



1



2



3



6



7



8

MOTORER OCH AERODYNAMIK

Ökat gaspådrag ger ökat nos upp-moment
 ➤ Livsfarlig egenskap




10

B737 MAX UTVECKLING


- Stora ansträngningar görs för att flygplanet ska kännas och uppträda som en vanlig 737:a.
- Ett mjukvaruprogram införs för att förhindra överstegring: **MCAS, Maneuvering Characteristics Augmentation System.**
- Funktion: När en AoA-sensor känner av hög "anfällsvinkel" ska MCAS trycka ner flygplanets nos.



11

B737 MAX: MCAS

- En säkerhetsanalys medger att MCAS vrider ut höjdrodret till 0,6° (fysisk gräns 4,2°).
- Utvriddningen **ökas till 2,5°** (utan myndighetens kännedom).
- Risikanalyser kvarstår: "Major".
- En sensor anses tillräcklig som input.
- Fel på AoA-sensorn flygprovas inte.



CONSEQUENCE OF FAILURE	ASSURANCE LEVEL
CATASTROPHIC	A
HAZARDOUS	B
MAJOR	C
MINOR	D
NO EFFECT	E

12

B737 MAX: MCAS

- Varje gång MCAS nollställs enligt manualen, **kickar den in igen** med en ny utvriddning av höjdrodret (2,5°).
- Därmed har MCAS de facto **obegränsad auktoritet**.
- Resultatet blir att höjdrodret, med felaktig indata, ganska snabbt **fastnar i max utvriddning: 5° nos ner**.




Varken bolag eller piloter informeras om MCAS.

14

OLYCKSFÖRLOPP

Strax efter start: komplex felbild.
 Man följer nödchecklistor men saknar möjlighet att identifiera grundorsaken.
 Höjdrodret aktiveras automatisk; nosens trycks nedåt upprepade gånger.
 Man hittar rätt åtgärd, men för sent.
 Mycket höga krafter i styrratten gör att återtagning av flygläget blir omöjligt.
 ➤ **Haveri.**



Grundorsak:
 En felaktig AoA-sensor.



15



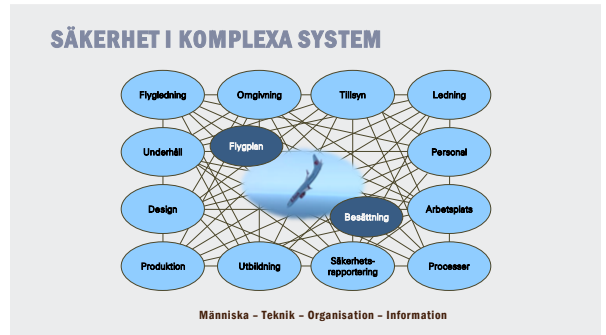
16

BOEING 737 MAX

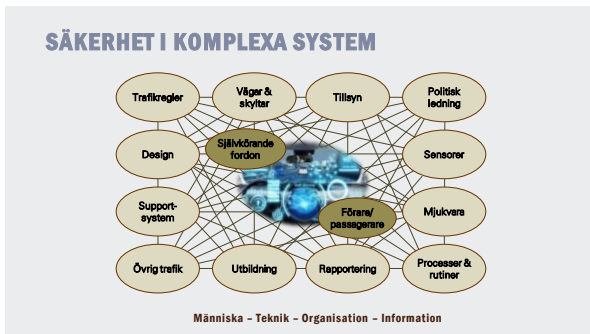
Utpekade olycksorsaker:

- Antistallsystemet MCAS & felaktig AoA-sensor
- Brister i utbildning och manualer
- Otillräcklig tillsyn
- Boeings organisation: en eroderad säkerhetskultur

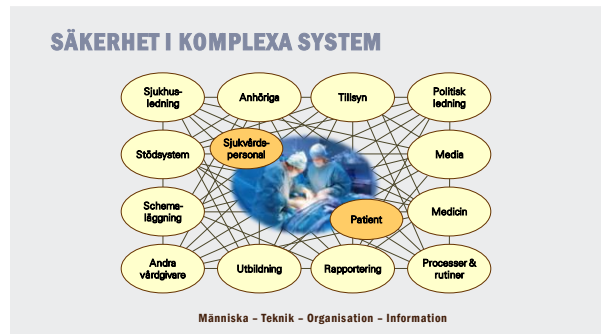
17



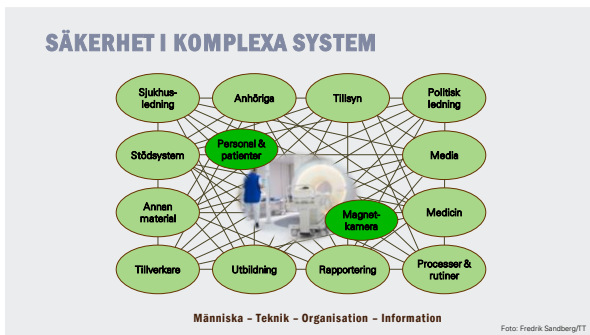
18



19



20



21

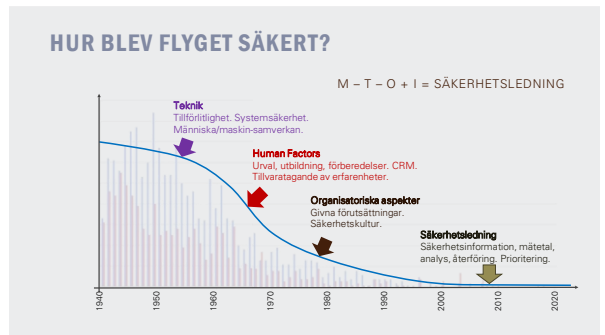
FLYGETS HISTORIA

- Enorma risker, hög dödlighet
- Från "galningar" till "äventyrare"
- "Aircraft accident rates were so high in the 1950 and 1960s that only 20% of Americans were willing to fly." [Leveson, 1995]
- Högt medialt genomslag samt (ofta) många samtidiga dödsfall vid varje olycka gav starkt folkligt tryck för ökad säkerhet.

22



23



24

NÅGRA GRUNDSATSER

Grundläggande tankesätt i en säkerhetskultur:

- No-blame, öppenhet & ärlighet
- Avvikelsehantering inkl. säkerhetsutredningar
- Ständigt arbete för att bibehålla kulturen!

Grundläggande tankesätt i en säkerhetsutredning:

- Människan i systemet (Human Factors)
- Säkerhetsbarriärer i "totalsystemet"
- Djup och bredd (5 x varför, "systemutredning")

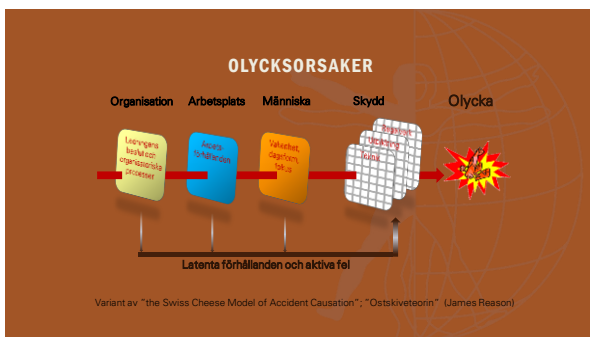
25

ATT LÄRA AV HÄNDELSER

Utredning av en händelse är en möjlighet att skapa förändring!
För varaktig förändring: PDCA, Plan - Do - Check - Act

"BVR-loopen":

26



27

ISTÄLLET FÖR SYNDABOCK: "5 X VARFÖR"

- Genom att ställa frågan "Varför?" flera gånger kan man hitta grundorsaken till problemet!
- Genom att identifiera grundorsaken kan man förhindra att olyckan/händelsen uppstår igen.
- Genom att gå till botten med problemet kan man
 - ✓ öka effektiviteten
 - ✓ minska kostnaderna.

28

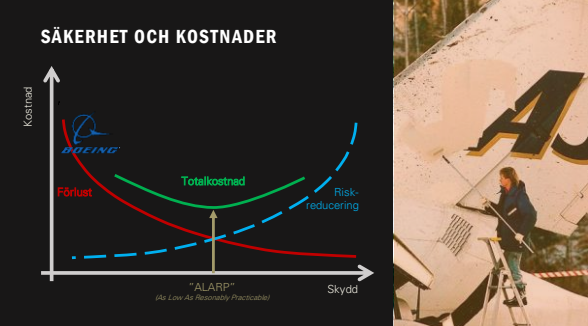
REAKTIVT - PROAKTIVT - PREDIKTIVT

- Reaktivt säkerhetsarbete**
 - Reaktion på olycka/incident. Fungerar "reparativt"
 - Ex: Havenutredning
- Proaktivt säkerhetsarbete**
 - Spanar aktivt efter risker genom analys av verksamheten
 - Ex: Fungerande avvikelshanteringssystem
- Prediktivt säkerhetsarbete**
 - Fångar upp systemets prestanda i realtid, identifierar potentiella riskfaktorer
 - Ex: Ett "perfekt" Säkerhetsledningssystem, SMS

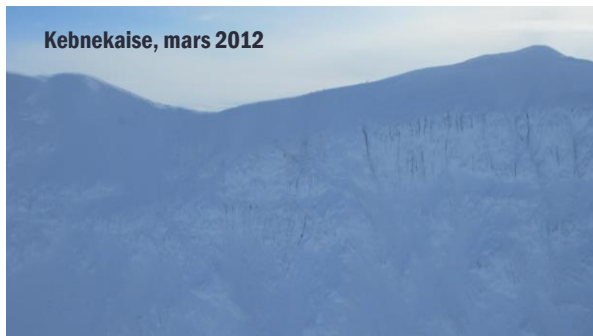


29

SÄKERHET OCH KOSTNADER



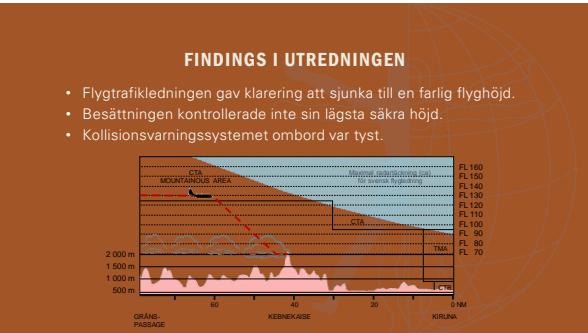
31



32

FINDINGS I UTREDNINGEN

- Flygtrafikledningen gav klaring att sjunka till en farlig flyghöjd.
- Besättningen kontrollerade inte sin lägsta säkra höjd.
- Kollisionsvarningssystemet ombord var tyst.




33

BESÄTTNING OCH FLYGLEDARE

- Befälhavaren har det yttersta ansvaret för terrängseparation
- Flygtrafikledningen ska lämna råd och upplysningar för en säker och effektiv flygning

OBS: Dubbelt ansvar – inte delat.



34

ORSAKER TILL OLYCKAN

Olyckan orsakades av att besättningen på HAZE 07 inte uppmärksammade bristerna i de klaringar som flygledarna lämnade och riskerna med att följa dessa...

Olyckan inträffade på grund av följande **organisatoriska säkerhetsbrister**:

- Norska Luftforsvaret har inte haft tillräckligt säkra arbetssätt ...
- Luftfartsverket har inte haft tillräckligt säkra arbetssätt ...


Arbetsätt. Metoder. Ledning. Organisation. Företsättningar.




35

"HUMAN FACTORS"

Hur översätta?
 "Mänsklig förmåga och begränsning".
 Människans förmågor att utträta ett arbete eller uppnå vissa mål i ett avancerat system av teknik, organisation och information.



Bussbolagets vd: "Den mänskliga faktorn"






36

"DEN MÄNSKLIGA FAKTORN"

Human Factors-variabler med inverkan på Human Performance

- Acceptans och Tillit
- Kognitiva processer (implicit/explicit minne)
- Hälsa och välbefinnande
- Förvillelse, misstag
- Utmattning (fatigue)
- Motivation och arbetsstillfredsställelse
- Situationsmedvetenhet
- Kompetensförändring
- Perception, minne, beslutsfattande
- Arbetsbelastning och stress
- ...

38

"DEN MÄNSKLIGA FAKTORN"

Den mänskliga felhandlingen bör aldrig betraktas som **orsaken till en olycka** i ett komplext system utan endast som **en utlösande faktor** i en riskfylld miljö





39

SANNOLIKHET FÖR DÖDSFALL

SANNOLIKHET PER EXPONERAD PERSON OCH ÅR	AKTIVITET
1 AV 100	5 TIM ENSAM BERGSKLÄTTRING VARJE VECKOSLUT
1 AV 200	RÖKNING AV 20 CIGARETTER PER DAG
1 AV 800	ETT BEHANDLINGSTILLFÄLLE PÅ SJUKHUS
1 AV 5 000	ARBETE I RISKINTENSIV INDUSTRI
1 AV 50 000	ANVÄNDNING AV P-PILLER
1 AV 100 000	ARBETE I DEN SÄKRASTE DELEN AV INDUSTRI
1 AV 1 000 000	NORMAL VISTELSE I BOSTAD, DÖDAD AV ELCHOCK
1 AV 10 000 000	VISTELSE UTMOMHUS, DÖDAD AV BLIXTNEDSLAG
1 AV 10 000 000	VARA PASSAGERARE I ETT REGULJÄRT FLYGPLAN (EU)

Sources:
 1. "The Probability of Risk from Space Power Systems" (1992), NASA
 2. "Smoking, Lung Cancer and COPD" (2004), WHO
 3. "Global Health Risks: Surveillance and Reporting Framework" (2007), WHO




41

"HAVERIER" INOM SJUKVÅRDEN?

SKL journalgranskningsstudie (2013-2017)
 "Olyckor" inom vården* resulterar **varje år** i:

- Ca 1 400 dödsfall/år (SoS 2008: 3 000)
- Ca 110 000 skadade
- ...varav 2 800 med bestående men (2008: 10 000)
- Ca 800 000 tillkommande vård dagar
- ...till en kostnad av **9 miljarder kronor/år**

Skillnadsfaktor mot flyget: 100 000

* Enbart akutsjukhus. T.ex. psykiatrisk vård omfattas inte.

42

MÄTETAL FÖR PATIENTSÄKERHET?

SKL journalgranskningsstudie (2013-2017):

- Siffror på skador i vården kräver en avancerad studie.
- Data om dödsfall och skador måste "forskas fram".

Jämför med flyget:

- Extremt hög uppföljningsgrad.
- Skador ses som toppen på isberget.
- Trendanalys pågår ständigt.
- Data om allt från misstag till felaktiga skruvar i lager är direkt tillgänglig för företagsledning och analytiker.

"You can't manage what you don't measure"




45


FOKUS PÅ KÄNDA PROBLEMMRÅDEN?

SKL och SoS efterlyser:

- Systematiskt patientsäkerhetsarbete: *Identifiering* ⇒ *Analys* ⇒ *Åtgärder* ⇒ *Uppföljning*
- Analys och resonemang om resultat
- Motivering av val av åtgärder



"Det finns starka ekonomiska skäl att förbättra patientsäkerheten." = 9 Mdr



46

Rapporteringskultur?



49

SÄKERHETSRAPPORTERING

Driftstörningsanmälan

Händelse 2000-01-25:
Svensk Hercules från Norge till Kiruna

- "Klart ner till 5000 ft."
- Nära kollision med Kebnekaise
- Räddades enbart av kollisionsvarning
- ...men "snällt utformad" rapport

Om incidentens verkliga allvar varit känt:
➢ Vad hade blivit följderna?




50

AVVIKELSEHANTERING

"Blodomloppet" i en säkerhetskultur

"Om vi känner till incidenter, kan vi undvika olyckor."

- Låt oss följa upp och åtgärda mindre allvarliga händelser.
- Då kan vi upptäcka och åtgärda mer allvarliga problem.



51

ÖPPEN OCH ÄRLIG RAPPORTERING

Avvikelseberättelser (AR, tidigare "DA")

- Pilotens/operatörens ansvar
- Ska skrivas på alla avvikelser
 - Personliga misstag – t.o.m. "potentiella misstag"
 - Händelser som påverkat flygning negativt – teknik, information, organisation, etc
- 1000-tals AR/år (i en ganska liten organisation)
- No-blame culture. Ingen "prickas".
 - AR skrivs inte = inte acceptabelt, mycket ovanligt.
- OBS! AR inte = Lex Maria.



52

NO-BLAME CULTURE: JURIDISK GRUND

Militär flygning är farlig verksamhet. Vi (Staten) måste förstå att kvalificerade flygare som vi litar på för att försvara vårt land inte kan vara så dumma att de medvetet försöker ta livet av sig under övning i fred.

Låt dem därför, öppet och utan risk för bestraffning, berätta vilka slags problem de möter under flygning eller vid hantering på marken i sin svåra uppgift att öva för att bli bäst.

Uttalet av Riksåklagaren (1960-tal)



53

NO-BLAME CULTURE I SJUKVÅRDEN?

Medicinsk hantering är en riskfylld verksamhet. Vi (Staten) måste förstå att kvalificerad sjukvårdspersonal som vi litar på för att vårda oss inte kan vara så dumma att de medvetet försöker ta livet av oss – eller sig själva.

Låt dem därför, öppet och utan risk för bestraffning, berätta vilka slags problem de möter under sin yrkesutövning, i sin svåra uppgift att rädda, bota och vårda patienter.

*Inte uttalat.
Istället: Lex Maria 1936.*



54

NO-BLAME CULTURE I SJUKVÅRDEN?

Misstag i vården går sällan till åttio
Läkare jobbade över
Läkare gjorde tre
felbe
kv
St
Åklagaren om MR-olyckan:
Kan inte bevisa brott
till

Det blir inget rättligt efterspel till MR-olyckan. Aleris hade rulliner och riktlinjer på plats och röntgenfysiksköterskan har inte agerat grovt oaksamt. Nu bestraffas åklagare Maria Wang för Vårdokus hur hon kom fram till sitt beslut.

En spe
ett fall
special

Man kan tänka sig att fler legitimationer dras, säger Göran Häggblund.



55

UTREDNING INOM SJUKVÅRDEN

Jonas Wrigstad: The inside of a paradigm

- Orsaker söks alltför nära avvikelsen. *Felet hamnar hos individen.*
- Organisatoriskt minne saknas. *Minnet ligger hos individen.*
- Utredningen fyller ett psykologiskt syfte *men inte alltid det egentliga behovet.*



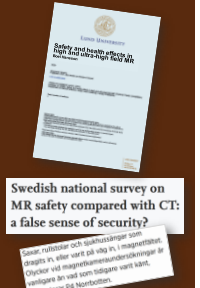
Källor: [Åskärningsrapport](#) samt [Läkartidningen](#), s.6 2018-02-08

56

RAPPORTERING INOM MR

Boel Hansson, Titti Owman m.fl:

- Incidenter med hög risknivå inträffar. *Personskador, materiella skador, nära ögat-händelser.*
- Kunskapen om detta är låg. *Stor andel medarbetare omedvetna om rapporterade händelser.*
- Slutsats: MR-personal lever i en falsk känsla av säkerhet.



Swedish national survey on MR safety compared with CT: a false sense of security?

Genom rulliner och riktlinjer som dras på i eller runt på väg in i magnetfält. Olyckor vid magnetfältundersökningar är vanligtvis av såväl som tidigare varit känt, rapporterade i en rapport från BVR.

Källor: [Åskärningsrapport](#) samt [Åskärning](#)

57

SÄKERHETSKULTUR

Säkerhetskulturen är en...

- Informerad kultur
- Reporterande kultur
- Rättvis kultur
- Flexibel kultur
- Lärande kultur

✓ Börjar på och underhålls från högsta ledningsnivå

- Säkerhet bygger på struktur, planering och tydliga mål
- Ledningens engagemang är en grundförutsättning

✓ Bygger på (och återspeglas i) ett väl fungerande säkerhetsledningssystem.



58

SUMMERING

- Flygets höga säkerhetsnivå bygger på *öppenhet och goda utredningar*
- Fungerande avvikelshantering är blodmloppet i ett säkert system.
- Högsta ledningen måste främja säkerheten i *totalsystemet*.



Sven E Hammarberg | 0709-206865 | sven.hammarberg@bvrinvestigations.se

BVR INVESTIGATIONS

60