



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Åsa Ek¹
Jonas Borell¹
Kerstin Eriksson²

¹Institutionen för Designvetenskap,
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.

²RISE Research Institutes of Sweden, Lund

Forskning

2019:21

Säkerhetsutbildningar och säkerhetskulturarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker och många tillfälliga internationella användare – ett fortsättningsprojekt

SSM perspektiv

Bakgrund

I ett tidigare genomfört forskningsprojektet med titeln Arbetsförutsättningar och säkerhetsarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker och många tillfälliga internationella användare: 2017:04 var fokus inriktat mot acceleratoranläggningarna MAX IV och European Spallation Source Eric (ESS). Projektet identifierade och lyfte potentiella brister avseende de säkerhetsutbildningar som är obligatoriska för att få tillträde till anläggningarna. I detta fortsättningsprojekt riktas därför särskilt fokus på utformning av säkerhetsutbildningar. Det avser främst de personer som tillfälligt vistas på anläggningarna och att dessa ges de förutsättningar som behövs och antar de beteenden som krävs för att strålsäkerheten och säkerhetskulturen ska kunna upprätthållas. Projektet har även paralleller till kärnkraftsindustrin som står inför en avvecklingsfas av reaktorer på både Ringhals och OKG. Anläggningarna kommer också frekventeras av flertalet entreprenörer med varierad bakgrund och erfarenhet av arbete på en kärnteknisk anläggning som periodvis ska utföra olika arbetsmoment under avveckling och rivning. Kravet är att entreprenörerna (motsvarande tillfälliga användare) måste genomgå säkerhetsutbildningar på ett motsvarande sätt som de forskare som kommer att genomföra experiment på MAX IV och ESS.

Resultat

Resultaten från studien ger en överskådlig bild av förutsättningarna för en pedagogisk utbildningsverksamhet och viktiga designaspekter utifrån planering av utbildningar och kurser, genomförandet, examination samt utveckling och utvärdering av säkerhetsutbildningsverksamhet. Det är viktigt att de säkerhetsutbildningar som ges säkerställer att individer som temporärt vistas på anläggningar får de kunskaper, färdigheter och attityder (individbaserad kunskap och kompetens) som krävs för att strålsäkerheten och andra säkerhetsaspekter ska kunna upprätthållas.

Relevans

Det övergripande syftet med projektet var att ge ett konkret underlag vilket kan användas som stöd för att utveckla välfungerande säkerhetsutbildningar i säkerhetskritiska verksamheter som med sin nuvarande utformning kan ha behov av att anpassas. Projektet ger såväl tillståndshavare som SSM insikter kring pedagogiska aspekter som kan bidra till att utveckla säkerhetsutbildningar generellt och den utbildningsverksamhet som i övrigt finns hos tillståndshavarna. Rapporten innehåller ett antal rekommendationer med särskild relevans för de studerade anläggningarna men har också en allmängiltighet. I takt med att den tekniska utvecklingen kan erbjuda nya möjligheter och utbildningsverktyg genom exempelvis användning av VR-teknik (Virtual Reality), som redan har börjat användas bland vissa tillståndshavare, kan det på längre sikt även kunna bidra till att anpassa och kravställa hur denna på bästa sätt ska tillämpas i framtiden. Underlaget kan också användas av myndigheten i tillsynssammanhang

Behov av vidare forskning

Vid genomförandet av detta projekt framkom tre förslag på fortsatt forskning:

- Empiriska studier, exempelvis i form av aktionsforskning, kring delar av det underlag som framtagits i detta projekt skulle ge mer preciserad kunskap om operationalisering och implementering.
En fortsättning kan därför vara att rikta en studie mot en anläggnings utbildningsverksamhet och hela processen från identifiering av kompetenskrav, via formulering av lärandemål och val av metoder för kursgenomförande till design av examinationsmoment.
Designaspekter som har framförts i detta projekt skulle i en sådan studie kunna testas empiriskt i samverkan med en anläggning. Resultatet från en sådan studie kan tillsammans med pedagogisk och didaktisk teori användas för att utforma förslag till mer verksamma och resurseffektiva sätt att organisera och genomföra säkerhetsutbildningar.
- Kursdeltagarperspektivet är en annan aspekt som kan följas upp. Det syftar till att undersöka användares, entreprenörers och andra relevanta målgruppers subjektiva upplevelse av kortare säkerhetsintroduktionskurser. Upplevelse av kursutformning, innehåll, lärande, examinationsmoment och individens motivation är exempel på faktorer som skulle kunna ingå. Genom vetenskapliga metoder kan empiri om kursdeltagare och deras upplevelser insamlas. Detta underlag kan användas för att utvärdera effekten av olika sätt att designa kortare utbildningar.
- Utifrån inriktningen och resultatet i detta projekt finns även ett förslag om att studera, lära och testa det i andra anläggningstyper eller sektorers utbildningsverksamheter med fokus på både tillfällig och fast personal, exempelvis inom medicinsk strålningsverksamhet.

Projekt information

Kontaktperson SSM: Steve Selmer KM

Referens: SSM2017-2703 / 7030036-01



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Åsa Ek¹
Jonas Borell¹
Kerstin Eriksson²

¹Institutionen för Designvetenskap,
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.

²RISE Research Institutes of Sweden, Lund

2019:21

Säkerhetsutbildningar och säkerhetskulturarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker och många tillfälliga internationella användare – ett fortsättningsprojekt

Datum: Oktober 2019

Rapportnummer: 2019:21 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på 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.

Säkerhetsutbildningar och säkerhetskulturarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker och många tillfälliga internationella användare – ett fortsättningsprojekt

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Sammanfattning | 4 |
| Summary | 5 |
| 1. Introduktion | 6 |
| 1.1. Bakgrund | 6 |
| 1.2. Syfte..... | 7 |
| 2. Metod | 8 |
| 2.1. Intervjustudier..... | 8 |
| 2.1.1. MAX IV och ESS | 8 |
| 2.1.2. Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB (KSU AB) | 9 |
| 2.1.3. European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) | 10 |
| 3. De studerade forskningsanläggningarna | 11 |
| 3.1. Anläggningarna MAX IV och ESS..... | 11 |
| 3.2. Användarna | 11 |
| 3.3. Synen på säkerhetsutbildningar..... | 12 |
| 3.4. Användarprocessen kring genomförandet av ett experiment | 12 |
| 3.4.1. Användarvillkor och ansvar | 13 |
| 3.4.2. Ansökningsprocessen inför ett experiment..... | 13 |
| 3.4.3. Säkerhetsutbildning för användare | 15 |
| 3.4.4. Inför experimentgenomförandet..... | 16 |
| 3.4.5. Uppföljning och återkoppling från genomfört experiment | 17 |
| 3.5. Säkerhetsutbildning för entreprenörer och fast personal..... | 18 |
| 4. Säkerhetsutbildningsverksamhet | 20 |
| 4.1. Sammanhang som påverkar säkerhetsutbildningsverksamheter.... | 20 |
| 4.1.1. Informationsutbyte mellan forskningsanläggningar | 20 |
| 4.1.2. Kravställande organisationer..... | 21 |
| 4.1.3. Anläggningars utformning | 21 |
| 4.1.3.1. Unika anläggningar..... | 21 |
| 4.1.3.2. Komplexa sociotekniska system | 22 |
| 4.1.3.3. Fysisk och organisatorisk utformning..... | 22 |
| 4.1.4. Säkerhetskultur..... | 24 |
| 4.2. Vad är utbildning och utbildningsverksamhet? | 25 |
| 4.2.1. Designval av metod och tidpunkt för utveckling av kompetens | 27 |
| 4.3. Kompetens och kompetenskrav | 27 |
| 4.3.1. Kompetenskrav för användare och personalgrupper..... | 27 |
| 4.3.1.1. Olika former av kompetens | 27 |
| 4.3.1.2. Utvärdering av kompetens | 28 |
| 4.3.1.3. Individer kan uppnå kompetens på olika sätt..... | 30 |
| 4.3.1.4. Anpassning till var på anläggningarna | 30 |
| 4.3.2. Exempel på kompetensområden i säkerhetsutbildningar | 30 |
| 4.4. Design av utbildningsverksamheters kursutbud | 32 |
| 4.4.1. Tillgång till expertis inom säkerhet och pedagogik | 32 |
| 5. Planering och genomförande av säkerhetskurser | 34 |
| 5.1. Från kompetenskrav till lärandemål | 34 |
| 5.2. Hur individer lär sig..... | 35 |
| 5.2.1. Vad är lärande? | 36 |
| 5.2.2. Fokus och variation i lärsituationen..... | 37 |
| 5.2.3. Sammanhang och mening | 38 |
| 5.2.4. Motivation och medvetet lärande | 39 |
| 5.2.5. Tillräcklig tid för att nå långsiktigt lärande | 40 |
| 5.3. Design av kurser..... | 40 |
| 5.3.1. Kurs som en process..... | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3.2. Från lärandemål till kurs | 40 |
| 5.3.3. Utformningsprocesser för kurser | 41 |
| 5.3.3.1. Fem frågor för analys av en kurs förutsättningar | 41 |
| 5.3.3.2. Systematic approach to training (SAT) | 42 |
| 5.4. Genomförande av kurser..... | 42 |
| 5.4.1. Kommunikation om kursers syfte och mål | 43 |
| 5.4.2. Kombination av utbildningsmetoder | 43 |
| 5.4.3. E-lärande | 43 |
| 5.4.4. Lärperspektiven före, under och efter | 44 |
| 5.4.5. Individanpassning för att nå lärandemålen | 44 |
| 5.4.6. Upplevelseorienterad kommunikation | 45 |
| 5.5. Examination av kurser | 45 |
| 5.5.1. Formativ och summativ examination..... | 45 |
| 5.5.2. Examinationsuppgifter | 46 |
| 5.5.3. Diagnostiska test | 46 |
| 5.6. Dokumentation över genomgångna utbildningar och examinationer | 47 |
| 6. Utveckling och utvärdering av säkerhetsutbildningar | 48 |
| 6.1. Analysprocesser som bidrar till utveckling av utbildningar | 48 |
| 6.1.1. Riskanalyser | 48 |
| 6.1.2. Incident- och olycksrapportering | 49 |
| 6.1.3. Skyddsronder och andra säkerhetsrevisioner..... | 49 |
| 6.1.4. Återkoppling från användare, entreprenörer och utbildare | 50 |
| 6.2. Utvärderingsprocesser av utbildningsverksamheter | 50 |
| 6.2.1. Utvärdering av processen att ta fram utbildningar | 50 |
| 6.2.2. Utvärdering av utbildningar och kurser | 51 |
| 6.2.2.1. Kursutvärdering | 51 |
| 7. Underlag som stöd för att utveckla utbildningsverksamheter..... | 52 |
| 8. Slutsatser och rekommendationer | 60 |
| 8.1. Övergripande slutsatser | 60 |
| 8.2. Rekommendationer | 61 |
| 9. Behov av fortsatt forskning..... | 63 |
| 10. Referenser | 64 |

Sammanfattning

Det övergripande syftet med detta projekt har varit att ge ett konkret underlag som kan användas som stöd för att utveckla välfungerande kortare säkerhetsutbildningar i säkerhetskritiska verksamheter.

Utgångspunkten har varit forskningsanläggningarna MAX IV och European Spallation Source (ESS) där forskare, dvs användare, från hela världen vistas tillfälligt för att genomföra experiment. Användarna kommer i kontakt med farofyllda miljöer där man bl a kan utsättas för strålning. Ett starkt fokus på säkerhet i dessa anläggningar ställer också krav på väldesignade och effektiva säkerhetsutbildningar för användare. Flera designaspekter rörande säkerhetsutbildningar är relevanta även för andra säkerhetskritiska industrier som har en liknande situation där flera personalkategorier (t ex entreprenörer) under kortare eller längre tidsperioder utför arbetsinsatser, exempelvis kärnkraftsindustrin. Det krävs att dessa personalkategorier genomgår säkerhetsutbildningar på ett motsvarande sätt som användarna vid MAX IV och ESS.

Användarna, eller olika personalkategorier i annan sektor, kan ha stor variation i bakgrundskunskap och deras utbildning rörande olika säkerhetsaspekter såsom strålsäkerhet och säkerhetskultur kan variera. Det är viktigt att de säkerhetsutbildningar som ges säkerställer att individer som tillfälligt vistas på anläggningar får de kunskaper, färdigheter och attityder (individbaserad kunskap och kompetens) som krävs för att strålsäkerheten och andra säkerhetsaspekter ska kunna upprätthållas. Att designa säkerhetsutbildningar för individer med heterogena förkunskaper och därmed också för en bredd av olika behov är en pedagogisk utmaning. Utmaningarna berör framtagandet av lärandemål (de nödvändiga individburna kompetenserna), genomförandet av utbildningarna och hur individernas kompetens kan verifieras.

Information och kunskap i projektet har insamlats genom litteraturstudier och intervjuer och besök vid MAX IV, ESS, European Synchrotron Radiation Facility i Frankrike, samt vid utbildningsföretaget Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB som är uppdragstagare för utbildning mot kärnkraftsindustrin.

Det framtagna underlaget som presenteras i denna rapport inleds med att ge viktiga förutsättningar för en utbildningsverksamhet och efterföljs av viktiga designaspekter i en sådan verksamhet utifrån planering av utbildningar och kurser, genomförande och examination samt utveckling och utvärdering av säkerhetsutbildningsverksamheter. Rekommendationer specifikt för de två studerade anläggningarna ges också.

Summary

The overall research objective was to provide a material supporting the development of well-functioning safety education activities in safety critical organisations.

Main focus were the research facilities MAX IV and European Spallation Source (ESS) where researchers, i.e. facility users from many countries, temporarily visit to conduct research experiments. At the facilities, a user can encounter hazardous contexts, including possible radiation exposure. The major focus on safety in these facilities also demands well-designed and efficient safety education for users. Several design aspects of the safety education also apply to other safety critical industries such as nuclear power plants, which usually have short term personnel (e.g. contractors) performing work at the plants.

The users' background knowledge, as well as that of short-term personnel in other sectors, can vary quite a bit, as well as their knowledge about safety aspects such as radiation safety and safety culture. This emphasizes the importance of having a safety education that ensure that individuals who visit the facilities get the required knowledge, skills and attitudes (individual knowledge and competence) for radiation safety and other safety aspects to be maintained.

It is a pedagogical challenge to design safety education for individuals with heterogeneous previous knowledge and thereby for a breadth of varying educational needs. The challenges concern the development of learning outcomes (the required individual competences), the implementation of training/courses, and the verification of individual competence.

In the project, information and knowledge were collected through literature studies, interviews and field studies at MAX IV, ESS, the European Synchrotron Radiation Facility in France, as well as at the training provider Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, which provides education and training for operator and maintenance personnel at the Swedish nuclear power plants.

The material presented in this report points to important prerequisites for safety education activities as well as important design aspects of such activities concerning the planning of education and courses, implementation and examination, and development and evaluation of safety education activities. Specific recommendations for the two studied facilities are also given.

1. Introduktion

1.1. Bakgrund

Verksamheterna vid forskningsanläggningarna MAX IV och European Spallation Source (ESS) bygger på generering av strålning. Anläggningarna kännetecknas av att de är byggda för att forskare, dvs användare, från hela världen skall komma dit tillfälligt och genomföra experiment. Användarna kommer att vistas i farofyllda miljöer där man bl a kan utsättas för strålning. Särskilt fokus måste därför läggas på strålsäkerhet och de risker som kan finnas i arbetsförutsättningar samt på säkerhetsarbetet inom anläggningarna. Fokus på säkerhet ställer också krav på välde-signade och effektiva säkerhetsutbildningar för användare. Anläggningarna räknar med ca 1000 tillfälliga användare var per år, och på sikt upp till ca 2500. Detta kan jämföras med att MAX IV planerar ha ca 200 och ESS ca 500 fast personal som sköter anläggningarna och deras drift.

Flera designaspekter rörande säkerhetsutbildningar är relevanta även för andra säkerhetskritiska industrier, såsom kärnkraftsindustrin, vilken i Sverige är under en fas av omstruktureringar och avvecklingar. Under denna förändringsfas kommer kärnkraftsindustrin att befinna sig i en liknande situation som forskningsanläggningarna, innefattande många nationella och internationella personalkategorier som under kortare eller längre tidsperioder kommer att utföra arbetsinsatser i kärnkraftsanläggningarna. Det kommer att krävas att dessa personalkategorier genomgår säkerhetsutbildningar på ett motsvarande sätt som användarna vid MAX IV och ESS. Det kan därför finnas flera aspekter rörande säkerhetsutbildningarna som är gemensamma för dessa olika typer av tillståndshavare.

Användarna, eller olika personalkategorier i annan sektor, kan ha stor variation i bakgrundkunskap och deras utbildning rörande olika säkerhetsaspekter såsom strålsäkerhet och säkerhetskultur kan variera. Därmed varierar den individburna säkerhetskompetensen stort. Det är viktigt att de säkerhetsutbildningar som arrangeras säkerställer att de individer som tillfälligt vistas på anläggningar får de förutsättningar (individbaserad kunskap och kompetens) och antar de beteenden som krävs för att strålsäkerheten och andra säkerhetsaspekter ska kunna upprätthållas.

Den miljö som användarna av forskningsanläggningarna kommer att möta är experimentstationer med tillhörande strålrör/instrument. En del av utbildningsverksamheten gällande användarna vid MAX IV består av e-baserade säkerhetsutbildningar som ska genomföras innan man får tillgång till anläggningen för att genomföra experiment. Liknande e-utbildningar planeras på ESS och är också standard vid internationella forskningsanläggningar. Utbildningarna är fokuserade främst på strålsäkerhet men berör även andra säkerhetsperspektiv såsom brand och elsäkerhet.

Förutom e-utbildningarna får användarna vanligtvis en praktisk genomgång vid själva experimentstationerna för att kunna genomföra experimenten. Denna genomgång kan ses som en typ av utbildning och beskrivs som viktig både för att användarna ska kunna använda strålrören/instrumenten och för själva säkerheten vid anläggningen.

Att skapa säkerhetsutbildningar för individer med heterogena förkunskaper och därmed också för en bredd av olika behov är en pedagogisk utmaning. Utmaningarna berör framtagandet av lärandemål, de nödvändiga individburna kompetenserna, genomförandet av utbildningarna och hur individernas kompetens kan verifieras.

1.2. Syfte

Det övergripande syftet med detta projekt har varit att tydliggöra vilken kunskap och kompetens som användare måste ha för att få tillträde till anläggningar, samt att ge ett konkret underlag som stöd för att utveckla välfungerande säkerhetsutbildningsverksamheter. Kunskapen som fås i projektet ska vara till nytta för både Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), MAX IV och ESS, och för tillståndshavare inom kärnteknisk verksamhet inom andra sektorer.

Utifrån att forskningsanläggningar som ESS och MAX IV samt de kärntekniska anläggningar som SSM utövar tillsyn över frekventeras av olika kategorier av användare, syftar projektet till:

- a. att ur ett kognitionsteoretiskt perspektiv klargöra vad som är en rimlig nivå och omfattning på kunskaps- och kompetenskrav avseende de särskilda förutsättningar som ges för olika användargrupper (tidspressade förhållanden för att genomföra säkerhetsutbildningar, användare med olika erfarenhet och bakgrund, aspekter kring minne och förståelse etc),
- b. relaterat till punkt a (ovan) redogöra för vilka alternativa eller kompletterande pedagogiska verktyg som kan lämpa sig för att uppnå kompetenskraven och hur kunskapsprovning bör utformas för att:
 - överensstämja med anläggningarnas egna säkerhetsrutiner och säkerhetskulturarbete i övrigt
 - säkerställa att användare har tillgodogjort sig den kunskap och kompetens som krävs för att kunna arbeta på ett tillräckligt strålsäkert sätt i enlighet med SSMs föreskrifter, och
- c. att beskriva hur ett underlag för anpassad pedagogisk utformning av en säkerhetsutbildning, bör se ut med målsättning att innehållet ska uppfattas som relevant och meningsfullt för de olika målgrupper (användare) som berörs.

2. Metod

I projektet har intervjuer använts som huvudsaklig metod för datainsamling. Då projektet är ett fortsättningsprojekt av SSM-projektet ”Arbetsförutsättningar och säkerhetsarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker och många tillfälliga internationella användare” (Ek, Borell, & Eriksson, 2017), har även tillgänglig information från genomförda fältstudier och intervjuer i det projektet använts. Insamlad empiri har analyserats och belysts utifrån teorier om framför allt lärande och organisatoriskt säkerhetsarbete.

2.1. Intervjustudier

I projektet genomfördes intervjuer i fyra olika organisationer: MAX IV (inklusive MAX-Lab), ESS, Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB (KSU AB) samt European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) i Grenoble, Frankrike. Totalt genomfördes 32 intervjuer. Samtliga intervjuer utom två spelades in. Två intervjupersoner önskade att inte bli inspelade och dessa intervjuer dokumenterades istället genom anteckningar.

2.1.1. MAX IV och ESS

Intervjuerna på MAX IV och ESS genomfördes i två omgångar. Den första omgången skedde under 2016 (resultatet från denna studie presenteras i Ek et al., 2017). Den andra omgången intervjuer genomfördes under slutet av 2017 och början av 2018.

Intervjuomgång 2016:

Totalt intervjuades åtta funktioner vilka återges med engelsk beteckning. Inom ESS intervjuades Head of Environment, Safety and Health Division. Inom MAX IV intervjuades sju personer: Head of Safety & Work Environment, Radiation Safety Expert, Control Room Operator, Research Engineer, Coordinator Beamline Project, Human Resources Coordinator, samt ordförande i MAX-Labs användarförening. I studien av MAX IV studerades också den tidigare anläggningen som bedrivits av samma organisation, MAX-Lab. Vid tillfället för intervjuerna bedrev organisationen verksamhet både på MAX IV och MAX-Lab.

Dokument om anläggningen, framför allt gällande säkerhetsaspekter, samlades också in. Projektets datainsamling men också analys av det empiriska materialet inriktades på dåvarande projektets två övergripande frågeställningar, se Ek et al. (2017). Intervjuerna, som var explorativa, belyste följande övergripande områden: begreppet säkerhet, säkerhetsorganisationen med dess olika roller, utformning av arbetsförutsättningar i laboratorier, designprocesser, säkerhetskultur, ledningssystem, kompetens och användarutbildningar.

Intervjuomgång 2017/2018:

Totalt genomfördes 17 intervjuer. Vid MAX IV genomfördes åtta intervjuer med funktioner vilka återges med engelsk beteckning: MAX IV Director, Machine Director, Head of Safety & Work Environment, Head of Linear Accelerator, Manager of User Office, Radiation Safety Expert, Gas Manager och Safety and Work Environment Officer. Dessa intervjuer kompletterades med dokumentation om MAX IVs säkerhetsarbete och utbildningar från deras hemsida.

Vid ESS genomfördes nio intervjuer: Director General, Director Environment, Safety, Health and Quality (ESH&Q), Head of Environment, Safety and Health Division, Head of Quality Division, Head of Accelerator Division, Head of Neutron Instrument Division, Radiation Safety Expert, Senior Security Officer och Safety Training Officer. Dessa intervjuer kompletterades med information från ESS hemsida.

Intervjuerna fokuserade på säkerhetsutbildningar och deras kontext. Informanterna hade olika funktioner relaterat till anläggningarnas utformning, utveckling och drift. Alla var inte direkt involverade i säkerhetsutbildningar men bidrog med information som underlag till utbildningarna utifrån sin egen expertis. De flesta hade egen erfarenhet av säkerhetsutbildningar efter vistelse vid liknande anläggningar runt om i världen. Intervjuerna, som var explorativa, belyste följande övergripande områden: begreppet säkerhet, anläggningens säkerhetsutbildningar och system, erfarenheter från liknande anläggningar med säkerhetsutbildningar, utmaningar med säkerhetsutbildningar för användare/egen personal, pedagogik och didaktik, säkerhetskulturarbete relaterat till användare/egen personal, samt lärande och erfarenhetsåterföring för säkerhet.

2.1.2. Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB (KSU AB)

Under början av 2018 genomfördes en intervjustudie med personer inom utbildningsföretaget KSU AB. KSU AB är uppdragstagare för utbildning mot kärnkraftsindustrin och har som uppgift att utbilda svenska kärnkraftens drift- och underhållspersonal både gällande befattningsutbildning och återträning av personal (KSU, 2018b). KSU har därmed mångårig erfarenhet av utbildningsverksamhet för olika personalkategorier liksom många intressanta generella infallsvinklar kring pedagogik. KSU AB har sitt huvudkontor i Studsvik där styrning och centralt utvecklingsarbete bedrivs och har bl a utbildningsavdelningar vid kärnkraftverken Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Syftet med intervjustudien var att få insyn i deras perspektiv på lärande och utbildning för säkerhet i säkerhetskritisk verksamhet som kärnkraft. Intervjuerna belyste följande övergripande områden: utbildningsutbud, målgrupper, kursdesignprocessen, pedagogik och ämnesdidaktik, kvalitets- och utvecklingsprocesser, examination, nätverk och samarbeten, samt säkerhetskultur.

Vid KSU AB genomfördes fyra intervjuer varav två vid huvudkontoret: Chef för stöd och utveckling samt Metodutvecklare; och två via videolänk: Chef utbildning Ringhals samt Ansvarig säkerhetsutbildningar vid Ringhals.

2.1.3. European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)

Under 2016 gjordes ett studiebesök vid forskningsanläggningen European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) i Grenoble, Frankrike (resultatet från denna studie presenteras i Ek et al., 2017). ESRF är en forskningssynkrotronanläggning i Grenoble, Frankrike, som består av en av världens starkaste högenergimaskiner optimerad för hårda röntgenstrålar. Man hade vid studiebesöksstillfället närmare 50 experimentstationer eller strålrör och mer än 600 anställda med 40 olika nationaliteter. Anläggningen är placerad på European Photon and Neutron Campus tillsammans med neutronkällainstitutet Laue-Langevin (ILL) och European Molecular Biology Laboratory (EMBL) med vilka ESRF har flera formella och informella samarbeten. Efter mer än 20 års verksamhet genomför ESRF ett moderniseringsprojekt av anläggningen. Man kommer dock inte producera mer strålning, men intensiteten hos röntgenstrålarna ökar med en faktor 500. Efter denna uppgradering kommer ESRF vara i ledande position ett antal år till.

Vid ESRF intervjuades tre personer: Head of Safety Group, Classical Safety Engineer samt Radiation Protection Engineer. Dessa intervjuer kompletterades med dokumentation om ESRFs säkerhetsarbete och utbildningar.

3. De studerade forskningsanläggningarna

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av säkerhetsarbetet vid MAX IV- och ESS-anläggningarna, med tyngdpunkt på sådant som rör säkerhetsutbildningsverksamheten. Syftet med kapitlet är att beskriva säkerhetsutbildningarnas sammanhang på forskningsanläggningarna, vilket kommer att användas som exempel genom rapporten. Den typiska ”resan” som användare gör för att utföra ett experiment beskrivs, från ansökningsprocessen till genomförande och uppföljning av ett experiment. Därefter beskrivs översiktligt anläggningarnas utbildning av entreprenörer och fast personal.

3.1. Anläggningarna MAX IV och ESS

MAX IV är ett nationellt forskningslaboratorium med Lunds universitet som värdduniversitet. Anläggningen är en synkrotronljusanläggning som producerar röntgenstrålar av mycket hög intensitet och kvalitet. Med synkrotronljusets korta våglängder kan man se detaljer som annars är omöjliga att se, t ex hur atomer och molekyler binds till varandra i ett material. När MAX IV är helt färdigbyggd beräknas anläggningen ha 28 strålrör med tillhörande experimentstationer. Anläggningen räknar med ca 1000 användare per år, och på sikt upp till ca 2500. MAX IV beräknas att ha runt 200 anställda.

ESS är ett europeiskt forskningscentrum som när anläggningen är klar kommer att baseras på en av världens mest kraftfulla neutronkällor. Neutronerna används för att analysera olika typer av material på atom- eller molekylnivå. Metoden kan liknas vid ett gigantiskt mikroskop. ESS beräknas få 22 instrument och de första instrumenten planeras vara i drift för användare 2023. Anläggningen räknar med ca 1000 användare per år, och på sikt upp till ca 3000. Antalet anställda vid full drift är ca 500 från 50 olika nationaliteter.

3.2. Användarna

Utmärkande för forskningsanläggningarna är som nämnts att användare, från olika länder, ska komma dit tillfälligt och genomföra forskningsexperiment. Användarna har olika bakgrundskunskaper och utbildningar och kan ha heterogena förkunskaper speciellt rörande olika säkerhetsaspekter såsom strålsäkerhet och säkerhetskultur. Många av användarna är erfarna forskare som besökt liknande forskningsanläggningar runt om i världen. Genom besök på specifika anläggningar har användarna genomgått basala anläggningsspecifika utbildningar i t ex brand, kemi och strålsäkerhet. En viktig avvägning för säkerhetsutbildningar är att inte kräva omfattande repetitioner av basala grunder, utan noga bestämma vilka lärandemål som måste testas och tränas och med vilka intervall. För nya användare är det

dock centralt att utbildningen och träningen inkluderar även grundläggande kunskaper. Intervjuerna visade att MAX IV arbetade aktivt med att identifiera nya användargrupper från både industri och forskningsaktörer. Detta kommer att ge upphov till användargrupper som troligtvis inte har expertis att genomföra experiment och kommer att kräva en större arbetsinsats från anläggningens sida t ex i form av extra stöd.

3.3. Synen på säkerhetsutbildningar

Den förhärskande bilden hos informanterna om användarnas inställning till obligatoriska säkerhetsutbildningar är att användarna har en förståelse för att säkerhetsutbildningar måste finnas, men att de ofta ses som ett nödvändigt ont, som helst klaras av så fort som möjligt och utan onödig ansträngning. Forskare beskrivs generellt sett vara mer fokuserade på de vetenskapliga framstegen inom sitt område än just att lära nya områden i laboratoriesäkerhet (Czornyj, Newcomer, Schroeder, Wayne, & Merlic, 2018). Aspekter som negativt påverkar utvecklingen av en stark säkerhetskultur inom akademien är t ex den starka hierarkin och den konkurrensinriktade akademiska forskningen, som kan hämma utvecklingen av en stark och positiv säkerhetskultur (se även om säkerhetskultur under avsnitt 4.1.4.).

Genomgångna utbildningar och godkända resultat på tillhörande test är ett krav för att få tillträde till anläggningarna. Den externa motivationen att erhålla tillträde, snarare än en vilja att nå ökad riskmedvetenhet, kan medföra en ytrinriktad strategi i lärandet, med en önskan om att klara ett test snarare än viljan att lära sig (Marton, 2014). Extern motivation är ogynnsam för mycket av det lärande som bör ske vid säkerhetsutbildningar.

Den beskrivna synen på säkerhetsutbildningar som ett nödvändigt ont är också något man från anläggningarnas sida försöker motverka. En informant menade att säkerhet och säkerhetsutbildningar inte får uppfattas som "bromsklossar" utan som "möjliggörare" för verksamheten. Exempelvis motiverar man användare genom att i många fall integrera säkerhetsutbildning med träning i "vanlig" utbildning och med träning i användning av instrument på anläggningen. En stark fördel med denna ansats är att användare vanligen är starkt motiverade att lära sig vad och hur de ska göra för att genomföra sitt experiment, medan säkerhetsregler och rutiner kan uppfattas som hämmande och därmed vara mindre motiverande för användare.

3.4. Användarprocessen kring genomförandet av ett experiment

Under projektets intervjuer var det tydligt att en utbildningsverksamhet riktad mot användarna bestod av mer än just olika specifika säkerhetsutbildningstillfällen.

Två andra viktiga beståndsdelar framkom, vilka kommer att beskrivas i: avsnitt 3.4.2. Ansökningsprocessen inför ett experiment (vilka innehåller säkerhetsaspekter), och avsnitt 3.4.4. Inför experimentgenomförandet (där personalen har en kunskapsgenomgång med användare om strålröret/instrumentet där ett experiment ska genomföras).

3.4.1. Användarvillkor och ansvar

Användare förbinder sig att följa forskningsanläggningarnas användarvillkor (Terms and Conditions). I dessa beskrivs bl a att användarna måste ha tillräcklig expertis för att kunna genomföra sitt experiment och att besöksgrupperna måste bestå av ett tillräckligt antal personer vid genomförandet av ett experiment vid anläggningen. Vid intervjuer vid anläggningarna framkom dock behovet av att tydliggöra ansvarsfördelningen mellan anläggningen och användarna i relation till användarnas säkerhet och hälsa. Exempelvis beskrev informanter på MAX IV att det fanns svårigheter att kontrollera att besöksgrupperna var tillräckligt stora för att på ett säkert sätt kunna genomföra experimenten. Informanter menade vidare att man behöver tydliggöra för den ansvariga i en grupp av användare, att om de personer den ansvariga sänder till anläggningen för att genomföra experiment visar sig ha ett osäkert beteende, så borde detta tydligare falla tillbaka på den ansvariga. Hur ansvarsförhållanden och krav ser ut är något som måste klargöras tydligare. Användarna måste också enligt villkoren deklarerat alla experimentprover de tänker ha med sig till anläggningen. Om användare bryter mot anläggningens användarvillkor kan det betyda att användarna inte får mer experimenttid vid anläggningen.

3.4.2. Ansökningsprocessen inför ett experiment

Innan en användare kan genomföra ett experiment på en forskningsanläggning ska en ansökan om stråltid lämnas in och bedömas av anläggningen. Processen för ansökan om stråltid beskrivs som snarlik vid liknande forskningsanläggningar. I ansökningsprocessen bedöms det föreslagna experimentet utifrån olika faktorer, där säkerhet är en. Säkerhetsgranskningen genomförs vanligen av anläggningens säkerhetsgrupp och kan t ex handla om vilka egna prover och vilka sorters utrustning användaren kommer att ta med till anläggningen samt vilka individer som kommer till anläggningen och genomför experimentet. I ansökans säkerhetsdel får användaren också svara på frågor som rör strålsäkerhet och hur olika risker relaterat till detta kommer att hanteras. I ansökningsprocessen för stråltid försöker man delvis ta reda på de ansökandes bakgrund, men denna undersökning ser vi skulle kunna vara mer omfattande. Det finns utrymme för att uppnå bättre kunskaps- och kompetenskontroll liksom säkerställande av vilka individer som kommer att genomföra experimentet. Detta skulle underlätta bedömningen av individernas behov av utbildning och träning i säkerhet.

Som nämndes ovan använder liknande forskningsanläggningar snarlika processer för ansökan om stråltid. På exempelvis MAX IV ansöker användarna om stråltid genom systemet MAX IV Digital User Office (DUO). Ansökningarna omfattar ca fem sidor text. Två sidor ger en vetenskaplig beskrivning av experimentet innehållande mål och syfte med experimentet, val av metod, resultatets förväntade inverkan på forskningen, varför experimentet ska göras vid just den specifika anläggningen och vilka specifika funktioner hos ett specifikt strålrör/instrument som behövs. En till två sidor beskriver sedan säkerhetsaspekter relaterat till experimentet. I frågor som rör strålsäkerhet kan användaren anmodas att skicka in ytterligare dokument om detta. Detta relaterar till SSMs krav på slutna strålkälla.

Ansökningarna granskas och bedöms utifrån tre faktorer enligt följande:

1. Genomförbarhet: Denna bedömning görs av tekniska experter som kan bedöma om experimentet kan utföras på det specifika laboratoriet och på det specifika strålröret/instrumentet.
2. Vetenskaplighet: Denna bedömning görs av en oberoende kommitté med externa experter som inte själva använder just MAX IV.
3. Säkerhet: Denna granskning görs av personal/säkerhetsexperter på MAX IV som exempelvis bedömer om proverna är säkra, om det är några etiska problem involverade samt om miljörelaterade aspekter finns relaterade till proverna.

För att få stråltid behöver ett föreslaget experiment få godkänt på alla tre faktorer. Den vetenskapliga bedömningen och säkerhetsgranskningen sker parallellt på MAX IV, men i praktiken sker den vetenskapliga oftast först. Eftersom det kan dröja flera månader innan ett beviljat experiment kan få stråltid så kan det under väntetiden komma in önskemål om förändringar i experimentet från de ansökande användarna, t ex gällande olika preparat. Vissa delar av säkerhetsgranskningen sker därför senare i ansökningsprocessen.

Vid ESRF, Grenoble, beskrivs en liknande process bestående av både en vetenskaplig bedömning och en säkerhetsgranskning. Säkerhetsgranskningen genomförs av ESRFs säkerhetsgrupp. Dessa gör en första screening av experimentet samtidigt som den vetenskapliga bedömningen görs. Denna screening delar upp experimenten i tre grupper: En grupp omfattar de experiment som inte alls går att genomföra säkert på anläggningen, vilket leder till att man säger nej till experimenten. Det är dock väldigt ovanligt att experiment hamnar i denna grupp; det handlar om enstaka experiment per år. Den andra gruppen är experiment där man identifierar specifika risker och då kräver att en detaljerad riskanalys och värdering genomförs. Den tredje gruppen består av experiment där inga risker som kräver särskild hantering identifieras.

Har ett experiment blivit beviljat vid den vetenskapliga bedömningen men säkerhetsgruppen identifierat att det finns risker med experimentet så blir användarna kontaktade av säkerhetsgruppen för att göra en detaljerad riskvärdering. ESRF har

i samband med detta tagit fram dokument som vägleder användarna i hur riskvärderingen ska genomföras. Baserat på värderingen ska användarna också föreslå åtgärder för att hantera riskerna. Säkerhetsgruppen utvärderar sedan användarnas analys och förslag på åtgärder. I praktiken utförs denna riskvärdering genom en iterativ process mellan användarna och säkerhetsgruppen.

3.4.3. Säkerhetsutbildning för användare

Projektets informanter beskriver att säkerhetsutbildningar för användare är snarlika på olika forskningsanläggningar runt om i världen. Man menar också att det finns två målsättningar med säkerhetsutbildningarna. Dels att nå säkerhetskrav så att användarna inte skadar sig själva eller andra personer, dels att nå säkerhetskrav så att utrustningen inte förstörs. Dessa två mål går ofta hand i hand.

Flertalet anläggningar uppges ha säkerhetskurser i form av e-utbildningar, ofta en PowerPoint-presentation eller ett dokument som ska läsas igenom. E-lärande tycks alltså vara den vanligaste förekommande formen för introducerande säkerhetsutbildningar. En ofta uttryckt anledning till att bedriva dessa kurser över nätet beskrevs vara att kurserna redan skulle vara avklarade när användaren kommer till anläggningen, så att användaren därmed kan fokusera sin tid på plats på att genomföra sina experiment. På ESRF beskrevs vidare att det inte var möjligt att ha säkerhetskurser för alla fysiskt på plats, pga begränsningar i personal i säkerhetsgruppen. Vad informanter beskrev som en acceptabel omfattning på e-utbildningen varierade från en halvtimme till två timmar.

E-utbildningen examineras oftast genom genomförande av ett test med flervalsfrågor. Klarar man inte testet får man prova igen. Efterföljande klassrumsundervisning avslutas vanligtvis också med ett test med flervalsfrågor liksom med ett praktiskt moment. Godkända test är vanligtvis knutna till accesssystemen vid anläggningarna. Kurserna är i allmänhet giltiga i ett år, varefter individen måste förnya kursen (eller åtminstone göra om testet).

Utgående från beskrivning från MAX IV så består säkerhetsutbildningen för användare av tre olika steg.

1. Generell säkerhetsutbildning, "Safety introduction for users". Detta är en allmän introduktion till säkerhet. Utbildningen är en e-utbildning och består av en PowerPoint. Som examination används ett flervalsfrågetest.
2. Specifik e-utbildning för varje strålrör. Även dessa utbildningar består av en PowerPoint som avslutas med ett flervalsfrågetest.
3. Utbildning/genomgång vid det specifika strålröret. Detta är en praktisk introduktionsutbildning som genomförs av personalgruppen vid ett strålrör. Exempelvis går man igenom var den närmaste nödutgången finns och på strålrör med experimenthytt går man igenom hur denna ska sökas av innan

ett experiment startas. För sådan avsökning finns en checklista för vad som ska gås igenom med användarna.

Ett sätt att designa utbildningsverksamheten är att använda en matrisorganisering av kurserna, vilket informanter beskrev används vid forskningsanläggningen CERN i Schweiz. Man har där delat upp utbildningsverksamheten i olika ämnes- eller kunskapsområden, inom vilka kurser (eller moduler som kan ingå i kurser) sorteras. Vidare har de olika "nivåer" (eller "kompetenspaket") för de olika ämnen. Nivåerna är grundläggande (eller orienterande), medel (för den som behöver veta lite mer men inte vara expert) samt en nivå för den som faktiskt arbetar med eller berörs av en viss sak, och därför bör vara väl insatt.

Ämnesinnehållet i ESRFs säkerhetskurs för användare presenteras i Tabell 1.

3.4.4. Inför experimentgenomförandet

Genom e-utbildningarna får användarna bakgrundskunskap om ett specifikt strålrör/instrument, men när användaren väl står vid strålröret behövs också detaljerad kunskap. Då olika strålrör ser olika ut tillgodoses detta i allmänhet genom en personlig genomgång. Det beskrevs som standard (vid MAX IV) att det finns personal vid strålrören/instrumenten som visar detaljerna för hur strålröret/instrumentet fungerar, dvs ger en praktisk introduktion (beskriven som steg 3 av utbildningarna på MAX IV). Liknande beskrevs vid ESS, där instrumentforskare, dvs de ansvariga för de olika instrumenten, kommer att ge hands-on-utbildning för hur instrumentet används och experiment genomförs. Den praktiska introduktionsutbildningen vid strålrören är en viktig komponent i säkerhetsutbildningen. Fördelar med att integrera säkerhet i dessa introduktioner och utbildningar är t ex lättheten att få med praktiska inslag och att deltagarnas motivation ökar.

Användare som tar med sig eget provmaterial och utrustning till anläggningen behöver få adekvat träning i säkert användande av dessa, t ex gällande lokala regler och rutiner för hur proverna ska hanteras. Både material och utrustning måste också kontrolleras av anläggningen innan de används i experiment. En särskild fara vid ESS är att proverna blir aktiverade, dvs radioaktiva. Aktiverade prover kommer att lagras mellan någon vecka och några år vid anläggningen. Därmed är procedurer och rutiner för hantering och byte av prover kritiska. Provhanteringen kommer att vara avancerad där man ser det som flera olika "skal" eller "lager" av inneslutning – t ex själva flaskan eller behållaren, det enskilda rummet, den aktuella delen av anläggningen, och själva anläggningen. Eventuellt kommer fjärrhantering av prover att användas i viss mån. Dessa aspekter måste självfallet beaktas vid utbildning och träning för säkerhet.

Tabell 1: Ämnesinnehållet i ESRFs säkerhetskurs för användare 2014.

-
- Driving on the site
 - Circulating in the Experimental Hall
 - Building Access Control
 - No Smoking and No Meals
 - Emergency procedures
 - Calling for help
 - Fire
 - Evacuation of a building
 - Evacuation of the hall
 - Shelter in place
 - Total site evacuation
 - Evacuation by car
 - What to do in case of an accident
 - Radiation protection
 - ALARA principle, dose rates, neutron monitors
 - Electric dosimeters
 - Personnel Safety System
 - Inside a hutch
 - Safety signage on beamlines
 - Laser interlock system
 - Hall operators (providing safety or technical assistance)
 - Your experiment (respect the outcome of the 'Application for Beam time' and procedures related to green, yellow, red risk analysis output)
 - Hazard signs
 - Liquid nitrogen
 - Specific risks: asphyxiation
 - Electrical safety
 - Magnetic fields
 - Chemical risk
 - Labelling of products
 - Good laboratory practice
 - Rules concerning the use of gas bottles
 - Biological risk
 - Classification
 - Special authorizations
 - Airport form
 - Sample sheet
 - Safety kit/disinfectants
 - Experiments with radioactive samples
 - Management of waste
-

3.4.5. Uppföljning och återkoppling från genomfört experiment

Efter ett genomfört experiment sker det en uppföljning och återkoppling från detta. Exempelvis beskrivs på MAX IV att när en användare har genomfört ett experiment får användaren ett feedbackformulär genom MAX IVs administrativa system DUO. Genom denna utvärdering får MAX IV återkoppling på exempelvis hur väl experimentet gick att genomföra och om användarna kände sig säkra. Från användarnas återkopplingar får MAX IV även information relaterat till deras utbildningar och kan identifiera behov av förändringar i säkerhetsutbildningarna. Informanter beskrev vidare att MAX IV kommer att följa upp de genomgångar som görs vid strålrören varje gång det kommer en ny användargrupp. Hur detta kommer att gå till var vid intervjutillfället inte bestämt.

3.5. Säkerhetsutbildning för entreprenörer och fast personal

Vid forskningsanläggningarna förekommer det, liksom vid andra säkerhetskritiska verksamheter, tillfällig personal såsom entreprenörer, hantverkare och specialister som t ex bygger om, bygger nytt eller servar olika delar av en anläggning. Liksom hos användarna kan det hos entreprenörerna/hantverkarna finnas en stor variation i bakgrundskunskap och utbildning och speciellt deras kunskaper rörande strålsäkerhet och säkerhetskultur kan variera. Dessa individer behöver också genomgå säkerhetsutbildning för att förstå de risker som finns vid anläggningarna. Genom att vistas vid en anläggning kan entreprenörer potentiellt bli exponerade för joniserande strålning och radioaktiva material, men de kan också ev ta med egna källor av joniserande strålning som kan ha implikationer för den potentiella exponeringen hos både dem själva och de anställda vid anläggningen (IAEA, 2015).

Exempelvis genomför säkerhetsgruppen vid ESRF en daglig säkerhetskurs ute i anläggningen för entreprenörer. Kursupplägget innebär att alla entreprenörer träffar någon i säkerhetsgruppen, vilket beskrivs ha en positiv effekt på säkerhetsmotivation, kommunikation och delaktighet. Avklarad utbildning är giltig i ett år. Vid ESRF fanns också ett beslut att entreprenörer inte ska vara i kontakt med strålning, dvs om de ska arbeta på ett strålrör måste detta stängas. Man går också igenom specifika risker tillsammans med entreprenörerna. Gäller det ett långvarigt arbete tas mer detaljerade preventionsplaner fram enligt krav i lagstiftningen. Ämnesinnehållet i ESRFs säkerhetskurs för entreprenörer presenteras i Tabell 2.

Vid anläggningarna bedrivs också utbildning av den fasta personalen. Exempelvis visade intervjuer att för MAX IVs fasta personal bestod utbildningen av olika dokument som personalen ska läsa igenom. Till dessa utbildningar hör test med flervalsfrågor. Utbildningsdokumenten handlar om generell säkerhet och brand, kemisäkerhet, biosäkerhet, miljösäkerhet och strålsäkerhet. För exempelvis strålsäkerhetsområdet har man på MAX IV tre nivåer för utbildningen, vilka kopplar till olika tillträdesmöjligheter på anläggningen. Om en individ ska uppehålla sig i kontorsbyggnaden behövs ingen strålsäkerhetsutbildning. Ska individen vistas i experimenthallen behövs den lägre nivån av utbildningen och om individen ska vistas inne i strålningsområden behövs den högre nivån av utbildningen. Utöver dessa tre standardnivåer finns det en mängd specialutbildningar som ges till specifika personer, t ex rätten att söka av acceleratorområden (inte experimenthytten där användare är), och till de personer som ska verka som driftoperatörer. Dessa djupare utbildningar ges av strålsäkerhetsgruppen. Det finns också en del specialutbildningar relaterat till andra säkerhetsaspekter för den fasta personalen, exempelvis truckutbildning och heta arbeten-utbildning.

Personalgruppen vid respektive strålrör/instrument lyfts fram som speciellt viktig för säkerheten på anläggningarna. Det är dessa som framför allt kommer att möta användarna. De har därmed en direkt påverkan på att genomförandet av experimenten sker på ett säkert sätt. I intervjuerna underströks det att mycket av det praktiska ansvaret för säkerheten kommer att ligga på de strålrörsansvariga, vilket

gör just deras kompetens och utbildning extra viktig.

På ESRF beskrevs att de har en klassrumsbaserad kurs för nyanställda varje måndag. Sedan ska alla anställda ta en e-baserad årlig repetitionsversion av kursen. Förutom denna kurs har ESRF också ett antal andra säkerhetskurser för personalen.

Tabell 2: Ämnesinnehållet i ESRFs säkerhetskurs för entreprenörer 2014.

- Organisation of safety at the ESRF
 - Access and traffic on site
 - Controlled access and circulation in the buildings
 - Coordination of interventions
 - Prevention plan and/or work permit
 - Building site
 - ESRF emergency procedures
 - Fire
 - Building evacuation
 - Experimental halls evacuation
 - Taking shelter
 - Posters and evacuation plans
 - Site evacuation
 - Site evacuation by car
 - What to do in case of an accident
 - Hazard identification
 - Prevention
 - Fire safety
 - Radiation protection
 - Operation of lifting equipment
 - Lasers
 - Operation of lifting equipment
 - Specific risks
 - Electrical safety
 - Biological safety
 - Chemical safety / Asphyxiation hazard
 - Working at height
 - Personal protective equipment
 - General interdictions (smoking, drinking, eating, work clothes)
 - Telephone numbers
-

4. Säkerhetsutbildningsverksamhet

Detta kapitel handlar om säkerhetsutbildningsverksamhet ur ett övergripande perspektiv. Olika aspekter presenteras, som en grund för att förstå, utforma och hantera säkerhetsutbildningsverksamhet. Först presenteras hur sammanhanget kring verksamheten påverkar själva verksamheten. Därefter tar kapitlet upp vad utbildning och utbildningsverksamhet kan vara. Kapitlet fortsätter om kompetens och kompetenskrav samt om design av en verksamhets kursutbud.

4.1. Sammanhang som påverkar säkerhetsutbildningsverksamheter

De studerade säkerhetsutbildningarna befinner sig i ett sammanhang av olika förutsättningar och av olika typer av aktiviteter. Denna kontext till utbildningsverksamheten påverkar målsättning och metod för dess syfte att utveckla, stärka och säkerställa individburen kompetens. I följande avsnitt beskrivs och diskuteras några aspekter i detta sammanhang.

4.1.1. Informationsutbyte mellan forskningsanläggningar

Att bygga och driva stora forskningsanläggningar såsom MAX IV och ESS kan ses som nya företeelser i Sverige. Det finns därmed i Sverige inte någon bra förebild där anläggningarna kan lära från erfarenheter och goda lösningar gällande vad som är möjligt, vad som är behövligt och vad som bör undvikas gällande en utbildningsverksamhet. Internationellt finns det däremot ett stort nätverk inom sektorn där forskningsanläggningar arbetar tillsammans och har utbyte med varandra genom t ex rådgivande kommittéer (advisory committees) inom säkerhet, hälsa och miljö. Det finns också konferenser för de personer som arbetar med dessa frågor på forskningsanläggningar.

Även om det beskrivs som att man gärna delar med sig av erfarenheter och arbete man gjort (t ex utbildningsdokument) mellan olika anläggningar runt om i världen tycks det saknas ett mer organiserat utbyte. Detta kan jämföras med exempelvis kärnkraften, där det finns formaliserade system där händelser rapporteras till centrala enheter (bl a SSM och IAEA), och information sedan branschtäckande delas med alla anläggningar, i syfte att främja lärande.

Forskningsanläggningarna skulle vinna på att bygga upp ett mer strukturerat utbyte av information sinsemellan. I sådant arbete är det dock viktigt att lära med eftertanke, t ex när man genom benchmarking ser hur andra anläggningar gör. Inte minst gäller detta utformningen av utbildningsverksamheter. Det kan finnas behov

av att anpassa olika aspekter till den egna organisationen och i detta fall till svenska och lokala förhållanden. Det kan också finnas behov av utveckling och för att delvis bryta de 'vanliga sätten' att utforma och ge säkerhetsutbildningar och träning och förbättra vissa aspekter genom nytänkande och innovation.

4.1.2. Kravställande organisationer

SSM har stor påverkan på anläggningarna inom forsknings- och kärnkraftsområdet genom sin roll som tillsynsmyndighet och de krav de därmed ställer på anläggningar genom sina föreskrifter. På detta sätt påverkar SSM anläggningarnas design, men också hur arbetet sker i drift.

Även IAEA (International Atomic Energy Agency) är relevant i sammanhanget. IAEA ger ut säkerhetsguider med inriktning mot kärnkraftsområdet men också associerat till andra industrier och verksamheter med strålrisker (t ex forskningslaboratorier). Vidare bygger också SSMs föreskrifter på IAEAs rekommendationer. IAEA arbetar mot målet att underbygga en internationellt harmoniserad ansats till strålskydd på arbetsplatser genom att utveckla och applicera standarder och goda praktiker för att optimera skydd och säkerhet, begränsa exponeringar och implementera strålskyddstekniker på arbetsplatser. IAEAs guider ger exempelvis allmän vägledning när det gäller att möta kraven på den operativa organisationen vid en forskningsreaktor, liksom rekrytering, träning och kvalifikationer hos personalen på basis av internationell best practice.

IAEA, och genom dem SSM, är också kravställare på tillståndshavares säkerhetsutbildningar. Det är ett krav att utbildningar tas fram systematiskt (t ex med hjälp av utbildningsprocessen SAT) (IAEA, 2008). Systematiken ger bl a möjlighet till spårbarhet, dvs att kunna visa att utifrån ett utbildningsbehov och därefter design och genomförande av kurser så har individer erhållit vissa kunskaper som svarar mot behovet.

4.1.3. Anläggningars utformning

Även anläggningarnas utformning har en stor påverkan på säkerhetsutbildningsverksamheten. Detta handlar om att de är unika anläggningar och att de är komplexa sociotekniska system. Vidare är både den fysiska och organisatoriska utformningen samt anläggningarnas säkerhetskultur viktiga aspekter att ta hänsyn till.

4.1.3.1. Unika anläggningar

Anläggningar som t ex ESS och MAX IV är i många avseenden unika, även om det finns snarlika anläggningar runt om i världen. För att kunna arbeta i en viss anläggning behöver användaren besitta viss platsspecifik kunskap, exempelvis om vem man ska kontakta vid nödlägen, vilka områden man har respektive inte har

access till, eller vilka maskiner man får respektive inte får använda. Mellan länder och anläggningar finns också skillnader beträffande nomenklatur. Det behövs därför anläggnings specifika utbildningar som täcker sådana aspekter.

4.1.3.2. Komplexa sociotekniska system

Anläggningarna kan vidare beskrivas som komplexa sociotekniska system, dvs system där interaktioner mellan teknik, arbetsprocesser, användare, relationer mellan människor samt organisatoriska faktorer samverkar i en ständigt föränderlig, komplex kontext. Ett kännetecken för sådana system är att de är icke-deterministiska, vilket innebär att det inte är möjligt att förutsäga beteenden i ett sådant system enbart baserat på dess beståndsdelar. Relaterat till detta är det inte heller möjligt att utifrån att studera delar av systemet förstå dynamiken i hela systemet då dynamiken beror på interaktioner mellan olika komponenter samt med omgivningen (Carayon et al., 2015). Sociotekniska system där säkerhet är viktigt måste därför ha ett fungerande samspel mellan individ och det omgivande systemet. I ett sådant system går det inte att direkt kopiera andras lösningar utan allt måste ytterst anpassas till den unika anläggningen, även om det självklart går att inspireras av och ”låna” från varandra.

4.1.3.3. Fysisk och organisatorisk utformning

Principen “safe by design” innebär en strävan att göra en produkt eller anläggning så säker som det rimligt går, genom att från tidig designfas och vidare genom utveckling och konstruktion arbeta med riskidentifiering och riskeliminering (Hale, Kirwan, & Kjellén, 2007). Safe by design bör genomsyra alla designbeslut – formella som informella – och förutsätter således en officiell och tydligt påbjuden status för att kunna realiseras. I detta projekt har flera informanter uttryckt tankar om ideal som är i linje med konceptet safe by design, men det är oklart i vilken mån principen verkligen styr utformning och konstruktion av de studerade anläggningarna.

Utbildningsverksamheten är beroende av de val som gjorts och görs beträffande en anläggnings utformning. Designen av en anläggning påverkar behov av kompetens och blir därmed viktig för att bedöma nödvändiga kunskaper och kompetenser hos användarna. Exempelvis spelar den fysiska utformningen av anläggningen roll för vad användare behöver känna till och kunna. Vilka möjliga beteendialternativ som finns i kritiska situationer (t ex vid larm) beror av såväl fysisk utformning som anläggningens arbetsprocesser och ansvarsfördelningar. Därmed finns ett tydligt beroende mellan de kompetenser som användare behöver och övriga delar av anläggningens samlade system för säkerhet.

Ett sätt som man på anläggningarna beskriver för att öka säkerhet genom teknisk design, och eliminera visst utbildningsbehov, är att vid montering och försegling av säkerhetssystemens utrustning använda särskilda skruvar som kräver special-

verktyg och därmed inte så lätt kan manipuleras. Samtidigt måste man vara medveten om att det inte går att designa ”säkra system” (Carayon et al., 2015). Vidare kan man genom standardisering ställa omfattande designkrav på utrustningen. Genom att efterlikna existerande utrustning och följa konventioner inom branschen så minskar man behovet av platsspecifik, unik kunskap hos personal och användare. Tunga argument för detta är att det sker ett stort utbyte av personal mellan anläggningar samt att många användare besöker flera olika anläggningar för att genomföra sina experiment.

En förutsättning för att designa en säker anläggning är att medvetet tänka på och utforma individens gränssnitt mot anläggningen. Organisationerna måste ha kompetens för att förstå och hantera människa, teknik, organisation-perspektivet och sociotekniska system för att minska risken att mindre väl användaranpassade lösningar utformas. Under designen bör man ta hänsyn till den framtida användaren genom att utgå från en användarcentrerad design- och utvecklingsprocess (Hale et al., 2007).

På de studerade anläggningarna tillämpas olika former av administrativa och fysiska skyddsbarriärer i stor omfattning. Detta är i linje med Haddons (1973) modell, som behandlar principer för att separera skyddsvärda entiteter från energier som kan åsamka skada. Den tydligaste barriären är de skydd som finns runt acceleratorerna, t ex i form av tjocka betongväggar. En informant lyfter exempelvis fram att anläggningen har målet att strålskyddet ska resultera i att det inte ska vara möjligt att gå in på ett område där det är förhöjda strålrisker. Det ska gå att både göra misstag och vara illvillig utan att det går att skapa någon strålfara. Man utformar och designar därmed anläggningen utifrån att det ska vara ”helt strålsäkert”. Det ska alltså vara lätt för användare (och personal) att göra rätt. Att användande av olika former av barriärer är vanligt på forskningslaboratorium bekräftas också av Czornyj et al. (2018). De beskriver att det på forskningsanläggningar finns tre typer av barriärer designade för att förebygga och undvika stora olyckor: tekniska och fysiska barriärer såsom tekniska kontroller; organisatoriska barriärer eller administrativa kontroller; samt operativa barriärer som definieras av det mänskliga handlandet. Det är viktigt att söka en balans mellan barriärerna, dvs mellan vilka säkerhetsfrämjande åtgärder och försvar som läggs på den enskilda individen (användaren) respektive på systemet i hennes omgivning.

Ett problem med att använda sig av barriärer är att varje barriär ger ett bidrag till en anläggnings komplexitet. Ju fler och mer omfattande barriärer, desto svårare blir det att överblicka och övervaka helheten. Barriärer påverkar också beteenden vilket i värsta fall kan leda till försämrad säkerhet. Ett exempel på detta är införande av kravet på säkerhetsbälte i bilar som förutom den avsedda säkerhetsförbättringen även påverkade våra riskbeteenden där en ökad känsla av säkerhet kan få oss att köra fortare (t ex Janssen, 1994). Ett system är heller inte statiskt utan förändras kontinuerligt baserat på exempelvis ledningsbeslut. Därför leder inte heller fler barriärer alltid till ett säkrare system. Det är därför viktigt att alltid försöka förstå både de avsedda och icke avsedda effekterna av att implementera en säkerhetsåtgärd (Besnard & Hollnagel, 2014; Carayon et al., 2015).

Intervjuer vid anläggningarna gav ibland en internationell utblick om acceleratoranläggningar där två filosofier kring anläggningarnas hantering av användare kunde skönjas. Den ena filosofin lämnade stort utrymme för användare att interagera med anläggningens system. Den andra filosofin gav betydligt striktare förutsättningar för användarnas interaktion, där moment istället lyfts ut till att hanteras av den fasta personalen eller automatiserade system. Det kan vara säkerhetsförhållanden som inte förväntas hanteras av användarna, t ex olika larm som ska hanteras av personalen och inte användaren. Den senare filosofin minskar utbildnings- och träningsmängden för användaren och underlättar även när användarna har olika bakgrundskunskaper. Exempelvis beskrivs i intervjuerna att när man flyttade verksamheten från MAXLab till MAX IV har man också gått mot en filosofi som ger mindre utrymme för användaren att interagera med tekniken. Grundtanken i uppbyggnaden av MAX IV var att det ska vara svårt för en individ att göra fel.

4.1.4. Säkerhetskultur

Säkerhetskulturen uttrycktes i flera intervjuer vara en stor utmaning när det gäller säkerhetsarbete vid en anläggning. Hale (2000) definierar säkerhetskultur som 'de attityder, övertygelser och uppfattningar som delas av naturliga grupper och som definierar normer och värderingar, vilka bestämmer hur de agerar och reagerar i relation till risker och system för riskkontroll'. Ett stort antal tillfälliga användare (eller entreprenörer) kan ge upphov till instabilitet i säkerhetskulturer vilket gör det viktigt för en anläggning att arbeta med sin säkerhetskultur men också att kunna uttrycka för användare och entreprenörer vilken säkerhetskultur som man strävar efter vid anläggningen (Ek, 2014).

Vid en anläggning blandas personal med många nationaliteter, där människor avspeglar de säkerhets- och arbetskulturer som de kommer ifrån. En informant argumenterade att detta ställer stora krav på att skapa en "konsekvent säkerhetskultur". Informanten, som arbetat på flera liknande forskningsanläggningar i världen, menade att det historiskt funnits anläggningar där den förhärskande laboratoriekulturen var sådan att man premierade snabba lösningar på problem snarare än säkra lösningar på problem. I en god säkerhetskultur ska det vara berättigat för människor att stoppa arbetet om det blir osäkert, att kunna uppmärksamma säkerhetsproblem och att se till att det sker ett lärande från nära-missar och olyckor. Informanten menade att utifrån sådana ansatser måste det etableras tydliga förväntningar på personal, men också på användare och entreprenörer på en anläggning. Anläggningarna måste ha program för hur man gör detta och ha personer som arbetar aktivt med det.

En informant lyfte fram att säkerhetskulturaspekter måste inkluderas i den säkerhetsutbildning som ges vid en anläggning, eftersom dessa kan vara mindre framträdande i besökarnas medvetande. Det är dock inte helt tydligt hur man från anläggningarnas håll förmedlar kunskap om säkerhetskulturaspekter.

Kärnvärdena borde vara att säkerhet är allas ansvar; god vetenskap är också säker vetenskap. Säkerhetsträning och utbildning bör ses som kritiska för forskning och utbildning. En god säkerhetskultur är nödvändig för att kunna implementera en verklig riskreduktion vid ett laboratorium och att ha diversitet och flexibilitet i ansatser och metoder är en nödvändig del i olika organisationers säkerhetsplaner (Czornyj et al., 2018).

Användning av förebilder sågs som ett framgångsrikt sätt att visa hur man ska bete sig korrekt inte bara när det handlar om tekniska aspekter på säkerhet, utan även om attityder och beteenden. Ett exempel på viktiga förebilder som lyfts fram av informanter är de personer som tar emot användarna vid strålrören. Det beskrevs i en intervju att en användare som kommer till anläggningen aldrig ska vara helt utelämnad till sig själv utan de ska knytas till en kontaktperson som användaren lätt kan fråga om det behövs. Oftast är denna kontaktperson en av tre till sex personer som arbetar kring det strålrör eller instrument som experimentet ska utföras vid. Detta betyder också att dessa personers utbildning, attityder och personligheter är centrala för god säkerhet. Personerna sågs som mycket viktiga för att sätta en standard och några informanter argumenterade att dessa kunde vara mer effektiva för ökad säkerhet än utbildningar. Förutom anläggningens fasta personal är den ansvariga i användargruppen för det specifika experimentet starkt bidragande i att forma en säkerhetskultur i relation till laboratoriearbete. Saknar den ansvariga förståelse för de faktorer som påverkar riskerna med experimentet är det svårt att motivera andra att följa säkra arbetsprocedurer (Czornyj et al., 2018).

4.2. Vad är utbildning och utbildningsverksamhet?

I arbetet för säkerhet vid anläggningar med strålningsrisker utgör utbildningsverksamheten för säkerhet en viktig komponent. Den förhärskande idén om säkerhetsutbildning vid den studerade typen av forskningsanläggningar tycktes vara någon form av kurs, antingen klassrumsbaserad eller digital, som en användare genomgår precis före användning av anläggningen. Såväl andra former som tidpunkter är emellertid möjliga att använda i syfte att forma individers (användares) kompetenser.

Som nämnts tidigare i avsnitt 4.1.3.2 kan anläggningarna beskrivas som komplexa sociotekniska system. Det kan därför vara svårt att tydligt avgränsa vad som egentligen är ”utbildning”. Istället finns det överlapp (eller valmöjligheter) med andra aktiviteter eller lösningar. I denna rapport används uttrycket ”utbildningsverksamhet”, syftandes till insatser verkande mot de människor som ingår i systemet, avsedda att utveckla dessas individuella eller samlade förmågor eller potential, helt eller delvis motiverade med att de relaterar till säkerheten vid en anläggning. Det behöver således inte bara vara fråga om arrangerande av vad som traditionellt ses som ”kurser” (eller någon annan typisk form av utbildning). Vi ser därmed på utbildningsverksamhet på ett något bredare sätt än man vanligen

tycks göra på de studerade anläggningarna. Det finns dock personer på de studerade anläggningarna som även de tolkar utbildningsverksamhet brett. Exempelvis beskrevs av informanter att förutom att designa anläggningen på ett säkert sätt är också tanken att de anställda, framför allt de som tar emot användarna på strålrören, ska bidra till en säker anläggning. Om man som användare alltid får hjälp och stöd i arbetet på anläggningen finns det ett mindre behov av egen kompetens än om man ska klara av att genomföra experimenten helt själva. Sådant stöd på plats kan också utgöra en form av utbildning. Ett annat exempel på ett större lärandeperspektiv på vad som skapar säkerhet i en anläggning lyftes av en informant, som i vad som kan ses som ett säkerhet II-perspektiv (Hollnagel, 2014) menade att varje dag när man gör någonting och gör det rätt så är det utbildning. Det informella lärandet är också ett kompetensskapande i vardagen. Ett säkerhet II-perspektiv lyfter fram att organisationer bör lära från de saker som går rätt och inte bara som traditionellt gjorts inom säkerhetsområdet lära sig från fel och misstag. Att lära också från det som går rätt leder till att det skapas fler lärtillfällen både för individen och organisationen (Hollnagel, 2014).

Ett sätt att förstå den gränslöshet som utbildningsverksamheten kan tyckas ha inom de sociotekniska system som anläggningarna utgör är att analysera det hela genom Simons (1996) hierarkiskt uppbyggda designmodell. Enligt denna bör en design ytterst ha ett syfte, som är ändamålet med det som designas. Detta syfte bör sedan översättas till eller uttryckas i termer av någon partitionering i olika funktioner, som ifall de är uppfyllda innebär att syftet kan sägas vara uppfyllt. Varje abstrakt funktion behöver sedan ges en konkret form, som innebär ett praktiskt realiserande av funktionen. Simons modell (1996) poängterar att många olika designlösningar vanligen kan uppnå samma syfte, både genom olika uppdelningar i funktioner och – för var och en av dessa – olika konkreta lösningar på *form*-nivå. I linje med detta kan stärkande av säkerhet (det yttersta syftet) uppnås på en mängd olika principiella sätt, som i sin tur kan realiseras på många olika vis. I sammanhanget bör påpekas att samma konkreta skeende (på ”form”-nivån med Simons terminologi) så klart samtidigt kan uppfylla olika funktioner och syften. Exempelvis kan det praktiska förevisandet vid strålrör och experimentstationer som lokal personal arrangerar för användarna fungera som såväl säkerhetsutbildning (genom att utveckla relevant kompetens), praktisk handhavandeutbildning, samt säkerhetskulturstärkande aktivitet (ifall regelefterlevnad poängteras och säkerhetsöverväganden tydliggörs). Oavsett hur utbildning definieras i en viss organisation är det viktigt att analysera och planera den i sitt sammanhang, för att uppnå avsedda syften. Det är också angeläget att den flexibilitet som här pekats ut inte mynnar ut i oklarhet om ansvar eller att kritiska funktioners genomförande faller mellan stolar. Även om de ändamålsenliga designalternativen är många bör en enskild lösning väljas och tydligt implementeras och kommuniceras.

4.2.1. Designval av metod och tidpunkt för utveckling av kompetens

Förenklat gäller att när ett säkerhetsmotiverat kompetensbehov identifierats så kan detta kanaliseras till tre olika saker: det kan hanteras av en säkerhetskurs, av någon annan form av kurs, eller av någon annan form av aktivitet som inte är en kurs men som utvecklar kompetensen. Vid val av metod för utveckling av specifika kompetenser är tiden för när dessa kompetenser behövs en relevant parameter. När *bör* respektive *måste* viss kompetens vara uppnådd? Vissa kurser eller andra aktiviteter måste kanske vara avslutade en tid före en användares eller entreprenörs vistelse vid en anläggning. Andra kompetenser behövs inte förrän individerna är på plats på anläggningen. Möjliga samordningsvinster med andra aktiviteter än säkerhetsutbildning kan självfallet också beaktas. En ytterligare aspekt i sammanhanget är kursers (eller examinationers) giltighetstid. Somligt måste repeteras eller upprepas. Kurser för användare verkar generellt ha en giltighetstid på ett år. Man skulle kunna tänka sig att giltighetstider för vissa teoretiska grundkursinslag kan vara längre än för vissa konkreta, lokala detaljer (t ex larm och säkerhetsskyltning). Därmed kan repetitionsutbildningar göras oftare för bara en delmängd av vad individen behöver, vilket sparar tid och resurser. Denna tidsaspekt måste också beaktas i planerandet och utformandet av en utbildningsverksamhet.

4.3. Kompetens och kompetenskrav

4.3.1. Kompetenskrav för användare och personalgrupper

För att bygga upp en utbildningsverksamhet behöver man svara på frågan om vad olika grupper som vistas och arbetar vid en anläggning behöver kunna och vilken kompetens de behöver ha. Det är därmed viktigt att analysera kompetenskrav för olika funktioner och arbetsuppgifter. Detta är i linje med IAEAs rekommendationer för kärnkraftsbranschen, enligt vilka säkerhetsorganisationen ska dokumentera kompetenskrav för varje position, samt utforma utbildning baserat på dessa kompetenskrav (IAEA, 2008).

4.3.1.1. Olika former av kompetens

För att kunna bidra till säkert fungerande anläggningar behöver individer som vistas där säkerhetskompetens. Det innebär att deras beteenden måste anpassas efter omständigheterna, så att de gör vissa saker på vissa sätt och samtidigt undviker att göra vissa andra saker över huvud taget eller på felaktiga sätt. Som grund för att kunna uppnå detta behöver varje individ vissa kunskaper och förmågor, och även vissa värderingar och attityder. En individs samlade kunskaper, förmågor, värderingar och attityder kan ses som grunden för individens *kompetens*, dvs förmåga

att agera i ett visst sammanhang. Anläggningars säkerhetsutbildningar syftar till att utveckla eller säkerställa adekvat individkompetens.

Att rätt kunna utföra en uppgift eller hantera en situation ställer alltid krav på kompetens. Kompetens kan definieras som en individs eller grupps förmåga i förhållande till en viss uppgift eller situation (Försvarmakten, 2013). Tre perspektiv på kompetens bör särskiljas: föreskriven, formell och faktisk, där den senare är individens samlade förmåga att lösa en uppgift. Med föreskriven kompetens menas den som officiellt sägs behövas för att lösa en uppgift. Formell kompetens är sådan kompetens som individen (ska ha) bevisat sig ha vid formellt arrangerad utbildning. I de anläggningar vi har besökt ligger fokus mycket på att tillse föreskriven kompetens hos användarna och i mindre grad på att testa faktisk kompetens. Den faktiska kompetensen är i sammanhanget helt central. Om utbildning sker i verklighetsnära miljö kan en uppfattning om individens uppnådda förmåga och vilka förmågor som behöver utvecklas erhållas.

En individs förmåga till situationsadekvat beteende beror av individens kunskaper för att uppnå medveten analys av situationen tillsammans med individens automatiserade responsmönster för hantering av aspekter som inte fordrar medveten analys (Rasmussen, 1983). För säkerhetskritiskt beteende är individens konceptuella förståelse central, eftersom denna avgör individens förmåga till situationsuppfattning och analys av val för handling (Weick, 2011). Den grad av expertis som bör eftersträvas beträffande förmåga till säkerhetsrelevant beteende fordrar att individen drar erfarenheter av situationen som utvecklar avancerad kunskap (Rasmussen, 1983) som medför utvecklandet av automatiserade responser (Logan, 1988) som kan frigöra mental kapacitet till medveten problemlösning (Moors & De Houwer, 2006; Rasmussen, 1983).

4.3.1.2. Utvärdering av kompetens

Det finns en mängd olika sätt att arbeta med att identifiera olika kompetenskrav. Exempel är att analysera en anläggnings design (utformning och konstruktion), analysera krav och rekommendationer från SSM och IAEA, och att översätta riskanalyser och riskbedömningar för en anläggning. Vidare bör en anläggning utvärdera sina förekommande kompetenskrav efter utförda händelsestyrda uppdateringar, t ex efter modifiering av anläggningen eller efter en inträffad incident eller olycka, då detta kan ha ändrat kunskapen om vilken faktisk kompetens som behövs. Använder man sig av en kompetensmatris bör den regelbundet revideras för aktualitet och relevans. Revisionen bör omedelbart påverka även innehållet av berörda kurser inom utbildningsverksamheten, så att dessa också anpassas till ändrade omständigheter och nya insikter.

Kompetensen måste säkerställas hos personal som tillfälligt befinner sig och arbetar på en anläggning (IAEA, 2015). Strukturerade utvärderingsprocesser behövs för att identifiera kompetenskraven för olika uppgifter (t ex utförda av en entreprenör eller användare) på en anläggning. Under vissa omständigheter behöver man också specificera kompetenser och krav som är specifika för en anläggning

och att de ska vara uppfyllda innan entreprenören eller användaren tillåts arbeta på anläggningen. Detaljnivån av utvärderingsprocessen är beroende av typ av anläggning och vilket arbete som ska utföras.

Vid framtagning av kurser inom kärnkraftsområdet utgår man från utbildningsprocessen Systematic approach to training (SAT). Vid användande av SAT för att analysera de kompetenser och färdigheter som behövs för att klara en viss arbetsuppgift utgår man från ett riskklassificeringssystem och fokuserar på sådana arbetsuppgifter där man bedömer att risker är involverade. Sådana arbetsuppgifter delas upp i färdighetsorienterade uppgifter (task based activity) och kunskapsorienterade uppgifter (knowledge based activity) (KSU, 2018a). Ett exempel kan ges utifrån en färdighetsorienterad arbetsuppgift som inkluderar risker (skifta matarvattenpump i ett kärnkraftverk) (KSU, 2018a). Utifrån arbetsuppgiften analyseras alla steg som måste genomföras för att utföra arbetsuppgiften. Är det ett nytt system eller en ny arbetsuppgift så är det oftast konstruktörerna eller motsvarande som har skrivit arbetsinstruktionerna. I analysen screenas utifrån arbetsuppgiften svaren på frågorna varför, vad, när, hur, och vem? Därefter identifieras alla ingående deluppgifter med utgångspunkt från de kognitiva, psykomotoriska och affektiva områdena. Varje deluppgift analyseras alltså utifrån tre områden: vilken kunskap behövs, vilken färdighet behövs (vad ska man kunna göra) och vilken inställning behövs (attityder). När kraven på kunskaper, färdigheter och attityder fastställts påbörjas designsteget där själva utbildningsmålen tas fram för varje kunskapskravområde.

I många fall måste en anläggning arrangera lämplig träning och utbildning för att försäkra sig om att kompetenskraven uppfylls. Utvärderingsprocessen handlar alltså om att göra en gap-analys där en individs kvalifikationer och kompetenser jämförs med för anläggningen önskade kvalifikationer och kompetenser. Strålskydd och strålsäkerhet relaterat till entreprenörer och användare är särskilt viktigt att beakta och kan kompliceras av kommunikationssvårigheter och att det finns ett längre avstånd till den riktiga arbetsgivaren. Viktiga faktorer att tänka på gällande dessa grupper är träning och utbildning, hälsoövervakning, säkerhetskultur och användning av skydds- och säkerhetsutrustning (IAEA, 2015).

Inventeringen av kompetenskrav bör omfatta alla processer, utrymmen och befattningar. Det innebär t ex att användarnas ansökan om stråltid också bör analyseras, för fastställande av vilken säkerhetsrelevant kompetens som erfordras. Ett exempel är vad en användare behöver kunna och behärska beträffande riskanalyser och för att kunna genomföra en tillförlitlig riskbedömning av sitt föreslagna experiment. I vilken mån tar anläggningens samlade säkerhetssystem ställning till den riskinventering och riskanalys som användaren gjort?

För en anläggning är det lämpligt att ha en samlad översikt över för vilka olika kunskapsområden det finns identifierade kompetenskrav, samt definitioner eller specifikationer av dessa kompetensprofiler. Detta kan ses som en dokumentation av den mänskliga komponentens roll i anläggningens samlade säkerhetssystem.

En sådan översikt kan fungera som en karta över de säkerhetsmotiverade ämnesområden och kompetenser, liksom på vilka nivåer, som behöver finnas hos användare och personal. Utifrån en sådan kartbild kan en matris över anläggningens behövda säkerhetsrelaterade kursutbud utformas.

4.3.1.3. Individer kan uppnå kompetens på olika sätt

Beträffande kompetens i form av förmåga att uppvisa adekvata beteenderesponser i särskilda situationer är det viktigt att beakta att olika individer kan nå samma kompetens på mer eller mindre olika sätt. En viss kompetens som i termer av observerbar responspotential kan se likadan ut för en yttre betraktare behöver inte ha identisk representation inom olika individer som besitter kompetensen. Detta kan jämföras med vad som uttrycks ovan om Simons (1996) designmodell, som visar att samma syfte (responspotential) oftast kan uppnås på en mängd olika sätt (funktions- och formlösningar). Den pedagogiska utmaning som följer av att olika individer kan ha mer eller mindre olika inre personliga strukturer som kan resultera i (praktiskt taget) identisk kompetens hanteras vanligen genom att viss abstraktion används i definierande av och dialog kring behövda kompetensgrunder, så att viss variation kan tillåtas och hanteras så länge rimligt uppfyllande av kravkriterier kan sägas uppnås.

4.3.1.4. Anpassning till var på anläggningarna

Kompetenskraven kan se olika ut beroende på vid vilken del av en anläggning man ska arbeta (exempelvis experimentstation). Om arbete utförs i ett område med inga eller minimala implikationer för strålskydd och säkerhet behöver individen minimal kunskap om strålskydd och därmed bara ges väldigt basal information om eventuella försiktighetsåtgärder som måste följas när man är i anläggningen. Däremot kan användare eller entreprenörer som ska utföra operativt arbete i kontrollerade områden som också är associerade med komplexa uppgifter behöva ges träning i försiktighetsåtgärder, användandet av personlig skyddsutrustning, samt kunskaper om procedurer. Exempelvis har MAX IV olika e-utbildningar för de olika strålrören som användarna ska genomföra innan experimenten utförs.

4.3.2. Exempel på kompetensområden i säkerhetsutbildningar

Detta projekt har identifierat många existerande och föreslagna kompetensområden eller kategorier för säkerhetsutbildningar, som exempelvis: strålsäkerhet, elsäkerhet, gassäkerhet, brandsäkerhet, utrymningskunskap (t ex skyltar, larmsignaler

och återsamlingsplatser), tillträdesområden, kunskap om hur avsökningar fungerar, den del av PSS¹ som användare bör känna till, kunskap om skyltar och signaler (ej utrymning), fallrisker, kontaktpersoner och telefonnummer vid beredskap, lokala föreskrifter, orientering om verksamhetsskydd (security) och hur hantering av experimentprover bör gå till.

I litteratur kring säkerhetsutbildningar för laboratoriearbete eller inom kärnkraftsområdet finns också exempel på vad som kan vara relevanta kompetenser, lärandemål eller lärandemålskategorier för anläggningar. IAEA (2015) ger ett exempel på ämnesinnehåll i grundläggande kurs riktad till ambulerande personal: kunskap om olika typer av och källor till strålning, stråldoser och enheter, radioaktivt sönderfall, exponeringar (akuta och kroniska), strålningens effekter på kroppen, lagar och krav tillämpliga på individens arbete i en anläggning, specifika regler för tillgång till övervakade och kontrollerade områden, mätutrustning för strålning och förorening, metoder för stråldoskontroll, individuellt och kollektivt beteende (inkl vid nödsituationer) samt säkerhetskultur. IAEA (2008) menar att träningsprogram för operativ personal ska ge en grundlig förståelse för de basala principerna hos den nukleära teknologin, nukleär säkerhet och strålskydd, samt designkrav och den teoretiska basen för reaktoranläggningen och dess användning. Vidare bör direkt operativ personal också behärska effekterna av exponering för strålning och de tekniska och administrativa möjligheter som krävs för att undvika strålning och hålla strålningsexponering så låg som möjligt.

IAEA (2015) rekommenderar att lärandemål för säkerhetsträning väljs så att de är konsistenta, klart artikulerade, och understryker säkerhetsprinciper i stället för specifika säkerhetsregler. Czornyj et al. (2018) rekommenderar också emfas på säkerhetsprinciper i utbildningar. De menar att utbildnings- och träningsmaterial för laboratoriesäkerhet ofta saknar specifika exempel eller verklighetsnära scenarion. Materialet kan ofta uppfattas vara irrelevant och träningen vara till för att efterfölja säkerhetsregler och krav men inte öka kunskapen om säkerhetsprinciper. Förmågan att kunna utföra en riskvärdering och ge förslag på riskreducerande åtgärder ställer krav på kunskap om principer för god säkerhet. Ett lärandemål i en laboratoriekurs kan vara att kunna identifiera riskkällor som är associerade med specifika protokoll och experimentprocedurer, vilket utvecklar skicklighet i riskbedömning Czornyj et al. (2018). Att engagera kursdeltagare i denna typ av säkerhetspraktik kan också bidra till utvecklandet av en god säkerhetskultur.

I projektet har ytterligare områden relevanta för kompetenskrav och lärandemål identifierats, även om de inte explicit har uttryckts av informanterna. Eftersom individerna som verkar vid säkerhetskritiska anläggningar utgör komponenter i komplexa sociotekniska system (se ovan, avsnitt 4.1.3.2.), är det viktigt att de har redskap för att förstå kritiska aspekter av hur människor fungerar, både enskilt, i samverkan med varandra, samt i samspel med tekniska delar av systemen. Exem-

¹ PSS - personliga säkerhetssystemet

pel på kompetens i denna kategori kan vara grundläggande human factors-kunskap² (exempelvis människors fungerande under olika omständigheter såsom stress eller sömnbrist), människa-maskin-interaktionsprinciper, kunskap om grupprocesser, teamarbetsteori, och kommunikationskunskap - både inom användarforskargruppen och med lokal personal.

4.4. Design av utbildningsverksamheters kursutbud

Efter att kompetenskrav eller kompetensprofiler för olika funktioner och arbetsuppgifter identifierats och formulerats kan paket av kompetenser som motsvarar de identifierade behoven designas. Exempelvis identifieras tematiska moduler av kompetenser inom olika ämnesområden och på olika nivåer, vilka kan vara relevanta för flera olika grupper. Modulerna kan sedan ordnas i en rekommenderad progression för utveckling av kunskap och kompetens hos en individ. En uppsättning dylika moduler kan vara ett mellansteg på vägen mot definition av faktiska kurser.

Det är viktigt att skilja på identifierade kompetenskrav och utformning av kursutbud. Det kan finnas ett gemensamt, basalt kompetenskrav (vissa kunskaper) som alla som vistas vid anläggningarna måste uppfylla, till vilka sedan olika ämnesområden kan läggas, med olika djup beroende på vad individen ska göra. Detta måste emellertid inte speglas rakt av i kursutbudet. Det är möjligt att ha mer än en ingång till utbildningsutbudet (grundkurs/-er), så att olika målgrupper (med olika förkunskaper och förutsättningar) kan erbjudas olika alternativ. På så vis kan en hög grad av anpassning till individen erhållas, vilket kan gynna såväl effektivitet som motivation.

4.4.1. Tillgång till expertis inom säkerhet och pedagogik

För att utforma utbildningar behövs personal som har kompetens inom det område som utbildningen eller kursen ska omfatta. Då de studerade anläggningarna är unika, är det ofta just personal på dessa anläggningar som har den specifika kompetens som krävs för att avgöra vissa delar av kompetensbehovet och därmed kursinnehåll. Därmed har anläggningarnas experter, t ex strålsäkerhetspersonal, viktiga roller beträffande att sätta upp kompetenskrav, lärandemål och rekommendera visst kursinnehåll. På MAX IV är det de med sakkompetens inom ett visst område, t ex strålsäkerhetsteamet, som tar fram den e-utbildning med PowerPointbilder och testfrågor som används i deras generella säkerhetsutbildning för användare.

² Human factors (eller ergonomi) är den vetenskapliga disciplin som fokuserar på att förstå samspelet mellan människor och andra element i ett system, och är det tillämpningsområde som använder teori, principer, data och metoder för design i syfte att optimera människors hälsa och välbefinnande och systems prestanda (IEA, 2018).

För att organisera och genomföra utbildningsverksamheten fordras det även andra former av kompetens och expertis. Det behövs personal med adekvat kompetens inom t ex pedagogik, didaktik och utbildningsplanering, för att kunna utföra sådant som planering, förberedelse (inklusive utformning av material) och genomförande av kurser. För organisationer som vill utveckla ett framgångsrikt lärande för säkerhet måste det finnas organisatoriska, tekniska och pedagogiska förutsättningar för detta (Bagerius, 2013). Inom organisationen måste det finnas långsiktiga strategier och en hög pedagogisk medvetenhet som gör att det skapas drivkraft och engagemang för lärandet. Organisationen måste ha resurser för att utveckla, genomföra och underhålla olika lärsituationer, liksom erbjuda pedagogisk fortbildning för lärare (Bagerius, 2013).

Informanter gav några goda exempel på hur vissa anläggningar arbetar med att kompetensutveckla sina lärare/instruktörer. Exempelvis beskrivs hur säkerhetsavdelningen vid en forskningsanläggning hade tillgång till en ”instructional designer”, som bl a arbetade med framtagning och utformning av undervisningsmaterial för e-lärande. Generellt uttryckte informanterna att det skulle vara positivt att ha tillgång till en pedagog, men att det saknades resurser för detta. Det är oklart ifall någon bedömning eller beräkning av kostnad och nytta hade gjorts angående pedagogiskt utbildad personal i anläggningarnas organisationer. Det är mycket troligt att utbildningsexpertis hade kunnat tillföra ett värde inte bara för säkerhetsavdelningar, utan även i relation till andra aspekter av anläggningarnas verksamheter.

5. Planering och genomförande av säkerhetskurser

Detta kapitel går från den mer övergripande nivån i kapitel fyra där säkerhetsutbildningsverksamhet diskuteras till en mer konkret nivå av enstaka, faktisk kurs. Kapitel fem syftar till att framhålla viktiga aspekter i en individs lärande som är av relevans för design av läraaktiviteter i utbildningar. Utifrån detta diskuteras sedan hur kurser kan designas, genomföras och examineras.

5.1. Från kompetenskrav till lärandemål

Lärandemål, intended learning outcomes på engelska, innebär uttryck för målsättningar rörande individens kunskaper och färdigheter efter genomgångna pedagogiska processer (Allan, 1996; Gagné, 1984). Sådana målsättningar i termer av kunskaper och färdigheter utgör formuleringar av kompetensgrunder; den individ som besitter vissa kunskaper och färdigheter kan antas ha vissa nödvändiga (men kanske inte tillräckliga) grunder för en viss kompetens (Allan, 1996; Harden, 2002). Därmed kan lärandemål, i form av målsättningar för individens lärande i pedagogiska processer, ses som ett gränssnitt eller en brygga mellan å ena sidan kompetenskravprofiler och å andra sidan planering och genomförande av läroprocesser ämnade att utveckla den avsedda kompetensen hos individer. Med andra ord kan lärandemål sägas ta vid när kompetensprofiler definierats och kurser ska utformas. Lärandemål är således mer än bara ett verktyg att använda i planering och genomförande av kurser, utan utgör rent av själva idén med kurser; en kurs bör främst definieras i termer av dess avsedda lärandemål (Hussey & Smith, 2003).

Lärandemål är alltså översättningar av kompetenskrav, och kan omfatta sådant som kunskaper, färdigheter och attityder. Dessa begrepp kan ibland bytas mot snarlika motsvarigheter; kunskaper kan ibland uttryckas som konceptuell förståelse, färdigheter kan motsvaras av beteenden, och attityder kan vara nära förknippat med motivation och organisationskultur. När en kurs definieras i termer av lärandemål kan dessa fylla flera funktioner; som designkriterier vid praktisk planering och genomförande av kurser, som måttstock för undersökning av måluppfyllelse, och som yttre gränssnitt för kursen i relation till andra kurser och – inte minst – till möjliga tillämpningssituationer (Allan, 1996; Johnson Jr, 1967). För att ha rimligt generaliserbar tillämpbarhet uttrycks avsedda lärandemål lämpligen med en viss grad av abstraktion. Detta är i linje med att de resultat som faktiskt uppnås av olika deltagare i en viss kurs kännetecknas av ekvivalens med lärandemålen.

Försvarsmakten (2013) lyfter fram fyra samspelande kunskapsformer: fakta, förståelse, färdighet och förtrogenhet. Faktakunskap är kunskap om sakförhållanden. Förståelse, som är en teoretisk kunskapsform, handlar om att förstå meningen med saker och ting och hur de hänger samman i en särskild kontext. En färdighet, som

är en praktisk kunskapsform, är när vi har insikt om hur något ska göras och att det är genomförbart. Den fjärde formen, förtrogenhet, är förmågan att handskas med ett visst fenomen och veta vilka konsekvenser som olika åtgärder kan medföra. Förtrogenheten kan utvecklas i praktiska handlingar. Dessa kunskapsformer är relevanta både vid bestämmande av lärandemål och vid utformning av kurser avsedda att stödja lärande på väg mot dessa lärandemål.

Vid formulering av lärandemål kan med fördel flera kompetenskrav klustras ihop till ett lärandemål vilket ger ökad flexibilitet i pedagogiskt handlingsutrymme (KSU, 2018a). Vid formulering av lärandemål kan man samtidigt testa om målet är realistiskt genom att formulera en examinationsfråga med tillhörande svar. Svaret kan användas till att bedöma om lärandemålet är uppfyllt (dvs man förbereder samtidigt frågor till examinationsmomentet). Lärandemålen sorteras och grupperas till en logisk följd vilket leder till en struktur för de blivande kursaktiviteterna (helhet och delar).

I de intervjuer som genomförts inom projektet har en rad historiska, befintliga eller möjliga framtida läraaktiviteter i utbildningar presenterats av informanterna. Det är emellertid ofta oklart huruvida eller i vilken mån informanterna tydligt särskiljer avsedda kunskapsformer, avsedda lärandemål, uppnådda lärandemål och själva innehållet i kursen (t ex undervisningsmaterial). Då en tydlig distinktion mellan dessa, med ett beaktande av deras relationer till varandra, är av vikt för en funktionell utbildningsverksamhet (Allan, 1996; Hussey & Smith, 2003) rekommenderas att organisationerna arbetar mer systematiskt med detta.

5.2. Hur individer lär sig

För att på goda grunder kunna beskriva, analysera och utveckla en säkerhetsutbildningsverksamhet behövs kompetens i form av förståelse av hur människor lär sig och hur detta lärande kan hanteras inom arrangerade lärprocesser (dvs inom utbildning) med bestämda lärandemål. För ett effektivt arbete med planering, genomförande, uppföljning och utveckling av en utbildningsverksamhet behöver alltså en verksamhet besitta och använda adekvata teorier, modeller och begrepp för lärande. Den personal som direkt eller indirekt arbetar med utbildningsverksamheten bör således ha viss kunskap kring och förståelse för pedagogiska, didaktiska och utbildningsplaneringsrelevanta fenomen³. Denna kunskap och förståelse bör ensas inom verksamheten så att viktiga begrepp ges en lokal definition som man kan förhålla sig till, för att stödja effektiv koordinering av individernas arbete. Detta gäller även mellan olika anläggningars organisationer; överensstämmelse i förståelsemodeller och begreppsapparater gynnar jämförelser och samarbete över organisationsgränser.

³ Den uppsättning begrepp, modeller och teorier som används i denna rapport är inte nödvändigtvis optimal för alla verksamheter.

Följande avsnitt berör aspekter kring individers lärande som kan anses viktiga vid utformning av säkerhetsutbildningar.

5.2.1. Vad är lärande?

Lärande innebär att upplevelser och tankar en individ har formar hur denna individ reagerar i senare situationer, dvs en erfarenhetsbaserad modifiering av individens responspotential. Det är emellertid inte säkert att en triggnande situation för en viss respons någonsin inträffar. Det kan ändå vara adekvat att tala om att ett lärande skett, ifall potentialen för respons ändrats. Att människor ständigt lär av sina intryck och erfarenheter (vilket formar kommande responspotential) medför en anpassning till den miljö individen vistas i. Denna anpassnings giltighet är emellertid tydligare för en miljö individen är van vid, och som uppvisar regularitet som belönar hågkomst av tidigare situationer. När det gäller säkerhetsrelevant kompetens vid en för individen mer eller mindre okänd anläggning kan det antas att det spontana lärandet genom individens historia inte är tillräckligt för att uppnå den önskade säkerhetskompetensen. Därför är säkerhetsutbildning av individer relevant, så att deras individuella kompetens i specifika avseenden kan stärkas eller säkerställas genom utveckling av vissa kunskaper och färdigheter med specifik, lokal relevans, som kompletterar individens tidigare kompetensbas.

Ofta tänker vi på lärande som något avsiktligt, som skapas och formas av lärsituationer som exempelvis undervisning i skolan eller deltagande i en kurs i arbetet. Sådant lärande har oftast planerats och arrangerats för att uppfylla vissa syften. Ett exempel är säkerhetsutbildningar, som arrangeras i syfte att deltagarna ska utveckla viss kunskap eller kompetens. Lärande sker emellertid hela tiden och inte bara i avsiktligt arrangerade lärsituationer. Detta kan innebära en utmaning, eftersom lärande av olämpliga eller oönskade beteendemönster och responspotentialer därmed lätt kan uppstå. Exempelvis kännetecknas mänskligt arbete av en avvägning mellan effektivitet (snabbhet) och noggrannhet (långsamhet), där det senare oftast innebär bättre säkerhet (Hollnagel, 2009). Ifall underlåtenhet att följa en omständlig säkerhetsprocedur visar sig kunna ge tidsvinst utan att vare sig negativt utfall uppstår (vid just de tillfällen som testas) och utan att omgivningen uppmärksammar regelbrottet (ibland kan det t o m uppmuntras pga att det ger tidsvinster), kan ett lärande ske som förstärker sannolikheten att liknande beteende upprepas, och med tiden eventuellt även generaliseras till andra domäner än den ursprungliga (Dekker & Pruchnicki, 2014). Risken för detta torde vara större om liknande beteende (regelöverträdelser) utförda av andra individer observeras, vilket signalerar att det är socialt acceptabelt. Det mål (det önskade tillståndet) som siktas mot är en förmåga (en responspotential), där individen undviker att utföra vissa typer av beteenden (som rimligen kan tänkas äventyra säkerheten) och utför andra beteenden – på vissa sätt – när så är befogat av säkerhetsskäl. Denna responspotential vilar på kunskaper – att individen har konceptuella förutsättningar att såväl mentalt (i fantasi) och reellt (i perception av och mental modellering av den riktiga omgivningen) särskilja och fokusera relevanta aspekter, och därmed kognitivt planera för utförande av visst beteende och undvikande av annat

(Bowden & Marton, 2004). I denna rapport diskuterar vi främst avsiktligt arrangerat lärande, men anläggningarnas organisationer bör vara medvetna om det ständiga lärande alla individer genomgår och vilka konsekvenser detta kan föra med sig.

Vid planerat, organiserat lärande arrangeras lärsituationer. Det är de aktiviteter som utförs vid lärsituationer som ger deltagarna de erfarenheter som modifierar responspotentialen. Vanliga exempel på aktiviteter vid arrangerade lärsituationer är att ta del av text, bilder eller filmer, att praktiskt se något utföras eller att göra något själv. En serie lärsituationer kan tillsammans utgöra en kurs, avsedd att stödja deltagarna att utveckla lärande i riktning mot vissa lärandemål. Framgångsrika pedagogiska processer förutsätter att individer erfar situationer där deras förkunskaper (summan av deras tidigare erfarenheter) möter upplevelser som kan utveckla (eller bekräfta och förstärka) föreställningar och beteendemönster i linje med de avsedda lärandemålen (Marton, 2014).

5.2.2. Fokus och variation i lärsituationen

Lärande etablerar neurologiska spår som modifierar organismens responspotential. I praktiken är emellertid psykologiska och beteendemässiga perspektiv på lärande oftast mer relevanta än neurologiska dito. Lärande innebär att uppleva världen på ett nytt sätt, med urskiljande av andra aspekter än före lärandet (Marton & Booth, 1997). I en viss lärsituation, arrangerad eller spontan, är det avgörande vad den lärande personens uppmärksamhet riktas mot. I huvudsak lär vi bäst det vi uppmärksammar och blir medvetna om, eftersom detta ägnas mer mental energi och vanligen kläs i någon form av konceptuell dräkt, som stödjer organisationen i minnet vilket underlättar hågkomst. Vid design eller genomförande av lärsituationer, t ex en föreläsning eller en session av e-lärande där individen interagerar med en digitalt skapad uppsättning stimuli, är det viktigt att fundera på vad som önskas hamna i den lärandes mentala fokus, samt hur detta kan åstadkommas. Detta för att styra den lärandes uppmärksamhet i gynnsam riktning för utveckling mot de avsedda lärandemålen (som vanligen konkurrerar med oräkneliga alternativa idéer som också kan etableras och läras i samma situationer – jämför ovan om det ständiga, oavsiktliga lärandet).

Enligt den så kallade variationsteorin om lärande (Marton & Booth, 1997) bygger intelligent handlande på att individen kan urskilja relevanta aspekter i en viss situation, i form av dimensioner av möjlig variation (Marton & Pang, 2006). I varje given situation erfar en individ någon uppsättning dimensioner av möjlig variation, och någon form av värden inom dessa. Vilka dimensioner av möjlig variation en viss individ kan urskilja beror på individens tidigare erfarenheter (Marton & Booth, 1997). Genom att erfara lärsituationer som får individen att uppmärksamma vissa dimensioner av möjlig variation, formas potential att i senare situationer urskilja dessa dimensioner – och eventuellt agera i relation till dem (Marton & Booth, 1997). Vid anläggningar kan exempelvis olika risker finnas i olika situ-

ationer och digniteten kan variera mellan situationer. På motsvarande vis kan individers uppfattningar av och därav beroende förmåga till uppmärksamhet av dessa risker också variera. En individ som inte är förberedd för att potentiellt uppmärksamma en viss risk kommer sannolikt inte heller göra det. Arrangerat lärande utifrån detta synsätt kretsar kring att kontrastera situationer med en viss variation och invarians för den lärande att erfara (Marton, 2006; Marton, 2014; Marton & Pang, 2006). Om den lärandes uppmärksamhet och reflektion i lärsituationer riktas mot de avsedda aspekterna, t ex relevanta faror och risker i arbetsmiljön, samt sätt att adekvat hantera dessa, så kan spår etableras som ger den avsedda förändringen av responspotential.

5.2.3. Sammanhang och mening

Lärande handlar om att utveckla kunskap. För att utveckla kunskap är individens avsikt avgörande, liksom att individen förstår lärinnehållets betydelse för sammanhanget (Försvarsmakten, 2013). Man talar om tre förutsättningar eller utgångspunkter för lärande. Den första bygger på det erfarenhetsbaserade lärandet och att det är individen som själv konstruerar kunskap. Med erfarenhetsbaserat lärande menas att vi lägger till kunskap till det vi redan vet och har erfarenhet av (Kolb, 1984). Om individen själv identifierar vad han eller hon behöver kunna har lärandet redan startat.

Den andra utgångspunkten handlar om att det behövs ett begripligt sammanhang kring det som ska läras för att meningsfull kunskap ska utvecklas hos individen. Försvarsmakten (2013) skiljer mellan fysiskt och socialt sammanhang, där det fysiska sammanhanget handlar om att utbildningen måste efterlikna det sammanhang som den ska förbereda för, t ex innehålla korrekt återgivna skyltar om anvisningar och larm på en anläggning. Det sociala sammanhanget handlar om individens samspel med andra, t ex att man med samarbete och dialog bygger upp en gemensam kunskap.

Den tredje utgångspunkten som stödjer intentionen att lära är att den som ska lära behöver förstå meningen med det som ska läras. Kunskapens mening är nära kopplad till själva sammanhanget. Det handlar om att individen själv ska kunna identifiera vad det är hon behöver lära sig. Exempelvis ses här en tydlig koppling till den riskanalys som ska genomföras när man ansöker om tid för att genomföra ett experiment där användaren ska definiera risker som kan uppstå i samband med experimentet. En sådan analys kan positivt påverka intentionen att lära och att se och förstå sammanhang och mening.

Försvarsmakten (2013) trycker också på det stegvisa lärandet, dvs för att uppleva mening och sammanhang så är det viktigt att man i lärsituationen växlar mellan helhet och delar av helheten. Lärandet sker stegvis där man börjar med ett helhetsmoment där slutmålet eller helheten kan ses, för att sedan öva på olika delar som får sin mening i detta större sammanhang. Detta är i linje med Marton & Booths (1997) syn att lärande snarast börjar med en (diffus) helhet, inom vilken lärandet

skapar urskiljningsmöjlighet för fler och (för den lärande) nya aspekter av helheten. Exempel på det stegvisa lärandet kan hittas i utbildningar riktade till driftpersonal vid kärnkraftverk. Utbildningarna handlar om förståelse för väldigt komplicerade kärntekniska processer, att träna på att förstå vad som händer och dynamiken bakom processerna. En typisk operatörsutbildning för kärnkraften kan beskrivas som en inledning med teoretiska delar med systemförståelse för ett kärnkraftverks uppbyggnad av ett stort antal system, t ex ett säkerhetssystem eller ett system med ett antal pumpar, värmeväxlar osv (KSU, 2018a). Utbildningen handlar om att förstå systemen ett i taget men med ökad helhetsförståelse. När man förstår grunderna börjar man längre in i utbildningen bygga ihop delar och varvar teori med simulatorutbildning, system för system. I slutet av en utbildning tränas helheten i en simulator med ökade inslag av scenarion utifrån verkligt operativt arbete i kontrollrum på kärnkraftverk. Man tränar normal drift, hanterar större störningar och haverier, men även områden som driftmannaskap och mötesprocedurer.

5.2.4. Motivation och medvetet lärande

Framgångsrika pedagogiska processer förutsätter att individen upplever meningsfullhet med utbildningen i stort och med varje enskilt inslag i en utbildning (Marton & Booth, 1997). Sakinnehållet i utbildningen liksom framställningen bör för målgruppen upplevas som trovärdigt och relevant. I planering och genomförande av en utbildning måste därför individernas upplevelse av relevans och motivation beaktas. Individens motivation till lärande påverkar viljan och möjligheten att ta till sig läroaktiviteter och utveckla lärande. Den som ägnar sig åt avsiktligt lärande kan ta sig an uppgiften med olika strategier. En väletablerad distinktion i fallet är skillnaden mellan ytinriktning respektive djupinriktning i lärandet (Marton, 2014; Ramsden, 2003). Ytinriktning i lärandet innebär intentionen att lära sig något så som det framställs, t ex att memorera fakta, i syfte att komma ihåg det (främst på kort sikt, t ex för att klara ett test). Djupinriktning i lärande innebär intentionen att förstå det som ska läras, och därmed komma ihåg och kunna använda det på lång sikt.

Motivationsutmaningar kan uppstå bland användare och tillfällig personal som redan uppfyller kravnivåer beträffande förmåga (eller responspotential) eftersom de redan genomgått adekvat utbildning och träning, om dessa individer ställs inför att genomgå obligatorisk säkerhetsutbildning. Av informanter i projektet exemplifierades det hur det vid en anläggning krävts att personer såg samma instruktionsfilm vid upprepade besök under en längre tidsperiod, vilket självfallet medförde låg motivation hos personerna. Det kan få konsekvenser ifall individer utvecklar negativa affekter i association till säkerhetsutbildning och säkerhetsarbete. För att optimera resursanvändningen bör anläggningar arbeta med att undersöka, bedöma och beakta individers kunskaper och förmågor före avgörande om huruvida och i så fall i vilken form en individ ska genomgå säkerhetsutbildning eller träning.

5.2.5. Tillräcklig tid för att nå långsiktigt lärande

Fundamentalt är att ändamålsenlig utbildning kräver att utbildningen får ta tillräcklig tid för att nå långsiktigt lärande hos individen. En snävt begränsad tid för genomförande av utbildning ger dåliga effekter i form av ihågkomst och framtida tillämpningspotentialer, i synnerhet om utbildningen ges vid ett enstaka tillfälle. Om utbildningen ges mer tid, med spridda tillfällen för lärandet, med viss variation och viss invarians i de arrangerade lärsituationerna (Marton, 2006), så ökar chansen att adekvata minnesspår lagras hos individen.

5.3. Design av kurser

Detta avsnitt handlar om hur kurser utformas utifrån det som tidigare presenterats om lärandemål och lärande.

5.3.1. Kurs som en process

Begreppet *kurs* används för ett flertal relaterade men separata fenomen. Ibland syftar det till en idé om en kurs, t ex en plan för en systematiskt organiserad verksamhet avsedd att utveckla deltagarnas kunskaper och färdigheter (Johnson Jr, 1967). Det är den formen av kurs som kan ges flera gånger. Ordet kurs kan också referera till ett specifikt genomförande av en sådan kurs, genom att en kurs arrangeras, t ex med information, undervisning och examination, varav vissa inslag sker vid bestämda tidpunkter. En tredje variant av kurs är den lärprocess en specifik deltagare genomgår när denne deltar i (eller genomgår) en kurs. Dessa tre varianter av kurs är nära förknippade med varandra, men perspektiven bör tydligt särskiljas. Detta kapitel fokuserar på den förstnämnda innebörden av kurs – som alltså är nära förknippad med de två senare.

En kurs är en process, som genom utförande av aktiviteter och utnyttjande av resurser avser leda till ett visst resultat. Att utforma en kurs innebär att fastslå dess syfte och mål samt planera dess tänkta genomförande. Syftet med en säkerhetskurs är att utveckla adekvat kompetens hos individer så att dessa ska kunna utföra arbete och arbetsuppgifter på ett säkert sätt i olika miljöer och situationer. Kompetensen som ska uppnås identifieras ur olika typer av kartläggningar och skapande av kompetensprofiler. Kursens lärandemål bör uttrycka de kunskaper och färdigheter som kursdeltagaren skall uppnå vilka motsvarar den avsedda kompetensen.

5.3.2. Från lärandemål till kurs

Genom att formulera och kombinera avsedda lärandemål som motsvarar identifierade kompetenskrav erhålls definitioner av kurser (eller andra former av lärprocesser) som kan arrangeras för att utveckla den behövda kompetensen.

När lärandemålen för en kurs är bestämda handlar kursplanering om att välja och arrangera lärsituationer som kursdeltagare upplever utvecklar kunskaper och färdigheter i linje med lärandemålen (Biggs, 1996). Planeringen innebär alltså att definiera lärsituationer vars genomförande innebär att de deltagande individerna stöds i sin utveckling mot lärandemålen. Nedan diskuteras några av dessa aspekter mer ingående.

Med beaktande av lärandemålen väljs antingen föreskrivna eller rekommenderade aktiviteter för deltagare ut, som troliggör att deltagarna utvecklas mot lärandemålen (Biggs, 1996). Detta kan i praktiken innebära att man väljer ut t ex teman för föredrag eller diskussionsämnen, filmer som deltagarna ska ta del av, texter som ska läsas eller övningar som ska göras. Den kritiska frågan är dock vad deltagarna upplever och gör – inte vad som presenteras för dem. Den praktiska utformningen av ett kursgenomförande bör därför kretsa kring deltagarnas upplevelser och transformation. Kursmaterial och information är i sammanhanget instrumentella; de utgör inte ändamålet. En kurs har inte nått sitt mål om lärandemålen inte är uppnådda, oavsett om vissa aktiviteter arrangerats och genomgåts eller ej (Barr & Tagg, 1995). Den behövda kompetensen vilar till stor del på individens allmänna respektive övriga professionella kunskap; mängden specifikt säkerhetsrelevant kunskap är begränsad, men bygger på integration med individens övriga och tidigare kunskaper. Eftersom förkunskaperna påverkar individens utveckling av säkerhetskompetensen måste skillnader och variation beträffande förkunskaperna beaktas vid utformning och genomförande av säkerhetsutbildningar.

5.3.3. Utformningsprocesser för kurser

I detta avsnitt presenteras två exempel på hur en utformningsprocess för att ta fram en kurs kan se ut.

5.3.3.1. Fem frågor för analys av en kurs förutsättningar

I litteraturen finns olika modeller över utformningsprocesser för kurser. Bagerius (2013) menar att man kan utgå från de fem frågorna Vad? Vem? Varför? När? och Hur? och genom dem göra en analys av en kurs förutsättningar. Vad, innebär vad kursen ska handla om och vilka kunskaper kursdeltagaren ska utveckla, t ex faktakunskaper, färdigheter eller mer abstrakta förståelser. Detta relaterar till det som tidigare i rapporten beskrivits i termer av identifiering av kompetenskrav. Vem, innebär en analys av målgruppen för kursen och vilka förkunskaper man kan förvänta sig hos dem liksom deras attityder till kursens ämnesområde. Varför, fokuserar på målgruppens behov av kursen men också för att identifiera nyttan för en organisation i stort. När, handlar om administrativa och resursmässiga aspekter såsom tidpunkten för kursens genomförande, tillgång till utbildare och kursadministratörer. Frågan Hur, handlar om att planera läraktiviteter, relevanta övningar och uppgifter, ta fram kursmaterial och utforma lämpliga examinationsformer.

5.3.3.2. Systematic approach to training (SAT)

Vid utveckling och framtagning av kurser inom kärnkraftsområdet utgår man från utbildningsprocessen Systematic approach to training (SAT) som är fastställd av IAEA (IAEA, 2000; KSU, 2018a). SAT-processen inbegriper hela processen av analys av utbildningsbehov, design av en utbildning, utveckling av utbildningsmaterial, genomförande av utbildningen samt utvärdering av utbildningens effektivitet. KSU, som tar fram utbildningar för den svenska kärnkraften, använder en översättning av IAEAs guide med anpassning till svenska förhållanden. I en senare version av guiden betonas i hög grad ledningens vikt och att ledningen är engagerad och inblandad i och efterfrågar kompetens. Man använder också en ansats som går ut på att man anpassar mängden arbete som läggs ned på att ta fram och genomföra utbildningar utifrån vilken säkerhetsgrad individerna som ska utbildas har. När man tar fram en utbildning enligt SAT börjar man med en analys av vilka kompetenser och färdigheter som behövs för att klara en viss arbetsuppgift (dvs det som presenterats i avsnitt 4.3.) och utifrån detta formuleras lärandemål (se avsnitt 5.1. för vidare diskussioner om detta). Därefter designas utbildningspaket vilka används vid genomförande av kurser. Utbildningsmaterial tas fram både för utbildare/instruktörer och för kursdeltagaren/operatören. Lektionsplaner tas fram vilka utifrån lärandemålen beskriver vad lektionen handlar om (metod, media och miljö). I detaljerade handledningar anges vilka PowerPoint-bilder, filmer och dylikt som ska visas. Fokus är även på att träna operatörernas beteende i sitt arbete kring hur man betar sig som person, hur man betar sig som grupp i utförandet av arbetsuppgiften, och hur man förhåller sig till arbetsinstruktionen och till förordningar. Utbildningspaketen ingår sedan i KSUs förvaltningsprocess där uppgiften är att föreslå och genomföra förändringar inom utbildningarna varje gång man på kärnkraftverk bygger om eller när instruktioner ändras.

5.4. Genomförande av kurser

Vid genomförande av kurser är det essentiellt att särskilja på arrangörsperspektivet och deltagarperspektivet på kursen. Den som arrangerar en kurs (lärare eller kursledare) ska organisera situationer där en eller flera deltagande individer erfar saker. Ur den individuella deltagarens perspektiv handlar det om att göra saker och dra erfarenheter som utvecklar de kunskaper och färdigheter kursen syftar till. Detta kan göras kollektivt (exempelvis via föreläsningar) eller individuellt (t ex genom självstudier eller e-utbildningar). Oavsett vilket handlar det om att den deltagande individen ska uppleva, tänka, reflektera, handla osv, styrt av de avsedda lärandemålen. Lärare eller kursledare kan hjälpa deltagare med att få till denna styrning (Biggs, 1996).

Vid arrangerande av utbildning såsom säkerhetskurser bör fokus läggas på ändamålet, dvs deltagarnas lärande, i termer av avsedda lärandemål och vägar till uppnåendet av dessa (Biggs, 1996; Hussey & Smith, 2002). Detta gäller vid såväl planering som genomförande av utbildning – ständigt fokus på deltagarnas läroprocesser, för vilka arrangerade lärsituationer och utbildningsmaterial är medel avsedda att åstadkomma visst erfärande och därmed visst lärande.

5.4.1. Kommunikation om kursers syfte och mål

Ett effektivt genomförande av en kurs vinner på en ensning av förståelse och begreppsapparat mellan personalen vid en anläggning och de som tillfälligt kommer att vistas där; det är fördelaktigt om berörda parter har likartade, åtminstone kompatibla, uppfattningar om sådant som är essentiellt för utbildningsverksamheten. Exempelvis är det önskvärt att användare och entreprenörer, som förväntas ta del av utbildning och träning beträffande säkerhet, inte har en starkt avvikande uppfattning om utbildningarnas syfte, mål och metod, jämfört med den lokala personalen i stort, och i synnerhet inte jämfört med den personal som planerar och arrangerar utbildningen. För att hantera detta anges lämpligen rationalen för utbildningsverksamheten i policytexter och liknande, kommuniceras via nätet, samt uttrycks i definitioner av och vid genomförande av utbildningar. Detta ökar chansen att kursdeltagare tillgodogör sig utbildningen på avsett vis. Om kursdeltagare och kursarrangörer har kompatibla idéer om den läroprocess (den kurs) de ska åstadkomma gemensamt blir effektiviteten och måluppfyllelsen sannolikt gynnad.

5.4.2. Kombination av utbildningsmetoder

Ofta använda utbildningsmetoder inom forskningsreaktoranläggningar är klassrumsinstruktioner, självstudier, laborationer, workshopsträning och on-the-job training (IAEA, 2008). Genom att använda en kombination av metoderna stöds kursdeltagaren i att utveckla de kunskaper och skickligheter som behövs för en arbetsuppgift (IAEA, 2008). Att alternera mellan de olika metoderna har visat sig upprätthålla deltagarnas motivation och öka deras möjligheter att lära (IAEA, 2008). Man menar också att effektiviteten hos klassrumsinstruktioner förbättras genom att använda träningsmedier som skriftliga material, ljud, video och simulatorer. Självstudier kan genomföras hemma eller på arbetsplatsen men vara guidade av en utbildare. Laborationer eller workshopsträning kan vara nödvändiga att genomföra för att försäkra säkra arbetssätt (IAEA, 2008).

För att stärka kursdeltagares upplevelse av relevans och därmed engagemang i säkerhetskurser kan exempel på faktiska riskanalyser och riskbedömningar från aktuell anläggning användas. Exempelvis kan en riskmatris över bedömda brandrisker, beskrivning av ett brandscenario, och en lista över brandfarliga ämnen förstärka lärlusten kring potentiella brandfaror och hur evakuering ska gå till.

5.4.3. E-lärande

E-lärande är och förutspås bli ännu vanligare som metod för grundläggande säkerhetsutbildningar vid anläggningar. Då kraven för människors lärande är desamma oavsett medium, är e-lärande inte principiellt skilt från annat mänskligt lärande beträffande de inre kognitiva processer som förutsätts.

En stor fördel med att använda nätet till olika läraaktiviteter är att det medger stor flexibilitet, bl a möjligheten att användare och entreprenörer kan genomföra kurser innan de kommer till en anläggning. Men det ställer också höga krav på individen som ensam ska genomföra sina läraaktiviteter på nätet. Det krävs att individen är intresserad, motiverad och har självdisciplin. Det ställer också höga krav på läraaktiviteterna som måste vara intressanta, stimulerande och få individen att reflektera över det som ska läras. Detta är aspekter som kan vara lättare att uppnå med andra utbildningsmetoder.

5.4.4. Lärperspektiven före, under och efter

En användbar pedagogisk strategi kan beskrivas utifrån lärperspektiven före, under och efter (KSU, 2018a). Utifrån en läraprocess kan före beskrivas som en teoretisk förberedelse (t ex inläsning av material). E-utbildningar kan användas att ingå i själva före-delen vilken ger förkunskaper innan kursdeltagaren anländer fysiskt till en kurs. Till utbildningen kopplas exempelvis animerade filmer, övningar med drag and drop, och skriftliga reflektioner. I under-fasen därefter sker aktiviteter av genomförande som ofta är lärarledda och inleds med någon sorts reflektion kring vad man lärde sig i före-fasen. I efter-fasen sker någon form av efterarbete t ex praktiskt utförande i simulator. Andra lärmiljöer av relevans är visualisering av data genom mätare och laborationer (KSU, 2018a).

5.4.5. Individanpassning för att nå lärandemålen

När en kurs arrangeras i form av en serie lärsituationer avsedda att hjälpa kursdeltagarna att utvecklas mot lärandemålen finns potentiellt utrymme för en viss individanpassning. Ytterst har alla individer unika förkunskaper och fallenheter, så vare sig startpunkten eller vägen mot målet kan i detalj se identisk ut för två olika individer. I linje med detta kan i allmänhet tämligen olika mängder av lärsituationer fungera för att ta kursdeltagare fram till samma lärandemål. Detta kan utnyttjas t ex genom att arbeta med olika uppsättningar av utbytbara lärsituationer som avser fungera mot samma lärandemål, kombinerat med varierat utbildningsmaterial att använda i dessa, för att möjliggöra individanpassning och för att kunna erbjuda variation och alternativ som gynnar individens motivation. Exempelvis kan olika uppsättningar presentationsbilder, som i princip kommunicerar samma meningsinnehåll, tas fram för att användas i grundläggande säkerhetsutbildning. En annan fördel med att ha varierat material svarande mot samma lärandemål att välja mellan är att repetition av kurser kan göras intressantare och mer resultat effektivt. Ifall dokumentation görs av vilken individ som deltagit i vilken kurs, i vilken version (dvs med vilka inslag och vilket material) och när, så kan individanpassad repetitions- och vidareutbildning erbjudas.

5.4.6. Upplevelseorienterad kommunikation

Upplevelseorienterad kommunikation, med användande av sinnesintryck liknande eller identiska med sådana som en faktisk episod ger, fångar ofta uppmärksamhet bättre och ger tydligare minnesspår än en abstrakt kommunikation baserad på tal eller text fokuserade kring konceptuella aspekter. Detta innebär till exempel att vikten av strålsäkerhet kan tydliggöras för kursdeltagare med hjälp av bilder eller filmer på faktiska strålskador, för att troliggöra att uppmärksamhet och motivation ska vara gynnsamma för ett i sammanhanget effektivt lärande (djupinriktning, omfattande uppmärksamhet, tydligt etablerande av såväl kognitiva som emotionella minnesspår). Effekten torde vinna på att de exempel som används har tydlig lokal relevans, dvs ifall motsvarande strålskador skulle kunna uppstå vid den aktuella anläggningen, givet vissa (måhända osannolika) omständigheter. Framlagt på det viset finns en trovärdig grund för upplevd personlig relevans för deltagarna.

5.5. Examination av kurser

Examination är en kontroll av huruvida och i vilken mån en individ uppfyller eller uppnår definierade lärandemål (Kraiger, Ford, & Salas, 1993). Det handlar om att säkerställa eller troliggöra att varje individ uppnått de avsedda lärandemålen, och därmed besitter den avsedda kompetensen som krävs för att kunna fullgöra sin roll som komponent i systemet för säkerhet.

En examination kan ha flera syften. Den lärande tenderar att anpassa sitt studiearbete till den examination som kommer att ske (Ramsden, 2003). Därmed är examinationens utformning – och kommunikation därom – av yttersta vikt för styrningen av kursdeltagares egna lärintsatser. Vidare är examinationer till för att avgöra ifall lärandemålen (och kompetenskraven) har uppnåtts. Att examinera innebär att man gör en bedömning av de studerandes faktakunskaper, färdigheter, förståelse och förtrogenhet för att avgöra om deras kunskapsnivå är tillräckligt god (Bagerius, 2013). Examinationen kan också vara ett tillfälle för djupare strukturering av kunskaper och kompetenser och för reflektion. Examination kan också användas för att ge individen insikter om sin egen förmåga, vilket kan guida individens vidare lärande samt stärka självförtroendet.

5.5.1. Formativ och summativ examination

Man skiljer mellan formativ och summativ examination. Summativ examination innebär att man examinerar retrospektivt vid kursens slut, medan formativ examination är prospektiv och sker löpande under en kurs (Bloom, Hastings, & Madaus, 1971). Den formativa examinationen blir alltså mer stödjande för kursdeltagares lärande, och hjälper deltagare att utvecklas genom att ge återkoppling om dittills uppnådda resultat. Formativ återkoppling är mycket värdefullt inom utbildning, inte minst i säkerhetssammanhang, så att individuella förbättringar och

vidare utveckling underlättas. Trovärdighet och upplevd relevans för testets form och innehåll är också av betydelse.

5.5.2. Examinationsuppgifter

Examinationsuppgifter kan vara både kunskapskontrollerande och kunskapsutvecklande (Hussey & Smith, 2003). Beroende på syfte kan frågorna alltså fokusera på fakta, förståelse eller utveckling. Exempel på faktafrågor är – Var hittar du säkerhetsinformationen? Var förvaras gasflaskorna? Exempel på förståelsefrågor är – Vilken är den potentiella energin här? Vilken typ av behållare behöver du? Var kan processen gå fel, varför? Exempel på utvecklingsfrågor är – Finns det ett inbyggt säkrare sätt att genomföra detta? Vad skulle du kunna göra mer för att undvika risker i detta moment?

För det direkta formulerandet av examinationsfrågor och val av frågetyper (flervalsfrågor, matchningsfrågor, fritextfrågor osv) finns ett flertal konkreta tips att finna i litteraturen. Exempelvis anger Försvarsmakten (2013) viktiga aspekter vid formulerandet av frågor: formulera frågan klart och tydligt, formulera frågan så att individen behöver tänka och själv formulera svaret, formulera inte en fråga så att den kan besvaras med ja eller nej (det kräver väldigt lite av individen och man kan chansa för rätt svar), samt variera sättet att ställa frågor.

Kunskapstest eller prov syftar till att undersöka ifall deltagaren förstått det utbildningen avsetts förmedla. Flervalsfrågor är en populär metod, eftersom de är lätta att rätta. Det lämpar sig tyvärr inte för test av djupare teoretisk eller konceptuell förståelse eller för att mäta förmåga till komplex problemlösning (vilket kan vara ytterst säkerhetsrelevant). Om flervalsfrågor används som testmetod ska distraktorerna (de felaktiga svarsalternativen) väljas ut med omsorg. Vidare bör ibland mer än ett alternativ vara rätt – och samtliga av dessa då väljas för korrekt svar. Eventuellt kan ett slumpvist urval från en frågebänk användas, möjligen med krav på minimiantal frågor från särskilda kategorier eller vissa obligatoriska frågor.

5.5.3. Diagnostiska test

Diagnostiska, formativa tester kan fylla flera funktioner. Dels kan de hjälpa organisationerna att utforma skraddarsydda paket av utbildningsmoduler, där användare genomgår träning som motsvarar deras specifika, individuella behov. Dels får individen själv indikationer på sina eventuella brister och svagheter av relevans för säkerhetsnödvändig kompetens, vilket kan motivera och inrikta effektiva studier mot lärandemålen och därmed mot utveckling av den avsedda kompetensen.

Logiskt är examinationen direkt kopplad till lärandemålen; det är uppfyllelsen av dessa examinationen ska mäta. Därmed är det möjligt att inleda användarens resa i

utbildningssystemet med test – antingen diagnostiska test eller faktiska examinationer. Om examinationen är adekvat utformad (reliabel och valid) och deltagaren klarar den så behöver ju inte någon kurs genomgå.

5.6. Dokumentation över genomgångna utbildningar och examinationer

För att ha överblick över vilka individer (användare, entreprenörer, personal) som har vilken säkerhetsrelevant kompetens bör någon form av central dokumentation finnas över genomgångna utbildningar och examinationer och dessas giltighetstider. En sådan dokumentation kan användas för att avgöra vem som behöver vilken kurs och när. Dokumentationen kan kopplas till behörighet och access till anläggningar. På ESRF beskrevs exempelvis att de i sina administrativa system har byggt in en kontroll av att användare verkligen har genomgått en säkerhetskurs. Om framtida användare ansöker om stråltid utan en giltig säkerhetsträning registrerad i de administrativa systemen kan denna inte skicka in den slutgiltiga dokumentation som krävs för att få tillträde till anläggningen och genomföra sitt experiment. Vid revidering av en anläggnings kompetenskrav och lärandemål för kurser kan också individer i behov av kompletterande utbildning identifieras.

6. Utveckling och utvärdering av säkerhetsutbildningar

Detta kapitel fokuserar på metoder och processer för systematisk utveckling och förbättring av utbildningsverksamheter såväl som enskilda kurser. Ofta har förbättringsarbetet gällande utbildningar och kurser sin grund i identifierade och utförda förbättringar av säkerheten på anläggningar.

6.1. Analysprocesser som bidrar till utveckling av utbildningar

Olika former av analysprocesser i en organisation bidrar till utvecklingen av en organisations säkerhet och säkerhetsarbete och torde också bidra till utvecklingen av organisationens säkerhetsutbildningsverksamhet. Exempel på sådana analysprocesser är riskanalyser, incident- och olycksrapportering, skyddsronder och säkerhetsrevisioner.

6.1.1. Riskanalyser

Under design- och byggfasen av en anläggning och dess utrustning genomförs riskanalyser som exempelvis kan fokusera på strålsäkerhet. SSM har tydliga regler och krav vad gäller strålsäkerhet som ska uppfyllas. Andra riskanalyser kan beröra kemi- och brandsäkerhet hos den utrustning som byggs upp eller har köpts in till en anläggning. Informanter på MAX IV beskrev att en screening och översättning av dessa riskanalyser är en av grunderna i deras utbildningar.

Riskanalyser bör också genomföras vid tillbyggnader och andra förändringar som påverkar riskbilden i en verksamhet och resultatet av dessa riskanalyser bör också påverka utvecklingen av utbildningarna. IAEA (2008) rekommenderar exempelvis att de behov av kunskaper och förmågor som identifieras genom genomförda förändringar i reaktorsystem, utrustning och förändringar i operativa procedurer bör användas som input till träning och utbildning. Liknande nämns i IAEA (2015) som säger att när man gör kontinuerliga uppdateringar eller översyn av olika arrangemang i arbetsmiljön för ambulerande personal (jfr användare och entreprenörer) så behöver man analysera hur dessa förändringar i arbetsmiljön påverkar arbetsförutsättningarna för denna grupp. Informanter vid MAX IV förde fram att när förändringar sker i kemilaboratoriet som används av användare så uppdateras säkerhetskurserna för att avspegla denna förändring.

6.1.2. Incident- och olycksrapportering

En annan analysprocess är analys av incident- och olycksrapporter. Kunskaper och erfarenheter från händelser vid drift både i den egna och andra anläggningar är viktiga bidrag till arbetet med säkerhet och säkerhetsutbildningar (IAEA, 2008). Kunskaper kan relatera till tekniska utrustningar, men också till svagheter som har upptäckts i operatörers utförande av arbetet, liksom till individers uppmaningar och förfrågningar om förbättringar t ex i arbetsförutsättningar och säkerhet.

Stora anläggningar inom många industrisektorer har system för incident- och tillbudsrapportering. Exempelvis har MAX IV ett rapporteringssystem som är en del av Lunds universitets incidentrapporteringssystem. En informant vid anläggningen önskade att fler incidenter och nära-missar skulle rapporteras och beskrev att man inom MAX IV tydligt försökte visa att rapportering av incidenter också ger mervärde till personalens arbetsmiljö och arbetsförutsättningar. Två anledningar till det låga rapporteraandet angavs vara att det upplevdes besvärligt och tidskrävande att rapportera samt att det fanns en potentiell rädsla för att hållas ansvarig även om inga större problem hade inträffat. Den första anledningen sågs som ett tekniskt problem som kunde åtgärdas, den andra sågs som ett kulturellt problem. Problematiken som beskrevs finns generellt i många industrisektorer. För att få ökad erfarenhetsåterföring och kunna åstadkomma ett effektivare lärande för säkerhet handlar det ofta om behov av ökad synlighet hos ledarskapet på arbetsplatser, ökat engagemang för säkerhet, förbättrad kommunikation med medarbetare, och behov av ökad rapportering av olyckor och tillbud (Gnoni & Saleh, 2017; Reason, 1997). Informanten vid MAX IV menade att man vill göra rapporteringsarbetet och lärandet för säkerhet mer synligt i verksamheten men beskrev att det är en pågående kulturförändring som tar lång tid att genomföra.

Även inom kärnkraftssektorn arbetas med erfarenhetsåterföring. Exempelvis driver KSU ett nordiskt samarbete inom Norderf (Norderf, 2018) där erfarenheter (ofta från den praktiska driften) samlas in från kärntekniska anläggningar från hela världen och analyseras till lärdomar. Varje kärnteknisk anläggning i Norden får sedan ta del av lärdomarna och tar ställning till om det är något som påverkar dem. Lärdomarna resulterar också i uppdateringar och utvecklingar av KSUs utbildningar.

6.1.3. Skyddsronder och andra säkerhetsrevisioner

Skyddsronder och andra säkerhetsrevisioner är ytterligare former av analyser för identifiering och utvärdering av risker i en verksamhet (Rainer, Kretchman, & Cox, 2000). Information och resultat från sådana ronder och revisioner är också en viktig källa till uppdatering och utveckling av säkerhetsutbildningar.

6.1.4. Återkoppling från användare, entreprenörer och utbildare

En analys som bidrar till utveckling av säkerhetsutbildningar ska även bygga på erfarenheter gjorda i praktiken av användare och entreprenörer och genom direkt återkoppling från anläggningens personal såsom utbildare i säkerhetskurser och de som är ansvariga för säkerhetsgenomgångar vid ett strålrör/instrument. Informanter vid MAX IV beskrev att när en användare har genomfört ett experiment mailas ett feedbackformulär till personen (genom deras administrativa system DUO), där återkoppling ska ges exempelvis om hur experimentet gick att genomföra, om man kände sig säker vid utförandet och om praktiska saker såsom om gästhuset upplevdes rent. I återkopplingen fås även kommentarer som relaterar direkt till MAX IV:s utbildningar. Sammantaget, med den återkopplade informationen kan behov av förändringar i säkerhetsutbildningarna identifieras.

6.2. Utvärderingsprocesser av utbildningsverksamheter

En utvärdering av en utbildningsverksamhet kan sägas bestå av två delar - dels utvärdering av de olika stegen i själva processen att ta fram utbildningar, dels utvärdering av de ingående utbildningarna och kurserna.

6.2.1. Utvärdering av processen att ta fram utbildningar

Kontinuerliga utvärderingar av säkerhetsutbildningsverksamheter kräver att det finns systematik och genomtänkta rutiner för detta. Som framställts ovan så används utbildningsprocessen Systematic approach to training (SAT) inom kärnkraften (IAEA, 2000) vid framtagning av utbildningar. SAT inbegriper hela processen av analys av utbildningsbehov, design av en utbildning, utveckling av utbildningsmaterialet, genomförande av utbildningen samt utvärdering av utbildningens effektivitet. I den sista delen av processen, dvs i utvärderingen, så ska alla aspekter av utbildningen utvärderas baserat på data insamlad i de tidigare delarna av processen. Detta ger möjlighet till återkoppling som kan leda till förbättringar i alla delar av processen att ta fram utbildningar. IAEA (2008) understryker att procedurer för implementering behövs för samtliga delar i SAT-processen för att försäkra kvalitet och konsistens. Procedurerna behöver återge vad som behöver göras i varje del av processen och identifiera ansvar och kvalifikationer hos personerna som genomför arbetet i varje del (IAEA, 2008).

6.2.2. Utvärdering av utbildningar och kurser

Utbildningar och tillhörande material ska utvärderas periodvist för att undersöka om de behöver modifieras för att bättre matcha verkligheten (IAEA, 2008). Kirkpatrick-modellen (Kirkpatrick, 2006) är en utvärderingsmodell som beskriver fyra nivåer av utvärdering av utbildning och träning. Nivå ett (Reaktion) handlar om i vilken grad deltagarna var nöjda med utbildningen och fann den engagerande och relevant. Nivå två (Lärande) handlar om i vilken grad deltagarna fick den kunskap, färdigheter och attityder som var tänkt (måluppfyllelsen). Nivå tre (Beteende) handlar om i vilken grad deltagarna kan tillämpa det de har lärt sig när de väl är tillbaka i sitt arbete efter utbildningen. Nivå fyra (Resultat) handlar om i vilken grad verksamheten fick det målresultat man ville efter genomförd utbildning och träning i form av effekter på verksamheten och 'return of investment'. Inom kärnkraftssektorn ansvarar kärnkraftverken främst för utvärderingsnivåerna tre och fyra och KSU arbetar med de två första nivåerna.

6.2.2.1. Kursutvärdering

Att utvärdera en kurs handlar om att upptäcka behov av förändringar, att säkra kursens kvalitet och att kontrollera att kursmålen har uppfyllts (Behrbom Fellsberg, 2006). En kursutvärdering innebär en bedömning av en kurs utifrån lärarnas beskrivna upplevelser, kursdeltagarnas omdömen, examinationsresultatet och om kursmålen har nåtts (Appelqvist & Arvidsson, 2004). Kursdeltagares synpunkter och omdömen om kursen fås genom en kursvärdering som görs inom ramen för en kursutvärdering. Kursvärderingar bör vara riktade mot kursdeltagarnas lärande och kursens lärprocesser och inte mot själva undervisningen eller undervisningsmaterialet (Borell & Roxå, 2004). Bagerius (2013) exemplifierar med att istället för att ställa frågan Vad tycker du om läraren? så bör man formulera frågor så att fokus riktas mot varför och hur kursdeltagarna har lärt sig, t ex I vilken utsträckning har lektionerna hjälpt dig i ditt lärande? En viktig del i en kursutvärdering är att man utifrån resultatet från kursdeltagarnas kursvärdering föreslår åtgärder som kan utföras och andra utvecklingsmöjligheter för en kurs.

KSU arbetar med kursutvärderingar med hjälp av ett digitalt hjälpmedel. Utvärderingsfrågorna avspeglar Kirkpatricks-modellens nivå ett, t ex Hur nöjd är du med kursen som helhet? och nivå två, t ex Lärde du dig något från kursen? Genom det digitala hjälpmedlet kan man följa trender i kursdeltagarnas svar i utvärderingarna. Resultaten från delprov och slutprov används också i utvärderingen. Resultaten från kursutvärderingen sammanställs i en kursrapport där även kursinstruktörens värderingar tillkommer liksom instruktörens förslag på förändringar till nästa kursomgång. De föreslagna kursförändringarna blir indata till nästa gång man genomför kursen. Kursinstruktörerna arbetar sedan med utveckling av kurserna utifrån kursrapporterna. KSUs förvaltare som nämnts i 5.3.3.2 arbetar också med utveckling av kurserna. Förvaltarna har insyn i anläggningsändringar och ombyggnader i kärntekniska anläggningar, ändringar i instruktioner och dylikt och all sådan relevant information blir också indata till nästa kursomgång.

7. Underlag som stöd för att utveckla utbildningsverksamheter

Det övergripande syftet med detta projekt har varit att ge ett konkret underlag att kunna användas som stöd för att utveckla välfungerande säkerhetsutbildningsverksamheter. Detta kapitel sammanställer kortfattat ett sådant konkret underlag. Underlaget inleds med att ange viktiga förutsättningar för en utbildningsverksamhet och efterföljs av viktiga aspekter i verksamheten utifrån planering av utbildningar och kurser, genomförande och examination samt utveckling och utvärdering av säkerhetsutbildningsverksamheter.

Viktiga förutsättningar för en säkerhetsutbildningsverksamhet

- Principerna ”safe by design” och ”användarcentrerad design” bör genomgå alla designbeslut vid utformning och konstruktion av anläggningar. Genom standardisering kan designkrav på utrustningen ställas, vilket minskar behovet av platsspecifik unik kunskap hos användare och personal. Utbildningsverksamheten är beroende av de val som görs beträffande en anläggnings utformning. Designen av en anläggning påverkar alltså krav på kompetens och blir därmed viktig för att bedöma nödvändiga kunskaper och kompetenser hos individer.
- Organisationen vid en anläggning måste ha kompetens för att förstå och hantera perspektiven människa, teknik, organisation resp sociotekniska system för att kunna minska risken för att mindre väl användaranpassade designlösningar utformas.
- Kravställare på tillståndshavares säkerhetsutbildningar (såsom SSM och IAEA) vill att utbildningar tas fram enligt systematisk metodik.
- Om ett framgångsrikt lärande för säkerhet ska utvecklas måste det finnas organisatoriska, tekniska och pedagogiska förutsättningar för detta vid en anläggning. Det måste finnas långsiktiga strategier och en hög pedagogisk medvetenhet som gör att det skapas drivkraft och engagemang för lärandet.
- För att ta fram utbildningar behövs personal som har kompetens inom det område som utbildningen eller kursen ska omfatta.
- För att ta fram utbildningar behövs personal med adekvat kompetens inom utbildningsplanering, pedagogik och didaktik för att kunna utföra planering, förberedelse och genomförande av utbildningar och kurser.
- Ansvarsfördelningen mellan en anläggning och användare resp tillfällig personal kan behöva tydliggöras i relation till användarnas och den tillfälliga personalens säkerhet och hälsa.
- Materialprover och utrustning som användare tar med sig in i en anläggning för att användas vid experiment måste kontrolleras av anläggningen. En sådan kontroll kan tydliggöra behov av utbildning t ex i lokala rutiner och regler gällande hantering av materialprover.

Planering av utbildningar och kurser

Identifiering av kompetenskrav

- En anläggnings utbildningsverksamhet behöver identifiera vad olika individer och grupper som vistas och arbetar i anläggningen behöver kompetensmässigt. Olika grupper kan vara användare, entreprenörer och personal.
- Strukturerade utvärderingsprocesser behövs för att identifiera, analysera och dokumentera kompetenskraven för olika befattningar, funktioner, utrymmen, processer och arbetsuppgifter (t ex utförda av användare eller entreprenör) på en anläggning. Utformningen av utbildningar baseras sedan på dessa kompetenskrav.
- Identifiering av kompetenskrav kan ske genom:
 - analys av en anläggnings design (utformning och konstruktion),
 - analys av krav och rekommendationer från SSM och IAEA,
 - utförda riskanalyser och riskbedömningar i en anläggning,
 - utförda händelsestyrda uppdateringar, t ex efter modifiering av en anläggning eller efter en inträffad incident eller olycka,
 - analys av unika anläggningsspecifika kompetenskrav t ex nomenklatur,
 - analys av användares ansökan om experimenttid: gällande användares bakgrundskunskap och kompetenskrav utifrån säkerhetsgranskning av föreslaget experiment

Typ av kompetens

- Grunden för en individs kompetens, dvs förmåga att agera i ett visst sammanhang, är individens samlade kunskaper, färdigheter, värderingar och attityder. Anläggningars säkerhetsutbildningar ska syfta till att utveckla eller säkerställa adekvat individkompetens.
- I en systematisk analys av kompetenskrav t ex utifrån en arbetsuppgift, identifieras alla ingående deluppgifter och analyseras utifrån tre områden: vilken kunskap behövs (kognitiva området), vilken färdighet behövs (vad ska man kunna göra (psykomotoriska området)) och vilken inställning behövs (attityder (affektiva området)). När kraven på kunskaper, färdigheter och attityder fastställts påbörjas framtagandet av utbildnings- eller lärandemål.
- Krav på lämpliga säkerhetsattityder understryker behovet att skapa en konsekvent säkerhetskultur inom en anläggning som frekventeras av användare och entreprenörer. Säkerhetskulturaspekter måste därför inkluderas i anläggningars säkerhetsutbildningar på olika sätt. Det kan handla om exempelvis teoretiska genomgångar med praktiskt applicerbara exempel, skriftliga reflektioner, samt direkta möten med operativ personal (rollmodeller) i anläggningen.
- Kompetens kan också särskiljas i föreskriven, formell och faktisk kompetens, där den senare är individens samlade förmåga att lösa en uppgift.

Exempel på kompetenser

- Kompetensområden som har identifierats i projektet av relevans för grundläggande säkerhetsutbildning eller kurser (ej uttömmande): kunskap om strålsäkerhet och strålskydd, olika typer av och källor till strålning, stråldoser och enheter, radioaktivt sönderfall, exponeringar (akuta och kroniska), strålningens effekter på kroppen, PSS för användare och entreprenörer, lagar och krav tillämpliga på individens arbete i en anläggning, tillträdesområden och specifika regler för tillgång till övervakade och kontrollerade områden, mätutrustning för strålning och förorening, tekniska och administrativa metoder för stråldoskontroll, utrymningskunskap. Fler kompetensområden av relevans rör elsäkerhet, gassäkerhet, brandsäkerhet, kunskap om hur avsökningar fungerar, kunskap om skyltar och signaler (ej utrymning), fallrisker, kontaktpersoner och telefonnummer vid beredskap, lokala föreskrifter, orientering om verksamhetsskydd (security) och hur hantering av experimentprover bör gå till. Kunskap om säkerhetskultur är centralt, om individuellt och kollektivt beteende (inkl vid nödsituationer) liksom kritiska aspekter av hur människorna fungerar under stress, i samverkan med varandra och med tekniska system.

Kompetensprofiler och matriser

- Det är lämpligt att skapa en samlad översikt eller karta för över vilka olika kunskapsområden det finns identifierade kompetenskrav, samt definitioner eller specifikationer av områdenas kompetensprofiler. Kompetensprofilerna kan vidare grupperas i olika tematiska moduler och ordnas i en rekommenderad progression för utveckling av kunskap och kompetens. Utifrån en sådan karta kan en matris över en anläggnings behövda säkerhetsrelaterade kursutbud utformas.
- Ibland behöver specifika kompetenser och krav för en anläggning specificeras, och de ska vara validerade innan användaren eller entreprenören tillåts arbeta på anläggningen.

Lärandemål

- Efter att kompetenskraven på kunskaper, färdigheter och attityder fastställts utvecklas från dessa utbildnings- eller lärandemål. Lärandemål (intended learning outcomes) är alltså målsättningar för individers lärande efter genomgångna pedagogiska processer.
- IAEA (2015) rekommenderar att lärandemål för säkerhetsutbildning väljs så att de är konsistenta, klart artikulerade, och understryker säkerhetsprinciper i stället för specifika säkerhetsregler.
- Fakta, förståelse, färdighet och förtrogenhet är fyra samspelande kunskapsformer. Dessa kunskapsformer är relevanta både vid bestämmande av lärandemål (vilken kunskapsform vill man uppnå?) och vid utformning av kurser avsedda att stödja lärande på väg mot dessa lärandemål och kunskapsformer.
- Vid formulering av lärandemål kan med fördel flera kompetenskrav klustras ihop till ett lärandemål vilket ger ökad flexibilitet i pedagogiskt handlingsutrymme. Vid formulering av lärandemål kan man samtidigt testa

detta genom att ställa en fråga och ge ett svar – svaret kan användas till att ta fram frågor för att bedöma om målet är uppfyllt (dvs man förbereder samtidigt frågor till examinationsmomentet).

Lärsituationer

- När lärandemålen för en kurs är bestämda handlar utbildnings- och kursplanering om att välja och arrangera en serie lärsituationer som kursdeltagare upplever utvecklar kunskaper och färdigheter i linje med lärandemålen.
- Framgångsrika pedagogiska processer förutsätter att individer erfar lärsituationer där deras förkunskaper (summan av deras tidigare erfarenheter) möter upplevelser som kan utveckla de kunskaper och färdigheter kursens lärandemål syftar till. Detta kan göras kollektivt (exempelvis via föreläsningar) eller individuellt (t ex genom självstudier). Oavsett vilket handlar det om att den deltagande individen i lärsituationer ska uppleva, tänka, reflektera, handla osv, styrt av de avsedda lärandemålen.
- Väl utformade lärsituationer har:
 - Fokus och variation i lärsituationen.
 - Tydligt sammanhang och mening. Det är viktigt för upplevelse av mening och sammanhang att man i lärsituationen växlar mellan helhet och delar av helheten.
 - Stegvis lärande. Lärandet sker stegvis och börjar med ett helhetsmoment där slutmålet eller helheten ses, för att sedan öva på olika delar som får sin mening i detta större sammanhang.
 - Motivation och medvetet lärande. I planering och genomförande av en utbildning måste individernas upplevelse av relevans och motivation beaktas. Individens motivation till lärande påverkar viljan och möjligheten att ta till sig läroaktiviteter och utveckla lärande.
 - Tillgång till tillräcklig tid för att nå långsiktigt lärande. En snävt begränsad tid för genomförande av utbildning ger dåliga effekter i form av hågkomst och framtida tillämpningspotentialer, i synnerhet om utbildningen ges vid ett enstaka tillfälle.

Utformningsprocesser för kurser

- Att utforma en kurs innebär att fastslå dess syfte och mål samt planera dess tänkta genomförande. Kursens lärandemål bör uttrycka de kunskaper och färdigheter som kursdeltagaren skall uppnå, vilka motsvarar den avsedda kompetensen.
- I litteraturen finns olika modeller över utformningsprocesser för kurser. I en analys av en kurs förutsättningar kan man t ex utgå från fem frågor: Vad? Vem? Varför? När? och Hur? När frågorna besvarats och förutsättningarna identifierats görs utifrån dessa detaljerad planering av läroaktiviteter och kursmaterial tas fram. Valet av examinationsformer är också viktigt. Inom kärnkraften används processen SAT (Systematical approach to training) vid framtagandet av utbildningar. Den inbegriper hela processen

av analys av utbildningsbehov, design av en utbildning, utveckling av utbildningsmaterialet, genomförande av utbildningen samt utvärdering av utbildningens effektivitet.

Genomförande och examination av utbildningar och kurser

Praktiska genomförandet

- Efter att lärandemålen för en kurs sorterats och grupperats till en logisk följd fås en struktur för kursaktiviteterna (helhet och delar) i en kurs. Utifrån kursaktiviteterna tas utbildningsmaterial fram för lärare/instruktörer resp kursdeltagare.
- Vid genomförande av utbildningar är det viktigt att skilja på arrangörsperspektivet och deltagarperspektivet. Den praktiska utformningen av ett kursgenomförande bör kretsa kring vad deltagarna upplever och gör i relation till kunskapstransformationen. Kursmaterial och information är i sammanhanget instrumentella.
- Utbildningars och kursers syfte och mål bör tydligt kommuniceras (t ex i policytexter, via nätet) för det ökar chansen att kursdeltagare tillgodogör sig utbildningen på avsett vis. Om kursdeltagare och kursarrangörer har överensstämmande idéer om den lärprocess (eller kurs) som skall genomföras blir effektiviteten och måluppfyllelsen sannolikt gynnad.
- Vid planering och genomförande av utbildningar kan med fördel lär- och kursaktiviteterna designas utifrån lärperspektivet före, under och efter. Utifrån en lärande process kan före-fasen beskrivas som en teoretisk förberedelse (t ex inläsning av material, skriftlig reflektion, se animerad film). I under-fasen sker aktiviteter av genomförande som kan vara lärarledda och inleds med en reflektion kring vad man lärde sig i före-fasen. I efter-fasen sker någon form av efterarbete t ex praktiskt utförande i simulator.
- Vissa kurser eller läraaktiviteter bör eller måste vara avklarade en tid före en användares eller entreprenörs besök vid en anläggning. Andra kompetenser behövs inte förrän användaren eller entreprenören är på plats på anläggningen.
- Genom att använda kombinationer av utbildningsmetoder stödjer man individen i att utveckla de kunskaper och skickligheter som behövs för att kunna utföra en viss arbetsuppgift. Att alternera mellan olika metoder upprätthåller deltagarnas motivation och deras möjligheter att lära.
- Att genomföra kurser ute i en anläggning fångar kursdeltagarens uppmärksamhet bättre och ger starkare kognitiva minnesspår (hågkomst) än en abstrakt kommunikation baserad på tal eller text fokuserat kring konceptuella aspekter.
- Att genomföra kurser ute i en anläggning under ledning av personer med säkerhetsansvar har en positiv effekt på kursdeltagares säkerhetsmotivation, kommunikation och delaktighet i säkerhetsarbete.

Examination efter genomförd utbildning

- Examination är en kontroll för att avgöra i vilken mån en individ uppnått definierade lärandemål (och kompetenskrav). Examinationen kan också

vara ett tillfälle för individen att få djupare strukturering av kunskaper och kompetenser och för reflektion.

- Examinationens utformning är viktig då individer tenderar att anpassa sina egna lärsatser utefter den examination som kommer att ske.
- Summativ examination innebär att man examinerar retrospektivt vid kursens eller utbildningens slut. Formativ examination sker löpande under en utbildning och uppgifterna har ett prospektivt syfte att stödja lärandet genom återkoppling av dittills uppnådda resultat. Formativ återkoppling är mycket värdefull inom utbildning.
- Examinationsuppgifter kan vara både kunskapskontrollerande och kunskapsutvecklande, dvs beroende på syfte så kan frågorna handla om fakta, förståelse eller utveckling.
 - Exempel på faktafrågor är – Var hittar du säkerhetsinformationen? Var förvaras gasflaskorna?
 - Exempel på förståelsefrågor är – Vilken är den potentiella energin här? Vilken typ av behållare behöver du? Var kan processen gå fel, varför?
 - Exempel på utvecklingsfrågor är – Finns det ett inbyggt säkrare sätt att genomföra detta? Vad skulle du kunna göra mer för att undvika risker i detta moment?
- Lärandemål och examination bör öka individens kunskaper om principer för god säkerhet, och inte bara om efterlevnad av säkerhetsregler och krav. Exempelvis ställer förmågan att kunna utföra en riskvärdering och ge förslag på riskreducerande åtgärder krav på kunskap om principer för god säkerhet.
- Många konkreta tips ges i litteraturen om det direkta formulerandet av examinationsfrågor och val av frågetyper (flervalsfrågor, matchningsfrågor, fritextfrågor osv). Viktiga aspekter vid formulerandet av frågor är dock:
 - Formulera frågan klart och tydligt,
 - Formulera frågan så att individen behöver tänka och själv formulera svaret,
 - Formulera inte en fråga så att den kan besvaras med ja eller nej, det kräver väldigt lite av individen och man kan chansa för rätt svar,
 - Variera sättet att ställa frågor.
- Genom att inleda individers resa genom utbildningssystemet med diagnostiska test kan organisationen individanpassa utbildningen och individen själv styra sitt lärande baserat på tydliggjorda behov och krav. Godkända test kan t o m innebära att ingen kurs är nödvändig (t ex ifall individen tidigare genomgått obligatorisk utbildning, vars giltighetstid löpt ut).
- För att ha möjlighet att se vilka individer som har vilken säkerhetsrelevant kompetens bör någon form av central dokumentation finnas över individers genomgångna utbildningar och examinationer och dessas giltighetstider. Vid revidering av en anläggnings kompetenskrav och lärandemål för kurser kan också individer i behov av kompletterande utbildning identifieras. Ibland kopplas dokumentationen till behörighet och access till anläggningar.

Utveckling och utvärdering av en säkerhetsutbildningsverksamhet

Analysprocesser som bidrar till utveckling av utbildningar

- Olika former av analysprocesser i en organisation bidrar till utvecklingen av säkerhet, säkerhetsarbete och organisationens säkerhetsutbildningsverksamhet. Viktiga analysprocesser är:
 - Riskanalyser – Resultat från riskanalyser vid en anläggning är en viktig grund till utveckling av anläggningens säkerhetsutbildningar.
 - Incident- och olycksrapportering – Kunskaper och erfarenheter från händelser vid drift både i den egna och andra anläggningar är viktiga bidrag till arbetet med säkerhet och säkerhetsutbildningar.
 - Skyddsronder och säkerhetsrevisioner.
 - Återkoppling från användare, entreprenörer och utbildare – Återkoppling av erfarenheter gjorda i praktiken av användare som genomfört experiment, entreprenörer som genomfört arbete samt utbildare/instruktörer i säkerhetsutbildningar och säkerhetsgenomgångar.

Utvärdering av utbildningsverksamheter

- Kontinuerliga utvärderingar av säkerhetsutbildningsverksamheter kräver att det finns systematik och genomtänkta rutiner för detta. Exempelvis används utbildningsprocessen Systematic approach to training (SAT) inom kärnkraften vid framtagning av utbildningar. Den inbegriper hela processen av analys av utbildningsbehov, design av en utbildning, utveckling av utbildningsmaterial, genomförande av utbildningen samt utvärdering av utbildningens effektivitet. I den sista delen av processen, dvs i utvärderingen, så ska alla aspekter av utbildningen utvärderas baserat på data insamlad i de tidigare delarna av processen. Detta ger möjlighet till återkoppling som kan leda till förbättringar i alla delar av processen att ta fram utbildningar.
- Utvärderingar och revisioner bör omedelbart påverka innehållet i berörda kurser inom utbildningsverksamheten, så att dessa också anpassas till ändrade omständigheter och nya insikter.

Utvärdering av utbildningar och kurser

- Syftet med att utvärdera en utbildning eller kurs är att upptäcka behov av förändringar, att säkra kursens kvalitet och att kontrollera att kursmålen uppfylls.
- En kursutvärdering utgår från utbildarnas beskrivna upplevelser, kursdeltagarnas omdömen, examinationsresultatet och om kursmålen har uppfyllts.
- En kursvärdering innehåller kursdeltagarnas omdömen och görs inom ramen för en kursutvärdering. Kursvärderingar bör helst fokusera på deltagarnas lärande och kursens lärprocesser och inte på själva undervisningen eller undervisningsmaterialet. Istället för frågan Vad tycker du om läraren? formulera frågor så att fokus riktas mot varför och hur deltagarna har lärt sig – I vilken utsträckning har lektionerna hjälpt dig i ditt lärande?

- En avgörande del i en kursutvärdering är att man utifrån resultatet föreslår förbättringsåtgärder som kan utföras och andra utvecklingsmöjligheter för kursen. De föreslagna kursförändringarna tillsammans med resultat från andra relevanta analysprocesser blir indata till nästa kursgenomgång.

8. Slutsatser och rekommendationer

Föregående kapitel presenterade ett flertal slutsatser från det genomförda projektet genom att ge ett konkret underlag som stöd för att utveckla välfungerande säkerhetsutbildningsverksamheter. Detta kapitel syftar till att övergripande sammanfatta slutsatserna från projektet samt presentera de rekommendationer som kan ges i relation till de specifikt studerade anläggningarna.

8.1. Övergripande slutsatser

En säkerhetskritisk anläggning som vill utveckla ett framgångsrikt lärande för säkerhet för användare, entreprenörer och personal måste ha organisatoriska, tekniska och pedagogiska förutsättningar för detta. Anläggningens utbildningsverksamhet måste ha tillräckliga resurser för att utveckla, genomföra och underhålla olika lärsituationer, liksom erbjuda pedagogisk fortbildning för utbildare.

En utbildningsverksamhet måste med hjälp av strukturerade analysprocesser identifiera vad olika användar-, entreprenör- och personalgrupper som vistas i en anläggning behöver för kunskaper och kompetenser för att utföra olika uppgifter. Det som behövs är beroende av varje anläggnings specifika utformning som ett komplext sociotekniskt system, där såväl fysiska som organisatoriska aspekter spelar in liksom anläggningens säkerhetskultur. En individs samlade kunskaper, färdigheter, värderingar och attityder kan ses som grunden för individens kompetens, dvs förmåga att agera i ett visst sammanhang. Kompetenskrav viktiga att identifiera bör alltså omfatta kunskaper (konceptuell förståelse), färdigheter (beteenden), och attityder (förknippat med motivation och organisationskultur).

För att nå rimliga kunskaper och kompetenser hos användare och entreprenörer är det centralt att tillse att direkta säkerhetsutbildningar får adekvat tid och resurser till förfogande. Absolut kritiskt är att individerna riktar sin uppmärksamhet mot och har genuin intention att lära utifrån en säkerhetsutbildning. Lärsituationer bör spridas över tid, med lärinslag före, i anslutning till och under vistelsen vid en anläggning. Kompetensutvecklingen kan stärkas genom att använda andra former än enbart renodlade säkerhetsutbildningar. Det finns fördelar med att integrera området säkerhet i vanliga praktiska introduktioner och utbildningar vid en anläggning (t ex introduktionsutbildningar vid experimentstationer), vilket medför att individernas motivation ökar.

I systemsammanhang där säkerhetsutbildningar ingår utgör ansatser som ”safe by design”, användarcentrerad design och liknande principer, exempel som påverkar inriktningen och omfattningen av behovet av individburen kompetens.

För att kunna uppnå kompetenskraven vid en specifik anläggning behövs analysprocesser som identifierar kontextualiserade kompetenskrav samt designprocesser

som via kompetenskrav och tillhörande lärandemål utformar ändamålsenliga utbildningar, kurser och examinationer.

Genom att använda en kombination av olika pedagogiska metoder stöds individer i att utveckla de kunskaper och färdigheter som behövs. Att alternera mellan olika metoder har visat sig upprätthålla individers motivation och öka möjligheterna till att lära. Användning av rollmodeller är ett effektivt sätt för ökad säkerhet vid en anläggning och ett framgångsrikt pedagogiskt verktyg i säkerhetsutbildningar. Ett exempel på viktiga rollmodeller är den personal som tar emot användare vid ett strålrör/instrument. Rollmodellerna har direkt påverkan på användares beteenden, attityder och genomförande av arbetsmoment.

Att säkerställa att individer har erforderlig kunskap och kompetens kräver valida examinationsmetoder. Examinationens utformning är av stor vikt då den styr individens egna lärsatser, dvs den lärande tenderar att anpassa sitt studiearbete till den examination som kommer att ske. Examinationsuppgifter kan vara både kunskapskontrollerande och kunskapsutvecklande och måste designas utefter typen av lärandemål.

För att kunna uppdatera och utveckla pedagogiska metoder och examinationsmetoder bör anläggningar på ett övergripande plan återkommande utvärdera säkerheten. Utvärderingen ska inkludera en bedömning av individers kompetenser i relation till anläggningen (det sociotekniska systemet).

Återkommande utvärderingar av själva utbildningsverksamheten bör också ske, dels utvärdering av de olika stegen i själva processen att ta fram utbildningar, dels utvärdering av de ingående utbildningarna och kurserna.

8.2. Rekommendationer

Ett antal rekommendationer av specifik relevans för de studerade anläggningarna och deras användare presenteras i detta avsnitt.

- För att få en funktionell utbildningsverksamhet behöver anläggningarna arbeta systematiskt med att särskilja olika kunskapsformer, identifiera lärandemål och designa läraktiviteter med efterföljande kunskapskontroll.
- Ansvarsförhållanden och krav mellan anläggningarna och användarna i relation till användarnas säkerhet och hälsa kan behövas klargöras tydligare.
- Ansökningsprocessen för stråltid bör innehålla mer omfattande information om den sökande forskargruppens bakgrundskunskap, vilket skulle underlätta bedömningen av användares behov av utbildning och träning i säkerhet.

- Formaliserade system för erfarenhetsutbyte mellan liknande forskningsanläggningar i världen bör skapas för ett mer strukturerat utbyte av säkerhetskunskap, lärande för säkerhet och utveckling av anläggningarnas säkerhetsutbildningsverksamheter.
- Anläggningarna måste ha resurser för att utveckla, genomföra och underhålla olika lärsituationer, liksom erbjuda pedagogisk fortbildning för utbildare.
- Anläggningarna bör inkludera och förmedla kunskap om säkerhetskulturaspekter i de säkerhetsutbildningar som ges till användare.

9. Behov av fortsatt forskning

Under genomförandet av detta projekt framkom områden där det finns behov av fortsatt forskning.

- Empiriska studier, exempelvis i form av aktionsforskning, kring delar av det underlag som framtagits i detta projekt skulle ge mer preciserad kunskap om operationalisering och implementering. En studie kan designas för detaljerad undersökning av en anläggnings utbildningsverksamhet och titta på processen från identifiering av kompetenskrav, via formulering av lärandemål och val av metoder för kursgenomförande till design av examinationsmoment. Designaspekter som har framförts i detta projekt skulle i en sådan studie kunna testas empiriskt i samverkan med en anläggning. Den därigenom erhållna kunskapen kan tillsammans med pedagogisk och didaktisk teori användas för att utforma förslag till mer verksamma och resurseffektiva sätt att organisera och genomföra säkerhetsutbildningar.
- Kursdeltagarperspektivet har inte alls berörts i detta projekt. Det finns behov av att undersöka användares, entreprenörers och andra relevanta gruppers upplevelse av kortare säkerhetsintroduktionskurser. Faktorer som upplevelse av kursutformning, innehåll, lärande, examinationsmoment och individens motivation behöver undersökas. Genom att med vetenskapliga metoder samla empiri om kursdeltagare och deras upplevelser kan tydligare svar på effektiviteten i olika sätt att designa kortare utbildningar erhållas.
- Utifrån inriktningen i detta projekt finns det behov av att studera, lära från, men också testa i detta projekt framkomna resultat i andra anläggningstyper eller sektors utbildningsverksamheter med fokus på både tillfällig och fast personal. Andra verksamheter kan t ex vara medicinsk strålningsverksamhet eller offshoreindustri.

10. Referenser

- Allan, J. (1996). Learning outcomes in higher education. *Studies in higher education*, 21(1), 93-108.
- Appelqvist, R., & Arvidsson, I. (2004). Kursvärdering – ett meningsfullt verktyg för delaktighet. I S. Heldt-Cassel & J. Palestro (Red.), *Kursvärdering för studentinflytande och kvalitetsutveckling: en antologi med exempel från elva lärosäten*. Stockholm: Höskoleverket.
- Bagerius, H. (2013). *Nätbaserat lärande i försvarsmakten*. Halmstad: Försvarsmaktens ledarskaps- och pedagogikenhet (FMLOPE).
- Barr, R. B., & Tagg, J. (1995). From teaching to learning—A new paradigm for undergraduate education. *Change: The magazine of higher learning*, 27(6), 12-26.
- Behrbom Fellsberg, M. (2006). Att utvärdera för kvalitet. I M. Lindholm (Red.), *Pedagogiska grunder*. Stockholm: Försvarsmakten.
- Besnard, D., & Hollnagel, E. (2014). I want to believe: some myths about the management of industrial safety. *Cognition, Technology & Work*, 16(1), 13-23.
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364.
- Bloom, B., Hastings, J., & Madaus, G. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York.
- Borell, J., & Roxå, T. (2004). Användning av kursvärdering för pedagogisk utveckling vid Lunds tekniska högskola. I S. Heldt-Cassel & J. Palestro (Red.), *Kursvärdering för studentinflytande och kvalitetsutveckling: en antologi med exempel från elva lärosäten*. Stockholm: Höskoleverket.
- Bowden, J., & Marton, F. (2004). *The university of learning - Beyond quality and competence*. London: Routledge.
- Carayon, P., Hancock, P., Leveson, N., Noy, I., Sznalwar, L., & van Hootegem, G. (2015). Advancing a sociotechnical systems approach to workplace safety—developing the conceptual framework. *Ergonomics*, 58(4), 548-564.
- Czornyj, E., Newcomer, D., Schroeder, I., Wayne, N. L., & Merlic, C. A. (2018). Proceedings of the 2016 Workshop Safety By Design – Improving safety in research laboratories. *Journal of Chemical Health and Safety*, 25(4), 36-49. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jchas.2017.12.002>
- Dekker, S., & Pruchnicki, S. (2014). Drifting into failure: theorising the dynamics of disaster incubation. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 15(6), 534-544.
- Ek, Å. (2014). Beständiga förändringar av säkerhetskulturen. (Rapportnummer 2014:52): Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Ek, Å., Borell, J., & Eriksson, K. (2017). Arbetsförutsättningar och säkerhetsarbete vid forskningsanläggningar med strålningsrisker med många tillfälliga internationella användare. (Rapportnummer 2017:04): Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Försvarsmakten. (2013). *Handbok Utbildningsmetodik*.

- Gagné, R. M. (1984). Learning outcomes and their effects: Useful categories of human performance. *American Psychologist*, 39(4), 377-385.
- Gnoni, M. G., & Saleh, J. H. (2017). Near-miss management systems and observability-in-depth: Handling safety incidents and accident precursors in light of safety principles. *Safety Science*, 91, 154-167.
- Haddon Jr, W. (1973). Energy damage and the ten countermeasure strategies. *Human Factors*, 15(4), 355-366.
- Hale, A., Kirwan, B., & Kjellén, U. (2007). Safe by design: where are we now? *Safety Science*, 45(1-2), 305-327.
- Hale, A. R. (2000). Culture's confusions. *Safety Science*, 34(1-3), 1-14.
- Harden, R. M. (2002). Developments in outcome-based education. *Medical teacher*, 24(2), 117-120.
- Hollnagel, E. (2009). *The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off: why things that go right sometimes go wrong*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and safety-II: The Past and Future of Safety Management*. London.
- Hussey, T., & Smith, P. (2002). The trouble with learning outcomes. *Active learning in higher education*, 3(3), 220-233.
- Hussey, T., & Smith, P. (2003). The uses of learning outcomes. *Teaching in Higher Education*, 8(3), 357-368.
- IAEA. (2000). Analysis phase of systematic approach to training (SAT) for nuclear power plant personnel (TECDOC-1170). Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency (IAEA).
- IAEA. (2008). The operating organization and the recruitment, training and qualification of personnel for research reactors (IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.5). Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency (IAEA).
- IAEA. (2015). Radiation protection of itinerant workers (Safety Reports Series No. 84). Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency (IAEA).
- IEA. (2018). Definition and Domains of Ergonomics. Hämtad 12 december, 2018, från International Ergonomics Association <https://www.iea.cc/whats/index.html>
- Janssen, W. (1994). Seat-belt wearing and driving behavior: an instrumented-vehicle study. *Accident Analysis & Prevention* 26(2), 249-261.
- Johnson Jr, M. (1967). Definitions and models in curriculum theory. *Educational theory*, 17(2), 127-140.
- Kirkpatrick, D. L. (2006). *Evaluating training programs: the four levels*: McGraw-Hill Education.
- Kraiger, K., Ford, J. K., & Salas, E. (1993). Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 311.
- KSU. (2018a). Intervjuresultat (Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB) i projektet.
- KSU. (2018b). KSU. Hämtad 24 maj, 2018 <http://www.ksu.se/>
- Logan, G. D. (1988). Automaticity, resources, and memory: Theoretical controversies and practical implications. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 30(5), 583-598.

- Marton, F. (2006). Sameness and difference in transfer. *Journal of the Learning Sciences*, 15(4), 499-535.
- Marton, F. (2014). *Necessary conditions of learning*: Routledge.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Marton, F., & Pang, M. F. (2006). On some necessary conditions of learning. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 193-220.
- Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: a theoretical and conceptual analysis. *Psychological bulletin*, 132(2), 297.
- Norderf. (2018). NORDERF. Hämtad 31 oktober, 2018 <http://www.norderf.org/>
- Rainer, D., Kretchman, K., & Cox, J. (2000). The power and value of environmental health and safety audits. *Chemical Health and Safety*, 7(3).
- Ramsden, P. (2003). *Learning to teach in higher education*. London: RoutledgeFalmer.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13(3), 257-266.
- Reason, J. T. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot, Hants, England: Ashgate.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial*. Cambridge: MIT press.
- Weick, K. E. (2011). Organizing for Transient Reliability: The Production of Dynamic Non-Events. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 19(1), 21-27. doi:10.1111/j.1468-5973.2010.00627.x



2019:21

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 300 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-17116 Stockholm

Tel: +46 8 799 40 00

E-mail: registrator@ssm.se

Web: stralsakerhetsmyndigheten.se