



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Niclas Grahn

Forskning

# 2013:25

Anpassning av utbildning till följd  
av anläggningsförändringar



## SSM perspektiv

### Bakgrund

För att behålla en hög säkerhet uppdateras svensk kärnkraft kontinuerligt avseende utrustning och arbetssätt. Moderniseringar och uppgraderingar av de svenska kärnkraftverken innebär i vissa fall ändringar med påverkan på kontrollrum och operatörernas arbetsförhållanden. I samband med förändringar i anläggningen eller anläggningens körsätt är det av stor vikt att de som arbetar med driften är uppdaterade. Operatörerna måste ha kompetens om anläggningens aktuella utformning och hur anläggningen ska köras. SSM behöver veta vilken förmåga som finns hos driftorganisationen att omsätta dessa förändringar på ett sådant sätt att driftpersonalens kompetens bibehålls eller ökas.

### Syfte

Studien är beställd för att ge SSM bättre kännedom om de risker och kritiska moment som finns hos de verktyg som används för att säkerställa att driftpersonalens kompetens uppdateras till följd av förändringar i anläggningen.

### Resultat

Studien baseras på dokumentstudier och intervjuer av personer inom kärnkraftindustrin men även med motsvarande roller inom flyg, petrokemi och massaindustri. De intervjuade har nyckelroller inom simulatorträningen i respektive industri. Inom kärnkraften har personer från ett verk samt från verkens gemensamma utbildningsorganisation intervjuats. De undersökta branscherna ser alla nyttan av att använda olika typer av simulatorer i utbildning och återträning. Gemensamt är också utmaningen att hålla simulatorer och utbildningar både aktuella och relevanta.

Föreliggande studie visar att svensk kärnkraft i sin kompetenssäkring av driftpersonal använder sig av IAEA:s SAT-modell (Systematic Approach to Training). En av rapportens slutsatser är att kommunikationen mellan driften och utbildarna är av stor betydelse för hur väl modellen fungerar. Rapporten pekar på att modellen behöver formella kommunikationsvägar men för att fungera väl och få ett helhetsperspektiv behöver det finnas engagerade individer, hos såväl driftpersonal som hos utbildare, som är väl insatta i arbetsuppgifterna och anläggningen. För att de som tränas ska känna förtroende för utbildningen är det dessutom viktigt att de som leder utbildningen har relevant drifterfarenhet. Inom flyget finns ett examinersförfarande där den som examinerar själv har aktuell erfarenhet av samma arbetsuppgifter men är oberoende från den som ska examineras.

Rapporten drar slutsatsen att utvärdering har en central roll i modellen. Utvärdering bidrar till att optimera modellen men utgör i viss mån också en förutsättning för elevernas förtroende för modellen. För att modellen ska nå full verkan när den används måste både organisationen och eleverna känna förtroende för modellen samt hur den används. Om organisationen upplever att användandet av modellen är ineffektivt riskerar säkerhetsarbetet att suboptimeras.

SSM har användning av rapportens resultat i sin tillsyn av hur kärnkraftverken generellt arbetar med sin kompetenssäkring och hur man arbetar med SAT-metoden. Bland annat avseende fördelning av ansvar och resurser, samt hur man utvärderar att utbildningen är tillräcklig.

#### **Behov av ytterligare forskning**

Slutsatserna i föreliggande rapport grundar sig på den metod (SAT) som används av samtliga svenska kärnkraftverk och deras gemensamma utbildningsorganisation. Resultaten pekar på att vissa moment har särskilt stor betydelse för metodens effektivitet. Med detta som utgångspunkt kan det vara intressant att närmare undersöka möjligheten till att införa stöd för att säkerställa att dessa moment genomförs på ett bra sätt.

Fortsatt forskning behöver undersöka om en anpassning av metoden till svenska förhållanden leder till ett mer effektivt användande.

På senare tid har det framkommit kritik mot att utbildning enligt SAT-modellen är för formaliserad, samt att instruktörerna inte alltid själva har aktuell drifterfarenhet. Forskning kan visa om det kan vara relevant att inom svensk kärnkraft ha en befattningsutbildning med diverse ämnesexperter, där driftpersonalen tillgodogör sig kunskap; samt ett examineringsförfarande där driftpersonalen prövas i sin yrkesroll.

Av rapporten framkommer att simulatorer används på annat sätt i andra branscher, både avseende träning och examinering. Ytterligare forskning behöver undersöka i vilken mån en utökad simulatoranvändning inom kärnkraften kan öka driftpersonalens förmåga och därmed säkerheten. Inom svensk kärnkraft har man med dagens upplägg simulatorträning fyra till fem dagar vid två tillfällen per år. När simulatorerna nu finns lokalt tillgängliga är det rimligt att se om det finns grund för att omvärdera upplägget. Hur påverkas till exempel operatörernas kompetens av att ha en dags simulatorträning inför varje skiftperiod?

#### **Projektinformation**

Kontaktperson SSM: Johan Enkvist

Referens: SSM2012-1720



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Niclas Grahn  
ÅF-Infrastructure AB, Stockholm

# 2013:25

Anpassning av utbildning till följd  
av anläggningsförändringar

Datum: December 2012

Rapportnummer: 2013:25 ISSN:2000-0456

Tillgänglig på [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se)

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

# Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Summary in English</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Bakgrund och syfte</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Frågeställningar</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Metod och avgränsningar</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 Avgränsningar.....	12
3.2.2 Datainsamling .....	13
<b>3.3 Rapportens upplägg</b> .....	<b>15</b>
<b>4. Rekommendationer från IAEA</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1 Simulatorer i utbildning</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2 Rekommendationer kring simulatorträning</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3 Systematic Approach to Training (SAT)</b> .....	<b>20</b>
<b>5. Simulatorträning och utbildning av kontrollrumspersonal i andra branscher</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1 Simulatorträning av flygledningspersonal</b> .....	<b>27</b>
5.1.1 Grundutbildning .....	28
5.1.2 Återträning .....	30
5.1.3 Bedömning hos Entry Point North .....	31
5.1.4 Bedömning hos kontrollcentralerna.....	32
5.1.5 Anläggningsändringar med påverkan på utbildning .....	34
5.1.6 Moderniseringsprojekt av flygledarsystemet .....	35
<b>5.2 Metso</b> .....	<b>36</b>
5.2.1 Simulatorer.....	36
5.2.2 Utbildning och lärande.....	37
5.2.3 Användningsområden.....	38
5.2.4 Återträning .....	39
5.2.5 Förändringar kring och hos anläggningen.....	39
5.2.6 Bedömning/validering .....	40
5.2.7 Fördelar och utmaningar .....	40
<b>5.3 Simulatorträning av kontrollrumspersonal vid en petrokemisk industri</b> .....	<b>41</b>
5.3.1 Anläggningen .....	41
5.3.2 Moderniseringsprojektet .....	42
5.3.3 Kontrollrumsarbetet/Systemmiljö.....	42
5.3.4 Simulatoren.....	43
5.3.5 Utbildning och simulatoranvändning .....	44
5.3.6 Grund- och återträning.....	45
5.3.7 Användningsområden.....	46
5.3.8 Ändringar i anläggningen med påverkan på utbildning .....	46
5.3.9 Gränssnittsändringar .....	47
5.3.10 Utvärdering/Bedömning .....	47
5.3.11 Styrkor och risker.....	48
<b>6. Utbildning och bedömning av kontrollrumspersonal vid ett svenskt kärnkraftverk</b> .....	<b>51</b>
<b>6.1 Ansvariga roller</b> .....	<b>51</b>
<b>6.2 Simulatoranvändning</b> .....	<b>52</b>
6.2.1 Simulatorträning.....	52
<b>6.3 SAT-arbetet</b> .....	<b>53</b>
6.3.1 Åsikter från intervjuer.....	54
<b>6.4 Befattningsutbildningen</b> .....	<b>55</b>

<b>6.5 Återkommande repetitionsutbildning .....</b>	<b>56</b>
6.5.1 Träningsblocket .....	57
6.5.2 Utvärderingsblock .....	58
6.5.3 Återkopplingsblocket.....	59
6.5.4 Årlig individuell kompetensprövning .....	59
<b>6.6 Bedömningsunderlag vid återträningen .....</b>	<b>60</b>
6.6.1 Åsikter från intervjuer.....	62
<b>6.7 Utbildarnas kompetenssäkring .....</b>	<b>62</b>
6.7.1 Åsikter från intervjuer.....	63
<b>6.8 Trender i utbildningen.....</b>	<b>63</b>
6.8.1 Felförebyggande metoder .....	64
6.8.2 Åsikter från intervjuer.....	66
<b>6.9 Utmaningar .....</b>	<b>66</b>
6.9.1 Skillnader verklighet vs. simulator .....	67
<b>6.10 Effektmätning av utbildning .....</b>	<b>67</b>
6.10.1 Åsikter från intervjuer.....	69
<b>7. Förändringar med simulator- och utbildningspåverkan .....</b>	<b>71</b>
<b>7.1 Anläggningsändringar .....</b>	<b>71</b>
7.1.1 Arbetsgång och kommunikation gällande anläggningsändringar med utbildningsorganisationen .....	71
7.1.2 Simulatorändringsprocessen hos utbildningsorganisationen....	73
7.1.3 Utbildningsändringsprocessen hos utbildningsorganisationen.	74
7.1.4 Ändringar direkt kopplade till kontrollrummet .....	74
7.1.5 En egenutvecklade roll .....	75
<b>7.2 Verksdokumentationsändringar .....</b>	<b>76</b>
7.2.1 Verifiering och validering av ändringarna .....	76
<b>7.3 Erfarenhetsåterföring.....</b>	<b>77</b>
7.3.1 Åsikter från intervjuer.....	78
<b>8. Moderniseringar.....</b>	<b>81</b>
<b>8.1 Det stora anläggningsändringsprojektet .....</b>	<b>81</b>
8.1.1 Åsikter från intervjuer.....	82
<b>9. Analys och slutsatser.....</b>	<b>85</b>
<b>9.1 Sammanfattning av förutsättningar.....</b>	<b>85</b>
<b>9.2 Informations- och kommunikationsutbyte .....</b>	<b>86</b>
9.2.1 Förändringstakt och -grad .....	88
9.2.2 Förutsättningar.....	89
<b>9.3 Analyssteget .....</b>	<b>91</b>
9.3.1 Förutsättningar.....	91
<b>9.4 Design- och utvecklingssteget .....</b>	<b>93</b>
9.4.1 Kompetenssäkring av utbildningspersonal.....	93
9.4.2 Resurser .....	94
9.4.3 Förutsättningar.....	95
<b>9.5 Implementerings- och utvärderingssteget .....</b>	<b>98</b>
9.5.1 Bedömning.....	98
9.5.2 Felförebyggande metoder .....	99
9.5.3 Återkoppling under det vardagliga arbetet .....	100
9.5.4 Kontaktperson och inlåning av verkspersonal.....	100
9.5.5 Effektmätning .....	100
9.5.6 Förutsättningar.....	101
<b>9.6 Slutsatser.....</b>	<b>103</b>
<b>9.7 Sammanfattning av frågeställningarna .....</b>	<b>105</b>
9.7.1 Vidare forskning.....	107
<b>10. Referenslista .....</b>	<b>109</b>
<b>11. Tack.....</b>	<b>111</b>



# 1. Sammanfattning

Hos de svenska kärnkraftverken genomförs förändringar och moderniseringar av anläggningarna. Förändringarnas art rör i huvudsak effekthöjningar, ersättning av föråldrade komponenter/system eller moderniseringar av kontrollrummen. Omfattningen av dessa förändringsprojekt kan vara både stora och mindre och handlar ofta om att införa ny teknik. Oavsett omfattning av förändringarna så godkänner SSM inte någon ändring som negativt kan påverka säkerhetsnivån hos verket. Denna säkerhetsnivå är i sin tur beroende av att berörd personal kompetenssäkras avseende förändringens konsekvenser.

Denna rapportens syfte har varit att analysera hur simulatorträning bör anpassas efter förändringar i utrustning, informationshantering, larm och arbetssätt så att utbildning och återträning samt bedömning blir relevant. Detta har i sin tur gjorts genom att kartlägga och undersöka hur ett svenskt kärnkraftverk anpassat utbildning och simulatorträning till olika förändringar och moderniseringar i anläggningen, samt validerat att utbildningen ger operatörerna den kunskap de behöver. Uppdraget har också haft som syfte att se hur andra liknande verksamheter använder utbildning och simulatorträning för att kompetenssäkra sin personal vid anläggningsändringar. Rapporten utmynnar i de förutsättningar som bedöms vara viktiga för att utbildning och återträning samt bedömning blir relevant.

Studien har genomförts via en serie av intervjuer hos det undersökta verket och den separata utbildningsorganisation som utbildar verkspersonalen. De som intervjuats har varit personer som på olika sätt har varit inblandade i arbetsgången med anläggningsändringar och dess påverkan på utbildning. Även relevant dokumentation från verket och utbildningsorganisationen har studerats. För att kunna dra generaliserbara slutsatser har studieobjektet studerats utifrån IAEA:s allmänna rekommendationer kring utbildning och simulatorträning, och i synnerhet den av IAEA föreslagna arbetsmetoden för att kontinuerligt arbeta med att utveckla utbildning och simulatorträning till förändrade kompetensbehov och anläggningsändringar (IAEA, 1998). Denna arbetsmetod kallas Systematic Approach to Training (SAT) och innefattar fem olika delar (analys, design, utveckling, implementering, utvärdering). SAT-metoden har analyserats genom att se hur det undersökta verket och utbildningsorganisationen arbetat med denna metod för att anpassa utbildningen till förändringar på verket.

I undersökningen av andra branscher har tre verksamhetsområden valts ut. Dessa är flygledning, simulatorutveckling och petrokemisk processindustri. Hos dessa verksamheter har personer intervjuats avseende hur de arbetar med anpassning av utbildning och simulatorträning som en följd av förändringar i anläggningsmiljön.

Resultatet av studien visar på att simulatorträning och hantering av anpassning av utbildningen till anläggningsförändringar har liknande utmaningar oavsett bransch. Skillnader finns i hur arbetet är organiserat, hur simulatören används, hur mycket tid och resurser som läggs på utbildning och simulatorträning samt hur valideringen av utbildningen går till. Användandet av simulatorer i utbildningssyfte ses av alla intervjuade som en avgörande del i att säkerställa att kompetens och säkerheten höjs i respektive verksamhet.

Undersökningen av det svenska kärnkraftverket och av utbildningsorganisationen visar att dessa har anpassat sin utbildning för att möta förändringar i verksamheten. Konkreta anpassningar innefattar bland annat införande av attityd- och beteendeariktade arbetssätt och metoder (felförebyggande metoder), att utse kontaktmän från

utbildningsorganisationen för varje skiftlag samt att under simulatorträningen lägga något mindre vikt vid svåra haverier/designolyckor och något mer vikt vid störd drift och problemlösning.

Det undersökta verket och utbildningsorganisationen använder SAT-metoden för att omhänderta och omvandla förändringar i anläggningen till utbildning. För att fånga upp förändringar som kommer från anläggningsändringar, verksdokumentation och från erfarenhetsåterföringar finns framtagna arbetsprocesser. SAT-metoden uppfattas som en noggrann och kvalitetshöjande arbetsmetod gällande utbildningens relevans och aktualitet.

Verket och utbildningsorganisationen har nyligen tagit fram både ett nytt bedömningsunderlag för återträning samt en effektutvärdering av utbildningen. Dessa båda insatser handlar om SAT-metodens implementerings- samt utvärderingsdel och visar att verket och utbildningsorganisationen kontinuerligt arbetar med förbättringar och utveckling av SAT-arbetet parterna emellan. Utbildningsorganisationen har även börjat att ”låna” in verkspersonal vid behov i framtagandet av utbildning. Att parterna vidare vill stärka arbetet med SAT-metoden har också framkommit.

En av rapportens slutsatser är att kommunikation mellan de involverade parterna i SAT-metoden är av stor betydelse för hur väl arbetsmetoden fungerar. Det är dock viktigt att de formella kommunikationsvägarna enligt SAT-metoden kompletteras med mer informella kommunikationskanaler, för att effektivisera informationsutbytet vid förändringar i anläggningen. En annan slutsats är att SAT-metoden på grund av dess omfattning är resurskrävande och beroende av att personerna som arbetar med metoden är väl förtrogna med den. Det är därför viktigt att tillräckligt med resurser och tid tillsätts i arbetet med SAT-metoden. En annan sak värd att beakta är att moderniseringar och förändringar kan behöva ta hänsyn till utbildningsorganisationens och metodens kapacitet.

En sista slutsats är att SAT-arbetet i sig är en pågående arbetsprocess där det alltid finns möjligheter att utveckla metodens tillämpningar än mer. Detta för att bättre kunna anpassa utbildning till de krav och förutsättningar som moderniseringar och förändringar på verket ställer. Detta pekar på att ett viktigt verktyg för att omhänderta detta är att SAT-arbetets utvärderingsdel ses som central i arbetsprocessen. Eftersom SAT-metoden är förhållandevis tidskrävande bör man i utvecklingen av metoden också utforska möjligheter att optimera och effektivisera den (utan att kvaliteten försämras), så att den inte riskerar att bli en begränsande flaskhals för ändringstakten. Eftersom de flesta ändringar har som syfte att öka säkerheten, riskerar metoden i annat fall att innebära en suboptimering av säkerhetsarbetet på kärnkraftverken.

Några av de viktigaste förutsättningarna som krävs i SAT-metodens olika delar för att arbetet med detta ska fungera har visat sig vara att:

- Arbeta systematiskt
- Ha ett helhetsgrepp
- Hålla arbetsuppgifts- och kompetensanalyser uppdaterade
- Tydliggöra ansvar, roller och ledarskap
- Tillse hög kompetens hos de som arbetar med SAT-arbetet
- Ha god kommunikation mellan utbildnings- och driftorganisation
- Involvera många parter tidigt och ha ett nära samarbete
- Ha engagerade, duktiga och ansvarsfulla medarbetare
- Tillräckligt med tid och resurser allokeras

En genomgående viktig förutsättning som identifierats hos samtliga branscher som undersökts är att de som utbildas har förtroende för den som leder utbildningen. Detta uppnås bäst genom någon form av växeljänstgöring, eller annat sätt som får utbildarna att hålla sig á jour med driften.



## 2. Summary in English

Swedish nuclear power plants are undertaking modification and modernisation work. The nature of these modifications mainly relates to power uprates, replacement of old components or systems and modernisation of control rooms. The scope of these modification projects may be large or small; often, they involve implementing new technology. Regardless of the scope of the modifications, SSM does not approve any that can have a negative impact on the level of safety of a plant. This level of safety is influenced by how well personnel training is adapted to the change or modification.

The purpose of this report was to provide an analysis on how simulator training should be adapted to changes in equipment, information management, annunciator systems and work practices so as to make training, retraining and assessments relevant. This has been accomplished by surveying and investigating how a Swedish nuclear power plant has adapted its training and simulator training programmes to various modifications, changes and modernisation work at the facility, while also validating that this training provides the operators with the skills they need. The study also had the purpose of looking into how other, similar operations make use of training and simulator training to ensure that personnel have the requisite competence in pace with plant modifications. This report describes the prerequisites deemed as crucial for achieving relevant training, retraining and assessments.

The study was conducted in the form of a series of interviews at the plant in question and the separate training organisation for plant personnel. The interviewees were in different ways involved in the work process of plant modifications and their impact on training programmes. Relevant documentation from this plant and the training organisation were also studied. To make it possible to draw generally applicable conclusions, the object of the study was looked into on the basis of the IAEA's general recommendations on training and simulator training, in particular, the working method proposed by the IAEA for ongoing work to develop training and simulator training programmes in pace with changed competence profiles and plant modifications. This way of working is called "Systematic Approach to Training" (SAT) and encompasses five different components (analysis, design, development, implementation and evaluation). The SAT method has been analysed by looking into how the plant and training organisation work with this method in order to adapt the training to modifications at this plant.

Three types of operations were chosen from the survey of other industries: air traffic control, simulator development and the petrochemical process industry. Here, persons were interviewed on their work to adapt training and simulator training as a result of changes to the facility environment.

The findings of the study show that simulator training and management of work to adapt training to modifications at facilities have similar challenges regardless of the industry. Different industries have different ways of organising their work, using simulators, investing time and resources in training and simulator training as well as validating training programmes. However, using simulators for training purposes is considered by all the interviewees to be a crucial part of ensuring that the level of competence and safety is raised in the respective operation.

The investigation into the Swedish nuclear power plant and the training organisation shows that they have adapted their training in order to stay in pace with changes to their tasks and organisation. Tangible adaptations for instance include introducing

work procedures and methods focusing on attitudes and behaviour (error prevention methods), appointing contact persons from the training organisation for each work shift, as well as, during simulator training, having slightly less emphasis on severe accidents and design accidents and more emphasis on disturbed normal operation and problem-solving.

The plant and training organisation studied use the SAT method to identify changes in the plant and translate them into operator training. Work processes have been established in order to capture changes originating from plant modifications, plant documentation and operational experience. The SAT method is viewed as a thorough and standard-raising working method for keeping the training relevant and up to date.

The plant and training organisation have recently produced new materials for assessing retraining as well as evaluating the effect of the programme in question. Both these initiatives relate to the SAT method's implementation and evaluation component and demonstrate that the plant and training organisation work continually to improve and develop the SAT collaboration between the parties. The training organisation has also started to 'borrow' plant personnel as necessary for development of training programmes. Moreover, it has also been shown that the parties wish to ramp up their work using the SAT method.

One of the report's conclusions is that communication between the parties involved in the SAT method is of great significance for the effectiveness of the working method. However, it is crucial for the formal paths of communication in accordance with the SAT method to be supplemented by relatively informal channels of communication to render the exchange of information more effective in connection with plant modifications. An additional conclusion is that the SAT method, due to its scope, is resource-intensive and dependent on people who are skilled at using the method. Because of this, it is important to invest sufficient resources and time when working with the SAT method. Another aspect worth considering is that modernisation work and modifications need to take into account the capacity of both the training organisation and the method.

A final conclusion is that the SAT work, in itself, is an ongoing work process where there is always potential for further development of the method's areas of application. The aim of this process is to better adapt training to the requirements and prerequisites imposed by plant modernisation work and modifications. This situation suggests that an important tool for managing this process is viewing the SAT work's evaluation component as key to the work process. Since the SAT method is relatively time consuming, one should, when developing the method, also investigate opportunities to optimise and streamline it (without sacrificing quality) so that it does not risk becoming a bottleneck for the rate of change. As most changes have the aim of increasing the level of safety, the method otherwise risks implying sub-optimisation of safety work at the nuclear power plants.

Some of the most important prerequisites for the different components of the SAT method for ensuring effective performance of this work have been demonstrated to be:

- Working systematically
- Having a holistic perspective
- Keeping analyses of tasks and competencies up to date
- Defining responsibilities, roles and leadership

- Ensuring a high level of expertise among those working with SAT
- Maintaining good communication between the training and operating organisations
- Involving many parties at an early stage and having close collaboration
- Having driven, skilled and responsible coworkers
- Allocating sufficient time and resources

A recurring key prerequisite identified by all the industries studied is all training participants having confidence in the instructor. This is best achieved through some kind of alternating duty, or some other means enabling the instructors to keep up to date with operations.





### 3. Bakgrund och syfte

Den svenska kärnkraftsindustrin består av anläggningar med tillhörande system och kringutrustning som kontinuerligt uppdateras och modifieras. Vartefter att säkerhetskraven har stärkts och att anläggningarna åldras så har Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) sett en ökning av antalet anläggningsändringar och moderniseringar. Dessa förändringar kan vara av mindre omfattning, såsom att byta ut en enskild komponent, samt av större omfattning såsom att byta ut ett helt styrsystem. Det handlar i båda fallen om att införa ny teknik.

Vid moderniseringar, uppgraderingar och andra typer av anläggningsändringar så kan arbetssätt och situationer komma att ändras. Bland annat Savioja, Norros och Salo (2008) har visat en rad områden som påverkas av utvecklingen från mer analog-manuella kontrollrum till mer datoriserade och bildskärmsbaserade. En viktig aspekt av detta är att operatörernas mentala modeller av processen förändras vid en större förändring eftersom själva representationen av processen med hjälp av grafik, symboler, värden och annan information kan skilja sig från hur detta presenterades tidigare.

Ett exempel på det är att det i moderna kontrollrum visas en helhetsbild över processen på digitala storbildskärmar vilka är flexibla, högupplösta och kan situationsanpassas efter behov. Storbildsskärmar har fördelen att de blir till kontinuerliga referenspunkter (koordination) för hela arbetslaget där varje individ snabbt kan få en överblick över processtatusen (samtidigt som man hanterar andra uppgifter).

Införandet av ny teknik kan innebära att arbetslag och operatörer erhåller nya förmågor men också att komplexiteten i systemet samtidigt ökar eftersom det blir ännu svårare att överblicka och förstå systemets alla interna och externa kopplingar, beroenden och interaktioner. Då tillbud, incidenter eller olyckor inträffar kan bakomliggande orsaker vara svårbegripliga eftersom felkällorna snarare kan ses som en samverkan mellan individer, tekniska system, organisationen, arbetssätt, arbetsmiljö och arbetsmål; det vill säga, helheten i det socio-tekniska systemet.

Att på förhand förutse och tackla de konsekvenser som förändringarna resulterar i är en utmaning. En arbetsuppgift kan försvinna eller ändras, en yrkesbefattning kan få utökat ansvar, och hur operatörerna använder ett mer flexibelt och anpassningsbart system för att upprätthålla sina arbetsmål kan skilja sig både individuellt och arbetslagsmässigt.

Enligt SSM:s föreskrifter får ingen anläggningsändring oavsett storlek göras på kärnkraftverken ifall denna inte höjer eller vidmakthåller den tidigare säkerhetsnivån på kärnkraftverket. En nyckelfaktor i att få ett nytt tekniskt system att fungera väl är att involvera användarna i utvecklingen och utbildningen. För att överhuvudtaget kunna använda den nya tekniken måste användarna tillgodogöra sig utbildning som uppdaterar kompetensen. Utbildning som genomförs kopplat till införandet av ny teknikinförning är av stor vikt för hur väl verksamheten kommer att fungera. Ett avgörande steg då uppdateringarna av anläggningen görs är därför att ändringarna även måste implementeras i utbildning och simulatorträning om ett kompetensbehov kopplat till ändringen föreligger. Om kontrollrumsoperatörerna inte har utbildats med hänsyn till detta föreligger en säkerhetsrisk för verksamheten. Utbildning av kontrollrumspersonal är alltså en säkerhetsfråga.

Att genomföra dessa verksamhetsförändringar samtidigt som relevant utbildning måste tas fram som en konsekvens av ändringen, är en stor utmaning för de svenska kärn-

kraftverken. Detta kräver en förmåga att samordna olika delar av verksamheten för att kunna identifiera de delar av befintlig utbildning och simulatorträning som drabbas av en anläggningsändring, samt att förändra dessa så att ändringen omhändertas.

SSM har behov av att öka kunskapen inom detta område, det vill säga hur kärnkraftverkens moderniseringar och uppdateringar av anläggningarna först identifieras som utbildningsbehov och sedan överförs till utbildning och simulatorträning för kontrollrumspersonalen.

Syftet med forskningsuppdraget har varit att analysera hur simulatorträning bör anpassas efter förändringar i utrustning, informationshantering, larm och arbetssätt så att utbildning och återträning samt bedömning blir relevant. Detta har i sin tur gjorts genom att kartlägga och undersöka hur ett svenskt kärnkraftverk arbetar med att kompetenssäkra sin kontrollrumspersonal vid förändringar i anläggningen samt validerar att utbildningen ger operatörerna den kunskap de behöver. Uppdraget har också haft som syfte att se hur andra liknande verksamheter använder utbildning och simulatorträning för att kompetenssäkra sin personal vid anläggningsändringar.

SAT-metoden får vara den modell som utvärderas för att säkerställa förmågan att anpassa utbildning till förändringar på verket. På så sätt kan man förhoppningsvis dra generaliserbara slutsatser från denna rapport, trots att den bara representerar ett stickprov från en verksamhet.

## 3.1 Frågeställningar

Följande frågeställningar behandlas i denna rapport:

- På vilka sätt kan påverkan av utbildning och simulatorträning ske?
- Hur omhändertas utbildningsfrågor vid anläggningsändringar?
- Hur bedöms om en förändring/modernisering har utbildnings- och simulatorpåverkan?
- Hur fångar utbildnings- respektive driftorganisationen upp aktuella och framtida utbildningsbehov hos kontrollrumspersonalen?
- Vilka bedömningsfaktorer och kunskapsområden ses som viktiga för att säkerställa kontrollrumspersonalens kompetens och färdigheter?
- Hur följs utbildningens effekter upp?
- Vilka är de främsta förutsättningarna för att jobba med SAT-metoden?

## 3.2 Metod och avgränsningar

### 3.2.1 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att kartlägga och analysera hanteringen av utbildning och simulatorträning hos kontrollrumspersonalen vid ett svenskt kärnkraftverk. En ytterligare avgränsning är att personal med koppling till ett specifikt block på det gällande kärnkraftverket är de som främst intervjuats. Skälet till valet av detta block har varit att detta har genomgått ett stort moderniseringsprojekt av systemutformningen i kontrollrummet. Under rubrikerna ”åsikter från intervjuer” i beskrivningen av det undersökta verket återges de huvudsakliga intryck som getts under intervjuerna,

vilket självklart kan var färgat av subjektiva bedömningar av de intervjuade personerna. Generaliserbara slutsatser har sedan dragits utifrån intervjuerna, där så bedömts möjligt. Det har inte genomförts några objektiva observationsstudier, utan analysen är baserad på den information som tillhandahållits av de intervjuade personerna. Där åsikter sammanfaller mellan olika intervjuade personer, från olika branscher och roller – får detta ses som ett starkare bevis för en viss slutsats.

För studien av hur andra liknande branscher hanterar utbildning och simulatorträning kopplat till moderniseringar och anläggningsförändringar, har två branscher som använder simulatorträning valts ut. Branscherna är: flygledning, vilket inkluderar utbildningsföretaget Entry Point North och Luftfartsverket; samt en petrokemisk processindustri. Utöver dessa två branscher har även utrustningsleverantören Metso ingått, vilka utvecklar och säljer simulatorer till andra branscher.

## 3.2.2 Datainsamling

### 3.2.2.1 Litteraturgenomgång

En litteratursökning har genomförts på databaserna Google Scholar och Science-Direct. Även publicerade forskningsrapporter av nordisk forskning om kärnsäkerhet (NKS) har sökts igenom. Sökningen har omfattat åren 2000 och framåt. Några av de engelska sökorden har inkluderat enskilt och kombinationer av: simulation; simulator use; simulator training; control room training; training nuclear power plants; control room modernization; systematic approach to training.

Sökningarna resulterade sammantaget i ett hundratal träffar. En stor del handlade om simulatoranvändning i medicinska områden och hanterade inte problematiken med att anpassa dessa efter förändringar i utrustning m.m. De artiklar som redogjorde forskning kring kärnkraftverks simulator/-träning/-användning, samt modernisering av kontrollrum, saknade koppling till denna rapports syfte om att se hur simulatorträning bör anpassas efter förändringar i utrustning, informationshantering, larm och arbetsätt. En slutsats som dras är att det saknas betydande forskning på detta område.

En genomgång har också gjorts av IAEA:s publicerade dokument, guidelines och rekommendationer för utformningen av operatörernas träningsprogram, där simulatorträning ingår. Den centrala delen i detta är den arbetsmetod kring utbildningsframtagning som IAEA rekommenderar tillståndshavare att använda sig av. Metoden kallas Systematic Approach to Training (SAT) och är uppbyggd på forskning och erfarenheter från tillståndshavare.

### 3.2.2.2 Val av metod

SAT-metoden har valts att användas i denna rapport som modell för ett kärnkraftverks förmåga att sin anpassa utbildning till förändringar i sin verksamhet. Det undersökta verket och utbildningsorganisationen ser också själva SAT-metoden som ett verktyg för att just omhänderta förändringar i verksamheten. Tillvägagångssättet i denna rapport har varit att utvärdera SAT-metoden utifrån det undersökta verket och utbildningsorganisationen. Metoden har legat till grund för att särskilt strukturera upp avsnittet kring analysen av studiens resultat samt att betona vilka förutsättningar som ska finnas för att metoden ska kunna användas på ett bra sätt.

### 3.2.2.3 Beskrivning av andra branscher

För att undersöka hur andra branscher arbetar med, och har för erfarenheter av, simulatorträning så har en studie genomförts av tre företag där simulatorträning är en viktig del av verksamheten. Det huvudsakliga underlaget har insamlats via telefonintervjuer och intervjuer på plats. Även information från företagets hemsidor, interna dokument samt kommunikationsmaterial har använts. Avsikten med studien har varit att belysa aspekter, fördelar, lärdomar och utmaningar kring simulatorträning från andra verksamhetsperspektiv än den kärnkrafttekniska.

### 3.2.2.4 Intervjuer

Information för att kartlägga användningen av simulatorträning och hur förändringar i anläggningen fångas upp, har inhämtas genom en rad semistrukturerade intervjuer. Efterkommande frågor har hanteras via mejl eller telefon. De som intervjuats är representanter från kärnkraftverket och från den utbildningsorganisation som tillhandahåller simulatorträning och utbildning för det undersökta verket. Urvalet av personer för intervjuerna har gjorts i samråd med kontaktpersonerna på verket och utbildningsorganisationen. Till viss del har de intervjuade på verket valts utifrån deras tillgänglighet då studien gjorts under en revisionsperiod med hög arbetsbelastning.

Befattningarna på utbildningsorganisationen har omfattat ett urval av personer på högre positioner såväl som på tjänstemannanivå, inklusive utbildare/instruktörer. Totalt har åtta personer intervjuats. De anställda som valts ut har direkt koppling till utbildningen och simulatorträningen på det valda verket – från simulatorutvecklingen, via hanteringen av de faktorer som kan få en utbildnings- och simulatorpåverkan, till själva lärandet i simulatorn. Ett absolut flertal är också tidigare kontrollrumsoperatörer på verket och har därför även kunnat bidra med denna typ av erfarenheter.

Yrkesrollerna som intervjuats på kärnkraftverket täcker följande spektrum av personalen; från de ansvariga för att utbildningsbehov och kompetensutveckling sker, via de befattningar som hanterar anläggningsändringsprocesser och systemutveckling, till driftkontorspersonal och skiftlagschefer som ansvarar för skiftlagets kompetens. Totalt har fem personer intervjuats.

För intervjuerna med företag inom andra branscher så har tre telefonintervjuer samt ett studiebesök med tillhörande semistrukturerad intervju utförts. Tillkommande frågor därefter har hanteras per mejl. Anledningen till de olika intervjumetoderna berodde på tillgänglighet hos intervjuparterna. De intervjuade i dessa branscher var för Entry Point North, Luftfartsverket och Metso chefer inom utbildnings- och simulatorträningsfrågor på respektive företag. För det petrokemiska industriföretaget intervjuades den ansvarige för simulatorträningen/-utvecklingen på anläggningen.

### 3.2.2.5 Dokumentationsgenomgång

Resultatet från intervjuerna har kompletterats genom att granska olika interndokument från de olika branscherna, från utbildningsorganisationen och kärnkraftverket. Dokumenten har exempelvis berört olika arbetsprocesser och rutiner kring anläggningsändringar, simulatorutveckling och mötesprocedurer samt bedömningsunderlag för kontrollrumspersonalen.

## 3.3 Rapportens upplägg

Rapporten består av totalt fyra delar.

Den första delen handlar om IAEA:s rekommendationer och råd kring utbildning och simulatorträning. Här beskrivs också den arbetsmetod, Systematic Approach to Training (SAT), som är till hjälp för att utveckla och löpande arbeta med framtagning av utbildning och simulatorträning.

Den andra delen av rapporten berättar om tre andra branschers erfarenheter av utbildning och simulatorträning av kontrollrumspersonal.

Den tredje delen beskriver hur ett svenskt kärnkraftverk tillsammans med en utbildningsorganisation jobbar kring att tillgodogöra kontrollrumspersonalens kompetensbehov genom att ta fram adekvat utbildning och genomföra simulatorträning. Avsnittet beskriver också de arbetsprocesser som finns för att identifiera, bedöma och hantera olika anläggningsändringar påverkan på utbildning och simulatorträning. En redogörelse av ett stort moderniseringsprojekt som verket och utbildningsorganisationen genomgått görs sist i avsnittet.

I den sista delen av rapporten sker en analys av studiens resultat utifrån SAT-metodens beståndsdelar. Här presenteras också rapportens slutsatser som utmynnar i de förutsättningar som bedöms vara viktiga för att kompetenssäkra personalen genom anpassning av utbildningen vid förändringar i och kring anläggningen.



## 4. Rekommendationer från IAEA

IAEA (IAEA, 2006B) klargör att ett av de viktigaste kraven på tillståndshavare är att grundutbildning och kontinuerlig återträning av kontrollrumspersonal genomförs. Grundutbildningen skall medvetandegöra och förbereda personalen för olika yrkesbefattningar. I grundutbildningen ingår, förutom teoretiska pass, ofta olika praktiska moment beroende på medlemsland; vissa länder använder till exempel ”co-piloting” (efter att man blivit auktoriserad) och ”on-shift” (innan man blivit auktoriserad) då den nyutbildade operatören tillsammans med en erfaren operatör två-och-två genomför arbetsuppgifter ute i verket. Återträningen är tänkt att förbättra kunskaper och färdigheter vid anläggningsändringar, normala, ovanliga och akuta driftlägen samt i de områden som operatörerna uppfattas ha brister inom.

### 4.1 Simulatorer i utbildning

Ett viktigt verktyg i både grundutbildningen och återträningen är användandet av simulatorer. Simulatorer är avancerade anläggningar, bestående av både hård- och mjukvara, som i olika hög grad är byggda för att efterlikna verkliga kontrollrum eller styrmiljöer där människan samverkar med teknik. Inom kärnkraftsbranschen används simulatorer för att utveckla, värdera och underhålla de kunskaps- och kompetenskrav som ställs för att säkert och effektivt styra driften av kärnkraftverk.

De första simulatorerna togs i bruk under 1970-talet. Mycket på grund av den begränsade datakapaciteten var dessa undermåliga i många aspekter. De kunde ha en annorlunda design gällande paneler och andra typer av presentationer, de termodynamiska modellerna var förenklade, träningstillfällena var färre och kortare. Dessutom skilde sig driftinstruktionerna åt mellan simulator och verkligheten. Simulatorerna var sällan lokaliserade till samma plats som kärnkraftverket.

Under 1980-talet etablerades en bredare, mer specificerad och uniform utveckling av simulatoranvändning i utbildningen av kontrollrumspersonal. I och med detta blev simulatorträning en allt viktigare del av utbildningen samtidigt som simulatorerna utvecklades i en mer verklighetsnära riktning; designen av simulatören avbildade det verkliga kontrollrummet/förhållandena, oväntade händelser/nödlägen inövades och ett mer systematiskt tillvägagångssätt till utbildningen utvecklades.

Idag erhåller kontrollrumspersonal världen över simulatorträning både under den initierade grundutbildningen samt kontinuerligt inom återträning för redan auktoriserad personal. En stor andel (ca 90 % av världens kärnkraftverk) övar i verksspecifika simulatorer. Det har blivit nästintill standard att vid byggande av nya kärnkraftverk under byggtiden använda simulatorer för att utbilda personalen.

Nuförtiden uppfattas simulatorträning enligt IAEA (IAEA, 2004) vara den enda realistiska utbildningsmetoden för att långsiktigt förbättra människans förmåga att tackla olika processscenarier och därmed öka säkerheten och förhindra olyckor. IAEA (IAEA, 2006A) nämner också att ett vidare användningsområde för simulatorerna kan vara för att validera olika anläggningsändringar, procedurer och instruktioner.

## 4.2 Rekommendationer kring simulatorträning

IAEA:s rekommendationer för innehållet i simulatorträningen bygger på medlem-ländernas sammanvägda erfarenheter. Utifrån dessa redogör IAEA (IAEA, 1999, 2006B) för fem aspekter viktiga för en kontinuerlig simulatorträning. Simulatorträningen bör syfta till att:

- Behålla den efterfrågade/relevanta kompetensen för kärnkraftverkets personal
- Inkludera träning för förändringar i anläggningen, systemen, komponenterna och instruktionerna
- Ta i beaktande erfarenheter från verket samt från resterande industri för att omforma utbildningen vid behov
- Innehålla och fokusera på träningsmoment som berör stressrelaterade, komplicerade, känsliga och sällan/oförutsedda händelser samt nödlägesprocedurer
- Vara inriktad mot eventuella driftproblem hos verket

Baserat på vad simulatorträningen bör uppfylla så identifierar IAEA (2006B, 2004) fem kompetensområden som anses kunna bidra till att öka färdigheter och kunskap hos kontrollrumspersonalen. Dessa fem kompetensområden är:

- Teknisk skicklighet
- Kunskap
- Diagnostik
- Mjuka färdigheter
- Ledarskap

*Teknisk skicklighet* innefattar själva det tekniska hanterandet av systemmiljön inklusive individuella komponenter, kringutrustning, styr- och larmsystem för normal, störd och haveridrift. Kontrollrumspersonalen ska kunna göra planerade ändringar i last och kunna sköta instrumenteringen i olika situationer (IAEA, 2004).

I *kunskap* rekommenderar IAEA (IAEA, 2004) att det ska ingå en påbyggnad/integrering av teori och grundprinciper för verksamheten inklusive förmågan att hantera olika rutiner och arbetsprocedurer. Utöver detta ska det även ingå kunskap kring hur de olika tekniska systemen beter sig under vissa situationer och hur de svarar på handlingsåtgärder.

Ett kärnkraftverks normaldrift utmärks ofta av långa perioder då kontrollrumspersonalen intar en mer övervakande och mindre modererande roll i själva driftsprocessen. Inför de årliga revisionerna av reaktorerna ingår det i det normala arbetet att starta och stoppa reaktorn. IAEA (IAEA, 2004) rekommenderar därför att scenarier för både start, drift och stop under normala situationer ska vara inkluderat i simulatorträningen så att kompetenser kring dessa arbetsuppgifter kan bli bedömda och så att verklik övning kan ges innan en revision genomförs.

Situationer som går utanför de rutiner/instruktioner och inövade förfaranden i form av avvikelser och nödlägen är ovanliga i verkligheten. De är vid dessa tillfällen som det krävs som mest av den samlade kontrollrumspersonalens kunskaper och problemlösningsförmåga. Här infinner sig alltså vikten av regelbunden simulatorträning av transienta, onormala och nödlägesituationer för att underhålla/utveckla kunskap-



er och kompetens i hur dessa ska hanteras. Även mer sällan använda kunskaper, färdigheter, instruktioner, rutiner och arbetsprocedurer som inte tillhör dessa tre kategorier bör även de kontinuerligt återtränas menar IAEA (IAEA, 1999, 2004, 2006A).

*Diagnostik* är särskilt riktat mot skiftlagschefens ledande befattning för att kunna avgöra/förstå systemprocessen och komplexiteten i denna. Att utifrån diagnostisk information skapa sig en samlad bild av läget samt därefter ta fram och genomföra korrekta och väl avvägda åtgärdsplaner.

*Mjuka färdigheter* inkluderar kommunikation, lagarbete och beslutsfattande och är viktiga komponenter i hur skiftlaget fungerar som en helhet bestående av olika befattningar med olika arbetsuppgifter. Erfarenheterna från utvecklingen av simulatorerna och moderniseringen av kontrollrum har pekat på vikten av lagarbete hos kontrollrumspersonalen för att hantera förändringar i arbetssätt och teknisk utrustning, i hanteringen av ovanliga händelser och för att öka situationsmedvetenheten generellt oavsett situation. Därför rekommenderar IAEA (IAEA, 1999) en förstärkning av dessa färdigheter i simulatorträning.

IAEA (IAEA, 1999) betonar också att ett arbetslag består av individer vilka alla har olika personligheter och förutsättningar och vilka i sin tur lär sig, löser problem samt reagerar på olika sätt. Viktigt är då att få till en sammanhållning i arbetslaget där allt detta skall tas i beaktande. Det är detta som menas med *ledarskap* vilket riktar sig mot skiftlagschefen och hur denne hanterar arbetslagets dynamik/förändring under olika processituationer samt skiftlagschefens val av systemåtgärd. Ett viktigt inslag i ledarskapet är även att skiftlagschefen tar tydligt ansvar i att verka som gott föredöme i att följa arbetsprocedurer och rutiner samt att korrigera sin personal vid svagheter i genomföranden.

För att öva på de olika kompetenserna finns det även rekommendationer från IAEA (IAEA, 2006B) gällande vilka sorters scenarier och typer av händelser som bör ingå i simulatorträningen, och som belyser de eftersökta kompetenserna.

- **Stora händelser:** för att se om operatörerna klarar av att tillfredsställande hantera instruktioner och procedurer.
- **Sekundära händelser:** när instrument eller utrustning fallerar. Operatörerna övar då på att diagnosticera och hantera situationer via back-up-system eller äldre manuell teknik för att försöka föra processen till en stabil nivå.
- **Komplexa scenarier:** för att se om korrekta beslut tas då det är extra svårt att förstå händelseförloppen. Viktigt här är också att skiftchefen på egen hand undersöker situationen, bekräftar betingelserna och sedan övervakar och sist utvärderar de åtgärder som genomförs.
- **Mindre händelser:** för att lära operatörerna att förstå och säkerställa så att inte mindre händelser fortplantar sig i systemet och äventyrar att allvarligare händelser inträffar.
- **Diagnostiska händelser:** situationer då operatören lämnas mer ensam och utan stöd i instruktioner.

IAEA (IAEA, 1999) visar olika sätt på vilket kompetensen hos ett kontrollrumsarbetslag kan uppskattas genom att observera hur väl skiftlaget under simulatorträning kan:

- Förutse problem i olika situationer

- Kommunicera så att alla i hela skiftlaget känner till processtatusen och att instruktioner, delgivningar klart och tydligt ges/bekräftas, bland annat genom trevägskommunikation
- Samarbeta under både normala och allvarliga omständigheter
- Använda resurser såsom dokumentation, assistans och annan personal
- Korrigera och upptäcka om en kollega gjort ett misstag
- Tillgodogöra sig ledarskapet som skiftlagschefen har

Detta ligger till grund för några av de bedömningsfaktorer som IAEA (IAEA, 2006B) nämner som väsentliga för att kunna säkerställa kontrollrumspersonalens kompetensnivå. Exempel på bedömningsfaktorer är:

- Kommunikationsfärdigheter
- Systemövervakning
- Panelövervakningsfärdigheter inkl. självkoll för att hitta redundanta parametrar för att validera informationen
- Diagnostik och beslutsfattande
- Att identifiera rätt procedur för att användas i ovanliga/nödlägesituationer
- Att uppmärksamma ovanliga/onormala betingelser som sedan vidareförs till skiftchefen
- Prioritering av händelser/åtgärder när flera fel/larm uppstår
- Lagarbete
- (För ledande befattningar): korrekt management av sin personal
- Uppmärksamhet ifall situationen kräver åtgärder som ligger utanför vad instruktioner och regler omfattar
- Hantering av att göra avvikande handlingar från en instruktion
- Att utföra parallella åtgärder som har ömsesidig påverkan på systemet i stort.

## 4.3 Systematic Approach to Training (SAT)

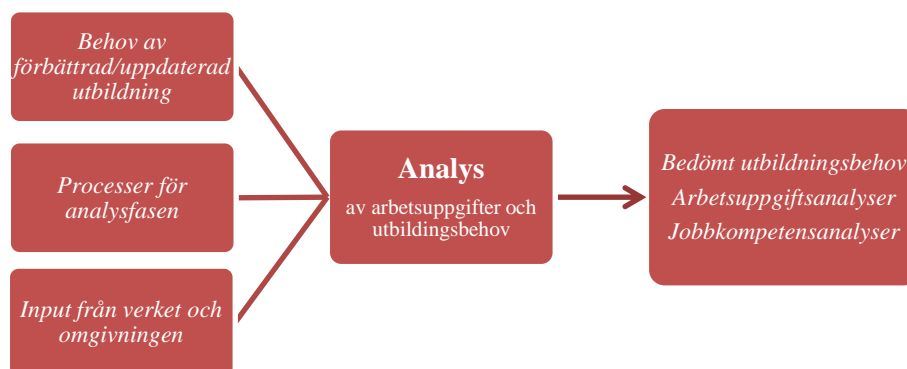
Personalens kunnande har stor påverkan på säkerheten, tillförlitligheten och effektiviteten hos ett kärnkraftverk. IAEA (IAEA, 2011) ser kompetenssäkring av kärnkraftverkspersonal som ett krav för att säkerställa ett kärnkraftverks säkra och stabila drift. När verken genomför anläggningsändringar samt implementerar nya verkserfarenheter och processer skapar detta nya kompetensbehov vilka hela tiden behöver identifieras. Behoven kan sedan ligga till grund för att skapa utbildningsmoment i personalens grund- samt repetitionsutbildning där simulatorträning är en betydande del.

Ett väsentligt verktyg för att uppnå detta är metodiken Systematic Approach to Training (SAT) som har etablerats som ett standardverktyg kring framtagning och utvärdering av innehållet i utbildning av kärnkraftsoperatörer. SAT är ett systematiskt processtänk bestående av fem kommunicerande delar som tillsammans är tänkt att identifiera, etablera och validera personalens kompetens i en iterativ process för att utbildningen ska vara relevant (IAEA, 1998). Metoden presenteras i IAEA:s rapport *Nuclear Power Plant Personnel Training and its Evaluation: A Guidebook* (IAEA, 1996) där den beskrivs i detalj. Metoden bedöms kunna tillse att rätt mängd utbildning blir förlagd till rätt utbildningsdel såsom teoretiskt pass, simulatorträning eller arbetsplatsförlagd utbildning osv. (IAEA, 1998).

De fem ingående delarna i SAT-metoden är:

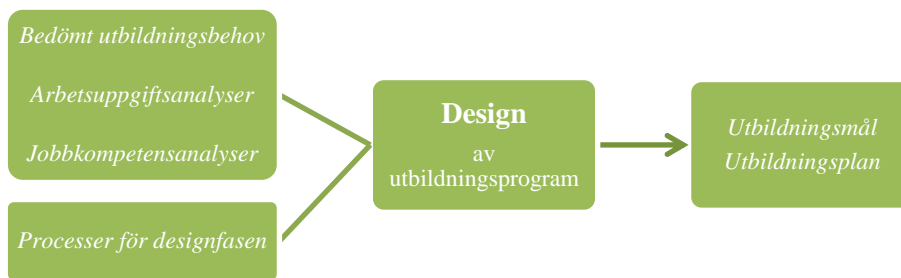
- Analys
- Design
- Utveckling
- Implementering
- Utvärdering

*Analyssteget* (IAEA, 1996) innebär att identifiera personalens utbildningsbehov och de kompetenser (kunskap, färdigheter, attityder) som behövs för att genomföra olika arbetsuppgifter. Arbetsuppgiftsanalyser genomförs i syfte att finna de utbildningskrav som ska ingå i grund- och repetitionsutbildningen. Information om ett utbildningsbehov kan komma från ändringar i anläggningen, i verksdokumentation, från erfarenhetsåterföring eller via andra kanaler. Arbetsuppgiftsanalyserna börjar i att brett definiera behovet för att sedan identifiera alla de tekniska steg och åtgärder som ingår i ett utföra en specifik arbetsuppgift för en viss befattning. Ett bredare perspektiv tas sedan för att bland annat se arbetsuppgiftens säkerhetspåverkan på anläggningen och behov av kommunikation/samverkan med andra befattningar. Utifrån detta görs sedan jobbkompetensanalyser för att identifiera vilka färdigheter, kunskaper och attityder som behövs för att kunna utföra arbetsuppgiften på ett säkert sätt för hela skiftlaget. Kompetensen kommer sedan att utgöra grunden för hur detta kommer att examineras. Att involvera erfarna operatörer och andra ämneskunniga experter i dessa kartläggningar och analyser framhålls av IAEA (IAEA, 1999) som en betydande aspekt för att få kvalitet och relevans i analysarbetet, och vidare för att kunna kompetenssäkra sin personal. Vidare betonar IAEA (IAEA, 2000) att utformningen av simulatorträning och utbildning även borde inkludera personal som har expertis inom MTO och pedagogik/lärande.



**Figur 1:** Analyssteget utifrån IAEA (IAEA, 1996)

I *designsteget* (IAEA, 1996) tas utbildningsplan fram baserat på det bedömda utbildningsbehovet från analysfasen. Även mätbara utbildningsmål definieras genom att omvandla arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalysernas resultat till sådana. Här avgörs också i vilket utbildningsmoment som kompetensen ska läras ut samt hur och på vilket sätt kompetensen ska bedömas efter genomförd utbildning.



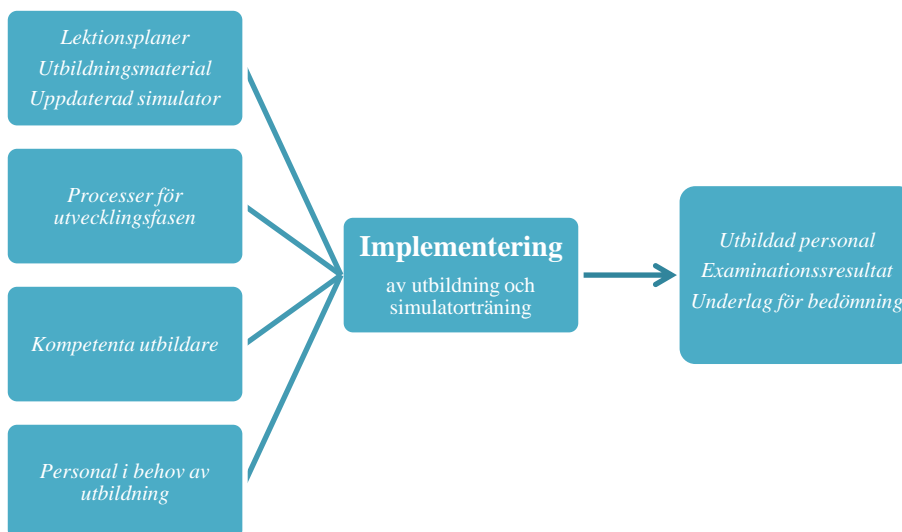
**Figur 2:** Designsteget utifrån IAEA (1996)

*Utvecklingssteget* (IAEA, 1996) färdigställer designen på utbildningspaketet och färdigställer lektionsplaner och allt resterande utbildnings- och bedömningsmaterial. Också att färdigställa de eventuella simulatoruppdateringar och scenariotester som behöver göras. I detta steg sker även internutbildning av utbildare inför de nya utbildningsmomenten.



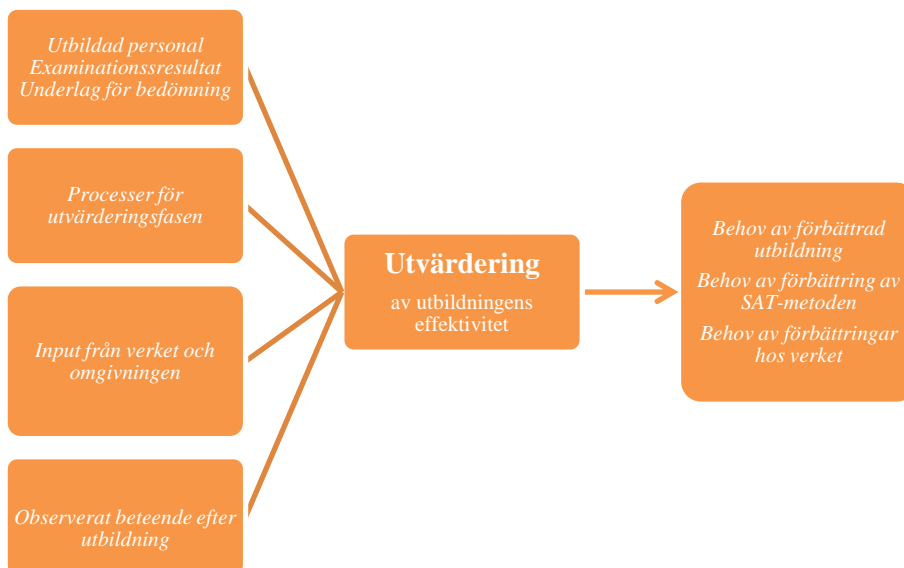
**Figur 3:** Utvecklingssteget utifrån IAEA (1996)

Själva utförandet av de framtagna utbildningsmomenten genomförs i *implementeringssteget* (IAEA, 1996). Detta omfattar olika utbildningsformer såsom lärarledda teoripass, simulatorträning med olika sorters scenarier och arbetsplatsförlagd utbildning i form av exempelvis instuderingsmaterial. I detta steg sker även olika typer av examinationer av utbildningsmomenten och en bedömning sker av de utbildade.



**Figur 4:** Implementeringssteget utifrån IAEA (1996)

*Utvärderingssteget* (IAEA, 1996) handlar om att bedöma utbildningens förmåga att kompetenssäkra personalen. Syftet är att ständigt förbättra utbildningen och SAT-metoden för att göra utbildningen mer relevant och ändamålsenlig för att därmed bättre kunna kompetenssäkra personalen. Här identifieras nya utbildningsbehov vilka sedan återkopplas till analysfasen i SAT-metoden eller eventuella förbättringar som verket bör genomföra.



**Figur 5:** Utvärderingssteget utifrån IAEA (1996)

Utvärderingen görs genom att ta in examinationsresultat, återkoppling och åsikter från genomförd utbildning av elever och de som medverkat i framtagningen av utbildningen tillsammans med chefer och kompetensansvariga. Annan information bör också tas in från verket och omgivningen för att kunna göra en adekvat bedömning av utbildningens effektivitet. IAEA poängterar att utvärderingen ska vara kontinuerlig och levande (IAEA, 1996). Följande källor kan exempelvis medföra viktig information som kan komma att påverka utvecklingen av ny utbildning och uppdaterad simulator (samma källor används också i analysen):

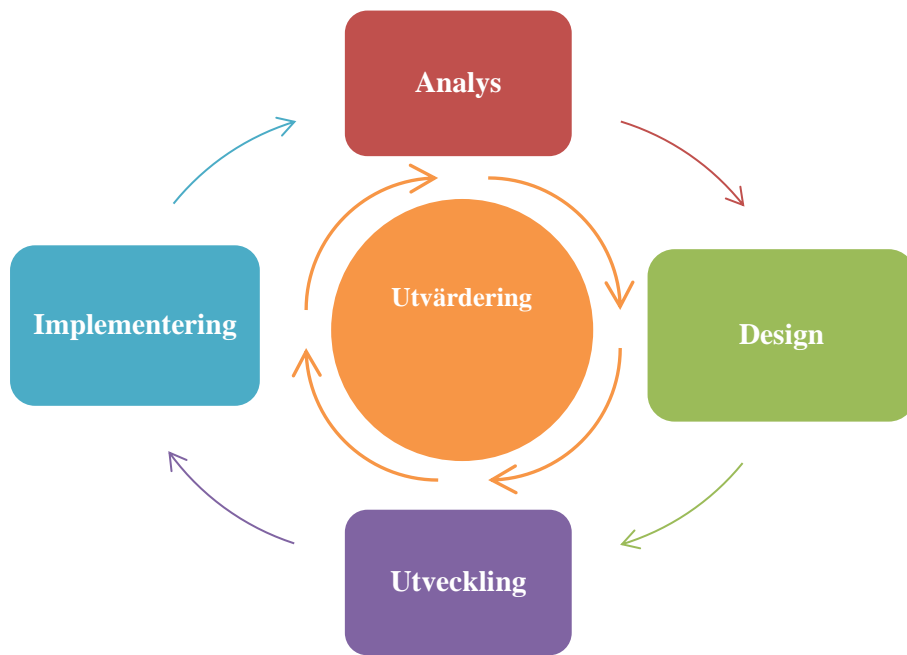
- Ändringar i
  - Anläggningen
  - Verksdokumentation, procedurer och rutiner
- Erfarenhetsåterföring från verket och annan industri
- Rapporter om avvikelser
- Input från:
  - Ledande befattningar
    - Blockchef
    - Driftchef
    - Skiftlagschef
  - Utbildare
  - Operatörer
- Resultat från observationer i vardagligt arbete
- Resultat från inspektioner och observationer av tillsynsmyndighet

IAEA rekommenderar därför att det bör finnas processer och kommunikationskanaler som kan samla in denna typ av information så att utbildningen håller sig à jour med vad som händer på verket (IAEA, 1996).

Vidare menar IAEA (IAEA, 2004) att de chefer som ansvarar för det operativa arbetet i kontrollrummen periodiskt bör undersöka (genom exempelvis observation) hur alla skiftlag fungerar i simulatoren för att se styrkor/svagheter gällande kompetensen. Dessa chefer (tillsammans med simulatorinstruktörer) bör också jämföra hur skiftlagen fungerar i det verkliga kontrollrummet för att se så att skiftlagen utbildas relevant och att beteendet i verkligheten inte skiljer sig åt från beteendet i simulatoren. För att i ett mer helhetsperspektiv analysera och utvärdera träningen rekommenderar IAEA en sammanvägning där både de utbildade, instruktörer och de operativt ansvariga för kontrollrummen ingår för att belysa styrkor/svagheter i simulatorövningspass för skiftlag och under vardagligt arbete ute i kontrollrummet.

En viktig aspekt kring simulatorträning, och som även ingår i utvärderingssteget, är att simulatoren kontinuerligt uppdateras och underhålls så att den hela tiden efterliknar den verkliga kontrollrumsmiljö den är tänkt att simulera. Detsamma gäller utbildningsmaterialet som används vid teoretiska pass. Därför bör tillståndshavaren enligt IAEA (IAEA, 2006) hela tiden i samråd med de som sköter utbildningen/träningen i simulatoren övervaka och utvärdera resultatet av användandet av simulatoren för att på så sätt enklare kunna avgöra om modifieringar eller moderniseringar är nödvändiga. Det bör finnas processer som ser till så att hård- och mjukvara hos simulatoren ständigt är uppdaterade genom att ett system upprättas för att upptäcka och utvärdera hur anläggningsändringar påverkar simulatoren. Alla ändringar ute i anläggningen bör också valideras och verifieras i simulatoren. Detta underlättas i sin tur av att en bra organisation, kopplat till de olika intressenterna kring simulatoren, med tydlig roll- och ansvarsfördelning, ansvarar för detta enligt IAEA (IAEA, 2006A).

IAEA betonar (IAEA, 2004) vikten av att utvärderingen är kontinuerlig och att den ingår i bedömningen av hela utbildningspaketet, detta för att öka möjligheten till förbättringar och inte hanteras enskilt. I *Figur 6* är därför utvärderingssteget placerat i mitten då utvärderingar och återkoppling bör ske i varje steg av SAT-metoden för att tidigt upptäcka och undvika att eventuella brister och kompromisser förs vidare i processen. I IAEA:s modell är utvärderingssteget placerat sist men med återkopplingar till varje tidigare steg (IAEA, 1996). Figuren nedan visar SAT-metoden mer som ett cirkulärt återkopplande system.



**Figur 6:** SAT-processen, modifierad utifrån IAEA (1996)





# 5. Simulatorträning och utbildning av kontrollrumspersonal i andra branscher

Kapitlet består av tre delar som alla behandlar hur andra branscher än kärnkraftsindustrin använder simulatorer i utbildningssyfte.

Den första delen beskriver flygledning och hur de två aktörerna Entry Point North och Luftfartsverket utbildar och bedömer flygledare för flygledningstorn och kontrollcentraler, samt hur ett stort moderniseringsprojekt av kontrollrummet omhändertogs.

Den andra delen går igenom hur simulatortillverkaren Metso arbetar med utbildning och simulatoranvändning kopplat till sina kunder. Här beskrivs också vilka användningsområden kunderna har för simulatoranvändningen samt hur bedömning och anläggningsändringar går till.

Den tredje delen behandlar hur en petrokemisk processindustri hanterar simulator- och utbildningsfrågor för att kompetenssäkra sina kontrollrums- och anläggningsoperatörer. Till skillnad mot flygledningsfallet så äger det undersökta företaget både anläggning, utbildning och simulator.

## 5.1 Simulatorträning av flygledningspersonal

Flygledning är ett verksamhetsområde där många problemområden inom MTO samverkar och som i viss mån även liknar kärnkraftsbranschen. Inom flygledning handlar det bland annat om att kunna hantera:

- En riskfylld verksamhet som utmärks av avancerad teknik
- En rad olika befattningar som sinsemellan kommunicerar
- Ett stort gemensamt utspitt informationsunderlag som måste samlas in för att fatta beslut
- Komplexa händelseförlopp som:
  - snabbt kan inträffa
  - snabbt fortplantas via svåröverblickade interaktioner
  - direkt måste hanteras

Organisationen omkring flygledningen har i likhet med kärnkraftsbranschen en tillsynsmyndighet (Transportstyrelsen), tillståndshavare (Luftfartsverket, privata aktörer) och en utbildningsresurs förlagt till ett enskilt bolag som samägs av tillståndshavarna (Entry Point North).

Flygledare heter den befattning som verkar som operatörer i flygledningstornens kontrollrum dygnet runt, i olika skiftlag. I Sverige återfinns flygledning dels i flyg-

platsernas flygledningstorn och dels på Sveriges två kontrollcentraler. Flygledningstornen ansvarar för luftrummet knutet till flygplatsernas berörda luftrum. Det resterande luftrummet är sedan uppdelat på två kontrollcentraler med ansvar för södra respektive norra Sverige. På kontrollcentralerna delas luftrummet in i ytterligare tre olika behörighetsområden i olika höjdplan. Varje flygledare tilldelas ansvar för ett av dessa tre områden. Att ansvara för mer än ett behörighetsområde anses innebära en för stor risk dels för att blanda ihop de olika områdena och dels för att minnas alla områdesspecifika färdigheter kring bestämmelser och metoder.

Beroende på flygplatsens storlek är uppsättningen och omfattningen av bemanningen i flygledningstornen olika. På de större flygplatserna består arbetsstyrkan i kontrollrummet av en skiftledare med bemanningsansvar för 1-3 flygledare samt 1-3 flygassistenter, vilket i sig varierar beroende på natt- eller dagsskift och beläggning.

På kontrollcentralerna jobbar ett absolut flertal av alla flygledare i Sverige. Tre-skift används och som mest (under förmiddagsskiftet) verkar i exemplet Malmös kontrollcentral omkring 190 flygledare samt ett trettiotal skiftlagschefer och stödfunktioner. Varje skift består av mellan 25-35 personer under förmiddag och eftermiddagsskiftet, samt cirka 8 personer vid nattsiftet, med flygledare från de tre olika behörighetsgrupperna i varje. Inför varje skiftbyte sker en överlämning där skiftlagschefen håller ett möte där information delges om exempelvis nya bestämmelser, påminnelser om militärövningar, väderbriefing osv.

Flygledarna ska utifrån ett säkert förfarande samla in information, övervaka, ta beslut samt kommunicera både internt och externt till berörda parter (piloter, ramppersonal, tullpersonal, polisen, andra flygledare) med hjälp av systemmiljön. Informationen samlas in och tolkas dels genom att rent fysiskt övervaka luftrummet via flygledningstornets 360-gradersinglasning (vilket bara gäller för flygledare i flygledningstorn), samt via tekniska verktyg såsom mark- och luftradar. Andra tekniska verktyg som flygledarna använder sig av är de preliminära flygplanerna över den planerade trafiken samt ett etikettsystem för att justera tidtabellen och sköta prioriteringen för olika flygplan. Detta system är för flygledningstornens flygledare analogt och består av papperstrippar där flygnummer och information om flyghöjd fästs på flyttbara delar som sedan placeras i en viss ordning baserat på bland annat när planen får landningstillstånd. Systemet har digitaliserats i systemmiljön vid kontrollcentralerna.

### 5.1.1 Grundutbildning

Entry Point North är en av Europas största utbildare inom flygledning, gemensamt ägt av de tre luftfartsverken i Sverige, Danmark och Norge. Verksamheten riktas i huvudsak mot utbildning av flygledare men också mot andra flygrelaterade befattningar i respektive länder. Huvudkunder är de tjänsteställen som förvaltar flygledningstorn och kontrollcentraler. Tillsynsmyndighet är Transportstyrelsen som godkänner utbildningsplaner och organisationen men detaljstyr inte utbildningarna.

Utbildningen är grovt indelad i tre kategorier; "*ab initio*" (grundutbildning för flygledare), *återträning* (för redan grundutbildade flygledare), samt *vidareutbildning*. Vidareutbildningen är inriktad mot instruktörer, simulatorinstruktörer och för befattningen assessor. Den senare är en förtroendevald position på flygplatserna som årligen håller i tester och bedömningar av sina kollegors kunskaper och färdigheter för kontroll och validering att relevant kompetens för säker drift finns.

Utbildningarna är uppdelade i olika kurser och sker både teoretiskt och praktiskt genom att lektioner, prov och simulatorträning varvas. Alla utbildningar syftar till att flygledarnas arbetsmål uppfylls genom att hela tiden relatera till att utbildningarna genomförs på ett säkert, smidigt och effektivt sätt.

Simulatorerna som används i utbildningarna finns både som fullskalesimulatorer för flygledningstorn samt för radarsystem (som används för utbildningar knutna till kontrollcentralerna). Tornsimulatorerna för flygledningstornen finns i 180°, 270°- eller 360°-utföranden med avseende på hur mycket operatörerna omges av stora datorskärmar, simulerandes olika flygplansflöden. Då Entry Point North utbildar elever från främst Sverige, Norge och Danmark (och ofta i samma klasser) så efterliknar inte simulatorerna direkt den flygplats där eleverna senare kommer att placeras. Dessa är snarare lite mer allmänt designade då de ses av Entry Point North som utbildningsmiljöer som inte nödvändigtvis behöver vara identiska med det verkliga flygledningstornet/kontrollcentralen för att leverera bra förståelse och övning. Kontrollcentralerna har däremot egna simulatorer som är uppbyggda för att mer efterlikna de platsspecifika och lokala omständigheterna/systemutförandena. Egna simulatorer finns på liknande sätt i enstaka fall även för flygtornen hos flygplatserna.

Fullskalesimulatorerna genererar olika flöden av flygtrafik för olika scenarior där svårigheterna och intensiteten ökas vartefter utbildningen fortgår. För att skapa en mer livlig och dynamisk träningsmiljö så finns en så kallad givarfunktion som påverkar simulatorpasset genom att generera alla möjliga typer av händelser som till exempel flygströmmar, samordningar med kontrollcentraler, bombhot och jobb av underhållspersonal.

Innan eleverna genomgår grundutbildningen har de genomgått olika lämplighetstester för bland annat 3D-visualisering och logiskt tänkande. Grundutbildningen, med start två gånger per år, genomförs i Malmö under ca 20 veckor där det internationella regelverket används som utbildningsbas. Detta har bestämts av den europeiska myndigheten Eurocontrol som tagit fram målsättningen med utbildningen för att säkerställa en samverkande och likartad flygledarutbildning i hela Europa.

Utöver kunskap om internationella flygregelbestämmelser fås färdigheter inom meteorologi, navigation, flygplanstyper, Human Factors och om hur flygledarkontrollen samt de olika tekniska systemen/hjälpmidlen fungerar. Efter denna fas utbildas flygledarna mer lokalt och nischat baserat på vid vilken flygplats eller kontrollcentral de skall bli placerade. Efter utbildningens slut lämnar eleverna skolan för att som praktikanter med mentorer och övervakare tillämpa utbildningen i ett verkligt kontrollrum. I och med detta så övertar respektive flygplats och kontrollcentral ansvaret, utbildningen och bedömningen av de nyutbildade flygledarna.

För varje utbildning där kunden (luftfartsverken) beställer elevplatser måste även samma kund ställa upp med kompetenta flygledare som ska fungera som instruktörer. Dessa instruktörer är sedan tidigare utbildade OJTI:s (On the Job Training Instructors) – ett krav för att få vara instruktör – och behövsanställs under utbildningens gång för att sedan gå tillbaka till sin anställning som flygledare. Tanken bakom detta är dels att instruktörerna ska fungera som coacher som leder eleverna under simulatorpass utan att bedöma dem, samt dels för att se till så att Entry Point Norths utbildningar hålls uppdaterade med erfarenheter, strategier, arbetssätt och ändringar som skett i verklighetens kontrollrum.

### 5.1.1.1 Fortsatt grundutbildning

Den fortsatta grundutbildningen för flygledare i kontrollcentraler pågår under nio månader hos Luftfartsverket. Där genomgår eleverna en parallelltjänstgöring som blandas med simulatorträning och teoretiska pass. Luftfartsverkets simulatorer för kontrollcentralen är verklik den riktiga kontrollcentralen, men inte likställd med motsvarande simulator hos Entry Point North. Detta innebär att eleverna till viss del får lära om vissa moment i den nya simulatormiljön.

## 5.1.2 Återträning

Förfarandet med återträning kan tillståndshavaren (Luftfartsverket) genomföra i egen regi, utan att ta in Entry Point North som utbildare. Återträningen är liksom grundutbildningen också reglerad av tillsynsmyndigheten vilket innebär att denna ska genomföras periodvist (en gång per år) och med ett visst innehåll för att sörja för att säkerställa att ändrade kunskaper lärs ut vid exempelvis anläggningsändringar eller införandet av nya operatörshjälpmedel. God framförhållning och långsiktiga planer är särskilt viktigt vid stora anläggningsändringar då detta möjliggör för flygplatserna/kontrollcentralerna att successivt bygga upp kompetensen vartefter modifieringarna fortgår. Flygplatserna/kontrollcentralerna kan dock efterfråga att Entry Point North i sina egna simulatorer gör vissa modeller och scenarier som flygplatserna sedan använder utan att Entry Point North på annat sätt är med under den periodiserande återträningen.

### 5.1.2.1 Program för kompetenssäkring

För flygledarna i kontrollcentralerna sker återträningen under namnet ”program för kompetenssäkring”. Programmet är individuellt utformat och förlagt till tre dagar under året vid olika tillfällen. I programmet ingår:

- Prov för att säkra operatörernas teoretiska kunskaper
- Simulatorträning för att öva nödräning och oregelbundenheter
  - Ovanliga situationer som exempelvis nödlandning av flygplan, höjd- eller kursändring på grund av turbulens, förlorad radarkontakt och bränsledumpning
- Nyutbildning vid förändring i tekniskt system, förordningar, instruktioner
- En operativ uppföljning
  - En operativ uppföljare är en utbildad instruktör/flygledare (assessor) som sitter bredvid operatören under en dag och observerar det vardagliga arbetet

Innehållet för den operativa uppföljningen avgörs till viss del av vad som hänt föregående år. Ett rapporteringssystem finns där olyckor, misstag, brister och incidenter noteras och orsaksutreds. Det som i analyserna utpekats som orsakerna till händelserna (till exempel bristande tydlighet i kommunikationen) utgör fokusområden för kommande års återträning. Fokusområdet kan också vara att öka kunskapen för ett tekniskt system, om det framkommit att det finns en okunskap kring detta utifrån inskickade rapporter. Det senaste tillskottet kring simulatorträningen för kompetenssäkringen har varit att ha ett antal så kallade manusledda simulatorpass. Under dessa har flygledarna headset och blir guidade av en instruktör att göra vissa moment med syfte för att öka teknikförståelsen av de system och program som används. De andra simulatorpassen används för att utan guidning i headset öva nödräning och oregelbundenheter.

### 5.1.3 Bedömning hos Entry Point North

Under utbildningen arbetar Entry Point North efter en lärande- och utvecklingsmodell vars målsättning är att kontinuerligt under utbildningens gång bedöma och värdera elevens kunskapsnivå. Risken med detta är att eleverna kan känna sig övervakade, men behållningen är att de individuella avstämningarna ökar självinsikten om var man som individ befinner sig i förhållande till utbildningsmålen. Eleverna får också skriva en loggbok under utbildningen med tanken att bedöma sig själva. Genom att reflektera över sina egna styrkor och begränsningar kan också självinsikt och självkännet öka. Bedömningen av elevernas kompetens görs av den kursansvarige (som är fast anställd hos Entry Point North) med stöd utifrån ett framtaget protokoll med ett antal faktorer som skall värderas. Förutom egna observationer baseras bedömningen på det insamlade material som de coachande instruktörerna överlämnar till den kursansvarige. Protokollet är uppdelat i olika delmoment och bedömningsfaktorer, som vart och en värdesätts enligt:

- 1 – oacceptabelt, i förhållande till att de satta målen kan nås innan kursens slut
- 2 – otillräckligt, men med indikationen om att eleven innan kursens slut kan klara målen
- 3 – tillräckligt, i förhållande till de satta målen

Dessa värden sätts på följande bedömningsfaktorer:

- **Kommunikation** – Förmågan att uttrycka sig klart på engelska (det övergripande yrkesspråket) Användandet av radio, korrekta fraser, förmågan att lyssna.
- **Koordination** – Alla aspekter av koordinationsprocessen.
- **Kunskap och användande av rutiner och regler** – Kunskapen om aktuella föreskrifter, rutiner, procedurer och tillägg rörande flygledningssystemet.
- **Användande av hjälpmedel** – Här avses systemmiljön både vad gäller det analog-manuella etikettsystemet såväl som tekniska datorbaserade hjälpmedel.
- **Trafikanalys och planering** – Förmågan att samla in och processa information från systemmiljön, att analysera trafikmönster, se konflikter och skapa säkra planering så att de regelsatta avstånden mellan flygplanen hålls.
- **Träffsäkerhet/noggrannhet** – Förmågan att prioritera arbetsbelastning, att säkert och korrekt genomföra de satta flygplanerna. Även att bibehålla sin situationsmedvetenhet och att modifiera/uppdatera planering genom att tillgodogöra sig ny påverkande information, hantera störningar och arbeta autonomt. Rätt åtgärd för rätt sak vid rätt tillfälle.
- **Säkerhet** – Gäller allt som rör säkerhet genom hela utbildningen.
- **Samarbete, beteende och attityd** – Viljan till att ömsesidigt koordinera och anpassa sina egna handlingar med andra som påverkas av ens beslut, förmågan att fungera som en del i arbetslaget och beteende och attityder relaterat till korrekt uppförande och förhållningsätt.

Det poängteras av Entry Point North att alla delmål i viss mån hänger ihop vilket medför att om en person är undermålig i ett delmoment så påverkas även prestationen i övriga delmoment.

### 5.1.3.1 Utmaningar och svårigheter

Det som Entry Point North uppfattar som en utmaning och svårighet i att utbilda flygledare är att hitta en acceptabel och giltig nivå – samt att kvantifiera/bedöma densamma – gällande sådant som är svårt att översätta och kontrollera i textbaserade valideringar. Detta är en sorts systemförståelse hos flygledarna vilket omfattar flygledarnas förmåga att som individ förstå att man är en del av ett större och mycket komplext säkerhetssystem och att vidare se hur sin egen arbetsroll relaterar till – och har för påverkan på – hela systemet. Det upplevs också som svårt att lämpligt bedöma inställningar och förhållningssätt till sina egna begränsningar (med betoning på att inte bli övermodig och att gå emot säkerhetsmålen) samt att lyssna på sin dagsform.

Utöver detta ser Entry Point North som det viktigaste beträffande sin utbildningsverksamhet att se till så att övergången/tröskeln till praktikant-skedet (då flygplatserna tar över ansvaret för vidareutbildningen) går så smidigt som möjligt. För att detta skall göras måste en samsyn mellan kunderna och utbildaren finnas. För utbildaren en kunskap om vad tjänstestället innebär, och för tjänstestället en kunskap om vilka elever utbildningen producerar och på vilken nivå dessa ligger. Kommunikation mellan dessa två parter ses därför som essentiell och upplevs vara väl fungerande och ömsesidig.

### 5.1.4 Bedömning hos kontrollcentralerna

Kontrollcentralerna bedömer sin personal vid två olika tillfällen; dels under parallelltjänstgöringstiden vid grundutbildningen och dels under den operativa uppföljningen vid den årliga återträningen.

#### 5.1.4.1 Grundutbildning

Eleven som genomgår grundutbildningen blir regelbundet bedömd tre till fyra gånger under de nio månader som parallelltjänstgöringen utgör. Detta för att se så att gällande elev utvecklas i rätt riktning innan grundutbildningen avslutas genom att eleven får ett flygledarcertifikat. De bedömningsfaktorer som eleverna blir bedömd utifrån, förutom de som direkt handlar om rent flygledarrelaterade områden, är:

- **Attityder**  
Motivation, professionell inställning, delaktighet, ödmjukhet, förståelse för kollegors misstag, ansvar för sina egna misstag, kan ge och ta konstruktiv kritik, prioriterar säkerhet, kännedom om sina egna begränsningar och förmågor.
- **Bestämmelser/metodik**  
Operatörens tillämpning av bestämmelser/metodik vid olika arbetsbelastningar och situationer, kännedom och kunskap om regler och förhållningssätt.
- **Planering**  
**Initiativ och uppföljning**  
Operatörens kontroll och uppföljning av egna åtgärder och korregeringar, initiativtagande för problemlösning vid olika arbetsbelastningar, initiativtagande för att underlätta arbetet för sig själv och sina kollegor.

**Beslutsfattande**

Operatörens trygghet att fatta egna beslut i rätt tid med eller utan konsultation vid olika arbetsbelastningar och situationer, korrigerande av beslut om nya fakta inkommer, användning av och växling mellan olika lösningssätt i vanliga arbetssituationer.

**Prioritering**

Korrekt prioritering mellan olika faktorer vid olika belastningar och situationer, omprioritering vid behov.

**Konfliktsökning**

Identifiering av konflikter i tid, förmåga att skapa en mental bild av arbetssituationen.

**Oregelbundenheter**

Hantering av oregelbundenheter vid olika former av stöd/självständigt, förmågan att improvisera fram säkra lösningar.

- **Kommunikation**

**Fraseologi och information**

Säkerhet och tydlighet i kommunikationen via radio/telefon, förståelse kring vad som förmedlas vid olika arbetsbelastningar, aktivt lyssnande på motparten och ingripande av korrigerande då något sägs/uppfattas fel, korrekta termer och ordgivningar sker även vid stressade och ovanliga situationer.

**Samordning**

Kännedom om kriterierna för samordning (när, med vem och varför), korrekt avlösning av positionen vid skiftbyte, förståelse för vilka problem och vilka åtgärder som kan behöva lösas under samordnande former, förmåga att värdera, emotta, förmedla information, förståelse för behovet hos inblandade aktörer att få rätt information.

- **Fokusering**

**Koncentration och arbetsbelastning**

Fokusering på arbetsuppgifterna oavsett arbetsbelastning, värdering av arbetsbelastningen och anpassning av arbetssättet till denna, jobbar proaktivt med att försöka undvika hög arbetsbelastning.

**Stresshantering**

Oavsett belastning så uppvisas få negativa tecken såsom låsning vid problemlösning, förväxling, försämring av prestation, oro inför stor arbetsbörda och osäkerhet kring åtgärds- hantering.

- **Teknik**

Färdigheter och kunskaper om systemmiljön, hjälpmedlens begränsningar och användningsområden, förmåga att övergå till alternativa arbetssätt och metoder om vissa system inte fungerar, säkert och effektivt oavsett belastning.

- **Att alla delar fungerar tillsammans**

I programmet för kompetenssäkring så sker ingen formell bedömning av operatörerna under själva simulatorträningen. Vid dessa tillfällen görs istället en mer informell kontroll att övningen går som den ska och att alla operatörerna har förstått och hinner med alla arbetsmoment. Utvecklingsarbetet kring simulatorn sker fortlöpande för att göras så lik verkligheten som möjligt, men eftersom ett glapp fortfarande finns så bedömer Luftfartsverket att det är orättvist att en bedömning ska ske i något som

endast liknar verkligheten. Man anser att det är mer relevant att istället bedöma flygledarna under deras vardagliga arbete i form av den operativa uppföljningen.

#### 5.1.4.2 Operativ uppföljning

Bedömningsunderlaget för den operativa uppföljningen är att operatören ska ha uppfyllt en rad målformuleringar och kunskapsområden. Dessa utgår från de redan beskrivna faktorerna för bedömning av grundutbildningen men är något reducerade. Bedömningsfaktorerna i den operativa uppföljningen är:

- Bestämmelser/metodik
- Trafikplanering och avveckling
- Kommunikation
- Fokusering
- Teknik

Till dessa tillkommer för varje år också ett antal olika fokusområden baserat på den erfarenhetsåterföring och den rapportering som flygledarna själva gjort om olika brister och svårigheter kring arbetet. Dagen för den operativa uppföljningen avslutas med ett samtal mellan flygledaren och den operativa uppföljaren kring de nämnda fokusområdena och några olika diskussionsämnen går igenom för att återkoppla och utveckla verksamheten.

Skiftlagschefen bedömer inte sin egen personal annat än att se till så att varje individ i skiftlaget uppfyller den arbetstidskvot som krävs för att jobba som flygledare. Varje flygledare loggar in på ett individuellt konto under varje arbetspass där arbetstiden loggas. Detta tillsammans med den årliga bedömningen och kompetenssäkeringen upplevs vara tillräckligt. För flygledare som varit borta från arbetet under minst sex månader krävs en särskild typ av återträning. Teoretiska pass tillsammans med simulatorträning ska säkerställa att flygledaren har nödvändig kompetens för att få börja arbeta igen.

#### 5.1.5 Anläggningsändringar med påverkan på utbildning

Kontrollcentralerna kan genomgå förändringar av olika slag som kan få en påverkan på flygledarnas behov av kompetens och färdigheter. Exempel på detta har skett inför införandet av nya kommunikationssystem och när luftrumsförändringar gjorts såsom att sektorerna ändrats och att nya navigationspunkter tillkommit.

Det finns processer kring att fånga upp ändringarna i god tid. En del i detta är en typ av omvärldsbevakning där delar av LFV samarbetar tillsammans med Transportstyrelsen och andra aktörer i olika mötesforum för att delge erfarenheter och identifierade problem. Ändringarna kan även komma från att grannländer förändrar regler, föreskrifter och luftrum vilket definieras och samordnas i så kallade ”letters of agreement”.

En ytterligare del i att fånga upp nya behov utbildning och simulatorträning är den särskilda enhet hos Luftfartsverket som hanterar alla frågor som internt rör erfarenhetsåterföring och uppföljning av olyckor och incidenter. Resultatet från dessa analyser kan sedan matas in i kompetenssäkringsprogrammet.



Innan ändringar genomförs, exempelvis vid införande av nya tekniska system, så görs – i en sammansatt arbetsgrupp av fyra-fem handläggare, operatörer och säkerhetsansvariga – en säkerhetsanalys. Denna baseras på de konsekvenser som kan inträffa och utifrån detta bedöms sedan om ändringarna skall driftsättas eller ej. Om anläggningsändringen gäller införandet av ett nytt tekniskt system så utbildas operatörerna vid behov med simulatorträning och/eller med teoretisk utbildning innan driftsättningen sker. När väl ändringen genomförts så följs detta upp genom att fel, brister, störningsmoment, oförutsedda konsekvenser samt diverse åsikter om systemet från flygledarna kan återges i ett rapporteringssystem. Rapporterna sammanställs och utreds sedan. Utifrån dessa analyser så görs eventuella ändringar vid behov. Om inga rapporter inkommer om det nya systemet. Det vill säga, om allt går bra och problemfritt så görs ingen uppföljning av förändringen. Vid större anläggningsändringar – i uppföljningssyfte att finna problem och förbättringsåtgärder – så skuggas även verklighetens kontrollrum via en simulator. Detta har bland annat använts vid två stora moderniseringsprojekt.

### 5.1.6 Moderniseringsprojekt av flygledarsystemet

2005 moderniserades flygtrafikledningssystemet, inklusive radarsystemet och stora delar av systemmiljön, i projektet E2K; skärmarna ändrades och bytte utseende och i princip hela system- och informationsmiljön blev datorbaserad.

Innan införandet av E2K-projektet hade vissa flygledare med en viss behörighetsnivå arbetat två och två. En stor omställning beträffande arbetssätt kom efter att E2K hade implementerats då *alla* flygledare övergick till att arbeta två och två. En uppdelning skedde av arbetsuppgifterna, där en flygledare enbart kommunicerar med flygplanen, och den andre sköter planeringen och kommunikationen/samordningen med andra flygledare. Detta ändrade arbetssätt har också betytt att en trygghet finns då flygledaren alltid har en kollega nära att rådfråga vid osäkerhet kring något arbetsmoment eller bestämmelse. En annan stor konsekvens kring arbetssättet av E2K var att det analoga hanterandet med pappersstrippar övergavs vilket i sin tur innebär att i princip allt arbete blir datorbaserat. Pappersstripparna skrevs för hand vilket tog uppmärksamhet från de andra systemen.

E2K-projektet uppdaterades igen år 2011 i form av det fortfarande pågående projektet COOPANS. Syftet med COOPANS-projektet är att tillsammans med luftfartsverken i Danmark, Irland, Österrike och Kroatien samutveckla flygtrafikledningssystemet och dela på underhålls- och utvecklingskostnader. I samarbetsgruppen ingår också den tekniska leverantören av systemet. Tanken är också att detta på sikt kan vara underlag för en gemensam europeisk teknikstandard vilket underlättar för flygledningsarbetet transnationellt.

Innan systemmiljön byttes ut i de två fallen så genomgick systemet en testperiod under olika simulators scenarier. Problemet med införandet av den nya systemmiljön både år 2005 och år 2011 var dock att systemet inte var färdigutvecklat till fullo när utbildningen av operatörerna påbörjades. Denna utbildning skedde i simulator och under teoretiska pass och var helt inriktad mot att lära sig gränssnittet och själva handhavandet med det nya systemet. Eftersom systemet inte var färdigutvecklat innebar detta att uppdateringar och ändringar skedde kontinuerligt, vilket gjorde att operatörernas nyss inlärd kunskap och färdigheter redan efter nästa systemuppdatering kunde bli obsoleta. Vid den senaste uppdateringen fick flygledarna fem dagars utbildning. Därefter fick operatörerna ge återkoppling på den genomförda utbildningen.

Parallellt som personalen utbildades i de två fallen, så testades de nya systemen i en utvecklingssimulator där de nya systemlösningarna var installerade. Denna simulator "skuggade" den riktiga systemmiljön genom att live ta in information om lufterum och flygtrafik för att i utvecklingssimulatorens genomföra arbetsuppgifterna på det nya sättet. Här kunde då problem, brister och fel rapporteras för att sedan slussas vidare till de utvecklingsansvariga för att göra iterativa ändringar vartefter.

### 5.1.6.1 Fördelar och utmaningar

Den största fördelen som nämns med de nya systeminförandena har varit att kapaciteten har ökat genom att färre flygledare numera kan ta hand om mer flygtrafik. En nackdel som framkommer är att kraven på operatörerna ökat med det nya teknikinförandet. I och med att uppdateringar och utveckling sker kontinuerligt så ökar kraven dessutom fortare och fortare. Till detta har även en viss stressökning hos operatörerna noterats. Förändringsgraden får till följd att utbildningen måste utvecklas i samma takt så att operatörerna kan bli utbildade i alla förändringar. Ett resultat av detta är att kompletterande utbildningstillfällen, utöver de tre årliga kompetensutvecklande passen, har blivit fler för att snabbare omhänderta förändringar i teknik, föreskrifter och bestämmelser.

Med de två stora moderniseringsprojekten har en utökning av den totala systemkunskapen skett då flygledarsystemen blivit allt mer avancerade och informationsrika. För många arbetsmoment fanns tidigare bara ett handlingsalternativ, nu kan det finnas upp till fyra olika handlingsalternativ för varje arbetsmoment. Utbildningen måste därmed tackla frågor om huruvida alla handlingsalternativ ska läras ut eller om ett visst urval ska göras. Genom att lära ut mer och mer information så ökar mängden kunskap som operatörerna ständigt måste hålla aktiv vilket kan påfresta arbetsminnet, särskilt vid akuta eller ovanliga tillfällen då stress försämrar minnesåtkomsten. Man har även sett att operatörer glömmer bort, eller inte fullt ut förstår, olika handlingsföljer efter vissa kommandon i det nyaste systemet.

## 5.2 Metso

Metso är en leverantör av teknik och servicetjänster inom processindustrin. Koncernen har 30 000 anställda i ett femtiotal länder. Huvudinriktningar är mot nyproduktion, modifiering, inspektion och service för anläggningar inom gas och olja, automation, gruvdrift, papper och massa, konstruktion samt kraftgenerering.

Inom industriområdena papper och massa samt kraftgenerering ligger Metsos huvudsakliga utbud av simulatorer där man också erbjuder ett utbildningskoncept av träning och utbildning kring simulatorerna.

### 5.2.1 Simulatorer

Metso har två typer av simulatorer som främst skiljs åt avseende olika operatörsgränssnitt, en DCS (Distributed Control System)-baserad och en så kallad "stand-alone" simulator. I DCS-fallet så omvandlas det riktiga styrsystemet till en virtuell version bestående av ett virtuellt processkontrollsystem och ett dynamiskt processimuleringsprogram som ger en simulering av anläggningens beteende. Processkon-

trollsystemet är en identisk kopia av det system som finns i referensanläggningen vilket även inkluderar operatörsgränssnittet med funktioner som, och grafisk representation av, larmhantering, kontroll, trender och processdiagnostik. Gränssnittet efterliknar till exempel de flödesscheman och den komponentnamngivning som återfinns i referensverket. När en ”stand-alone” simulator används så byggs en kopia av DCS-systemets delar med processtyrning, föreglingar och operatörsgränssnitt och till detta kopplas det dynamiska processsimuleringsprogrammet. En skillnad mot den DCS-baserade simulatoren är att simulatorns larmhantering, trender och detaljbilder på t ex regulatorer inte är helt identiskt med verklighetens kontrollrumavseende grafisk utformning. Om den DCS-baserade simulatoren har som fokus att efterlikna verklighetens kontrollrum i betydelsen att varje arbetsmoment skall göras i rätt ordning genom att klicka på rätt knapp osv, så blir fokus i ”stand-alone” simulatoren att skapa en större förståelse för processdynamiken där själva knapptryckandet i rätt ordning inte spelar lika stor roll. Båda simulatorerna riktar sig mot operatörers träning och andra yrkeskategorier som behöver träna på handhavanden och få en ökad förståelse för processdynamiken i en anläggning, t ex processingenjörer.

På de anläggningar som använder sig av Metsos simulatorer är oftast själva processlösningen också skapat av Metso. Då en annan leverantör skapat processlösningen så delges Metso information från kunden inom ett sekretessavtal för att kunna skapa en så verklig simulator som möjligt.

Simulatorerna kan starta och pausa en process när som helst. Fel och scenarier som inkluderas i simulatoren är bland annat fel i pumpar, fläktar, krafttillföring, instrumentation och utrustning, signalfel och brus, tubbrott, ångförluster, tryckfall och läckage och tilltäppning kring ventiler.

De yrkesbefattningar som arbetar med framtagningen av simulatorerna är bland annat applikationsingenjörer, processingenjörer, mekanikingenjörer och serviceingenjörer. Dessa har inte enbart ärenden kring simulatorerna som arbetsuppgifter utan arbetar parallellt med systemutveckling för styrningen av den riktiga anläggningen. Till själva utbildningsdelen finns en rad instruktörer anställda med fokus på pedagogik och lärande samt återkommande fortbildning inom dessa områden. Dessa kommer i huvudsak från användarsidan och har en bakgrund som skiftchef eller operatör på kundens anläggningar.

## 5.2.2 Utbildning och lärande

Metso erbjuder delar eller en paketslösning rörande utbildning för verkspersonal. Tillsammans med kunden bestäms träningens mål, tidsramar och omfattning.

Till varje beställd utbildningstjänst genomför instruktörerna en instuderingsperiod för att observera den berörda anläggningen. Observationer görs på anläggningen för att identifiera kompetensbehov genom att se hur arbetet utförs. Det är mycket olika hur arbetet rent organisatoriskt är uppbyggt hos olika kunder. I fallet med pannoperatörer så kan dessa vara två personer, som växlar mellan att vara ute i anläggningen som tekniker och inne i kontrollrummet som operatör. I andra organisationer kan en kontrollrumsoperatör sköta ett flertal processer medan ett större antal tekniker jobbar ute i verket. Vid simulatorkörningar, när operatörerna måste kommunicera med de tekniker som är ute i anläggningen, fungerar instruktörerna som dessa roller genom att hörsamma kommandot och exempelvis stänga/öppna en ventil via simulatorns administrationsverktyg. Fokus på kommunikation i utbildningen är dock inte av hög prioritet.

En viktig röd tråd genom lärandet är att inte bara lära ut hur en process eller en arbetsuppgift ska genomföras, utan även varför den ska genomföras. Detta bidrar till en djupare förståelse för hur verksprocessen, styr- och reglersystemen samt säkerhetsaspekter hänger ihop. Innan en utbildning startar så ställer Metso krav på att operatörerna har vissa baskunskaper innan, något som kunderna får ordna separat. Första steget i träningsprogrammet är sedan att använda ett interaktivt datorbaserat verktyg för att lära ut de mer teoretiska kunskaperna kring hur anläggningen fungerar med komponenter och kringssystem. Det datorbaserade lärandet inkluderar fem moduler som, helt eller delvis, skräddarsys för respektive kund. Dessa moduler består av:

- **Anläggningsbeskrivning** – Ger en översiktsbild av anläggningen
- **Säkerhet** – Ger en helhetsbild av risker kopplat till verksamheten
- **System** – Ger en förklaring av funktionen och instrumentationen av de utrustningsdelar som anläggningen är uppbyggd av.
- **Operativa rutiner** – För fallen uppstart, normal drift, normal avstängning och nödstopp.
- **Processer** – Ger en förklaring till hur processerna i anläggningen fungerar, deras olika steg och hur dessa relaterar till varandra.

Steket därefter i träningsprogrammet innefattar en rundvandring i anläggningen för att fysiskt visa komponenterna och utrustningen. Mer kundspecifik information såsom flödesscheman, driftsmanualer och annan dokumentation samt processbilder går sedan igenom. Därefter börjar själva simulatorträningen för operatörerna. De första scenarierna handlar om att från driftsmanualer göra en uppstart av en kall anläggning för att sedan hantera processen under normal drift och att sist avsluta simulatorpasset med en avstängning av processen. Beroende på hur kraven sätts så ska operatörerna klara hanteringen av processen tillsammans med frågor från instruktören. Svårare scenarier innebär att driftsstörningar läggs på för att simulera anläggningsförhållandena under störd drift. Ytterligare stegring av driftscenarierna sker då olika typer av fel och händelser inträffar som har en påverkan på säkerheten och som kräver direkta aktiva ingrepp från operatörens sida. I regel körs simulatorpassen i realtid med vissa undantag för delmoment som kan ta mycket tid om de skulle vara realistiska (att fylla tankar exempelvis). Beroende på utbildningskraven från kunden och vilken typ av verksamhet det berör så sker simulatorträningen mellan tre dagar till en vecka.

### 5.2.3 Användningsområden

Trots att Metso levererar simulatorer till en rad olika branscher så uppfattar Metso det inte som att det är några skillnader i hur de olika branscherna använder sina simulatorer. Simulatoranvändningen sker utifrån en rad olika syften och användningsområden. Syftena är av följande karaktär:

- **Förebyggande utbildning**
  - Innan en anläggning är byggd/modifieras:*
    - Att personalen får utbildning i de kommande arbetsuppgifterna under tiden anläggningen konstrueras.
  - Under tiden en anläggning används:*
    - Att operatörerna lär sig att proaktivt styra bort från riskfyllda processituationer innan dessa uppstår

- Hålla sig à jour med kunskap som krävs vid hanteringen av sällan inträffade händelser.
- **Verifiering** (som beslutsunderlag inför verklig implementering)
  - Innan en anläggning är byggd/modifieras:*
    - Av designlösningar/förändringar gällande system- och anläggningsutformning.
    - Av gränssnittsdesign för att föregripa designfel kopplat till mänskliga-datorinteraktion
- **Ekonomiska**
  - Optimering av processen*
    - Kan riskfritt testas/läras ut i simulatormiljön

## 5.2.4 Återträning

Metso arbetar med ett koncept som innebär att en eller flera personer hos kunden blir upplärda till att bli simulatorinstruktörer för att ansvara för verkets egna återträning. Beroende på hur mycket stöd och assistans de verksanknutna behöver så kan exempelvis nya scenarier tas fram i samarbete med Metso. Alla kunder använder sig av kontinuerlig återträning av sin personal i olika typer av simulatorpass.

En kund har exempelvis krav på att varje operatör ska, utifrån mognadsgrad och erfarenhet, genomgå simulatorövningar två dagar per år, men regelrätta krav från myndigheter eller andra instanser finns inte på samma sätt som inom flyg- och kärnkraftsindustrin. Rekommendationer från olika branschanknutna kommittéer finns dock att frivilligt följa.

## 5.2.5 Förändringar kring och hos anläggningen

Om det sker en anläggningsändring så ankommer det på kunden att informera Metso om detta. Då Metso i många fall även har byggt själva anläggningen så faller det på Metso att även göra själva förändringen. Som en rutinliknande metod för att informera om anläggningsändringar så finns ett serviceavtal mellan Metso och kunden, inom vilket en årlig avstämning sker kring ifall simulatören behöver uppdateras eller byggas om. Information om anläggningsändringar kan också fångas upp av Metsos kundansvariga personer eller under andra mötesformer med kunden. Ett annat sätt är att kunden istället tar direktkontakt med Metso angående detta.

När så en anläggningsändring sker så blir Metso delgivna ett faktaunderlag om vad som har förändrats och driftdata för hur den nuvarande processen körs. Simulatören uppdateras sedan och trimmas in mot driftdata. I samband med detta skapas vid behov också nya övningar och scenarier.

Om den årliga avstämningen inte genomförs kan små stegvisa förändringar av anläggningen leda till att kunden förr eller senare märker att det finns ett glapp i betendet mellan simulatören och verkets driftprocess.

Metso använder själva inte simulatören för framtagning eller modifiering av verksdokumentation. När instruktioner eller driftmanualer har ändrats hos kunden kan detta ibland resultera i ett pass i simulatören som hanterar detta.

Som ett led i att skapa erfarenhetsåterföring mellan olika branscher, sammanför Metso vartannat år alla svenska kunder för att sprida goda exempel och erfarenheter kopplat till användandet av simulatorträningen. Mötet fungerar också som en av-

stämning kring hur arbetet med utbildningsarbetet går och hur pedagogik används samt var utmaningar och lärdomar ligger.

## 5.2.6 Bedömning/validering

Då Metso inte har personalansvaret för en kund så bedöms inte operatörerna i meningen att de blir certifierade efter genomförd simulatorträning. Kunden är den som bedömer detta. Metsos instruktörer kan dock informera kunden om vilka kompetensområden de sett brister inom vid de inledande observationerna och vad som kundens egna instruktörer bör lägga vikt vid i den interna återträningen.

Bedömningsfaktorerna för om operatörerna har klarat de olika scenariorna bygger i stort på att dessa inte avviker för mycket från de olika mål som formulerats för övningen, till exempel de uppstartskurvor som anläggningen är baserat på. Beroende på mognadsgrad och erfarenhet hos operatörerna finns det olika svårigheter i att lära ut. Oerfarna operatörer, som först lärs ut i de mer normala driftfallen, kan ha svårt att hantera rutiner och veta vilka steg och i vilken ordning som åtgärder skall göras. Utmaningen för erfarna operatörer, som lärs ut för mer ovanliga eller säkerhetskritiska händelser, är däremot att hantera larmmängden och att prioritera rätt larm och åtgärd, vid rätt tillfälle, i rätt tid.

Angreppssätt för att validera att genomförd utbildning även fungerar i verkligheten finns då det gäller nya anläggningar. En uppföljningsutbildning är då inlagd som återkoppling en tid efter det att anläggningen tagits i bruk och utbildningen genomförs. Instruktörer observerar arbetet i vardagen och kommer med synpunkter och förbättringsförslag kring arbetssätt och processhantering. Liknande uppföljning då en anläggningsändring skett finns inte som rutin men kan genomföras om kunden efterfrågar detta.

## 5.2.7 Fördelar och utmaningar

Innan simulatorer började användas föregicks lärande och träning istället under själva styrningen av den verkliga processen. Detta medförde stora risker och kostnader för processindustrin och vissa moment kunde inte övas överhuvudtaget. Själva möjligheten att öva i en riskfri miljö som dessutom erbjuder en ökad mängd av situationer, ses som den största fördelen med simulatorträning. Andra fördelar kring simulatorm inkluderar:

- Att operatörerna kan återträna sällan använda färdigheter och situationer såsom uppstart och stängning av processen samt för normala och ovanliga situationer.
- Att underlätta för att snabbt, säkert och mer kontrollerat exempelvis starta upp eller stänga ned en process (inom dessa branscher är ett driftstopp kopplat till ett stort ekonomiskt bortfall).
- Tillfälle för operatörerna att i en rad olika situationer testa alternativa strategier och tillvägagångssätt utan risk för processsäkerheten. Detta är en viktig del i att optimera driften.
- Möjlighet till avancerad felsökning och framtagande av lösningsåtgärder
- Framtagning och validering av olika rutiner kopplat till arbetsuppgifterna/arbetsrollerna
- Design- och anläggningsutveckling för att i förväg och proaktivt kunna validera logik, systemutformning etc.

- Utbildning av personalen under tiden då den verkliga anläggningen byggs, modifieras osv för att vid uppstarten vara färdigutbildade.
- Bättre förståelse för helheten, för den dynamiska interaktionen delsystem emellan samt för förståelsen för flaskhalsar i processer.
- Testa av programmerad logik i DCS systemet före uppstart av anläggningen

Lite av förutsättningen för att de ovan nämnda fördelarna ska kunna infrias är att den verksansvarige instruktören framgångsrikt driver utbildnings- och simulatorfrågorna hos sin arbetsgivare, samt håller simulatoren uppdaterad avseende anläggningsändringar. Dessa instruktörer har ofta inte bara utbildning som ansvar och arbetsuppgift, utan dessa kan behövas i andra utvecklingsprojekt. Hur väl och i hur stor utsträckning frågor rörande utbildning och simulatorträning förvaltas, och hur högt upp i prioriteringslistan simulatorträning sedan hamnar, kan därför sägas bero på hur väl kundens organisation genomsyras av god säkerhetskultur. En organisation med god säkerhetskultur inser både de långsiktiga fördelarna rörande säkerhet och ekonomi med kontinuerlig utbildning och simulatorträning. Kunder som ser vikten av fördelarna allokerar tid och resurser åt instruktörerna för att planera, utveckla och genomföra kontinuerlig utbildning och simulatorpass. Hos kunder där dessa frågor inte är lika högt prioriterade, men ändå finns på agendan, så får instruktörerna själva hitta tidsluckor för att hantera detta vilket ofta resulterar i färre simulatorträningstimmar per anställd.

## 5.3 Simulatorträning av kontrollrumspersonal vid en petrokemisk industri

Företaget som studerats är sedan flera decennier verksamt inom den petrokemiska industrin där den huvudsakliga produktionen är inriktad mot tillverkningen av polymerer. Flera anläggningar i flera olika länder ingår i företagets organisation. Den del av företaget som ligger till grund för rapporten är i sin tur en del av en helintegrerad petrokemisk anläggning i Finland. Hela anläggningen producerar syntetfibrer (olefiner), aromater och andra plastrelaterade produkter.

### 5.3.1 Anläggningen

Den del av anläggningen som närmare undersökts är sammankopplad med en annan kemisk industri via pipelines. Skälet till detta är att försöka tillgodogöra sig och omhänderta så mycket av restprodukterna som möjligt och omvandla dessa till vätgas och olika kolväten.

Det operativa arbetet sköts av totalt cirka hundra personer som arbetar i skiftlag dygnet runt. Verket använder sig av en femskiftscykel där varje skift består av mellan åtta till tolv personer. En av dessa är skiftlagschefen som ansvarar för att arbetet utförs korrekt och att personalen har rätt kompetens. Tre av personerna i skiftlaget är kontrollrumsoperatörer. Anläggningsområdet utomhus är indelat i flera sektioner där en till två anläggningsoperatörer ansvarar för varje område och utför manuella arbetsuppgifter.

### 5.3.2 Moderniseringsprojektet

År 1992 gjordes en stor omställning av kontrollrummet genom att övergå från manuell, analog panelstyrning till ett datorbaserat arbetssätt. Inför moderniseringen togs ett urval av operatörer in från alla skiftlag för att bestämma hur gränssnittet skulle se ut. Operatörerna fick under tiden utbildning i hur det nya systemet fungerade. Dessa operatörer var de som först började använda det nya systemet och deras kunskap spreds sedan till de andra i skiftlaget och via parallelltjänstgöring.

Omställningen gjordes stegvis och startades med att ställa om hur ugnarna kontrollerades. Dessa är första steget i hela den petrokemiska processen där råvaran värms upp. Verket har totalt tio ugnar och i det första steget börjades en ugn att styras med hjälp av det digitala datorbaserade systemet. Då ugnen bara stod för en tiondel av den totala ugnskapaciteten bedömdes konsekvenserna om något skulle gå fel inte vara så allvarliga. Ingen simulator fanns att tillgå vilket innebar att all träning var skarp. En ugn per månad införlivades sedan i det nya kontrollsystemet vartefter operatörerna kände sig alltmer vana med moderniseringen då erfarenhetsåterföringen mellan ugnoperatörerna skedde parallellt. På den så kallade "kalla" delen av processen gjordes inte samma delvisa omställning, utan omställningen gjordes direkt och helt, dock utan problem, enligt utbildaren.

En förändring som setts då operatörerna övergick till ett datorbaserat arbetssätt var att operatörerna snabbare och mer effektivt kunde sköta sina arbetsuppgifter. En annan konsekvens som noterats efter att anläggningen har moderniserats och automatiserats, är att allt mindre aktivitet sker under ett arbetspass. Detta har inneburit att det nu tar mycket längre tid att få erfarenhet i kontrollrummet än tidigare, då operatörerna var tvungna att ingripa mer aktivt i kontrollen av anläggningen.

Den största svårigheten innan, under och efter genomförandet med moderniseringen var att lära var och hur alla de analoga instrumenten och värdena på panelerna fanns i processbilderna i det nya kontrollsystemet

### 5.3.3 Kontrollrumsarbetet/Systemmiljö

Med hjälp av kontrollrummets datoriserade styrsystem kan kontrollrumsoperatörerna övervaka och kontrollera nästan varje del av processen. Vissa delar kan dock inte övervakas eller styras, såsom vissa manuella pumpar och handvred. Dessa måste med handkraft manövreras ute i anläggningen. När sådant arbete behöver göras så beordrar kontrollrumsoperatören en anläggningsoperatör via radio att utföra krävd åtgärd. Operatörerna ute i anläggningen använder också radion för att kommunicera om de ser eller hör något som bör rapporteras in till kontrollrummet. För kommunikation över radion används ingen tvåvägskommunikation och inga signaler ges heller till kontrollrummets kontrollsystem då exempelvis en pump har startats av anläggningsoperatören. Istället används ett datorbaserat loggbokssystem där kontrollrumsoperatören skriver in de uppgifter som anläggningsoperatören rapporterar in, de arbeten denne utfört samt annan information som behöver antecknas. Detta dokument är delat mellan operatörerna och en särskild del finns för skiftlagschefen. Loggboken fungerar sedan som en informationsbakgrund över vad som hänt under det föregående skiftet vilken överlämnas till nästa skiftlag när dessa byts av.

Ett annat datorhjälpmedel som används är ett optimeringsprogram som ligger över själva styrsystemet. Programmet optimerar automatiskt ett stort antal processer som sker i anläggningen med syftet att få ut en så bra produkt som möjligt genom att styrsignaler skickas till kontrollsystemet för att ändra olika parametrar. Optimering-



en sköttes tidigare helt av beslut tagna av operatörerna. Operatörernas roll nu är att övervaka och följa upp så att de automatiska besluten och parameterändringarna får de konsekvenser som de är tänkta att få.

Ytterligare ett hjälpmedel i kontrollrumsoperatörernas systemmiljö är ett analyseringsprogram. Prover tas kontinuerligt från olika delar av anläggningen vilka analyseras och undersöks. Resultatet av detta presenteras sedan i programmet vilket ger värdefull information till operatörerna avseende produktens kvalitet i olika delar av anläggningen.

En driftmanual med instruktioner finns i analog form, men även digitalt sökbar som pdf. Den används förebyggande vid exempelvis sällan förekommande situationer och då operatörerna känner sig osäkra. Processingenjörer på verket är de som ansvarar för att skriva instruktionerna och se till så att driftmanualen är uppdaterad och överensstämmande med anläggningen. Processingenjörerna är även involverade vid anläggningsändringar vilket håller dem uppdaterade när och hur en instruktion ska ändras. Skiftlagen informeras via mejl när en instruktion har ändras/skapas.

### 5.3.4 Simulatore

Simulatore är uppbyggd av två delar, dels av exakt samma kontrollsystem som finns i det riktiga kontrollrummet samt dels av en processmodell som matar kontrollsystemet med signaler.

Den undersökta anläggningen började använda simulatorverkyget år 2007, då simulatore installerades tillsammans med ett nytt kontrollsystem. Inför uppstart fick operatörerna utbildning i den nya systemmiljön genom blandad simulatorträning och teoretiska utbildningspass.

Endast en person arbetar som instruktör/utbildare under simulatorträningen och ansvarar samtidigt för simulatore på hela anläggningen; dess uppdatering, utveckling och drift. Samme person arbetade tidigare med automation och instrumentation av anläggningen, samt som operatör. Tack vare den kunskap som erhållits med utvecklingen av simulatore så tillkallas denne också som konsult för annan verksamhet i verket.

I utvecklingen av simulatore och de scenarier som övas under passen så har expertis och erfarenheter från äldre operatörer tagits med. På så vis har dessa även kunnat validera simulatorns exakthet. Då simulatorutvecklaren hela tiden lär sig nya saker om processens beteende så försöker man delge detta till operatörerna för att sprida kunskapen vidare.

Vissa delar av kontrollrummet är inte förlagda till simulatore, såsom kontroll och övervakning av ugnarna, vilken operatörerna får separat träning för. Simulatore är reducerad till att enbart simulera själva processen för framställningen och kvaliteten på den produkt som för närvarande gäller. Komponenter som manuellt måste aktiveras ute i anläggningen finns också representerade och instruktören fungerar då som anläggningsoperatör som kontrollrumsoperatören måste kommunicera med. Det nämns som en svaghet att prioriteringar måste göras för vad som ska ingå i simuleringsmodellerna eftersom dessa är datorkrävande.

Simulatore är förlagd i samma byggnad som det riktiga kontrollrummet, med bara en halv minuts gångavstånd emellan. Detta i kombination med att simulatore om-

händertas av endast en person gör att det är enkelt att samverka och mötas. Den simulatoransvarige är exempelvis med och arbetar operativt med skiftlagen vid driftstopp, under produktionstoppar och medverkar på olika planeringsmöten om anläggningsändringar med processingenjörer och annan personal. Särskilt vid driftstopp och höga produktionstoppar möjliggör detta att den simulatoransvarige kan se hur skiftlaget fungerar vid hög arbetsbelastning och fånga upp utbildningsbehov under tiden. Även skiftlagens loggböcker läses för att hålla sig à jour med vad sker i arbetslagen. Allt detta möjliggör för kompetenssäkring för den simulatoransvarige.

En återkommande metod som används för att uppgradera och utvärdera simulatorns överensstämmande med verkligheten är att samla ett antal operatörer för att skriva operativa instruktioner som är mycket mer detaljerade än de som processingenjörerna skriver. Dessa instruktioner skrivs med hjälp av simulatorn genom att förloppet stegas igenom. Tanken är att instruktionerna ska verka som ett ännu bättre stöd för arbetet ute i anläggningen.

### 5.3.5 Utbildning och simulatoranvändning

Hela anläggningen kan grovt delas in i nio olika områden som man som kontrollrumsoperatör och anläggningsoperatör kan ha kunskap om. För kontrollrummet finns tre olika områden. Tanken är att när en operatör lärt sig ett område fullt ut så kompletteras detta med ytterligare ett eller två angränsande, både inne i kontrollrummet och ute i anläggningen. Varje operatör blir upplärd kring max tre områden. Fler än så riskerar att göra kunskapen om varje område mindre djup enligt den ansvariga. Skälen till att operatörerna får kunskap om fler än ett område är främst att:

- Skapa en flexibilitet hos operatörerna vilket underlättar att sätta samman ett skiftlag med rätt kompetens
- Ge operatörerna en helhetssyn av hur anläggningen betar sig genom att:
  - lära sig andra operatörers arbetsuppgifter
  - få en koppling mellan kontrollrummets modell av processen och hur den i verkligheten ser ut

Detta ger vidare effekter som gör organisationen mer ”resilient” (fler kan fler saker bättre) och att operatörerna får mer varierande arbetsuppgifter (vilket dessutom ger ett mer utmanande och omväxlande arbete).

En närbelägen petrokemisk industri har organiserat arbetet annorlunda. Där möts inte kontrollrumsoperatörer och anläggningsoperatörer på samma sätt. På anläggningen som studerats så går anläggningsoperatörerna in i kontrollrummet när inget jobb finns att utföra. Genom att mötas lär sig de olika befattningarna mer om processen och de olika arbetsuppgifterna i anläggningen, dessutom delas erfarenhet och lärdom operatörerna emellan.

Simulatorpassen fokuserar mest på att träna operatörerna under situationer som involverar:

- Driftstörningar
- Ovanliga händelser
- Felfungerande pumpar och kompressorer
- Uppstart och driftstopp av anläggningen
- Snabba förlopp
- Förändrade arbetsuppgifter på grund av anläggningsändringar

### 5.3.6 Grund- och återträning

För en nyanställd så skräddarsys en utbildning beroende på hur denne gör framsteg där simulatorträning varvas med teoretisk utbildning och parallelltjänstgöring i kontrollrummet med en erfaren operatör under ca två till tre månader.

Återträningen följer inte ett periodiskt schema över året utan operatörerna får själva välja hur passen ska fördelas, såtillvida inte en stor anläggningsändring som direkt kräver utbildning måste genomföras. Varje simulatorsession är ett pass på fyra timmar, och minimum per år är att varje kontrollrums- och anläggningsoperatör ska ha genomgått sexton timmars simulatorträning. Vissa operatörer kan beroende på kompetensbehov få mer än sexton timmars träning per år. Skiftlagschefen kan också medverka under simulatorpassen, men gör det inte lika ofta som operatörerna.

Utbildningstillfällena kopplat till återträningen används till både mindre och mer erfarna operatörer för att öva upp sällan använda/glömda färdigheter eller moment som det kan finnas en osäkerhet i att utföra. För återträningsspassen så är det också till viss del upp till operatörerna under vilka former de vill träna. Beroende på ansvarsområde i kontrollrummet så kan vissa operatörer återtränas i par. För de som känner sig mer bekväma med att träna enskilt genomförs träningen så. En mindre erfaren operatör kan även simulatorträna med mer erfarna om detta upplevs påverka kunskapsutvecklingen positivt.

Kravet att kontrollrums- och anläggningsoperatörer ska genomgå sexton timmars simulatorträning per år har inneburit att vissa anläggningsoperatörer inte känner att de behöver kunskap om hur kontrollsystemet ser ut och fungerar. Utbildaren nämner det som en utmaning att försöka få dessa att inse att de kommer att få en fördjupad kunskap om hur de komponenter som operatörerna hanterar samverkar i en större helhet och påverkar processen i stort.

Utbildaren berättade att i början när simulatoren infördes så försökte denne att lära ut ett uniformt sätt att göra vissa kommandon och arbetsuppgifter, även om det fanns flera sätt/strategier att göra samma sak utan att detta hade påverkan på säkerheten. Utbildaren kunde då avbryta och tillrättavisa en operatör om de inte gjorde en uppgift på exakt det sätt som utbildaren hade visat, även om arbetsuppgiften löstes. Vartefter simulatoren har använts så har en mer liberal inställning intagits där operatörerna själva får använda de strategier som de vill för att lösa en arbetsuppgift, så länge detta inte påverkar säkerheten.

Under simulatorpassen så ingriper inte utbildaren när operatörerna är på väg att göra fel eller misstag. Istället så ses detta som ett tillfälle att lära sig något. Misstaget följs upp av en diskussion om varför det gick fel beträffande hur processen påverkades och vad som rent arbetsuppgiftsmässigt inte gjordes korrekt. Utbildaren tycker sig ha sett att en färdighet sätter sig bättre när operatörerna först har gjort ett misstag och sedan blivit informerade om varför det var ett misstag och vad som kunde göras annorlunda.

Lärande i det vardagliga kontrollrumsarbetet sker främst genom så kallad konsultation, då just det vardagliga arbetet i kontrollrummet inte innebär mycket agerande som berör sällan använda färdigheter. Konsultation innebär att en operatör rådfrågar en mer erfaren operatör när en osäkerhet kring något arbetsrelaterat föreligger.

Utbildaren anser att det mest utmanande är att ge operatörerna förståelse för hur den komplexa processen egentligen fungerar och hänger ihop med olika delprocesser och komponentpåverkan. Många erfarna operatörer har även de svårt att i huvudet

försöka föreställa sig hur åtgärder samverkar samt när och var det får en påverkan i systemet. Ett angreppssätt som används i simulatoren för att hantera detta är att försöka isolera delarna i systemet för att först studera dessa och sedan successivt inkludera fler delar. Prioritering och beslutsfattande nämns också som något som är svårt, särskilt för nyanställda, att ta till sig.

### 5.3.7 Användningsområden

Driftstopp är mycket ovanligt och inträffar ungefär vart femte år då större underhåll och anläggningsändringar genomförs. Med simulatoren kan de färdigheter och moment som då behövs tränas upp innan stoppet genomförs. Man har sett en tydlig koppling till rent ekonomiska vinster då driftstoppen kunnat förkortas och att driftstörningar kunnat hanteras utan att processen behövt avbrytas med produktionsbortfall som följd.

För att mer proaktivt jobba med att bygga upp och uppdatera kunskap så används simulatoren inför komplexa moment/arbeten som är schemalagda att göras i anläggning utan att ett driftstopp måste göras. Träningen brukar då delas upp i att först endast titta på hur en del i systemet påverkas, för att sedan utöka komplexiteten genom att se hur hela processen beter sig som konsekvens av den övade åtgärden. Även alla de operatörer som inte ska vara med och göra samma arbetsmoment i verkligheten får träning i simulatoren för att utöka sina kunskaper.

När en ovanlig händelse eller nära-olycksrelaterat händer i verket används simulatoren för att försöka återskapa det inträffade händelseförloppet. Förloppet kan sedan lugnt och metodiskt gås igenom i simulatoren genom att stega sig igenom händelseutvecklingen för att vinna förståelse om orsaken till en händelse.

Simulatoren används också för att testa olika strategier som operatörerna utvecklar. Det vanligaste fallet är att strategin inte kunde användas, men det finns fall då man finjusterat/tänkt ut strategierna med hjälp av simulatoren för att sedan använda dessa i verkligheten.

Vidare användningsområden för simulatoren har varit att i förväg testa hur anläggningsändringar och modifieringar kan påverka anläggningsprocesserna. Eftersom kontrollsystemet i simulatoren är identiskt med det i kontrollrummet så kan ändrad programkod testas i simulatoren innan den laddas över till kontrollsystemet vilket har inneburit att konsekvenser har kunnat uppskattas och hanterats proaktivt. Detta medföra att simulatoren även kan användas för validering i "Factory Acceptance Test" (FAT).

Ytterligare ett användningsområde för simulatoren är att instruktionerna från processingenjörerna (om de inte beskriver något arbetsmoment som ligger utanför simulatorrepresentationen) ibland kan testas beroende på tidsåtgång.

### 5.3.8 Ändringar i anläggningen med påverkan på utbildning

Den simulatoransvarige tillfrågas i olika planeringsmöten om att tidigt komma med för bedömning om något i anläggningen ska moderniseras/ändras och hur detta påverkar simulatoren eller utbildningen. Programkod som är tänkt att användas i det riktiga kontrollsystemet prövas sedan först i simulatoren följt av ett iterativt utveckl-

ingsarbete tills koden är färdig. Om utbildning krävs för att hantera ändringen skapas ett teoretiskt och/eller ett simulatorpass för att lära ut vad ändringen innebär. Utbildaren, samme person som ansvarar för simulatören, bedömer och ansvarar för alla förändringar som sker på styrsystemet och ändrade gränssnitt på datorskärmarna i kontrollrummet. Den ”teoretiske utbildaren” bedömer och ansvarar för ändrade driftmanualer, nya processgångar osv. Om anläggningsändringen innebär att färdigheter behöver utvecklas som berör arbetet ute i anläggningen bedöms innehållet av en erfaren anläggningsoperatör som även ansvarar för att detta lärs ut till de berörda. Om det inte är något som måste läras ut med kort varsel så samlas ändringarna ihop och lärs ut vid det inplanerade simulatorpasset för varje operatör.

### 5.3.9 Gränssnittsändringar

Om kontrollrumsoperatörerna inte känner sig tillfreds med gränssnittet i styrsystemet så har den simulatoransvarige tillsammans med anläggningens utvecklingsingenjörer möjligheter att uppdatera och ändra detta. Då större ändringar görs i designen behöver även styrsystemstillverkaren vara med. Ingen rutin eller metod finns för att fånga upp frågor kring detta utan det sker informellt genom att operatörerna tar kontakt med simulatorutvecklaren och förmedlar sina synpunkter. Tidigare ändringar i gränssnittsdesignen har varit av typen att:

- En processbild upplevs som plottrig och otydlig
- Viss information inte exponeras på ett tillräckligt bra sätt
- Olika displayer eller mätvärden känns felplacerade
- Flera olika fönsters information bör sammanfogas i ett gemensamt
- Göra redan tillgänglig information mer detaljerad
- Ny eller bearbetad information behövs i nya fönstermoduler

Ändringar i gränssnittsdesignen kunde ske redan innan simulatorinförandet, men att göra dessa med hjälp av simulatören har underlättat arbetet då designändringarna kan testas under en rad olika situationer innan uppdateringen genomförs i verkligheten, vilket kan reducera en rad risker kopplat till felutformning avseende dator-människa-interaktion. Då större gränssnittsändringar genomförs parallellkörs ett scenario på två skärmar (en med det nya gränssnittet, en med det gamla) för att se vad som förändrats och för att bli bekant med det nya.

### 5.3.10 Utvärdering/Bedömning

Ett utvärderingsmöte hålls en gång per år där den simulatoransvarige tillsammans med den teoretiske utbildaren, skiftlagschefer och produktionschefer går igenom kompetensbehov och utveckling för alla operatörer. En utbildningsplan görs sedan för varje operatör om vad som ska ingå i kommande simulatorpass och teoretiska utbildningsmoment. Simulatorutbildaren för inget protokoll över varje operatör under simulatorträningen utan känner att han ändå har vetskap om operatörernas brister och styrkor. Ett protokoll över varje operatörs färdigheter förs istället av skiftlagschefen som ansvarar för att skiftlaget har rätt kompetens. Huvudsyftet vid bedömningen av operatörernas kunskaper är att man utvärderar den samlade kompetensnivån för varje skiftlag. Om det upplevs som att ett skiftlag saknar kompetens inom ett visst område så kan skiftlagen balanseras ut genom att byta ut operatörer från ett skiftlag till ett annat.

Sporadiska och informella tillfällen, då instruktören sitter med och umgås socialt med ett skiftlag i kontrollrummet, sker dagligen. Dessa tillfällen är betydande för att observera och validera att det utlärda i simulatoren efterlevs i verkligheten. Om något uppmärksammas som frångår hur exempelvis en arbetsuppgift skall göras, så följs detta upp antingen direkt eller i kommande simulatorövning, beroende på vad som observerades. Det är den simulatoransvariges uppfattning att operatörerna uppskattar när han påkallar att något kan göras på ett bättre sätt.

Operatörernas utvärdering av utbildningen sker informellt under det vardagliga arbetet då den simulatoransvarige umgås med operatörerna. Förtroendet för varandra upplevs som stort och operatörerna kan förmedla information till simulatorutvecklaren som de kanske inte skulle berätta för någon av cheferna. Denna information kan handla om att operatörerna känner att de saknar kompetens för arbetsmoment som de egentligen borde kunna. Denna information tas tillvara av simulatorutvecklaren som sedan kan lägga in ett sådant moment i den planerade simulatorträningen eller för att skapa ett nytt pass som läggs in före den redan planerade återträningen.

### **5.3.11 Styrkor och risker**

Utifrån operatörernas perspektiv uppfattas det främsta målet med simulatoranvändningen att vara en effektivisering av utförandet av sina arbetsuppgifter, för att kunna allokera tid till andra arbetsuppgifter och på så sätt minska stress. Säkerheten ingår på så sätt i målet eftersom arbetsbelastningen minskar.

Från företagets perspektiv ses simulatoren som väldigt viktig för att upprätthålla operatörernas kompetens och färdigheter då träningstillfällen i stort kan skräddarsys beroende på omständigheter. Till exempel om verket ska expandera, om anläggningen ska uppdateras, om ett driftstopp ska genomföras eller om ett utvecklingsprojekt är under arbete. Ett annat skäl till varför simulatorträning ses som mycket betydande är för att få operatörerna att förstå och komma ihåg hur anläggningen fungerar, och vilka beslut som skall tas, om optimeringsprogrammet av olika skäl inte är aktivt.

En stor styrka hos simulatoren ser utbildaren vara att operatörerna i denna miljö mer fritt och obundna av regler kan få experimentera och testa anläggningen på ett sätt som på grund av risk och säkerhet inte alls skulle vara möjlig i verkligheten. Unik kunskap kan då erhållas om hur anläggningen beter sig i olika lägen.

En risk som uppmärksammas är att många från beslutsfattande positioner i företaget ser simulatoren som lösningen på alla problem rörande säkerhet, effektivitet och förståelse. Det poängterades att simulatorträningen är mycket givande i att förklara helheten i anläggningen och att simulatoren är en viktig del i att kontinuerligt jobba med kompetenshöjande insatser. Dock kan den inte ge operatörerna kunskap om precis allt som de kan utsättas för. Av rent tekniska skäl måste till exempel vissa delar av anläggningen lämnas utanför simulatoren och alltför komplicerade haverifall kan inte simuleras. En åsikt som framhölls i intervjuer var att simulatorträningen måste kompletteras med sådan kunskap som operatörerna enbart kan vinna genom egen erfarenhet i riktigt arbete kombinerat med att rådfråga sina kollegor under vardagligt arbete. När något i verkligheten händer så kan ingen simulator användas, utan all kompetens måste finnas i skiftlaget. Viktigt är då att de äldre och mer erfarna operatörerna finns med och att dessa erfarenhetsåterför sin kunskap till de yngre operatörerna.

Risken för att anläggningsändringar inte ska implementeras i simulatortillsammans med ny utbildning bedöms som liten. En större risk anser utbildaren vara ifall en förändring i anläggningen/kontrollrummet skett vilket även ändrat en arbetsuppgift. Det har inträffat att operatörer glömt bort den nya arbetsmetoden i samband med en förändring och istället utfört arbetet enligt den gamla metoden.





## 6. Utbildning och bedömning av kontrollrumspersonal vid ett svenskt kärnkraftverk

Den absoluta merparten av all utbildning av drift- och underhållspersonal vid de svenska kärnkraftverken utförs av en separat utbildningsorganisation. Organisationen står för befattningsutbildningar och återträning av drift- och underhållspersonal, utbildning av egna instruktörer samt framtagning av utbildningsmaterial. Genomgående linjer genom befattningsutbildningen och återträningen är:

- Erfarenhetsåterföring (lokala och globala drifterfarenheter)
- Driftmannaskap
- Teknik- och processförståelse.

Driftmannaskap inkluderar ett korrekt beteende i kontrollrummet, att de fasta mötesprocedurerna efterföljs samt att trevägskommunikation brukas i skiftlagets informationsdelgivning.

Utbildningsorganisationen står även för erfarenhetsåterföring där bland annat analyser, informering och delgivning av erfarenheter från andra kärnkraftverk ingår, i och med samarbeten med kärnkraftsorganen IAEA (International Atomic Energy Agency) och WANO (World Association of Nuclear Operators).

### 6.1 Ansvariga roller

Ansvar för att utbildningsbehov identifieras och att kontrollrumspersonalen kompetenssäkras ligger hos tillståndshavaren. På verket är detta nedbrutet hos driftcheferna på varje reaktorblock som ansvarar för att skiftlagscheferna har rätt kompetens. Skiftlagscheferna i sin tur ansvarar för att rätt kompetens finns hos alla individer i hela skiftlaget.

På det undersökta verket finns två kompetensutvecklare som fungerar som beställarombud av driftutbildning mot utbildningsorganisationen. Kompetensutvecklarna har återkommande möten med skiftlagscheferna på respektive block där utbildningsbehovet direkt kan kommuniceras.

Utöver detta så finns även särskilda driftutbildningsråd (DUR) för varje block som möts tre gånger per år för att samla upp kompetensbehov och erfarenheter. Råden består av representanter från befattningarna skiftlagschef, reaktoroperatör, reaktoroperatör under utbildning, turbinoperatör samt processoperatör (stationstekniker). Varje representant har en skyldighet inför varje DUR-möte att ta in synpunkter från operatörerna på sitt respektive område och att återge detta under en mötespunkt. På detta sätt är det tänkt att alla skiftlag ska täckas. Kompetensutvecklaren medverkar också i DUR-mötena, för att sedan kunna sprida erfarenheter till andra block.

Formella kundmöten mellan utbildningsorganisationen och verket sker fyra gånger per år. På dessa möten medverkar driftchefen och kompetensutvecklare för blocket tillsammans med representanter från utbildningsorganisationen för att diskutera utbildningsbehov, innehåll/utformning av befattningsutbildningar samt återträning.

## 6.2 Simulatoranvändning

En viktig del i utbildningen är att kontrollrumsoperatörerna tränas i kopior av kontrollrummen – så kallade fullskalesimulatorer – under olika driftförhållanden och scenarier. Simulatorerna, som ägs och förvaltas av utbildningsorganisationen, uppdateras när förändringar sker på verket för att upprätthålla sin verklighet.

Simulatorerna består av en utbildningssimulator (fullskalesimulator) samt utvecklingsystemet TUSS (Test- och utvecklingssimulator). För varje fullskalssimulator ansvarar en utvecklingsingenjör. TUSS är en kopia av utbildningssimulatoren så när som på att operatörsgränssnittet, kontrollrummet och I/O-utrustningen saknas. TUSS används för att provköra och modifiera modeller innan de sjösätts i utbildningssimulatoren. Simulatormodellerna byggs upp utifrån att referensdata samlas in från dataunderlag då verket haft stabil, normal respektive störd drift. I de fall referensdata saknas så ses det över om denna kan tas från en liknande anläggning på samma verk eller från ett annat. Om inte så görs en beräkningsuppskattning av utvecklingsingenjören.

Tack vare den stora likheten med det verkliga kontrollrummet kan de simulerade driftsprocesserna i simulatören användas för att undersöka om fel i krav och specifikationer hos anläggningsändringen har gjorts på grund av tidigare felaktiga analyser. Det finns även fall då simulatören kunnat påvisa att leverantörens värden och uttänkta konsekvenser varit felaktiga. Orsakerna har då varit att leverantören inte har använt dynamisk data och satt för snäva randvillkor i och med att de inte haft tillräcklig insikt i hur regler- och säkerhetssystem påverkar den tilltänkta komponenten. När något ovanligt inträffar på verket, till exempel en reaktortripp, så används händelsen i valideringssyfte för att provköras i simulatören. Vid sådan provkörning kontrolleras om simulatorns larmutskrifter, beteenden och förlopp är likvärdiga de verkliga systemens reaktioner.

Även för driftinstruktioner, schemagranskningar och frågor rörande människa-datorinteraktion kan utbildningssimulatören fungera som laborativ plattform. Gällande driftinstruktioner så kan simulatören användas dels i själva skrivandet och dels i valideringen av dessa. Vid simulering kan förloppet stegas igenom, pausas och ändras vart eftersom. Jämfört med att göra samma arbete i det riktiga kontrollrummet möjliggör simulatorförfarandet ett billigare och enklare tillvägagångssätt.

### 6.2.1 Simulatorträning

Ett krav från tillsynsmyndigheten är att kontrollrummets och skiftlagets fungerande/beteende i simulatören och i kontrollrummet skall vara likadant. Detta innebär att simulatören ska vara verklighet och att träningen i simulatören i så hög grad som möjligt ska efterlikna arbetssituationen vid verket.

Simulatorträningen, oavsett om den är befattnings- eller återträningssanpassad, är utformad att börja med normaldrift, för att sedan öka svårighetsgraden med effektökningar och driftstörningar för att till sist avsluta med haverisituationer.

Under ett simulatorpass simulerar instruktörerna olika funktioner som ligger utanför kontrollrummet. Exempel på detta är att ringa in underhållsjobb, kommunicera från ett annat kontrollrum och fungera som vakthavande ingenjör. Då operatörerna i simulatoren hanterar samtal från underhållspersonal så agerar instruktörerna som figuranter också enligt den åtgärd som operatören ger order om, oavsett om denna är fel eller korrekt utifrån utbildningen. Det följdfel som då kan bli konsekvensen måste därmed också omhändertas. En instruktör går även runt i själva kontrollrummet – beroende på simulatorkörning – för att coacha och hjälpa till. Under ett pass kan instruktörerna frysa scenariot för att exempelvis förklara ett fenomen eller ett förlopp, eller utifrån att stämma av skiftlagets situationsmedvetenhet fråga operatörerna om hur de inhämtat information, hur de tolkat den, om de har tittat efter bekräftande värden, hur de har kommunicerat med kollegor och hur de tänkt kring ett beslutsfattande. Under befattningsutbildningen så tränas operatörerna inte generellt i hela skiftlag, utan beroende på situation verkar istället instruktörer som de andra befattningshavarna.

Även underhållspersonal och processoperatörer kan vara med i simulatoren för att få en bild av hur arbetet i kontrollrummet fungerar. Detta är dock relativt ovanligt.

## 6.3 SAT-arbetet

Utbildningsorganisationen har sedan efterdyningarna av Three Mile Island-olyckan jobbat med kompetensutveckling influerat av SAT (Systematic Approach to Training)-metodik utgående från att göra analyser av arbetssätt och arbetsuppgifter för att identifiera utbildningsbehov. SAT är ett viktigt hjälpmedel även för att fånga upp och bedöma förändringar i arbetssätt och arbetsuppgifter i syfte att utveckla operatörsutbildningarna i fråga om kunskaper, färdigheter och attityder kopplade till ändringar i anläggningen eller i instruktioner.

En av de grundläggande komponenterna i SAT-arbetet är att göra arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalyser, varur ett utbildningspaket sedan utvecklas. Tillvägagångssättet för att göra dessa analyser består i att en analysledare, som är väl insatt i SAT-metodiken, dels samlar in data kring systemets uppbyggnad (ritningar, logiker); samt dels genomför en rad intervjuer med ett flertal erfarna ämnesområdesexperter, operatörer samt en person på chefsposition för diskussion av ansvarsfrågor. På detta sätt samverkar verket och utbildningsorganisationen i SAT-metodiken.

Förvaltaren (analysledaren) på ett av blocken på det undersökta kärnkraftverket har en referensgrupp med olika engagerade experter från verket. Detta för att få till ett sammanhängande SAT-arbete och en utvecklande och långsiktig inställning till metodiken. På de resterande blocken saknas denna referensgrupp.

Ett moment som ingår i SAT-tillämpningen är att göra en bedömning av arbetsuppgiftens svårighet, frekvens och konsekvens. Dessa tre faktorer avgör hur ofta respektive arbetsuppgift skall tränas. Det finns många arbetsuppgifter som bara blir en arbetsuppgiftslista som inte kräver formell utbildning. Dessa är huvuddelen av arbetsuppgifterna vilka operatörerna lär sig under sin parallelltjänstgöring. I analysen av arbetsuppgifterna ingår också att sätta kriterier på vilka förutsättningar som ska finnas för att arbetsuppgiften ska utföras (hur den beordras, vad som initierar den, vem som ska genomföra den, hur snabbt den ska genomföras, vilka hjälpmedel som ska användas, vilka konsekvenserna blir om det blir fel). Dessa kriterier blir sedan till ett bedömningsunderlag som används under simulatorträningen.

Inför en anläggningsändring görs en preliminär SAT-tillämpning med avseende på hur förändringen kan tänkas påverka arbetsuppgift, utförande, funktion och kompetens. Tolv till arton månader efter installation görs sedan en fullständig SAT-tillämpning. Denna kan inte göras förrän ändringen skett eftersom operatörerna måste få arbeta med förändringen i vardagen för att effekterna av ändringen hos kunskaper, färdigheter och kompetens kopplat till arbetsuppgifterna ska kunna observeras och analyseras.

Vid större anläggningsändringar ska en baslinjemätning utföras på den gamla anläggningen innan ändringen införs. Efter att förändringen införts i fullskalesimulatorens görs en validering i denna för att kontrollera att det individuella och det skiftlagsmässiga arbetet bland operatörerna kan genomföras minst lika bra som före anläggningsändringen. Om valideringen påvisar fel i ändringen så införs den inte på verket.

Sedan vintern 2011 finns ett SAT-forum, med en inriktning mot att satsa på bättre utbildning i SAT-metodik samt ledarskap och ansvar för alla chefpositioner på verket.

SAT-forumet involverar också erfarenheter och aktörer från omvärlden som varit framgångsrika i WANO:s ”världsklass”-tänkande och som lyckats med att genomföra organisationen med SAT-metodik och att förlägga vissa utbildningsmoment till ”lärande i vardag” (lärande under vardagligt skiftarbete). Tanken för SAT-forum är att bygga upp grupper av personer som skall göra arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalyser på respektive verk. Ett viktigt steg i det nya tänkandet fastslås vara att utvärderingssteget ligger i mitten av processen för att tidigare förebygga fel och höja kvaliteten.

### 6.3.1 Åsikter från intervjuer

SAT-metodiken framhålls som det viktigaste verktyget verket och utbildningsorganisationen har för att identifiera förändrade arbetssätt och nya arbetsuppgifter vid anläggningsändringar och moderniseringar.

Viktiga aspekter som identifierats av användarna för att lyckas i SAT-metodiken är att:

- Arbeta systematiskt
- Ha ett helhetsgrepp
- Hålla arbetsuppgifts- och kompetensanalyser uppdaterade
- Tydliggöra ansvar, roller och ledarskap
- Tillse hög kompetens hos de som arbetar med SAT-arbetet
- Ha god kommunikation mellan utbildningsorganisationen och verket
- Engagerade, duktiga och ansvarsfulla medarbetare
- Involvera många parter tidigt och ha ett nära samarbete
- Allokera tid och resurser

Ett block nämns som föregångare i sina arbetsuppgiftsanalyser. Detta block har en filosofi i att inte genomföra stora förändringar av kontrollrummet på en gång, utan att stega fram för att lättare kunna analysera konsekvenserna för att ha bättre möjlighet att anpassa operatörernas träning och utbildning.

En konsekvens om arbetsuppgiftsanalyserna i SAT-arbetet inte är helt uppdaterade är att det finns en risk för att utbildningarna inte är fullt ut ändamålsenliga, och det sker för mycket simulatorträning på för otillräckligt analyserat underlag, t.ex. om träningen av reaktoroperatörsrollen inte förbereder operatörerna tillräckligt bra för den arbetsledande roll dessa har i kontrollrummet.

Den kompetens som experterna säger sig behöva för att genomföra vissa arbetsuppgifter kopplad till en viss befattning är något som byggts upp under många års vardagligt arbete, medan själva tiden som utbildningsorganisationen lär ut denna kunskap på är betydligt kortare och mer intensiv än den tid (flera år) under vilken experten har tillskansat sig samma erfarenhetsbaserade kunskap. Då utbildningsmomenten och faktakunskaperna ökar oproportionellt till utbildningstiden finns en risk för att operatörerna kan tappa helhetssynen och förmågan att kunna analysera komplexa situationer.

## 6.4 Befattningsutbildningen

Utbildningsorganisationen tillhandahåller färdiga befattningsprogram vilka har utarbetats tillsammans med kunden (verken). I dessa program blandas praktik och teori där det praktiska består dels av parallelltjänstgöring i verket samt dels av simulatorträning.

Alla som jobbar i ett kontrollrum börjar som stationstekniker (även kallad processoperatör), vilkas arbetsuppgifter i huvudsak utförs ute i anläggningen genom olika sorters kontroller och manuella åtgärder. Processoperatörerna har sedan, efter vidareutbildning, möjlighet att kunna gå vidare som någon av skiftlagets andra befattningar; turbinoperatör, assisterande reaktoroperatör, reaktoroperatör, skiftingenjör eller skiftlagschef.

Befattningsutbildningen för stationstekniker börjar med en initialkurs, följt av en gemensam basutbildning oavsett var operatörerna sedan skall placeras. Befattningsutbildningen innefattar bland annat kärnkraftsintroduktion, huvudprocesser, dokumentation och schemaläsning, avfall, ventiler, pumpar, värmeväxlare, mät- och kontrollutrustning, driftmannaskap, kemi- och materiallära. Detta följs sedan av en gemensam branschsamordnad utbildning med turbin-, reaktor- eller elinriktning. Därefter tar utbildningen en mer lokal förankring i form av arbetsplatsträning då eleverna börjar utbildas på det verk där de skall arbeta. Här omhändertas eleverna av en skiftinstruktör, vilken är en särskild handledare i skiftlaget som vägleder, hjälper och stöttar den blivande processoperatören. Skiftlagets övriga personal inkluderas sedan för att stötta och delge kunskap och lärdom till eleven.

Befattningsutbildningen består av ett antal skriftliga prov där minst 80 % rätt på samtliga prov krävs. Om en elev får underkänt så har eleven rätt till ett omprov. Om detta också underkänns förs en dialog med eleven och kompetensutvecklaren, skiftchefen och driftchefen för att komma fram till en åtgärd. Denna kan vara att eleven byter tjänst, att en till omskrivning görs eller att denne blir uppsagd.

Själva skiftpraktiken startar först då eleven blivit godkänd på arbetsplatsträningen, de teoretiska proven och på de praktiska kompetensproven ute i anläggningen. Praktiken löper över minst två skiftperioder, om sju veckor vardera, samt under en revisionsperiod.

Driftchefen beslutar i samråd med skiftlagschefen om eleven bedöms vara godkänd på praktiktjänstgöringen. I sådant fall anses utbildningen vara fullgjord och eleven kan i en annan process bedömas vara behörig för tjänst i befattningen. För vidare befattningsutbildning till turbin- och reaktoroperatör varvas teoretiska kursmoment med praktik i simulator och parallelltjänstgöring i verket, på samma sätt som beskrivits för processoperatörerna. Som exempel kan tas en turbinoperatörskurs som består av fyra delar. Varje del består i sin tur av totalt två-tre veckor teori och en vecka simulatorträning. De två första delarna handlar om hur systemet fungerar normalt och hur upp- och nedkörning av reaktorn normalt ska genomföras. Turbinoperatören ansvarar också för elsystemen i kontrollrummet vilket lärs ut i den tredje delen. Den fjärde delen består av teori och simulatorträning kring störd drift. Reaktoroperatörerna tränar i jämförelse med turbinoperatörer betydligt längre tid på störd drift (tre-fyra veckor i simulatorm och tre-fyra veckor teori) eftersom turbinen vid ett haveriförfarande inte har samma påverkan på säkerheten som reaktorn har. Turbin- och reaktoroperatörer har även andra arbetsuppgifter utanför kontrollrummet som varken kan simuleras eller övas skarpt under drift (exempelvis att backspola jonbytare och filter, skifta oljefilter). Till dessa tillfällen används istället ”torrsim” ute i verket när man tillsammans med handledaren övar på arbetsmoment utan att genomföra åtgärderna på riktigt. Dessa arbetsuppgifter har tidigare hanterats under de teoretiska lektionerna och kompletterats med praktiska kompetensprov under arbetsplatsträningen.

Även för dessa befattningsutbildningar gäller 80 % rätt på alla prov. En del i dessa prov är en skriftlig redovisning av vissa händelser som följs upp med ett muntligt prov för att säkerställa att operatörerna har förståelse för anläggningens dynamik och olika processer. Vid simulatorträningen ger instruktörerna löpande återkoppling till operatörerna gällande styrkor och svagheter kring driftmannaskap, attityd, kunskap, färdighet och förmåga. Under praktiktjänstgöringen jobbar den blivande operatören vid sidan av en ordinarie operatör. Vid denna praktik är det skiftlagschefen som ska ge återkoppling. Även praktikanttjänstgöring under revisionsavställningar skall ingå i befattningsutbildningen.

När utbildningen är genomförd används simulatorm som utvärderingsmiljö för den blivande befattningshavaren. Utvärderingen sker under en dag baserat på ett urval av arbetsuppgifter som gjorts och genomförs i ett helt skiftlag. Själva utvärderingen görs av två oberoende utvärderare, vilka väljs av driftchefen. Dessa kan ha befattningar som driftchef, skiftlagschef eller erfaren operatör i den befattning som skall utvärderas. Fokusområden för utvärderingen är processförståelse, hur driftmannaskapet hanteras samt hur arbetsuppgifterna löses. Om den blivande operatören inte skulle bli godkänd finns möjlighet till en ny utvärdering senare under veckan. Om operatören även då blir underkänd tas åtgärder fram av drift- och skiftlagschefer för att lösa detta.

## 6.5 Återkommande repetitionsutbildning

För att en kontrollrumsoperatör ska fortsätta att vara behörig så måste personen varje år genomgå en återkommande repetitionsutbildning (återträning) som både är teori-, praktik- och simulatorbaserad. Återträningarna följer ett större cykliskt program, där det längsta löper över sex år. De olika åren fokuserar på olika ämnesområden, men vissa återkommande moment finns med varje år. Återträningen inkluderar totalt:

- Självtudier under hela året
- Självtudier inför simulatorutbildningen
- Praktisk träning i anläggningen
- Praktiska kompetensprov i anläggningen
- Lektionsledd teoretisk repetitionsutbildning
- Praktisk repetitionsutbildning i simulator, uppdelat på:
  - Träningsblock
  - Utvärderingsblock
  - Återkopplingsblock

Innehållet i återträningen bygger på arbetsuppgiftsanalyser som genomförts i det riktiga kontrollrummet och ute i anläggningen. Utifrån dessa väljs ett urval arbetsuppgifter ut för att tas upp under lektionspass, självstudier, praktisk träning i anläggningen samt under simulatorträning. De ämnen som bedöms inte hinnas med under repetitionsutbildningen förläggs till självstudier innan simulator- och lektionspassen börjar samt under resten av året.

Den teoretiska och simulatorbaserade repetitionsutbildningen sker två gånger per år. Kravet från SSM är att operatörerna måste återträna minst tio dagar varje år. För operatörer med dubbla befattningar (ex både turbin- och reaktoroperatör). Återträningen är förlagd till ca två veckor på våren och ca två veckor på hösten. Varje dag består av en halvdag simulatorträning och en halvdag teoretisk utbildning. Tidigare genomfördes simulatorträningen under heldagar. Detta uppfattades som alltför kognitivt belastande vilket påverkade både inläring och minnet hos operatörerna. Särskild påfrestande upplevdes detta vara för reaktoroperatörerna, vars befattning blir hårt ansatt under simulatorträningen i och med deras säkerhetskritiska ansvarsområde.

Vid återträning i simulatorn så tränas hela skiftlag och deras förmåga att lösa uppgifter och problem gemensamt. En viktig aspekt i detta är att skiftlaget, med skiftlagschefen som högst ansvarig, prioriterar rätt åtgärd och rätt område – såsom reaktorns härdkylning – vid rätt tillfälle.

Inom ramen för återträningarna finns också plats för att lägga in de anläggnings-/dokumentationsändringar som gjorts sedan senaste återträningstillfället eller för att – i samband med en revision – till exempel öva på de situationer och färdigheter som berör det temporära stoppet av reaktorblocket. Återträningarna utgör också ett tillfälle för att jämma ut skillnaderna i kompetens som kan finnas både inom ett skiftlag eller mellan skiftlagen på samma block. Ytterligare en frihetsgrad finns inom återträningen för operatörer som har genomgått flera befattningsutbildningar. För en reaktoroperatör, som tidigare har varit turbinoperatör, kan de två återträningstillfällena användas till att öva på båda befattningarna, för att även hålla äldre kunskaper uppdaterade. På verket som fungerar som studieobjekt i denna rapport medverkar ibland också skiftlagschefer och reaktoroperatörer på andra blocks återträningsspass, med tanken att få till ett blocköverskridande erfarenhetsutbyte. Denna metod har nyligen lanserats även för turbinoperatörer.

### 6.5.1 Träningsblocket

Träningsblocket har syftet att skiftlaget och de enskilda befattningarna skall samöva och utifrån detta identifiera styrkor och svagheter hos gruppen/individerna. Varje träningspass inleds med att utbildarna beskriver syftet med övningen varefter skiftlaget arbetar som normalt. Utbildarna är sedan tillgängliga för att ge fördjupande

kunskap vartefter övningen fortgår eller att vid behov till exempel stoppa eller köra om simulatorövningen för att förklara något moment mer detaljerat. Återträningarna är inte skraddarsydda för varje skiftlag innan de börjar. Träningsblockets anpassning till skiftlaget påverkas genom skiftlagets egna reflektioner och genom de brister som utbildarna har uppmärksammat under passen. Möjligheter finns även för de enskilda operatörerna att be utbildarna att vara extra uppmärksamma på något moment/arbetsuppgift som operatörerna uppfattar som svårt eller som de vill ha återkoppling på.

En tydlig inriktning under återträningen är skiftlagets användande av kommunikation. Trevägskommunikation används enligt schemat: en order från person A ges till person B, person B upprepar ordern till person A, person A bekräftar upprepningen från person B med ”korrekt uppfattat”. I simulatoren är därför, vid vissa pass, en utbildare enbart inriktad mot att observera skiftlagets samarbete utifrån användandet av trevägskommunikation och annan informationsspridande kommunikation i skiftlaget i syfte att öka situationsmedvetenheten. Utbildarna har i samband med detta i intervjuer nämnt att det kan skilja sig mellan skiftlagen hur pass mycket de använder trevägskommunikation; vissa gör det för all kommunikation, både för privat och driftrelaterad information, medan andra använder den enbart till information kopplat till arbetet. Kravet är att all information som sprids kopplat till driften skall kommuniceras via trevägskommunikation.

## 6.5.2 Utvärderingsblock

Vid varje återträningssomgång är en halv dag allokerad till ett kompetensprövningspass (utvärderingspass) av skiftlaget. Vardagligt kontrollrumsarbete utmärks av att inte så mycket händer, medan återträningssveckorna utmärks av motsatsen. Därför är det särskilda bedömningspasset förlagt till början av återträningens två veckor simulatorträning. Detta för att undvika en påverknings effekt av att skiftlaget under återträningen vänjer sig vid stressfullt arbete i störd drift med hög arbetsbelastning.

Fokus under utvärderingspasset är hur skiftlaget som helhet fungerar samt hur skiftlagschefen agerar. Bedömningen görs därför av driftchefen som ansvarar för skiftlagschefens kompetens på respektive block. Denne bistås även med en av denne utvald, vilket oftast är den biträdande driftchefen. Utbildarna deltar inte som bedömare av skiftlaget under utvärderingspasset, men kan bistå driftchefen i bedömningen av skiftlagschefen.

Bedömningsfaktorerna under utvärderingspasset – samt under hela återträningssveckan – är driftmannaskap, processförståelse och teknisk kompetens. Processförståelsen utvärderas genom att simulatoren (och därmed processen) fryses vartefter operatörerna får svara på frågor om dynamik och aktuell/kommande status i anläggningen. Den tekniska kompetensen samt driftmannaskapet utvärderas genom att se till hur ett antal arbetsuppgifter relaterade till den aktuella repetitionscykeln behandlas. Utöver detta kontrolleras även förmågan att hantera reaktor- och turbinsnabbstopp, mötesprocedurer, arbetsmetoder och ett haveriscenario.

Om någon från skiftlaget blir underkänd vid utvärderingspasset tas en åtgärdsplan för berörd individ fram. Om inte planen har blivit genomförd tills nästa återträning så mister operatören sin behörighet. En ny åtgärdsplan för hur denna ska kunna erhålla sin behörighet igen tas i sådant fall fram.



### 6.5.3 Återkopplingsblocket

I återkopplingsblocket av simulatorutbildningen så tas en utvecklingsplan fram för skiftlaget. Detta görs i dialog med utbildarna och operatörerna för att möjliggöra utveckling av kompetensbehov. Efter varje genomfört övningspass så skrivs styrkor och svagheter hos individer och skiftlaget ned. Dessa sammanställs sedan i slutet av simulatorveckan av utbildarna, skiftlagschefen och driftchefen i en samlad bedömning över skiftlagets alla operatörer. I denna ingår också en bedömning av skiftlagschefen. Driftchefen ska om möjligt under återträningarna bedöma alla skiftlag på varje block för att få en bild av all kontrollrumspersonal, vilket underlättar för utjämning av skiftlagets samlade kompetens och färdigheter.

Om ett skiftlag har dubbla befattningar och att en operatör ”blir över”, så kan denne fungera som observatör under återträningen för sin kollega på samma position. Denne observatör medverkar i sådant fall också i sammanställningen av utvecklingsplanen för operatören. Vid nästa tillfälle under året är rollerna ombytta.

Sista dagen av återträningens två veckor hålls ett samtal med hela skiftlaget tillsammans med driftchefen om hur de inblandade tycker att simulator- och teoripass har fungerat och hur det känns för varje operatör avseende kompetens och färdigheter. Skiftlagschefen har då möjlighet att jämföra med bedömningarna i utvecklingsplanerna. Den skiftlagschef som intervjuats har även infört ett eget samtalsforum med skiftlaget som genomförs ca en vecka efter att återträningen är gjord. På detta medverkar bara skiftlagschefen och skiftlaget. Samme skiftlagschef genomför även liknande samtalsforum innan återträningen görs för att gemensamt gå igenom tidigare återträningar och diskutera skiftlagets styrkor och förbättringsområden.

Skiftlagschefen ansvarar efter återträningens slut för att följa upp utvecklingsplanen och göra den individuell för varje operatör, samt utöka den utifrån observationer i det vardagliga arbetet, vilken stäms av vid en årlig individuell kompetensprövning tillsammans med driftchefen. Om en anläggningsändring skett och utbildning getts för skiftlaget för detta under återträning eller i ett enskilt pass, följs denna kunskap inte upp separat i utvecklingsplanen och det bokförs inte vilken utbildning som getts. Den individuella utvecklingsplanen tas fram i ett målsamtal efter återträningen mellan skiftlagschefen och operatören utifrån resultatet från återträningen. Ett uppföljningssamtal sker fem-sex månader efteråt, i anslutning till nästa återträningstillfälle. På samma sätt upprättar driftchefen en individuell utvecklingsplan samt uppföljning för och tillsammans med skiftlagschefen.

Den skiftlagschef som intervjuats har olika teman på målsamtalen såsom kompiskoll och trevägskommunikation. Om det framkommer att särskild utbildning behövs på individnivå, till exempel för att en operatör känner sig osäker på ett visst moment, så kontaktar skiftlagschefen kompetensutvecklaren vilken då fungerar som beställarombud mot utbildningsorganisationen gällande kompetenshöjande insatser angående detta. Annan utbildning som inte sker i simulatorm eller under lärarledda teoripass sköter skiftlagschefen under vardagligt arbete. Vid lugna nattpass kan till exempel operatörerna läsa på och resonera kring haveriinstruktioner eller annan kunskap som kan erhållas från utbildningsorganisationen.

### 6.5.4 Årlig individuell kompetensprövning

Varje år görs för varje operatör en samlad bedömning i slutet av kompetensåret, kallad årlig individuell kompetensprövning. Denna kompetensprövning kräver att operatören ska ha en godkänd utvärdering i simulatorm, godkända resultat på teore-

tiska och praktiska kompetensprov i anläggningen, att den egna utvecklingsplanen har genomförts och att operatören deltagit på den teoretiska repetitionsutbildningen. Om operatören missat någon del av repetitionsutbildningen så ska den kompetensansvarige bedöma påverkan av detta och föra in det i den personliga utvecklingsplanen. Skiftlagschefen skall vidare kontinuerligt under året bedöma operatören i vardagligt arbete gällande teknisk kompetens, processförståelse samt driftmannaskap. Även en medicinsk lämplighetsbedömning ingår i den årliga individuella kompetensprövningen. Ytterligare en aspekt som tas upp i kompetensprövningen är att operatören ska ha 40 skiftpass/år och befattning, men i denna tid kan även inkluderas arbete med andra uppgifter såsom erfarenhetsåterföring, säkerhetsanalyser och instruktionshantering.

## 6.6 Bedömningsunderlag vid återträningen

Det undersökta verket har nyligen tagit fram ett helt nytt bedömningsunderlag, baserat på WANO GL 2008-2 *Guidelines for simulator training*, som börjat användas vid utvärderingsblocket i återträningen hösten 2012. Det betonades i intervjuerna att detta är ett levande dokument och inte en färdig instruktion, utan en anvisning under förbättring. Tanken är att en utveckling och anpassning av bedömningsdokumentet ska ske under de kommande återträningarna av skiftlagscheferna och driftcheferna. Bedömningsunderlaget är något modifierat utifrån WANO:s original, tänkt för amerikanska kärnkraftverk där, enligt den intervjuade, ett mer hierarkiskt och ”hårt” ledarskap används. Detta ”fungerar inte i Sverige” menade den intervjuade, som därför gjort om bedömningshjälpmedlet till ”svenska förhållanden”.

Underlaget i anvisningen består av en lista över en rad bedömningsområden för:

- Skiftlaget (sammanvägt som helhet)
- Skiftlagschefen och reaktoroperatör
- Resterande operatörer (turbinooperatör, assisterande reaktoroperatör)

För varje område finns fördefinierade styrkor och svagheter angivna som skall bockas i av utvärderaren utifrån vad denne observerar. Antalet fördefinierade styrkor/svagheter för varje område är mellan tre till tio stycken. Även ett antal tomma rader och kommentarfält finns för varje område vilket öppnar upp för om utvärderaren vill utveckla bedömningen. Tidigare bedömningsmaterial har inte varit lika specificerat och utkastet till det nya bedömningsunderlaget ses som en klar förbättring. Bedömningsfaktorerna i det nya underlaget är:

- **Skiftlaget:**
  - Instruktionshantering
  - Haveri och Störningsinstruktioner
  - STF Hantering
  - Drift inom tillåtna gränser
  - Förmåga att förhindra utmaningar av säkerhetsfunktioner
  - Kommunikation
  - Stresshantering
  - Ledarskap
  - Teambildning
  - Konfliktlösning

- **Skiftchef och reaktoroperatör:**
  - Uppmärksamhet/Övervakning av kontrollpanel
  - Händelsediagnos
  - Omedelbara/Inledande åtgärder
  - Efterföljande åtgärder
  - Instruktionshantering/Referensbruk
  - Arbetsledningsförmåga
- **Kontrollpanelsoperatörer:**
  - Kontrollpanelsmedvetenhet/Övervakning
  - Kontrolltavlans handhavande
  - Händelsediagnos
  - Omedelbara/Inledande åtgärder
  - Åtgärder efter störning
  - Procedur- och referensbruk
  - Händelsediagnos
  - Instruktionsanvändning
  - Uppmärksamhet på kontrollpanelen

Dessa bedömningsfaktorer är till för att hjälpa skiftlagschefen och driftchefen att sedan värdera skiftlaget som helhet och de individuella operatörerna separat. Denna värdering sker på en femgradig skala – från ”mycket svag” till ”mycket stark”. För värderingen av skiftlaget som helhet läggs tonvikten på följande faktorer:

- Instruktionshantering
- STF hantering
- Anläggningskännedom
- Förmåga att förhindra utmaningar av säkerhetsfunktioner
- Skiftlagets förmåga att planera och genomföra strategi
- Kommunikation
- Stresshantering
- Ledarskap
- Team building
- Konfliktlösning
- Övergripande teamwork

Varje operatörs kompetens och färdigheter graderas sedan med hjälp av följande faktorer: (skiftlagschefen har samma faktorer, fast med tillägget ”övervakning” och utan faktorn ”hantering av kontrolltavla/pulpet”):

- Uppmärksamhet på kontrolltavla/pulpet – övervakning
- Hantering av kontrolltavla/pulpet
- Händelsediagnostik
- Omedelbara/inledande åtgärder
- Efterföljande åtgärder
- Instruktionshantering
- Övergripande ledning och styrning

Sist i den nya anvisningen för bedömningen vid återträningen så ska utvärderaren göra en summering av skiftlagets prestation via samma femgradiga skala som tidigare. Utöver detta så finns även utrymme för att notera styrkor och förbättringsområden för skiftlaget vilket skall åtgärdas till nästa tillfälle. Här värderas följande fyra funktioner:

- Skiftlagets förmåga att planera och genomföra strategi

- Teamets skicklighet
- Skiftchef och skiftingenjör
- Kontrollrumsoperatörer

### 6.6.1 Åsikter från intervjuer

Den sammanlagda bilden utifrån de som intervjuats är att bedömning och uppföljning/validering av utbildning efter genomförd återträning hela tiden utvecklas. Trevägskommunikation och instruktionsanvändning framhålls som de felförebyggande metoder det fokuseras mest på under återträningsperioden och utvärderingspasset och många av utbildarna menar att det är under återträningsspasset som flest utbildningsbehov identifieras.

Något som utbildningsorganisationen och verket är stolta över att man åtgärdat är det gap som tidigare funnits mellan beteendet i simulatorn och det i kontrollrummet angående användandet av trevägskommunikation. Vid införandet av trevägskommunikationen, i och med moderniseringen av ett kontrollrum på det undersökta verket, fanns ett sådant gap, men en rådande åsikt är att detta har försvunnit då man tryckt mycket på det under återträningarna och under utvärderingarna.

Under intervjuerna har de intervjuade gett uttryck för att de tycker det är en utmaning att tillse att bedömningarna och hur de genomförs hos de olika skiftlagen blir samstämmiga. Faktorer som riskerar påverka skiftchefernas sätt att göra bedömningar är t.ex. ålder, relation till de man bedömer, samt en konflikt mellan skiftchefens personalansvar och dennes operativa uppgifter.

Ett försök till att samverka och göra utbyten mellan blocken beskrevs av en intervjuad. Det handlade om en tidigare driftchef som, ”driven av nyfikenhet”, även besökte andra block under utvärderingspassen för att samla in erfarenheter och inspiration. Ett annat fall av samverkan som togs upp var vid en samövning mellan två block som delar kylarvattenintag. Övningen upplevdes som mycket utvecklande och instruktioner och rutiner som borde ha varit identiska upptäcktes vara olika på ett antal punkter.

## 6.7 Utbildarnas kompetenssäkring

Som bas i utvecklandet av utbildarna ligger att dessa ska genomgå åttio timmars verkspraktik per år. Tiden får relativt fritt spridas ut och utbildningsorganisationen använder olika strategier kopplat till detta för att säkerställa att utbildarna bibehåller sin kompetens och sina färdigheter.

Två relativt nyinförda strategier hos utbildningsorganisationen är att utbildarna kan medverka under revisioner samt att det för varje skiftlag ska finnas en kontaktperson hos utbildarorganisationen som var sjunde vecka (varje skiftperiod) besöker sitt skiftlag för att göra en avstämning genom att fånga upp återkoppling och avsaknader i utbildningen. Utbildningsorganisationen och verket delar däremot inte dokument med varandra, såsom utvecklingsplaner och annat material som skiftlagschefen har om sitt skiftlag. Utbytet och kontakten sker istället, förutom när kontaktpersonen besöker skiftlaget, mer informellt över telefon eller i andra mötesformer.

I dessa båda strategier, som då båda ingår i utbildarnas åttio timmarna drifttjänstgöring per år, kan utbildarna – förutom att hålla sig uppdaterade – också fungera som

observatörer för att se om de beteenden, mötesprocedurer, trevägskommunikation och färdigheter som lärts ut efterlevs i verkligheten. Genom att dessutom göra detta under revisionen – en tid som skiljer sig mycket från hur arbetet utförs under normal drift – så får instruktörerna också möjlighet att se hur det utlärdarna fungerar i särskilt stressade arbetssituationer. Situationer då många människor rör sig i kontrollrummet, då arbetsbelastningen och stressen är hög och då många telefonsamtal från exempelvis underhållspersonal och processoperatörer måste tas om hand.

Ett annat mål, som ännu inte är formaliserat, är att utbildningsorganisationen lånar in en person per block från kontrollrumspersonalen för samverkan i framtagandet av återträningen. En dubbeleffekt anses då ske i kompetenshöjning hos både utbildarna och hos den inlånade operatören där båda då får komma närmare varandras verksamhet och i korsningen se förbättringsmöjligheter hos respektive part. Även inlåning av verkspersonal vid andra utbildningstillfällen sker, särskilt då utbildningsorganisationen behöver spetskompetens inom ett utbildningsområde. Detta kan till exempel vara från något fördjupat instrumenthåll, härdfysik eller från olika personer från driftkontoret.

### 6.7.1 Åsikter från intervjuer

De intervjuade har gett intrycket att det är viktigt att tid och resurser avsetts så att verkspraktiken omfattar åtminstone åttio timmar, och att den har ett tydligt mål som följs upp.

Något som lyfts fram som positivt och värdefullt för både skiftlag och utbildare – i meningen att utbildningsbehov upptäcks, förmedlas och att utbildningen utvecklas – är införandet av en kontaktperson för varje skiftlag. Detta nämns som ett försök att gå tillbaka till hur det var tidigare och en person som varit med under en revisionsperiod nämnde detta som mycket lärorikt i avseende att se effekten av utbildningen och hur arbetet fungerade i praktiken.

## 6.8 Trender i utbildningen

De intervjuade på utbildningsorganisationen nämner att i tidigare utbildningsprogram har fokus mer varit på haverikörningar och andra situationer då snabbstopp används. En utbildare uppskattade att en minskning skett av haveriövningar från ca nittio till ca sjuttio procent. Idag startas scenariorna istället tidigare i händelsekedjan med mindre störningar som senare kan leda till haverisituationer. I utbildningen finns idag mer inslag av olika typer av störd drift (effektbortfall, ventiler som inte fungerar osv.), det vill säga störningar som sker och måste tacklas genom aktiva åtgärder medan verket fortfarande levererar el till nätet. Under denna lärandesituation så uppfattar utbildarna att operatörerna får en bra möjlighet att bättre lära sig anläggningens komplexa beteende och systeminteraktioner kopplat till anläggningsändringar, än vid de mer extrema situationerna vid störd eller haveridrift.

Utbildningsorganisationen har under senare år förlagt mer av utbildningsdelarna till att genomföras under vardagligt arbete på verket i form av arbetsplatsförlagd utbildning, arbetsplatsträning eller praktikuppgifter som är varvade med den mer traditionella delen, vilken sker i klassrum och simulatorer.

En annan förflyttning som framkommit från intervjuerna är att idag är utbildningen mer inriktad än tidigare mot att i utbildningen använda verkets befintliga doku-

mentation (logikskeman, ritningar osv.). Detta så att operatörerna blir vana vid kontrollrummets riktiga verktyg/hjälpmedel, än förenklade och utbildningsanpassade varianter av dessa. Att samma hjälpmedel och verktyg finns i simulatorträningssmiljön som i det riktiga kontrollrummet är särskilt viktigt så att inga skillnader i exempelvis arbetssätt uppstår i simulatoren kontra verket.

Ytterligare en trend som skett inom utbildningen av kontrollrumspersonalen är att öva mer på de fall då inga drift- eller störningsinstruktioner finns, för att hantera en ny situation då skiftlaget är osäkert kring vilken åtgärd som skall genomföras. När en sådan händelse inträffar finns istället fasta mötesprocedurer att tillgå med syfte att strukturera upp arbetet snabbt och göra handlingsplaner. Tre former för dessa möten finns utifrån mötets längd; FIG (felsökning i grupp), BIG (beslut i grupp) samt SM (snabbmöte). Gemensamt för dessa mötesprocedurer är att skiftlaget samlas, inhämtar information från kontrollrummets olika informationskällor, identifierar möjliga fel och gör utifrån detta en analys som utmynnar i en handlingsplan för planerade åtgärder.

### 6.8.1 Felförebyggande metoder

Förutom mötesprocedurerna finns också ett antal hjälpmedel i form av felförebyggande metoder, tänkta som säkerhetshöjande åtgärder för att hjälpa all personal i det vardagliga arbetet. Från början utbildades cheferna i metodanvändningen för att de sedan skulle sprida detta till sina medarbetare. Detta fungerade inte och nu ingår istället de felförebyggande metoderna i både befattningsutbildningen och återträningen. Metoderna finns även i inplastade kort som operatörerna har runt halsen för snabb åtkomst om metodernas olika steg och innehåll.

Generellt för de felförebyggande metoderna är att bedömningen för dessa ingår i de ordinarie bedömningsfaktorerna. Att metoderna används och efterlevs är skiftlagschefens ansvar. Denna återkoppling sker i regel efter varje enskilt simulatorpass under återträningen och bokförs av respektive operatör själv. För arbetet i vardagen finns en regelbunden återkommande punkt för driftmannaskap där dessa metoder diskuteras inom skiftlaget. Detta sker i slutet av varje skiftperiod, det vill säga var sjunde vecka.

Metoderna är indelade i grundläggande och behovsstyrda grupper. De grundläggande metoderna ska användas konstant i arbetet oavsett om arbetsuppgifterna anses svåra eller riskfyllda. Syftet är att sätta operatörerna/underhållspersonalen i kontroll över sitt arbete och att minska sannolikheten för fel och olyckor. De grundläggande metoderna är:

- **Instruktionsföljning** – Om det finns en skriftlig instruktion skall den följas så att rätt åtgärd, i rätt ordning och i rätt tid utförs. En kontroll ska göras så att den senast uppdaterade och godkända utgåvan av instruktionen används. Instruktionen ska även signeras för att minimera risken för att något missas eller görs dubbelt.
- **Egenkontroll STARK** – Ett arbetssätt som står för: Stanna upp, Tänk efter, Agera, Reagera, Kommunicera. Minnesregeln är till för att lösa arbetsuppgifter säkert och lugnt. Detta är särskilt viktigt vid trötthet och hög arbetsbelastning.

- **Ifrågasättande** – Genom att vara uppmärksam på brister och risker i verksamheten kan detta medverka till att förebygga fel vid beslutsfattning, granskning eller i utförandet av en arbetsuppgift.
- **Trevägs kommunikation** – För att se till så att innebörden i ett meddelande uppfattas korrekt av mottagaren. Det fonetiska alfabetet används.
- **Erfarenhetsanvändning** – Egen och andras erfarenheter från verket, liksom från andra verk (WANO, ERF-ATOM), ska användas som modell för bra arbetssätt och strategier för att undvika och lära av fel som begåtts tidigare.

De behovsstyrda arbetsuppgifterna ska brukas i relation till hur ofta en arbetsuppgift genomförs, hur komplex den upplevs vara samt hur stor risk som är förenat med att göra åtgärden. De behovsstyrda metoderna är:

- **Pre job-briefing (PJB)**  
Medvetandegöra och involvera alla som ska utföra en arbetsuppgift om:
  - Tidigare erfarenheter
  - Vad och hur något ska göras
  - Riskidentifiering och riskhantering
  - Vilka misstag som kan begås och sätt att minimera fel och missförstånd
 Detta är särskilt viktigt vid komplexa, nya eller sällan genomförda arbetsuppgifter.
- **Post job-debrief (PJD)**  
Efter att en PJB har gjorts görs en sammanställning av de erfarenheter som man fick ut under genomförandet av arbetsuppgiften. Gick det som planerat? Tillkom moment och risker? Vad kunde ha gjorts bättre? Vad gjordes bra?
- **Kompiskoll**  
Tillsammans med en kollega gås arbetsuppgiften igenom steg för steg, om en person till exempel upplever en osäkerhet för ett arbetsmoment. Kollegan kontrollerar sedan att rätt åtgärd utgörs i själva genomförandet och ingriper om något avviker.
- **Oberoende verifiering**  
En oberoende person utför en verifiering av en genomförd arbetsuppgift och rapporterar eventuella avvikelser samt återkopplar till berörda parter.
- **Arbetsplatsobservation**  
En kollega agerar som observatör under pågående arbete för att återkoppla på beteende, styrkor och förbättringsområden.

Arbetsplatsobservation är även ett verktyg för chefer för att öka närvarande i vardagen/verksamheten, dels för att följa upp förväntningar och dels för att hitta fel och brister och lyssna på medarbetarna se vad de upplever som problem, om de har rätt förutsättningar för att göra ett säkert och bra jobb. Detta riktar sig till alla chefer på alla positioner på verken och fungerar som ett blankettsystem som cheferna fyller i vartefter arbetsplatsobservationer görs. På det undersökta verket ska exempelvis skiftlagschefen utföra tjugo stycken arbetsplatsobservationer på sitt skiftlag per år. En självständig bedömning görs över lämpliga tillfällen och aktiviteter när dessa skall genomföras. Utförda arbetsplatsobservationer lämnas sedan till driftchefen som sammanställer dessa inför redovisning till blockchefen.

## 6.8.2 Åsikter från intervjuer

Följande faktorer har identifierats som viktiga för ett framgångsrikt arbete med felförebyggande metoder:

- Ägarskap och ansvar för implementeringen
- Tid för införandet
- Tillvaratagande av anpassningar av metodiken i dagliga verksamheten

Olika former av arbetsmetoder har inte bara kommit ”ovanifrån”. Både innan och efter att de felförebyggande metoderna infördes så har operatörerna använt sig av en annan metod, mer framtagen av dem själva, som knyter an till speciellt kompiskoll och kommunikation; denne metod kallar utbildarna för konsultation. Denna metod är av stor vikt vid beslutsfattande i olika lägen samt för att skapa mentala modeller hos enskilda operatörer och hos hela skiftlaget. Konsultation upptar mycket av arbetstiden och här ingår rådfrågning kring hur arbetsuppgifter skall utföras, anläggningens fungerande och för att sprida information för att öka sin egen och skiftlagets situationsmedvetenhet. Konsultation står inte i motsats till de felförebyggande metoderna, utan fungerar mer som ett informellt kitt i ett skiftlag som utförs vid behov och utan mall, vilket gör det svårt att ha som en bedömningsfaktor i ett utvärderingspass.

Angående hur förläggningen av mer utbildning till verksammiljö fungerar upplevs detta vara väldigt beroende av vilken lärmiljö man har på skiftlagen och i organisationen på det aktuella blocket. Genom att utveckla egenkontroll och kompiskoll ansåg en intervjuad att det skulle kunna skapa mer underlag för reflektion och göra arbetet med dessa metoder mer unisont så att nya utbildningsbehov kan identifieras.

En förändring av utbildningen som efterfrågats under intervjuerna har varit att, i större utsträckning än nu, låta underhållspersonal och processoperatörer vara med under simulatorpass för att de ska få en bild av hur arbetet i kontrollrummet fungerar, vilket i sin tur kan underlätta med kommunikationen under drift.

## 6.9 Utmaningar

Något av det som av flera intervjuade nämns som det svåraste med utbildningen för kontrollrumspersonal är att på ett tillfredsställande sätt lära ut de delar av operatörernas kompetens som handlar om att på djupet förstå kärnkraftverkets många olika komplexa systemprocesser. Detta handlar om operatörernas förmåga att:

- Veta hur man läser av anläggningen efter värden, trender, signaler (en del av informationsinsamlingsprocessen)
- Veta statusen och läget i verkets många olika processer, planerade underhållsjobb osv. (situationsförståelsen)
- Veta hur interaktionerna och påverkningen mellan de olika systemen fungerar (mental modell, både den individuella och den för skiftlagets gemensamma)

Alla intervjuade på både utbildningsorganisationen och på verket ser simulatorn som ett ovärderligt verktyg för att kompetenssäkra kontrollrumspersonalen. Kopplat till anläggningsändringar, eller när nya arbetssätt ska läras ut, fungerar simulatorn som den miljö där övning av detta kan göras innan den riktiga implementeringen vilket är mycket uppskattat. Tidigare kunde moderniseringar göras utan att operatörerna varit



med i framtagandet av exempelvis processsystemet och träningen genomfördes efter införandet av utrustningen. I och med simulatoren kan numera en rad test, både rent tekniska och där människor interagerar med tekniken, genomföras för att iterativt förbättra gränssnitt, systemutformning och analysera hur operatörer beter sig i en ny systemmiljö.

Stora utmaningen för utbildningsorganisationen har varit att få in personal och säkra upp personella resurser över lång tid. Rekryteringsunderlaget för detta är kärnkraftverkets erfarna operatörer, men man vill också bredda och blanda kompetensen med människor från andra branscher.

### 6.9.1 Skillnader verklighet vs. simulator

Även om intentionen är att simulatormiljön ska vara så verklig som möjligt så uppstår ändå vissa skillnader och ofrånkomliga träningseffekter.

En utbildare nämnde att det inte går att framkalla, veta och bedöma hur operatörerna kommer att reagera under ett verkligt haveri. I en verklig haverisituation blir troligtvis operatörerna väldigt mentalt belastande då – förutom stressen som det innebär att korrekt, snabbt och säkert utföra aktiva åtgärder i en ovanlig situation – det kommer att innebära att betydligt fler personer än normalt kommer att befinna sig i kontrollrummet, och som dessutom behöver bli informerade av operatörerna. För att simulera dessa situationer körs ibland simulatorpass då många personer rör sig i kontrollrummet och ett stort antal telefonsamtal måste hanteras under hög arbetsbelastning. Detta är dock en resurskrävande aktivitet, som kräver planering.

Något som också skiljer mellan simulator och verkligheten är den tid det tar för exempelvis underhållspersonal att genomföra åtgärder ute i verket. Denna tid är i simulatoren ofta förkortad eftersom dessa fall annars skulle ta för mycket tid från simulatorträningen som kan användas på ett bättre sätt.

Ytterligare en skillnad mellan simulator och verkliga förhållanden som framkommit i intervjuer är tillgängligheten för skiftlagschefen. I verkligheten – speciellt under stor arbetsbelastning (många larm och telefonsamtal, externa personer i kontrollrummet) – är skiftlagschefen förmodat mycket mer uppbunden än motsvarande situation i simulatoren.

## 6.10 Effektmätning av utbildning

För att kunna mäta och bedöma hur väl utbildningsorganisationen uppfyller sina mål med att säkerställa att personalen vid de svenska kärnkraftverken har den kompetens som krävs för att driften ska vara säker och stabil, har utbildningsorganisationen valt att validera dessa mål genom metoden ”lärande utvärdering” (effektmätning). Detta är en del av SAT-processen och syftar till att bereda förbättringsunderlag, mäta utbildningens långsiktiga effekt samt att se till så att utbildningsorganisationens och kärnkraftverkets personal har kompetens för att kunna genomföra sina arbetsuppgifter.

Effektmätningens utformning beskrivs i dess olika delar i ett dokument (Utbildningsorganisationen, 2012). Dessa delar är:

- Grundläggande begrepp

- Modell för ” lärande utvärdering”
- Modell för analys- och utbildningsresultat
- Metod för datainsamling
- Metod för analys
- Förutsättningar för genomförande
- Rapportering av resultat

Under begreppet programteori försöker utbildningsorganisationen att precist och tydligt definierat samla och dokumentera alla de till utbildningen kopplade mål, förväntade resultat, aktiviteter och organisationsformer. Med klara begrepp och termer blir själva utvärderingen av individer/skiftlag både enklare och mer samstämmig eftersom ett gemensamt språk används. För detta ändamål finns därför under rubriken ”grundläggande begrepp” en lista bifogad med definitioner på de vanligt förekommande termer som används inom effektmätningen (ex. validering, bedömning, mål, kriterium).

Nästa steg i dokumentet rör utvärderingsmodellen ”lärande utvärdering”. Denna är baserad på Kirkpatrick's modell (Kirkpatrick et al., 2005) över utvärdering av utbildning, men är modifierad och branschtillämpad av utbildningsorganisationen tillsammans med en expert. Modellen innehåller de fyra nivåerna reaktion, lärande, beteende och resultat, som vardera skall mätas separat. Beroende på nivå i utvärderingen så sker själva mätningarna på olika sätt. För att få en hög validitet är tanken är att utvärderingen oavsett nivå ska baseras på flera oberoende metoder och källor. De fyra nivåerna och de sätt på vilka de mäts (som finns under ”metod för datainsamling”) är:

- **Nivå 1 – Reaktion:** Mäter reaktionen på utförd utbildning genom att se till faktorer som elevens attityd till kursinnehållet (användning, utmaning, organisering), elevens motivation, lärarens förmåga.  
Mäts genom:
  - Elevenkäter, attitydvärderingar
  - Intervjuer med elever och kompetensansvarig chef
  - Gruppanalys och seminarier med elever och utbildare
  - Förslagslåda
- **Nivå 2 – Lärande:** Mäter lärandet och kunskapsinhämtningen, alltså om eleverna har tillgodogjort sig en önskad förändring i kunskaper, färdigheter och attityder som ett resultat av träningen  
Mäts genom:
  - Teoretiska/praktiska prov
  - Skriftliga/muntliga prov
  - Inlämningsuppgifter
  - Observation i lektionssal, simulator eller arbetsplatsförlagd träning
- **Nivå 3 – Beteende:** Mäter individens/lagets beteende i det dagliga arbetet på arbetsplatsen. Exempelvis om detta förändrats som ett resultat av träningen.  
Mäts genom:
  - Enkäter med medarbetare, chef, utbildare
  - Intervjuer med medarbetare, chef, utbildare
  - Kvantitativa mätningar (nyckeltal)
  - Observationer på arbetsplatsen
  - Egenutvärdering
  - Riskobservationer
  - Erfarenhetsrapportering
  - Rapportering av nära misstag

- **Nivå 4 – Resultat:** Mäter vilka långsiktiga, varaktiga effekter utbildningen haft på verksamheten i termer av säkerhet, effektivitet och så vidare.  
Mäts genom:
  - Enkäter med medarbetare, chef, utbildare
  - Intervjuer med medarbetare, chef, utbildare
  - Kvantitativa mätningar (nyckeltal)
  - Driftdata
  - Observationer på arbetsplatsen
  - Egenutvärdering
  - Riskobservationer
  - Erfarenhetsrapportering
  - Rapportering av nära misstag

Nivåerna ett och två är beroende av att genomföras nära inpå själva utbildningstillfället medan mätningarna av nivåerna tre och fyra har som rekommendation att tidigast genomföras ett halvår efter genomförd utbildning.

I beskrivningen av analysen tar utbildningsorganisationen upp behovet av att dessa är baserade på en rad oberoende informationskällor. Sättet på vilket dessa analyser i sin tur görs är i form av analysseminarier. Ett seminarium samlar mellan fem och tio deltagare med en bred kunskaps- och perspektivbas för att bättre och mer konstruktivt kunna analysera och komma med åtgärdsrekommendationer. Om deltagarna ser brister i programteorin skall detta återkopplas in för att komplettera denna så att samsynen kring begreppen blir bättre.

För att effektmätningen skall kunna utföras på ett relevant sätt nämns under punkten ”förutsättningar för genomförande” några faktorer som ses som viktiga. Hos utförarna av metoddelarna för analys och datainsamling krävs till exempel att dessa ska ha stor integritet och förtroende hos de aktörer som ingår i utvärderingen (utbildningsorganisationen och personal från berört kärnkraftverk). Utförarna av själva datainsamlingen borde också vara väl förtrogna med till exempel intervjuteknik och grundorsaksanalys för att säkerställa att kvaliteten hålls. Vidare betonas att en gemensam målbild och samverkan mellan de inblandade parterna är viktig för att få till en samsyn, detta speciellt under nivåerna ”beteende” och ”resultat”.

I metodens sista del, ”rapportering av resultatet”, återkopplas det till förutsättningen med vikten av att det finns ett förtroende för metoden, genom att se till så att alla de inblandade blir delgivna utvärderingen och att resultatet faktiskt används. Om förbättringsåtgärder och rekommendationer har framkommit under utvärderingens gång, skall dessa omhändertas av ansvarig grupp och genomföras enligt lämplig process.

### 6.10.1 Åsikter från intervjuer

Införandet av ovan nämnda metod för effektmätning ses som ett steg i rätt riktning. När den används upplevs kvaliteten i de olika uppföljningarna bli betydligt högre. Intrycket från intervjuerna är att det anses viktigt att det avsätts tid och resurser för genomförandet, samt att genomförandet följs upp.

För att optimera resurserna och den tid som läggs på utbildning är det viktigt att man väger nedlagd tid på förberedelser mot nedlagd tid på uppföljning.

En åsikt som kommit från flera håll är att utbildningsorganisationen och verket spenderar mer tid och resurser på analyser och förberedelser än jämfört med resurserna som läggs på att följa upp och validera hur utbildningen blev, hur anläggningsförändringen påverkade operatörerna och att justera därefter. Detta handlar alltså om nivå tre och fyra i effektmätningen. Detta är en viktig del att utveckla och implementera för att systematiskt kunna identifiera utbildningsbehov och följa upp prestationen hos personal, organisation och anläggning.

# 7. Förändringar med simulator- och utbildningspåverkan

Avsnittet nedan beskriver de olika arbetsprocesser som finns hos verket och utbildningsorganisationen för att hantera förändringar i anläggning, verksdokumentation samt erfarenhetsåterföring. Förändringar från dessa tre områden kan i sin tur påverka utbildningsmaterial och simulator. I många fall behöver kontrollrumspersonal måste utbildas som en effekt av sådana förändringar.

## 7.1 Anläggningsändringar

Då processen gällande anläggningsutveckling påbörjas förelids denna av att något behov eller krav från någon avdelning på det undersökta kärnkraftverket har inkommit. Anläggningsutvecklingen är i sin tur indelad i olika processer; anläggningsoptimering (AO) och anläggningsändring (AÄ) eller underhållsprojekt (UH).

I AO:n görs en behovsanalys och/eller en förstudie som hanteras via beställarombudet tillsammans med en chef på teknikkontoret för det block för vilken anläggningsutvecklingen gäller. Resultatet av AO:n, utifrån åtgärdsbehoven och förarbetet, föreligger i en rekommenderad lösning av anläggningsutvecklingen. Beroende på vad man kommer fram till i förarbetet gällande åtgärdsbehoven så beslutas det vilken fortsatt process lösningen skall hanteras inom. Vid förändrade krav, prestanda och funktion sker det fortsatta arbetet i form av en anläggningsändringsprocess. När den föreslagna åtgärden handlar om att förstärka eller återställa den befintliga anläggningens krav, prestanda och funktion sker istället åtgärden genom en underhållsprocess.

Inom AÄ finns ytterligare en process, Validerings – och verifieringsprocessen (V&V), för att tillgodose att kvalitetssäkring sker under projektets gång och olika delar (förprojektering, projektering, detaljprojektering, införande, slutförande, uppföljning). Processen syftar till att se till så att alla krav formuleras och efterlevs i utvecklingen av åtgärdsförslaget i anläggningsändringen. Granskning, analys och test är tre typer av verktyg som ingår i detta arbete. Vid framtagandet av dokument används granskning mest. Under analysmetoden används beräkningar för att ställa nya krav eller verifiera redan ställda krav på ett åtgärdsförslag (till exempel en konstruktion). Kopplat till tester finns förfaranden såsom inspektion/besiktning och kontroll/provning.

### 7.1.1 Arbetsgång och kommunikation gällande anläggningsändringar med utbildningsorganisationen

Vid påbörjandet av ett projekt som innebär en anläggningsändring levererar kompetensutvecklaren på kärnkraftverket två listor från projekt databasen med kortsiktiga (kommande två år) och långsiktiga (om tre till fem år) ändringar till utbildningsorganisationens förvaltare av respektive verk. Förvaltaren har som arbetsuppgift att skanna av förändringar i instruktioner och i anläggningen samt återföra utvärderingsresultat från utbildningen till verksamheten. Förfarandet med överlämning av

listorna har tidigare gjorts två gånger om året, men har nyligen ökat till tre/fyra gånger per år för att hålla sig mer à jour och för att utbildningsorganisationen bättre ska kunna planera sin kommande verksamhet.

På varje block finns en KAM-tjänst (Key Account Manager) i syfte att jobba med framtida anläggningsprojekt samt att koordinera anläggningsändringar och projekt som kan röra flera block. Detta bland annat genom att se till att det finns resurser och projektledare för att genomföra projektet. En andra del av arbetsuppgifterna går ut på att månadsvis följa upp de pågående projekten och se till att dessa är resursbetsatta med bland annat drift- och underhållskompetens, håller tidsplan och ekonomi samt att hantera olika risker som kan komma att uppstå.

I samband med överlämningen av anläggningsändringslistorna sker även ett möte mellan KAM och kompetensutvecklaren från verket samt förvaltaren och utvecklingsingenjören från utbildningsorganisationen. Vid detta möte jobbar man tillsammans för att värdera, bedöma och fånga upp hur de planerade ändringarna kommer att påverka utbildning/simulator. I de fall förvaltaren och utvecklingsingenjören inte tycker sig besitta nödvändig kompetens för bedömning av simulator-/utbildningspåverkan så inkallas en instruktör som har denna kompetens. Om förändringen inte bedöms vara tillräckligt stor leder detta till att skiftlaget av en utbildare informeras om ändringen i kontrollrummet under det vardagliga arbetet. Om bedömningen istället kommer fram till att ändringen kommer att ha utbildnings- och simulatorpåverkan så måste simulator och utbildningspaket anpassas efter detta. Verket anmäler säkerhetsgranskade ändringsförslag till tillsynsmyndigheten som sedan granskar dessa.

Efter bedömningen av ändringens påverkan på utbildning/simulator skapas ärenden i utbildningsorganisationens interna ärendedatabas för att hantera åtgärden både beträffande utbildningsverksamheten (där förvaltaren ansvarar) och simulatorm (där utvecklingsingenjören ansvarar) med verkets projektidentitet som referens.

På ovan beskrivna möte fångas även underhållsprojekt upp som kan komma att påverka både utbildningsbehov och simulatoruppdatering. För underhållsprojekten finns ingen motsvarande process likt anläggningsändringsprocessen, verket arbetar därför tillsammans med utbildningsorganisationen med att ta fram en sådan.

Anläggningsändringar som inte direkt hör till projekt hanteras på VPG-möten (validerings- och planeringsgrupp). På dessa möten möts representanter från verket och utbildningsorganisationen och fattar beslut om till exempel vilka fel som ska rättas upp i simulatorm. Dessa ärenden prioriteras.

Förstudier kan sedan startas för att se till så att projektplaner utvecklas. Projektplanen innehåller bland annat den information som utbildningsorganisationen måste ha från verket. Den ansvariga driftchefen på det aktuella blocket tar sedan ett beslut om att godkänna simulator- och utbildningsuppdateringarna. Baserat på den information som utbildningsorganisationen blir delgivna börjar modifieringen av simulatorm och utvecklingen av modeller.

Utbildningsorganisationen försöker, när det gäller anläggningsändringar, att komma med så tidigt som möjligt i projektet för att tillsammans med leverantörer och kärnkraftverket bättre kunna förebygga, underlätta och förutse förändringarnas påverkan för att bättre kunna planera och allokera tid och resurser för det kommande arbetet. En åtgärd för att synliggöra sig på kärnkraftverket är att hålla projektledarforum där

utbildningsorganisationen informerar kärnkraftverket om sin kompetens, tjänster och vilka personer som de kan vända sig till för rådfrågning och hjälp vid olika projekt.

### 7.1.2 Simulatorändringsprocessen hos utbildningsorganisationen

Vid åtgärd i ärendet för simulatormodifiering så tar utvecklingsingenjören först kontakt med det aktuella anläggningsändringsprojektet på verket för samverkan och vid behov gemensam upphandling, samt upprättande av tidsplaner och vidare dokumentation.

Därefter påbörjas en iterativ simulatorändringsprocess. Först börjar utvecklings-, service-, simulerings- samt systemingenjörer med att gå igenom designändringen genom att ta fram en kravspecifikation som baseras på ett informationsunderlag som verket delgivit utbildningsorganisationen såsom flödesscheman, driftinstruktioner, störningsinstruktioner och kretsscheman. Även arbetsuppgiftsanalyser tas med. Denna kravspecifikation kontrolleras därefter mot den befintliga designspecifikationen för de system som kommer att påverkas. Under denna tid diskuteras även om förfarandet skall stimuleras eller simuleras. Om samma hård- och mjukvara används i verket som i simulatoren, med viss anpassning till själva simulatormiljön, kallas detta för stimulering. I fallet simulering så har inte utbildningsorganisationen samma hårdvara som verket vilket innebär två alternativ. Antingen så används ett verktyg kopplat till styr-/skyddssystemet som i moduler beskriver hur hela systemet fungerar. För att simulera systemet i detta fall så matas mätdata från det riktiga verket in i verktyget som därefter skapar den programkod som skall användas i fullskalesimulatore. Då verktyget inte används, byggs en likvärdig applikation upp mer från grunden, baserad på och validerad med data från verket.

Sedan börjar arbetet med att ta fram eller ändra i modellerna som därefter utsätts för en rad tester. Generellt för testerna är att simulatorns beteende jämförs med mätdata från referensverket. Den simulerade driftprocessen får inte innehålla obefogade larm eller händelser så att operatörerna vilseleds. Testerna omfattar först ett *System Development Test* (SDT) i syfte att göra modellen mer verklik genom att justera den mot verksdata. Efter detta test görs ett mer omfattande test, ett *System Test* (ST). Här kontrolleras ifall det finns förutsättningar för att modellen kan fungera i en systemmiljö i interaktion med andra modeller.

Om ändringen berör en extern leverantör av utrustning så skall denna också genomföra ändringen och kvalitetssäkra denna utifrån ett godkänt *Factory Acceptance Test* (FAT) som regleras i kontraktet utbildningsorganisationen och leverantören emellan.

Därefter ska modellerna implementeras i TUSS vilket föregås av ett *Integrated Test in TUSS* (IT-TUSS) där det verifieras att de nya/förändrade modellerna fungerar tillsammans med de befintliga. Här testas bland annat drift- och störningsinstruktioner, normal-, störd-, haveri- samt härddrift och olika fall av snabbstopp. Utöver detta testas också att simulatoren fungerar som utbildningsplattform genom att det utbildningsprogram som utbildningsdelen av utbildningsorganisationen, parallellt med simulatorändringen har tagit fram, körs i simulatoren. Resultaten av testet dokumenteras och säkerställs enligt kravdokumentet *Nuclear Power Plant Simulators for Use in Operator Training and Examination*, utgivet av ANSI (American National Standards Institute) och ANS (American Nuclear Society). Om detta inte är fallet sker en återkoppling där modellerna ändras tills ändringen uppfyller kravdokumentet.

Om ändringen påverkar någon hårdvara som TUSS inte innehåller görs istället testet på fullskalesimulatore. Efter TUSS-testet så sker införandet i fullskalesimulatore följt av *Operability Test in Simulator* (OT-SIM). Här betraktas kopplingen till kontrollrummet och funktions- och stabilitetstester går igenom för att tillse att ändringen fungerar i utbildningsmiljön. Även det tillhörande kursprogrammet testköras i simulatore.

Sist sammanställs ett underlag inför överlämningen. Om ändringen innefattar utrustning från en extern leverantör görs under denna fas först ett *Site Acceptance Test* (SAT) innan underlagssammanställningen görs. Detta test omfattar applikationstester samt körningar under normal- och stördrift för att verifiera så att kraven i leverantörskontraktet är uppfyllda och att utrustningen är kompatibel mot kontrollrummet, blockdatorn samt mot den planerade kursverksamheten. Innan simulatore är klar att använda går utbildningsorganisationen igenom budget- och resursåtgång under projektet samt vilka lärdomar, erfarenheter och förbättringar som kan genomföras. Vid större projekt lämnas därefter en rapport över till verket och ärendet stängs i ärendedatabasen.

### **7.1.3 Utbildningsändringsprocessen hos utbildningsorganisationen**

Vid åtgärd i ärendet för utbildningsverksamheten så informeras därefter berörda instruktörer och de som gör det grafiska utbildningsmaterialet. Beroende på hur lång tid som åtgärden att förändra utbildningspaketet beräknas ta, behandlas ärendet olika. Om den förväntade tiden är över 40 timmar så övergår det till att behandlas i en planeringsprocess, om arbetet förväntas vara mindre än 40 timmar så faller ärendet direkt till en utsedd ämnesområdesansvarig. Om inte ärendet väljs att behandlas i kommande utbildningsprojekt så börjar arbetet med att uppdatera utbildningsmaterialets berörda prov, kompendier, planer, övningar osv. Om ämnesområdesansvarig själv inte har relevant kompetens för alla steg används en kollega som stöd för detta. Då utbildningspaketet skall säkerställas i simulatore innan kursstart är det viktigt att den ansvariga för simulatorändringsprocessen (utvecklingsingenjören) samverkar med den ansvarige för utbildningsändringen. Sist i rutinen om anläggningsändringar ligger att ärendets status ändras i ärendedatabasen till "löst". Detta innefattar att förvaltaren gör en kontroll av om ändringen är genomförd och att tillhörande dokument är spridda, infogade i kursplaner och tilldelade rätt personer.

### **7.1.4 Ändringar direkt kopplade till kontrollrummet**

Det finns olika förändringstyper som direkt påverkar kontrollrumsutformning och arbetet däri. De olika förändringstyperna behandlas olika i verkets kvalitetssystem.

En typ av ändring sker i gränssnittet eller i programvaran för att rätta buggar, ändra felstavningar, processbilder, mätpunkter osv. Alla dessa åtgärder läggs in i ett årsuppdrag för den systemutvecklingsgrupp på verket som handhar dessa uppgifter för att göra programuppdateringar i datorprocesssystemen på respektive block. För blocket som genomgått den stora kontrollrumsmoderniseringen övergick projektet i ett förvaltande projektet för att ta hand om de effekter som uppstår. Ändringar av denna typ samlas in genom att ta del av de avvikelserapporter, felanmälningar eller förbättringsförslag som kommer in från operatörerna själva via digitala rapporter som skrivs av respektive blocks driftkontor. Ändringarna kan också komma in från pågående projekt med påverkan på processsystemen. När i tiden ändringen ska göras



och om den ska göras diskuteras på ett möte tillsammans med representanter från drift och underhåll som systemutvecklingsgruppen sammankallar. På blocket som genomgått det stora moderniseringsprojektet är driftrepresentanten den person som fungerar som bryggan mellan skiftlagen och driftkontoret. I detta blockspecifika fall så har alla de ändringsförslagen även skrivits av denne person tillsammans med den operatör som föreslagit något eller rapporterat avvikelser. En bedömning görs även under mötet om ändringsförslaget anses ha simulator- eller utbildningspåverkan. Ändringar av denna sort kan därför, beroende på omfattning, innebära att skiftlaget antingen blir informerade om förändringen under vardagligt arbete eller får teoretisk utbildning samt simulatorträning.

En annan typ av ändringar är då hårdvara byts ut eller ändras, till exempel paneltavlor. Ändringar av denna typ sker ofta för att reservdelar till den befintliga utrustningen inte längre finns att tillgå eller har blivit omoderna. Utbildningsorganisationen medverkar då även under upphandlingsfasen då man gör gemensamma inköp för att säkerställa att samma utrustning installeras i simulatorn som i det riktiga kontrollrummet. Om förändringen bedöms vara tillräckligt stor för operatörerna ges simulatorträning och teoripass antingen separat eller i samband med återträningen. Annars sker en informering av ändringen utan träning.

Den största ändringstypen är när nya funktioner ska införas i kontrollrummet, alltså arbetsuppgifter som helt ändras eller som tillkommer, exempelvis vid införandet av en ny typ av pump. Resultatet av en sådan ändring resulterar i simulatorträning och teoretisk utbildning där simulatorn även fungerar som en validering av den funktionella förändringen.

Systemutvecklingsgruppen genomför inga utvärderingar efter att en ändring har genomförts, utan detta är tänkt att fångas upp genom avvikelserapporter eller förbättringsförslag. På det block som genomgått det stora moderniseringsprojektet fungerar mellanhanden mellan skiftlagen och driftkontoret som en informationskälla till hur förändringen har påverkat operatörerna.

### **7.1.5 En egenutvecklad roll**

På blocket som genomfört det stora moderniseringsprojektet finns en särskild person som fungerar som bryggan mellan driftkontoren och alla skiftlag. Denne har en gedigen bakgrund som både utbildare och simulatorutvecklare på utbildningsorganisationen och har medverkat i det stora moderniseringsprojektet, där denna roll växte fram eftersom man insåg behovet av en sådan befattning. Om något i exempelvis processsystemen upplevs vara felaktigt går operatören direkt till denne person. Beroende på ärendet så kan operatören antingen få hjälp (om det är en kunskapsbrist) eller så görs en avvikelseanmälan eller förbättringsförslag, som beskrivits här ovan. Denne person är även den som informerar skiftlagen om förändringar i processplattformarna, där inte separat utbildning bedöms vara nödvändig. Mycket av arbetet utför personen i kontrollrummet vilket gör att observationer av hur kontrollrumspersonalen arbetar kan fångas upp, utbildningsbehov identifieras, förändring av drift- och störningsinstruktioner ses och förbättringsarbete utformas. I och med att denne person tidigare har arbetat på utbildningsorganisationen så tas spontant kontakt med dessa för att till exempel använda simulatorn vid utveckling av till exempel larmsystem och annat.

## 7.2 Verksdokumentationsändringar

När en drift-, haveri- eller larminstruktion ska ändras eller skapas hanteras detta av personer på verkets driftkontor för respektive block. Dessa är daganställda och ingår som driftkompetens i de projektgrupper som bildas vid anläggningsändringar. Idag finns en kommentarsida/loggbok på instruktionerna där man som operatör kan skriva in förbättringsförslag om man tycker instruktioner är dåliga eller kan bli bättre. Projektet att ändra i instruktioner tar stöd i driftrepresentanten som identifierar vilka instruktioner som ska ändras eller vilka som berörs av anläggningsändringarna, för att sedan identifiera vad som ska ändras och att till sist genomföra ändringen eller skapa nya instruktioner.

Beroende på vad instruktionen behandlar tas kontakt med en operatör från relevant område (turbין, reaktor, el) för att skapa/ändra instruktionen. Om en ändring i en befintlig instruktion bedöms vara av enklare art så sker enbart en informering av att en ändring skett. När instruktioner används av operatörerna skrivs dessa ut så att den instruktion som används är aktuell. För instruktioner som genomgått större ändringar, eller för helt nya instruktioner, så ingår dessa som övningsmoment i samband med simulatorträning.

Utbildningsorganisationen får kontinuerligt information om de nya/förändrade instruktioner driftkontoren tar fram. En administratör omhändertar dessa för att skriva in dem i en mall och uppmärksammar – via en arbetsdatabas för arbetsuppgifter – att en versionsändring har skett av de gällande instruktionerna. Administratören skickar sedan en gång per månad över en lista med alla nya/ändringar till förvaltningen på utbildningsorganisationen. Här görs en första sällning/bedömning av förvaltningsadministratören. Om ändringar enbart utgörs av typen strukturering, felskrivning, särskrivning, språk osv. anses detta inte påverka utbildningen och ärendet avflaggas i arbetsdatabasen.

Efter denna första sällning av redaktionell art skickas den reducerade listan till förvaltaren på respektive block för bedömning. Om förvaltaren är osäker och saknar rätt kompetens så kontaktas en utbildare som har denna. Vid alla fall då dokumentationsändringarna inte bedöms påverka utbildningen så avflaggas dessa i arbetsdatabasen.

Förvaltaren distribuerar sedan listan, som då enbart innehåller granskad påverkan på utbildningen, till berörda utbildare/utvecklare av utbildningsmaterial för att dessa ska få en förkunskap om kommande förändringar. I ärendedatabasen skapas ett uppdrag och detta delegeras till en ämnesområdesansvarig vilken ansvarar för att rätt åtgärder tas och kontaktar andra personer för att säkerställa rätt kompetens för utförandet. Detta kan till exempel vara uppdateringar av kompendier, lektionsplaner, övningar, prov etc. När åtgärden är färdig ändrar ämnesområdesansvarig statusen på ärendet till ”löst”. Förvaltaren kontrollerar därefter ändringarna och att dessa är rätt spridda och littererade. När detta är gjort ändrar förvaltaren statusen till ”stängd”, sist sker en avflagging i arbetsdatabasen.

### 7.2.1 Verifiering och validering av ändringarna

Då genomförandet av ändringarna är klart finns en efterkommande iterativ process för att verifiera och validera utfallet av ändringarna i simulatorn, verksdokumentation eller i utbildningsmaterialet. Det första steget är att system- och utvecklingsingenjören tillsammans med kunden planerar tester och säkerställer underlaget för

testen genom att kontrollera testdata och programkod. När detta är gjort genomförs testet. Vid behov uppdateras koden/instruktionen i detta steg och ett nytt test genomförs. När testet blir godkänt dokumenteras resultat, analyser och avvikelser. Det sista testet som görs kopplat till en simulatorändring är ett *Operational Acceptance Test* (OAT) som genomförs samtidigt då fullskalesimulatoren används i utbildningsverksamheten för att se till så att funktion och tillgängligheten är uppfyllda.

En validering av simulatorns prestanda görs också årligen utifrån kravdokumentet från ANSI. Detta omfattar driftduglighetstester och scenariobaserade tester i antingen TUSS eller i fullskalesimulatoren och syftar till att säkerställa att simulatoren är så verklik som möjligt. Driftduglighetstesterna handlar om simulatorns stabilitet och hur den hanterar olika ledningsbrott, snabbstopp och effektändringar. De scenariobaserade testerna ska påvisa om simulatoren är duglig att användas för att uppfylla utbildningsmål. När instruktionerna går igenom kan även dessa skrivas i själva simulatormiljön som erbjuder den underlättande möjligheten att stega sig igenom det tänkta förloppen. Detta sker i mån av tid.

## 7.3 Erfarenhetsåterföring

Ytterligare en faktor som påverkar utbildning och simulatorträning är erfarenhetsåterföringen. Hos utbildningsorganisationen utgår processen för detta från att utbildningsorganisationens säkerhetsingenjörer (ERF-ingenjörer) går igenom ERF-ATOM:s värderingsrapport samt riktlinjer och SOER (Significant Operating Experience Report) från WANO en gång varje månad.

ERF-ATOM står för Erfarenhetsåterföring ABB-ATOM (konstruktörerna av de svenska BWR-reaktorerna) och är en arbetsgrupp som var 14:e dag levererar en rapport som klassar och utvärderar:

- Verkerfarenheter från Sverige och omvärlden
- Orsaks- och MTO-analyser
- Tekniska utredningar
- RO-rapporter (Rapportervärd omständighet)
- Händelser som inte blivit RO-rapporter

Gruppen består av en representant från varje svenskt kärnkraftverk (OKG, FKA, RAB) och från finska TVO tillsammans med representanter från leverantören Westinghouse (tidigare ABB-ATOM), SKB (svensk kärnbränslehantering) och från utbildningsorganisationen. WANO:s SOER är en rapporteringsform där WANO:s medlemmar beskriver särskilt betydande händelser som inträffat på dessas verk och som WANO anser vara viktiga att delge andra medlemmar.

Utifrån underlaget som ERF-ATOM behandlat gör sedan säkerhetsingenjörerna tillsammans i en grupp ett urval för att se ifall detta kan komma att påverka förändringar eller nyproduktion av utbildning. Tre alternativ, med utbildnings- eller MTO-perspektiv, finns för att bedöma detta:

1. Registrering i ärendedatabasen
2. Uppdatering/nyproduktion av modul
3. Ingen åtgärd

Registrering i ärendedatabasen görs då bedömningen kommer fram till att erfarenheten kan komma att påverka utbildningsmaterialet. Kriterierna för bedömningen är

om ny/kompletterande kunskap har inkommit, om erfarenheterna visar på en negativ trendutveckling inom till exempel något kompetensområde, om attityder och beteenden behöver förbättras eller ifall nya/förändrade krav har inkommit från myndigheter eller beställare. När sedan registreringen görs motiveras denna och kopplas till rätt ERF-ATOM-rapport. Därefter tar ansvarig förvaltare hand om ärendet och delegerar arbetet samt kontrollerar uppföljningen.

En modul finns antingen som en driftmodul indelad efter ämnesområde (vilka är kopplade till olika system i verkets anläggning) eller som en basmodul som innehåller resterande utbildningsintressen som till exempel kommunikation och driftmanskap. Modulerna kan liknas vid händelsebibliotek som utbildarna använder för att få fram olika händelser som sedan används i utbildningen. Kriterierna för att uppdatera eller skapa en modul är ifall ärendet som betraktas innehåller en ny eller förändrad erfarenhet som tidigare inte finns med i modulsystemet, om ärendet bättre och tydligare beskriver en lärdom eller om ärendet bedöms ha bättre relevans mot svenska kärnkraftverk. Om alternativet faller på att uppdatera eller skapa en ny modul tas lärdomen i ärendet och ställs mot redan existerande moduler för att se om ny kunskap här kan infogas. Om inte så övervägs det att skapa en ny modul. Ansvarig för att hantera detta alternativ är säkerhetsingenjörerna.

Det sista alternativet ”ingen åtgärd” används om lärdomen från ärendet redan är känd och implementerad i utbildningsmaterialet eller i modulsystemet.

Utöver processen med utbildningsorganisationens säkerhetsingenjörer träffas en beredningsgrupp fyra gånger per år. Denna består av representanter från verket och utbildningsorganisationen med syftet att diskutera erfarenhetsåterföring och de lärdomar som framkommit från verksdriften.

### 7.3.1 Åsikter från intervjuer

En generell åsikt från alla intervjuade har varit att i arbetet med att fånga upp och bättre utveckla förändringar har det varit av stor vikt att det finns en fullskalesimulator invid verket. Detta underlättar spontana möten och informationsdelgivning mellan verket och utbildningsorganisationen, menar man.

En annan generell uppfattning har varit att samarbetet mellan verket och utbildningsorganisationen lyfts fram som en föregångare vad gäller anläggningsändringsprocesserna och i kommunikationen. Liknande rutiner finns för alla kärnkraftverk, men det ömsesidiga samarbetet aktörerna emellan vid detta verk ses som extra starkt, vilket många av de intervjuade anser bero på duktiga, engagerade och ansvariga medarbetare med personliga kontakter på utbildningsorganisationen/verket.

Samarbetet tar dock inte alltid den formen som anges i processdokument och i olika rutiner. En positiv utveckling nämns vara att förvaltningsprocessen kring anläggningsändringar och dess koppling till utbildningen har förstärkts och grundlagts hos utbildningsorganisationen. För att få en skarp överlämning mellan utbildningsorganisation och verk behövs tydliga rutiner, t.ex avseende överföring av information.

För att få dessa rutiner att fungera effektivt krävs såväl kompetens, resurser och tid, men också utvecklade personliga kontaktnät som ett extra smörjmedel.

Simulatorn är också en begränsad resurs som ska tillgodose en rad aktiviteter, såsom simulatorutveckling, test av design, anläggningsändringar och instruktioner, framtida

gandet av simulatorpass och genomförandet av simulatorträning. På senare tid har en medvetenhet vuxit fram om att allt detta – speciellt utvecklingen – tar tid.

En anledning som förs fram till simulatorns trånga tidsschema är av strukturell art. Eftersom alla kärnkraftverk är byggda ungefär samtidigt och SSM:s åtgärdsplaner gäller för alla verk. Därför använder alla verk även ungefär samma leverantörer vilket innebär att många anläggningsändringar sker ungefär samtidigt, vilket i sin tur betyder att utbildningsorganisationens simulatorutvecklingspersonal oavsett verk är mycket upptagna om de behövs i andra ärenden förutom att se till så att simulatorn är konstant uppdaterad.

När verksdokumentsändringar sker ska, enligt processer och rutiner, alla instruktioner med säkerhetspåverkan provköras i simulatorn, exempelvis haveriinstruktioner. Detta innebär i sig två svårigheter; dels att på förhand inse vilka instruktioner som kan ha säkerhetspåverkan och dels att få tillgång till simulatorn i tid. Vid missbedömningar och felprioriteringar kan det finnas en risk i att säkerhetspåverkande instruktioner missas. Att i större utsträckning än nu använda simulatorn för att köra igenom instruktionerna är något man gärna skulle vilja utnyttja betydligt mer. En önskan från en intervjuad var även att fler, slimmade instruktioner bör finnas för varje manöverfall. Vissa instruktioner idag är oöverskådliga där man som operatör måste hoppa i instruktionen då upp till tre manövreringar pågår parallellt.

En intervjuad berättade att sättet på vilket anläggningsändringarna tidigare har hanterats har varit konstruktionsstyr. Idag handlar det istället om att få med sig erfarenheter, brister, förtjänster med hur man jobbar i dagsläget och få med detta i projektgenomförandet. En viktig del i detta är ta med många olika kompetenser i projektet, däribland operatörerna.

Att operatörer tidigt blir involverade i anläggningsändringsprojektet medverkar till att lösningen rent säkerhetsmässigt blir bättre då mycket spets- och användarkompetens medverkar i framtagandet. På så sätt undviker man även missuppfattningar vilket i sin tur gör att man vinner tid. Denna involvering har även gjort så att acceptansen för förändringarna har blivit större, upplevde en intervjuad, eftersom det tidigare har varit relativt vanligt att operatörerna inte vill ha för stora förändringar i arbetssätt och systemmiljö. Genom att involvera operatörerna blir de inskolade in i ett nytt arbetssätt så att förändringen i detta inte blir så stor som om man direkt skulle bli utbildade i detta via simulatorträning och teoretiska pass. Detta att få med operatörerna i anläggningsändringsprojektet tros också bygga bort generationsfrågor om hur man tar sig till teknik. Det upplevs nu vara mer av en personlighetsfråga om hur man förhåller sig till förändringar och nya tekniska system.

Viktigt är också att underhållsprojekt fångas upp på samma sätt som andra typer av ändringar som kan ha simulator- och utbildningspåverkan. Det kan hända att underhållsprojekt egentligen är anläggningsändringar (och har påverkan på utbildningsbehov/simulatoruppdatering), eller att underhållsjobb utvecklas till anläggningsändringar. Underhållsarbeten går ofta ut på att byta ut en komponent mot en likvärdig dito. Då flera decennier kan ha gått har den nya ersättande komponenten ofta mer valmöjligheter och utökat användningsområde än den gamla.



## 8. Moderniseringar

Det kan finnas en rad skäl till varför en tillståndshavare vill göra ändringar i anläggningen och verksamheten. IAEA (2001) nämner till exempel åtgärder såsom effekthöjningar av reaktorerna, att öka säkerheten eller att installera ny utrustning som kan göra underhållet mer kostnadseffektivt. Alla ändringar föreligger av en förbättring av någon form, men dessa kan antingen väljas fritt om tillståndshavarna själva vill förbättra design, säkerhet, tillgänglighet och flexibilitet, eller mer tvingas fram från ökade krav från tillsynsmyndigheter eller för att verket och utrustningen har föråldrats och måste ersättas. Inga ändringar får göras (inklusive ändringar av organisatorisk art) om detta kommer att påverka säkerheten negativt varför det är viktigt för tillståndshavaren att hela tiden ha kontroll över förändringarna och att hela tiden följa upp hur dessa påverkar säkerheten.

### 8.1 Det stora anläggningsändringsprojektet

Verket som denna rapport har inriktat sig mot har på ett reaktorblock genomgått en mycket stor och komplicerad modernisering i och med en stor anläggningsändring. Projektet som omfattande detta är en av de största och mest genomgående moderniseringarna av ett kontrollrum som skett i världen. Projektet genomfördes under en tioårsperiod.

Moderniseringsprojektet var mycket komplext och tidskrävande. Att på vidden och djupet beskriva detta projekt går utanför denna rapports omfattning.

I korthet handlade det om att ersätta ett tjugotal äldre analoga system genom att samordna alla funktioner i dels ett regler- och dels ett skyddssystem för ett av blockens kontrollrum. Dessutom blev det sammanhängande systemet mer robust genom multipel redundans av hårdvaran. Detta innebär en stor förändring för kontrollrumsoperatörerna vilket helt förändrade tidigare arbetssätt och informationsinsamling. Istället för att via paneler och styrypulpet kontrollera, övervaka och styra processen, skulle datorskärmar, tangentbord och datormöss användas för detsamma. För manövrering av de funktioner som har högst säkerhetsklassning i de säkerhetskritiska systemen används däremot fortfarande enbart panelerna.

Systeminförandet innebär att operatörerna fick tillgång till ett många fler mätpunkter och annan verksdata, bättre diagnostikverktyg och trendanalyser som tidigare inte alls – eller inte i lika stor omfattning – varit tillgängliga. Eftersom projektet drabbades av en mängd förseningar på grund av komplexiteten kunde denna tid istället användas till mer utbildning för operatörer och för att åtgärda delar av anläggningsändringen som var angränsande till samverkan mellan människa – teknik och organisation, till exempel larmsystemet. Åtgärderna handlade bland annat om att efter hand bygga in filtrerande funktioner för att minska antalet larm. Filosofin var att undertrycka larm som var konsekvenser av en åtgärd. Om till exempel ett reaktor-snabbstopp utlöstes så filtrerades larm bort som informerar om att anläggningen sjunkit för snabbt i temperatur, vilket är vad som förväntas vid ett snabbstopp.

Tanken från början var att en stegvis förändring i uppgraderingen av kontrollrummet skulle ske. Steg ett skulle ha inneburit att reglersystemet installerades på en lokal styrdel (bränsleavfallshanteringen), steg två skulle vara att ersätta blockdatoren med

reglersystemets sätt att samla in och presentera information, det tredje och fjärde steget skulle ha varit att turbinen respektive reaktorn skulle omfattas av systeminförandena. Detta omöjliggjordes dock av att reaktorn och turbinen inte gick att separera till stor del på grund av den komplexa hanteringen som det skulle ha inneburit att särskilja och identifiera miltals kabel från de olika regler- och skyddssystemen när nya kablar skulle dras och gamla tas bort.

Under hela projektcykeln (design, test och införande) ingick utbildningsorganisationen som en aktiv part i projektet tillsammans med verket och leverantörerna av utrustningen. Utbildning av operatörerna kunde ske parallellt med projektets framåtskridande genom att en simulator för det nya kontrollrummet utvecklades tidigt. Utbildningen förlades inte i återträningsspassen för operatörerna utan i egna utvecklingsblock. Dessa innehöll först en befattningsanpassad del för respektive arbetsroll följt av tillfällena då hela skiftlaget samfunktionstränade. Simulatorens användes inte enbart till utbildning utan även som utvecklings- och testmiljö för designen, valideringen och utförandet av det nya kontrollrummet. En ny metod med att skriva upp handlingsplaner och annan information på whiteboardtavlor i samband med olika typer av mötesprocedurer infördes också på detta block för att lättare strukturera upp allt det nya. De intervjuade uppgav att denna nya arbetsmetod har varit mycket lyckad.

Simulatorspassen bestod av att anläggningen simulerades från full effekt till dränerat system via de mellanliggande stegen avlasta, gå underkritisk, kyla, byta atmosfär, dränera, stabilisera vid dränerat läge, byta bränsle, avlufta, fylla upp, värma, gå kritisk, starta turbin, fasa och gå upp i effekt. På detta sätt kunde skiftlaget gå igenom ett stort antal av de åtgärder och arbetsuppgifter som ingår i kontrollrumsarbetet och som hade förändrats i och med införandet av det nya kontrollrummet. Denna första genomkörning kördes utan att fel lades in i simuleringen. En andra fördjupad omgång följde efter där driftstörningar och haverisituationer lades in, samt olika typer av gränssnittsfel för att testa dels skyddssystemet och dels reglersystemet. Sist kördes felfunktioner på regler- och skyddssystem tillsammans med de händelser som ingår i konstruktionsförutsättningarna enligt Design Basis Accidents (såsom tubbrott, kylningsbortfall, förlust av sekundärkylmedel etc.).

Efter att det nya kontrollrummet infördes skarpt bildades ett nytt projekt i syfte att förvalta och fortsatt utveckla de systemplattformar som infördes samt att hantera alla andra moderniseringsprojekts påverkan på dessa. Simulator- och utbildningspåverkan fångas upp genom anläggningsförändringsprocessen och vid behov delger projektet utbildningsorganisationen exempelvis programkod som ska implementeras och valideras i simulatorens. Detta projekt har bland annat utvecklat instruktioner med att till exempel lägga in hänvisningar till olika systemvyer.

### 8.1.1 Åsikter från intervjuer

Resultatet av moderniseringsprojektet ses av alla intervjuade som en positiv förbättring. Största skillnaden mot tidigare kontrollrum upplevs vara den stora mängden (både relevant och icke-relevant) information som presenteras. Förut kunde operatörerna, baserat på var i kontrollrummet kollegorna befann sig, förstå vilken arbetsuppgift som utfördes på panelerna och på så sätt skapa en större gemensam informationsbild och situationsmedvetenhet. I det nya kontrollrummet är de flesta arbetsuppgifterna istället förlagda till datorbaserade verktyg som innebär att operatörerna sitter framför datorskärmar. För att kunna sprida information operatörerna emellan



infördes trevägskommunikation som ett sätt att öka den gemensamma situationsmedvetenheten vilket av alla de intervjuade har setts som en nödvändighet.

Fördelar med det nya kontrollrummet innefattar bland annat bättre visualisering av processtrender och avvikelser vilket förenklar för operatörerna. Logiken i styrsystemet upplevs också vara mer förståeligt vilket underlättar vid felsökning då operatörerna kan följa signalvägar i systemet. De intervjuade utbildarna har märkt en skillnad i att det går fortare för oerfarna operatörer att öva upp en processkänsla i det nya kontrollrummet.

Något som nämnts som negativt med moderniseringsprojektet var att det tillhörande larmsystemet, som på grund av den stora mängden mätpunkter, vid olika situationer kunde leverera ett överskådligt antal larm – även vid tillfällen då inga larm egentligen borde triggas. Allt detta stal uppmärksamhet från operatörerna. Ur denna stora larmflora hade operatörerna svårt att särskilja vad orsaken till de olika larmen var för att på så sätt kunna veta vilken åtgärd som krävdes för att lösa problemet. De största problemen med larmsystemet sägs i intervjuerna vara lösta och filosofin är som tidigare nämnts att undertrycka larm som är konsekvenser av en åtgärd. Larmsystemet upplevs idag som mycket bättre än när det först infördes, men arbetet med att finjustera larmsystemet fortsätter. Förutom justeringar med larmsystemet så har mycket få ändringar gjorts av till exempel processbilder (vanligaste ändringen är att rätta till felstavningar) eller med konceptet om hur operatörerna navigerar i systemet genom informationsinsamling och åtgärds genomförande.

Vad gäller hur projektet hanterades och genomfördes framhålls från utbildningsorganisationen att den främsta framgångsfaktorn i projektet var att utbildningsorganisationen tidigt och genom hela projektet fick medverka som en aktiv och konstruktiv partner tillsammans med de andra aktörerna (verket och leverantörerna). Denna tidiga involvering innebar att utbildningsorganisationen snabbt kunde förstå att den utbildningsinsats som först hade antagits för att kompetenshöja operatörerna med avseende på kontrollrumsförändringarna skulle behöva vara betydligt större. Vartefter projektet fortgicks så kunde utbildningsorganisationen tillföra projektet mycket i form av smidigare genomförande och tidsbesparingar, mycket på grund av att simulatorm kunde användas för att föregripa designfel och analysera kopplingen till själva anläggningen utifrån förändringar i larmhanteringen och informationsinsamlingsprocessen. Då förseningar inträffade kunde denna tid användas till att skriva instruktioner genom att stegvis gå igenom ett tänkt förlopp samtidigt som instruktionerna testkördes när de var klara.

En lärdom kring detta var att driftkontoret och andra intressenter också borde varit delaktiga i samma omfattning som utbildningsorganisationen för att öka förståelsen med vad projektet innebar.

Eftersom utbildarna hade fortbildats under tiden och varit med i framtagandet av utbildningsmaterial och simulator så var det dessa som kunde systemet bäst när det väl skulle införas i verkligheten. Instruktorerna kunde därför ingå och hjälpa till i framtagningen av valideringsprovet FAT (Factory Acceptance Test) för att bidra med scenarier, synpunkter och kunskap. Testprogrammen kunde också utvecklas i den framtagna simulatorm tillsammans med träning för de som skulle genomföra dem vilket betydde att mycket tid och pengar kunde sparas. En viktig lärdom från moderniseringsprojektet var därför att utbildningsorganisationen bör bli bättre på att förmedla de mervärden som de bidrar med (avlusning av programkod, rättning, kommentarer till instruktionsuppdatering och medverkan till en iterativ process kring detta). En ytterligare lärdom var att vara öppen för att förändringar.



# 9. Analys och slutsatser

Analysen utgår från SAT-metodens fem delsteg där exemplet från kärnkraftsbranschen står i fokus. Aspekter av utbildning och simulatorträning som faller utanför denna metod diskuteras under andra rubriker.

Analysen syftar till att ta fram de förutsättningar som krävs för ett bra arbete kring att fånga in utbildningsbehov och omvandla dessa till utbildningsinsatser för att upprätthålla en kompetenssäkrad personal med hjälp av SAT-modellen. Detta utifrån de erfarenheter som studerats från det undersökta kärnkraftverket och utbildningsorganisationen samt från andra branscher.

Sist i kapitlet redogörs för några slutsatser samt att sammanfattande svar ges på rapportens frågeställningar.

## 9.1 Sammanfattning av förutsättningar

Här presenteras de sammanfattande förutsättningarna för att lyckas med SAT-metoden utifrån kommunikation och dess fem ingående delar. Förutsättningarna beskrivs ingående i nästa avsnitt.

### **Informations- och kommunikationsutbyte:**

- Ett nära samarbete mellan utbildningsorganisationen, verket och leverantörer
  - Diskussioner kring förändringstakt och –grad
- Att helheten av formella och informella arbetsprocesser och rutiner fungerar
- Tjänst nära både skiftlagen och utbildningsorganisationen som handhar uppföljningsarbete kring moderniseringar
- Tjänst för bredare samverkan vid flera anläggningsändringsprojekt
- Process för att fånga upp potentiell utbildnings- och simulatorpåverkan från underhållsprojekt
- Tydlighet och klargöring av gränser kring:
  - Vem som äger ansvaret för utbildningsfrågorna
  - Vem som ska driva utbildningsfrågorna
  - Roller och ansvar kring arbetsprocesser
- Tydlighet i beställningen av utbildningen
- Informering av ändringar till en vidare krets medarbetare
- Block- och verksöverskridande samarbeten för att dela med sig av synsätt och tankar kring utbildningsbehov och upplevelser/erfarenheter av moderniseringar
- Samarbeten över branschgränsen

### **Analyssteget:**

- Förvaltningsprocesser kring anläggningsändringar, verksdokumentationsändringar, erfarenhetsåterföring och underhållsprojekt
- Referensgrupper med de ämnesexperter som ingår i arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalyserna
- Analyser för alla befattningar med säkerhetspåverkan

- Kontinuerligt och systematiskt uppdaterade analyser och involverad personal
- Resurser och tid

**Design- och utvecklingssteget:**

- Målet för ett anläggningsändringsprojekt bör vara att leverera tränad personal och prövad, korrekt dokumentation
- Fler och mer slimmade instruktioner
- Resurser och tid
- Utspridd utbildning i tid och rum genom nära samarbete med kontrollrums-personalen
- Kompetenssäkrad utbildningspersonal med tydligt målinriktad verkspraktik och kontaktmannaskap
- Inlåning av erfaren och verkskunnig personal vid behov
- Utveckling av attityd- och beteendearbetssätt och metoder

**Implementerings- och utvärderingssteget:**

- Kontinuerlig och systematisk utvärdering i varje steg av SAT-processen
- Ett relevant, uppdaterat och gemensamt framtaget bedömningsunderlag
- Oberoende och kompetenssäkrade bedömare
- Blocköverskridande utbyten av verkspersonal och inkludering av andra befattningar i simulatorträning och arbetsplatsförlagd utbildning
- Tydlig uppföljning under vardagligt arbete och användandet av attityd- och beteendearbetssätt och metoder
- Resurser och tid
- Individuella utvärderingar av egen förmåga

## 9.2 Informations- och kommunikationsutbyte

För att SAT-metodens första och sista steg överhuvudtaget ska fungera så måste informationskanaler finnas för att fånga upp de förändringar och de signaler som kan innebära att nya kompetensbehov behöver omvandlas till ny eller uppdaterad utbildning. Detta är analysstegets och utvärderingsstegets input och det som gör så att en löpande utveckling av utbildningen sker.

I fallet med det undersökta verket och utbildningsorganisationen består samverkan kring frågor om utbildning och simulatorutveckling av komplexa kopplingar och förhållanden företagen emellan. Kartläggningen har visat att identifiering och kommunikering av utbildningsbehov och utbildningspåverkan kan ske på en rad olika sätt och att många personer är inblandade; från verkets operatörer, driftkontorspersonal och kompetensutvecklare till utbildningsorganisationens förvaltare, simulatorutvecklare och utbildare.

Följande tillfällen, arbetsprocesser och möten har identifierats som filter för att fånga upp och identifiera utbildningsbehov som konsekvens främst av verksändringar:

- **Mellan verket och utbildningsorganisationen:**
  - Återträning och utvärderingspass
  - Kundmöten mellan verket och utbildningsorganisationen

- Validerings- och planeringsgruppsmöten
- Samtal mellan skiftlagschef och kontaktman (utbildare)
- Förvaltningsprocesser kring:
  - Anläggningsändringar
  - Verksdokumentationsändringar
  - Erfarenhetsåterföring
- Informella möten mellan projektledare, personal på driftkontoren med nära skiftlagsarbete, förvaltare, KAM:ar, simulatorutvecklare, kompetensutvecklare, utbildare osv.
- **Hos verket:**
  - Utvecklingsplaner för enskilda operatörer och skiftlag
  - DUR-möten
  - Skiftchefssamtal med kompetensutvecklare
  - Erfarenhetsåterföringsgrupper
  - Den individuella kompetensprövningen av operatörer mellan driftchef och skiftchef
  - Avvikelsesrapportering till systemutvecklingsgruppen
  - Informella möten mellan projektledare, personal på driftkontoren med nära skiftlagsarbete, skiftlagschefer, driftchefer, KAM:ar, kompetensutvecklare osv.

Ytterligare ett sätt kan också vara, när detta blir formaliserat, då utbildningsorganisationen lånar in operatörer vid utveckling av återträningen.

Informationen från dessa informationskanaler kan sedan omhändertas som input i utförandet av arbetsuppgifts- och kompetensanalyser eller som input i jämförelse i utvärderingssteget, för att på så sätt utveckla utbildningen med hjälp av SAT-metodiken. Om informationen handlar om att en ändring ska ske i anläggningen, verksdokumentationen eller som konsekvens av erfarenhetsåterföring, så sker en bedömning av om denna ändring innebär någon simulator- eller utbildningspåverkan och hur denna i så fall ska omhändertas. Bedömningsförfarandet är väl förankrat och sker på en rad olika möten där expertis lånas in vid behov. Bedömningen sker i alla förvaltningsprocesser rörande ändringar i anläggningen, verksdokumentation eller i erfarenhetsåterföringen. Bedömningen sker också på de möten som systemutvecklingsgruppen sammankallar för att ta omhand om processändringar som inkommer från olika typer av projekt.

Vissa informationskanaler följer en formell arbetsprocess via olika samverkande möten, medan andra sker mer informellt, spontant och på eget initiativ. I den intervjuserie som varit till grund för denna rapport så har uppfattningen om vilka processer som används, vilka som fungerar och vilka som är mest effektiva varit beroende på vem som intervjuats. Samarbetet mellan verket och utbildningsorganisationen benämns som gott och nära. Det stora moderniseringsprojektet på det undersökta verket klargjorde vikten av detta. Vidare så fungerar samverkan mellan de två organisationerna på grund av engagerade, ansvarsfulla och duktiga medarbetare som går utöver de rutiner som finns och som använder sitt kontaktnät för att få fram information som inte är omgärdad av någon rutin. Ett exempel på detta är förfarandet då utbildningsorganisationen rättar programkod/instruktioner/kretsscheman med hjälp av simulatorn.

Det kan vara svårt att skapa bra och användarvänliga rutiner och arbetsprocesser för alla kontakter mellan utbildningsorganisationen och verket. Det kan också finnas en risk i detta då saker tar längre tid när de måste gå igenom en processgång som måste dokumenteras och förvaltas. I dessa fall är de informella processerna effektiva me-

toder för att inhämta information och få saker att ske i tid. I intervjuerna har både åsikter om att de formella processerna fungerar bra samt att vissa delar inte utnyttjas framförts. En orsak till detta kan vara att mycket i kommunikation och kontakttagande är personberoende, vilket flera intervjuade har påpekat. De informella processerna kan då vara sätt att gå omvägar runt eventuella kommunikationsproblem beträffande detta och väga upp de formella processernas eventuella brister.

För hur större utbildningsbehov fångas upp anges två formella sätt. Behoven identifieras dels under återträningsspass och dels under mötena kring anläggningsändringsprojekt. En merpart av de intervjuade upplever att vissa mindre moment går via mer informella vägar, såsom att delge utbildningsorganisationen information, tips på simulatorövningar, utveckling av återträningarna osv.

### 9.2.1 Förändringstakt och -grad

Något som påverkar hur ofta utbildningen stöps om, inkluderat hur ofta SAT-analyser måste göras, är förändrings- och förändringsgraden för moderniseringar och anläggningsändringar. En utmaning för utbildningen vid stora förändringar är att denna måste hålla sig à jour med teknik- och systemframtagningen samtidigt som utbildningen måste börjas ta fram så att operatörerna kan få utbildning under utvecklingen. En viktig lärdom från flygledningsexemplet var att då den stora moderniseringen genomfördes så blev utbildningen lidande eftersom det införda systemet inte var färdigutvecklat till dess att utbildningen påbörjades. Detta innebar att utbildningens relevans snabbt kunde ändras då nya uppdateringar och justeringar gjordes löpande vilket resulterade i att ny utbildning hela tiden fick tas fram och att nyss framtagna lektionsplaner därmed blev obsoleta. En risk finns för att operatörerna kan blanda ihop snarlik information och att mycket resurser går åt till att skapa utbildning som snabbt blir inaktuell.

Det kan vara en tanke att stegvis gå fram med ändringar, om detta är möjligt, såsom den petrokemiska industrin gjorde i sitt stora moderniseringsprojekt samt enligt den filosofi som ett av blocken i undersökningen har. Det stora moderniseringsprojektet som verket genomgick drog ut på tiden eftersom man i förväg inte kunde se och analysera vidden av allt arbete som behövde göras; inte minst det som handlade om utbildning och simulatorträning. Detta fick till följd att många av de inblandade personerna blev än mer belastade. Om mindre stegvisa förändringar genomförs så bör detta underlätta att på förhand förstå konsekvenserna av moderniseringen, uppskatta arbetsinsatsen gällande utbildning och simulatorträning samt möjlighet att följa upp och analysera/validera utbildningen och operatörspåverkan i efterhand. Det är mycket svårt att göra en baslinjemätning (som skall göras inför större ändringar) då jämförandet av det tidigare mätresultatet är betingat med en kanske helt annorlunda systemmiljö och arbetssätt. Att i en sådan baslinjemätning fånga alla förändringar är problematiskt, särskilt då förändringen inte får ske om förändringen bedöms vara mindre säker än tidigare. För att riktigt testa detta borde baslinjemätningen genomföras när operatörerna blivit invanda med systemet i verkligheten, men då är det för sent att stoppa förändringen eftersom den redan är införd. Mindre och fler uppföljningar kan eventuellt vara att då föredra om man mer stegvis går tillväga vid moderniseringar.

## 9.2.2 Förutsättningar

- *Ett nära samarbete mellan utbildningsorganisationen, verket och leverantörer*
  - *Diskussioner kring förändringstakt och -grad*

Förvaltningsprocesserna kring anläggningsändringar, verksdokumentationsändringar och erfarenhetsåterföring är viktiga för att skapa ett mer formellt informationsutbyte när någon ändring planeras införas. Det har visat sig vara betydande att också leverantören/leverantörerna vid anläggningsändringar bör ingå i detta samarbete för att alla tre parter tidigt ska kunna knyta deadlines till simulatorutveckling-/test och simulatorträning som del i själva huvudprojektet. Utbildningsorganisationen har även kunnat ändra konstruktion av leverantörsprodukter genom användning av simulatorm, vilket också knyter an till Metsos erfarenheter kring simulatoranvändning genom att proaktivt kunna validera logik, systemutformning m.m. Detta för att förhindra att utbildningen byggs på felaktiga uppgifter och att tester och valideringar inte hinner göras i tid för simulatorträning och annan form av utbildning. Genom att vara delaktiga i projektarbetet tar parterna vara på kompetensutvecklingen i vardagen.

Ett nära samarbete mellan de tre parterna kan också underlätta att få till en balans i relationen mellan anläggningsändringens framväxt och framtagande av utbildning. Genom diskussioner mellan parterna kring förändringstakt och -grad hos projekt kan risker föregripas och ett bättre analyserat underlag tas fram för fortsatt arbete kring om förändringen stegvis eller direkt ska implementeras.

- *Att helheten av formella och informella arbetsprocesser och rutiner fungerar*

Allt arbete kan inte göras formellt och informella vägar kommer alltid att används av bekvämlighets- eller effektivitetsskäl. Viktigt är att då försöka uppskatta och identifiera de informella processernas roll i arbetet kring att kommunicera kompetensbehov och att jobba med utvecklingen av utbildningen. Parterna bör sträva efter relationsbyggande aktiviteter, i form av exempelvis jobbrottation, fokusgrupper och likande för att främja de informella kanalerna. De formella processerna i sin tur bör återkommande utvärderas för att hålla utvecklingsarbetet med dessa levande.

- *Tjänst nära både skiftlagen och utbildningsorganisationen som handhar uppföljningsarbete kring moderniseringar*

Särskilt då större moderniseringsprojekt genomförs kan införandet av en roll som verkar som en mellanhand gentemot skiftlagen, driftkontoret och utbildningsorganisationen underlätta arbetet med att fånga upp förändringar, kompetensbehov och förbättringar i systemdesignen. Som målbild kan tas den egenutvecklade rollen som verket infört med en bakgrund som operatör, utbildare, simulatorutvecklare och som medverkande i moderniseringsprojektet. På detta sätt kan kontrollrumspersonalen utbildas direkt om de kommer med någon fråga kring exempelvis det nyinförda systemet, ändringar kan prövas i simulatorm och återkoppling kan levereras till utbildningsorganisationen kring hur väl utbildningen har levererat en kompetent personal.

- *Tjänst för bredare samverkan vid flera anläggningsändringsprojekt*

Det har visat sig vara av stor vikt att se hur förändringar påverkar varandra sinsemellan då dessa kan ha gjorts i en rad olika integrerade delsystem. Att allt följs upp med

vidare uppgraderingar i procedurer, rutiner, dokument, instruktioner och utbildning samt i simulatoren är ett villkor för att minska ändringens påverkan på säkerheten och för att skapa medvetenhet och kompetens gällande ändringen. När fler ändringar bedrivs är det också viktigt att dessa ändringsprocesser samordnas och koordineras för att inte skapa konflikter och problem kopplat till ändringarnas relation sinsemellan. KAM-tjänsten på det undersökta verket är en del i detta då denne är en person med helhetssyn över anläggningsändringsprojekt som även kan vara blocköverskridande. Detta kan spara pengar, öka samsynen och kunskapsöverföringen mellan block och göra arbetet och förståelsen mer uniform. En samverkande tjänst underlättar också för utbildningsorganisationen att tidigt få information om kommande projekt så att tid och resurser kan frigöras och planeringen börja i tid.

- *Process för att fånga upp potentiell utbildnings- och simulatorpåverkan från underhållsprojekt*

När äldre anläggningar genomgår underhållsarbete så är det vanligt att komponenter kan bytas ut som väsentligt skiljer sig åt från de tidigare, äldre motsvarigheterna. Det finns en risk i att underhållsprojekt faller över i anläggningsändringsprojekt vilka då ska bedömas för simulator- och utbildningspåverkan. Underhållsprojekt kan tänkas samordnas på samma sätt som anläggningsändringsprojekt med en KAM-tjänst.

- *Informering av ändringar till en vidare krets medarbetare*

Då moderniseringar och teknikskiften genomförs är det viktigt att även befattningar eller driftkontor som inte direkt är inblandade i projektet blir informerade om detta. Dels så sprids en kungörelse om att ändringen sker samt dels så sprids en förståelse kring varför ändringen sker. Detta ökar kunskapen om ändringen samt kan också minska risken för att yrkesroller och delar av verksamheten man från början inte trodde skulle komma att påverkas kan bli involverade i ett tidigare stadium eller komma med kompletterande perspektiv.

- *Block- och verksöverskridande samarbeten för att dela med sig av synsätt och tankar kring utbildningsbehov och upplevelser/erfarenheter av moderniseringar*

Detta kan vara ett bra sätt för att få till en samsyn och att lära av varandra då det kan finnas block- och verksvisa skillnader i en rad olika aspekter. Vid gemensamma möten kan sådana skillnader identifieras och lyftas upp till diskussion, vilket kan vara ett sätt att jämma ut arbetssätt och strategier hos block, skiftlag och verk än mer.

En ytterligare åtgärd kan vara att införa jobbrotation på vissa tjänster. Detta för att få större förståelse och erfarenhetsutbyte med andra verksamhetsområden, block och befattningar. Genom att sprida erfarenheter, kunskap och genom att öppna upp kanaler för ökat horisontellt samarbete kan detta även minska att mycket av kommunikation och informationsdelgivning blir personberoende. En typ av jobbrotation finns redan på verket, och i exemplet från den petrokemiska industrin, då skiftlag försöker utjämnas genom att förflytta operatörer.

- *Samarbeten över branschgränsen*

Utbytet kring erfarenheter kan även utökas genom att ta kontakt med andra branscher och organisationer som jobbar med liknande utmaningar i att kompetenssäkra personal genom utbildning och simulatorträning samtidigt som anläggningen



genomgår förändringar. Detta för att finna inspiration och dela lärdomar kring hur arbetet är organiserat, vilka metoder som används, hur säkerställning, bedömning, uppföljning och validering går till m.m.

## 9.3 Analyssteget

Analyssteget (se *Figur 1*) är en grundläggande del av SAT-metoden som syftar till att urskilja utbildningsbehov och att analysera vilken kompetens som krävs för att genomföra olika typer av arbetsuppgifter.

Det kan vara svårt att i förväg se hur en anläggningsändring eller hur exempelvis införandet av ett nytt tekniskt system ändrar arbets sättet. Innan en anläggningsändring genomförs utför därför det undersökta verket ett förebyggande SAT-arbete så långt som detta går att göra. De fullständiga arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalyserna görs därefter mellan ett till ett och ett halvt år efter att anläggningsändringen genomförts. På detta sätt kan arbets sätt fångas upp som man tidigare inte kunnat analysera sig fram till, därefter kan utbildningen omvandlas utifrån analysresultatet. I dessa SAT-analyser kan också eventuell påverkan från många mindre ändringar fångas upp; mindre ändringar som enskilt inte bedömdes ha simulator- och utbildningspåverkan, men som tillsammans kan medverka till just detta.

En betydande aspekt i arbetet med SAT-analyserna från utbildningsorganisationen och verket är att SAT-analyserna löpande uppdateras så att eventuella förändrade ansvarsroller och arbetsuppgifter som konsekvens av moderniseringar/anläggningsändringar analyseras och sedan kan vävas in i utbildningsverksamheten. Om inte hänsyn tas till hur moderniseringar/anläggningsförändringar påverkar arbets sätt och arbetsuppgifter så kan detta bli en grogrund för en rad potentiella situationer med tillbud och olyckor som konsekvenser. För att fungera väl behöver SAT-metodiken ses som iterativ och följas av ett perspektiv på helheten samt en kontinuerlig utvärdering.

De nyligen inledda SAT-forumen syftar till att lägga en ny grund så att SAT-metodiken tillämpas kontinuerligt och att rätt rollbesättning sker på alla Sveriges kärnkraftverk. De intervjuade framhåller att när SAT-metodiken följs blir kvaliteten i utbildningsresultatet betydligt högre och att metoden är ett mycket värdefullt hjälpverktyg.

Att utbildningsorganisationen är med redan vid upphandlingen/kontraktskrivandet ses som positivt och viktigt för att underlätta arbetet med simulator/utbildningspåverkan i anläggningsändrings- och dokumentationsändringsprocessen och var en tydlig lärdom från det stora moderniseringsprojektet.

### 9.3.1 Förutsättningar

- *Förvaltningsprocesser kring anläggningsändringar, verksdokumentationsändringar, erfarenhetsåterföring och underhållsprojekt*

En förutsättning för att SAT-arbetet ska kunna fungera är att informationskanaler finns, som beskrivits ovan. De viktigaste för SAT-arbetet är de förvaltningsprocesser som har upprättats mellan utbildningsorganisationen och verket. Då förvaltaren också rör om SAT-arbetet så är det logiskt att denna fungerar som passagepunkten mellan verket och utbildningsorganisationen. Att simulatorutvecklaren också med-

verkar under design- och utvecklingsstegen gällande uppdatering av simulatormen innebär att denne får information och möjlighet att lägga fram sina perspektiv och åsikter.

- *Referensgrupper med de ämnesexperter som ingår i arbetsuppgifts- och jobbkompetensanalyserna*

Att skapa en bred grupp med engagerade ämnesexperter insatta dels i sitt eget arbetsområde och dels i SAT-metodiken, som jobbar tillsammans och lär av varandra, är en långsiktig kvalitetshöjande insats för att få relevans i analyserna. Även andra experter inom exempelvis MTO-området kan med fördel ingå i gruppen för att upptäcka kopplingar och nya perspektiv. Självklart ska även förvaltaren vara väl insatt i SAT-metodiken och vara engagerad i frågan.

Med en engagerad grupp som utför analyserna är det mer sannolikt att noggrannheten, viktigt i SAT-analyserna, stärks i utförandet av analyserna för att utförligt se till så att kunskap, färdigheter och attityder har undersökts. Detsamma gäller för att säkerställa att utbildningsmål för kunskaps- och färdighetsökande insatser relaterar till riktiga arbetsuppgifter.

- *Analyser för alla befattningar med säkerhetspåverkan*

Genom att utföra arbetsuppgifts- och kompetensanalyserna för både stationstekniker och underhållspersonal fås en bättre helhetsbild över dessas säkerhetspåverkan och samverkan med kontrollrumspersonal. Kopplingar och förbättringsområden kring rutiner, kommunikation eller utrustning mellan dessa befattningar kan upptäckas och åtgärdas

- *Kontinuerligt och systematiskt uppdaterade analyser och involverad personal*

För att utbildningen ska kunna vara relevant och kunna tillgodose krävd kompetens måste SAT-analyserna vara uppdaterade och aktuella mot de rådande förhållandena på verket. Detta kräver en utbildad och engagerad personal hos utbildningsorganisationen kring SAT-metodiken som systematiskt, med helhetsbilden i fokus, tillsammans med verket arbetar med framtagandet av dessa analyser och deras följder i att uppdatera utbildning och simulator.

Att involvera och fördela ansvar på kontrollrumspersonalen att under vardagligt arbete uppdatera SAT-analyserna är en bra åtgärd för att dels få detta arbete gjort och dels få till ett ägarskap kring detta. Ett villkor för att detta i sin tur ska kunna gå att genomföra är att personalen får utbildning i SAT-metodiken. Denna åtgärd kan utvidgas till även inkludera stationstekniker och underhållspersonal för att få stringens och aktualitet i dessa analyser.

- *Resurser och tid*

En förutsättning för att de ovanstående åtgärderna ska kunna möjliggöras är att arbetet med SAT-analyserna får ta den tid och de personalresurser i anspråk som krävs för att bli ordentligt genomgångna. Genom att göra resursanalyser för de olika projektgrupperna och för de samarbetsformer som finns för att kommunicera utbildningsbehov, utbildnings- och simulatorpåverkan kan resursbrister identifieras.

## 9.4 Design- och utvecklingssteget

I design- och utvecklingssteget (se *Figur 2* och *Figur 3*) så omvandlas SAT-analyserna till utbildning och förläggs i den del av utbildningen som anses lämplig. Vidare så tas utbildningsmål/-planer och -material fram. Uppdateringen av simulatorn sker också här.

Utbildningens innehåll, hos det undersökta kärnkraftverket och utbildningsorganisationen, stämmer väl överens med IAEA:s rekommendationer för simulatorträningen liksom för de rekommenderade ämnesområdena. Fokuset på driftmannaskap samt teknik- och processförståelse hos operatörer och skiftlagschef knyter an till IAEA:s fem rekommenderade ämnesområden.

Processer är framtagna för att arbeta med både design- och utveckling av utbildningsmaterialet och att uppdatera simulatorn vid förändringar i anläggningen, verksdokumentation eller som konsekvens av erfarenhetsåterföring. En viktig del i detta är att validera ändringarna innan de genomförs på verket med hjälp av simulatorn genom en rad olika test som också finns angivna i arbetsprocesserna.

Införandet av de felförebyggande metoderna tangerar särskilt de mjuka färdigheter som IAEA lyfter fram som viktiga, särskilt vid införandet av ny teknik/moderniseringar och vid inträffandet av ovanliga driftfall och olika problemsituationer.

När anläggningsändringar genomförts bedöms de felförebyggande metoderna vara ett bra hjälpmedel för att tillsammans i skiftlaget göra varandra uppmärksamma på nya/förändrade arbetsuppgifter och för att sprida kunskap och erfarenhet om nya system. Många av dessa handlar om att utföra arbetsuppgifter tillsammans eller att en kollega observerar och ger råd och tips för ett mer korrekt/säkrare/effektivare arbetssätt. Metoderna kan upptäcka fel och brister hos personalen och det måste då finnas en attityd som inte straffar den som gör fel.

### 9.4.1 Kompetenssäkring av utbildningspersonal

Design- och utvecklingssteget handlar också om att se till så att utbildarna är kompetenta nog att kunna hålla i utbildningen av kontrollrumspersonalen. Detta är ett viktigt steg så att inte förtroendet och kompetensen för utbildarna faller vilket kan uppstå om det har gått för lång tid sedan utbildaren själva var operatörer. Utbildare kan ha en gedigen bakgrund som kontrollrumsoperatör eller skiftlagschef, men är i sin roll som utbildare inte behöriga att arbeta i kontrollrummet. Detta förfarande skiljer sig från exemplen från flygledning och den petrokemiska industrin då de som coachar/utbildar även medverkar aktivt i verkligt arbete. Om utbildarna är uppdaterade rent kompetensmässigt har de hög status som kunskapsbärare i organisationen eftersom de har en god mental modell över anläggningens beteende eftersom de verkar mycket i simulatorn där detta möjliggörs. Detsamma kan sägas om simulatorutvecklarna som förmodat är de med störst inblick i hur processen fungerar eftersom operatörer i verkligheten ofta inte drabbas av störd drift och olika typer av haverier. Utbildarna och simulatorutvecklarna kan då vara viktiga bollplank för förvaltarna och kompetensutvecklarna att bedöma om olika ändringar i anläggning och verksdokumentation har utbildnings- och simulatorpåverkan.

För att upprätthålla aktuell kompetens hos utbildarna är utbildningsorganisationens främsta metod att låta sina utbildare genomgå åttio timmars verkspraktik per person och år.

#### 9.4.1.1 Kontaktperson

En del i kompetenssäkringen är införandet av kontaktpersoner för varje skiftlag. Kontaktpersontjänsten ingår som en del av utbildarnas verkspraktik och bedöms vara en bra åtgärd för att få till stånd ett närmare samarbete mellan verket och utbildningsorganisationen. Kontaktpersonen knyter också an till det positiva exemplet i den petrokemiska industrin där simulatorutvecklaren/utbildaren jobbar mycket nära skiftlaget vilket bygger tillit och förtroende samtidigt som kompetensbehov och erfarenheter sprids och utbildningen uppdateras. Det har i intervjuerna framkommit att åttio timmars verkspraktik per år inte alltid uppfylls för alla utbildare. Två orsaker till att detta inte uppfylls är att utbildarnas tid inte räcker till samt att olika utbildare har olika motivation/målbilder för att göra verkspraktik. Om tydliga mål kring utbildarnas verkspraktik definierades och gjordes till resultatriktade insatser är det troligt att ett mer enhetligt arbete kring verkspraktiken sker där resultatet skulle bli mindre personberoende. Detta är något som bör åtgärdas för att hålla utbildningsverksamheten uppdaterad rent kunskapsmässigt.

Ett exempel på ett resultatriktat mål i verkspraktiken är att få fler utbildare att medverka vid revisioner. Som framkom från den simulatoransvarige vid den petrokemiska industrin är det värdefullt att medverka vid driftstopp/revision då mycket sker i kontrollrummet för att få sig en bild av hur skiftlaget fungerar vid hög arbetsbelastning. Vid dessa tidpunkter kan brister i färdigheter, förståelse för nyinförda anläggningsändringar och användande av de felförebyggande metoderna studeras.

#### 9.4.1.2 Inlåning av kontrollrumspersonal

En annan positiv utveckling kring återkoppling och utökat samarbete/kunskapsutbyte mellan verket och utbildningsorganisationen är då utbildningsorganisationen lånar in operatörer för att medverka i framtagningen av återträningarna. Detta kan lite liknas vid hur Luftfartsverket lånar ut operativa flygledare som coacher till Entry Point North under utbildningen för att hålla utbildningen à jour med verkligheten. Även om arbetet med detta ännu inte är formaliserat så finns möjligheterna för att detta kan bli en betydande länk som möjliggör att de två verksamheterna utbyter perspektiv, problembilder och jobbar tillsammans med gemensamma målbilder för att göra återträningen mer validerad - i meningen överensstämmande med hur operatörerna arbetar i verkligheten - och relevant. Man kan tänka sig att denna funktion tillsammans med kontaktpersontjänsten kan göra så att återträningsspassen mer kan skraddarsys för varje tillfälle för att mer effektivt utnyttja återträningstiden till att öva på svagheter eller förbättringsområden, i den mån det går utanför den schemalagda simulatorträningen/utbildningen

### 9.4.2 Resurser

En utmaning som identifierats på det undersökta verket och utbildningsorganisationen är att se till så att arbetet med att utveckla utbildningen och göra denna, inklusive simulatorträningen, så relevant som möjligt är att tillgängliggöra de resurser som behövs. Brist på tid, simulators tillgänglighet samt kompetent personal är de främsta

resursbristhoten som har framkommit i intervjustudien och vars konsekvenser kan påverka utbildning och simulatorträning. Detta främst under analys-, design- och utvecklingssteget. Det har även uppfattats att omfattning och tidsåtgången för nya instruktioner kan underskattas, likväl som att utveckla utbildningsmaterialet och att uppdatera simulatoren överlag.

En stor del av resursbristerna synliggörs i simulatoranvändningen. En utmaning kopplat till utvecklingsprojekten i anläggningen, och motsvarande ändring i simulator/utbildning, är att simulatoren endast är tillgänglig under en relativt kort tid varje år för att genomföra de ändringar, test och installationer som behövs. Revisionstiderna för de olika blocken kan i relation till detta ställa till med problem.

Ofta är utbildningsorganisationen i tidigt behov av att få fram information från anläggningsprojekten som behövs i uppdateringen av simulatoren och utbildningen. Ett problem är då att informationenså tidigt i projektet inte är tillgänglig vilket därmed skjuter fram tidsplanen för när utbildningsorganisationen kan tillgodose rätt utbildning baserad på anläggningsändringarna.

Då allt fler system sammanförs i en allt mer integrerad systemmiljö blir problembilden för utbildningsorganisationen i detta avseende än mer komplex då det blir svårare att överblicka hur en anläggningsändring kommer att påverka simulatoren och vilken information som då behövs från verket för att kunna hantera detta samt att kunna leverera uppdaterad simulator/utbildning i rätt tid. Detta kan leda till en risk att själva testningen av en anläggningsändring/instruktion blir lidande om en rad projektförseningar har skett, det vill säga att testet inte blir lika väl genomfört som om mer tid skulle ha funnits. En annan risk är att simulatorutvecklingen eller framtagandet av nytt/förändrat utbildningsmaterial byggs på felaktiga grunder, eftersom den kravspecifikation utbildningsorganisationen får hinner ändras under tiden då projektet fortskrider, med resultatet att simulatoruppdateringen och/eller utbildningsmaterialet blir felaktigt.

Ett sätt att hantera resursbrister i simulatoranvändningen är att förlägga delar av utbildningen till arbetsplatsen.

### 9.4.3 Förutsättningar

- *Målet för ett anläggningsändringsprojekt bör vara att leverera tränad personal och prövad, korrekt dokumentation*

Detta för att få fram en säkert upgraderad, testad och kompetensbesatt anläggning utan risk för att utbildning, tester och simulatorträning inte fått ta den plats och den tid som behövs.

- *Fler och mer slimmade instruktioner*

Vissa instruktioner kan vara oöverskådliga och låta flera manöversteg ske parallellt. För att förenkla för ovanstående punkt så kan instruktionerna för varje manöverfall istället bli fler och mer slimmade för varje manöverändamål. Då en anläggningsändring görs så blir uppdateringen av alla instruktioner som därav blir påverkade i sånt fall lättare att hantera eftersom konsekvenserna av en förändring enklare kan följas.

- *Resurser och tid*

Liksom för analyssteget så är det viktigt att arbetet med utbildningsframtagning, uppdateringen av simulatorm samt testning av ändringar med hjälp av simulatorm får de resurser och den tid som krävs. Detsamma gäller för kompetenssäkringen av utbildningsorganisationens personal och med förvaltandet av kontaktmannaskapet. Av särskilt stor vikt är tidsfrågan eftersom denna ofta underskattas i detta steg, vilket var en lärdom från det stora moderniseringsprojektet. När utbildningsorganisationen tidigt får vara med i projekt kan detta steg förebyggas genom att tiden för framtagandet av utbildning då bättre kan uppskattas samt att samköp med verket kan göras för att spara pengar och för att få likhet i simulator och kontrollrum. För att underlätta tidsuppfattningen och när utbildningsorganisationen behöver informationsunderlag behövs bättre planeringsunderlag/verktyg och mallar med information om hur lång tid vissa aktiviteter normalt tar.

- *Utspridd utbildning i tid och rum genom nära samarbete med kontrollrumspersonalen*

All utbildning kan inte ske under återträningsperioden. Att arbetsplatsförlägga viss utbildning och återträning kan vara ett sätt att minska belastningen på, dels att operatörerna ska lära sig mycket under en begränsad tid, samt dels på själva användandet av simulatorm. Med en sådan lösning allokeras mer tid till att i simulatorm öva mer skiftlagsrelaterat, mer på störd drift och haverier, eller vad man finner lämpligt och relevant. Den frigjorda tiden kan också användas för att operatörerna t.ex. ska kunna ”experimentera” och få göra fel under återträningen. Detta var en viktig del i exemplet från den petrokemiska industrin där operatörerna på detta sätt lärde sig mycket om anläggningens komplexa beteende och därmed ökade sin processkänsla. Mer tid till simulatorträning är något som samtliga utbildare har tryckt på.

En utmaning i denna del av utbildningsframtagningen är att diskutera kring hur en anläggningsändring kan påverka tiden det tar för att bli en erfaren operatör. En lärdom från den petrokemiska industrin var att operatörerna, som en konsekvens av digitaliseringen av kontrollrummet, blivit mer inaktiva under sina arbetspass än tidigare. Vissa arbetsuppgifterna är numera automatiserade och andra kan nu göras snabbare och mer effektivt. Det tar således längre tid att för att få erfarenhet som operatör. Att hitta sätt att hantera hur operatörerna ska kunna få den erfarenhet genom riktad utbildning, samt i vilken form denna ska ske, är viktiga frågor som måste hanteras.

I arbetet med att öka lärandet i vardagen är det viktigt att detta sker i en dialog med operatörerna och skiftlagscheferna för att se vad som bäst bör läras ut i vilken utbildningsmiljö.

- *Kompetenssäkrad utbildningspersonal med tydligt målinriktad verksamhet och kontaktmannaskap*

Den personal som sköter och utvecklar utbildning, simulator och simulatorträning bör löpande kompetenssäkras och utbyta information med kontrollrumspersonal på verket för att hålla sig à jour. Utbildarna bör delta i skiftlagsmöten, i analyser av driftprocesser samt befinna sig på plats i kontrollrummet då det uppkommer komplexa situationer. Genom denna närhet till kontrollrumspersonalen kan utbildarna få en stor erfarenhet och kännedom om hur arbetet fortgår i verkligheten. Detta kunskapsutbyte medverkar i sin tur till att utbildningen och simulatorm blir så verklig och relevant som möjligt. Förtroendet för utbildningsorganisationens personal kan

också öka om de tar del av den dagliga driften i större utsträckning än i nuläget, vilket är fallet med utbildarna från exemplen om flygledning och den petrokemiska industrin.

Detta kan underlättas genom att införa ett kontaktmannaskap med ett skiftlag som del i verkspraktiken. Till denna roll krävs en tydlig målbild kring vad verkspraktiken för utbildare ska innehålla. Att målinrikta varje verkspraktikpass - exempelvis besök under revisioner - underlättar för att få in observationer, värderingar och nya insikter som kan återföras i utbildningen. Om verkspraktiken blir mer styrd så kan detta dessutom ta bort personberoendet i hur väl denna genomförs. En liknande modell för simulatorutvecklare att besöka verket kan också vara värd att utveckla.

När stora förändringar görs i exempelvis kontrollrummet - vilket påverkar arbetssätt och arbetsuppgifter - är det viktigt att operatörer även kommer in som utbildare. Det kan finnas en risk att om utbildare saknar praktisk erfarenhet från senare års moderniseringar. En löpande omvandling av operatörer/skiftlagschefer till utbildare bör ske. Ett inspirerande exempel kan vara hur Luftfartsverket och Entry Point North löst detta. I flygledarexemplet lånas behöriga och verksamma flygledare in för att fungera som coacher under återträning och utbildning, medan själva förvaltandet och bedömningen av utbildningen sker av en anställd hos Entry Point North. Vikten av att vara nära verklighetens kontrollrum synliggörs också från det petrokemiska exemplet där den simulator- och utbildningsansvarige även själv jobbar tillsammans med skiftlagen under revisioner och hög arbetsbelastning, vilket ger effekter av ett nära samarbete och ett stort förtroende.

- *Inlåning av erfaren och verkskunnig personal vid behov*

För att bättre uppnå en uppdaterad och anpassad utbildning till anläggningens behov bör inlåningen av både kontrollrumspersonal och annan verksanknuten personal ske vid behov. Detta för att förstärka utbildningsorganisationen med expertis och input från verkligheten när denna saknas eller behövs. Detta utbyte och samverkan bör öka kontaktytan mot verket samt öka förtroendet för utbildningen. Inlåningen av kontrollrumsoperatör kan även innebära att dessa, tillsammans med utbildare och ämnesexperter, medverkar i att genomföra torrtester av examinationen eller scenarier/lektioner innan dessa införs i befattningsutbildningen, återträningen eller som ett separat utbildningstillfälle.

Man kan också tänka sig att utbildningsorganisationen bjuder in ämnesexperter från andra branscher eller från högskolor och universitet för att få nya perspektiv på utbildningen och hur skiftlagen arbetar.

- *Utveckling av attityd- och beteendeinriktade arbetssätt och metoder*

De felförebyggande metoderna har visat sig vara bra verktyg för att sätta säkerheten i fokus när arbetsuppgifter genomförs. De är också bra lämpade att fånga upp kompetensbehov och fungera som fortbildning då många metoder innebär att fler än själva utföraren medverkar och att man tillsammans sprider kunskap och fyller i kunskapsluckor. I studien uppmärksammades att den egenutvecklade metoden konsultation används mycket av operatörerna under kontrollrumsarbete. Denna metod bör därför ingå i listan över felförebyggande metoder så att den synliggörs, uppskattas och bedöms på ett liknande sätt som de andra metoderna. Viktiga faktorer för att få bra efterlevnad för attityd- och beteendeinriktade arbetssätt i vardagligt arbete handlar bland annat om att:

- Personalen informeras om varför metoderna ska användas med fokus på hur detta ger vinster i deras eget arbete (*implementeringssteget*)
- Särskilt utrymme ges i bedömningen av de felförebyggande metoderna under återträningen (*utvärderingssteget*)
- Skiftlagschefen ges tydligt ansvar för att uppmuntra samt följa upp användandet av metoderna i vardagligt arbete (*utvärderingssteget*)
- Allokera tillräckligt med personal- och tidsresurser för att genomföra metoderna (*implementerings- och utvärderingssteget*)

Det sista är viktigt för att inte ge tvetydliga signaler om att effektivitet går före säkerhet.

## 9.5 Implementerings- och utvärderingssteget

I implementeringssteget (se *Figur 4*) så utförs själva utbildningen genom att använda de material och scenarier som tagits fram under tidigare steg i SAT-processen. Implementeringssteget innehåller också bedömningen av de utbildade. I utvärderingssteget (se *Figur 5*) görs bedömningen av utbildningens förmåga att kunna leverera kompetenssäkrad personal.

Ett genomgående intryck från intervjuerna har varit att återkopplingen och bedömningen av utbildningen är i behov av att utvecklas eftersom relativt mycket arbete sker i analys- och förberedelseskedet, men lite arbete med att jämföra och justera utfallet efter utbildningen. Hur väl utbildningen och beteendet valideras och följs upp i verklighetens kontrollrum, under tiden emellan återträningarna, uppfattas som arbetsbelastnings-, individ- och relationsberoende.

Följande åtgärder har gjorts för att öka återkopplingen:

- Ett nytt bedömningsunderlag för återträning har tagits fram
- Felförebyggande metoder har införts
- En kontaktperson (utbildare) finns för varje skiftlag
- Utbildningsorganisationen ”lånar” in verkspersonal vid behov
- Effektmätning sker av utbildningsverksamheten (av utbildningsorganisationen)

### 9.5.1 Bedömning

Det nya bedömningsunderlaget har många faktorer för att kunna fånga upp ändrade beteenden och för att bedöma styrkor och svagheter kring kompetens för både enskilda operatörer såväl som för skiftlagschefen och skiftlaget som helhet. Bedömningsfaktorerna stämmer väl överens med IAEA:s rekommendationer. När detta bedömningsunderlag har använts, anpassats och utvärderats är det troligt att detta även får effekt i de enskilda utvecklingsplanerna för operatörerna som kan bli tydligare och bättre specificerade eftersom de bygger på ett rigidare bedömningsunderlag under återträningen. En förutsättning för att bedömningens många faktorer ska kunna användas är att ett brett spektrum av händelser och situationer skapas. Utbildningsorganisationen hanterar detta genom att stegra svårigheten under simulatorpassen - från mer normala driftförhållanden till störd drift och senare haveri. Det är



viktigt att även just normal drift finns med för att ge utbildarna en möjlighet att se hur skiftlagsarbetet fungerar i det mer vardagliga fallet.

För att bedömningsunderlaget i sin tur ska fungera på bästa sätt krävs att detta brukas av en oberoende bedömare. I dagsläget sker bedömningen av blockets driftchef tillsammans med skiftlagschefen för respektive skiftlag. Om andra skiftlagschefer, både från samma block eller från andra, och andra blocks driftchefer medverkande under varandras bedömningar är det troligt att än mer erfarenhetsutbyte och gemensamma synsätt skulle kunna utvecklas och föras fram. Det minskar också risken för den ibland familjära kopplingen en skiftlagschef kan ha till sitt skiftlag, vilket kan inverka på bedömningen denne gör av sin personal. Man kan även tänka sig att skiftlagschefer/driftchefer från andra svenska eller finska verk, eller medarbetare från WANO, också medverkade vid bedömningarna under återträningsveckorna. Sådana insatser skulle göra bedömningen mer oberoende.

Bedömaren, driftchefen eller skiftchefen, måste förutom att vara oberoende också vara kompetent för att kunna göra rättvisande bedömningar. Detta kräver kunskap om skiftlagets befattningar vilket skiftlagschefen/driftchefen tillgodogjort sig genom att tidigare ha arbetat i dessa roller via kontrollrummets ”karriärsteg” (processoperatör, turbinoperatör, assisterande reaktoroperatör, reaktoroperatör, skiftingenjör, skiftlagschef). Idealet är att alla roller ska ha gått igenom, men om en brist på en särskild kontrollrumsbefattning uppstår så kan vissa steg i ”karriärstegen” hoppas över. Detta kan innebära en risk för att kvaliteten i skiftlagschefens bedömning blir sämre om man som skiftlagschef inte fått den utbildning och praktisk erfarenhet av de olika befattningarna som behövs för att korrekt bedöma den. Viktigt att ha i åtanke är också att, speciellt som konsekvens av moderniseringar, befattningarnas arbetsuppgifter och arbetssätt kan ha ändrats sedan skiftlagschefen själv arbetade i en viss befattning. Att kompetensutveckla även skiftlagscheferna/driftcheferna i de befattningar som dessa eventuellt behövt hoppa över samt att uppdatera kompetensen om en ändring skett kring denna är att säkerställa att rättvisande bedömningar kan göras.

## 9.5.2 Felförebyggande metoder

Den stora moderniseringen av kontrollrummet har inneburit att arbete som tidigare utförts vid paneler – och därmed synligt för kollegor i kontrollrummet – nu genomförs framför datorskärmar. Detta har betytt att varje operatör nu måste bli bättre på att kommunicera och sprida information. Detta är av största vikt för operatörernas och skiftlagschefens helhetssyn. Fokuseringen från utbildarnas sida på trevägskommunikation, i syfte att kvalitetssäkra information som sprids i kontrollrummet, har enligt intervjuerien visat sig ge resultat och är den felförebyggande metod som anses användas mest.

En viktig förklaring till detta resultat är att skiftlagscheferna har tagit ansvar för att trevägskommunikation skall användas under vardagligt arbete, det vill säga att det inte är något man enbart visar upp för utbildarna och utvärderarna under återträningsspass i simulatorn, vilket det fanns tendenser till i början av införandet. En del i detta har varit att ha trevägskommunikation som en punkt i de målsamtal som skiftlagschefen för med operatörerna under vardagligt arbete.

Om samma sorts fokusering görs för de andra felförebyggande metoderna är det troligt att även dessa kan börja användas på ett lika omfattande sätt som trevägskommunikation.

### 9.5.3 Återkoppling under det vardagliga arbetet

Att det utlärdas efterlevs och följs upp efter utvärderingspasset i återträningen är av stor betydelse för utbildningens resultat i verklighetens kontrollrum. Simulatorträningen får inte tänkas lösa alla problem kring säkerhet, effektivitet och förståelse hos operatörerna. Detta är en lärdom från fallet med den petrokemiska industrin.

Den mesta tiden arbetar operatörerna i det riktiga kontrollrummet och det är där det utlärdas beteendet måste uppvisas. Skiftlagschefens ansvar för att återkoppla och förespråka en användning av arbetsmetoder såsom de felförebyggande metoderna är stort och tidskrävande.

Genom att skiftlagschefen gör arbetsplatsobservationer under vardagligt arbete så kan det förändrade beteendet komma åt. Liksom vid bedömningen under återträningen så kan det vara en idé att låta andra skiftlagschefer eller utbildare (i rollen som skiftlagets kontaktperson) göra oanmälda observationer under arbetet i kontrollrummen för att dels upptäcka skillnader mellan block/skiftlag och dels för att göra bedömningen mer objektiv.

Sätt att återkoppla det som framkommit under återträningsspassen, eller att diskutera inför ett återträningsspass, är att skapa samtalsforum som skiftlagschefen håller i. På dessa kan det öppet diskuteras kring styrkor och svagheter på skiftlags- likväl som på individuell nivå.

Detta arbete konkurrerar med alla de rent operativa/administrativa arbetsuppgifter som ingår i skiftlagschefsbefattningen. Det vore därför önskvärt om skiftlagschefens roll kunde fördelas på två personer som ansvarar för en operativ respektive personell/administrativ del. På så sätt allokerar man resurser till den viktiga uppföljningen vilken inte får nedprioriteras på grund av tidsbrist eller annat.

### 9.5.4 Kontaktperson och inlåning av verkspersonal

Införandet av både kontaktpersonen och då utbildningsorganisationen lånar in personal från verket fungerar som en återkoppling på genomförd utbildning och för kommunikering av utvecklingsbehov. För att få effekt i detta måste självklart dessa två metoder användas i rätt omfattning. Som tidigare nämnts så bör därför verkspraktiken för utbildarna styras mer för att få ett resultatinriktat mål och för att undvika personberoende i hur väl detta utförs. Då mer utbildning förläggs till vardagen kan även de tillfällen då kontaktpersonerna träffar skiftlagschef och skiftlag användas som en återkoppling för att se hur detta fungerar för att vid behov förändra. Även vid normal drift kan utbildarna tänkas medverka mer för att även se hur skiftlaget beter sig under dessa omständigheter.

Gällande inlåningen av verkspersonal så medverkar detta till återkoppling och utveckling av utbildningsverksamheten genom att knyta verket och utbildningsorganisationen än mer närmre varandra för att kontinuerligt upptäcka och anpassa utbildningen till verkligheten på verket.

### 9.5.5 Effektmätning

Utbildningsorganisationen har påbörjat ett mer systematiskt arbete för att utvärdera och återkoppla utbildningens effekter genom att formulera ett underlag för detta kallad effektmätning. Uppfattning är att när detta systematiska arbete sker så ökar

kvaliteten betydligt. Dock är implementeringen inte fullt genomförd än. Underlaget för den så kallade effektmätningen är beskrivet i ett dokument som omfattar många delar av verksamheten och bygger på att kontinuerligt utvärdera effekterna av kontrollrumspersonalens utbildning med avseende på reaktion, lärande, beteende och resultat. Då flera av de intervjuade anser att utbildningsorganisationen inte tillräckligt validerar och återkopplar på att utbildningen efterlevs och ger effekt är det främst under stegen ”beteende” och ”resultat” som implementeringen av effektmätningen bör utökas i. En metod som står angiven i effektmätningens dokument är att göra djupintervjuer med operatörerna. Om denna metod användes i större omfattning än nu både innan och efter en anläggningsändring med simulator- och utbildningspåverkan, samt att resultatet delgavs till de som är involverade i anläggningsändringsprojektet, är det troligt att detta skulle medverka till en bättre återkoppling för utbildningen och göra den mer uppdaterad.

### 9.5.6 Förutsättningar

- *Kontinuerlig och systematisk utvärdering i varje steg av SAT-processen*

För att kunna anpassa och matcha utbildning och simulatorträning mot verkets kompetensbehov måste utvärderingar ske löpande under SAT-processen. Att utvärderingen ska vara central i SAT-processen, som i *Figur 6*, är viktigt för att säkerställa så att examinationen och träningsutrustning kontinuerligt förändras med ändrade arbetskrav och ny utrustning.

Att liksom utbildningsorganisationen skapa ett gediget effektmätningens dokument med en rad olika metoder för att involvera olika delar av verksamheten i utvärderingen är en bra förutsättning för detta, exempelvis genom att göra djupintervjuer med involverad personal både innan och efter en modernisering. Andra viktiga delar för att få till ett relevant och validerat utbildningsprogram är att låta utvärdera examinationsformerna med en bred grupp av ämnesexperter, utbildare och chefer samt att genomföra torrtester av examinationen eller scenarier/lektioner med ämnesexperter och elever.

Ett sätt att utöka effektmätningen kan vara att även bjuda in andra aktörer, från exempelvis WANO och andra verk i Sverige och världen för att observera hur SAT-arbetet går till vilket kan hjälpa organisationen att förbättra sina processer och identifiera ytterligare utvecklingsbehov.

- *Ett relevant, uppdaterat och gemensamt framtaget bedömningsunderlag*

Genom att involvera både utbildare, skiftlagschefer, driftchefer och operatörerna själva i att ta fram ett bedömningsunderlag som både fokuserar på individuella såväl som lagmässiga kunskaper och färdigheter är ett betydande steg för att göra bedömningsunderlaget relevant. När arbetssätt och metoder såsom de felförebyggande metoderna införs, för att bättre kunna fylla upp och identifiera kompetensbehov i vardagen, bör även dessa direkt ingå i bedömningsunderlaget och ges särskild vikt för att se till så att ett beteende förstärks när dessa metoder används. Den egenutvecklade metoden med konsultation kan tänkas läggas till de felförebyggande metoderna, och därmed i bedömningsunderlaget, eftersom detta är en väl använd säkerhetshöjande åtgärd som operatörerna använder mycket under kontrollrumsarbetet. Att utvärdera detta bedömningsunderlag emellanåt är en förutsättning för att hålla det aktuellt mot eventuella förändringar som konsekvens av moderniseringar och anläggningsändringar. När moderniseringar görs så kan dessutom diskussioner föras

kring vilka bedömningsfaktorer som bör betonas extra för att hantera aspekter av skiftlagsarbetet som kan tänkas påverkas av moderniseringen. Dessa faktorer bör även följa med ut till skiftlagscheferna för att observera och trycka på detta under det vardagliga arbetet.

- *Oberoende och kompetenssäkrade bedömare*

Bedömarna måste vara kompetenta genom att själva fortbildas i ledarskap och i förändringar av andra befattningar för att kunna leverera rättvisande bedömningar. För att underlätta för en oberoende bedömning kan drift- och skiftlagschefer växlas mellan block och skiftlag, eller från andra verk, som tillsammans kan utvidga bedömningen. Därmed kan familjära kopplingar till skiftlaget undvikas. Denna växling kan även bidra till att utvärderingar och bedömningar sker på samma sätt mellan block och andra verk. De enskildheter som används bör diskuteras på gemensamma möten där man delar erfarenheter och samverkar kring dessa frågor.

- *Blocköverskridande utbyten av verkspersonal och inkludering av andra befattningar i simulatorträning och arbetsplatsförlagd utbildning*

Ett steg i att utöka kunskaps- och erfarenhetsutbytet och att få till en bättre samstämmighet är att växla operatörer, stationstekniker och underhållspersonal mellan block under både återträning och vardagligt arbete. En vidare utökning av detta är att låta olika befattningar sitta med vid andra befattningars arbete för att öka förståelsen för den andres arbetsuppgifter/infoinsamling/tolkning/utförande och dennes påverkan på sin egen arbetsroll och helheten i stort. Detta kan tänkas ingå i arbetsplatsobservationen i de felförebyggande metoderna.

Att se till att göra samövningar med andra block under återträningar – i de fall där detta är möjligt – är även det en blocköverskridande metod som kan bidra till att se över gemensamma rutiner, arbetssätt och instruktioner samt att sprida erfarenheter mellan de inblandade parterna.

- *Tydlig uppföljning under vardagligt arbete och användandet av attityd- och beteendeinriktade arbetssätt och metoder*

En av de viktigaste delarna i utbildningen är att se till så att det utlärdas efterlevs genom att jämföra examinationsresultatet med hur faktiskt kontrollrumsarbete går till. Vid jämförelsen kan även kompetensbehov fångas upp och återföras till utbildningsorganisationen. Detta sker under vardagligt arbete och är skiftlagschefens ansvar, vilket tydligt måste följas upp av driftchefen. Skiftlagschefen måste hela tiden vara observant på skiftlagets beteende, funktion och kompetens samt föregå med gott exempel i exempelvis användandet av felförebyggande metoder.

Den huvudsakliga metoden för att följa upp varje operatör är de individuella utvecklingsplanerna. De individuella utvecklingsplanerna bör tas fram i samråd med operatören och skiftlagschefen och stämmas av vid flera tillfällen mellan återträningarna med de observationer som skiftlagschefen sett. Särskild hänsyn kan tas i de individuella utvecklingsplanerna för nyförvärvade kunskaper som lärts ut efter att anläggningsändringar/moderniseringar gjorts eller vid införandet av, eller fokuseringen på, en felförebyggande metod. Skiftlagschefen bör göra arbetsplatsobservationer kontinuerligt för att se styrkor och svagheter hos enskilda operatörer som sedan kan föras in i utvecklingsplanerna.

Förutom de individuella utvecklingsplanerna kan även samtalsforum föras där fokusområden som framkommit under utvärderingspasset i återträningen kan diskuteras i hela skiftlaget. Inför varje ny skiftperiod bör också ett möte hållas där skiftlagschefen betonar vad skiftlaget bör utvecklas i och vad som fungerar bra.

Kontaktpersonen för skiftlaget kan också komma och göra observationer i vardagen och därmed hjälpa skiftlagschefen med detta. Dessa kan också dela de individuella utvecklingsplanerna, och utvecklingsplanen för skiftlaget, mellan varandra för att bättre kunna skraddarsy kommande återträningar utifrån identifierade kompetensbehov.

- *Individuella utvärderingar av egen förmåga*

Operatörerna kan själva löpande föra en egen loggbok över sina och skiftlagets styrkor och svagheter vilken kan agera som grund för de återkommande samtalen med skiftlagschefen. Detsamma kan göras under både grundutbildning och återträning för att stärka både självkännet och ansvaret.

- *Resurser och tid*

Då utvärderingen och återkopplingen i SAT-processen är den viktigaste delen för att få till en iterativ utveckling av utbildningen måste tillräckliga resurser och tillräcklig tid göras tillgängliga för att kunna genomföra utvärderingar, bedömningar och återkopplingar. Att särskilt följa upp, observera och återkoppla på beteendet i vardagen är en viktig betoning då det är här man kan se om utbildningen haft effekt och hur det utlärdas efterlevs. En annan viktig roll för att följa upp under vardagligt arbete är kontaktpersonen. Likaså här måste verksamheten som denne genomgår ges tillräckliga resurser och tid.

## 9.6 Slutsatser

De undersökta studieobjekten i denna studie jobbar alla i olika omfattning med en systematisk utbildningsframtagning med simulatorer som en central del, nära kopplad till den riktiga anläggningen. Simulatoranvändningen ses av alla intervjuade som en avgörande del i att säkerställa att kompetens och säkerheten höjs i respektive verksamhet.

Resultaten från studien visar på att simulatorträning och hantering av anpassning av utbildningen till anläggningsförändringar har liknande utmaningar oavsett bransch. Dessa handlar i huvudsak om svårigheten att bedöma vissa färdigheter, att tillräckligt med tid och resurser ges för utbildningen och att kommunikationen/samsynen mellan inblandade parter fungerar. Skillnader mellan hur de undersökta branscherna fungerar finns kring hur arbetet är organiserat, hur simulatören används, hur mycket tid och resurser som läggs på utbildning och simulatorträning samt hur valideringen av utbildningen går till. Något som identifierats hos samtliga branscher är det är viktigt att förtroendet för de som leder utbildningen finns hos de som utbildas. Att uppnå detta har gjorts i huvudsak genom någon form av växeljänstgöring, eller annat sätt som får utbildarna att hålla sig á jour med driften.

Det undersökta kärnkraftverket och utbildningsorganisationen i denna studie har visat sig ha anpassat sin utbildning för att möta förändringar i verksamheten. SAT-metoden är det centrala tankesättet för att omhänderta och omvandla dessa förändringar till utbildning. SAT-metodens delar är i sig implementerade och stöpta i en

rad olika arbetsprocesser och arbetssätt kring anläggningsändringar, verksdokumentation och erfarenhetsåterföringar där verket och utbildningsorganisationen har en nära samverkan.

En utmaning i att använda SAT-metoden är att organisera själva arbetet, där rekommendationerna inte är lika tydliga. Detta innebär att bygga upp de arbetsprocesser och kommunikations-/informationskanaler med inblandade parter som behövs för att få arbetet med att identifiera och omvandla förändringar i verksamheten till utbildning och simulatorträning att fungera. Hos många av de intervjuade finns också en vilja att hela tiden utveckla sin del av verksamheten och att gå utöver rutiner och formellt beskrivna arbetssätt. En nyckelfaktor i detta samarbete är att duktiga, engagerade och ansvariga medarbetare med många personliga kontakter arbetar i utbildningsorganisationen respektive på verket. Att vissa kanaler då kommer att vara informella och bygga på personliga relationer, snarare än att vara formella behöver inte vara något negativt. Informella kanaler och mötessätt kan fungera som mer effektiva strategier för att få fram rätt information i rätt tid, än vad mer formella motsvarigheter innebär. Om en formell struktur av olika anledningar inte fungerar så kan informella strukturer istället byggas upp för att kringgå problemet och fortsätta arbetet. En slutsats är därför att kommunikationen parterna emellan är av största betydelse i hur väl arbetsmetoden fungerar, men att formen för hur detta fungerar är mindre viktigt.

SAT-metoden uppfattas av de intervjuade i studien som en noggrann och kvalitetshöjande arbetsmetod gällande utbildningens relevans och aktualitet. En slutsats är att metoden på grund av dess omfattning är resurskrävande och beroende av att personerna som arbetar med metoden har rätt kompetens. Inte minst gäller detta för att ständigt hålla arbetsuppgiftsanalyserna aktuella och för att kontinuerligt utvärdera effekten och relevansen av utbildningen. Det är därför viktigt att tillräckligt med resurser och tid tillsätts i arbetet med SAT-metoden. Att SAT-metoden kräver resurser för att grundligt användas på det tilltänka sättet kan vidare sätta begränsningar av förändringstakten på verken. Förändringarna måste anpassas efter utbildningsorganisationens kapacitet. Ytterligare en begränsning i hur snabbt ändringar kan genomföras är användandet av simulatorerna. Verksändringar måste utvärderas och valideras i simulatorerna innan de får införas i verket. Även simulatorträning av operatörerna måste ske innan implementeringen. Simulatorerna måste då vara tillgängliga och uppdaterade för grund- eller återträning. Utveckling och uppdatering av simulatorerna sköts av ett fåtal individer under en begränsad tid som måste tillgodose att simulatorernas verkslikhet uppfylls och valideras.

Det kan finnas en risk för att utbildningen inte hänger med om förändringstakten på verket är för hög. Detta kan innebära att utbildningsmaterial och simulatorträning baseras på underlag som stressats fram. En lärdom från det stora moderniseringsprojektet på ett av blocken var att på grund av förseningar så frigjordes mycket tid som då istället kunde användas till framtagandet och genomförandet av en grundligt analyserad utbildning. Detta har av många av de intervjuade ansetts som en förutsättning för projektets framgång. Ett annat block på det undersökta verket har valt att genomföra mindre förändringar stegvis på grund av att det då blir lättare att med hjälp av SAT-metoden se vad konsekvenserna blir. Detta till skillnad mot om stora genomgående förändringar införs direkt. En slutsats är att förändringar av olika storleksordningar bör föregås av en analys av om de inblandade har kapacitet att analysera och omvandla förändringarna till utbildningshöjande insatser utan att kvaliteten går förlorad. Eftersom tiden och möjligheten att lära ut i lektionssalar och under simulatorpass är begränsad så är det viktigt att även se vilka färdigheter och kunskaper som kan förmedlas under lärande i vardagligt arbete.

Verket och utbildningsorganisationen har nyligen tagit fram både ett nytt bedömningsunderlag för återträning samt en effektutvärdering av utbildningen. Andra förändringar har varit att införa kontaktmän från utbildningsorganisationen för varje skiftlag, att under simulatorträningen fokusera mindre på haveridrift och mer på störd drift och problemlösning samt att låna in verkspersonal vid utbildningsframtagning. Införandet av attityd- och beteendearbetssätt och metoder (fel-förebyggande metoder) har varit ett sätt att höja säkerheten genom att bland annat genomföra arbetsuppgifter tillsammans vilket också är ett sätt till att öka lärandet i vardagen genom att överföra kunskaper, färdigheter och erfarenheter. Dessa metoder inkluderas också under återträningsspass i simulatorn för bedömning. Särskilt fokus har särskilt lagts på trevägskommunikation och instruktionsföljning. En sista slutsats är att SAT-arbetet i sig är en pågående arbetsprocess där det alltid finns möjligheter att utveckla metodens tillämpningar än mer. Detta för att bättre kunna anpassa utbildning till de krav och förutsättningar som moderniseringar och förändringar på verket ställer. Slutsatsen pekar på att ett viktigt verktyg för att omhänderta detta är att SAT-arbetets utvärderingsdel ses som central i arbetsprocessen.

## 9.7 Sammanfattning av frågeställningarna

I denna del ges rapportens frågeställningar sammanfattande svar:

### **På vilka sätt kan påverkan av utbildning och simulatorträning ske?**

De huvudsakliga områdena som kan innebära att både utbildning och simulatorträning måste anpassas till nya förutsättningar är anläggningsändringar, verksdokumentationsändringar, erfarenhetsåterföring samt upptäckta brister i kunskap och färdigheter hos kontrollrumspersonalen.

Även underhållsarbeten kan påverka både simulator och utbildningsmaterial.

### **Hur omhändertas utbildningsfrågor vid anläggningsändringar?**

Innan arbetet med SAT-metodens fem steg påbörjas föregrips detta av utvecklade förvaltningsprocesser och arbetssätt hos verket och utbildningsorganisationen. Här ansvarar utsedda personer från de båda verksamheterna för att identifiera och bedöma planerade projekts eventuella påverkan på simulator och utbildningsprogram. Om påverkan bedöms föreligga så tar aktuellt blocks driftchef beslut om att genomföra åtgärder för att uppdatera simulatorn och utbildningen. Därefter startar arbetsprocesser som knyter an och följer SAT-metodens fem steg i framtagandet av ny eller uppdaterad utbildning/simulator.

Vid stora verksändringar skapas egna projekt som i sin tur involverar utbildningsorganisationen som en samarbetande part under hela projektets utveckling och genomförande. Anläggningsändringar av mindre sort hanteras på VPG-möten (validerings- och planeringsgrupp). På dessa möten möts representanter från verket och utbildningsorganisationen och fattar beslut om vilka åtaganden som bör göras.

Ett nära samarbete mellan inblandande parter (verk, utbildningsorganisation, leverantörer) lyfts fram som en viktig komponent för att se till så att utbildningen blir relevant och levererad i rätt tid.

### **Hur bedöms om en förändring/modernisering har utbildnings- och simulatorpåverkan?**

Utbildningsorganisationens förvaltare och utvecklingsingenjör för respektive block möts tillsammans med verkets KAM och kompetensutvecklare för bedömning av eventuell påverkan på utbildning och simulator genom att studera inplanerade projektbeskrivningar. Om erforderlig kompetens att bedöma inte finns så kontaktas en lämplig person på verket eller i utbildningsorganisationen som bistår med denna.

### **Hur fångar utbildnings- respektive driftorganisationen upp aktuella och framtida utbildningsbehov hos kontrollrumspersonalen?**

En stor mängd olika mötes- och samverkansformer finns mellan verket och utbildningsorganisationen för att identifiera kompetensbehov. Verket har även egna möten och sätt att fånga upp detta. Möten mellan verket och utbildningsorganisationen omfattar bland annat kundmöten, kontaktmanssamtal, förvaltningsprocesser samt mer informella möten. Det viktigaste sättet som brister i kompetens fångas upp bedöms vara under återtränings- och utvärderingspass i simulatorn.

Sätt som verket försöker skapa sig en bild kring kompetensbehov sker via utvecklingsplaner för varje individ, blockvisa DUR-möten, samtal mellan kompetensutvecklare och skiftlagschefer, erfarenhetsåterföringsgrupper, avvikelserapportering samt vid informella möten.

### **Vilka bedömningsfaktorer och kunskapsområden ses som viktiga för att säkerställa kontrollrumspersonalens kompetens och färdigheter?**

Kärnkraftverkets bedömningsfaktorer vid simulatorträningens bedömningspass är mycket lika de faktorer som används i fallet med flygledning. Faktorerna är en blandning av både tekniska (systemförståelse, instruktionshantering, diagnostisering) och mer mjuka färdigheter gällande samarbete, kommunikation, ledarskap och stresshantering, för att nämna några exempel. Ett viktigt ledord för bedömningen är att se till hur driftmannaskapet efterlevs. Detta inkluderar ett korrekt beteende i kontrollrummet, att de fasta mötesprocedurerna efterföljs samt att trevägskommunikation brukas i skiftlagets informationsdelgivning.

Verket har nyligen tagit fram ett nytt bedömningsunderlag vilket är mycket omfattande gällande faktorer för att identifiera styrkor och svagheter kring både individens, skiftlagets samt skiftlagschefens förmågor att lösa sina arbetsuppgifter vid olika scenarion.

### **Hur följs utbildningens effekter upp?**

Effektmätningsskildringen hos utbildningsorganisationen redogör för flera olika sorters metoder för att fånga upp åsikter och bedöma utbildningens effekt efter att den genomförs. Att bedöma utbildningens effekt är viktigt för att kunna avgöra relevansen, genomslaget och aktualiteten hos utbildningen. Det är även viktigt som ett sätt att utveckla SAT-metoden genom att se brister och förbättringspotential i redan definierade arbetssätt och processer.



## Vilka är de främsta förutsättningarna för att jobba med SAT-metoden?

Det undersökta verket och utbildningsorganisationen arbetar i enlighet med SAT-metoden. Ett koncentrat av de viktigaste förutsättningar som bedöms vara viktiga för att lyckas i SAT-arbetet är att:

- Arbeta systematiskt
- Ha ett helhetsgrepp
- Hålla arbetsuppgifts- och kompetensanalyser uppdaterade
- Tydliggöra ansvar, roller och ledarskap
- Tillse hög kompetens hos de som arbetar med SAT-arbetet
- Ha god kommunikation mellan utbildningsorganisationen och verket
- Engagerade, duktiga och ansvarsfulla medarbetare
- Involvera många parter tidigt och ha ett nära samarbete
- Allokera tid och resurser

### 9.7.1 Vidare forskning

Denna rapport inriktar sig mot ett svenskt kärnkraftverk, och där främst mot ett block. Olikheter och likheter kan förekomma gentemot andra svenska verk och mot andra block vilket kan motivera att även en liknande studie bör göras på dessa för att kunna ta fram mer generaliserbara resultat. Vidare kan än fler branscher undersökas för att identifiera lärdomar och erfarenheter från dessa.

I nuläget bedrivs utbildningen av en enskild organisation genomsyrd av en god säkerhetskultur och en vilja att lära och utvecklas. Som framkommit så är utbildningsorganisationen beroende av tid och resurser för att göra ett arbete med hög kvalitet. Att utbildningen faktiskt genomförs är dock verkets ansvar. Vad skulle hända om utbildningsorganisationens säkerhetskultur och förändringsbenägenhet skulle avta eller ta en annan riktning? Vilka kontrollmekanismer finns hos de olika verken och SSM för att upptäcka detta? Ett ytterligare forskningsfält kan därför vara att undersöka hur verket och SSM har förmåga att följa upp utbildningsverksamheten då denna inte faller under myndighetens tillsyn på samma sätt som Entry Point North gör det i flygledningsexemplet.



# 10. Referenslista

Entry Point North (2010), *Course Management Report version 3*

IAEA, 1996, *Nuclear Power Plant Personnel Training and its Evaluation – A Guidebook*

IAEA, 1998, *Experience in the use of systematic approach to training (SAT) for nuclear power plant personnel*

IAEA, 1999, *Modern Instrumentation and Control for Nuclear Power Plants: A Guidebook:*

IAEA, 2000, *Analysis phase of systematic approach to training (SAT) for nuclear plant personnel*

IAEA, 2004, *Use of control room simulators for training of nuclear power plant personnel*

IAEA, 2006A, *Guidelines for upgrade and modernization of nuclear power plant training simulators*

IAEA, 2006B, *Authorization of nuclear power plant control room personnel: Methods and practices with emphasis on the use of simulators*

IAEA, 2011, *Safety of Nuclear Power Plants – Commissioning and Operation*

Kirkpatrick, Donald L. & Kirkpatrick, James D. 2005. *Evaluating training programs: the four levels*. 3rd ed. San Francisco, CA, Berrett-Koehler

Kärnkraftverket (2012), *Kompetens- och behörighetsprövning av kontrollrumspersonal*

Kärnkraftverket (2012), *Anvisning för kompetensbedömning av skiftlagens prestationer i simulator. Baserat på WANO-GL 2008-2.*

Kärnkraftverket (2012), *Rutin kring erfarenhetsåterföring*

Luftfartsverket (2007), *Godkändblankett*

Luftfartsverket (2012), *Bedömningsunderlag till kollegierapport*

Luftfartsverket (2012), *Debriefingsamtal hösten 2012*

Luftfartsverket (2012), *OU-anteckningar 2012*

Utbildningsorganisationen (2008), *Genomförande av simulatortester*

Utbildningsorganisationen (2011), *Förvaltning av utbildningar UX*

Utbildningsorganisationen (2012), *Anpassa och utveckla kompetenshöjande lösningar (processschema)*

Utbildningsorganisationen (2012), *Framtagning av ERF-material för utbildning*

Utbildningsorganisationen (2012), *Metod för lärande utvärdering – Effektmätning*

Utbildningsorganisationen (2012), *Verifiera och validera föreslagna ändringar i verksamhetsmiljö* (processschema)

Utbildningsorganisationen (2012), *HPK Intranät* (processschema)

Savioja, P., Norros, L., & Salo, L. (2008). Evaluation of systems usability, *Proceedings of the 15th European conference on Cognitive ergonomics: the ergonomics of cool interaction* (pp. Article No. 26). New York, NY: ACM Press.

ÅF (2011), *Internrapport till utbildningsorganisationen*

**Websidor:**

[www.entrypointnorth.com](http://www.entrypointnorth.com)

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

[www.metso.com](http://www.metso.com)

# 11. Tack

Ett stort tack till alla de som hjälpt till att bidra med att bygga upp informationsunderlaget till denna studie genom intervjuer eller genom delgivning av olika sorters material. Detta inbegriper människor i de andra undersökta branscherna såväl som människor på det undersökta kärnkraftverket och i utbildningsorganisationen. Dessa har med öppenhet och hjälpsamhet varit generösa med att dela med sig av både åsikter och kunskap i intervjusituationerna.





2013:25

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 250 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

**Strålsäkerhetsmyndigheten**  
**Swedish Radiation Safety Authority**

SE-171 16 Stockholm  
Solna strandväg 96

**Tel:** +46 8 799 40 00  
**Fax:** +46 8 799 40 10

**E-mail:** [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)  
**Web:** [stralsakerhetsmyndigheten.se](http://stralsakerhetsmyndigheten.se)