kan virke negativt, avhengig av hvem som utfører analysen. Ekspertter innehar ofte ulik grad av disse attributtene, noe som fort kan føre til uenighet. Ekspertuttalelser er med andre ord ingen sikker kilde for nøyaktige antakelser, og inneholder usikkerhet som man må ta hensyn til.

2.5.5. Risikobilde: Risikopresentasjon

Risikobildet som begrep har ingen fast definisjon, men det er en alminnelig oppfatning at risikobildet illustrerer en kombinasjon av risikoelementer knyttet til måloppnåelse. Risikobildet er etablert basert på årsaks- og konsekvensanalysen og er en sammenstilling av alle de uønskede hendelsene som er avdekket, samt deres tilhørende sannsynligheter og konsekvenser.

. Risikobildet dekker:

- Prediksjoner av observerbare størrelser, for eksempel relatert til kostnader, antall døde, etc.
- Spådommer av størrelser vi er interesserte i, eksempelvis kostnader, antall døde etc.
- Aspekter ved konsekvensene
- Styrbarhetsfaktorer
- Usikkerhetsfaktorer

Formålet med de to siste punktene er å avdekke usikkerhet og håndterbarhetsfaktorer som kan gi overraskende utfall i forbindelse med forventede verdier og sannsynligheter som er presentert. I mange tilfeller vil det være naturlig å presentere resultatene i en risikomatrix, der man også diskuterer usikkerheten involvert.

Risikomatrixe

For å synliggjøre risikoen kan de uønskede hendelsene plottes inn i en risikomatrix. Risikomatrixer er en grafisk presentasjon av sannsynligheten for at en hendelse, inkludert dens konsekvens, inntreffer. Det er mest vanlig at konsekvensene er oppgitt i økonomiske verdier, men matrisen gir et like godt resultat derom konsekvensene oppgis i tap av menneskelig, skade på miljø eller lignende. Det er altså ikke vanlig å ta hensyn til positive risikoer, det vil si muligheter, som kan oppstå ved bruk av en slik analyse. Risikomatrixer er den mest populære risikovurderings-/risikostyringsmetodologien i mange industrier. Ettersom man ikke trenger kompliserte inngangsparametre for å få et svar av metoden, er det enkelt og intuitivt for brukerne å ta den i bruk. Det grafiske resultatet gjør det også enkelt for analytikerne å kommunisere resultater videre til interessenter (Thomas, 2013).

Sannsynlighet/ Konsekvens	1 Svært lite sannsynlig	2 Lite sannsynlig	3 Sannsynlig	4 Ganske sannsynlig	5 Svært sannsynlig
5 Katastrofal	6	7	8	9	10
4 Svært stor	5	6	7	8	9
3 Stor	4	5	6	7	8
2 Middels	3	4	5	6	7
1 Liten	2	3	4	5	6

Figur 8 - Risikomatrixe

Som figuren over viser, er frekvens- og konsekvensklassene plassert henholdsvis loddrett og vannrett i matrisen. Etter å ha gjennomført stegene som ble presentert i kapittel 3.4, hvor vi klassifiserte sannsynlighet og konsekvens av potensielle hendelser, kan vi nå plote dem inn i risikomatrixen. Hendelsene plottes inn i matrisen ut i fra hvordan de ble klassifisert, og vi får

dermed et oversiktlig bilde over hvilke hendelser som er akseptable eller kritiske med tanke på risiko. Det kommer tydelig frem hvilke hendelser som er mest alvorlige, noe som er til hjelp når vi skal prioritere risikoreducerende tiltak. Hendelsene med lavest risiko, det vil si hendelsene med lavest sannsynlighet og lavest konsekvens, havner nederst til venstre i matrisen. Hendelsene med høyest risiko havner på andre siden av matrisen, oppe til høyre.

Matrisen er delt inn i tre farger som representerer risikoen involvert:

Grønt område: Hendelser som er kategorisert som grønne tyder på akseptabel risiko. Vi trenger ikke å gjøre noe mer med disse hendelsene med mindre det finnes kostnadseffektive tiltak som reduserer risikoen ytterligere. Slike kostnadseffektive tiltak anbefales å settes i gang.

Gult område: Hendelser som havner i denne kategorien krever nærmere vurdering. Kostnadseffektive tiltak som reduserer risikoen bør settes i verk av virksomheten.

Rødt område: Hendelser som havner i dette området er ikke akseptable og krever umiddelbare risikoreducerende tiltak.

Denne type bruk av risikomatrise forutsetter at virksomheten har et forhold til hvilken risiko som er akseptabel og hvilken som ikke er det. ALARP-prinsippet er et kjent prinsipp for å håndtere akseptkriterier (Rausand & Utne, 2009). ALARP-prinsippet vil bli nærmere omtalt senere i oppgaven.

Ved bruk av risikomatrise er det viktig å vite hvilke begrensninger metoden innehar. En uønsket hendelse, for eksempel en busskollisjon, kan ha mange ulike konsekvenser. Når konsekvensklasse skal velges for hendelsen, kan ulike tilnærminger benyttes:

- Den mest sannsynlige konsekvensen
- Den verst tenkelige konsekvensen
- Gjennomsnittskonsekvens

Sannsynligheten forbundet med hver konsekvens må naturligvis også justeres i forhold til konsekvensene. Hvis vi deler opp risikoen i for mange bidrag er faren at hvert bidrag kan havne i den grønne delen av matrisen, og på den måten bli ubetydelig. Det er derimot ikke sikkert at totalrisikoen er ubetydelig, og beslutning om aksept av risiko bør derfor ikke tas uten en overordnet vurdering. Det er også mulig å utarbeide risikomatriser for hver konsekvenskategori, istedenfor å integrere dem alle i en og samme matrise. Hvilke felt i risikomatrissene som da er røde, gule og grønne kan være ulike, avhengig av hva som er hovedfokusområdene til virksomheten. Eksempelvis kan det for noen virksomheter være naturlig å ha et større felt i rødt område for personskader enn for materielle skader (Rausand & Utne, 2009).

Risikoindeks

Ved bruk av en definisjon av risiko som sier at risiko beregnes ved å multiplisere sannsynligheten p for hendelsen med konsekvensene C av hendelsen, slik at risikoen $R = p \cdot C$. Siden vi i risikomatrisen opererer med logaritmisk skala, må vi innføre logaritmen i dette uttrykket. Vi får da:

$$\log R = \log p + \log C$$

Den logaritmiske skalaen er bygget opp slik at for hvert trinn man øker, øker frekvensen/konsekvensen med 10. Hvis vi velger måleenheten slik at frekvensen p_1 i frekvensklasse 1 blir slik at $\log p_1 = 1$, vil frekvensen i klasse 2 bli tilnærmet $p_2 = 10 \cdot p_1$, og logaritmen blir $p_2 = \log 10 \cdot p_1 = 2$. Ved å gjøre det samme for de resterende verdiene, finner vi at p_3, p_4 og p_5 er hhv. 3, 4 og 5. Det samme gjelder for konsekvensklassene. Vi kan da bruke $\log R$ som en risikoindeks for den uønskede hendelsen som vurderes. ”Risk priority number” (RPN) er den engelske betegnelsen som brukes for denne risikoindeksen. Disse tallene er allerede plottet inn i cellene i risikomatrisen i figur 8 over, og varierer fra 2 til 10 i alvorlighetsgrad. Denne indeksen gjør at vi får et kvantitativt mål som vi kan bruke til å rangere de uønskede hendelsene (Rausand & Utne, 2009).

Hvis vi tar for oss busskrasjet som ble nevnt tidligere, kan vi illustrere hvordan denne risikoindeksen fungerer i praksis.

- Konsekvensen vurderes først ut fra figur 7. Etter å ha vurdert hendelsen antar vi at utfallet av ulykken er at 1-2 personer døde og får dermed konsekvensklasse 3.
- Sannsynligheten vurderes deretter ut fra figur 6. Vi antar at ulykken vil oppstå 1 gang pr. 10-100 år og får dermed sannsynlighetsklassen 3.

Risikoindeksen for denne potensielle ulykken blir da $3 + 3 = 6$, og havner med det i det gule området i risikomatrisen.

2.5.6. Sensitivitets- og robusthetanalyse

I risikoanalyser er det ofte stor grad av usikkerhet som kan påvirke resultatene fra analysen. Denne usikkerheten kan ha mange ulike årsaker, og derfor gjennomføres sensitivitets- og robusthetsanalyser. Sensitivitetsanalyser er ofte gjennomført for kritiske inngangsdata, og tar utgangspunkt i endringer i inngangsparametrene og ser effekten på resultatene. Robusthetsanalyser går motsatt vei, og ser på hva som må til av endringer i en parameter for at en skal komme til å endre konklusjon. Denne typen analyse gir et nyttig beslutningsgrunnlag, men er ikke mye brukt (Aven T., 2007).

2.5.7. Risikoevaluering

I denne fasen av risikoanalysen utformes og presenteres rapporten fra risikoanalysen. I grove trekk skal man her evaluere risikoen og sammenligne den opp mot aktuelle akseptkriterier. Hvis risikoen vurderes å være for høy, må forslag til risikoreducerende tiltak fremmes. Den endelige rapporten består av oversiktlig dokumentasjon og presentasjon av resultatene (Rausand & Utne, 2009).

Akseptkriterier

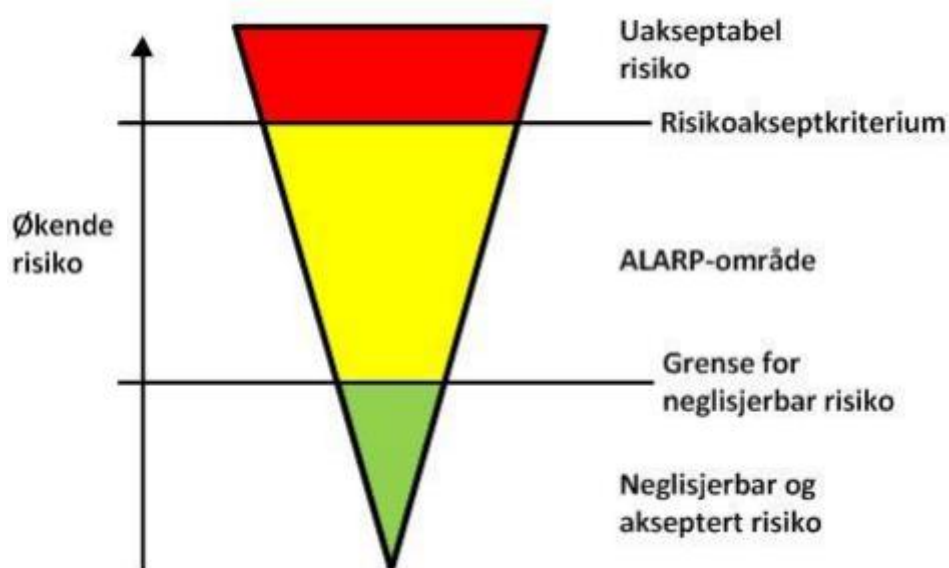
Gjeldende verdier i virksomheten og samfunnet bestemmer hvilken risiko som kan aksepteres i gitte sammenhenger. Standarder, erfaring, myndighetskrav, teoretisk kunnskap, etc., legger ofte grunnlaget for kriterier som kan brukes for å vurdere hvorvidt en risiko er akseptabel. Ved vurdering av risiko kan det brukes ulike prinsipper når det gjelder å sette krav til risikoreduksjon, blant andre:

- ALARP (As Low As Reasonably Possible)
- MEM (Minimum Endogenous Mortality)
- GAMAB (Globalement Au Moins Aussi Bon)

ALARP-prinsippet blir omtalt kortfattet under.

ALARP

ALARP-prinsippet har funnet veien inn i flere EU-direktiv, og prinsippet inngår i flere standarder. Figuren under er basert på såkalte IRPA-verdier, som står for individuell risiko per år. Med dette menes sannsynligheten for at en "statistisk person" blir drept i en ulykke i løpet av et år.



Figur 9 - Akseptabel risiko og ALARP

Som vi ser av figuren over er risikoen analysert illustrert ved hjelp av en trekant delt opp i tre deler:

- Det øverste, røde område representerer et ikke-akseptabelt område, der risikoen ikke kan aksepteres bortsett fra i helt ekstraordinære situasjoner, som for eksempel krig. Tiltak for risiko i dette området må utarbeides for at aktiviteten kan startes opp eller fortsette drift.
- Aktiviteter i det midterste, gule området, kalt ALARP-området, kan oppfattes som tolererbare hvis nytteverdien er betydelig. Det vil si at risikoen er akseptabel bare hvis risikoreduksjon er praktisk mulig, eller kostnadene er uforholdsmessig høye sammenlignet med mulig sikkerhetsgevinst.
- I det laveste, grønne området, er risikoen lav og generelt akseptert, og vi trenger derfor ikke å identifisere og analysere risikoreducerende tiltak. Det er likevel viktig å ha en plan for sikkerhetsstyring for å sikre seg at man forblir i dette området og ikke beveger seg inn i ALARP-området.

Det er to hovedtyper av risikoreducerende tiltak; sannsynlighetsreducerende og konsekvensreducerende tiltak. Ved å undersøke hvordan designendringer, nye barrierer og sikkerhetsfunksjoner, samt implementering av skilting, opplæring og lignende påvirker systemet, kan mulige risikoreducerende tiltak identifiseres. Hvis man finner tiltak som kan være aktuelle for implementering, bør man undersøke hva sikkerhetsgevinsten og kostnaden forbundet med hvert enkelt av disse tiltakene er. I mange tilfeller er det mulig å redusere eller fjerne farekilder i et system.

Risikoindikatorer

Risikoanalyser er som regel statiske og beskriver risikobildet på det tidspunktet analysen ble gjennomført. I situasjoner som drift og vedlikehold av anlegg og installasjoner hvor risiko kan forandre seg over tid, kan analysene være mindre egnet som beslutningsgrunnlag. Det er derfor blitt utviklet risikoindikatorer for å kunne følge opp driftsfasen og for å kunne varsle om eventuelle endringer i risikonivået. Det er mange definisjoner av begrepet indikator, og begrepet blir brukt innenfor flere ulike bruksområder (Rausand & Utne, 2009). Øien (2001) definerer indikator som

”En målbar variabel som kan brukes til å beskrive tilstanden til et bredere fenomen eller aspekt av virkeligheten.”

Indikatorer har både styrker og svakheter. Indikatorene presenterer viktig informasjon på en lettfattelig og tilgjengelig måte og kan derfor brukes i jevnlige oppdateringer. På den andre siden kan det være vanskelig å finne relevante indikatorer og om de faktisk måler det vi ønsker at de skal måle. Innhenting av tilstrekkelig datagrunnlag for indikatorene kan være ressurs- og tidkrevende, og det kreves at man er oppmerksom på usikkerheten i tallmaterialet eller i det kvalitative grunnlaget (Rausand & Utne, 2009).

3. Avinors risikoanalyse

3.1. Litt om bedriften



Avinor har ansvar for de 46 statlige flyplassene i Norge, der 12 av flyplassene drives i samarbeid med Forsvaret. I tillegg til flyplassene driver Avinor kontrolltårn, kontrollsentraler, radarer og annen teknisk infrastruktur for sikker flynavigasjon. I 2003 ble Avinor oppført som aksjeselskap heleid av staten hvor eierskapet forvaltes av Samferdselsdepartementet. Avinor er selvfinansiert og får ingen faste tilskudd fra staten. Inntektene kommer gjennom trafikkavgifter som flyselskapene betaler for blant annet å bruke flyplassene og til å fly i norsk kontrollert luftrom, samt kommersiell virksomhet på flyplassene som utleie av areal til tax free-butikker, servering og andre servicetilbud til passasjerene. Kun et fåtall av selskapets 46 flyplasser går med overskudd. Overskuddet brukes til å subsidiere de øvrige flyplassene. Lufttrafikkjenesten drives til selvkost, mens utgiftene til sikkerhetsarbeid dekkes gjennom en avgift (Avinor AS, 2014).

For å sikre helhetlig styring av selskapet er det utarbeidet et eget styringssystem, som omfatter sikkerhetsprosedyrer, prosesser for å styre og kontrollere virksomheten, ledelsesdokument og beredskapsplaner. Årlig gjennomføres det risikoanalyser for konsernets aktiviteter, og risikobildet styres av kontinuerlig evaluering og iverksetting av tiltak. Styret gjennomgår årlig selskapets risikostyring og internkontroll.

3.2. Definere problem

Alle lufthavner skal være sertifisert innen utgangen av 2017. Det skal i den sammenheng utarbeides en analyse av hver enkelt lufthavn der analysen er med på å danne grunnlaget for lufthavnssertifiseringen. Det stilles blant annet krav om at lufthavnen skal etablere et ”erkjent risikobilde”. Videre stilles det krav om at lufthavnen skal bygge kompetanse på formell metode for etablering av erkjent risikobilde ut fra egenvurdering.

Avinor produserer altså et ”erkjent risikobilde” gjennom en systematisk prosess, i samarbeid med konsultentselskapet Proactima. Dette risikobildet skal gi lufthavnen et grunnlag for å jobbe med å identifisere, kontrollere og eventuelt redusere risiko for ulike uønskede

hendelser. I prosessen gjennomgås en rekke indikatorer som skal kunne si noe om kvaliteten på barrierene.

Lufthavnens risikobilde gir en oversikt over lufthavnens risiko for uønskede hendelser i neste driftsperiode, som vil si perioder med like driftsbetingelser. Målet er at Avinor ikke skal være medvirkende til uønskede hendelser. Lufthavnene har etablert flere barrierer for å redusere sannsynlighet og konsekvens for potensielle uønskede hendelser. Barrierene er ofte sammensatte, med flere funksjoner, og de trenger bidrag fra ulike fagområder for å være fullt ut funksjonelle.

For alle praktiske formål er det gjennom styring av fagområdenes ytelsesevne sikkerheten tydeligst kan synliggjøres. For å kunne lage et risikobilde for en lufthavn er det derfor nødvendig å vurdere risikoreduserende ressurser fra de ulike fagområder som bidrar til de etablerte barrierene (indirekte måling av sikkerhet). Dersom fagområdene tilfredsstill alle vedtatte sikkerhetsmål er det grunn til å anta at risiko er akseptabel.

Risikobildet skal rutinemessig oppdateres ved større endringer som påvirker sikkerheten, samt overgangen mellom sommer- og vinterdrift. Risikobildet skal fremlegges som en del av virksomhetsgjennomgangen i første og tredje kvartal.

Avinor har laget en standardisert metode for hvordan denne analysen skal gjennomføres. På denne måten blir gjennomføringen utført effektivt og ikke minst identisk på alle lufthavnene.

3.3. Krav om sertifisering

Kravet om sertifisering med tanke på håndtering av risiko innen utgangen av 2017 sier blant annet at hver lufthavn skal etablere et erkjent risikobilde gjennom en formell prosess hvor det skal benyttes prediktive, proaktive og reaktive sikkerhetsdata for å identifisere risiko for fly- og helikopteroperasjoner. Dette krever at Avinor må vurdere risikonivå for tre ulike risikoområder på alle deres lufthavner. I dette inngår flysikkerhet, security og HMS.

3.3.1. Flysikkerhet

Flysikkerhet tar for seg den delen av sikkerhet som berører flyene på en lufthavn. Det vil si alle hendelser som kan påvirke sikkerheten til et fly. Eksempler på slike hendelser kan være brann i fly, bird strike, objekter som trenger seg inn på rullebanen, sammenstøt med biler på rullebanen, etc.

3.3.2. Lufthavn- og ATM-Security

Denne delen tar for seg alt som går på sikkerhet på lufthavnen, enten det er tyveri i en terminal, hærverk, uautorisert tilgang til stengte avdelinger, perimeterbrudd flyside eller andre lignende hendelser.

Airport security- og ATM security-analysen for lufthavnene har en todelt tilnærming, med følgende delsteg:

1. Identifisere hvilke skjermingsverdige objekter som skal beskyttes på lufthavnene.
2. Gjennomføre en risikovurdering av prioriterte skjermingsverdige objekter, sett i lys av funn fra steg 1.

Avinor nevner at det er gjort følgende avgrensinger med tanke på analysen av dette feltet:

- Airport security- og ATM security-analysen har ikke fokus på informasjonssikkerhet, da dette håndteres på konsernnivå i Avinor.
- Airport security- og ATM security-analysen har ikke fokus på hendelser knyttet til personellkontroll (utro tjenere m.m.), da dette håndteres på konsernnivå i Avinor.
- Airport security- og ATM security-analysen har ikke fokus på forhold omhandlet i security kontrakten med Securitas.
- Hovedfokus i airport security- og ATM security-analysen er på objektsikring, samt vilde handlinger.

3.3.3. HMS

Hendelser som påvirker helse, miljø og sikkerhet blir utredet under denne delen. Arbeidsskader, hørselskader, fall/klemskader, belastningsskader, etc. er typiske hendelser som inngår under dette punktet.

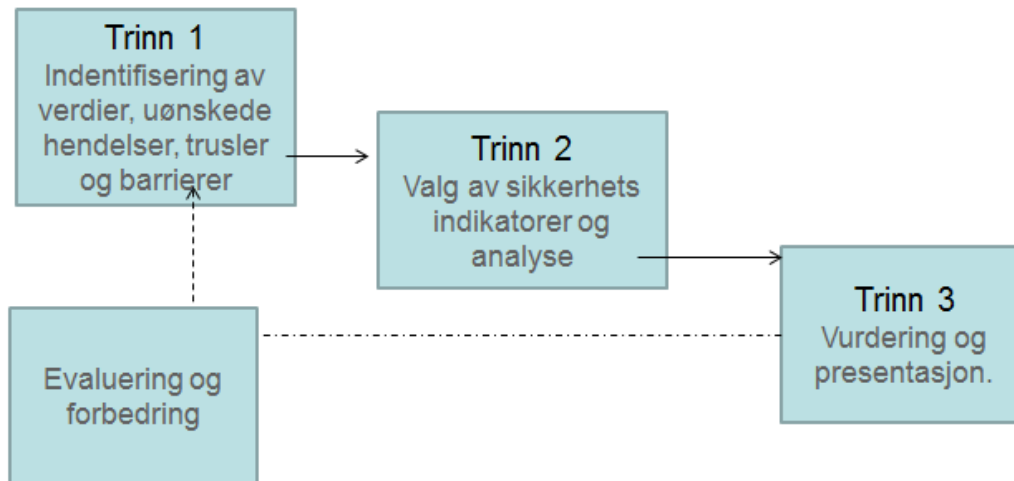
3.4. Metodologi og gjennomføring av analysen

Det er utarbeidet en metode for gjennomføring av analysen med etablering av risikobilde på lufthavnene. Det har vært lagt vekt på en inkluderende prosess med sentrale fagpersoner involvert, for å sikre kompetansebygging. Personer innenfor blant andre disse forskjellige disiplinene på lufthavnen kan delta på analysesamlingene:

- Operative fellestjenester
- Lufthavntjenesten
- Sjefsflygeleder
- Flynavigasjonstjeneste
- Elektro
- Brann og redning
- Security
- Aerodrome Flight Informations Service

Det er lufthavnen selv som videre er ansvarlig for å gjennomføre tiltak i etterkant av denne analysen, og som også er ansvarlig for å oppdatere analysen med jevne mellomrom eller ved

endringer. Sluttproduktet av en slik analyse vil være risikomatriser innenfor de tre fokusområdene flysikkerhet, security og HMS, i tillegg til en utdypende rapport. Analysen tar utgangspunkt i en tre-trinns prosess, vist på figuren under, som er grunnlaget for rapporten som utarbeides.



Figur 10 - Risikobildet dannes med bakgrunn i en tre trinns prosess

Trinn 1

Trinn 1 starter med å gi en oversikt over virksomhetsomfanget på den aktuelle lufthavnen. Det innebærer å liste opp størrelser innenfor drift og flysikkerhet, HMS, security og for det ytre miljø. Dette er tall som årlige flybevegelser, årlig passasjermengde, antall taxebaner, antall ansatte, antall liter fuel, etc. Fullstendig liste kan finnes i vedlegg A.

Videre går man i dette trinnet inn på identifisering av uønskede hendelser innenfor relevante områder av analysens omfang. Metodebeskrivelsen lister opp en del generelle identifiserte uønskede hendelser som skal vurderes. Fullstendig liste av disse kan også finnes i vedlegg A. Eksempler på slike uønskede hendelser kan være bird strike, sammenstøt mellom fartøy, uregjerlige passasjerer, fall/klemskader, forurensing, etc. I tillegg må hver enkelt lufthavn vurdere om det i tillegg kan være andre uønskede hendelser som kan oppstå. Det er altså et stort spekter av hendelser man skal prøve å identifisere og det gjelder derfor å være nøye i denne delen av prosessen slik at man ikke overser hendelser, som i verste fall kan være kritiske. Mange av disse hendelsene er like for alle lufthavnene, og analytikerne sitter på mye informasjon når nye risikoanalyser på nye lufthavner skal gjennomføres. Hvis det finnes hendelser som er unike for noen av lufthavnene av hensyn til geografi eller andre ting, er disse viktige å kartlegge.

5	FOD		Høy sannsynlighet, lav konsekvens. RWY på Kristiansand lufthavn er i veldig dårlig stand. FOD forekommer ofte som følge av dette, men konsekvensene er små ettersom det gjennomføres hyppige inspeksjoner/befaringer av RWY og FOD fjernes umiddelbart. Fokus på FOD-problematikken er høy ettersom det er kjent at RWY er i dårlig stand. RWY skal reasfalteres sommer 2015.
6	Sammenstøt på APRON		Middels sannsynlighet, lav konsekvens. Det er til tider høy aktivitet på APRON og noe problemer mellom ulike aktører. Dette er kjent, belyst i risikoanalyse og tiltak er iverksatt.
7	Havari		Lav sannsynlighet, høy konsekvens. Et havari vil høyst sannsynlig få fatale konsekvenser. Det regnes imidlertid som svært lite sannsynlig at denne hendelsen inntreffer.

Figur 11 - Eksempel på hvordan initierende hendelser er listet opp, beskrevet og vurdert.

Etter å ha kartlagt alle uønskede hendelser, evalueres eksisterende barrierer. Avinor opererer med to typer barrierer; forebyggende barrierer som reduserer sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal oppstå, og skadereduserende barrierer som er ment å redusere konsekvensene etter at en uønsket hendelse har oppstått. Barrierer i Avinor omfatter både tekniske, operasjonelle (prosedyrer) og menneskelige funksjoner. Under er eksempler på barrierer av forskjellige typer.

Type barriere	Eksempel
Fysiske barrierer	Avstand, skjerming, avsperring, vegg, gjerde
Funksjonelle barrierer	Port, bom
Symbolske barrierer	Skilt, merking
Menneskelige barrierer	Vakthold, innpasseringskontroll
Prosedyrer	Kvalitetskontroll
Vedlikehold	Arbeidsordre i Plania
Organisatoriske forhold	Kompetansekrav

Figur 12 - Eksempel på barrierer innenfor forskjellige disipliner hos Avinor

Trinn 2

I dette trinnet blir fagområdenes bidrag til effektive barrierer identifisert.

For å måle tilstanden til barrierer bruker Avinor sikkerhetsindikatorer for å kunne gi et tidlig varsel om økt risiko. Avinor opererer med to typer sikkerhetsindikatorer med ulike egenskaper; direkte og indirekte indikatorer som defineres slik:

Direkte indikatorer er informasjon hentet fra erfaringer fra hendelser som har inntruffet, dvs. informasjon om årsaker til at barrierer har sviktet.

Indirekte indikatorer måler prestasjoner innen drift, vedlikehold, opplæring og teknisk støtte. Det poengteres at data kan hentes fra interne systemer, samt egne «ekspertvurderinger».

Avinor har som mål at det lages robuste sikkerhetsindikatorer innen hvert fagområde, slik at risikoeier kan få et realistisk og dokumenterbart bilde av ytelsesnivået. Hvis sikkerhetsindikatoren kan kvantifiseres kan det settes en karakter, for eksempel 1 - 10, hvor 1 er lavest ytelse og 10 høyest.

Sikkerhetsindikatorene kan si noe om ytelseevnen til fagområdet inn i neste driftsperiode (proaktive indikatorer), samt de erfaringer som er gjort rundt hendelser og avvik (reaktive indikatorer). I analysen lages en konklusjon basert på en helhetlig vurdering av fagområdets evne til å opprettholde pålagte barrierer, dvs en risikovurdering av muligheten til å oppnå sterke barrierer.

Innefor hvert fagområde har Avinor flere indikatorer, slik at risikoeier kan få et realistisk og dokumenterbart bilde av ytelsesnivå. Data til sikkerhetsindikatorer hentes fra ulike steder, men viktigst er vurdering fra fagansvarlige av fagområdets kvalitet. Dette kan vi tolke som et uttrykk for fagområdets evne til å bygge gode barriereelementer og dermed bidra til å styrke barrierene.

Gjennomføringen av vurdering av slike indikatorer er gjort på bakgrunn av eksempelskjema vedlagt i metodebeskrivelsen. Det er opprettet forskjellige indikatorer som skal indikere fagfeltets evne til å opprette de barrierer som fagfeltet er ansvarlige for.

Ettersom analysen er tredelt er det naturlig at gjennomføringen innenfor de tre delene er ulik.

Flysikkerhet

Åtte fagområder relatert til flysikkerhet er behandlet i denne analysen. Hvert fagområde har flere sikkerhetsindikatorer som er vurdert i henhold til en tredelt skala; grønn, gul og rød som vi har vært inne på tidligere. Hver indikator er vurdert separat, og totalverdien av indikatorene gir en totalvurdering av hvert fagområde.

Fagområde	Status	Fagområde	
Ledelse		Elektro	
LTT		FNT	
Plasstjeneste		Security	
Brann og redning			
Utforming			

Figur 13 - Status på ytelsesnivå til de ulike fagområdene. Denne figuren er hentet fra rapporten fra Kristiansand

Som vi ser i figuren over er alle fagområdene tildelt laveste risikokode, grønn. Som sagt består hvert av disse fagområdene av sikkerhetsindikatorer. Ut i fra figur 14 kan man se at hvert fagområde er delt opp i flere sikkerhetsindikatorer, i dette tilfellet *Plasstjeneste*.

Fagfelt:	Plass		
Risiko	Risikokode (grønn=1, gul=2, rød=3)	Sikkerhetsindikator	Mulige tiltak
Kompetanse	1	Formell kompetanse er på plass og nyansatte er under lokal opplæring.	
Kapasitet	1	Kapasitet er tilfredsstillende. Det er to brøyeledere på hvert team. Fem nye personer skal bli utrykningsledere, noe som gjør kapasiteten på denne kompetansen mer robust. Disse blir også brøyteledere.	
Materiell	1	Materiellstatus på kjøretøy og rullende materiell er god. Fres begynner å bli gammel, men har god stabilitet.	
Hendelser	1	Ingen nevneverdige hendelser å vise til.	
Arbeidssikkerhet	2	Det meste av verneutstyr brukes som det skal, det slurves noe med hørselsvern. Det brukes sjeldent bilbelte på flyside, både i kjøretøy og i rullende materiell.	Øke fokus på viktigheten av bruk av bilbelte i alle kjøretøy.
Annet	1	Bevegelse på APRON er utfordrende, ref. gjennomført	
Totalt	1		

Figur 14 - Eksempel på hvordan gjennomføring av vurdering av sikkerhetsindikatorer er vurdert.

Airport security og ATM security (Sikring)

Det er i denne delen listet opp en del verdier som skal beskyttes, samt objekter som er skjermingsverdige. Verdiene som skal beskyttes er:

- Eget personell
- Passasjerer
- Omdømme
- Sensitiv informasjon
- Drift
- Materielle verdier

Videre følger en oversikt over de skjermingsverdige objektene:

- Terminal
- Tårn og sikringsbygg
- Apparatrom, hovedtavlerom, termineringsrom, lavstrømsrom i kjeller i sikringsbygg
- FNT-installasjoner
- Rullende materiell
- Elektrosentral

Det er allerede avdekket uønskede hendelser eller potensielle trusselaktører som kan true disse verdiene nevnt i trinn 1. Videre er fem sikkerhetsindikatorer vurdert for hvert av de seks skjermingsverdige objektene. Disse indikatorene finner man langs x-aksen i figuren under, mens objektene er listet opp langs y-aksen. De aktuelle vurderingene gjort i denne figuren er fjernet fordi informasjon vedrørende security er sensitiv informasjon som ikke bør være tilgjengelig for offentligheten. Rammeverket er illustrert slik at man får innblikk i hvordan dette gjennomføres.

#	Objekt/Indikator	Gjerde- overvåkning	Kjøretøyssperre	Lås/vindu	AIA/AAK	B-planer/øvelser	Annet	Mulige tiltak
1	Terminal							
2	Tårn- og sikringsbygg							
3	Apparatrom, hovedtavlerom, termineringsrom, lavstrømsrom i kjeller i sikringsbygg							
4	FNT-installasjoner (ILS, radar)							
5	Rullende materiell							
6	Elektrosentral							

Figur 15 – Vurdering av indikatorer med hensyn på skjermingsverdige objekter

HMS

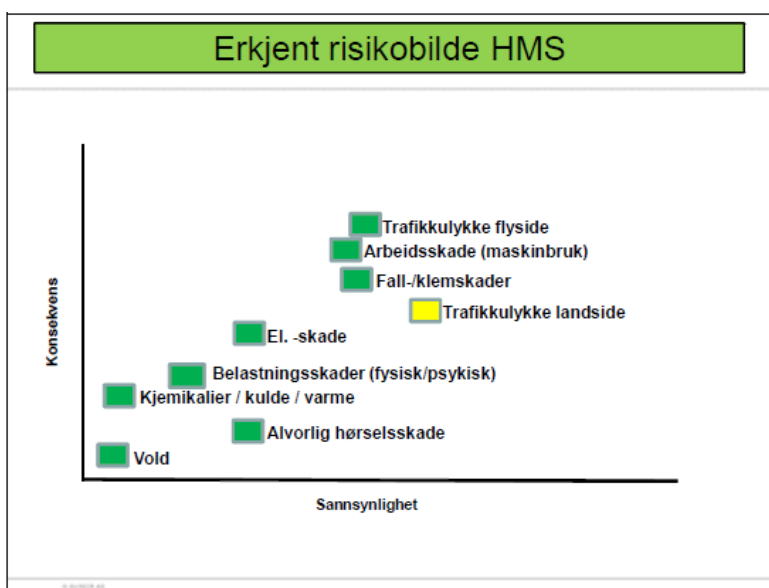
HMS er vurdert på samme måte som flysikkerhet. Eneste forskjellen er at HMS tilsvarer et helt fagområde. Fagområdet er delt opp i seks områder som er vurdert etter kompetanse. Utklipp av resultatene fra Kristiansand er vist under.

Ytere HMS	Status
Management	Grønn
Vernetjeneste og kjemikaliekontroll	Grønn
BHT	Grønn
Kollegastøtte	Grønn
Arbeids-/teamleder	Gul
Den enkelte	Gul
Totalt	Grønn

Figur 16 - Status til HMS-ytere

Trinn 3

I trinn 3 vurderer man de potensielle hendelsene i forhold til risiko og konsekvens og resultatet av analysen blir presentert i en risikomatrix som vist i figuren under. Selve risikovurderingen gjøres ved at risikoeier vurderer de ulike innsatsfaktorene fra fagfeltene opp mot de truslene som er identifisert. Dette gjennomføres som en workshop med kompetent personell. Hver risiko kan også klassifiseres med grad av usikkerhet (hvor sikker er vi på sannsynlighet og konsekvens). Det skal i følge metodebeskrivelsen benyttes en 5 x 5 matrise.



Figur 17 - Eksempel på risikobilde HMS

Vurderingene som er foretatt dokumenteres sammen med en tiltaksplan på lufthavnnivå og forslag til tiltak for behandling på distriktssjefsnivå eller tilsvarende. Lufthavnen utarbeider risikobildet på bakgrunn av identifiserte farer og de sikkerhetskritiske driftsparameterne. Prosessen skal dokumenteres, dvs. at risikoelementene skal fremgå og de vurderinger som er gjort skal være sporbare. Konklusjonene skal være tydelige slik at de hurtig og enkelt kan forstås.

Etter at disse tre trinnene er gjennomført evaluerer man resultatene man har kommet frem til. Risikobildet benyttes som grunnlag for forbedringsarbeidet. Identifisering av risikoreducerende tiltak er ikke vektlagt under gjennomføringen av risikoanalysen. Tiltak som kom frem under analysen er dokumentert, og det er nå lufthavnens ansvar å identifisere og vurdere risikoreducerende tiltak som en del av trinn 4.

4. Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres Avinors gjennomføring av utarbeidelsen av risikobildene med utgangspunkt i teorien lagt til grunn i kapittel 2. Teamet som har gjennomført analysene har forholdt seg til et sett med definisjoner, samt en metodebeskrivelse av hvordan gjennomføringen skal være. Det er flere interessante momenter å diskutere i denne sammenheng.

Det vil videre i dette kapitlet bli diskutert hvordan deler av risikoanalyseprosessen er gjennomført av Avinor, opp mot teorien vi har tilegnet oss i teoridelen. Stegene fra kapittel 2.5 blir fulgt, slik at gjennomgangen blir oversiktlig presentert. Etersom Avinor kun opererer med tre steg i sin analyse glir noen av stegene inn i hverandre. Det er etter beste evne prøvd å skille disse stegene fra hverandre for å best mulig passe inn i risikoanalysen brukt i teoridelen.

4.1. Risikoanalyseprosessen

Et gjentakende problem blant ledere innen risikoanalyse og –styring er at fundamentale begreper og konsepter innen fagområdet misforstås. Eksempler på begreper som misforstås er risiko og usikkerhet, føre var- og forsiktighetsprinsippet, hva en sannsynlighetsmodell er, hva som er basisen i en kost-nytteanalyse, etc. Hadde vi utfordret en gruppe risikoanalytikere til å forklare hva som menes med usikkerhet i tallene som kommer ut av en risikoanalyse, eller bedt dem forklare hva modellusikkerhet er, ville vi sannsynligvis fått en del ulike svar. For at risikoanalyser skal bli suksessfullt anvendt i en beslutningssammenheng krever det at analytikere kan sitt fagfelt slik at de er i stand til å kommunisere risiko og usikkerhet på en god måte. I følge Aven (2007) kreves det en felles terminologi og kompetanse for å sikre en hensiktsmessig struktur for risikostyringen.

I følge metodebeskrivelsen er definisjonene lagt til grunn i Avinors analyse hovedsakelig hentet fra ISO-standaren 31000 - Risikostyring. Avinor har i tillegg utarbeidet en egen håndbok for risikovurderinger ved lufthavndrift hvor noen begreper og konsepter også er definert og forklart. Denne risikoanalysen skal gjennomføres på hver enkelt lufthavn uten hjelp utenfra, to ganger i året fremover. Nettopp derfor er det viktig at fundamentale begreper er forstått likt gjennom hele organisasjonen. Under vil noen av de mest sentrale begrepene bli gjennomgått.

4.1.1. Risiko og usikkerhet

Vi vet at risiko kan defineres på mange måter, selv om ordlyden i forskjellige definisjoner ikke er helt lik. Den enkleste definisjonen av risiko som ble presentert sa at risiko er mulige kombinasjoner av konsekvens og sannsynlighet. Dette samsvarer med Avens fremstilling av risiko som (A, C, P).

Metodebeskrivelsen henviser til definisjonen av risiko fra ISO-standarden der risiko er definert som «*virkning av usikkerhet knyttet til mål*». Dette er den samme ISO-definisjonen som ble presentert i kapittel 2.2. Avinors håndbok presiserer at risiko ofte uttrykkes som en kombinasjon av konsekvensene av en hendelse og den tilhørende muligheten for at den skal forekomme. Som ISO-standarden presiserer må man altså ta hensyn til usikkerhet. Også Aven (2008) understreker at man må ta hensyn til både usikkerheten U og sannsynligheter P . Sannsynlighet er et verktøy for å uttrykke vår usikkerhet til de potensielle hendelsene og deres konsekvenser, men uten å ta hensyn til usikkerhet er dette et ”ufullkomment verktøy”. Usikkerhet kan være gjemt i vår bakgrunnskunnskap når vi skal formulere en sannsynlighet for at en hendelse oppstår.

I Avinors utførelse av analysen har hendelsene blitt vurdert i forhold til sannsynlighet og konsekvens. Det er ikke aktivt tatt hensyn til usikkerhet i analysen til Avinor og konseptet er heller ikke videre nevnt eller beskrevet. Et perspektiv på risiko der sannsynligheten beskriver usikkerheten, som i (A, C, P) -fremstillingen, virker dermed å stemme best overens med hvordan Avinor har håndtert risiko. Den epistemiske usikkerheten som oppstår er for eksempel tatt hånd om ved å tildele en hendelse *lav*, *middels* eller *høy* sannsynlighet for å oppstå. Det er altså ingen tvil om at epistemisk usikkerhet spiller en rolle i Avinors gjennomføring. Mange antakelser er gjort uten at det er vurdert hvilken kunnskap man egentlig innehar når vurderinger blir gjort. Det burde nok i større grad vært snakket om hvordan usikkerheten U sett i lys av kunnskapen vår K påvirker resultatene når sannsynligheten av en hendelse A skal vurderes, $P(A|K)$.

Aven (2007) hevder at risikoanalytikere som produserer et beslutningsgrunnlag for beslutningstakere i mange tilfeller synes å ha en forestilling om at innholdet i grunnlaget må være enkelt fremstilt uten at usikkerhet problematiseres. Dette for at beslutningstakerne enkelt skal kunne forstå innholdet. Usikkerhetsvurderinger blir av den grunn mangelfulle fordi forståelsen av helheten i problemstillingen blant analytikerne og andre fagpersoner er mangelfull. Skal beslutningstaker få et godt grunnlag for å ta en beslutning, bør usikkerheter presenteres på en hensiktsmessig måte.

4.2. Identifisering av initierende hendelser

Ved identifisering av initierende hendelser kan det være hensiktsmessig å se på noen av momentene bak gjennomføringen av dette steget.

Viktigheten av denne delen av analysen ble poengtert i teorien, og det ble nevnt at initierende hendelser som blir oversett heller ikke kan håndteres. Hvis man skal gjenta en analyse mange ganger, er det lett for at man kopierer lister av farer og uønskede hendelser fra tidligere analyser. Vi vet fra Avinors analyser at det benyttes forhåndslagde lister av uønskede hendelser. Det er derfor viktig at hendelser utover de som er på listene også blir avdekket.

80/20-regelen er aktuell i dette tilfellet. Regelen sier at det tar 20% av tiden å identifisere 80% av hendelsene, og 80% av tiden å identifisere de resterende 20% av hendelsene. Betydningen av en systematisk og strukturert metode gjør at vi klarer å identifisere disse uvanlige hendelsene.

Det nevnes blant annet i Avinors metodebeskrivelse at risikovurderinger gjennomføres som en workshop med kompetent personell. Kompetent personell behøves i alle deler av en risikoanalyse. Videre diskuteres det hvordan personellet har en innvirkning når uønskede hendelser skal identifiseres.

Kompetent personell

Vurderingene lagt til grunn for resultatene i risikomatrixene er basert på meningene og bakgrunnskunnskapen til risikoeier om de forskjellige risikoområdene. Det kan derfor være fornuftig å reflektere over om man mener denne kunnskapen er god nok for å kunne gjøre sikre vurderinger.

For å ta et enkelt eksempel kan vi se for oss at vi skal avdekke initierende hendelser ved to forskjellige lufthavner. På den ene lufthavnen arbeider en person som har vært i jobben i 25 år (person 1) og har opparbeidet seg mye erfaring i stillingen. I den samme stillingen på den andre lufthavnen jobber en person som har vært i jobben i to år (person 2). Begge personene skal være med å analysere hvilke hendelser som kan oppstå på hver sin respektive flyplass. Umiddelbart tenker man gjerne at person 1, som har vært i jobben i 25 år, har et bedre grunnlag for å fatte en beslutning om hvilke hendelser som kan oppstå, og hvilke konsekvenser disse hendelsene kan lede til. Ikke så rart når beslutningen som skal tas er basert på kunnskapen tilegnet i opplæring til jobbeskrivelsen og gjennom praksis i stillingen i så mange år. En person som har vært i samme stilling kun et par kan ha derfor et svakere grunnlag for å ta beslutningen. Gitt at disse to personene, hvor den ene baserer risiko på et tynt informasjonsgrunnlag og den andre på et kunnskapsrikt informasjonsgrunnlag, hadde vurdert en hendelse til samme risikonivå, det vil si lik sannsynlighet og konsekvens. Forskjellen i risikonivå mellom de to risikoene kunne da likevel vært stor, ettersom den ene hendelsen har stor usikkerhet knyttet til seg.

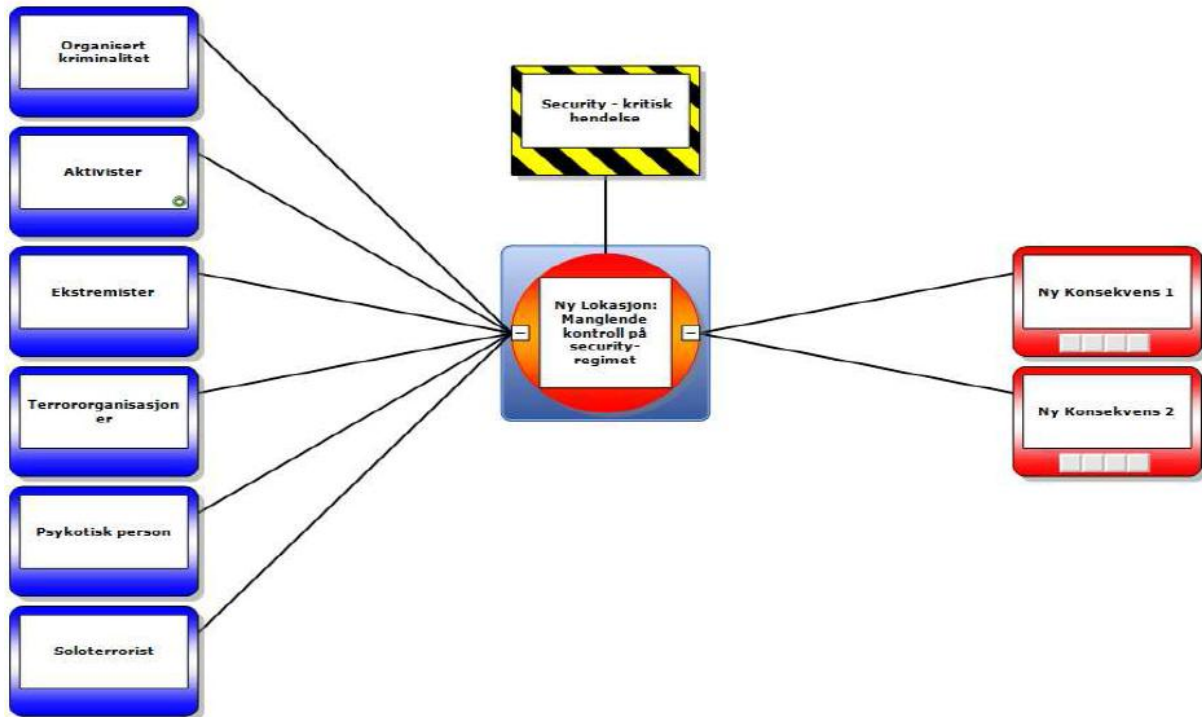
Subjektiv sannsynlighet er definert som et mål på grad av tro en person har på at en hendelse A skal inntreffe. Avinor bruker aktivt slike subjektive meninger og sannsynligheter i sine risikoanalyser, og lener seg i liten grad på objektiv sannsynlighet. Personene i eksempelet over baserer vurderingene sine på hvor mange ganger man har opplevd og erfart ulike uønskede hendelser, samt annen kunnskap man har på området.

Et annet fenomen som kan spille inn og påvirke beslutningene i analysen er hvis en uønsket hendelse tilfeldigvis har oppstått et stort antall ganger i løpet av toårsperioden person 2 har jobbet i sin stilling. Dette gjør naturligvis at hans grad av tro for at hendelsen skal oppstå vil være høyere enn for person 1. Der person 2 har opplevd at hendelsen eksempelvis har oppstått

fem ganger per år i denne perioden, har person 1 opplevd samme hendelsene til å oppstå én gang per år. Det er derfor lurt å ikke stole blindt på resultater fra slike ”eksperter”. Eksperter er satt i anførselstegn for å poengtere at selv om personene kan være dyktige innenfor sitt felt, er det ikke alltid gitt at de sitter på fullstendig informasjon i alle situasjoner. Å forhøre seg med andre eksperter eller å sjekke erfaringsdata fra lignende situasjoner kan være gode måter å forsikre seg om at antakelsene er solide, og på den måten minimere usikkerhet. En liten notis til dette eksempelet er at hvis man får inntrykk av at det er forandring i trend, det vil si at det ikke er tilfeldig at person 2 har opplevd denne høye frekvensraten på hvor ofte denne uønskede hendelsen oppstår, men at den har økt av en grunn, er dette noe man må ta hensyn til og studere nærmere. Dersom det ligger en forklaring bak hvorfor en uønsket hendelse har inntruffet hyppigere de siste årene kan det være informativt å undersøke nærmere om dette er noe man kan gjøre noe med. Det går ikke videre inn på forklaring og håndtering av konseptet trend i denne oppgaven. Videre er det viktig å ikke overfokusere på historiske data. Historiske tall sier noe om omfanget, frekvensen og sannsynligheten knyttet til hendelser. Hvis vi vet antall ulykkeshendelser i fortiden, uttrykker dette likevel ikke risiko for fremtiden, men gir oss grunnlag for å uttrykke risiko. Det må derfor vurderes om disse tallene er relevant for fremtiden, både med tanke på trend og volum av historiske data. Ved hensyn til kun historiske data blir ikke nye potensielle hendelser avdekket. En katastrofal hendelse kan inntreffe i fremtiden selv om den aldri har oppstått før.

4.3. Årsaksanalyse

Spesielt i trinn to av Avinors analyse er det gjennomført en god årsaksanalyse ved hjelp av bow-tie-diagrammer. Som vi husker var det definert en del overordnede verdier som skal beskyttes på Kristiansand Lufthavn. Avinor kategoriserer i den sammenheng aktørene i to hovedgrupper, avhengig om de kan antas å kunne medføre en kritisk securityhendelse eller kun en mindre securityhendelse. Under er et av bow-tie diagrammene gjengitt fra rapporten, som viser hvilke årsaker som kan bidra til at en potensielt farlig hendelse oppstår.



Figur 18 - Bow-tie diagram hentet fra Avinors rapport

På denne figuren ser vi hvordan forskjellige trusler kan bidra til at vi mister kontroll på securityregimet, noe som igjen kan føre til ulike konsekvenser. Organisert kriminalitet, aktivister og ekstremister er eksempler på slike trusler.

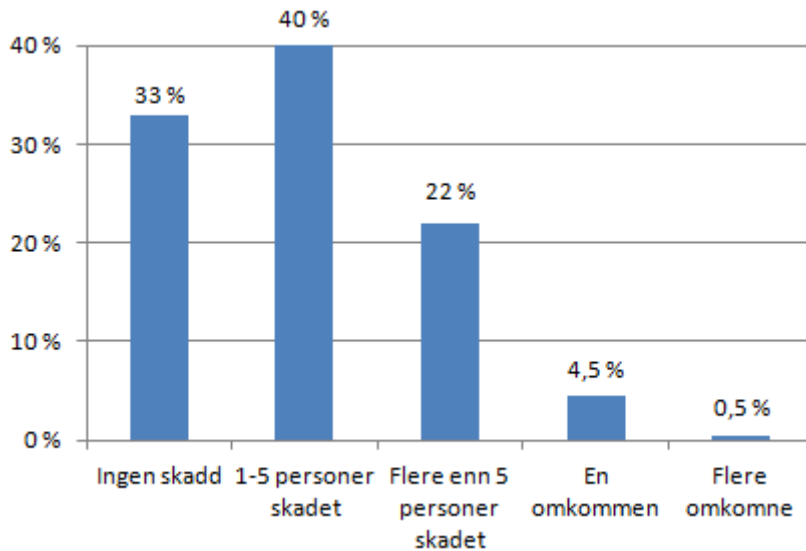
4.4. Konsekvensanalyse

Hvilken betydning av konsekvens operer Avinor med?

Konsekvensanalysen tar for seg den høyre siden av bow-tie-modellen på figuren over. Vi må altså analysere uønskede hendelser og finne ut hvilke konsekvenser disse hendelsene kan føre til. Som tidligere påpekt kan potensielle uønskede hendelser ha forskjellige typer utfall og konsekvenser, både med tanke på omfang og type (finansielt tap, miljøskade, tap av liv). Avinor deler som kjent sin analyse opp i tre deler, der konsekvenser påvirker flysikkerhet, Airport- og ATM-security og HMS. Det er av den grunn fokusert på omfanget av konsekvensene innenfor disse tre områdene.

Avinors analyse definerer ikke på hvilken måte konsekvens tas hensyn til. Det er likevel naturlig å anta, ut fra hvordan uønskede hendelser og deres konsekvenser er beskrevet i rapporten, at det opereres med den forventede konsekvensen av den uønskede hendelsen. Selv om det i noen tilfeller også er beskrevet hva som kan være "worst case scenario", legges det vekt på hva som er den naturlige forventede konsekvensen av hendelsen, $E[C|A]$. Det er da flere momenter som må vurderes. Gitt at man bruker en forventet verdi av konsekvensen til en hendelse, hvordan kommer man da frem til denne verdien? Skal man velge konsekvensen

man forventer er mest sannsynlig eller skal man velge den konsekvensen som tilsvarer ”senteret” av konsekvensene? Dette forklares nærmere ved hjelp av figuren under.



Figur 19 - Sannsynlighetsfordeling av forskjellige konsekvenser av en busskollisjon

Figuren representerer sannsynligheten for at forskjellige konsekvenser av en busskollisjon oppstår. Busskollisjon ble tidligere nevnt som et eksempel der sannsynlighet og konsekvens varierer. Konsekvensen av en busskollisjon kan være et bredt spekter av utfall, som for eksempel at ingen personer blir skadet, 5 personer blir kritisk skadet eller at 3 personer dør. Sannsynligheten er i dette eksempelet vurdert til å være størst for at *1-5 personer blir skadet* ved en slik kollisjon. Den forventede verdien kan velges ut fra et omtrentlig senter av figuren. Vi kan ikke beregne dette senteret matematisk, ettersom konsekvensene er beskrevet med tekst og ikke tall. Man kan derfor velge å bruke det ”visuelle” senteret av figuren som den forventede konsekvensen. Dette tilsvarer også *1-5 personer skadet*, med 33% av sannsynligheten på den ene siden og 27% på den andre siden. Aven (2008) mener at et problem med å gjøre det på denne måten er at man da sammenligner konsekvenser av forskjellige dimensjoner. Men, selv om både det mest sannsynlige utfallet og det forventede utfallet er at *1-5 personer blir skadet*, må vi passe oss for å være bastante i bruken av denne konsekvensen. Som vi ser av figuren er det fortsatt bare fire av ti ganger man kan anta at dette er konsekvensen av en slik hendelse. Vi må derfor ha i bakhodet at det seks av ti ganger er andre utfall som kan oppstå. Man må ta hensyn til slike momenter som skaper usikkerhet når man gjennomfører analyser. Det er viktig at man i denne delen av analysen derfor ikke glemmer eller overser andre konsekvenser enn dem man velger som forventet konsekvens.

Eksempelet over viser oss at det er viktig å adressere usikkerhet bak forventede verdier. Som Aven (2008) poengterer er det nødvendig å se hva som ligger bak sannsynligheter og forventede verdier for å få oversikt over alle aspekter av usikkerhet. Sannsynligheter er som tidligere nevnt ikke et perfekt verktøy for å beskrive usikkerhet. Antakelser kan skjule

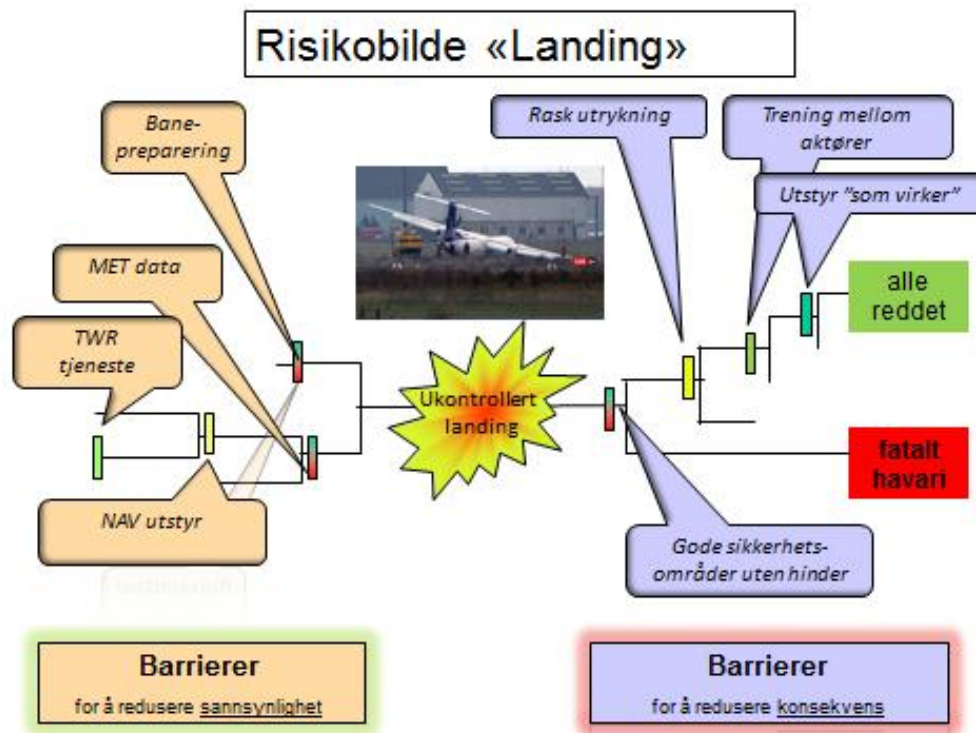
forskjellige faktorer av usikkerhet, og mangel på kunnskap kan føre til sannsynligheter og forventninger som kan resultere i dårlige prediksjoner.

I grove konsekvensanalyser som den Avinor gjennomfører kan det forsvares at bare en konsekvensverdi trenger å være spesifisert, selv om det er flere mulige utfall. I følge Aven (2008) er det ved bruk av slike forventede konsekvenser derfor viktig at man er klar over at dette kan være en dårlig prediksjon av C. Selv om risiko presenteres på en mer nyansert måte når alle utfall av konsekvenser er tatt hensyn til, kan dette bidra til å gjøre analysen u håndterbar. Mange konsekvenser og stort volum av informasjon kan gjøre at det blir utfordrende å differensiere mellom de ulike utfallene. Selv om $E[C|A]$ kan gi et misledende bilde på risiko er det ofte lettere å både sammenligne og forholde seg til risiko fra forskjellige hendelser ved bruk av bare en samlet forventet konsekvens.

Bruk av barrierer for å håndtere konsekvenser

Rekken av konsekvenser en initierende hendelse kan føre til, er avhengig av antall barrierer satt opp for å minimere konsekvensene, samt forhindre at seriøse konsekvenser oppstår. Avinor definerer en barriere som «*de systemer, funksjoner, ressurser, mennesker, prosedyrer vi trenger for å håndtere en fare eller motstå en trussel.*» Analyse av barrierer som er satt opp for å redusere konsekvenser av uønskede hendelser, er ikke viet stor oppmerksomhet i rapportene til Avinor. Barrierer som reduserer sannsynlighet for at en hendelse oppstår er derimot mer omtalt. Resultatene av analysene viser at Avinor karakteriserer få hendelser som kritiske. Ressursene til å redusere risiko eller å implementere barrierer, enten i forhold til sannsynlighet eller konsekvens, må da sees i et kost-nytte-perspektiv.

Figuren under er hentet fra Avinors håndbok for risikovurderinger og viser et eksempel på hvordan barrierer, på venstre side, er satt opp for å hindre at en uønsket hendelse skal oppstå, samt hvilke barrierer som skal forhindre at konsekvenser oppstår/eskalerer, på høyre side.

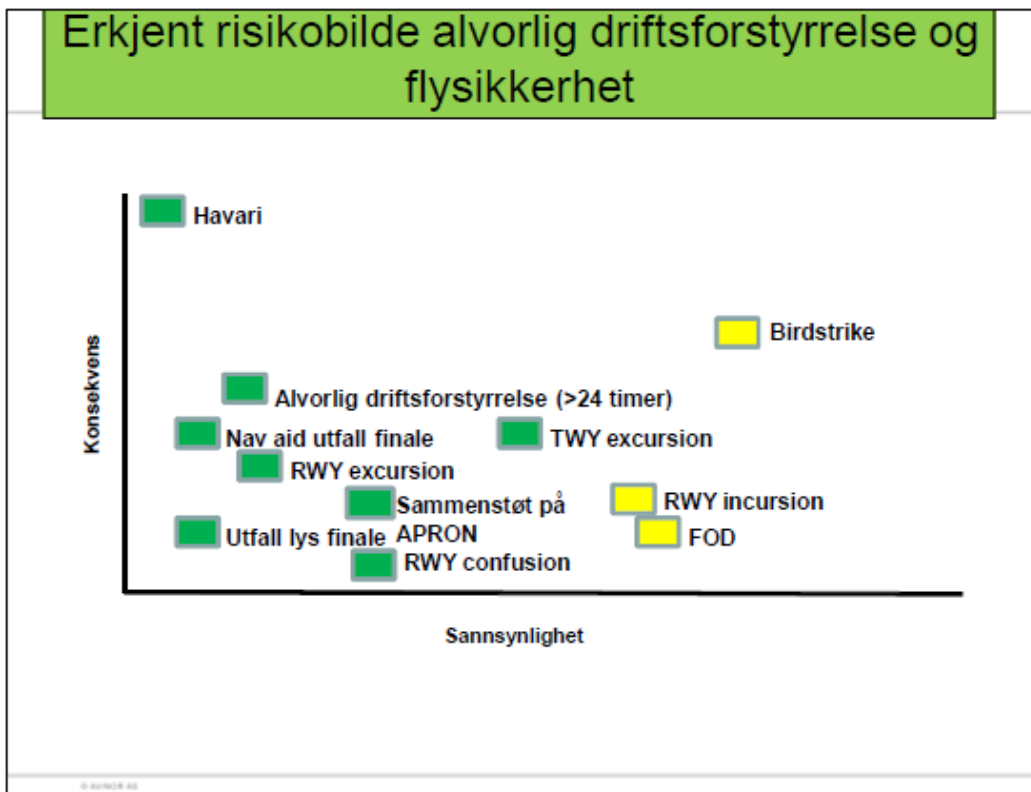


Figur 20 - Illustrasjon på hvordan barrierer kan virke inn på en ulykke

Avinor sier at barrierer omfatter både tekniske, operasjonelle (prosedyrer) og menneskelige funksjoner. Et gjerde, et skilt, en kontrollør, et teknisk system er alle barrierer som skal sikre at vi har god nok kontroll på aktiviteten/situasjonen. Som vi ser i figuren over er en uønsket hendelse i form av ukontrollert landing analysert ved hjelp av et bow-tie-diagram. Hvis barrierene på høyre side fungerer, vil det forhåpentligvis resultere i at alle personer om bord i flyet blir reddet. I dette eksempelet er ”gode sikkerhetsområder uten hinder”, ”rask utrykning” og ”utstyr som virker” listet opp som mulige barrierer. Sveitserostmodellen gjør seg gjeldende her. Modellen illustrerte at hvis flere barrierer feiler på samme tid, kan vi ende opp med fatale konsekvenser. I dette tilfellet ville resultatet kunne blitt flere omkomne personer. Det kan gjennomføres egne analyser for å studere hva som kan skje hvis en eller flere av barrierene ikke fungerer. Dette er ikke noe Avinor har lagt særlig vekt på i sine analyser.

4.5. Sannsynligheter, usikkerhet og risikobilde

Ettersom det aktivt er tatt hensyn til sannsynlighet i analysen er det viktig å ha en formening om hvordan dette konseptet er definert i gjennomføringen av analysen. Det er ikke videre spesifisert i metodebeskrivelsen hvordan begrepet er definert, men fra analyserapportene kan det tolkes hvordan begrepet er brukt. I Avinors analyse er det en flytende overgang mellom hensyn tatt til sannsynligheter og bruk av risikomatriser. På bakgrunn av dette er to av stegene i risikoanalysen slått sammen til ett kapittel. Det blir dermed enklere å ta fatt på og diskutere dem i sammenheng istedenfor å dele dem opp.



Figur 21 - Risikomatrix hentet fra rapport om Kristiansand lufthavn

Risikomatriken over er utarbeidet for å beskrive uønskede hendelser som kan oppstå, og i tillegg påvirke driftsforstyrrelse og flysikkerhet. Hvert punkt representerer en hendelse og er plassert inn i skjemaet etter sannsynligheten hendelsen har for å oppstå og konsekvens dersom hendelsen oppstår.

Innledningsvis rettes oppmerksomheten mot de tre gule hendelsene i matrisen. Fra matrisen vil man kunne anta at *birdstrike* er den uønskede hendelsen med desidert størst risiko av de tre. I følge risikomatriken ligger *birdstrike* i sjiktet middels/høy på både sannsynlighet og konsekvens. De to andre gule hendelsene, *RWY incursion* og *FOD*, ville man ut i fra matrisen kunne anta å være vurdert som middels/høy sannsynlighet og lav konsekvens. Går vi derimot over til beskrivelsen av disse tre uønskede hendelsene i Avinors rapport, blir det opplyst at analyseteamet har vurdert disse tre hendelsene slik:

- RWY incursion: Høy sannsynlighet, middels konsekvens.
- Birdstrike: Middels sannsynlighet, middels konsekvens.
- FOD: Høy sannsynlighet, lav konsekvens.

Man skal selvsagt ta slike grove risikomatriser som en overordnet illustrasjon på hvordan risikobildet er, men med så store variasjoner mellom risikomatrix og beskrivelse i rapporten kan man bli usikker på om ikke risikobildet er mer villedende enn informativt. *Birdstrike* som altså ligger både høyere på skalaen i forhold til konsekvens og sannsynlighet i matrisen, har

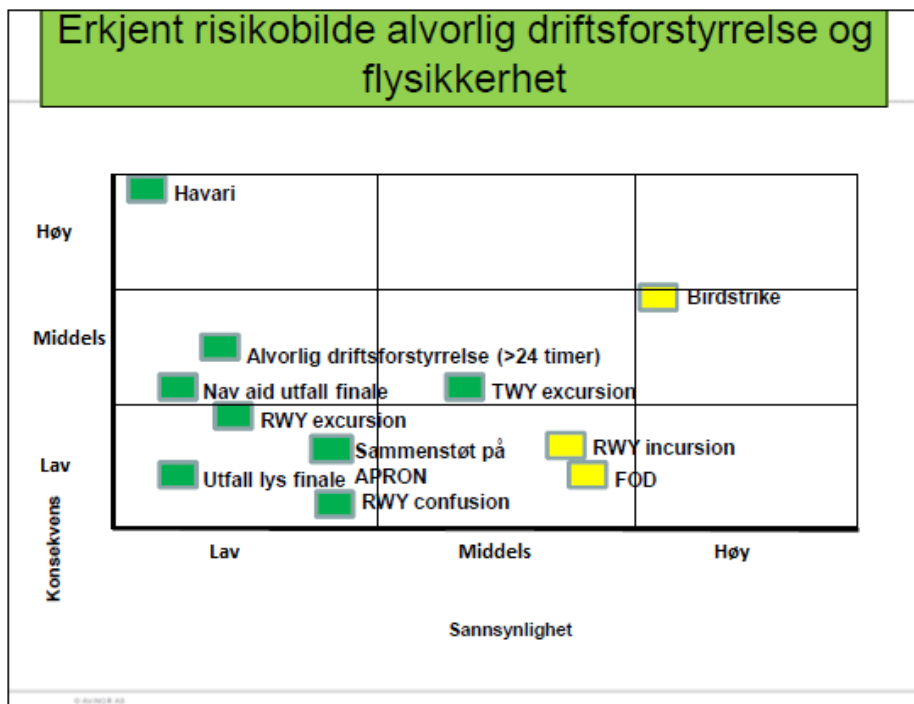
blitt vurdert til å ha middels sannsynlighet for å oppstå, mens både *FOD* og *RWY incursion* som har fått tildelt høy sannsynlighet for å oppstå, ligger lavere på sannsynlighetskalaen i matrisen. Hvis vi også inkluderer hendelsen *Sammenstøt på APRON* og *RWY confusion* med på samme måte, oppstår enda flere situasjoner der man som leser blir usikker:

- *RWY confusion*: Lav sannsynlighet, lav konsekvens.
- *Sammenstøt på APRON*: Middels sannsynlighet, lav konsekvens.

Sammenstøt på APRON er altså i samme sannsynlighetsgruppe som *birdstrike*, middels sannsynlighet. Likevel er det så stor avstand mellom punktene at det kan være lett å misforstå at de skal ligge innenfor samme sannsynlighetsområde. På samme tid er *RWY confusion* vurdert til å ha lav sannsynlighet, men ligger likevel på akkurat samme sannsynlighetsnivå i matrisen som *sammenstøt på APRON*.

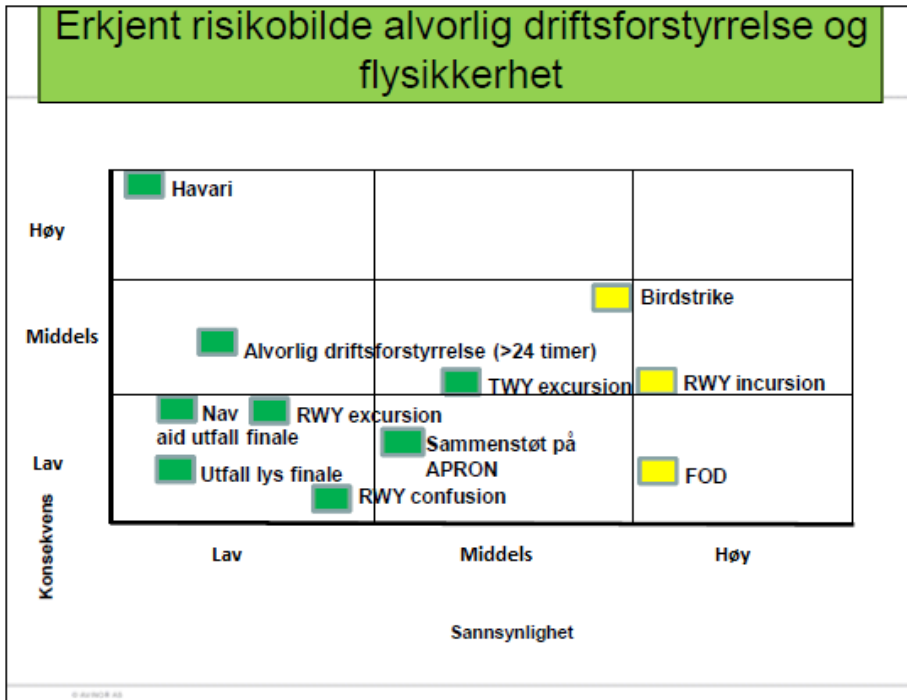
4.5.1. Forslag til utbedring av matrisen

Siden vi har en matrise som er delt opp i tre klasser for hver kategori, hadde vi endt opp med en matrise med 3 x 3 ruter om disse hadde vært tegnet inn i matrisen. I figuren under har jeg prøvd å illustrere hvordan matrisen hadde sett ut ved en slik inndeling. Jeg mener at en slik inndeling ville gjort det lettere både for de som utfører analysen, og for leseren som skal forstå matrisen i ettertid. Slik inndeling er en enkel metode å redusere usikkerhet og bidrar til at det er enklere å lese og forstå matrisen.



Figur 22 - Revidert matrise med 3 x 3 inndeling

Som vi ser er det mange av hendelsene som ligger ”feil” ved en slik inndeling, ut i fra hvordan hendelsene ble rangert i rapporten. *Birdstrike* ligger for eksempel innenfor feltet for høy sannsynlighet, mens *sammenstøt på APRON* ligger innenfor feltet med lav sannsynlighet, selv om begge disse hendelsene ble vurdert til å ha middels sannsynlighet. Jeg har derfor også gjort et forsøk på å flytte hendelsene slik at de samsvarer med hvordan de er vurdert i rapporten. Se figuren under:



Figur 23 - Revidert matrise med 3 x 3 inndeling og nye posisjoner på hendelsene

Utifra hvordan risikomatrixene er blitt definert og forklart i teoridelen, er risikomatriksen vist i figur 24 muligens en bedre måte å utforme en risikomatrikse enn den som er presentert i Avinors rapporter. Slik jeg ser det, er det ingen grunn til ikke å implementere slike hjelpelinjer, og dermed også kreve noe høyere nøyaktighet i utførelsen.

Tolkning av begrepene *lav*, *middels* og *høy* sannsynlighet i risikomatrixene

Som vi vet fra rapportene er hendelsene vurdert i forhold til en tredelt skala av konsekvens og sannsynlighet. Som tidligere nevnt finnes det ulike eksempler på hvordan man kan klassifisere sannsynlighet ved å ta hensyn til hvor hyppig man mener hendelsen vil oppstå. Avinor har i sin gjennomføring kun brukt begrepene *lav*, *middels* og *høy* uten videre å definere hva som menes med dette. I rapporten er tankegangen bak valgene av risiko beskrevet, men det er ikke alltid like lett å forstå hvor ofte det antas at hendelsen skal oppstå for å inngå i de tre ulike begrepene, og hvorfor hendelsen er beskrevet slik den er. Under gjengis hvordan *Birdstrike* er vurdert og beskrevet i forhold til sannsynlighet i rapporten fra Kristiansand:

4	Birdstrike		<p>Middels sannsynlighet, middels konsekvens. Kjevik er blant lufthavnene med flest birdstrikes i landet og birdstrike forekommer ofte. Som regel handler det om mellomstore til små fugler som fører til mindre materielle skader og i verste fall noe forsinkelse på fly.</p> <p>Det er iverksatt en rekke tiltak i samarbeid med Avinors fagressurser på området.</p>
---	-------------------	--	--

Figur 24 - Utdrag fra rapport som viser hvordan den uønskede hendelsen Birdstrike er vurdert

Som vi vet fra tidligere i kapittelet har *Birdstrike* blitt tildelt middels sannsynlighet og middels konsekvens. Fra beskrivelsen av hendelsen kommer det likevel frem at "birdstrike forekommer ofte". Hva vil ofte si? En gang om dagen? En gang i måneden? Ofte er et relativt begrep som kan bety vidt forskjellige ting, avhengig av situasjonen det blir brukt. "Jeg går ofte på butikken" tolkes på en helt annen måte enn at "det er ofte jordskjelv i Asia". Hvordan samsvarer "ofte" med middels sannsynlighet? En annen risikoanalytiker hadde kanskje vurdert "ofte" som høy sannsynlighet.

Uten klare grenser for hva "ofte", "middels sannsynlighet" og andre lignende begreper betyr, kan det være svært utfordrende for de som leser rapporten å forstå hva som menes. Hadde vi spurt noen andre analytikere om å gjennomføre denne vurderingen av *Birdstrike*, gitt lik bakgrunnskunnskap, ville de da kommet frem til tilsvarende resultat? De burde i utgangspunktet gjøre det, men sannsynligvis hadde nok mangel på spesifisering av viktige begreper resultert i et annet resultat. Det er viktig å huske på at disse analysene skal gjennomføres uten risikoanalytikere i fremtiden. Områder uten definerte rammer gir spillerom for egne vurderinger og tolkninger blant de som utfører analysen. Hvis disse personene ikke er ordentlig satt inn i risikoanalysens grunnleggende prinsipper og det heller ikke er definerte rammer i utførelse av analysen, kan dette resultere i varierende resultater avhengig av hvem som gjennomfører analysen.

Hvis vi nå ser for oss at analysen skal utføres på nytt, men at det denne gangen er utarbeidet spesifikke grupper for inndeling av sannsynligheter, ville fordelingen eksempelvis kunne se slik ut:

Klasser	Sannsynlighet	Frekvens
1.	Veldig lav	Mindre enn 1 gang pr. 1 år og 4 mnd.
2.	Lav	1 gang pr. 4 mnd - 1 år og 4 mnd.
3.	Middels	1 gang pr. 1 - 4 mnd
4.	Høy	1 gang pr. 1 - 4 uker
5.	Veldig høy	Mer enn 1 gang pr. uke

Figur 25 – Forslag til ny klassifisering av sannsynlighet kombinert med frekvens

Det kan hende frekvensverdiene burde justeres i forhold til Avinors gjennomføring, men denne tabellen er utarbeidet som et eksempel i håp om å belyse at analysen kunne vært både enklere å gjennomføre, og mer oversiktlig, om en slik tabell hadde vært lagt til grunn for

analysen. Man vil i tillegg kunne få en mer detaljert matrise som heller ikke tar lengre tid å utarbeide. Kanskje skal andre personer være med å gjennomføre analysen neste gang, og da tror jeg det vil være mer effektivt for dem å sette seg inn i en slik tabell enn å få forklart, uten klare definisjoner, hva som menes med ”ofte” og ”middels sannsynlighet”. Forklaringen ville i så tilfelle vært sterkt preget av hvordan personen som skal lære vekk begrepene tolker disse begrepene, noe som kan være ulikt fra person til person.

Jeg har videre forsøkt å utvide matrisen med to grupperinger til, slik at vi får en 5 x 5 matrise når resultatet skal presenteres, noe som i følge Avinors metodebeskrivelse også var meningen fra begynnelsen av. Ved å utarbeide lignende tabeller med utgangspunkt i samme prinsipp for konsekvensgruppene, kan man enkelt tildele hver risiko en risikoindeks som man plotter rett inn i risikomatriksen. La oss fortsette eksempelet med *Birdstrike*, men nå med utgangspunkt i en 5 x 5 matrise. Hvis analytikeren mener at *birdstrike* hender 1 gang pr. 1 – 4 uker tildeles *Høy* sannsynlighet og klasse 4. Hvis vi antar at konsekvensklasse 3 og *Middels* konsekvens passer best for denne hendelsen, kan vi bruke risikoindeksen for å enkelt finne ut hvor vi skal plote inn denne hendelsen i matrisen. Hvis vi henter tilbake matrisen i figur 8 som vi introduserte i kapittel 2.5.5, kan vi se hvor hendelsen nå legger seg.

Sannsynlighet/ Konsekvens	1 Svært lite sannsynlig	2 Lite sannsynlig	3 Sannsynlig	4 Ganske sannsynlig	5 Svært sannsynlig
5 Katastrofal	6	7	8	9	10
4 Svært stor	5	6	7	8	9
3 Stor	4	5	6	7 Birdstrike	8
2 Middels	3	4	5	6	7
1 Liten	2	3	4	5	6

Figur 26 - Risikomatrikse med Birdstrike

Om man er i tvil om en hendelse oppstår 1 gang pr. 1 – 4 uker eller 1 gang på 1 – 4 mnd, kan det være en idé og heller bruke sannsynlighetsintervaller i risikomatriksene. Det er bedre å helgradere seg enn å velge mellom to kategorier dersom man er usikker. Dette viser at man er reflektert over valget som er tatt, og man slipper da å ta en feil kategori om valget viser seg å være feil. Dette kan være en fin måte å ta hensyn til usikkerhet forbundet med valget, enten det er fordi vi mangler kunnskap til å ta et sikkert valg eller fordi sannsynligheten kan variere med utenforstående variabler som påvirker hendelsen. *Birdstrike*-eksempelet kan brukes for å illustrere hvordan vi ville ført dette inn i en matrise:

Sannsynlighet/ Konsekvens	1 Svært lite sannsynlig	2 Lite sannsynlig	3 Sannsynlig	4 Ganske sannsynlig	5 Svært sannsynlig
5 Katastrofal	6	7	8	9	10
4 Svært stor	5	6	7	8	9
3 Stor	4	5	6	7	8
2 Middels	Nav aid utfall finale		5	6	7
1 Liten	2	3	4	5	6

Figur 27 - Risikomatrise med sannsynlighetsintervaller

Tilsvarende kan gjøres om man er usikker på hva konsekvensene av en hendelse vil være. En slik hendelse er illustrert over med *Nav aid utfall finale*.

Mausand et. al (2008) poengterer at det hittil ikke har vært vanlig å vurdere usikkerheten i de risikoanalysene som er gjennomført i Norge. Selv om det er vanskelig å tallfeste usikkerhet, kan det være nyttig å foreta en kvalitativ vurdering. En slik vurdering forteller oss i hvilken grad vi kan stole på resultatene vi har kommet frem til, avhengig av grad av nøyaktighet. Vurderingen kan også føre til økt bevissthet i analysegruppen og dermed til bedre kvalitet på risikoanalysene.

4.6. Sensitivitets- og robusthetsanalyse

Avinor har ikke fokusert på denne delen av risikoanalysen. Å avdekke og evaluere usikkerhet som kan påvirke resultatene i analysen ved å gjennomføre sensitivitets- og robusthetsanalyser kan være hensiktsmessig i noen tilfeller. I Avinors tilfelle blir nok dette i overkant tid- og ressurskrevende og jeg har av den grunn forståelse for at disse analysene ikke er gjennomført.

4.7. Risikoevaluering

Avinor vurderer kortfattet samlet risiko i rapportene fra hvert av de tre fokusområdene, samt en total vurdering i slutten av analysen. Det blir gjennomgått status fra alle risikomatrisene, samt status på risikoindikatorer. Selv om det ikke er fokusert på risikoreduserende tiltak i analysen blir det påpekt at lufthavnen selv må ta tak i uønskede hendelser som innebærer risiko høyere enn man kan akseptere. I hovedsak er det snakk om de gule hendelsene i risikomatrisene som lufthavnen må se nærmere på, og vurdere eventuelle tiltak.

5. Konklusjon

Formålet med oppgaven var å studere i hvilken grad Avinors risikoanalyse og utarbeiding av ”erkjente risikobilder” samsvarer med grunnleggende teori og definisjoner av begreper innen risikostyringsfaget. Analysen som er gjennomført er en grov og overordnet analyse som skal vise et oversiktlig bilde over risikoen involvert på lufthavnene i Norge. Men selv om analysene er grove må det stilles visse krav til presisjon, slik at det ikke er rom for mistolkninger. Lesere, beslutningstakere og andre personer som skal være med å gjennomføre analysen i fremtiden skal enkelt kunne sette seg inn i metodebeskrivelsen og forstå hvilke rammebetingelser som ligger til grunn for analysen.

Med dette som bakgrunn er det gjennomgått ulike momenter, fra helt grunnleggende definisjoner til mer avanserte risikoanalyseverktøy. Blant annet ble grunnleggende definisjoner som risiko og usikkerhet definert. Her kunne man se avvik mellom hvordan Avinor definerer risiko og hvordan begrepet brukes i praksis i analysegjennomføringen. Noe av grunnen kan være at begrepet risiko er i stadig utvikling. Tidligere var risiko basert på sannsynlighet og konsekvens, mens det i senere tid har vist seg å være misvisende fordi usikkerhet ikke blir tatt hensyn til. Nyere definisjoner av begrepet tar i større grad hensyn til usikkerhet. I følge Avinors metodebeskrivelse er ISO-definisjonen av risiko brukt i analysene. Den sier at risiko er ”effekten av usikkerhet på målsettinger”. Likevel praktiseres representasjonen (A, C, P) av risiko i analysene. P brukes i dette tilfellet som et mål på å beskrive usikkerheten forbundet med sannsynligheten for at fremtidige hendelser vil oppstå, og sannsynligheten er relatert til hva de følgende konsekvensene vil være. Det er ikke tatt hensyn til usikkerhet utover dette. Gjennomføring av omfattende usikkerhetsanalyser er ikke nødvendig for Avinor, men for å få et mer nyansert bilde på truslene bør $P(A|K)$ benyttes.

At man ikke tar hensyn til usikkerheten er en ting, men å definere konsepter på én måte for deretter å praktisere dem på en annen måte kan bidra til at man mister presisjon i analysen som videre kan føre til forvirring. Det er viktig at beslutningstakere som skal ta i bruk analysen kan stole på det som er satt opp av definerte rammer.

Når det gjelder presisjon er uttrykk som *lav*, *middels* og *høy*, samt *ofte*, *sjelden* og andre lignende relative uttrykk, mye brukt i analysen. Slike udefinerte begrep kan gjøre det utfordrende for leseren å forstå hva som menes. Et eksempel er risikoen *sammenstøt på APRON* som er vurdert i en av analysene til å ha middels sannsynlighet og lav konsekvens. Middels sannsynlighet kan tolkes på ulike måter avhengig av hvilken hendelse det er snakk om; en gang i uken, en gang i året, en gang i tiåret. Det har derfor blitt foreslått innføring av tabeller for å dele inn sannsynlighet og konsekvens i kategorier, for å lettere kunne skille dem fra hverandre. På denne måten forstår både de som gjennomfører analysen og de som leser den hva som menes med eksempelvis middels og høy sannsynlighet.

Slike enkle grep kan bidra til at usikkerhet reduseres betydelig ved at man eliminerer sjansen for mistolkninger. Grepene bidrar også til at risikomatrixene blir mer nøyaktige, som igjen kan

føre til et tydeligere risikobilde som er lettere å tolke. Ved å legge vekt på å presisere momenter som kan skape usikkerhet og misforståelser i fremtiden kan Avinor få en analyse av høyere kvalitet uten at det krever ekstra tid eller ressurser.

5.1. Tips til videre arbeid

Forslag til videre arbeid kan være utarbeiding av konkrete modeller og mulige tiltak for å kunne vurdere og håndtere usikkerhet i Avinors analyse. Det hadde vært interessant og sett på hvilke resultat tiltakene som er foreslått i denne oppgaven ville gitt ved eventuell implementering i fremtidige analyser.

I tillegg ville det vært interessant og sett nærmere på bruken av indikatorene som ble presentert i trinn 2 av metodebeskrivelsen.

6. Referanser

- Alleman, G. B. (2013, Mai 1). *Herding Cats - Performance-Based Project Management® - Principles, Practices, and Processes to Increase Probability of Success*. Retrieved Desember 10, 2015
- Apeland, S., Aven, T., & Nilsen, T. (2002). Quantifying uncertainty under a predictive, epistemic approach to risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety* (75), pp. 93-102.
- Austeng, K., Torp, O., Midtbø, J. T., Helland, V., & Jordanger, I. (2005). *Usikkerhetsanalyse - Metoder*. Trondheim: NTNU.
- Aven, T. (1998). *Pålitelighets- og risikoanalyse*. Universitetsforlaget.
- Aven, T. (2007). *Risikostyring - Grunnleggende prinsipper og idéer*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Aven, T. (2008). *Risk analysis: Assessing Uncertainties beyond Expected Values and Probabilities*. Stavanger: John Wiley & Sons, Ltd.
- Aven, T., & Reniers, G. (2013). How to define and interpret a probability in a risk and safety setting. *Safety Science*, pp. 223-231.
- Aven, T., Boyesen, M., Njå, O., Olsen, K. H., & Sandve, K. (2004). Samfunnssikkerhet.
- Avinor AS. (2014). *Om selskapet: Webområde for Avinor AS*. Retrieved Oktober 26, 2015, from Webområde for Avinor AS: <https://avinor.no/konsern/om-oss/konsernet/om-selskapet>
- Cramer, C. J. (2004). *Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models*. Chichester: Wiley.
- Difi. (2014). *Direktoratet for forvaltning og IKT*. Retrieved from Direktoratet for forvaltning og IKT: <http://internkontroll.infosikkerhet.difi.no/risikostyring/hva-er-risiko>
- DSB. (2014). *Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen*. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- Flaus, J.-M. (2013). *Risk Analysis : Socio-technical and Industrial Systems*. John Wiley & Sons.
- Hagenes, K., Vatne, M., & Nordheim, K. (2014, April). *Magma, Econas tidsskrift for økonomi og ledelse*. Retrieved from Magma, Econas tidsskrift for økonomi og ledelse: <http://www.magma.no/effektiv-virksomhetsstyring>
- IFE. (2011, Mai 23). *The Institution of Fire Engineers*. Retrieved from The Institution of Fire Engineers: <http://www.ife.org.uk/FAQs>
- ISO. (2009). *Risk Management - Principles and guidelines ISO 31000:2009*. ISO.
- Klakegg, O. J. (2003). Finansdepartementet. Kvalitetssikring av kostnadsoverslag, herunder risikoanalyse for statlige investeringer.
- Lindley, D. V. (2013). *Understanding Uncertainty* (2nd edition ed.). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Maal, M., Busmundrud, O., & Endregard, M. (2015, August 25). *Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)*. Retrieved from Forsvarets forskningsinstitutt (FFI): <http://www.digi.no/kommentarer/2015/08/25/ingen-risikovurdering-uten-kunnskap-og-sannsynlighet>

Nilsen, T., & Aven, T. (2003, March). Models and model uncertainty in the context of risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety* (Volume 79, Issue 3), pp. 309-317.

Oberkampf, W. (2002). Error and Uncertainty in Modeling and Simulation. *Reliability Engineering & Systems Safety* , pp. 333-357.

ProsjektNorge. (2015). *ProsjektNorge*. Retrieved 12 1, 2015, from <http://www.prosjektnorge.no/?cid=291>

Rausand, M., & Utne, I. B. (2009). *Risikoanalyse - teori og metoder*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.

Røed, W. (2008). Begreper og anvendelse, risikoanalyse og -styring. Proactima.

SNL. (2007, Februar 14). *Store Norske Leksikon*. Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/modell>

SNL. (2015, Januar 15). *Store Norske Leksikon*. Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/validering>

Thomas, P. (2013). *The Risk of Using Risk Matrices*. Stavanger: University of Stavanger.

Øien, K. (2001). Risk Control of Offshore Installations. A Framework for the Establishment of Risk Indicators. *PhD thesis, Department of Production and Quality Engineering* .

7. Vedlegg

Vedlegg A – Metodebeskrivelse



INSTRUKS			
Utarbeidelse av erkjent risikobilde	Dokumentnummer:	AV-H-S021-01	
	Arkivnummer.:	I5885	
	Version/krafttr.:	1	01.12.2013
	Utarbeidet av:		
	Kontrollert av:		
	Godkjent av:		

1 ENDRINGSOVERSIKT

Forslag til endringer, rettelser eller forbedringer sendes med e-post til den som har ansvar for å utarbeide håndboken. E-post: FKL-Risikostyring@avinor.no

Beskrivelse	Dato

2 INNLEDNING

2.1 Formål

Formålet med å utarbeide et risikobilde er at lufthavnene skal kjenne til sitt risikonivå og ha trygghet for at risiko ligger innenfor akseptable nivå.

2.2 Anvendelsesområder

Metodebeskrivelsen beskriver hvordan risikoeier utarbeider risikobildet for en lufthavn

2.3 Kompetansekrav

Arbeide med å utarbeide risikobilde for en lufthavn krever god innsikt i de ulike sikkerhetskritiske prosessene på lufthavnen samt god forståelse av samspillet mellom de ulike aktører som danner barrierer mot uønskede hendelser. Ved utarbeidelse av risikobildet er det nødvendig å trekke inn ulike ressurser som til sammen dekker kompetansebehovet.

2.4 Forkortelser og definisjoner

Aktuelle definisjoner iht ISO 31000 - Risikostyring. Samt AV-P-A002. og definisjonsliste i SMART prosjektet.

2.5 Grunnlag

2.5.1 Myndighetskrav

ID	Tittel
EASA ADR.OR.D.005 – Management (b)(3), (4) og (5)	Safety performance verification and validation of risk controls
	SDs strategi for risiko og sårbarhet i samferdselssektoren.
	Arbeidsmiljøloven
	Internkontrollforskriften
	Forurensingsloven
NASP	National Airport Security Plan

2.5.2 Avinor styrende dokumenter

ID	Tittel
AV-P-A002	Risikostyring
AV-H-S021	Håndbok risikovurdering for lufthavndrift

2.5.3 Standarder

ID	Tittel
NS-ISO 31000:2009	Risikostyring - Prinsipper og retningslinjer
EASA	MPA
NSM	Sikkerhetsloven/ Objektsikringsforskriften
Samferdselsdepartementet	Strategi for samfunnssikkerhet og beredskap.

2.5.4 Litteratur

Forfatter	Tittel
Aven	Risikostyring
Reason	Managing the Risks of Organizational Accidents
Hollnagel	Barriers and accident prevention
PTIL 04.05.2012	Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten
Holmberg et al	Safety evaluation by Living Probabilistic Safety Assessment and Safety Indicators. Nordic Council of Ministers Copenhagen 1994.
Kotter, John P. (1996)	<i>Leading Change</i> , Harvard Business School Press.

3 UTARBEIDELSE AV ERKJENT RISIKOBILDE FOR LUFTHAVN – TRINN FOR TRINN

Det er et krav at Avinor vurderer risikonivå ved for alle risikoområder. Krav til EU sertifisering av lufthavner krever at fly operasjoner har en formell metode som skal ta hensyn til [proaktive](#) og [reaktive data](#). Denne metode som beskrives her skal brukes på risikoområdet [flyseikkerhet](#), [security](#) og [HMS](#).

Risikobildet som begrep og har ingen fast definisjon, men det en alminnelig oppfatning at risikobildet viser en sammenstilling av risikoelementer knyttet til måloppnåelse basert på sannsynlighet og konsekvens.

Lufthavnas risikobilde gir en oversikt over lufthavnens risiko for uønskede hendelser i neste driftsperiode – dvs periode med samme driftsbetingelser. Målet er at Avinor ikke skal være medvirkende til slike hendelser.

Lufthavna har etablert mange barrierer for å redusere sannsynlighet og konsekvens av uønskede hendelser. Barrierene er ofte sammensatte - med flere funksjoner - og de trenger bidrag fra ulike fagområder for å være fullt ut funksjonelle.

For alle praktiske formål er det gjennom styring av fagområdenes ytelsesevne sikkerheten tydeligst kan synliggjøres. For å kunne lage et risikobilde for en lufthavn er det derfor nødvendig å vurdere de risikoreduserende ressursene fra de ulike fagområder som bidrar til

de etablerte barrierene (indirekte måling av sikkerhet). Dersom fagområdene tilfredsstillers alle vedtatte sikkerhetsmål er det grunn til å anta at risiko er akseptabel.

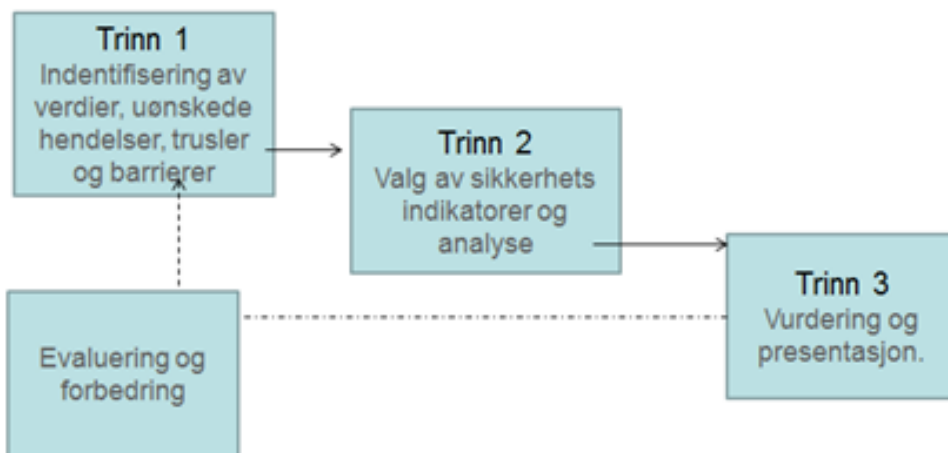
Frekvens:

Risikobildet for fly og helikopteroperasjoner skal rutinemessig oppdateres ved større endringer så påvirker sikkerheten minst ved skifte mellom sommer og vinterdrift. Bildet skal fremlegges som del av virksomhetsgjennomgang Q 1 og Q3.

3.1 Formell metode.

Risikobildet fremkommer ved en tre trinns prosess.

Figur 1 trinn i prosess



4 TRINN 1

4.1 A: Identifisering verdier

Trinn 1 starter med å gi en oversikt over virksomhetsomfanget på lufthavnen (Verdier)

For drift og flysikkerhet:

- Årlige flybevegelser
- Årlig passasjemengde
- Årlig frakt mengde
- Hjelpetrequende PAX
- Antall kjøretøyer på flyside
- Antall taxebaner og kjøreveier.

For HMS:

- Antall ansatte
- Antall ansatte på skift.
- Antall verneområder
- Antall samarbeidspartnere (samordningsansvar)

For Ytre miljø.

- Antall liter fuel
- Antall liter diesel

For Security

- Trafikkmengde herunder spesielt utsatte aktører,

Lokale potensielle trusler
Antall kritiske objekter
Antallet forskjellige områder og aktører

4.2 A: Identifisering uønskede hendelser

Følgende kategorier skal vurderes (lokale tillegg vurderes):

For drift

Alvorlig driftsforstyrrelse/stans over kritisk lengde
Mindre driftsforstyrrelse

For flysikkerhet

Havari/fly brann
RWY incursion
RWY excursion
RWY confusion
Bird strike
FOD
Sammenstøt APRON (fly/fly - fly/bil)
Strømutfall finale.
NAV aid utfall finale

For lufthavn og ATM security:

Eksplosiver i terminal
Kjøretøy inn i terminal
Uautorisert innpassering CSRA
Perimeterbruddflyside
Uautorisert tilgang til IKT/data rom
Hærverk (driftskritisk materiell)
Simpelt tyveri terminal
Uregjerlige passasjerer
Uautorisert adgang på FNT/LTT anlegg

For HMS

Arbeidsskader (maskinbruk)
Hørselskader
Kjemikaler/varme/kulde skader
EI skader
Fall/klem skader
Vold ansatte og samarbeidsparter
Trafikkulykke (Fly og land side)
Belastningsskader
 I muskel og skjelett
 Stress

For Ytre miljø

Akutt forurensing
Langvarig miljøpåvirkning
Støy

5 TRINN 2: VALG AV SIKKERHET SINDIKATORER OG ANALYSE

I denne fasen blir fagområdenes bidrag til effektive barrierer identifisert.

Hovedhensikten med sikkerhetsindikatorer er å måle tilstanden til barrierer og dermed gi et tidlig varsel om øket risiko.

Det er to typer sikkerhetsindikatorer med ulike egenskaper:

Direkte indikatorer er informasjon hentet fra erfaringer fra hendelser som har inntruffet, dvs. informasjon om årsaker til at barrierer har sviktet.

Indirekte indikatorer måler prestasjoner innen drift, vedlikehold, opplæring og teknisk støtte. De kan benyttes data fra Mesys, «compliance-oversikt» samt egne «ekspertvurderinger».

Det må tilstrebes å behandle hvert fagområdes ytelsesevne samt «ledelsesfunksjoner» for å få tilstrekkelige med sikkerhetsindikatorer.

Det er viktig det lages robuste sikkerhetsindikatorer innen hvert fagområde, slik at risikoeier kan få et realistisk og dokumenterbart bilde av ytelsesnivå. Det kan settes en karakter dersom sikkerhetsindikatoren kan kvantifiseres – for eksempel 1- 10, hvor 1 er lavest ytelse og 10 høyest. Se eksempel i figur 3.

Data til sikkerhetsindikatorer hentes fra ulike steder, men viktigst er fagansvarliges vurdering av fagområdets kvalitet, noe som i stor grad må tolkes som et uttrykk for fagområdets evne til å bygge gode barriereelementer og derved bidrar til å styrke barrierene. Det er viktig å ha sikkerhetsindikatorer som kan si noe om ytelsesevnen til fagområdet inn i neste driftsperiode (proaktive indikatorer), samt de erfaringer som er gjort rundt hendelser og avvik (reaktive indikatorer). Risikosetting av risikoelementer fremgår av AV-P-A002 Risikostyring. Det lages en konklusjon basert på en helhetlig vurdering av fagområdets evne til å opprettholde pålagte barrierer, dvs en risikovurdering av muligheten til å oppnå sterke barrierer.

Eksempel på noen typiske sikkerhetsindikatorer finnes i vedlegg 2

Forpliktelse om innspill fra andre enheter (FNT og LTT) om sikkerhetsindikatorer fra fagområdene må inngå i leveranseavtale til lufthavnen. Dette sikrer at fagfeltenes ytelsesanalyse kan inngå i lufthavnsjefens helhetlige styring.

6 TRINN 3: VURDERING OG PRESENTASJON AV RISIKOBILDET

6.1 Ytelsesvurdering

Selve risikovurderingen gjøres ved at risikoeier vurderer de ulike innsatsfaktorene fra fagfeltene opp mot de truslene som er identifisert. Dette gjennomføres som en workshop med kompetent personell. Hver risiko kan også klassifiseres med grad av usikkerhet (hvor sikker er vi på sannsynlighet og konsekvens). Det benyttes en 5 x 5 matrise.

Vurderingene som er foretatt dokumenteres sammen med tiltaksplan på lufthavnnivå og forslag til tiltak for behandling på distriktssjefsnivå eller tilsvarende.

6.1.1 Produksjon av erkjent risikobilde

Lufthavnen utarbeider risikobildet på bakgrunn av identifiserte farer og de sikkerhetskritiske driftsparametrene. Prosessen skal dokumenteres, dvs. at risikoelementene skal fremgå og de vurderinger som er gjort skal være sporbare. Konklusjonene skal være tydelige.

(IFS benyttes til presentasjonen – under utarbeidelse. Excel benyttes fremtil høst 2014).

7 EVALUERING OG BESLUTNING OM TILTAK

Risikobildet benyttes som grunnlag for forbedringsarbeidet. Det gjøres beslutninger om risikoreducerende tiltak som føres inn i skjema. De ulike tiltak legges inn i Mesys eller Plania/IFS tilsvarende for å sikre oppfølging og dokumentasjon.

7.1 Vedlegg

Vedlegg 1 Sikkerhets indikatorer

Vedlegg 2 Trusler liste

Vedlegg 1 Sikkerhetsindikatorer

Det er 5 faste sikkerhetsindikatorer for hvert fagfelt.

Disse skal indikere fagfeltets evne til å opprette de barrierer som fagfeltet er ansvarlige for.

En sikkerhetsindikator gir derved indikasjon på fagfeltets ytelse. De kan være direkte eller indirekte, reaktive eller proaktive.

Fagfelt

Fagfelt	Kompetanse	Kapasitet	Materiell	Hendelser	Arbeidsikkerhet	Annnet
LTT						
Plass						
B & R						
Elektro						
FNT						
Security						

Vurdering av sikkerhetsindikatorer

Kompetanse

Hvor god er kompetanse for eget personell (formell og ufomell).

Kapasitet

Hvor god er kapasitet, dvs tilgjengelighet har personellet.
I hvilken grad er bemanning iht til bemanningsplan, er de på plass.
Vurdering av forbruk av overtid og fravær.

Materiellstatus

Hvordan er status på kritisk materiell innen fagfeltet?
Hvordan er status på infrastruktur innen fagfeltet?

Arbeidsmiljø

Hvor god er arbeidsforhold og vernesituasjonen for personell (ventilasjon, lys, varme og verneutstyr).

Ledelse

Fagfelt	Samordning	Apron management	Byggherre	HMS ledelse	Sikkerhetskultur	Beredskap	Annet
	Ledelse						

Infrastruktur

Hvor god er terminaler, baner og annen kritisk infrastruktur.

Samordning

Hvordan fungerer samordningen på lufthavnen mhp. Samordningsmøtene og hvor god er samordningsavtalen og ansvarskart?
 NB! Sivile flyklubber – operatører – hangarer og verksteder ev andre utleide lokaler.

APRON management

Hvor godt er koordineringen på Apron terminal?
 Hvor god er kontrollen med Apron for sivile helikopteroperasjoner?
 Hvor god er kontrollen med mil APRON?

Byggherre

Hvor god kontroll er det på utbyggingsprosjektenes påvirkning på flysikkerheten?

Sikkerhetskultur: «Det du gjør og det du sier som påvirker sikkerheten»

Hvor godt prioriteres sikkerheten på lufthavna?
 Hvor god er rapporteringskulturen og oppfølging?
 Hvor godt fungerer fraseologi og hvor god er oppfølgingen?

Beredskap

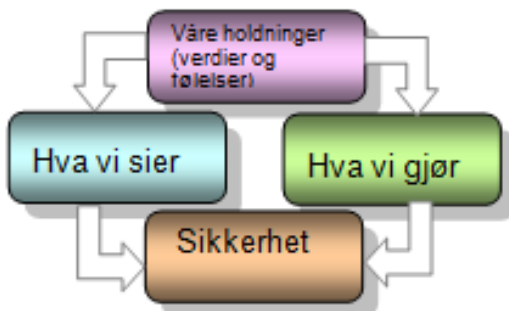
Hvor godt er beredskapsplanene øvet?
 Hvor godt fungerer Security og beredskapsnettverket?

Avvik og særlige kritiske forhold

Hvor god er status på kritiske åpne avvik?

Sikkerhetskultur: Det du gjør og det du sier som påvirker sikkerheten.

Kultur kan også defineres som den kunnskap, de verdier, normer, ideer og holdninger som preger en gruppe mennesker. Sikkerhetskultur er på den ene siden det vi sier og på den andre siden det vi faktisk gjør.



Airport og ATM security (se også vedlegg 3)

Vurdering av sikring av kritisk infrastruktur:

- Luffartøy
- Flyside og CSRA (Perimeter sikring)
- Terminaler
- Sikringsbygg
 - Tårn
 - Apparatrom
- FNT hytter
- Radar siter
- Elektor sentraler/nødstrøm
- IKT servere, switcher, kabelknote punkter (kummer)
- Driftssentraler
- LTT sentraler (kontrollsentraler/approacher)

NB: Objekter er typisk fly, terminal, IKT sentral, apparatrom, tårnkabin, FNT hytter samt bilpark (vintervedlikehold og brann/redning).

Objekter

Viktige objekter er kritisk infrastruktur og steder som inneholder store verdier. (Driftsutstyr, mennesker, omdømme, mm).

Fokus er på grunnsikring, overvåking, varsling og håndtering.

Airport sec	Gjerder - TVO	Kjøretøysperre	Låser/Vindu	AAK/AIA	B-planer/øvelser	Annet
Objekt 1						
Objekt 2						
Objekt 3						
Objekt 4						

Risikobildet for airport security skal også ha en verbal vurdering av trussel.

beskrive:

- a) Geografiske forhold, herunder forhold som påvirker muligheten for overvåking
- b) Utforming av lufthavnen, herunder antallet forskjellige områder og aktører
- c) Trafikkmengde, herunder spesielt utsatte aktører
- d) Lokale potensielle trusler, herunder nærhet til fasiliteter hvor det oppholder seg potensielt uregjerlige passasjerer
- e) Muligheter og begrensninger ifm patruljering, herunder patruljeringsmønster og måte å patruljere på.

Trussel må vurderes ut fra beskyttelse av disse objekter

Trussel kan deles i lavtrussel (kriminalitet) eller høytrussel (anslag)

En trusselvurdering er en beskrivelse og vurdering av antatte trussel aktører, og deres intensjon og kapasitet.

Potensielle trusler /forhold som er vurdert for Avinor er:

Terrorangrep	Bombetrusler/Bomber/ Bilbombe	Spionasje	Hærverk/tagging
--------------	----------------------------------	-----------	-----------------

Innbrudd	Ran/overfall	Tyveri	Person(er) i psykisk ubalanse Berusede personer
Sivil uorden	Brannstifting	Utpressing	"Utro tjener"

Faktorer for sannsynlighet er:

- Motiv for å angripe virksomhetens verdier?
- Kapasitet til å gjennomføre angrepet?
- Vilje til å gjøre det?
- Enhetens sikringsnivå
- Enhetens symbolverdi

Drifts Kontinuitet (Tjeneste ytelse/leveranse)

Ytre forhold som kan stanse eller i betydelig grad hindre drift.

- Vurdering av hydrografiske forhold
- Vurdering av metrologiske forhold
- Geologiske forhold
- Nærliggende virksomheter
- Politiske forhold
- Økonomiske forhold

Indre forhold som kan stanse eller i betydelig grad hindre drift.

- Frafall av arbeidskraft (streik, sykdom, samtidighet bemanning)
- Frafall av datakraft
- Frafall av sikker strøm

Betydelige driftsforstyrrelse stanser eller hindrer driften slik at transportbildet for området endres og det blir behov for koordinering på tvers av transportsektoren.

Mindre driftsforstyrrelser kan takles ved ombooking innen rimelig tid.

Utforming

Fagfelt	Hinder	Lys	Merking	sikkerhetsområder	Annet
	Utforming				

Hinder

Hvor god er hindersituasjonen, Faste og midlertidige hinder. (Terreng, trær, kraner, bygg etc)?

Lysanlegg

Hvor god er situasjonen for lysanlegg? (Tas med fra «Elektro» og «FNT» materiellstatus)

Merking

Hvor god er situasjonen for merking? (

Sikkerhetsområder

Hvor gode er sikkerhetsområdene, kjente svakheter?

HMS

Fagfelt HMS	Kompetanse		Kapasitet			
Management						
Vernetjensen						
BHT						
Kollegastøtter						
Arbeidsleder						
Den enkelte						

Management:

Hvor høyt er HMS prioritert på møter. Hvor godt fungerer HMS/miljøutvalget. Hvor godt er årsplanen kjent for ansatte.

Vernetjenesten og kjemikaliekontroll

Hvor godt fungerer denne?

BHT

Hvor godt fungerer denne?

Kollegastøtte

Hvor godt fungerer denne?

Arbeidsleder

Hvor godt fungerer disse?

Den enkelte/ samarbeidspartnere.

Bevissthet og kompetanse?

Ytre miljø

Fagfelt YM	Kompetanse		Kapasitet			
Management						
Infrastruktur						
Arbeidsledere						
Den enkelte						

Management

Hvor høyt er Ytre miljø prioritert på møter?
Hvor gode er rapporteringsrutinene?

Infrastruktur

Hvor god er materiell beredskapen?

Arbeidsledere/den enkelte

Hvor god er kompetanse og øvingsnivå?

Vedlegg 2 Trusler som må vurderes.

For fysikkerhet og driftskontinuitet

Faste objekter

- Terreng
- Bygg
- Master

Bevegelige objekter

- Mennesker
- Fugl og vilt
- Kjøretøy
- Annet

Hydrografiske forhold

- Vårflom (elver) Flom i elv/bekk
- Stormflo/Tidevanns flo

Metrologiske forhold

- Vind
- Snø og is
- Torden og lyn
- Lav siktåke, tykke
- Mørke

Geologiske forhold

- Snø- eller steinskred
- Utglidning (er området geoteknisk ustabil)?
- Utvasking mot hav/elv

Nærliggende virksomheter

- Giftige gasser/væsker
- Eksplisjonsfarlige/brennbare gasser/væsker
- Transportveger (Led, veg, bil, bane, el trasser)

For HMS

Fysisk arbeidsmiljø trusler

- Kjøretøyer/fly
- Støyende maskiner
- Farlige maskiner
- Dårlige lokaler (plass, temperatur, støv etc)
- Smitte fra reisende og gods
- Farlige kjemikalier (væske og gasser)

Psykisk arbeidsmiljø

- Manglende kompetanse (mestring)
- Manglende kapasitet (overbelastning over tid)
- Manglende psykologisk trygghet (ift kollega – leder-samarbeidspartnere - kunder)

For Ytre miljø

- Farlige kjemikalier (avrenning og søl)
- Avgasser (avdamping)
- Støy (naboer)

For Airport /ATM security

Vinnings kriminelle (tyveri og ran)

Voldskriminelle

Forstyrrede personer (vold og anslag)

Organisasjonen/fremmede makter (Spionasje)

Konkurrenter (spionasje)

Ramp (hærværk - hacking)

Vedlegg B – Vurdering av uønskede initierende hendelser

Risiko ID	Enhet	Underkategorier risiko	Hovedkategorier risiko	Risikonavn	Risikokode (grønn=1, gul=2, rød=3)	Risikobeskrivelse
<i>ID som unikt identifiserer risikoen</i>	<i>Velg fra nedtrekksmenyen: Lufthavn, Divisjon, Flysikring TWR, Flysikring En-route, Flysikring FNT, Flysikring FNT-</i>	<i>Velg hvilken underkategori risikoen hører til</i>	<i>Automatisk valg av relevant hovedkategori</i>	<i>Kortfattet navn på risikoen</i>		<i>Beskrivelse av risikoen</i>
RISIKO 01	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Alvorlig driftsforstyrrelse	1	
RISIKO 02	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	RwY incursion	1	Vilt og kjøretøy er vanligste årsak til RwY incursion. Vilt på lufthavnen har forekommet ved at dyret har lagt gjerdet flatt eller laget hull i det. Den vanligste RwY incursion er småfly og rutefly som får klarering for å vente, men taxer forbi grense. Det hender at dette forekommer ved kjøretøy som kjører ut på bane uten å melde fra til tårnet. Dette gjelder særlig i vinterhalvåret da det foregår mer bruk av rullende materiell enn på sommeren. Lufthavnen har opplevd flere nesten-tilfeller av dette, men det skjer svært sjeldent i forbindelse med flytrafikk. Dette har også sammenheng med at det er få flybevegelser i løpet av dagen.
RISIKO 03	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	RwY excursion	1	Dette anses som lite sannsynlig i sommerhalvåret. Sikkerhetsområdene er gode.
RISIKO 04	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	RwY confusion	1	RwY confusion har hendt enkelte ganger på Kristiansand lufthavn vil være ved at fly lander fra motsatt vei enn meldt inn, men sannsynligheten anses likevel som lav for at dette skjer.
RISIKO 05	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Birdstrikte	1	Kjevik er blant lufthavnene med flest birdstriktes i landet og birdstrikte forekommer ofte. Som regel handler det om mellomstore til små fugler som fører til mindre materielle skader og i verste fall noe forsinkelse på fly. Tiltak er iverksatt, blant annet er det satt opp høytalere med menneskestemmer som skal holde fugl unna.
RISIKO 06	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	FOD	1	RwY på Kristiansand lufthavn er i veldig dårlig stand. FOD forekommer ofte som følge av dette, men konsekvensene er små ettersom det gjennomføres hyppige inspeksjoner/befaringer av RwY og det FOD fjernes umiddelbart. Fokus på FOD-problematikken er høy ettersom det er kjent at RwY er i dårlig stand og at dette fører til løse gjenstander på RwY. RwY skal reasfalteres sommer 2015.
RISIKO 07	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Sammenstøt på APRON	1	Det er til tider høy aktivitet på APRON og noe problemer mellom ulike aktører. Dette er kjent, belyst i risikoanalyse og tiltak er iverksatt.
RISIKO 08	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Havari	1	Et havari vil høyest sannsynlig få fatale konsekvenser. Det regnes imidlertid som svært lite sannsynlig at denne hendelsen inntreffer.

RISIKO 09	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Strømutfall finale	1	Ved bortfall av strøm vil det ta omtrent 12 sekunder før nødstrøm slår inn. Dette hender sjeldent. I sommerhalvåret vil konsekvensene være små ettersom det er lyst store deler av døgnet.
RISIKO 10	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	TWY excursion	1	Det er en sving på TWY som kan føre til TWY excursion dersom det er glatt. I tillegg har det hendt at fly har tatt feil TWY. Den første avkjørselen fra RWY for fly som har landet er en eldre smal TWY, som ikke er i bruk. For mange oppleves det som naturlig å ta første avkjørsel, da denne TWY har normal bredde i starten, men blir smalere etterhvert. Dette har ført til at større fly har kjørt seg fast på denne veien. Situasjonen er kjent i LTT og det er høyt fokus på å presisere hvilke TWY som skal brukes.
RISIKO 11	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Nav i ad utfall finale	1	Det finnes UPS og batterier på alt nav aid utstyr. Hendelsen regnes som lite
RISIKO 12	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Uautorisert adgang tårn og sikringsbygg	1	Tårn og sikringsbygg vurderes å være godt sikret. For å komme opp i tårnet må to dører med kort- og kodekontroll og som står låst til enhver tid passerer. Utgang fra ramningsvei på bakkenivå er inngjerdet.
RISIKO 13	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Uautorisert adgang terminal	1	Terminalen er stengt ca. 4 timer på nattetid. Det går låserunderinspeksjon ved stenging og åpning. Lufthavnvakten er døgnbemannet og en slik hendelse antas å bare få mindre konsekvenser.
RISIKO 14	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Hærverk rullende materiell	1	Allt rullende materiell oppbevares innendørs i garasje. Garasjen står ulåst og nøklene står i kjørøytene til enhver tid, men ettersom lufthavnvakten er døgnbemannet vurderes sannsynligheten for hærverk på og misbruk av rullende materiell til å være lav. Konsekvensene kan bli middels store, ved at kritisk rullende materiell kan bli utilgjengelig ute av drift.
RISIKO 15	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Uautorisert adgang FNT-installasjoner	1	Det finnes enkelte FNT-installasjoner utenfor lufthavnen sitt område, som alle er låst med fysiske låser. Det har forekommet enkelte innbrudd i noen av installasjonene. Konsekvensene anses å bli små dersom det kjøres hærverk i et av FNT-anleggene.
RISIKO 16	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Simpelt tyveri terminalparkering	1	Det hender jevnlig at det er innbrudd eller hærverk på parkerte biler på parkeringsplassen. Dette fører til minimale konsekvenser.
RISIKO 17	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Eksploder/bombe i terminal	1	Denne risikoen er alltid til stede, men anses som svært lite sannsynlig.
RISIKO 18	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Kjøretøy inn i terminal	1	Denne risikoen er alltid til stede, men anses som svært lite sannsynlig.
RISIKO 19	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Uregjerlige passasjerer/vold	1	Lufthavnen har svært sjeldent opplevd denne type hendelse.
RISIKO 20	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Uautorisert adgang CSRA	1	Det er god kontroll av CSRA, med både menneskelig og elektronisk overvåkning. Sannsynlighet for denne type hendelse vurderes å være lav.
RISIKO 21	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Fall-/klemskader	1	Lufthavnen har hatt en hendelse der en eldre kvinne med rullator falt i roterende svingdører og måtte hentes med ambulanse. Fall- og klemskader generelt skjer sjeldent ved lufthavnen, men kan potensielt få betydelige konsekvenser.

RISIKO 22	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Alvorlige hørselskader	1	Det er gjennomgående for lite bruk av hørselvern på flyside. Konsekvensene av hørselskader vurderes til å ikke få store konsekvenser. Alvorlig hørselskade anses ikke som en trussel på lufthavnen.
RISIKO 23	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Trafikkulykker flyside	1	Det er gjennomført risikoanalyse der APRDN og aktiviteten her er vurdert og belyst. Det er i perioder høy aktivitet på APRDN, og enda mer i perioder med byggearbeider, som er pågående nå og som skal gjennomføres sommeren 2015. Risikoen vurderes likevel som lav total sett da temaet er behandlet i en annen
RISIKO 24	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Kjemikalier/kulde/varme	1	Det brukes lite kjemikalier ved lufthavnen. Verneutstyr brukes stort sett i alle situasjoner som krever det. Sannsynligheten for å få en skade relatert til kjemikalier, kulde eller varme anses som liten i sommerhalvåret.
RISIKO 25	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Trafikkulykker landside	2	Det er mye trafikk foran terminal og tårn og sikringsbygg. Noen kjøretøy holder høy fart og trafikkbildet er til tider uoversiktlig. Tiltak mot dette er planlagt men ikke
RISIKO 26	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Vold	1	Uregjerlige passasjerer forekommer veldig sjeldent ved lufthavnen og anses ikke som en trussel.
RISIKO 27	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Belastningsskader (fysisk/psykisk)	1	Belastningsskader anses ikke som en trussel på lufthavnen da de ansatte ikke utsettes for store belastninger i arbeidet de
RISIKO 29	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	El.-skade	1	Elektrorelaterte arbeider/oppgaver utføres kun av elektrikere og instruert personell. Sannsynligheten for el.-skade er noe økt i perioder med bygge- og anleggsarbeider ved lufthavnen, men risikoen totalt sett er vurdert som lav.
RISIKO 30	Kristiansand lufthavn, Kjevik	E1. LUFTHAVNTJENESTER	E. Drift	Arbeidsskade (maskinbruk)	1	Lufthavnen har ikke opplevd denne type hendelse de siste åtte årene, men risikoen for å få arbeidsskade i forbindelse med maskinbruk er alltid tilstede så lenge det arbeides med maskiner.

Vedlegg C – Sikkerhetsindikatoranalyse

Fagfelt: Risiko	LTT Risikokode (grønn=1, gul=2, rød=3)	Sikkerhetsindikator
Kompetanse	1	Alle formelle kompetansekrav er oppfylt. Den formelle kompetansen er god.
Kapasitet	1	LTT består av 14 personer. Operativt er kapasiteten en del mindre som følge av permisjon og lave stillingsgrader. Det er stort sett alltid to personer på jobb i tårnet. Overtidsforbruket er ca. 500-600 timer årlig fordelt på 10-15 personer, noe som anses som lavt. Som regel er årsak til overtid sykefravær. Ingen brudd på AML de siste par årene.
Materiell	2	Tårn er nytt og ble tatt i drift i 2013. Teknisk utstyr og arbeidsutstyr er i god stand. Overvåkningssystemet er en bekymring med tanke på radar, som ikke er dubleret. Det finnes prosedyrer for hvordan utfall av radarsystem skal håndteres. Risikoanalyse har identifisert at lufthavnens sikkerhetsmål ikke er nådd. Maksimal antall fly er begrenset og årlig trening i simulator er innført som kompenserende tiltak.
Hendelser	2	Det skjer mange birdstrike ved Kristiansand lufthavn. Tiltak som å jage fugler og å ha stor oppmerksomhet på fugler er iversatt som følge av dette. Andre hendelser er fly som avviker fra klarerte innflygningsruter. Dette har ikke med LTT sitt ansvar å gjøre, det er pilot/system som feiler. Luftromskrenkelser hender også jevnlig. Dette gjelder fly som kommer inn i ukontrollert luftrom uten å klarer med tårn på forhånd. Dette hender relativt ofte, men har ikke store konsekvenser.
Arbeidssikkerhet	1	Arbeidsforhold i tårn er veldig bra. Arbeidsmiljøundersøkelse er gjennomført og ga gode resultater på trivsel og miljø.
Annet	1	Det øves på evakuering fra tårn en gang årlig.
Totalt	1	

Vedlegg D – Utdrag rapport av vurdering av identifiserte uønskede hendelser

Tabell 6 Identifiserte uønskede hendelser – HMS

ID	Hendelse	Risiko	Kommentar
1.	Fall-/klemskader		Middels sannsynlighet, middels konsekvens. Lufthavnen har hatt en hendelse der en eldre kvinne med rullator falt i roterende svingdører og måtte hentes med ambulanse. Fall- og klemskader generelt skjer sjeldent ved lufthavnen, men kan potensielt få betydelige konsekvenser.
2.	Alvorlige hørselskader		Lav sannsynlighet, lav konsekvens. Det er gjennomgående for lite bruk av hørselvern på flyside. Konsekvensene av hørselskader vurderes til å ikke få store konsekvenser. Alvorlig hørselsskade anses ikke som en trussel på lufthavnen.
3.	Trafikkulykker flyside		Middels sannsynlighet, middels konsekvens. Det er gjennomført risikoanalyse der APRON og aktiviteten her er vurdert og belyst. Det er i perioder høy aktivitet på APRON, og enda mer i perioder med byggearbeider, som er pågående nå og som skal gjennomføres sommeren 2015. Risikoen vurderes likevel som lav total sett da temaet er behandlet i en annen analyse og tiltak er identifisert.
4.	Kjemikalier/kulde/varme		Lav sannsynlighet, lav konsekvens. Det brukes lite kjemikalier ved lufthavnen. Verneutstyr brukes stort sett i alle situasjoner som krever det. Sannsynligheten for å få en skade relatert til kjemikalier, kulde eller varme anses som liten i sommerhalvåret.
5.	Trafikkulykker landside		Middels sannsynlighet, middels konsekvens. Det er mye trafikk foran terminal og tårn og sikringsbygg. Noen kjøretøy holder høy fart og trafikkbildet er til tider uoversiktlig. Tiltak mot dette er planlagt men ikke iverksatt.
6.	Vold		Lav sannsynlighet, lav konsekvens. Uregjerlige passasjerer forekommer veldig sjeldent ved lufthavnen og anses ikke som en trussel.
7.	Belastningsskader (fysisk/psykisk)		Lav sannsynlighet, middels konsekvens. Belastningsskader anses ikke som en trussel på lufthavnen da de ansatte ikke utsettes for store belastninger i arbeidet de utfører.
8.	El. -skade		Lav sannsynlighet, middels konsekvens. Elektrorelaterte arbeider/oppgaver utføres kun av elektrikere og instruert personell. Sannsynligheten for el.-skade er noe økt i perioder med bygge- og anleggsarbeider ved