



Rapport

Datum: 2022-02-28

Diariennr: SSM2022-484

Dokumentnr: SSM2022-484-1

Förslag till nationell strategisk inriktning för Sveriges kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet

Sammanfattning

Denna rapport innehåller ett förslag till nationell strategisk inriktning för Sveriges kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet för den kommande tioårsperioden. De prioriterade insatser som föreslås utgör ett första steg för att skapa de strategiska förutsättningarna för upprätthållande och utveckling av den nationella kompetensförsörjningen på området.

I det första kapitlet ges en bakgrund till rapporten och en inledande beskrivning av betydelsen av ett nationellt kompetensförsörjningssystem som tillgodoser samhällets behov inom strålsäkerhet. Där presenteras även några generella begrepp kopplade till kunskap och kompetens.

I det andra kapitlet ges en beskrivning av kompetensområdet för strålsäkerhet sett utifrån olika systemperspektiv. Dessa är baserade på olika verksamheter med strålning, och på kopplingar mellan kunskapsområden, arbetsgivare, grundvetenskaper, samt yrkesroller och aktörer.

I det tredje kapitlet beskrivs kompetensläget för de huvudsakliga verksamheterna i Sverige som bedriver strålsäkerhetsrelaterade aktiviteter; kärnteknisk verksamhet, beredskap och totalförsvaret, medicinsk verksamhet, samt övriga verksamheter med strålning. Där diskuteras även vikten av att över tid upprätthålla ett system för god kompetensförsörjning för att möta behov också i framtiden.

I det fjärde kapitlet presenteras följande vision för den nationella kompetensförsörjningen inom strålsäkerhetsområdet:

Tryggad nationell kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet möjliggör samhällsnyttig användning av strålning och bidrar till att skydda människor och miljö från oönskade effekter nu och i framtiden.



Visionen är nedbruten i fem strategiska fokusområden med förslag på prioriterade insatser i syfte att tillgodose de nationella kompetensbehoven i Sverige under den kommande tioårsperioden:

- Nationell samordning (4.1)
- Forskningspolitik för livskraftiga forskningsmiljöer (4.2)
- Internationell forskningssamverkan (4.3)
- Utbildningar för samhällets kompetensbehov (4.4)
- Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft (4.5)

Handlingsplaner som preciserar lämpliga åtgärder för det långsiktiga arbetet inom varje insats bör utvecklas i ett efterföljande steg.

I det femte kapitlet beskrivs tillvägagångssätt för den fortsatta uppföljningen av det nationella kompetensläget inom strålsäkerhetsområdet.



Innehåll

1.	Inledning	4
1.1.	Bakgrund och genomförande	4
1.2.	För ett strålsäkert samhälle	5
1.3.	Generella begrepp rörande kunskap och kompetens	6
2.	Strålsäkerhet: ett kompetensområde, flera systemperspektiv	9
2.1.	Strålsäkerhetsrelaterade verksamheter	9
2.2.	Kunskapsområden inom strålsäkerhet	9
2.3.	Grundvetenskaper och strålsäkerhet	10
2.4.	Roller och aktörer i kompetensförsörjningssystemet	11
3.	Kompetensbehov för verksamheter inom strålsäkerhet	12
3.1.	Kärnteknisk verksamhet	12
3.2.	Beredskap och totalförsvar	14
3.3.	Medicinsk verksamhet	14
3.4.	Övriga verksamheter med strålning	15
3.5.	Strålsäkerhet i framtiden	16
4.	Kompetensförsörjning för behoven i ett strålsäkert samhälle – från vision till handling	17
4.1.	Nationell samordning	17
4.2.	Forskningspolitik för livskraftiga forskningsmiljöer	19
4.3.	Internationell forskningssamverkan	21
4.4.	Utbildningar för samhällets kompetensbehov	22
4.5.	Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft	23
5.	Uppföljning	24
	Bilaga 1 - Remissinstanser	25

1. Inledning

1.1. Bakgrund och genomförande

Strålsäkerhetsmyndigheten ska enligt myndighetens instruktion bidra till att nationell kompetens för dagens och framtidens behov utvecklas inom myndighetens verksamhetsområde. Myndigheten har därför tagit initiativ till framtagandet av denna rapport med förslag till nationell strategisk inriktning som syftar till att tillgodose de nationella kompetensbehoven inom strålsäkerhetsområdet under den kommande tioårsperioden.

Strålsäkerhetsmyndigheten rapporterade 2017 ett regeringsuppdrag till Miljödepartementet: *Grunden för en långsiktig kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet*¹. I rapporten slog SSM fast att flera åtgärder behöver vidtas av en rad olika aktörer för att långsiktigt säkra den nationella kompetensförsörjningen inom strålsäkerhetsområdet. Bland slutsatserna märks att det saknas en samlad styrning för den nationella kompetensförsörjningen inom strålsäkerhetsområdet. Ytterligare ett regeringsuppdrag ledde till att myndigheten 2020 preciserade vissa uppgifter genom slutrapporten *Precisering och finansiering av forskning inom myndighetens verksamhetsområden*². En övergripande bedömning som Strålsäkerhetsmyndigheten gjorde var att det nationella systemet för att förse samhället med kompetens inom strålsäkerhet är sårbart, och att åtgärder behöver vidtas för att nödvändig kompetens ska finnas tillgänglig för att fullt ut möta samhällets behov. Det bör även nämnas att kravet på utveckling och upprätthållande av den nationella kompetensförsörjningen ingår i Sveriges åtaganden gentemot FN:s internationella atomenergiorgan IAEA (*International Atomic Energy Agency*), vilka har varit föremål för utvärdering vid tidigare internationell granskning.³

Denna rapport är framtagen av en projektgrupp med sakkunniga från myndighetens olika verksamhetsområden med stöd av konsultföretaget Oxford Research, som även medverkade i de tidigare regeringsuppdragen. Projektet har också haft tillgång till en styrgrupp bestående av avdelningschefer och seniora rådgivare på myndigheten samt representanter från Energimyndigheten, Vattenfall AB och det akademiska nätverket SAINT (*Swedish Academic Initiative on Nuclear Technology Research*).

Förslaget nedan grundar sig på slutsatser från de tidigare regeringsuppdragen och har förankrats brett genom digitala möten med nationella aktörer som har ansvar eller intresse inom strålsäkerhetsområdet (lärosäten, industri, andra myndigheter m.fl.). Dessa aktörer har ingått i en samverkansplattform som har använts under flera år i myndighetens strategiska arbete med nationell kompetensförsörjning. En preliminär version av denna rapport skickades på remiss till samverkansplattformen under hösten 2021 och har även varit öppen för kommentarer genom publicering på myndighetens webbplats under remissperioden. De instanser som svarade på remissen framgår av Bilaga 1.

¹ Se Strålsäkerhetsmyndighetens slutrapport i regeringsuppdrag: "Grunden för en långsiktig kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet", SSM2017-134-23, 2018-09-20.

² Se Strålsäkerhetsmyndighetens slutrapport i regeringsuppdrag: "Precisering och finansiering av forskning inom myndighetens verksamhetsområden", SSM2020-407-1, 2020-02-20.

³ Vid uppföljningen av rekommendationer från tidigare IRRS-granskning 2012 av det svenska ramverket för kärnsäkerhet och strålskydd, efterfrågades fortsatta åtgärder inom området Competence for Safety: "The government shall make provision for building and maintaining the competence of all parties having responsibilities in relation to the safety of facilities and activities.", se rapport: "Integrated Regulatory Review Service (IRRS) – Follow-up report to Sweden", 2016, IAEA-NS-2016/05.

1.2. För ett strålsäkert samhälle

I ett strålsäkert samhälle kan vi på ett säkert sätt dra nytta av strålning för olika ändamål, samtidigt som vi skyddar oss mot strålningens oönskade effekter. Det strålsäkra samhället gör det således möjligt att stärka såväl samhället som människors hälsa, samtidigt som människor och miljö skyddas.

Strålsäkerhetsfrågor hanteras inom flera olika verksamhetsområden i Sverige: kärnkraft, beredskap och totalförsvaret, medicinsk verksamhet inom sjukvård, tandvård och veterinärverksamhet, samt inom forskning, handel och övrig industri. Gemensamt för alla dessa verksamheter är att det fordras kompetens inom strålsäkerhet för att de ska kunna bedrivas på ett säkert sätt. Det handlar exempelvis om kompetens för utformning och upprätthållande av säkra processer i de olika verksamheterna med strålning och för att möta höjda säkerhetskrav. Det kan även gälla kompetens i användandet av strålning, så att stråldoser och exponeringsrisker begränsas och att skydd uppnås mot oönskad exponering av den strålning som alstras i olika processer. Kompetens behövs även för att förebygga fel som kan leda till olyckor, samt för att hantera och lindra konsekvenserna om en sådan ändå inträffar. För allvarigare olyckor med omfattande hälso- och miljörisker som följd, eller terrorhandlingar som inbegriper strålkällor, behöver kompetens upprätthållas som ger nödvändig beredskap för hantering av sådana händelser. Nationell kompetens behövs också för att lagar och regler som stiftas ska vara adekvata och i linje med internationella överenskommelser, samt för att Sverige ska kunna medverka i och proaktivt påverka det normerande arbetet som pågår inom den Europeiska unionen (EU) och andra internationella organ.

Samhällets kompetensbehov inom strålsäkerhet bestäms i huvudsak av relationen mellan samhällets efterfrågan av strålningsrelaterade verksamheter och de risker som uppkommer till följd av oönskade effekter av strålning från dessa verksamheter. Denna relation bestämmer även innehåll och volym för de olika kompetenser som efterfrågas. Liksom andra kompetensområden är behovet av kompetens inom strålsäkerhet dessutom inte statiskt, utan följer förändringar i samhället, vilket medför behov av att skapa förutsättningar att förutse och beakta framtida förändringar i samhället. Till detta kommer även att kompetensbehov inom strålsäkerhet för beredskap och totalförsvaret även styrs av utvecklingen utanför Sveriges gränser. Kompetensbrister som äventyrar strålsäkerheten i en verksamhet, kan få omfattande konsekvenser för såväl människa som miljö. Exempelvis kan bristande strålskyddskompetens inom den medicinska vården medföra risk för sänkt vårdkvalitet med påverkan på patientsäkerheten som följd. En annan risk vid kompetensbrist inom strålsäkerhet är att incidenter med oavsiktlig bestrålning av människor skulle kunna öka till följd av felaktigt handhavande eller missbedömningar. Vidare kan kompetensbrist inom de områden som behövs för strålsäker drift av kärnkraftverk leda till onödiga risker för arbetstagare och kan även medföra störningar i elförsörjningen.

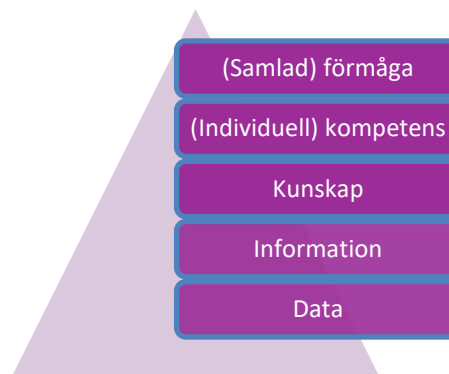
I ett system som tillgodoser samhällets kompetensbehov ingår lärosäten som utbildar studenter och som har kunniga lärare med aktuell kunskap inom relevanta sakområden. Där ingår livskraftiga forskningsmiljöer med forskare som bedriver strålsäkerhetsrelaterad forskning av hög kvalitet och bidrar med vetenskaplig expertis i samhället, samtidigt som de är en förutsättning för utbildningarnas genomförande. I systemet finns även arbetsgivare inom olika verksamhetsområden som stimulerar studenter att välja relevanta utbildningar och som sedan rekryterar och kan täcka sina kompetensbehov.

Detta innebär att systemet bärs upp av ett flertal olika aktörer, och för att åstadkomma en förstärkning av systemet behövs åtgärder från dem alla. För att dagens kompetensförsörjningssystem ska möta även morgondagens kompetensbehov behöver därför frågan hanteras strategiskt och samordnat. På nationell nivå finns möjlighet att ge förutsättningar

för kunskaps- och kompetensutveckling både för individer, inom och mellan organisationer, både nationellt och internationellt.

1.3. Generella begrepp rörande kunskap och kompetens

IAEA gav i juni 2021 ut en rapport⁴ som beskriver internationella angreppssätt för uppbyggnad och underhåll av system för kunskapshantering och kompetensutveckling inom kärnsäkerhet. I rapporten ger IAEA en konceptuell grund för kunskapshantering, som sammanfattas nedan. Fokus i IAEA:s sammanställning ligger på kärnkraftssektorn, men begreppen är generella och kan tillämpas även på andra områden inom strålsäkerhet. I rapporten sammanfattas erfarenheter som hittills har gjorts av medlemsländerna, när det gäller effektivitet och nytta i ett system för kompetensförsörjning. Där presenteras även förslag på vägar för utvecklandet av olika strategiska angreppssätt på nationell nivå, vilka har beaktats i utvecklingen av den nationella strategiska inriktning för Sveriges kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet som föreslås i denna rapport.



Figur 1: *Kunskapspyramiden beskriver hur kunskap som utvecklas ur information och data utgör basen för uppbyggnaden av kompetens och samlad förmåga.*⁵
(Figuren är en reproduktion i svensk översättning som publiceras efter medgivande av IAEA.)

Ett grundkoncept inom kunskap och kompetens utgörs av den så kallade *kunskapspyramiden*, se Figur 1. Den beskriver relationerna mellan *data*, *information*, *kunskap*, samt *individuell kompetens* och *sammansatt förmåga*, t.ex. hos flera individer i en organisation. En persons individuella kompetens beskrivs generellt som en kombination av kunskap, färdigheter och attityder (KSA, ”knowledge, skills, attitudes”). Vidare är kunskap en förutsättning för en persons förmåga att på egen hand förstå information och ta initiativet att omsätta förståelsen i en åtgärd som ger önskat resultat. Forskning och utbildning ger möjlighet att bygga kunskap, men kunskapen måste även praktiseras i övningar och omsättas i verkliga situationer för att möjliggöra utvecklingen av reell kompetens inom ett område, antingen individuellt eller i grupp. Den översta nivån i pyramiden, *sammansatt förmåga*, kan exempelvis utgöras av den samlade handlingsförmågan hos en organisation att lösa en komplex uppgift som täcker flera ämnesområden. På nationell nivå utgörs den samlade kompetensen inom strålsäkerhet av

⁴ International Atomic Energy Agency (IAEA), ”Managing nuclear safety knowledge: national approaches and experience”, ISSN 1020–6450; Safety Reports Series No. 105, Vienna 2021.

⁵ Figur 1-4 är reproduktioner av Figurerna 1, 2, 3 och 5 från ”Managing Nuclear Safety Knowledge: National Approaches and Experience, Safety Reports Series No. 105”, © IAEA 2021. Den svenska översättningen har utarbetats av Strålsäkerhetsmyndigheten. Den autentiska versionen av detta material är den engelska versionen som distribueras av IAEA eller på IAEA:s vägnar av vederbörligen auktoriserade personer. IAEA lämnar ingen garanti och tar inget ansvar för riktigheten eller kvaliteten eller äktheten eller utförandet av denna översättning och dess publicering och tar inget ansvar för förlust eller skada, följden eller på annat sätt, som uppstår direkt eller indirekt från användningen av denna översättning.

den sammanlagda förmågan hos landets aktörer med strålningsrelaterad verksamhet och andra aktörer med annan koppling till området.

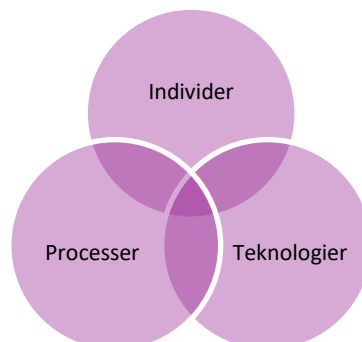
Kunskapshantering är ett brett begrepp som innefattar de aktiviteter som ger förutsättningar för att underhålla och utveckla kunskap och kompetens, se Figur 2. Kunskapshantering rör exempelvis skapande, delande, sammanställande, bevarande och spridande av kunskap.



Figur 2: *Kunskapshantering innefattar flera olika aktiviteter för att öka kunskapsbasen för kompetensutveckling i samhället.*⁵

(Figuren är en reproduktion i svensk översättning som publiceras efter medgivande av IAEA.)

För en organisation kan en modell med de tre komponenterna *individer*, *processer* och *tekniska hjälpmedel*, användas för att beskriva samspelet vid fungerande kunskapshantering, se Figur 3. Denna modell kan illustreras av ett exempel där en utbildning genomförs för ett antal deltagare (*individer*). Deltagarnas nyvunna kunskap finner tillämpning i nya arbetsmetoder (*processer*) som etableras och görs tillgängliga för flera delar av en organisation genom införandet av arbetsmetoderna i en webbaserad plattform (*tekniskt hjälpmedel*).

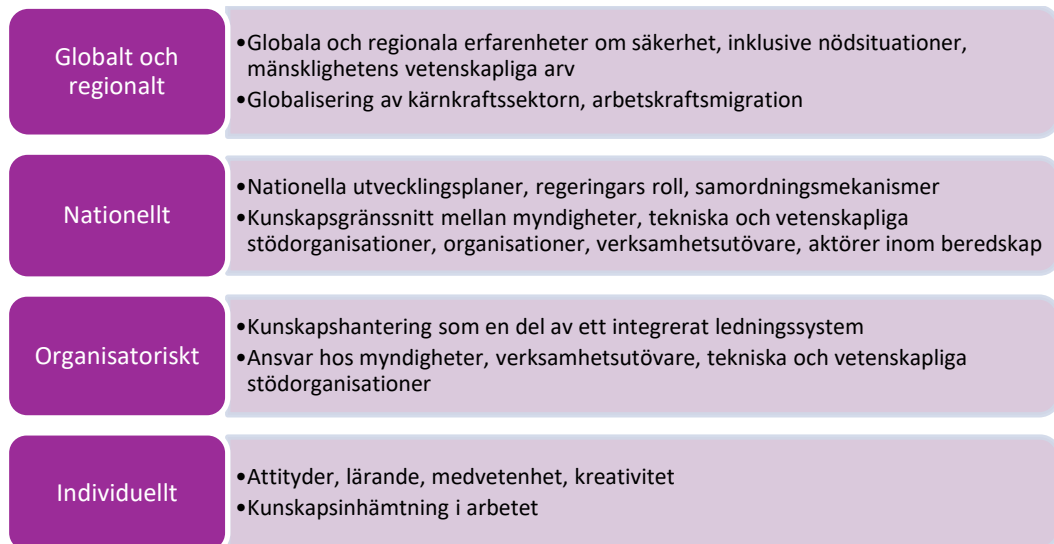


Figur 3: *Kunskapshantering berör samverkan mellan tre områden: individer, processer och teknologier.*⁵

(Figuren är en reproduktion i svensk översättning som publiceras efter medgivande av IAEA.)



Effektiv kunskapshantering på flera nivåer är en förutsättning för kompetensutvecklingen i samhället. På individuell, organisatorisk, nationell och global nivå, har kunskapshandlingen olika mål, omfattning och avgränsningar, och sker under olika villkor med olika utmaningar, se Figur 4. Ett effektivt samspel mellan dessa nivåer ger förutsättningar för utvecklingen av den samlade handlingsförmågan och kompetensen i samhället. På nationell nivå ligger fokus bland annat på nationell samordning och utveckling, samt på samverkan mellan berörda aktörer över olika gränssytor som rör strålsäkerhet. Insatser på denna nivå bidrar även till kompetensutveckling på övriga nivåer.



Figur 4: *Kunskapshantering tillämpas med olika fokus på flera nivåer: globalt och regionalt, nationellt, organisatoriskt och individuellt.*⁵
(Figuren är en reproduktion i svensk översättning som publiceras efter medgivande av IAEA.)

2. Strålsäkerhet: ett kompetensområde, flera systemperspektiv

Kompetensområdet för strålsäkerhet kan beskrivas ur olika systemperspektiv. Syftet med detta är att skapa en förståelse för kompetensområdets omfattning och att samtidigt belysa svårigheterna med att göra en skarp avgränsning av området. Kompetens inom strålsäkerhet kan i vissa fall vara unik och begränsad till en specifik verksamhet, medan den i andra fall kan vara relevant även för andra verksamheter som inte hanterar strålning. Den förstnämnda typen av kompetens är i särskilt fokus för de föreslagna insatserna i denna rapport, medan kompetensförsörjning av den senare typen inte har samma behov av stöd eftersom kompetensläget i det fallet uppmärksammas av ett större antal intressenter.

Beskrivningen av kompetensområdet kan utgå från en uppdelning i de olika branscher som bedriver verksamhet med strålning. Den kan också utgå från yrken, arbetsroller, ämnesområden och forskningsdiscipliner. Ett viktigt perspektiv är samtidigt att huvudsyftet med olika verksamheter sällan är just strålsäkerhet, utan detta är ofta endast en aspekt av verksamhetsutövarnas ansvarsområden. Samtidigt kan de specifika behoven i fråga om strålsäkerhetsrelaterad kompetens skilja sig mellan verksamhetsutövare.

Ett verksamhetsbaserat perspektiv på kompetens inom strålsäkerhet underlättar en kartläggning av behoven av kompetensförsörjning, eftersom olika verksamheter med strålning svarar för den huvudsakliga efterfrågan på strålsäkerhetsrelaterad kompetens. Varje verksamhet har emellertid behov av flera specifika kompetenser, vilket gör att bilden av kompetensförsörjningen även behöver betraktas utifrån olika kunskapsområden. Kunskapsområdena har i sin tur sin hemvist i de etablerade grundvetenskaperna som utgör basen inom forskning och utbildning. Ett fungerande samspel mellan dessa perspektiv på systemet för kompetensförsörjningen inom strålsäkerhet är därför en framgångsfaktor.

2.1. Strålsäkerhetsrelaterade verksamheter

Samhällets behov av kompetens inom strålsäkerhet kan härledas till ett begränsat antal huvudsakliga verksamheter. Verksamheterna representeras av ett antal arbetsgivare som i de flesta fall har sin huvudsakliga hemvist i något av följande verksamhetsområden.

- Kärnteknisk verksamhet vid kärnkraftverk och övriga kärntekniska anläggningar som drivs i syfte att upprätthålla säker elproduktion och hantering av bränsle, säker avveckling och säkert omhändertagande av radioaktivt avfall.
- Beredskapen och totalförsvaret för hantering av händelser såsom en nationell eller internationell strålningsolycka, terrordåd med radioaktiva inslag eller kärnvapeninsatser.
- Medicinska bestrålningar inom sjuk- och tandvården samt inom veterinärmedicin.
- Övriga verksamheter med strålning inom företag, myndigheter och universitet.

Kompetensbehoven inom dessa verksamhetsområden sammanfattas i avsnitt 3 nedan.

2.2. Kunskapsområden inom strålsäkerhet

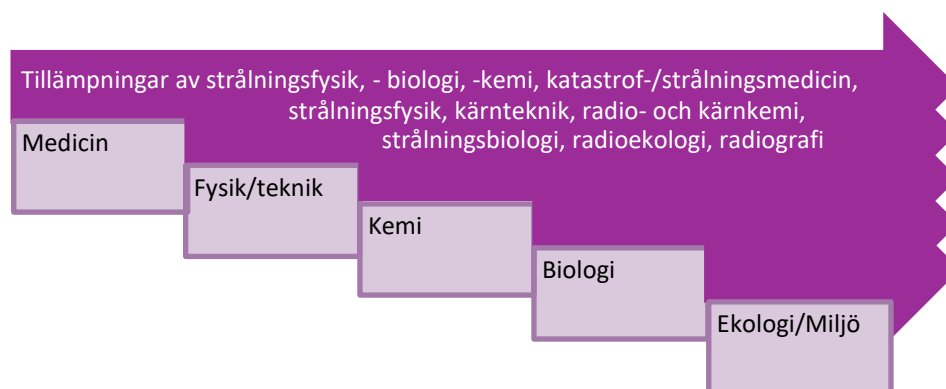
Arbetsgivare inom olika verksamheter har som regel olika behov i fråga om kompetens inom strålsäkerhet. I Figur 5 nedan illustreras detta utifrån ett kompletterande perspektiv på kompetensförsörjningssystemet: dels utifrån olika arbetsgivare med behov av olika kompetenser, dels utifrån olika exempel på specifika kunskapsområden inom strålsäkerhet. Kunskapsområdena låter sig inte enkelt kategoriseras utifrån verksamhetsområdena hos olika arbetsgivare, utan här kan det finnas överlappande behov, där något kunskapsområde behövs i alla verksamheter. Likaväl kan det finnas exempel där ett visst kunskapsområde bara behövs i en typ av verksamhet.

Arbetsgivare	Kunskapsområden
kärnteknisk verksamhet beredskap och totalförsvaret medicinsk verksamhet övriga verksamheter	strålskyddsprinciper strålningsfysik strålningsbiologi strålningskemi strålningsmedicin strålningsdosimetri radioekologi radiokemi fysiskt skydd mätmetoder strålskyddsberedskap kärndata reaktorfysik termohydraulik svåra haverier kärnkemi utsläppsanalyser kärnämneskontroll medicinska utbildningar bestrålningseffekter på material m. fl.

Figur 5: *Kompetens ur perspektiven arbetsgivare och kunskapsområden inom strålsäkerhet.*

2.3. Grundvetenskaper och strålsäkerhet

Vid lärosäten och forskningsmiljöer som bidrar med kunskap och vetenskaplig expertis till strålsäkerhetsområdet, har kunskapsområdena inom strålsäkerhet vanligen sin hemvist i olika ämnesdiscipliner. I huvudsak omfattar dessa discipliner de strålningsvetenskapliga perspektiv som finns inom de tekniska och naturvetenskapliga grundvetenskaperna medicin, fysik/teknik, kemi, biologi och ekologi/miljö, där en kombination av dessa ofta utgör grunderna för olika tillämpningar inom exempelvis strålningsfysik eller radiokemi, se Figur 6. På motsvarande sätt är de utbildningar som ger kompetens som är relevant för strålsäkerheten spridda över olika ämnesdiscipliner och utbildningsprogram på lärosäten.



Figur 6: *Exempel på tillämpade områden inom strålsäkerhet, vilka är sammansatta utifrån ett strålningsvetenskapligt perspektiv på en eller flera av grundvetenskaperna medicin, fysik/teknik, kemi, biologi och ekologi/miljö.*

2.4. Roller och aktörer i kompetensförsörjningssystemet

I olika verksamheter finns en rad olika aktörer som har behov av anställda med kompetens inom strålsäkerhet. I detta fall avgör verksamhetens art vilken typ av kompetens som efterfrågas. Det finns exempelvis företag som bedriver teknikutveckling och andra verksamheter som sedan använder tekniken. Det finns även myndigheter som bedriver normerande verksamhet och tillsyn, samt lärosäten som bidrar till utvecklingen inom olika kunskapsområden. Inriktningen på den kompetens som krävs för yrkesroller i olika verksamheter påverkar således den kunskap och utbildning som behöver tillhandahållas av ett system för kompetensförsörjning. I Tabell 1 nedan ges exempel på olika roller och aktörer inom strålsäkerhet.

Tabell 1.

Exempel på roller och aktörer i kompetensförsörjningssystemet	
Roll i kompetensförsörjningssystemet	Typ av aktör
Utvecklar teknik, kunskap och arbetssätt där strålning ingår som en komponent och bygger anläggningar avsedda för verksamheter med strålning	Företag, universitet/högskola
Utbildar inom de kunskapsområden som rör strålning	Universitet/högskolor, regioner, privata aktörer, forskningsinstitut och verksamhetsutövare
Bedriver forskning inom de kunskapsområden som rör strålning	Universitet/högskolor, regioner, forskningsinstitut, privata aktörer och verksamhetsutövare
Förmedlar en objektiv och expertbaserad analys av riskbedömningar, åtgärder och ansvar	Universitet/högskolor, forskningsinstitut, nationella och internationella expertorganisationer
Bedömer forskningsprojekt och finansierar forskning	Forskningsfinansiärer: statliga och privata; nationella och internationella stiftelser och fonder
Använder den strålningsrelaterade tekniken och driver anläggningarna avsedda för verksamheter som inbegriper strålning	Företag, myndigheter, universitet/högskolor och regioner
Gör strålningsmätningar, utvecklar mätteknik och mätmetoder, sprider spårbarhet, kalibrerar strålningsmätare.	Verksamhetsutövare inom alla områden; företag, universitet/högskola, forskningsinstitut, riksmätplats och mätlaboratorier.
Tar initiativ och tar fram förslag till ny lagstiftning på EU-nivå samt tillser att den följs	EU-kommissionen
Föreslår respektive stiftar lagar om strålsäkerhet	Regeringen, respektive riksdagen
Föreslår respektive fastställer nationell forsknings- och utbildningspolitik	Regeringen respektive riksdagen
Beslutar förordningar på strålsäkerhetsområdet samt förordning med instruktion och regleringsbrev för myndigheter	Regeringen
Verkar pådrivande i samhällets kunskapsutveckling, bidrar med expertkunskap, tar fram kunskapsunderlag och förslag, utvecklar regler och andra styrmedel.	Myndigheter
Utövar tillsyn och ger tillstånd utifrån lagstiftning av verksamhet som inbegriper strålning.	Myndigheter, lokala nämnder och andra kontrollorgan
Hanterar konsekvenser av inträffade händelser och olyckor	Myndigheter, kommuner, regioner forskningsinstitut och företag.
Följer verksamheter med strålning ur allmänhetens perspektiv	Miljö- och intresseorganisationer, media

3. Kompetensbehov för verksamheter inom strålsäkerhet

Kompetensbehovet i olika verksamheter kan beskrivas utifrån följande övergripande uppdelning av aktiviteter som utövas av olika aktörer i varierande grad:

- Strålsäker drift och utveckling av verksamhet med strålning
- Strålsäker avveckling och avfallshantering
- Strålsäker transport och förvaring av strålkällor, radioaktiva ämnen och kärnavfall
- Utveckling, tolkning och tillämpning av lagar och regler samt internationella överenskommelser inom strålsäkerhetsområdet
- Beredskap och olyckshantering inom den egna verksamheten samt inom det egna ansvarsområdet
- Medverkan i teknik- och kunskapsutveckling inom strålsäkerhetsområdet.

En nulägesbild inom olika verksamheter visar att det finns ett antal utmaningar som gör kompetensförsörjningssystemet sårbart på längre sikt. I bilden ryms både ett generellt behov över tid som beror av personalomsättning hos olika aktörer, men också ännu ej kända behov som uppstår ur teknikutveckling och samhällsliga förändringar.

I avsnitt 3.1–3.4 nedan presenteras en sammanfattning av olika kompetensbehov inom de respektive verksamheter som bedriver strålsäkerhetsrelaterade aktiviteter.

Kompetensförsörjningsbehoven inom strålsäkerhet för strålskyddsberedskap och totalförsvaret är ofullständigt kartlagda, varför dessa områden endast beskrivs översiktligt. Utredning och tillgodoseende av totalförsvarets kompetensbehov inom strålsäkerhet föreslås därför som en prioriterad insats i avsnitt 4.1.

I avsnitt 3.5 diskuteras framtida aspekter på kompetensförsörjningsfrågan.

3.1. Kärnteknisk verksamhet

I Sverige finns kärnkraftverk som bidrar till elförsörjningen men också andra anläggningar som bedriver kärnteknisk verksamhet, såsom exempelvis produktion av kärnbränsle eller strålsäkert omhändertagande av använt bränsle och avfall. Tryggad kompetensförsörjning är en förutsättning för att kärnkraftverken och de andra anläggningarna ska kunna bedriva sin verksamhet på ett säkert sätt under hela livscykeln för varje anläggning.

De efterfrågade kompetenserna inom det kärntekniska verksamhetsområdet täcker en stor bredd av behov. Bara relaterat till kärnkraftsindustrins verksamhet behöver det finnas kompetens bland annat för att tillse att

- kärnkraftsreaktorerna drivs och utvecklas strålsäkert
- verksamheten bedrivs i enlighet med gällande överenskommelser rörande kärnämnes- och exportkontroll
- nedstängda kärnkraftsreaktorer avvecklas och rivs på ett strålsäkert sätt
- använt kärnbränsle transporteras och förvaras strålsäkert
- slutförvaret för det använda kärnbränslet planeras, byggs och tas i bruk på ett strålsäkert sätt
- de lagar och föreskrifter som reglerar kärnkraftens verksamhet ställer relevanta strålsäkerhetskrav och att den myndighet som utför tillsyn och granskar anläggningarna bidrar till en ökad strålsäkerhet
- beredskap och olyckshantering, kärnkraftsanläggningarna och även samhället i stort har kompetens nog att kunna hantera en olycka oavsett om den sker i Sverige eller i vår omvärld (se efterföljande avsnitt om beredskap och totalförsvaret).

Med tanke på de långa tidsramar som kärnkraften verkar inom, kommer kompetens att efterfrågas under lång tid framöver. För den händelse svensk kärnkraftsindustri ansöker om att bygga ytterligare kärnkraftverk, behöver även kompetens kunna byggas upp relativt snabbt för att tillgodose de behov som då uppstår, vilket även innefattar myndighetens kompetensbehov inom regelgivning och tillsyn. Livstidsförlängningar av befintlig kärnkraft är ett annat möjligt scenario som också kan påverka kompetensbehoven.

Inom den kärntekniska verksamheten står driften av kärnkraftverken för de största kompetensbehoven, och den verksamheten dimensionerar även till viss del behoven av strålsäkerhetsrelaterad kompetens inom det näraliggande beredskapsområdet. Kärnkraftsindustrins pågående avveckling av totalt sex reaktorer har påverkat kompetensförsörjningssystemet markant och tillströmningen av studenter till kärntekniska utbildningar har minskat. Samtidigt står de pågående avvecklings- och rivningsprojekten samt planeringen för den slutliga förvaringen av använt kärnbränsle och rivningsavfall för ett betydande kompetensbehov.⁶ Vidare har Sverige även efter avvecklingsbesluten alltså sex stora elproducerande reaktorer i drift under lång tid framåt, och räknas därmed internationellt sett fortfarande som en stor kärnkraftsnation.

Den minskade studenttillströmningen har påverkat lärosätenas utbildningsutbud negativt. Under en period låg två av tidigare tre kärntekniska utbildningsprogram nere. Idag är ett av programmen återupptaget, och studenter kan därmed för närvarande välja kärntekniska program vid två svenska lärosäten. Intresset från studenter för dessa två program är dock fortsatt lågt.

Den generella nationella trenden med vikande intresse för ingenjörsutbildningar påverkar kärnkraftsindustrin. Industrin får därmed även svårare att rekrytera ingenjörer som genom internutbildning skulle kunna fördjupa sin kompetens inom strålsäkerhet.

För att tillgodose både kompetensbehovet inom kärnteknisk verksamhet i Sverige och behovet av kompetens inom beredskapen, som kommer att finnas oaktat om svensk kärnkraft finns kvar, fordras forskning och utbildning inom kärnteknik och andra relaterade ämnen. Finansieringen av kärnteknisk forskning påverkas dels av hur mycket den kärntekniska industrin satsar på forskning, dels hur stora satsningar som statliga forskningsfinansiärer gör inom området. Det har saknats en långsiktig inriktning för strålsäkerhetsforskningen, något som inneburit att Sverige som nation inte har fått den utväxling som man hade kunnat få av en mer sammanhållen finansiering inom området. Samtidigt har ett antal sårbara forskningsmiljöer inte haft möjlighet att växa sig livskraftiga. De befinner sig i en splittrad finansieringssituation där bristande långsiktighet begränsar möjligheten att upprätthålla avancerad infrastruktur och att säkra återväxten bland forskare.⁷

Ökad internationell forskningssamverkan kan förväntas ge goda förutsättningar att stärka den nationella forskningen. Svensk medverkan i samarbeten inom exempelvis Europeiska atomenergigemenskapen (Euratom) kan tillgodose kunskapsbehov inom ramen för dagens kärntekniska verksamhet och för forskning om nya kärnkraftssystem. Oavsett om nya reaktorer tas i bruk i Sverige eller inte, så kan forskning om ny kärnkraftsteknik förväntas bidra till att attrahera studenter och forskare, vilket har noterats i samband med tidigare planer på nybyggnation. Livskraftiga forskningsmiljöer bidrar även till skapandet av vitala utbildningsverksamheter som förser samhället med kunskap och kompetens och möjliggör för arbetsgivare att anställa kompetent personal, vilket sammantaget stärker hela kompetensförsörjningssystemet.

⁶ Se Kärnavfallsrådets rapport: "Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2020" (SOU 2020:9).

⁷ Se Energimyndighetens rapport: "Kunskapsplanering om forskning och innovation på kärnkraftsområdet i Sverige" (ER 2020:27).

3.2. Beredskap och totalförsvaret

En nationell strålskyddsberedskap behöver upprätthållas för att kunna hantera radiologiska nödsituationer som kan uppstå på grund av olyckor eller antagonistiska händelser vid kärnkraftverk eller andra kärntekniska anläggningar eller verksamheter, t.ex. transporter, eller relaterat till strålkällor som används inom vissa industrier, universitet och större sjukhus. Strålsäkerhetsrelaterad kompetens inom samhällets krishantering innefattar också sjukvårdens kompetens att identifiera och behandla strålskador.

Kärnkraftindustrin liksom andra tillståndshavare för verksamhet med joniserande strålning har ansvar att upprätthålla beredskapsorganisationer för den händelse en strålningsrelaterad olycka skulle inträffa inom den egna verksamheten.

Samhällets strålskyddsberedskap behöver även innefatta andra typer av händelser än händelser på svenskt territorium i fredstid. Beredskapen behöver innefatta kärnkraftsolyckor eller användning av kärnvapen i vår omvärld. Den behöver även upprätthållas under höjd beredskap och krig. I ett totalförsvarsperspektiv krävs kompetens inom säkerhetsskydd och informationshantering för att kunna säkerställa att nationellt samhällsviktig verksamhet, t.ex. energiförsörjning genom kärnkraft, kan drivas vidare under andra förhållanden än de som råder i fredstid. Ytterst behöver det civila och militära försvaret kunna hantera radiologiska och andra följder av användning av kärnvapen på svenskt territorium eller i Sveriges närområde. Totalförsvarets kompetensbehov inom strålsäkerhetsområdet behöver utredas, vilket har konstaterats i tidigare utredning⁸ (se vidare i avsnitt 4.1).

Med få undantag (t.ex. Totalförsvarets forskningsinstitut som bedriver kontinuerlig kunskapsutveckling via forskning för totalförsvarets behov) behöver strålsäkerhetskompetens kopplat till beredskap och totalförsvaret sällan nyttjas i den dagliga verksamheten. Den förväntas emellertid finnas i samhället om det blir aktuellt att hantera en allvarlig händelse. Detta påverkar kompetensförsörjningen ur flera aspekter: givet den otydliga eller svaga efterfrågan från arbetsgivare uppfattas områdena inte som attraktiva av studenterna, och lärosätenas incitament att erbjuda utbildningar minskar med låg studenttillströmning, samtidigt som forskning endast finansieras av ett fåtal finansiärer. Varken forskningsfältet eller utbildningsvägarna för att förse verksamheter med kompetens är enkelt inringade, utan dessa kan finnas inom såväl kärnteknisk forskning och utbildning som exempelvis inom ingenjör- och sjukhusfysikerutbildningar och forskning inom strålningsbiologi och radioekologi. Dessa utbildningar omfattar dock heller inte nödvändigtvis djupare kompetens inom beredskapsområdet.

Inom området finns flera aktörer (t.ex. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och Strålsäkerhetsmyndigheten) som finansierar forskning och bedriver utbildningsinsatser (se översikt i avsnitt 2). För arbetsgivare kan specifika kompetenshöjande insatser försvåras av att man inte alltid har tydliggjort inom organisationen vilket ansvar man har avseende strålsäkerhet inom beredskap och totalförsvaret.

3.3. Medicinsk verksamhet

Strålskyddskompetens i hälso- och sjukvård ska tillgodose behovet av strålskydd för patienter och personal samt begränsa verksamhetens påverkan på allmänhet och yttre miljö. Medicinsk strålskyddskompetens utgör även en del i samhällets krishanteringsförmåga, se föregående avsnitt. Behovet av strålskyddskompetens inom den medicinska verksamheten handlar i hög grad om att den strålningsrelaterade vården ska vara patientsäker. Det finns indikationer på att vårdens behov av strålskyddskompetens ökar,

⁸ Se fotnot 1 på s. 4 i denna rapport.

dels eftersom användningen av joniserande strålning ökar både vad gäller diagnostik och behandling, dels därför att komplexiteten och automatiseringen ökar inom flera områden. Sammantaget ökar därmed vårdens kompetensbehov inom den strålningsrelaterade verksamheten. Detta innebär behov av utökad kontinuerlig kompetensutveckling hos yrkesgrupper som arbetar i verksamheter med joniserande strålning inom sjuk- och tandvården. Samtidigt sker en utveckling som bör bevakas, där den pågående utvecklingen av tekniska hjälpmedel inom artificiell intelligens (AI) förväntas leda till nya möjligheter att bedöma bilder och ställa diagnos. Detta, tillsammans med införandet av mer specialiserad utrustning för olika behandlingar, ökar kompetensbehoven avseende strålskydd i de medicintekniska företagen.

Till skillnad från de områden som nämnts i tidigare avsnitt, finns inom de medicinska verksamheterna med strålning en tydligt utstakad linje mellan utbildningar, yrkeskategorier och arbetsmöjligheter. Den som exempelvis vill bli sjukhusfysiker väljer sjukhusfysikerprogrammet och har sedan möjlighet att ta anställning som sjukhusfysiker på ett sjukhus. De medicinska verksamheterna står istället inför andra utmaningar. Inom medicinsk verksamhet behövs mer samverkan mellan lärosäten och universitetssjukhus för att konkret anpassa utbildningsplatserna efter behovet inom vården med kompetens relaterad till strålsäkerhet. I Socialstyrelsens kartläggning av tillgång och efterfrågan på legitimerad personal inom vården nämns särskilt att efterfrågan på röntgensjuksköterskor är hög i många regioner.⁹

De strålningsrelaterade medicinska verksamheterna står inför samma rekryteringsutmaningar som den övriga vården: studenttillströmningen är inte tillräckligt hög. Till största del är detta ett vårdproblem, som blir ett strålsäkerhetsproblem först om det leder till att strålskyddet inte kan upprätthållas.

Forskning inom medicinska bestrålningar finansieras huvudsakligen av statliga forskningsråd, regionala finansärer samt olika cancerfonder. Forskningen flyttar kunskapsläget framåt och bidrar till nya forskningsrön som kan förbättra vården och patientsäkerheten.

Som ett led i översynen av relaterade föreskrifter har Strålsäkerhetsmyndigheten tidigare låtit genomföra en utredning¹⁰ om utbildning och kompetens inom strålskydd för olika yrkesgrupper som medverkar vid medicinska bestrålningar. Utredningen pekade på ett antal områden där Sverige behöver vidta åtgärder i syfte att stärka strålskyddskompetensen inom alla utbildningsnivåer. Åtgärderna omfattar därmed såväl vårdutbildningarnas grundutbildningar som vidareutbildningar och fortbildningar. Dessutom påvisas behov av samordning mellan olika statliga myndigheter inom strålskydd, patientsäkerhet och utbildning.

3.4. Övriga verksamheter med strålning

Övriga verksamheter med strålning är ett samlingsbegrepp för ett brett spektrum av verksamheter som nyttjar olika typer av strålning inom industri, myndigheter och universitet. Strålningsmässigt skiljer sig dessa olika verksamheter från varandra både i omfattning och i komplexitet, där strålsäkerhet kan utgöra en varierande del av innehållet i hela verksamheten. I vissa fall sker den strålningsrelaterade utbildningen i dessa verksamheter internt, vilket ställer krav på vidareutbildning. I andra fall har strålsäkerhetskompetensen inhämtats genom akademisk utbildning och forskarutbildning

⁹ Se Socialstyrelsens rapport: "Bedömning av tillgång och efterfrågan på legitimerad personal i hälso- och sjukvård samt tandvård – Nationella planeringsstödet 2021", 2021-2-7200, Februari 2021.

¹⁰ Se Strålsäkerhetsmyndighetens rapport: Utbildning och kompetens inom strålskydd hos olika funktioner som deltar vid eller påverkar medicinska bestrålningar, SSM 2014:42, Juni 2014, ISSN: 2000-0456.



inom ämnesområden som strålningsfysik, radio- och kärnkemi, strålningsbiologi, och radioekologi. Exempel på övriga verksamheter innefattar bland annat forskning- och utvecklingsanläggningar, verksamheter inom metrologi, industriell radiografering, verksamheter med accelerators, radon, slutna strålkällor med hög aktivitet, samt universitetens utbildnings- och forskningsverksamhet. Till övriga verksamheter räknas även verksamheter med icke-joniserande strålning (t.ex. UV, laser och elektromagnetisk strålning).

3.5. Strålsäkerhet i framtiden

God kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet är en förutsättning för att möta såväl dagens kompetensbehov som den förändring i behov som framtida verksamheter kan föra med sig. Framtida kompetensbehov kan uppstå exempelvis genom fortsatt utveckling av medicinska diagnos- och behandlingsmetoder som inbegriper strålning, eller genom ett förändrat omvärldsläge som ökar behoven inom totalförsvaret. De kan också uppstå genom livstidsförlängning av befintlig kärnkraft, eller genom utveckling och införande av nya tekniker för laddning av elfordon. Innovation inom det kärntekniska området med utveckling och användning av små modulära reaktorer (SMR) kan också väcka nya kompetensbehov. För att all utveckling ska ske strålsäkert även i framtiden behöver vi därför redan nu lägga grunden för ett system som kan tillhandahålla den kompetens som kan komma att behövas.

Forskning och utbildning är en förutsättning för god kompetensförsörjning vid sidan av arbetslivserfarenhet. Forskning ger ny kunskap till industrier och företag, vården samt myndigheter, och håller dessutom utbildningsmiljöer vitala. Kompetensuppbyggnad kan ske dels vid lärosäten och gymnasium, dels på arbetsplatser genom interna eller externa kurser samt under det dagliga arbetet. Utan en kontinuerlig kunskapsutveckling är risken stor att kompetensnivåerna stagnerar för att efterhand sjunka.

Kompetensen behöver också komma till användning i olika verksamheter. Det behöver därför vara tydligt för studenter och yrkesverksamma med strålningsrelaterad kompetens att de är attraktiva på en arbetsmarknad, och att det finns lockande karriärvägar inom ett brett utbud av verksamheter.

4. Kompetensförsörjning för behoven i ett strålsäkert samhälle – från vision till handling

Följande vision har tagits fram som målbild för den nationella strategiska inriktning för Sveriges kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet som föreslås i detta dokument:

Tryggad nationell kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet möjliggör samhällsnyttig användning av strålning och bidrar till att skydda människor och miljö från oönskade effekter nu och i framtiden.

Visionen är nedbruten i fem strategiska fokusområden med förslag på prioriterade insatser som sammantaget syftar till att säkerställa att Sveriges nationella kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet upprätthålls och utvecklas under den kommande tioårsperioden:

- Nationell samordning (4.1)
- Forskningspolitik för livskraftiga forskningsmiljöer (4.2)
- Internationell forskningssamverkan (4.3)
- Utbildningar för samhällets kompetensbehov (4.4)
- Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft (4.5)

De prioriterade insatserna som föreslås för varje fokusområde utgör ett första steg att skapa de strategiska förutsättningarna för att tillgodose de nationella kompetensbehoven på området. Handlingsplaner som preciserar lämpliga åtgärder för det långsiktiga arbetet inom varje insats bör utvecklas i ett efterföljande steg.

4.1. Nationell samordning

Kompetens inom strålsäkerhet behövs i ett brett register av branscher och verksamheter, och därmed hos många olika arbetsgivare. Samhället får ta del av positiva effekter av verksamheter som innefattar strålning. Det kan handla om diagnos och behandling inom vården, likaväl som en tryggad elförsörjning genom kärnkraft. Kompetens behövs också för att tillgodose att människors hälsa och miljön samtidigt kan skyddas från strålningens oönskade effekter. Dessa kan innefatta komplikationer från reguljär användning av strålkällor, exempelvis inom sjukvården, men även akuta strålskador i samband med ovanliga men allvarliga strålolyckor eller s.k. antagonistiska händelser (t.ex. terrorattentat och kärnvapen användning).

Flera aktörer behöver involveras för att stärka utvecklingen av kompetensförsörjningssystemet inom strålsäkerhetsområdet. Ett strategiskt fokus på nationell samordning där de statliga aktörerna samverkar, kan ge förutsättningar för en mer kraftfull utväxling på statliga satsningar och i samband med svenska insatser inom europeiskt samarbete. Samtidigt har kärnkraftsindustrin - en stor avnämare av kompetens inom systemet - ett ansvar för att dels finansiera forskning och på så sätt bidra till livskraftiga forskningsmiljöer, dels visa studenter och forskare att personer med strålsäkerhetsrelaterad kompetens är attraktiva och kommer i anställning.

På samma sätt som strålsäkerhetsrelaterad kompetens behövs inom ett brett register av branscher och verksamheter, så ryms kunskapsområdet inom flera olika vetenskapliga fält. Sammantaget gör detta det svårt att få en samlad bild av strålsäkerhetsområdet, och vid sidan av Strålsäkerhetsmyndigheten har inga andra aktörer i uppdrag att överblicka området i sin helhet. Bristfällig kompetensförsörjning i samhället betyder ökade risker för såväl människa som miljö. Därför finns behov av att stärka kompetensförsörjningssystemet för att långsiktigt säkra ett gott kompetensläge och ett strålsäkert samhälle.

Samhället förändras ständigt, och ett kompetensförsörjningssystem behöver därför vara flexibelt för att kunna tillhandahålla den kompetens som behövs både för befintliga och framtida verksamheter. En nulägesbild riskerar att snabbt bli föråldrad, men några långsiktiga trender som påverkar behoven av strålsäkerhetsrelaterad kompetens inom olika verksamheter kan beskrivas enligt följande:

- Kärnkraftsindustrin förutser att befintliga kärnkraftverk kommer att drivas fram till 2040-talet och kanske längre. Samtidigt är internationell forskning intensiv vad gäller nya reaktorkoncept som relativt snabbt kan få genomslag i form av nybyggnation av kärnkraftsreaktorer.
- Avvecklingen av kärnkraftsreaktorer kan sägas vara ett av Sveriges största rivningsprojekt och arbetet med att slutförvara kärnbränslet på ett strålsäkert sätt beräknas pågå fram till år 2070.
- Totalförsvaret är under uppbyggnad och såväl de civila som militära delarna behöver hantera frågor som risken för terrordåd med radioaktiva inslag eller användandet av kärnvapen.
- Användningen av medicinska bestrålningar inom vården ökar, inte minst genom att nya behandlings- och diagnosmetoder tas i bruk.
- Innovationer kan ha större eller mindre strålningsrelaterad anknytning, exempelvis kan nya frågor gällande elektromagnetisk strålning förväntas uppstå i samband med utvecklingen av vägnät som möjliggör laddning av elfordon under färd och från nya generationers mobila nätverk.

Strålning tillför samhället nytta men riskerna behöver hanteras. Att skydda människors hälsa och miljön mot de oönskade effekterna av strålning faller också väl in i regeringens arbete med att uppnå målen i Agenda 2030 om ett hållbart samhälle.

Strålsäkerhetsfrågorna har därför en naturlig plats inom agendan vad gäller såväl miljö- som hälsoperspektiven.

Nationell samordning ger förutsättningar att öka effektiviteten i den svenska kompetensförsörjningen och är ett relevant inslag också för de övriga fokusområdena i detta kapitel. Samverkan präglad av öppenhet och kunskapsutbyte över olika gränssytor ger ömsesidigt lärande mellan individer och organisationer, vilket stärker den samlade kompetensen inom strålsäkerhet.

Strategiskt fokusområde (I): Nationell samordning

Nationell samordning stärker och effektiviserar kompetensförsörjningssystemet så att det finns en tryggad kompetensbas för alla verksamheter att bedrivas strålsäkert

Förslag till prioriterade insatser:

- a) Ansvariga myndigheter utses för att medverka i insatser som syftar till att säkerställa och utveckla den nationella kompetensförsörjningen inom strålsäkerhetsområdet.*
- b) Regeringen följer fortlöpande kompetensläget i Sverige genom sin myndighet Strålsäkerhetsmyndigheten som möjliggör samverkan mellan aktörer inom strålsäkerhetsområdet.*

- c) *Regeringen verkar för upprätthållandet av långsiktiga förutsättningar för den nationella kompetensförsörjningen inom strålsäkerhetsområdet.*
- d) *Regeringen verkar för att utbildning och forskning inom den skärning av vetenskaperna som utgör strålsäkerhet ses som ett samlat system av dess myndigheter och forskningsråd.*
- e) *Totalförsvarets kompetensbehov inom strålsäkerhetsområdet utreds och tillgodoses.*

4.2. Forskningspolitik för livskraftiga forskningsmiljöer

Flera statliga forskningsfinansiärer behöver bidra till att nationell kompetens för dagens och framtidens behov utvecklas inom strålsäkerhetsområdet. I dag har endast Strålsäkerhetsmyndigheten detta uppdrag. De nationella forskningsråden välkomnar visserligen strålsäkerhetsrelaterade ansökningar inom strålsäkerhetsområdet, men beviljar finansiering utifrån andra kriterier än att upprätthålla den nationella kompetensen inom området. Det gör att finansieringen i dagsläget inte räcker till för att möta samhällets kompetensbehov, och också till att finansieringen ofta blir för oförutsägbar för att långsiktigt livskraftiga forskningsmiljöer ska kunna byggas upp. Inom energiområdet har det uppmärksamats att s.k. "förnybara tekniker" har vunnit stor mark på bekostnad av kärnkraftsforskningen.

Strålsäkerhetsmyndigheten har i uppdrag att bidra till att nationell kompetens för dagens och framtidens behov utvecklas inom myndighetens verksamhetsområde (strålskydd, kärnsäkerhet och nukleär icke-spridning), men myndigheten kan inte ensamt upprätthålla de forskningsmiljöer som behöver vara livskraftiga för att tillgodose samhällets behov av vetenskaplig expertis inom området. Det är inte heller önskvärt att samla all statlig forskningsfinansiering inom ett område till en mindre myndighet, eftersom det på sikt riskerar att göra forskningsfinansieringen inom området till ett alltför slutet system. Istället skulle flera forskningsfinansiärer kunna bereda och granska ansökningar och följa upp projektresultat inom strålsäkerhetsområdet.

Samhällets behov av forskning inom strålsäkerhet som möter behov inom beredskap och totalförsvaret behöver också framhållas. Strålningsrelaterad kompetens inom dessa två områden efterfrågas sällan i verksamheternas vardag, men om en olycka, ett terrordåd eller ett anfall skulle ske – inom landet eller i vårt närområde – med strålkällor, radioaktiva ämnen eller genom användandet av kärnvapen, behöver samhället ha kompetens att tillgå inom landet.

En kritisk kärna av forskningsområden behöver finansieras för att säkerställa att det finns en nationell miniminivå av vetenskaplig expertis med kompetens för de verksamheter med strålning som bedrivs i Sverige, och med kapacitet att utbilda studenter till nyckelbefattningar i olika sektorer. I Strålsäkerhetsmyndighetens tidigare utredning¹¹ bedömdes följande forskningsområden inte vara tillräckligt livskraftiga för att tillgodose det kompetensbehov som finns i samhället:

- Kärnkraftteknik, inklusive reaktorfysik, termohydraulik och kärndata
- Svåra haverier och kärnkemi
- Kärnämneskontroll och icke-spridning
- Strålningsbiologi
- Radioekologi
- Strålskyddsdosimetri

¹¹ Se fotnot 1 på sidan 4 av detta dokument.

I utredningen konstaterades även att den medicinska beredskapen för strålningsincidenter är bristfälligt organiserad och underfinansierad.

Avgränsade insatser i syfte att stärka endast dessa forskningsmiljöer är inte tillräckligt – de skulle riskera att bli isolerade öar som aldrig blir tillräckligt stabila. Istället behöver dessa forskningsmiljöer omges av andra områdesmässigt närliggande livskraftiga forskningsmiljöer så att forskare och kompetens kan vandra mellan forskningsområdena och på så sätt bidra till både ökade kompetensnivåer och ett stärkt kompetensförsörjningssystem. Därtill kan även i dag stabila forskningsmiljöer inom strålsäkerhetsområdet försvagas om forskningsfinansieringen uteblir. Det finns därför goda skäl att utgå från ett helhetsperspektiv och inte bara fokusera på de forskningsområden som i dag är identifierade som sårbara. Till exempel bidrar forskning på nya reaktortyper till att hålla även närliggande forskningsområden inom kärnkraftssäkerhet livskraftiga och sprida såväl forskningsresultat som kompetens vidare – även om det handlar om reaktorer som kanske aldrig kommer att byggas i Sverige.

Strålsäkerhet inryms inte i en enskild vetenskap utan uppstår när ett strålsäkerhetsperspektiv läggs på de grundläggande vetenskaperna, se föregående kapitel. För att råda bot på de splittrade förhållandena kan det koncept om nationellt forskningsprogram som tagits fram inom ramen för de återkommande forskningspropositionerna användas. Genom att lägga till strålsäkerhetsområdet som ett nationellt forskningsprogram, eller genom att förstärka existerande program, säkerställs att de stora statliga forskningsfinansiärerna tillser att forskningsfinansiering förmedlas även till detta område. Eftersom de nationella forskningsprogrammen är tioåriga satsningar som syftar till att koordinera forskningen inom ett område, så skapar dessa program förutsättningar också för tvärvetenskaplig forskning och tvärssektoriell samverkan, något som direkt gagnar strålsäkerhetsrådets bredd. Satsningarna är dessutom kopplade till högre utbildning samtidigt som de utgör en länk till internationella forskningssamarbeten.

Då den nationella forskningspolitiken i många delar utgår från de mål som ska uppnås inom Agenda 2030, kommer kompetensområdet strålsäkerhet därmed också att bidra till de hållbarhetsmål som regeringen strävar efter att uppnå. Flera av de globala målen inbegriper frågor som inrymmer strålsäkerhet, exempelvis ”hälsa och välbefinnande”, ”rent vatten och sanitet”, ”hav och marina resurser” samt ”hållbar energi för alla”.

Strategiskt fokusområde (II): Forskningspolitik för livskraftiga forskningsmiljöer

Sveriges forskningspolitik tillgodoser samhällets behov av kompetens inom strålsäkerhetsområdet och bidrar till en bred kompetensbas för framtiden.

Förslag till prioriterade insatser:

- a) *Strålsäkerhetsområdet läggs till som ett nationellt forskningsprogram i regeringens forskningsproposition, eller som förstärkning till existerande program, så att området därmed kan prioriteras i forskningsrådets forskningsfinansieringsplaner.*



- b) *Regeringen inkluderar strålsäkerhet i de stora statliga forskningsfinansieringsberedningar i arbetet med att uppnå Agenda 2030:s hållbarhetsmål.*
- c) *Myndigheters ansvar för forskningsfinansiering inom strålsäkerhetsområdet tydliggörs.*
- d) *Forskningsfinansieringsbehoven för infrastruktursatsningar inom strålsäkerhetsområdet utreds.*
- e) *Regeringen verkar för att lärosäten inom strålningsrelaterade grundvetenskaper samverkar för att främja kompetensnätverk inom strålsäkerhetsområdet.*
- f) *Långsiktig och förstärkt basfinansiering till strålsäkerhetsrelaterad forskning säkerställs.*
- g) *Ansvarig myndighet utses för att säkerställa långsiktig finansiering av forskning inom kärnkraftteknik, så att livskraftiga forskningsmiljöer i det näraliggande strålsäkerhetsområdet skapas, bibehålls och utvecklas.*

4.3. Internationell forskningssamverkan

Svenskt deltagande i internationella forskningsprogram möjliggör samfinansiering av resurskrävande forskning. Samverkan med andra länders experter möjliggör även värdefull kunskapsöverföring inom avancerade kompetensområden. Internationellt utbyte är således ett kraftfullt sätt att säkra den nationella kompetensen både i form av värdefulla nätverk och för individuell kunskapsutveckling.

EU:s forskningsfinansiering inom strålsäkerhet och kärnkraftteknik förmedlas genom Europeiska atomenergigemenskapen (Euratom). Euratoms utlysning av forskningsmedel genom programmet ”*Research and Training Programme*” innehåller forskningsfinansiering för ungefär 250 miljoner Euro under en femårsperiod inom bland annat områdena kärnkraftssäkerhet, strukturmaterial, kärnbränsle, kärnavfall och avveckling samt strålskydd och beredskap.

Ofta finns det krav på nationella samarbeten och medfinansiering för att EU:s forskningsfinansiering ska komma ett land till gagn. De nationella forskningsprogrammen som samlar såväl forskningsfinansierare som lärosäten kring forskningsansökningar samt administrativt stöd vid ansökningar och genomförande, ökar därmed möjligheterna att EU:s forskningsmedel tilldelas svenska forskare, vilket vore särskilt viktigt inom de områden som har identifierats som sårbara.

Strategiskt fokusområde (III): Internationell forskningssamverkan

Svensk forskning bidrar till och drar nytta av forskningssamverkan inom EU och i övriga världen.

Förslag till prioriterade insatser:

- a) *Regeringen verkar för ett brett och aktivt svenskt deltagande i internationella aktiviteter som rör kunskap och erfarenheter för förbättrad strålsäkerhet.*
- b) *Regeringen verkar för att en större andel av EU:s forskningsfinansiering inom strålsäkerhetsområdet går till forskare verksamma i Sverige.*

- c) *Ansvarig myndighet utses för att särskilt stödja att svenska forskare inom strålsäkerhetsområdet söker forskningsfinansiering inom EU:s forskningsfinansieringssystem.*
- d) *Strålsäkerhetsmyndigheten utreder hur EU:s forskningsfinansiering inom strålsäkerhetsområdet kommer svensk forskning till del samt hur detta bidrar till den nationella kompetensförsörjningen.*

4.4. Utbildningar för samhällets kompetensbehov

Låg studenttillströmning till strålsäkerhetsrelaterade utbildningar finns i dag främst inom det kärntekniska området. Detsamma gäller för utbildningar som tillgodoser beredskapens behov av kompetens inom strålsäkerhet. Det finns också utbildningar inom små och sårbara kunskapsområden där studenttillströmningen är låg, exempelvis strålningsbiologi, radiokemi och radioekologi. Utifrån samhällets behov av strålsäkerhetsrelaterad expertkompetens behöver det ändå finnas incitament för lärosätena att ge utbildningar inom sådana kunskapsområden. Dessa utbildningar behövs också som ett stöd för att tillståndshavare inom verksamheter med joniserande strålning ska kunna fostra expertfunktioner inom strålskydd, i enlighet med internationella och nationella riktlinjer.

Inom det medicinska området finns däremot andra utmaningar. Där riskerar pensionsavgångar i läraryrket att försämra kvaliteten i de strålningsrelaterade utbildningarna, då återväxten är svag. Bland samhällsviktiga utbildningar finns det även en ekonomisk problematik kopplad till att tillhandahålla sjukhusfysikerutbildningar på fyra utbildningsorter med små studentkullar. Samtidigt förser sjukhusfysikerutbildningen också till viss del kärnkraftsindustrin med strålskyddskompetens.

Det är inte bara lärosätenas utbildningar som bidrar till kompetensförsörjningen inom strålsäkerhet i samhället. Många utbildningar sker internt inom industri och medicinsk verksamhet, eller med hjälp av utbildningsföretag. I dag förväntas alla medarbetare vara delaktiga i ett livslångt lärande. Det behövs även en kärna av akademiska utbildningar inom strålsäkerhet på lärosätena, så att dessa kan hålla hög nivå och förse samhället med vetenskaplig expertis och kompetens. Ytterligare en förutsättning för att denna del av kompetensförsörjningssystemet ska fungera, är att arbetsgivarna avsätter tillräckligt med tid för medarbetarnas kompetensupbyggnad och vidareutbildning.

Strategiskt fokusområde (IV): Utbildningar för samhällets kompetensbehov

Utbildningssystemet tillgodoser samhällets samlade behov av kompetens inom samtliga delar av strålsäkerhetsområdet.

Förslag till prioriterade insatser:

- a) *Utbud och finansiering av samhällsviktiga utbildningar inom strålsäkerhetsområdet utreds och säkerställs.*
- b) *Regeringen verkar för att förstärka kompetensförsörjningssystemets utbud och finansiering av strålsäkerhetsrelaterade utbildningar och påbyggnadskurser.*
- c) *Regeringen verkar för att kompetensutveckling och utbildning för personal inom strålsäkerhet i de strålningsrelaterade verksamheterna vidmakthålls och utvecklas.*

4.5. Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft

En viktig del av ett nationellt kompetensförsörjningssystem är att presumtiva studenter och forskare ser att det finns goda framtidsutsikter till attraktiva anställningar efter slutförd grund- eller forskarutbildning – det vill säga att det finns arbetsgivare som anställer utbildad arbetskraft.

Strålsäkerhetsområdet påverkas av två övergripande nationella trender vad gäller studenters utbildningsval, dels det vikande intresset för ingenjers- och vårdutbildningar, något som påverkar många branscher och inte minst vårdsektorn, dels det minskade intresset för de kärntekniska utbildningsprogrammen.

Det har också visat sig att rörligheten mellan de olika strålningsrelaterade verksamheterna är låg. Den som utbildar sig inom de medicinska strålningsområdena, exempelvis till sjukhusfysiker, ser sällan de möjligheter som finns att komma i arbete inom kärnteknisk verksamhet, exempelvis inom personalstrålskydd. Det omvända förhållandet gäller för de som utbildar sig inom kärnteknik. En breddad syn på kompetensområdet med ökade möjligheter till vidareutbildning, skulle ge utbildad personal en utökad arbetsmarknad och därmed sannolikt göra området mer attraktivt. Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft kan även stärkas genom framhävet av nyttor med strålning, samt genom större fokus på områdets inverkan på de globala målen för Agenda 2030. Samordning kring lämpliga åtgärder utifrån behov och möjligheter hos berörda intressenter kan skapa nya förutsättningar för kompetensförsörjningssystemet.

Liksom vad gäller övriga branscher, behöver de rekryterande verksamheterna, det vill säga arbetsgivarna, ta sitt ansvar för att attrahera personal och synliggöra kommande kompetens- och resursbehov.

Strategiskt fokusområde (V): Strålsäkerhetsområdets attraktionskraft

Strålsäkerhet är ett kompetensområde som attraherar studenter, forskare och yrkesverksamma.

Förslag till prioriterade insatser:

- a) *Intressenter inom olika strålningsrelaterade verksamheter upprätthåller och kommunicerar en aktuell och attraktiv bild av områdets behov och möjligheter till olika målgrupper, som även synliggör att området präglas av jämställdhet inkludering och mångfald.*
- b) *Strålsäkerhetsmyndigheten ges ett samordningsuppdrag med uppgift att öka strålsäkerhetsområdets attraktionskraft och motivera studenter och yrkesverksamma till utbildning och karriär inom området.*

5. Uppföljning

En nationell strategisk inriktning av detta slag är en långsiktig satsning som behöver följas upp för att säkerställa önskvärd framdrift. Strålsäkerhetsmyndigheten har redan uppdrag inom kompetensförsörjningsområdet och bör inom ramen för detta ta ett särskilt ansvar för att följa utvecklingen, och vid behov lyfta frågor för särskild dialog eller åtgärd. Sådana initiativ kan även förledas av förändringar i kunskapsbilden, tekniska framsteg eller samhällsliga förändringar som påverkar strålsäkerheten.

En genomarbetad analys av kompetensförsörjningsläget togs fram 2018 inom ramen för ett regeringsuppdrag – Grunden för en långsiktig kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet. Den då presenterade nulägesanalysen kan utgöra en nollmätning som kommande lägesanalyser kan jämföras med för att se om utvecklingen inom den nationella kompetensförsörjningen går åt önskat håll.

Uppföljning av det nationella kompetensläget inom strålsäkerhet ger förutsättningar för en hållbar kompetensförsörjning i Sverige.

Förslag till prioriterade insatser:

- a) Regeringen uppdrar åt Strålsäkerhetsmyndigheten att återkommande värdera och rapportera nuläget inom kompetensförsörjningssystemet och att vid behov föreslå åtgärder.
- b) Regeringen uppdrar åt Strålsäkerhetsmyndigheten att med cirka fem års intervall göra mer omfattande analyser av läget i kompetensförsörjningssystemet, med analysen från 2018 som jämförelsepunkt¹².

¹² Se fotnot 1 på s. 4 av detta dokument.



Bilaga 1 - Remissinstanser

Följande instanser svarade på remissen av denna rapport¹³:

Chalmers tekniska högskola
Energimyndigheten
FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut
Formas
Forsmarks Kraftgrupp AB
Göteborgs Universitet
Jordbruksverkets Beredskapsenhet
Karolinska institutet
Kunskapscentrum för strålningsmedicin vid katastrofer (KcRN, Karolinska Institutet)
Karolinska universitetssjukhuset
KTH - Kungliga Tekniska högskolan
Kärnavfallsrådet
Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan (KSO)
Lunds tekniska högskola
Lunds Universitet
Länsstyrelse Halland
Länsstyrelse Kalmar
Länsstyrelse Uppsala
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
Region Dalarna
Region Halland
Region Kalmar
Region Kronoberg
Region Skåne
Region Västerbotten
Region Västra Götaland
Ringhals AB
SFOR (Svensk Förening för Odontologisk radiologi)
Socialstyrelsen
Stiftelsen för Strategisk Forskning
Stockholms universitet
Svensk Förening för Radiofysik (SFfR)
Svensk Kärnbränslehantering Aktiebolag
Sveriges Lantbruksuniversitetet
Umeå universitet
Uniper Sverige
Uppsala universitet
Vattenfall AB
Vetenskapsrådet
Vinnova
Sveriges Kärntekniska Sällskaps (SKS)/Vysusgroup
Westinghouse Electric Sweden
Östhammars kommun

¹³ Se Strålsäkerhetsmyndighetens preliminära rapport: ”Remiss - Förslag om nationell strategi för Sveriges kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet”, SSM2021-6186-1, 2021-09-24.