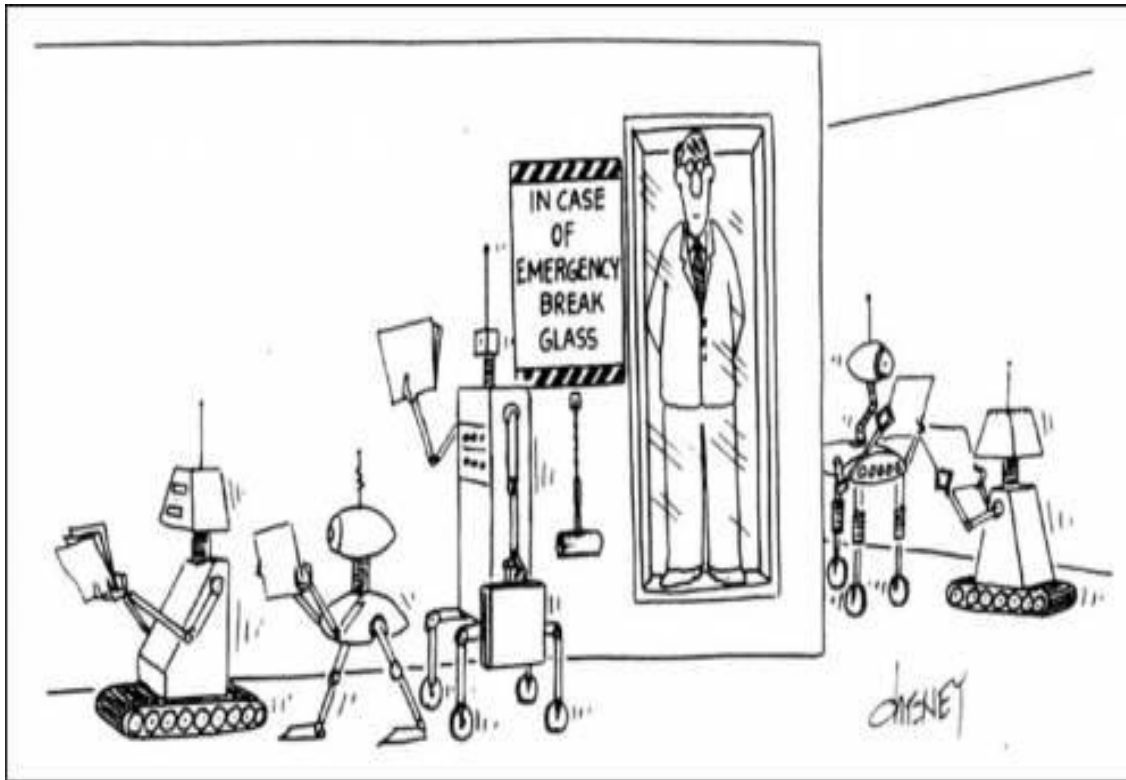


Tillfällen då människan räddat och förbättrat en situation där automatiken inte räckt till eller fungerat fel



Tomas Lackman

Seniorkonsult, Risk Management

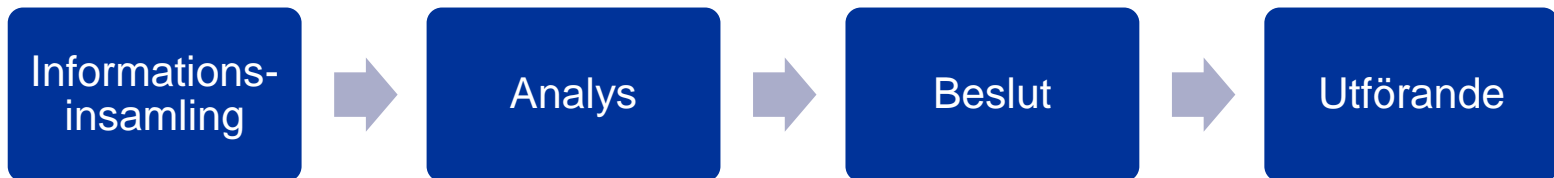


Innehåll

- Litteraturstudie, riklinjer inom kärnkraft, påverkan på människa
- Beskrivit tre händelser där automatiken inte fungerat
- Slutsatser



Automation

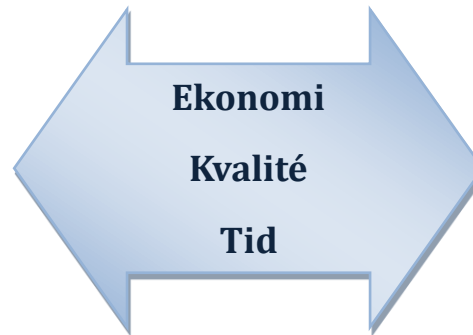


Automationsnivåer

Hög	10	Datorn beslutar allt, agerar autonomt och ignorerar människan
	9	Informerar människan endast om datorn bestämmer så
	8	Informerar människan om informationen efterfrågas, eller
	7	Exekverar automatiskt, och informerar sedan människan, och
	6	Tillåter människan att stoppa exekveringen inom en bestämd tid, eller
	5	Utför den åtgärd som människan godkänner, eller
	4	Föreslår en åtgärd, eller
	3	Föreslår några begränsade åtgärder, eller
	2	Föreslår samtliga möjliga beslut/åtgärder, eller
Låg	1	Datorn ger ingen assistans och människan måste ta alla beslut och genomföra alla åtgärder.

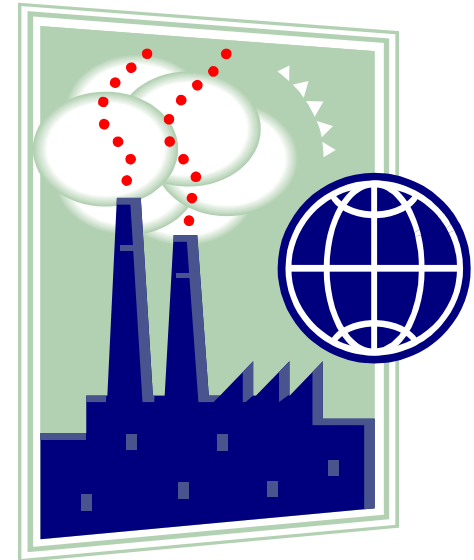


Varför ökad automatisering



Ökad automatisering, forts

- Säkerhet
- Arbetsmiljö
- Ergonomi



Fitts list

Människa	Maskin
<ul style="list-style-type: none">+ En kanal- Begränsad kapacitet att hantera information- Dålig på beräkningar- Begränsad tillförlitlighet - Begränsad repeterbarhet för snabba hög-precisionsarbeten+ Långsam nedbrytning av funktion + Bra långsiktigt minne i vissa fall- Relativt dåligt kortminne+ Bra på att korrigera egna fel + Mönsterigenkänning kan förenkla komplexa problem + Klarar lösa arbetsbeskrivningar, flexibel+ Kan generalisera och göra induktiva beslut+ Kan hantera stor arbetsbelastning under kortare perioder	<ul style="list-style-type: none">+ Flera kanaler+ Hög kapacitet + Utmärkta beräkningsfunktioner+ Hög tillförlitlighet kan åstadkommas + Hög tillförlitlighet och kontinuerliga funktioner- Plötslig förlust av funktion- Redundans nödvändig+ "Obegränsad" minneskapacitet+ Snabb åtkomst till minne- Behöver ett separat system för att korrigera fel+ Behöver i många fall exakt programmering för att känna igen en situation, numer finns dock avancerade mönsterigenkänningssystem + Hög repeterbarhet, behöver en exakt arbetsbeskrivning- Effektiv inom snäva ramar + Robust mot stor arbetsbelastning, om den är konstruerad för det



Riktlinjer för automation

Funktioner som måste automatiseras

- snabb hantering, eller hantering av stora mängder data,
- uppgifter som kräver hög noggrannhet i informationen,
- de som kräver hög repeterbarhet,
- de som kräver snabbhet,
- de där ett fel innebär stora konsekvenser,
- de där det är svårt att korrigera ett fel och
- de som behöver utföras i en farlig miljö.

Funktioner som är bättre att automatisera

- långvariga uppgifter,
- de som kräver hög noggrannhet,
- de som är farliga för operatören,
- de som är monotona och tråkiga och
- t.ex. långvariga, repetitiva tester av säkerhetssystem.

Funktioner som bör utföras av en människa

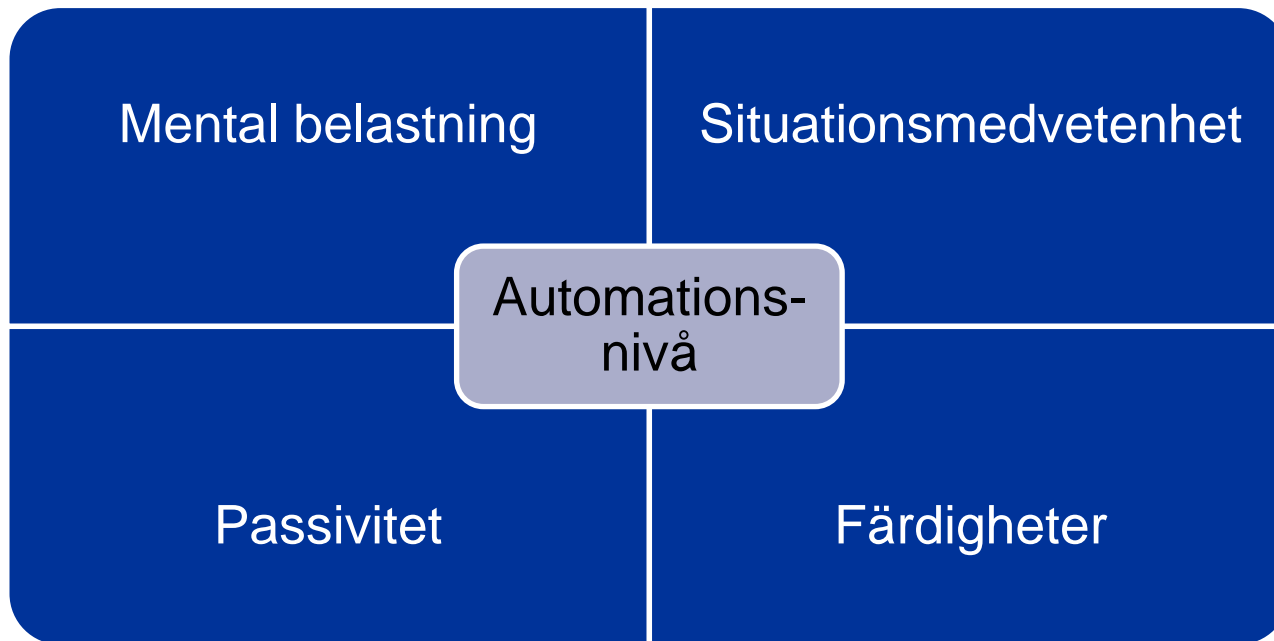
- uppgifter som kräver resonemang och flexibilitet, samt
- extremt onormala avvikelser och olyckor som inte kan förutses.

Funktioner som bör delas mellan maskin och människa

- kontrollsystemet samlar in information om processen, som operatören sedan analyserar, tar beslut utifrån och genomför handlingar.



Påverkan på människa





”Heroiska” ingripanden kännetecknas
enl Reason (2008) bland annat av:

- Situationsmedvetenhet
- Beslutsstil
- Ledarstil



Vandellos 1989

- Skador på skovlarna i turbinen, leder till turbinhaveri och mekanisk explosion.
- Smöroljeledningar brister, och utläckt smörjolja antänds och exploderar
- Snabbstopp initieras
- Den vätgaskylda generatorn skadas, och det blir en vätgasexplosion.
- Branden förstör tryckluftsledningar som är nödvändiga för att manövrera säkerhetskritiska ventiler





Forts

- Varje pneumatisk ventil var försedd med en ratt för manuell manövrering.
- Reglerproblemen började en halv timme efter primärhändelsen och kvarstod i ca två timmar, vilket krävde upprepade manuella insatser.
- I kontrollrummet hämtade man sig snabbt från chocken i och med att man konstaterade att styrestavarna gått in.
- Insatserna i kontrollrummet koncentrerades på att hålla de två återstående huvudcirkulationsfläktarna i drift för att bibehålla resteffektskylning. Vissa ventilmanövrar gjordes manuellt i förebyggande syfte för att parera eventuella fel i automatiken.





Sammanfattning

- cirkulationsfläktar stoppade,
- sekundärvattenpumpar förstördes,
- nivåreglering i matarvattentankarna till kylsystemet inte fungerade,
- interna kommunikationssystemet förstördes, och
- att belysningen kring turbinerna slocknade.





2000 Schweiz

- Följande hände på en kärnkraftsanläggning i Schweiz med två tryckvattenreaktorer
- En störning i nätet initierar ett snabbstopp av de två reaktorerna.
- Den ena reaktorn går ned till husturbindrift, men den andra går ned till varm avställning.
- Reaktorn som befinner sig vid varm avställning får sin kraft från den andra reaktorn (ej förutsett)





forts

- Driftchefen beslutar att återstarta reaktorn från varm avställning
- Detta görs av automatiken
- I den automatiska sekvensen öppnas anslutningen mot nätet (men då blir ju reaktorn utan strömförsörjning)
- Detta förutses av en person i kontrollrummet, och processen avbryts.
- Om man inte hade stoppat sekvensen, hade en komplicerad situation kunnat uppkomma





Forsmark 2006

- En kortslutning i nätet skapar en strömpuls in i kärnkraftsverket, som slår ut oberoende säkerhetsfunktioner som reservkraft och övervakningen i kontrollrummet.
- Snabbstopp initieras.
- Bara två av de fyra dieseldrivna generatorerna startar automatiskt.
- Operatörerna tvingas dra slutsatser om styrstavarnas läge, trots att indikeringar saknas
- Manuella åtgärder genomförs för att spänningssätta dieselskenorna som kraftförsörjer viktiga funktioner



Sammanfattning

- Såväl spänningssättning som andra avhjäljande åtgärder var vid den aktuella situationen beroende av operatörsingripande eftersom automatiken inte fungerade.
- Om all fyra delsystem hade blivit spänningslösa och inga operatörsingripanden gjorts inom åtta timmar, skulle med stor sannolikhet en härdsälta inträffa.



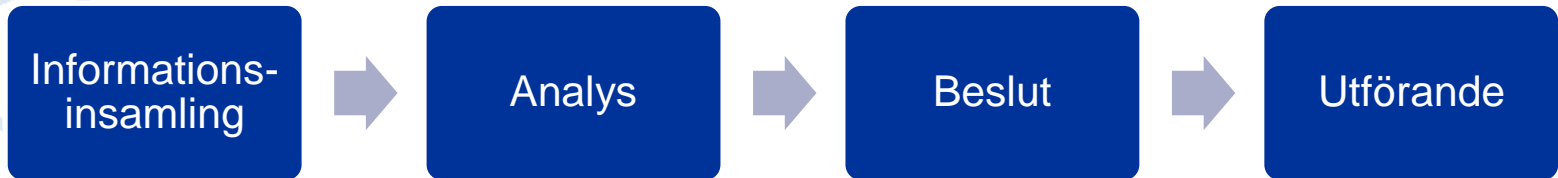


Människan är en säkerhetsfunktion

- De redovisade händelser hade haft ett betydligt farligare förlopp om människan inte ingripit
- Människans förmåga att ingripa i de situationer då automatiken inte fungerar måste upprätthållas



Människan har en stor potential att stärka djupförsvaret



- Kan analysera komplexa data snabbt genom intuition / mönsterigenkänning
- Kan hitta kreativa lösningar "out-of-the-box", utan uppgjorda procedurer
- Kan agera utan externa kraftkällor





Människans förmågor påverkas av automationsgraden

Automationsnivån bör bestämmas utifrån:

- A. Hur påverkas människans förmåga att agera av automationsgraden, och
 - B. hur tillförlitlig är automationen och hur allvarliga är konsekvenserna av ett felaktigt agerande.
-
- Automatiserings negativa påverkan på människans förmåga att agera bör kompenseras genom simulatorträning





Automation

- Bör sträva efter att minska mentala belastning, genom att förenkla utföranden och minska antalet uppgifter som skall utföras
- Bör tillse att hög situationsmedvetenhet bibehålls, genom att involvera människan i analys och beslutsfattande
- Möjligheter för mänskliga ingripanden i form av manuell utrustning, handventiler etc bör finnas på plats utifall att automatiska system inte fungerar






Är inte människan orsak till många olyckor?

- Ofta andra grundorsaker.
- Bilden av mänskliga ingripanden är obalanserad eftersom det är avvikande ingrepp med negativa konsekvenser som varit i fokus.
- Mänskliga ingripanden med en positiv inverkan hamnar inte i statistiken.





Är det inte bättre att automatisera mer och bättre så att människan inte behöver ingripa?

- Går det att automatisera allt?
- Vad blir kvar till människan – och hur påverkas i så fall möjligheterna att agera?





Rekommendationer för fortsatt arbete

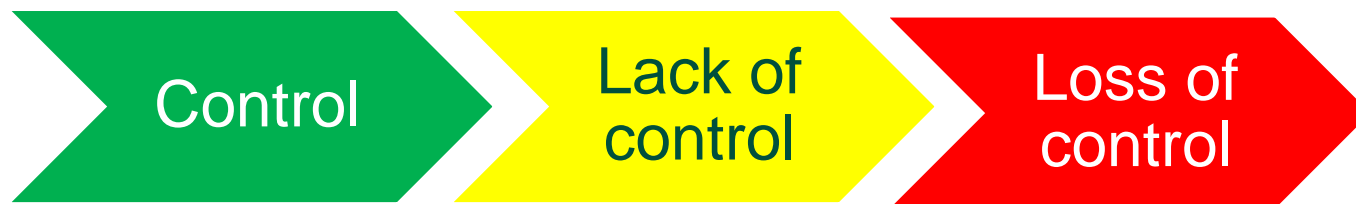
Ta fram verktyg för att genomföra analysen:

- A. Hur påverkas människans förmåga att agera av automationsgraden, och
- B. hur tillförlitlig är automationen och hur allvarliga är konsekvenserna av ett felaktigt agerande. <Finns redan>





Rekommendationer för fortsatt arbete



Studera människans potential och förmåga att ingripa i en olyckas hela händelsekedja



SLUT

