

Forskning

---

# Kontrollrumsfilosofi: Principer för kontrollrumsutformning och kontrollrumsarbete

Jan Skriver

Jasmine Ramberg

Pernilla Allwin

Scandpower Risk Management AB

Januari 2006

# SKI-perspektiv

## Bakgrund

Sedan flera år är begreppet kontrollrumsfilosofi etablerat inom svensk kärnkraftindustri. Syftet med en kontrollrumsfilosofi är att beskriva principerna för och de förutsättningar som personalen behöver för att kunna arbeta på ett säkert sätt. Kontrollrumsfilosofin ska ange interna krav och riktlinjer för utformning och ändringar i kontrollrummet. Begreppet har emellertid ibland uppfattats som diffust och har varit utsatt för diskussion.

SKI har identifierat ett allmänt behov av fördjupade kunskaper om kontrollrumsfilosofi. Dels vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla och dels hur olika internationella standarder kan kopplas till dessa principer. SKI har också intresse av ökade kunskaper om hur kontrollrumsfilosofin kan fungera vägledande för verksamheten inom industrin. Scandpower Risk Management AB fick därför uppdraget att utifrån internationell och branschspecifik standard, andra vägledningsdokument samt erfarenheter från annan industri ge en teoretisk grund till vad kontrollrumsfilosofier bör innehålla, motiven för detta och hur de bör integreras i verksamheten.

## SKI:s syfte

Syftet med studien har varit att ge fördjupade kunskaper om vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla samt hur kontrollrumsfilosofin kan fungera vägledande i verksamheten.

## Resultat

Rapporten behandlar principer för utformning av en kontrollrumsfilosofi för att få underlag till förbättringar och fördjupande kunskaper inom området. Utifrån en analys av kravställande och vägledande dokument samt praktisk erfarenhet har författarna tagit fram viktiga principer som förslag till vad en, ur säkerhetssynpunkt, bra kontrollrumsfilosofi bör inkludera. Författarna har också beskrivit hur dessa principer knyter an till olika standarder.

## Behov av ytterligare forskning

För att utvärdera värdet av en väl formulerad kontrollrumsfilosofi bör en jämförande studie genomföras. Deltagare bör då vara kärnkraftverk med väl formulerade kontrollrumsfilosofier och kärnkraftverk som inte har en väl formulerad kontrollrumsfilosofi och deras egen bedömning av resultat av genomförda kontrollrumsförändringar.

## Effekt på SKI:s verksamhet

SKI har fått en tydligare bild av om vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla och hur kontrollrumsfilosofin kan fungera vägledande för verksamheten. SKI har fått ytterligare underlag för tillsyns- och granskningsverksamheten.

## Projektinformation

Projekthandläggare på SKI: Yvonne Liljeholm Johansson  
Diarienumret för projektet är 14.3 – SKI 2005/962 och projektnumret är 200503017

## Forskning

---

# Kontrollrumsfilosofi: Principer för kontrollrumsutformning och kontrollrumsarbete

Jan Skriver

Jasmine Ramberg

Pernilla Allwin

Scandpower Risk Management AB

Januari 2006

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion, SKI. Slutsatser och åsikter som framförs i rapporten är författarens/författarnas egna och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med SKI:s.

## **SUMMARY**

### **Background**

The project was initiated by SKI to improve knowledge of work in control rooms. In order to provide insights for improvement of work in control rooms several factors have to be considered. Knowledge of principles including control room philosophies will guide the recommended improvements. In addition to knowledge about specific principles an advantage for an organization can be an understanding of similarities and policies used in other high risk industry.

### **Method**

The report has been developed on the basis of a document analysis of international standards and other guiding documents. (NUREG 0711, ISO 11064, ISO 6385, IEC 60964). In addition to the document analysis which has strived to compare the documents to see similarities in important principals, experience from working with control room design, modifications and evaluations in other high risk industries has pervaded the report.

### **Principles of control room philosophy**

Important principles have been identified which are recommended to be included in a control room philosophy. Many of these are similar to the principles identified in the international standards. An additional principal which is regarded as important is the utilization of Key Performance Indicators (KPI) which can be used as a measure to target preventative means. Further more it is critical that the control room philosophy is easy to access and comprehend for all users.

### **The control room philosophy's integration in the organization**

One of the challenges that remain after having developed a control room philosophy is how to utilize it in the daily work situation. It is vital that the document remains as a living document, guiding the continual improvement of the control room in the various lifecycle stages.

## **SAMMANFATTNING**

### **Bakgrund**

För att öka kunskapen om arbete i kontrollrum, och få underlag till förbättringar, har SKI beställt ett projekt med syftet att ge fördjupade kunskaper om vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla och hur filosofin kan fungera vägledande för verksamheten. Förbättrad kunskap inom området, som sträcker sig över olika branschers gränser, kan vara fördelaktig för verksamheten då kunskap kan skapas genom andras erfarenheter när det avser utveckling av arbete i kontrollrum.

### **Genomförande**

Utgångspunkt för arbetet har varit standarder och andra vägledande dokument (NUREG 0711, ISO 11064, ISO 6385 och IEC 60964) och tidigare erfarenhet som Scandpower har skaffat sig genom det praktiska arbetet, inom olika branscher, med utveckling och verifikation av kontrollrumsdesign. Utifrån en granskning av standarder och tidigare erfarenheter är principer framtagna för vad en bra kontrollrumsfilosofi bör innehålla och hur den bör integreras i verksamheten och i det dagliga arbetet.

### **Principer för kontrollrumsfilosofi**

Viktiga principer har tagits fram som förslag till vad en bra kontrollrumsfilosofi bör innehålla. Många av dessa principer överensstämmer med det som belyses av t.ex. ISO 11064. I tillägg till principerna läggs vikt vid att säkerställa kontrollrummets funktioner genom att utveckla KPI:s (Key Performance Indicators), vilka kan definieras som indikatorer på vad som styr ett effektivt arbetssätt. Allmänt rekommenderas att kontrollrumsfilosofin skall vara lätt att förstå och läsa samt att den skall vara lättillgänglig för alla som är involverade i designprocessen så väl som för operatörer.

### **Integrering i verksamheten**

Primärt belyses vikten av en kontinuerlig uppdatering av kontrollrumsfilosofin vilket förutsätter att den är tillräckligt överordnat. Vidare poängteras betydelsen av att kunna övervaka mänskliga faktorer genom hela kärnkraftverkets livscykel för att säkra att kontrollrummet fungerar så bra som möjligt och i överensstämmelse med de målsättningar som kontrollrumsfilosofin satt.

## LISTA ÖVER FÖRKORTNINGAR

CCR	Central Control Room
HF	Human Factors
HFE	Human Factors Engineering
HSI	Human System Interface
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Standard Organization
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NUREG	Nuclear Regulatory Commission office of Nuclear Regulatory Research
Scandpower	Scandpower Risk Management
V & V	Validering och Verifikation

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SUMMARY.....	2
SAMMANFATTNING.....	3
LISTA ÖVER FÖRKORTNINGAR .....	4
<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrund och syfte.....	6
1.2 Avgränsningar .....	6
<b>2. METODBESKRIVNING.....</b>	<b>7</b>
<b>3. KONTROLLRUMSFILOSOFI .....</b>	<b>8</b>
<b>4. KRAV OCH STANDARDER.....</b>	<b>9</b>
4.1 Krav.....	9
4.2 Standarder .....	9
<b>5. ERFARENHET MED KONTROLLRUMSFILOSOFI.....</b>	<b>16</b>
<b>6. PRAKTISK ANVÄNDNING AV KONTROLLRUMSFILOSOFI.....</b>	<b>20</b>
6.1 Nytt kontrollrum .....	20
6.2 Drift .....	20
6.3 Modifiering .....	21
6.4 Sammanfattande kommentar.....	21
<b>7. PRINCIPER FÖR KONTROLLRUMSFILOSOFI .....</b>	<b>22</b>
7.1 Utformning av kontrollrumsfilosofi.....	22
7.2 Viktiga principer .....	22
<b>8. SAMMANFATTNING.....</b>	<b>24</b>
REFERENSER .....	25

## **1. INLEDNING**

### **1.1 Bakgrund och syfte**

De flesta kärnkraftverken har idag ett eller flera kontrollrum som fungerar som säkerhetskritiska barriärer mot allvarliga händelser. I dessa kontrollrum utsätts kontrollrumsoperatören ofta för situationer där han/hon till exempel skall utföra flera säkerhetskritiska uppgifter parallellt. Utformningen av kontrollrummet är ofta inte optimalt eller tillräckligt anpassat till operatörernas förmåga att hantera och interagera med utrustningen. Anledningen till detta är många gånger att man inte har beaktat human factors principer från första steget i processen att utforma kontrollrummet. Det är därför mycket viktigt att systemen är utvecklade i enlighet med erkända principer för design av Human System Interface (HSI), vilket är en förutsättning för människors hälsa, arbetsmiljö och säkerhet i kontrollrum.

För att öka kunskapen om arbete i kontrollrum och få underlag till förbättringar, har SKI beställt ett projekt med syftet att ge fördjupade kunskaper om vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla och hur filosofin kan fungera vägledande för verksamheten. Förbättrad kunskap inom området, som sträcker sig över olika branschers gränser, kan vara fördelaktig för verksamheten då kunskap kan skapas genom andras erfarenheter när det avser utveckling av arbete i kontrollrum.

Syftet med rapporten är att ge fördjupande kunskaper om vilka principer en kontrollrumsfilosofi bör innehålla. Vidare syftar rapporten till att beakta hur kontrollrumsfilosofin kan fungera vägledande för verksamheten.

### **1.2 Avgränsningar**

Rapporten skall ge ett övergripande "recept" på vilka principer en bra kontrollrumsfilosofi bör innehålla och utvecklar inte en fullständig specifik kontrollrumsfilosofi för ett speciellt kärnkraftverk.

Rapporten behandlar endast centrala och lokala kontrollrum och inte kontrollrum för nödlägesberedskap eller kontrollrum för utrustning. Det bör dock noteras att det är viktigt är att definiera samverkan mellan det centrala kontrollrummet och kontrollrummet för nödlägesberedskap med ansvarsroller. Vidare är det viktigt att ge definitioner på vad som skall uträttas av respektive kontrollrum. Rapporten evaluerar inte existerande kontrollrumsfilosofier som i dag finns på de svenska kärnkraftverken.



## 2. METODBESKRIVNING

Första delen av rapporten ger en generell beskrivning av vad en kontrollrumsfilosofi innebär. Beskrivningen är utarbetad utifrån praktisk erfarenhet av arbete med kontrollrumsdesign inom annan högrisk industri så som oljeindustrin och processindustri (gasanläggningar). Nästa del ger en översikt över kravställande dokument, inom branschen så väl som generellt för kontrollrum i övrigt, genom en dokumentanalys av nedan refererade dokument. En jämförelse av dokumenten har utförts för att se gemensamma faktorer så väl som faktorer som skiljer sig åt.

NUREG 0711 Human factors engineering program review model  
IEC 60964 (IEC 62247) Design for control rooms of nuclear power plants  
ISO 11064 Ergonomic design of control centres  
ISO 6385 Ergonomic principles in the design of work systems

Dokumenterna är internationella standarder och andra vägledande dokument för design av kontrollrum. Motivet för valet av dessa källor är att de är vägledande inom verksamhetsområdet för kärnkraft, men också inom andra verksamhetsområden så som oljeindustrin och transportsektorn. Mer detaljerad information avseende standarderna beskrivs i kapitel 4. Med utgångspunkt i dessa standarder har rapporten tagit fram de delar i standarderna som antingen skiljer sig ifrån övriga standarder eller delar som standarderna har gemensamma.

Vidare presenteras principer för en kontrollrumsfilosofi baserat på praktiskt erfarenhet från arbete med design och modifieringar av kontrollrum. Därefter beskrivs utmaningar med att använda kontrollrumsfilosofin i det dagliga arbetet. Till sist presenteras ett antal principer som bör inkluderas i en kontrollrumsfilosofi baserat på ovan nämnda dokument och erfarenhet.

### 3. KONTROLLRUMSFILOSOFI

Sedan flera år är begreppet kontrollrumsfilosofi etablerat inom svensk kärnkraftsindustri, som anser att ett generellt syfte med en kontrollrumsfilosofi är att beskriva principer för och de förutsättningar som personalen behöver för att kunna arbeta på ett säkert sätt. Enligt Kvalem, Haugset och Owre (2000) är en kontrollrumsfilosofi baserad på funktionella och operationella krav. Filosofin identifierar operatörernas roller och alla funktionella krav som ställs på CCR (Central Control Room) inkluderat stödinrättningar och infrastruktur. Kvalem, Haugset och Owre ser filosofin som en funktionell kravspecifikation som senare vägleder design, utveckling och val av CCR-layout, system och teknik.

Scandpower anser dock att kontrollrumsfilosofin inte är en kravspecifikation. Specifika krav bör istället utvecklas baserat på kontrollrumsfilosofin och inkluderas i en separat kontrollrumspecifikation. Kontrollrumsfilosofin i sig själv utgör inte ett detaljerat dokument, utan bör innehålla allmänna principer som bör tillvaratas när man utvecklar, driver och modifierar kontrollrum. Kontrollrumsfilosofin bör även beskriva kontrollrummets begränsningar. Kontrollrumsfilosofin kan ses som en överordnad beskrivning eller vision av hur arbete i kontrollrum skall utföras baserat på företagets mål. Filosofin bör inkludera företagets säkerhetsprinciper och mål med driften av kontrollrummet och för företaget generellt. Dessa principer och metoder bör inte bara appliceras genom design, utan också när kontrollrummet är i drift och vid eventuella ändringar och uppgraderingar. Kontrollrumsfilosofin bör med andra ord både tillämpas vid utveckling av nya kontrollrum och vid modifieringar av redan existerande kontrollrum.

Kontrollrumsfilosofin kan vidare ses som en guide till samtliga successiva dokument för och design av kontrollrummet. Filosofin bör därmed ge vägledning till vilka dokument som bör utvecklas och vilka metoder som bör tillämpas för att ge översikt över viktiga design - och driftsprinciper.

Detta gäller hela livscykel d.v.s. från uppbyggnad, drift och till nedstängning av verket. Man bör tillgodose detta för att säkerställa att viktiga principer och bra metoder är tillämpade för att utveckla ett kontrollrum där operatörer kan arbeta på ett säkert och effektivt sätt, inte bara för operatörerna själva utan också för annan personal och allmänhet i närheten av verket. Effektivitet och säkerhet kommer även att leda till en vinstgivande drift.

## **4. KRAV OCH STANDARDER**

### **4.1 Krav**

Idag finns det inga normativa krav om att ett kärnkraftverk, oljeplattform eller gasverk skall ha en kontrollrumsfilosofi. ISO 11064 rekommenderar att man under designprojektet bör ta hänsyn till kontrollrumsfilosofi men beskriver inte närmare vad en sådan filosofi skall omfatta eller hur den kan fungera vägledande i verksamheten. Orsaken till att det i dag inte finns en enhetlig definition av begreppet kan bero på en saknad av normativa krav, beskrivning om vad det är, vad den ska omfatta eller hur den skall integreras i verksamheten.

### **4.2 Standarder**

Rapporten har i huvudsak utgått från internationella och branschspecifika standarder som avser utformning av kontrollrum. Rapporten utgår framförallt från NUREG 0711 som sätter standarden för åtskilliga dokument inom området.

Dokument som rapporten utgått från framgår nedan:

- NUREG 0711
- IEC 60964 (IEC 62247)
- ISO 11064
- ISO 6385

#### **4.2.1 NUREG 0711**

NUREG 0711 - Human Factors Engineering Program Review Model är ett verktyg utvecklat av NRC för att utvärdera HFE program. Syftet med utvärderingen är att säkra att arbetet med hälsa och säkerhet utförs på ett bra sätt samt att den verksamhet som blir utvärderad har inkluderat HFE i verkets utveckling, design och utvärdering. Utvärderingen inkluderar designprocessen, slutlig design, genomförande och fortlöpande observation av arbetsutförande. Sammantaget ser verktyget till att hälsa och säkerhet tillgodoses genom att tillse att allmänna erkända principer för HFE och riktlinjer är inkluderade i designen. NUREG 0711 är ett specifikt dokument relaterat till kärnkraftindustrin.

NUREG 0711 använder sig av en s.k. "top-down" ansats där man börjar processen med att se till de överordnade mål som satts upp för verksamheten för att sedan bryta ner dessa i funktioner som måste tillgodoses för att de överordnade målen skall uppfyllas.

Även då NUREG 0711 inte är en standard utan ett validerings- och utvärderingsverktyg används dokumentet ofta som riktlinjer för att systematiskt säkra en god design som tillgodoser gränssnittet människa-maskin.

Nedan följer ett urval av viktiga principer som NUREG 0711 belyser.

- **Nulägesanalys**

Som ett första steg i designprocessen belyser NUREG 0711 vikten av att identifiera och analysera HFE relaterade problem som kan ha funnits i tidigare designer som kan likna den design som man utvecklar i det aktuella projektet. Syftet är även att dra erfarenhet från operatörer som kan ge återkoppling om positiva och negativa aspekter i designen

enligt deras erfarenheter. Nulägesanalysen ligger till grund för att förbättra designen i ett tidigt skede i processen. Liksom NUREG belyser vikten av nulägesanalysen beskriver ISO 11064 liknande perspektiv.

- **Bemannings och Kvalifikationer**

Nulägesanalysen ligger även till grund för de bemanningsbehov som krävs för att uppfylla de funktioner som måste utföras för att säkra en säker och effektiv drift. Bemanningen baseras dessutom på ett antal olika analyser såsom, funktionsanalys och allokering av dessa funktioner, uppgiftsanalys, mänsklig tillförlitlighetsanalys, HSI, utveckling av procedurer och även tränings/ utbildningsprogram. Bemanningnivåer skall även definieras utifrån verkets driftsnivåer dvs. normal drift, onormal drift och drift i nödsituation. Detta gäller även de kvalifikationer som krävs av personalen.

- **Mänsklig tillförlitlighetsanalys**

Analysens syfte är att utvärdera den potential som finns för mänskliga felhandlingar som kan ha en effekt på verkets säkerhet. Varken ISO eller IEC belyser denna typ av analys. Analysen ses som nödvändig för att säkerställa målsättningen om att HFE designprinciper har införts i designen, med möjlighet att kunna minimera mänskligt felhandlande. Analysen görs ofta i samband med en "probabilistic risk assessment" (PRA) som bör utföras i början av designskedet för att få en inblick i, och vägledning för, både design och HFE-ändamål.

- **HSI**

En viktig princip som NUREG 0711 belyser är säkerställandet av att man tillgodosett HSI. Det här är en princip som ISO standarden även tar hänsyn till med relation till utformning av skärmar och kontrollutrustning.

- **Utveckling av procedurer**

Procedurer är grundläggande i säkerhetsarbetet då de stödjer och guidar personalens interaktion med verkets system och deras respons till "kraftverkrelaterade" händelser. Procedurer bör utvecklas utifrån samma designprocess och analyser som HSI och utbildningsprogram. Även detta är en princip som inte framgår lika tydligt i IEC standarden.

- **Strategi för kontroll**

Ytterligare en princip som kan hjälpa till att säkerställa att generella HF principer följs genom hela processen, även i drift, är att utveckla en strategi för att se till och belysa att personalen har upprätthållit de nödvändiga färdigheterna och fått utbildning för att uppnå de handlingar de antas åstadkomma. Syftet med detta är att säkerställa att en degradering av säkerhetsaspekter inte sker. Viktigt är dock att detta inte ses som en kontroll av personalens dagliga arbete på så sätt att de känner att de blir övervakade. IEC belyser inte kontrollstrategier.

#### 4.2.2 IEC 60964

IEC 60964 - "Design for control rooms of nuclear power plants" är en standard som innehåller rekommendationer för människa/maskin gränssnitt för centrala kontrollrum specifikt inom kärnkraften. Standarden tar även hänsyn till urval av funktioner, beaktande av design, organisering av människa/maskin gränssnitt samt procedurer som ska användas systematiskt för att verifiera och validera funktionsdesign. Standarden bör läsas tillsammans med IEC 62247, "Nuclear power plants- Main control room design", som är en uppdaterad version av IEC 60964 publicerad 2003.

Standarden bör tillämpas vid design av nya kontrollrum. Om standarden används för ett existerande kontrollrum, modifikationer etc, bör extra försiktighet tillämpas då standarden förutsätter faktorer såsom automatiseringsnivåer som kan vara svårt att applicera på ett äldre kärnkraftverk.

Utöver en fokus på fastställande av människa/maskin gränssnittet fokuserar standarden på att etablera möjligheter för att utveckla bemanningskrav, operativa procedurer och träningsprogram. Standarden går inte in i detalj på hur detta kan utföras.

Nedan följer ett antal funktionella principer med hänsyn till design av kontrollrummet som standarden tar upp och fokuserar på.

- **Målsättning med centrala kontrollrummet**

Standarden tar upp vikten av att definiera ett huvudmål med det centrala kontrollrummet. Här specificeras väldigt generella principer som att kontrollrummet skall tillgodose kontrollrumspersonal med ett bra människa/maskin gränssnitt, relevant information och utrustning (kommunikationsgränssnitt) som är nödvändigt för att personalen skall kunna utföra sitt jobb på ett säkert och effektivt sätt, samt för att uppnå de mål man satt för kontrollrummet. Vidare att personal skall kunna uppnå dessa mål och utföra sina uppgifter utan onödig stress, obekvämlighet eller utsättas för andra fysiska risker.

Ovanstående är en viktig princip för driften och säkerheten av kontrollrummet och dess personal; nämligen att specificera en målsättning med verksamheten så att all personal har ett gemensamt mål att arbeta efter.

- **Målsättning med design av funktionen av kontrollrummet**

Vidare läggs vikt vid att specificera en målsättning för designen av funktionen för kontrollrummet d.v.s. vad kontrollrummet skall designas för, vad dess uppgift är. Ett viktigt element som speglas är att kontrollrummet skall designas för att kunna ge uppdaterad, fullständig och tidsmässigt korrekt information angående verkets status vad gäller instrument och system.

Här poängterar man även att en målsättning med designen är att ge tillåtelse till framtida modifieringar och underhåll.

- **Human factors principer**

Designen av kontrollrummet skall även uppmärksamma den mänskliga förmågan och begränsningar med hänsyn till perceptuell/kognitiv förmåga, och fysiologisk/motorisk förmåga (s.k. human factors principles). Detta kan jämföras med ISO 11064 standardens princip om att beakta en människocentrerad design (se vidare ISO 11064 kap. 4.2.3).

Här skiljer sig dock standarderna från varandra då NUREG även belyser en systematisk ansats med hänsyn till HF principer.

- **Användbarhet**

En bra princip som standarden specificerar är bemanning och träning/utbildning av personalen. Detta för att kunna maximera effektiviteten och säkerheten av driften. Här nämner man en princip om att kontrollrummet skall vara bemannat med tillräckligt antal kvalificerad personal för att säkerställa en säker drift. Personalen skall vidare få tillräcklig teknisk och mekanisk relaterad till kärnkraften, utbildning/träning samt att ha vetskap om andra sub-system inom verket, dess komponenter, funktion och lokalisering. Här specificeras vidare att utbildningen skall utföras kontinuerligt och på ett organiserat sätt.

- **Relation till andra system**

Ytterligare en bra princip som standarden tar upp är vikten av att definiera kontrollrummets relation till andra system inom och utanför verket. För att kontrollrummet skall kunna assistera i en onormal driftsituation (tillbud, incident eller olycka) måste relationen till andra system definieras och fungera.

En princip som statueras i standarden är att utrustningen och informationsutbyte mellan dessa system måste fungera oberoende av annan utrustning i kontrollrummet.

Ett exempel på en viktig relation är den mellan kontrollrummet och kontrollrummet för nödlägesberedskap. Som en del av kontrollrumsfilosofin bör man sätta upp mål om hur relationen mellan dessa skall fungera. Erfarenhet visar att det inte finns ett bästa sätt att lösa denna interaktion på, utan relationen beror helt på vilka uppgifter/funktioner kontrollrummet och kontrollrummet för nödlägesberedskap har. Dessutom beror det på hur det är tänkt att personalen ska interagera i en nödsituation. Erfarenhet av vilka lösningar som fungerar bäst för en specifik typ av kontrollrum bör undersökas genom erfarenhetsutbyte, se "Best Practice".

- **Detaljerad design**

Standarden går vidare in på en mer detaljerad designspecifikation där några viktiga principer uppmärksammas. Lokalisering av kontrollrummet skall vara sådan att det är en lämplig plats för driften och skall möta de säkerhetsprinciper som skall finnas. Detta är en viktig princip och bör definieras i början av designprocessen då lokaliseringen av kontrollrummet kan komma att påverka dess funktion.

Det specificeras att kontrollrummet skall ha tillräckligt med utrymme så att personal kan utföra nödvändiga uppgifter samtidigt som man vill minimera rörelser/förflyttning av operatörer. Här nämns även att tillräckligt med utrymme skall finnas för diverse administrativa arbetsuppgifter (skrivare, fax, förvaring). Panellayout, kommunikation och informationssystem, kontroll- och supportsystem är andra element som tas upp i specifikationen.

En viktig process som standarden avslutar med är en validering och verifikationsprocess av det integrerade kontrollrumssystemet. När designprocessen av det integrerade kontrollrummet med hänsyn till arrangering av personal, människa/maskin gränssnitt, procedurer vad gäller drift, träningsprogram etc. är färdigställt, måste de valideras och verifieras för att säkerställa en god design.

### 4.2.3 ISO 11064 och ISO 6385

ISO 11064 - Ergonomic Design of Control Centres är en internationell standard indelad i 7 olika delar. Som framgår av titeln är huvudsyftet med standarden att etablera en ram för systematisk design av kontrollrum som tillrättalägger för ergonomiska och human factors relaterade krav och rekommendationer. Standarden är dock inte specifik för kärnkraftsindustrin.

ISO 6385 - Ergonomic principles in the design of work system, är en internationell standard som sätter en grundläggande ram för ergonomi vad gäller generella arbetssituationer och arbetssystem. Standarden är inte specifik för kontrollrum eller för kärnkraften utan relaterar även till design av produkter som t.ex. konsument produkter. Standarden utgår från att hänsyn skall tas till interaktionen mellan en eller flera personer och komponenter av arbetssystemet såsom uppgifter, utrustning, arbetsutrymme och omgivningen (intern och extern).

Många av de nedan nämnda principerna som ISO 11064 specificerar gäller även för ISO 6385. Den största skillnaden är att mer vikt läggs vid arbetsmiljö och om principen att arbetsmiljön skall designas på så sätt att fysiska, kemiska, biologiska och sociala tillstånd inte ska ha en ogynnsam effekt på personalens hälsa så väl som deras kapacitet och vilja att prestera. Standarden tar även upp i samband med detta mer specifika arbetsmiljöfrågor såsom personalens raster, jobbrotation, ensamarbete, överbelastning, underbelastning, stress och hänsyn till kulturella skillnader hos individer.

**I första delen** av ISO 11064 (Part 1: Principles for the design of control centres) läggs grunden för en systematisk kontrollrumsdesign. Nio viktiga principer (se nedan) för ergonomisk design definieras och en modell för designprocessen etableras och delas in i fem olika faser. Den fortgående förberedningen av design är baserad på synpunkter och kommentarer från slutanvändare inom industrin. Detta gäller även för dokumentation av själva arbetsprocessen och uppbyggnad av val av tekniska lösningar.

Standarden täcker alla typer av kontrollrum och kan appliceras i designen av nya kontrollrum, utbyggnad så väl som för moderniseringar. Att specificera vilken typ av kontrollrum som kontrollrumsfilosofin gäller är av stor vikt. Kontrollrummets funktion är helt beroende av om det är ett lokalt, centralt eller ett kontrollrum för nödsituationer.

- **Människan som utgångspunkt i designprocessen**

Den första viktiga princip som bör tas hänsyn till är tillämpningen av tanken om att ha människan som utgångspunkt genom hela designprocessen d.v.s. människans fysiska, psykologiska och sociala förmåga och oförmåga skall i huvudsak guida designarbetet. Det generella systemet skall ta hänsyn till människan, tekniken och organisationen i dess omgivning för att verka optimalt. Standarden beskriver att självklara ergonomiska krav även skall tas hänsyn till men också inte så självklara element såsom känsla av tillfredställelse på arbetet, motivation och kulturella aspekter. Här beskriver ISO 6385 att design av arbetssystem skall utgå från, och se, människan som ett huvudelement.

- **Integrering av ergonomi**

Uppmuntran till en integrering av ergonomi genom hela designprocessen betonas av standarden. Organiseringen av projektet skall tillåta detta och uppmuntra till användning av så väl teknisk som ergonomisk expertis. ISO 6385 noterar vidare att ergonomi skall ses som ett förebyggande syfte då den skall integreras i början av ett projekt och inte

som ett element som löser problem när man väl fastnat i en process. Vidare poängteras att den största vikten läggs i början av ett projekt då det är under den perioden som de största besluten fattas, beslut som har störst konsekvens för det fortsatta projektet.

- **Förbättring genom upprepning**

I praktiken bygger designprocessen på en upprepning för att den skall förbättras. Utvärdering skall upprepas tills dess att interaktionen mellan operatörerna och designat föremål uppfyller dess funktionella krav och mål. En mycket viktig process är återkopplingen från operatörerna genom hela processen då det är dem som i slutändan skall använda systemet.

- **Situationsanalys**

Standarden rekommenderar att utföra en situationsanalys för såväl nydesignade kontrollrum som för en modifiering eller uppgradering. På så sätt kan funktioner i det framtida systemet förstås lättare och mer genomgående. Denna analys kan även inkludera en uppgiftsanalys.

Situationsanalysen kan liknas med NUREG 0711s nulägesanalys till viss del. Syftet med situationsanalysen är att dokumentera statusen för kontrollrummet. Analysen blir viktig när kontrollrumsfilosofin skall användas för en modifikation där man istället för erfarenhetsåterföring från andra verk studerar det existerande kontrollrummet och drar erfarenhet och information från operatörerna som arbetar där.

- **Uppgiftsanalys**

Tillskillnad från situationsanalysen där man analyserar beteende aspekter i förhållande till ett arbetssystem, utgår uppgiftsanalysen från en granskande process där specifika beteenden analyseras som krävs för att utföra ett visst arbete med en viss utrustning. Uppgiftsanalysen anses viktig då den ligger till grund för bemanning och utbildning som krävs för att utföra specifika uppgifter.

- **Fel tolerant system**

Då fel p.g.a. mänskliga felhandlingar inte helt och hållet kan undvikas bör systemet designas på så sätt att det i största möjliga mån kan ta hand om dessa fel.

- **Säkerställ deltagande av slutanvändare**

Här vill man säkerställa ett deltagande av de personer, i detta fall kontrollrumsoperatörerna, som i daglig drift använder sig av systemet. Deras erfarenhet av arbete i kontrollrum ger en väldigt värdefull information och bör tas tillvara genom hela designprocessen. Detta kommer även att forma en känsla av "ägarskap" hos operatören vilket har stor betydelse i det dagliga säkerhetsarbetet.

- **Tvärsektoriellt designteam**

Inklusive slutanvändare, både erfarna och nyrekryterade, bör designteamet bestå av en kombination av erfarenhet och kunskap från olika sektorer. Arkitekter, ergonomer, systemtekniker, industridesigners, etc. bör vara representerade och uppmuntras till samarbete.



Viktigt är också att säkerställa att alla deltagarna i projektet kan vara tillgängliga under hela projektets gång och dess deltagande bör specificeras redan i uppstarten av projektet.

- **Dokumentation**

Intern dokumentation som reflekterar den ergonomiska designbasen för projektet bör upprätthållas och uppdateras när en ändring sker. En lämplig procedur bör även utvecklas för denna process.

**Del 2-7 av ISO 11064** går mer in i detalj vad gäller layout, arrangering av kontrollfunktioner, layout av arbetsplatsen, kontrollpaneler/display, miljökrav och principer för att evaluera kontrollrummet.

#### **4.2.4 Starka gemensamma nämnare**

Gemensamt för all dokumentation som tas upp i denna rapport är att den belyser vikten av att utföra funktions analyser samt allokering av dessa funktioner, uppgiftsanalyser och jobbanalyser. Man utgår från samma perspektiv och bakgrund till varför detta är viktigt men standarderna skiljer sig i omfattningen kring diskussionerna.

På liknande sätt utgår dokumentationen från samma perspektiv med hänsyn till validering och verifikation (V&V) av de olika delarna i processen. Ofta beskrivs en mer detaljerad V&V process som följer efter funktionsanalysen. I den avslutande designprocessen beskrivs även en mer detaljerad verifikationsprocess som en del av kvalitetssäkringen för hela projektet.

Med hänsyn till dokumentationsprocesser skiljer sig dokumenten åt. Ingen av dokumenten inkluderar en dokumentation som en princip som skall finnas med i en kontrollrumsfilosofi men att det bör ingå en allmän projektprocedur för att säkerställa att designprocessen går att spåra.

## **5. ERFARENHET MED KONTROLLRUMSFILOSOFI**

Följande kapitel är baserat på erfarenhet som Scandpowers personal har skaffat sig genom sitt arbete med projekt att utveckla och modifiera kontrollrum. Erfarenheten sträcker sig från kontrollrum på plattformar inom oljeindustrin till landbaserade kontrollrum på gasanläggningar. Erfarenhet finns även inom transportsektorn där utformning och verifikationsanalyser av kontrollrum har utförts. Nedan följer en lista på designprinciper som härstammar från den erfarenheten och som vi anser bör inkluderas i en bra kontrollrumsfilosofi.

### **1. Design för att minimera mänskligt felhandlande**

En av de viktigaste principerna för varje kontrollrum är att designa dessa för att minimera mänskligt felhandlande. Huvudfunktionen med ett kontrollrum är ofta att säkerställa en säker och effektiv drift där många operationer är automatiserade och där människan agerar som en sista kontroll för att säkra att dessa operationer går som planerat. Uppgiften för människan är följaktligen att övervaka dessa operationer, utföra vissa operationer och korrigera för fel när de inträffar. För att möjliggöra för detta på mest effektiva sätt måste systemet vara designat på så sätt att det är lätt för människan att förstå vad han/hon skall göra i varje situation, och hur han/hon skall göra. Nödvändig information bör presenteras på bästa möjliga sätt och människan bör ha lättanvända metoder för att interagera med systemen.

### **2. Designa feltoleranta system**

Även om systemet ska vara utformat för att minimera mänskligt felhandlande är det lika viktigt att designa ett system som är tolerant för felhandlande. Orsaken till detta är att hur bra än systemet är designat finns det absolut inga garantier för skydd mot felhandlande. Kontrollrummet bör därför vara utformat på så vis att det kan klara av en viss nivå av mänskligt felhandlande.

### **3. Upprätthålla en iterativ designprocess**

För att designa ett bra kontrollrum är det viktigt att börja designen på ett tidigt stadium där alla detaljer nödvändigtvis inte är kända. Det är viktigt att alla analyser och designarbete är regelbundet uppdaterat med ny information för att säkerställa så bra design som möjligt. Det är även viktigt att uppmärksamma de begränsningar som eventuellt inte tagits hänsyn till i början av designprocessen, som under projektets gång eventuellt kommer fram. Det är därför viktigt att detta reflekteras i all dokumentation.

### **4. Inkludera Human Factors (HF) genom hela kontrollrummets livscykel.**

Med principen om att upprätthålla en iterativ designprocess kommer principen om att inkludera HF genom hela livscykeln av kontrollrummet. Ett av de mest frekventa fel som görs inom ramen för design av kontrollrum idag är att HF-principer inte följs i de två viktigaste stegen av en kontrollrumsdesign; koncept-stadiet av själva kärnkraftverket, kontrollrummet och under själva driften av kontrollrummet. Det första stadiet är väsentligt då det är under denna fas som de allra viktigaste besluten fattas som påverkar kontrollrummets design. Själva driftsfasen är även den väsentlig, då det är först i denna fas som man verkligen vet hur kontrollrummet fungerar.

### **5. Inkludera slutanvändare i designprocess**

En väldigt viktig princip som bör nämnas i alla slags kontrollrumsfilosofier är att designen av kontrollrummet bör utvecklas i samarbete med slutanvändaren, d.v.s. operatören. Operatören som väljs ut för att delta bör väljas ut baserat på dennes erfarenhet av att arbeta i ett kontrollrum med liknande operationer som för det som designas. Operatörerna bör konsulteras och tillföra information till varje analys som kommer att ha betydande information om hur arbetet i ett kontrollrum verkligen utförs.

Hur som helst är det viktigt att operatören noga förklarar i detalj varför denne vill införa vissa aspekter till designen, då Scandpowers erfarenhet har visat att det finns en tendens hos operatörerna att lägga till funktioner som för operatörer vore "skönt att ha", vilka inte alltid kanske är nödvändiga eller kostnadseffektiva. Erfarenhet visar även att människan som användare har en tendens till att anpassa sig till "dålig" design, vilket gör det svårt att få dem att förstå varför den nya designen bör implementeras istället. Detta är speciellt viktigt när man modifierar ett existerande kontrollrum.

## **6. Etablera en HF grupp**

För att säkerställa att principerna för en kontrollrumsfilosofi är inkluderade i designen av kontrollrummet bör en HF grupp etableras. Gruppen bör bestå av arkitekter, ingenjörer, IT-personal, arbetsmiljöexperter och HF-experter för att säkerställa en så god design av kontrollrummet som möjligt. Gruppen bör arbeta utanför den normala arbetsgången och bör ha tillräckligt med auktoritet för att inte nödvändigtvis stoppa designprocessen, men åtminstone kunna ifrågasätta arbetet och uppehålla processen medan ytterligare analyser kan utföras.

## **7. Utför HF analys**

Följande är en lista på vad som av erfarenhet är nödvändiga analyser att genomföra för att säkerställa en säker och effektiv drift av verket. Notera att samtliga analyser bör uppdateras regelbundet.

### **a) Etablera krav och standarder för kontrollrummet**

Att definiera de krav som kontrollrummet måste följa är en av de första uppgifterna i arbetet med kontrollrumsutformning. Kraven bör listas i ett dokument med en detaljerad beskrivning av dem och en förklaring av vad som menas för kontrollrumsdesignen om detta inte ingår i själva kravet. Man måste även fastställa vilka standarder som skall följas. Standarder som nämns i kraven bör utgöra en del av tillämpliga standarder för designen.

En viktig uppgift är att definiera vad huvudsyftet med kontrollrummet är, eftersom detta kommer att vägleda framtida designarbete och arbete i kontrollrummet. Dessutom bör de begränsningar som är självklara och som har identifierats för kontrollrummet i ett tidigare skede i designprocessen fastställas. Vidare är det viktigt att fastställa för vilka personer man skall designa kontrollrummet. Alla människor varierar i storlek och form och det är näst intill omöjligt att anpassa kontrollrummets design så att man på ett säkert och effektivt sätt skall kunna tillgodose dessa behov. Människan skiljer sig även i sin arbetskapacitet, relaterat till vilken typ av erfarenhet och utbildning de har. Det bör dessutom definieras i kraven vilken typ av träning och erfarenhet som krävs av personalen som ska arbeta i kontrollrum.

### **b) Utför en detaljerad erfarenhetsåterföring**

En detaljerad erfarenhetsåterföring bör utföras baserat på besök på kontrollrum som har liknande funktion. Här bör det finnas utrymme för operatörerna i det besökta kontrollrummet att komma med kritik, positiv så väl som negativ, baserat på deras erfarenhet. Den informationen bör därefter ligga till grund för designarbetet för kontrollrummet. Erfarenhetsåterföring skall kunna ge en uppfattning om vem som bör vara närvarande i kontrollrummet och vilken bemanning som behövs för ett liknande kontrollrum. Denna process skall fungera som vägledning för designprocessen men inte som ett absolut krav.

### **c) Etablera andra relevanta filosofier för kontrollrummet**

Kontrollrumsfilosofin bör vara ett överordnat dokument och borde inte innehålla en mängd detaljer. För vissa aspekter inom kontrollrummet är det dock möjligt att etablera

en mer detaljerad filosofi. Dessa bör då utvecklas i ett tidigt skede under designprocessen. Exempel på sådana filosofier är alarmfilosofi, storskärmsfilosofi, skiftarbetsfilosofi etc.

**d) Utför en funktionsanalys med allokering av funktioner**

Det faktum att kontroll rummen övervakas av operatörer kan vara ett problem. Operatören får ofta för att få eller för många operativa uppgifter vilket kan vara svårt att hantera. Detta kan resultera i brist på uppmärksamhet och en brist i att reagera när det är nödvändigt. En funktionsanalys bör utföras för att identifiera alla funktioner kontrollrummet måste ha för att säkerställa en säker och effektiv drift. Därefter bör man se i detalj hur gränssnittet mellan operatör och systemet bör designas. Tidigare fanns principer om att fördela dessa uppgifter mellan operatören och maskinerna. Dessa principer är idag lite förlegade då alla uppgifter till en viss grad är en fördelning mellan operatören och maskiner. Det som fokuseras på i dag är just relationen mellan dessa som är viktigt.

**e) Utför en uppgiftsanalys**

När man utfört en funktionsanalys och dess allokering bör en uppgiftsanalys utföras för att i detalj veta vilka uppgifter som måste utföras av operatören, för att uppnå funktionerna i kontrollrummet. Detta är en viktig del i processen då den utgör en grund till vetskapen om antal operatörer som behövs samt indikerar vilken typ och omfattning av utrustning som kommer att vara nödvändig i kontrollrummet.

**f) Utför en jobb- och arbetsanalys**

Jobb- och arbetsanalysen består av att fördela uppgifter och ansvar mellan operatörerna i kontrollrummet. Dessa analyser kommer även att säkerställa det optimala antalet operatörer i kontrollrummet. Som en del av jobb- och arbetsanalysen bör en arbetsbelastningsanalys utföras för att säkerställa att operatörerna har en optimal arbetsbelastning, vilket kommer att säkra bästa möjliga operatörsprestation. Jobb- och arbetsanalysen bör fungera som en grund till utvecklingen av utbildningsprogram för kontrollrumsoperatörer så att de kan utföra alla relevanta uppgifter som identifierats i uppgiftsanalysen. Jobb- och arbetsanalysen bör dessutom användas som en grund för utvecklingen av procedurer för kontrollrumsoperationer.

**g) Design av kontrollrum**

Kontrollrummet bör utformas baserat på dokumentation och informationen från HF gruppen. Erfarenhet visar dock att detta medför svårigheter eftersom de som arbetar med design ofta redan är anställda och har börjat arbeta långt innan HF gruppen har tillsatts. Viktigt är dock att designen av kontrollrummet regelbundet bör jämföras med de krav som ställs utifrån de analyser som utförs för att säkra att kontrollrummet är utformat enligt kontrollrumsfilosofin. En viktig del i designernas och arkitekternas arbete är att de utformar kontrollrummet i enlighet med kontrollrumsfilosofin men också i enlighet med de krav som verket själv ställer. Gränssnittet mellan kontrollrummet och kontrollrummet för nödlägesberedskap och andra rum eller funktioner måste därför undersökas och analyseras som en del av kontrollrumsanalyserna och bör nämnas i kontrollrumsfilosofin.

**h) Utför detaljerad designanalys**

En detaljerad designanalys bör utföras för presentation av information, layout för utrustning i kontrollrummet och andra relevanta faktorer baserade på analysen nämnd ovan. Den detaljerade analysen bör utvärdera HSI mer i detalj och skall ligga till grund för tränings- och utbildningsprogram och utveckling av procedurer tillsammans med jobb och arbetsanalysen.

**i) Hitta KPIs för kontrollrum**

För att säkerställa kontrollrummets funktioner bör KPI utvecklas som kan mäta kontrollrummets prestation när det är i drift. Dessa KPI bör designas på så sätt att det är enkelt att identifiera områden där modifieringar måste utföras.

**j) Verifikation och validering**

Ett viktigt element att inkludera i kontrollrumsfilosofin är att allt arbete som utförts av HF gruppen bör bli verifierat och validerat av annan personal för att säkra att arbetet inte är präglad av fördomar eller förutfattade meningar och att både arbetet och resultatet överensstämmer med de krav och standarder som är satta för kontrollrumsfilosofin. Dessutom fungerar verifikation och validering av arbetet som en avstämning av arbetet i den iterativa designprocessen då de indikerar vilka delar av arbetet som inte är tillfredställande och där det behöver ändras i designen.

**8. Säkra förstålighet och tillgänglighet av kontrollrumsfilosofin och all successiv kontrollrumsdokumentation**

En viktig princip för dem som konstruerar kontrollrumsfilosofin är att dokumentet, och all successiv dokumentation, bör vara lätt att läsa och förstå. Den bör även vara lättillgänglig för alla involverade i designen, operationen och modifiering av kontrollrummet. Detta är inte en princip som bör inkluderas i själva filosofin, men en filosofi som alla involverade bör arbeta efter.

## **6. PRAKTISK ANVÄNDNING AV KONTROLLRUMSFILOSOFI**

En av de största utmaningarna efter att ha konstruerat en kontrollrumsfilosofi är arbetet med att använda den i det praktiska dagliga arbetet i kontrollrummet. Det är av stor vikt att kontrollrumsfilosofin förblir ett levande dokument som verkar vägledande för den fortsatta förbättringen av kontrollrummet. Nedan följer ett antal rekommendationer om hur filosofin bör användas i de olika stadierna av kontrollrummets livscykel.

### **6.1 Nytt kontrollrum**

Att utveckla en kontrollrumsfilosofi vid ett tidigt konceptstadium är väsentligt. Anledningen är att vid ett tidigt skede i designen fattas det strategiska beslutet angående verkets funktion inkluderat kontrollrummets funktion. När designen är bestämd är det dessutom mycket svårare och dyrare att utföra ändringar i designen. Det har visat sig i andra projekt, när man senare utfört HF analyser som visat att designen inte är tillräckligt bra, vilket resulterat i stora förändringar av kontrollrummet.

En första rekommendation är därför att säkerställa att kontrollrumsfilosofin är utvecklad vid ett tidigt skede i projektet. Dessutom att rekommendation och analyser belysta i filosofin används när man designar kontrollrummet. Det är speciellt viktigt att sätta upp mål för kontrollrummet, identifiera och dokumentera krav, standarder och begränsningar för designen likväl som att utföra en bra erfarenhetsåterföring för att säkra att inga misstag görs som senare kan både bli tidskrävande och kostsamma.

Kontrollrumsfilosofin är ofta strukturerad på så sätt att den skall vägleda designprocessen för kontrollrummet. Det är därför rekommenderat i denna fas att filosofin används som en guide för designen av kontrollrummet samt följer de principer och rekommenderade HF analyser för att säkra en säker och effektiv kontrollrumsdesign.

### **6.2 Drift**

En av de största utmaningarna i filosofin är att hålla dokumentet levande. En av de viktiga principerna som belyses i rapporten är vikten av en iterativ designprocess, vilket betyder att analyserna och resultaten från dessa bör uppdateras kontinuerligt eller när en ändring av designen sker. Detta är även viktigt för den operationella fasen i kontrollrummets livscykel. Kontrollrumsfilosofin med rekommenderade analyser bör därmed uppdateras baserat på resultat hämtade från operationen av kontrollrummet. En av de viktigaste principerna i en kontrollrumsfilosofi är att utveckla KPIs (Key performance indicators), vilka kan definieras som indikatorer på vad som styr ett effektivt arbetssätt.

När kontrollrummet är i drift, bör dessa KPIs användas för att identifiera om kontrollrummets funktioner fungerar på ett säkert och effektivt sätt, eller om ändringar bör ske för att förbättra designen. KPIs kan även användas som baslinje för värdering av kontrollrumsfilosofin. Kontrollrumsfilosofin bör även konsulteras när ändringar utförs på den fundamentala designen av kontrollrummet (d.v.s. målsättningar och begränsningar av kontrollrummet nämnt i kontrollrumsfilosofin). Om dessa ändringar skall utföras bör de rekommendationerna som utformats genom filosofin och dess analyser följas med syfte att utföra modifieringar av kontrollrummet.

### **6.3 Modifiering**

När en modifiering skall utföras kan den rekommenderade designsekvensen från kontrollrumsfilosofin användas. Modifikationen kan utföras antingen som en uppdatering av existerande analyser (som möjliggörs när det finns en kontrollrumsfilosofi och tidigare utförda HF analyser) eller som en "ny" modifikation (där inga existerande dokument finns och där dessa måste utvecklas). Den största fördelen med att ha en kontrollrumsfilosofi med dess principer från konceptdesign stadiet är att det blir en kontinuerlig bevakning av till exempel KPI:s som kan indikera om kontrollrummet fungerar som det skall och om en modifiering är nödvändig. Om en modifiering är nödvändig kan detta baseras på tidigare utfört arbete, vilket betyder att omfattningen av arbetet och kostnaden för detta sannolikt kommer att bli mindre.

### **6.4 Sammanfattande kommentar**

Den främsta rekommendationen när det gäller praktisk användning av kontrollrumsfilosofin är att dokumentet bör uppdateras kontinuerligt samtidigt som den bör vara tillräckligt överordnad. Det bör även finnas rekommendationer om hur mänskliga faktorer kan bevakas under hela verkets livscykel för att säkra att kontrollrummet fungerar så väl som möjligt och i överensstämmelse med den målsättning som finns för kontrollrumsfilosofin.

## 7. PRINCIPER FÖR KONTROLLRUMSFILOSOFI

### 7.1 Utformning av kontrollrumsfilosofi

En kontrollrumsfilosofi bör definiera vad kontrollrumsfilosofin är och för vilka kontrollrum och anläggningar den gäller

Kontrollrumsfilosofin bör vara skriven så att den är lätt att läsa och förstå, även för användare som inte är direkt insatta i författarprocessen. Kontrollrumsfilosofin bör dessutom vara lättillgänglig för samtliga användare och för operatörer som arbetar i kontrollrummet när det är i drift.

### 7.2 Viktiga principer

Baserat på en genomgång av det ovan nämnda dokumenten presenteras ett urval av principer som beskrivs i de olika dokumenten och punkter som anses viktiga utifrån författarnas perspektiv.

Principer och metoder		Källa	Kapitel
Definiera målet med kontrollrummet	Detta inkluderar mål för kontrollrummet och mål för designen av kontrollrummet	IEC 60964	kap 2.1
Lista HF och ergonomiska principer som skall följas	Människan i centrum genom hela design processen	IEC 60964	kap 2.5
		ISO 11064	kap 4.2
	Designa för att minimera mänskligt felhandlande	ISO 11064	kap 4.2
	Designa feltoleranta system	ISO 11064	kap 4.7
	Tillgodose HF genom hela kontrollrummets livscykel	SRM <sup>1</sup>	-
	Utför en iterativ designprocess	ISO 11064	kap 4.4
	Designa kontrollrummet för användning i alla operationella tillstånd	IEC 60964	kap 2.1
	Designa för framtida expansion	IEC 60964	-
	Definiera KPI för kontrollrummet	SRM	-
	Forma en multidisciplinär HF grupp som inkluderar operatörer	ISO 11064	kap 4.8 kap 4.9
Utför HF analyser	SRM	se kap 6, punkt 7 i ovan rapport	

<sup>1</sup> Viktiga punkter baserat på Scandpowers erfarenhet se kap 6



<b>Principer och metoder</b>		<b>Källa</b>	<b>Kapitel</b>
	Identifiera och dokumentera krav, standarder som skall följas, användargrupp och begränsningar för kontrollrummet	ISO 11064	kap 6.2
	Utveckla övriga filosofier	SRM	-
	Funktionsanalys och allokering	NUREG 0711	kap 4
		IEC 60964	kap 3.1
	Uppgiftsanalys	NUREG 0711	kap 5
		ISO 11064	kap 4.6
	Jobb- och arbetsanalys inkluderat allokering av ansvar och därefter procedurer och tränings- och utvecklingsprogram	IEC 60964	kap 3.5
		ISO 11064	kap 7.5
	Kontrollrumsdesign inkluderat gränssnitt till andra kontrollrum/funktioner	IEC 60964 ISO 11064	kap 2.7 kap 6.1
	Mänsklig tillförlitlighetsanalys	NUREG 0711	kap 7
	Utforma kontrollrumsdesign baserat på ett definierat informations- och kontrollkoncept	SRM	-
	Validering och verifikation	NUREG 0711	kap 11
		IEC 60964	kap 5.1
		ISO 11064	kap 5

## 8. SAMMANFATTNING

Sammanfattningsvis behandlar rapporten principer för utformning av en kontrollrumsfilosofi för att få underlag till förbättringar och fördjupande kunskaper inom området. Rapporten har arbetats fram baserat på en dokumentanalys av kravställande, andra vägledande dokument och praktisk erfarenhet från arbete inom olika högrisk industrier med design, modifieringar och utvärderingar av kontrollrum. Viktiga principer har tagit fram som förslag till vad en bra kontrollrumsfilosofi bör inkludera. Många av dessa överensstämmer med dem som belyses av bransch specifika kravställande dokument. I tillägg till dessa principer betonas vikten av att utveckla s.k. KPIs, vilka definieras som indikatorer på ett effektivt arbetssätt. Vidare noteras vikten av att kontinuerligt uppdatera kontrollrumsfilosofin i utmaningen om att hålla filosofin som ett levande dokument. Slutligen rekommenderas det fundamentala att kontrollrumsfilosofin skall vara lättillgänglig för alla användare skriven på ett lätt och enkelt språk.

Efter att ha tagit del av internationella standarder avseende arbete i kontroll rum kan det konstateras att samtliga standarder utgår ifrån samma perspektiv. Viktiga likheter och delade principer framgår vilket också tyder på att de i grunden utvecklats utifrån samma dokument. Det kan även fastslås att de i standarderna inte framgår eller definieras vad en kontrollrumsfilosofi är. ISO 11064 rekommenderar att man arbetar efter en filosofi men lämnar därefter läsaren till att själv tolka vad en kontrollrumsfilosofi är, vad den skall inkludera och hur man skall jobba med den i det dagliga arbetet. Det finns heller ingen referens till ett dokument som beskriver detta. De är även svårt att jämföra de olika standarderna då samma begrepp eller till exempel analysmetod kan innehålla olika delar i olika omfattning.

Det bör framhållas att begreppet kontrollrumsfilosofi som sådant är omdiskuterat och kan uppfattas av många som abstrakt. Det är dock viktigt att understryka att det är synsättet och innehållet till principerna som är viktiga i det dagliga arbetet i ett kontrollrum. Ett gemensamt dokument för kärnkraften i Sverige med arbetssätt och principer för arbete i kontrollrum kan värderas som en bra utgångspunkt för ett förbättrat arbete i kontrollrum.

## REFERENSER

Design for control rooms of nuclear power plants (IEC 60964). Genève, Switzerland: International Electrotechnical Commission 1989.

Ergonomic design of control centres (ISO 11064). Geneva, Switzerland: International Standards Organization 2000.

Ergonomic principles in the design of work systems (ISO 6385). Genève, Switzerland: International Standards Organization 2004.

Human Factors Engineering Program Review Model (NUREG-0711, Rev. 2). U.S. Nuclear Regulatory Commission 2004.

The standard for Enterprise Business Intelligence, hämtad 2005-12-12 på [www.informaitonbuilders.com](http://www.informaitonbuilders.com)

Kvalem, J., Haugset, K., and Öwre, F. The simulator-based Halden man-machine laboratory (HAMMLAB) and its application in human factors studies. OECD Halden Reactor Project, Institute for Energy Technology, Norway 2000.

Nuclear power plants - Main control room design - A review of the application of IEC 60964 (IEC 62247). Genève, Switzerland: International Electrotechnical Commission 2003.

[www.ski.se](http://www.ski.se)

**STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION**  
Swedish Nuclear Power Inspectorate

**POST/POSTAL ADDRESS** SE-106 58 Stockholm

**BESÖK/OFFICE** Klarabergsviadukten 90

**TELEFON/TELEPHONE** +46 (0)8 698 84 00

**TELEFAX** +46 (0)8 661 90 86

**E-POST/E-MAIL** [ski@ski.se](mailto:ski@ski.se)