

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2020

Steg för steg
Var står vi? Vart går vi?

Rapport av Kärnavfallsrådet

Stockholm 2020



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2020:9

SOU och Ds kan köpas från Norstedts Juridiks kundservice.
Beställningsadress: Norstedts Juridik, Kundservice, 106 47 Stockholm
Ordertelefon: 08-598 191 90
E-post: kundservice@nj.se
Webbadress: www.nj.se/offentligapublikationer

För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Norstedts Juridik AB
på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningsavdelning.

Svara på remiss – hur och varför

Statsrådsberedningen, SB PM 2003:2 (reviderad 2009-05-02).

En kort handledning för dem som ska svara på remiss.

Häftet är gratis och kan laddas ner som pdf från eller beställas på regeringen.se/remisser

Layout: Kommittéservice, Regeringskansliet

Omslag: Elanders Sverige AB

Omslagsfoto: Evis Bergenlöv

Tryck: Elanders Sverige AB, Stockholm 2020

ISBN 978-91-38-25026-6

ISSN 0375-250X

Till statsrådet och chefen för Miljödepartementet

Kärnavfallsrådet (Statens råd för kärnavfallsfrågor) är en tvärvetenskaplig kommitté som har i uppdrag att ge regeringen råd i frågor om använt kärnbränsle, kärnavfall och rivning av kärntekniska anläggningar, (M 1992:A Kärnavfallsrådet. Dir. 2018:18). I februari vartannat år ger Kärnavfallsrådet sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet. Bedömningen presenteras i form av en kunskapslägesrapport. Syftet med rapporten är att uppmärksamma och beskriva frågor som Kärnavfallsrådet anser viktiga och att redogöra för rådets synpunkter i dessa. Kärnavfallsrådet överlämnar härmed till regeringen årets kunskapslägesrapport SOU 2020:9 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2020. Steg för steg. Var står vi? Vart går vi?*

Bakom denna rapport står samtliga ledamöter och sakkunniga i Kärnavfallsrådet.

Rapporterna om kunskapsläget på kärnavfallsområdet åren 1998, 2001, 2004, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 och 2018 finns även tillgängliga i en engelsk version. Rådet kommer att publicera en engelsk översättning av årets rapport under våren 2020.

Stockholm, 20 februari 2020

Carl-Reinhold Bråkenhielm Tuija Hilding-Rydevik
Kärnavfallsrådets ordförande Kärnavfallsrådets vice ordförande

Ledamöter

Carl-Reinhold Bråkenhielm (ordförande), professor emeritus i empirisk livsåskådningsforskning, Uppsala universitet

Sophie Grape, docent i fysik med inriktning mot tillämpad kärnfysik, Uppsala universitet

Mats Harms-Ringdahl, professor emeritus i strålningsbiologi, Stockholms universitet

Tuija Hilding-Rydevik (vice ordförande), professor i miljöbedömning, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Karin Högdahl, docent i geologi, Uppsala universitet

Lennart Johansson, professor emeritus i radiofysik, Umeå universitet

Thomas Kaiserfeld, professor i idé- och lärdomshistoria, Lunds universitet

Mikael Karlsson, docent i miljövetenskap, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm

Jenny Palm, professor i hållbar stadsutveckling vid Internationella Miljöinstitutet (IIIEE), Lunds universitet

Ingmar Persson, professor i oorganisk och fysikalisk kemi, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Sakkunniga

Hannu Hänninen, professor emeritus i maskinteknik, Aalto universitet, Finland

Ingvar Persson, f.d. chefsjurist på Statens kärnkraftinspektion

Kansli

Peter Andersson, kanslichef

Johanna Swedin, vetenskaplig sekreterare

Evis Bergenlöv, biträdande sekreterare

Innehåll

1	Inledning.....	11
1.1	Kapitlen i Klr 2020	12
1.1.1	Långsiktig kompetensförsörjning inom kärnavfallsområdet i sju europeiska länder med kommersiell kärnkraft.....	12
1.1.2	Stegvis prövning och tiden därefter – process och reflektioner.....	13
1.1.3	Modern2020 – kunskapsläge om övervakning.....	13
1.1.4	Utveckling av barriärerna – kunskapsläget avseende kopparkapselns integritet	14
1.1.5	Allmänheten och kärnavfallet	14
1.1.6	Att minnas ett slutförvar.....	15
1.2	Syntes – Den goda tekniken och kärnavfallet	15
2	Långsiktig kompetensförsörjning inom kärnavfallsområdet i sju europeiska länder med kommersiell kärnkraft	17
2.1	Inledning.....	17
2.1.1	Undersökningsmetod.....	18
2.2	Kompetensläget och branschens attraktionskraft	19
2.3	Nationell koordinering.....	22
2.4	Internationell samverkan	26
2.4.1	Internationellt deltagande på myndighets- och departementsnivå.....	27
2.4.2	Medverkan i internationella forskningsprojekt	29
2.5	Strategier för kompetensförsörjning	30

2.6	Sammanfattning och slutsatser	32
2.7	Rekommendationer	34
3	Stegvis prövning och tiden därefter – process och reflektioner.....	37
3.1	Gällande regelverk för kärntekniska anläggningar	39
3.2	Förutsättningar när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle.....	40
3.3	Stegvis prövning fram till rutinmässig drift	42
3.3.1	Reglering av stegvis prövning.....	42
3.3.2	Rådets synpunkter angående stegvis prövning.....	43
3.4	Rutinmässig drift	44
3.4.1	Reglering under rutinmässig drift	44
3.4.2	Rådets synpunkter angående rutinmässig drift	45
3.5	Nedmontering, rivning och förslutning.....	46
3.5.1	Reglering vid nedmontering, rivning och förslutning – krav på uppdaterade säkerhetsredovisningar	46
3.5.2	Rådets synpunkter angående nedmontering, rivning och förslutning	46
3.6	Möjligheter till förändringar vid behov.....	47
3.7	Avslutande reflektioner.....	49
4	Modern2020 – kunskapsläge om övervakning	55
4.1	Modern2020 – ett internationellt forskningsprojekt om övervakning.....	55
4.1.1	Bakgrund – monitoring och övervakning.....	57
4.2	Mätprogram och övervakning (teknik).....	58
4.3	Ett delprojekt om engagemang från olika intressenter	65
4.4	Svenskt deltagande i Modern2020	67
4.5	Sammanfattning.....	69

5	Utveckling av barriärerna – kunskapsläget avseende kopparkapselns integritet	75
5.1	Introduktion.....	75
5.2	Lokal korrosion av koppar till följd av uppkomsten av en passiverande sulfidfilm	76
5.3	Inverkan av joniserande strålning på lokal korrosion och väteförsprödning	79
5.4	Inverkan av väteupptag i koppar på kopparhöljets deformationsegenskaper.....	80
5.5	Krypduktilitet för koppar vid långsam belastning	80
5.6	Mekaniska egenskaper av nodulärt gjutjärn	81
5.7	Sammanfattning	82
6	Allmänheten och kärnavfallet.....	87
6.1	Inledning och bakgrund	87
6.2	Sammanfattning av enkätundersökningens resultat	88
6.3	En fördjupad klusteranalys.....	89
6.3.1	Kluster 1 (K1, 46 %): ”Jag känner viss oro, men har stor tillit, det ordnar sig”	90
6.3.2	Kluster 2 (K2, 28 %) ”Jag är inte alls orolig, känner tillit, det ordnar sig”	90
6.3.3	Kluster 3 (K3, 26 %) ”Jag är mycket orolig, känner ingen tillit, det ordnar sig inte”	91
6.3.4	Jämförelse mellan klustren.....	91
6.4	Sammanfattning	94
6.4.1	Relevans för Kärnavfallsrådets fortsatta arbete	95
7	Att minnas ett slutförvar.....	103
7.1	Att ”minnas” är något vi gör	105
7.2	Insatser för informationsbevarande inom OECD.....	106

7.3	Vägledning och praktiska mål – två-dagars internationell workshop.....	110
7.3.1	Vägledande principer	110
7.3.2	Praktiska mål	113
7.4	Kulturarv och konst	115
7.5	Slutsatser	116
8	Den goda tekniken och kärnavfallet.....	123
8.1	Inledning	124
8.2	Vad kännetecknar god teknik?	125
8.3	Slutförvaret och den goda tekniken	132
8.4	Samhällets kontroll och styrning av tekniken	137
9	Kärnavfallsrådets arbete och kärnavfallsområdet	147
9.1	Kärnavfallsrådets arbete 2018 och 2019	147
9.1.1	Ändrat direktiv	147
9.1.2	Publikationer och skrivelser	147
9.1.3	Seminarier och möten	149
9.1.4	Omvärldsbevakning	151
9.1.5	Studieresor om avveckling och rivning.....	154
9.2	Kärnavfallsområdet i Sverige 2018–2019.....	154
Bilagor		
Bilaga 1	Kommittédirektiv 1992:72.....	159
Bilaga 2	Kommittédirektiv 2009:31.....	163
Bilaga 3	Kommittédirektiv 2018:18.....	165

DEL 1

1 Inledning

Kärnavfallsrådet (rådet) ger ut en kunskapslägesrapport vartannat år sedan 2018. Denna kunskapslägesrapport (SOU 2020:9) är uppdelad i två delar:

Del 1 När föreliggande rapport publiceras (februari 2020) ligger frågan om ett slutförvar för använt kärnbränsle på regeringens bord. Slutförvarsprojektets huvudsyfte är att det radioaktiva använda kärnbränslet ska hållas åtskilt från kommande generationer i minst 100 000 år. Frågan är hur det går att hantera och förhålla sig till ett komplext projekt under en projekttid över flera generationer? Hur ser vi till att göra så bra förutsättningar som möjligt för att ett projekt ska lyckas?

Utifrån sin tvärvetenskapliga sammansättning tar rådet i föreliggande kunskapslägesrapport upp en rad olika frågor, som inte nödvändigtvis enbart gäller KBS-3-konceptet utan även andra tänkbara koncept för slutförvaring för använt kärnbränsle. De sammanhänger alla på olika sätt med frågan om vad som utmärker en god teknik.

Del 2 Innehåller dels en rapportering om Kärnavfallsrådets arbete utifrån direktivet, dels en kort beskrivning om vad som hänt på kärnavfallsområdet i Sverige under 2018–2019.

Fokus i denna rapport är på den process som kommer att följa om regeringen ger tillstånd/tillåtlighet för ett slutförvar för använt kärnbränsle.

1.1 Kapitlen i Klr 2020

1.1.1 Långsiktig kompetensförsörjning inom kärnavfallsområdet i sju europeiska länder med kommersiell kärnkraft

I flera år har Kärnavfallsrådet bevakat och uppmärksammat behovet av långsiktig kompetensförsörjning inom kärnkrafts- och kärnavfallsområdena i Sverige. I kapitlet beskrivs en kartläggning som rådet beställt gällande kompetensläget och de nationella strategierna i sex europeiska länder med kommersiell kärnkraft. Syftet är trefalt: i) att redogöra för nuläget, ii) att få kunskap om av hur dessa frågor har hanterats i andra länder, samt att iii) utifrån en analys av situationen i Sverige och de sex europeiska länderna i studien diskutera hur en svensk strategi för långsiktig kompetensuppbyggnad och -försörjning kan utformas.

Kärnavfallsrådet kommer fram till följande rekommendationer baserat på erfarenheter från de länder som ingått i studien:

- Det bör snarast inrättas en rådgivande expertgrupp som analyserar behoven av forskning och utbildning för att säkerställa att det långsiktigt finns kompetens för att genomföra avvecklings- och slutförvarsprojekten i Sverige.
- Den rådgivande expertgruppen bör utreda vilken koordinering och organisation som behövs för att säkerställa att Sverige ska vara självförsörjande av kompetens och specialistkunskap för att genomföra avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar och ett säkert omhändertagande av kärnavfall. I detta uppdrag bör det också ingå att utreda förutsättningarna för och konsekvenserna av att inrätta särskilda institut eller centrumbildningar inom kärnteknik och strålskydd.
- Det är mycket angeläget att det under regeringens ansvar upprättas ett nationellt program för långsiktig kompetensförsörjning inom områden som har bäring på avveckling av kärnkraftsanläggningar och ett säkert omhändertagande av kärnavfall.

1.1.2 Stegvis prövning och tiden därefter – process och reflektioner

I förra kunskapslägesrapporten från 2018 finns ett kapitel om den stegvisa prövningen. Med en stegvis prövning avses tiden fram till dess att rutinmässig drift börjar, därefter sker det tillsyn och det ska göras s.k. helhetsbedömningar. I kapitlet i denna rapport finns en översikt av processen fram till slutlig förslutning och rådet ger synpunkter på den. En svårighet är att den erfarenhet från stegvis prövning som finns i dag är från andra typer av kärntekniska anläggningar (fr.a. kärnkraftverk) än slutförvar. Det finns varken erfarenhet av en så lång projektid eller att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle som ska vara långsiktigt säkert i minst 100 000 år.

Det är viktigt att konkretisera den stegvisa prövningen, men även att bättre rusta för reglering och insyn under hela tiden fram till slutlig förslutning. Det finns flera frågetecken om hur den befintliga regleringen kan anpassas till de särskilda förhållanden som gäller för uppförande och drift av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Ett exempel är att uppförande och drift ska ske parallellt så det är komplicerat att använda begrepp som rutinmässig drift på samma sätt som för ett kärnkraftverk.

1.1.3 Modern2020 – kunskapsläge om övervakning

Rådet har tagit upp frågor om övervakning och mätprogram vid flera tillfällen och bl.a. beskrivit EU-projektet MoDeRn. I detta kapitel ges en översikt av kunskapsläget utifrån det efterföljande EU-projektet Modern2020, om de senaste teknikerna för övervakning och om arbetet i projektet med deltagande, framför allt med lokala intressenter. Tidsperioden i fokus är fram till slutlig förslutning av ett slutförvar, vilket kan ta upp till ett sekel. Det finns många utmaningar eftersom övervakning inte får störa de tekniska barriärernas funktion.

Medverkan av, och interaktion med, berörda intressenter (framför allt de lokala) är avgörande för att implementeringen av ett slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt avfall ska lyckas. Därför handlade ett delprojekt inom Modern2020 om deltagande. Det finns utmaningar med att få allmänheten att delta. Delprojektets resultat

ger inte svar på hur deltagande kan ske konstruktivt, utan fungerar snarare som underlag för vidare diskussion.

1.1.4 Utveckling av barriärerna – kunskapsläget avseende kopparkapselns integritet

I kapitlet tar rådet upp, utifrån den senaste forskningen, de frågor om kapseln som tidigare lyfts. I slutet av 2019 deltog rådet på en konferens om kapselfrågor och en doktorsavhandling om vissa processer har försvarats vid Aalto Universitet i Helsingfors. Rådets slutsats utifrån de senaste rönen är att det fortfarande återstår forskningsinsatser främst på gjutjärnsinsatsen i kopparkapslarna för använt kärnbränsle, men även på detaljer avseende korrosion av koppar i närvaro av vätesulfid- och kloridinnehållande vatten.

Anledningen till att kunskaperna om främst de mekaniska egenskaperna på gjutjärnsinsatsen är bristfälliga är att denna forskning startade sent, men den har intensifierats under senare år. I kapitlet beskrivs frågor som bör prioriteras i kommande Fud-program (där forskning bör beskrivas även om ett tillstånd ges), de bör också vara tydliga kravpunkter i en ev. fortsatt stegvis prövning av SSM.

1.1.5 Allmänheten och kärnavfallet

Kapitlet handlar om allmänhetens attityder till, och kunskaper om, det svenska kärnavfallet. Rådet genomförde en enkätstudie i slutet av 2018 och syftet var att vidga underlaget för bedömningen av allmänhetens informationsbehov och hur detta kan tillgodoses.

Studien omfattar ett representativt urval av Sveriges vuxna befolkning och visar bl.a. att kunskaperna om kärnavfallet är relativt lågt. De allra flesta anser ändå att kärnavfallsfrågan är viktig och att Sverige har en förmåga att hantera frågan på ett säkert sätt. Tilltron till forskare och experter är hög, men lägre till myndigheterna och lägst till politikerna. I en s.k. kluster-analys görs en jämförelse mellan tre olika grupper, som har likartade attityder (dvs. tillit eller misstro respektive lugn eller oro) i frågan. Ett resultat visar att den grupp som utgörs av svars personer som är både misstrogn och oroliga anser sig också ha mindre kunskaper om kärnavfallet.

Medborgarnas deltagande i samtal och beslut om slutförvarsfrågan är viktig av flera olika skäl. Ett skäl är demokratiskt, att medborgardeltagande stärker demokratin och ökar legitimiteten i beslut. Det är viktigt att de som berörs av ett beslut involveras i diskussioner om vad som är ett riktigt beslut. Och efter ett ev. positivt beslut är det viktigt att berörda kommuner även fortsättningsvis får insyn. Allmänheten kan också tillföra kunskap och erfarenhet som beslutsfattare saknar.

Det är viktigt att medborgarna engageras och blir delaktiga i den pågående beslutsprocessen och känner att de kan delta i ett samtal om kärnavfallets framtida förvar.

1.1.6 Att minnas ett slutförvar

Rådet har i tidigare kunskapslägesrapporter följt frågor om informations- och kunskapsbevarande framför allt genom att rapportera om det arbete OECD-gruppen *Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) across Generations* har gjort.

I detta kapitel görs några nedslag i det utvecklingsarbete som bedrivs när det gäller informationsbevarandet för framtiden och möjligheterna att skapa gemensamma minnen relaterade till ett slutförvar för använt kärnbränsle. Syftet är vidare att visa upp den bredd och mångsidighet som krävs i detta komplexa arbete. Kapitlet ger en kort beskrivning av institutionellt minne som forskningsfält, beskriver kortfattat OECD:s utvecklingsarbete om informationsbevarande över generationer och framför några resultat från en internationell workshop i Stockholm våren 2019. Avslutningsvis anges några slutsatser och kommentarer om viktiga frågor för den fortsatta processen i Sverige för ett slutförvar för använt kärnbränsle.

1.2 Syntes – Den goda tekniken och kärnavfallet

Det avslutande kapitlet i del 1 syftar till att ge en överblick och urskilja en röd tråd i mängden av information i de tidigare kapitlen. Det sker genom att ange några olika kännetecken på det som utmärker god teknik. Det finns visserligen inte någon god eller ond teknik *i sig*, men tekniken är inte heller värdeneutral. Skillnaden mellan god, mindre god och dålig/ond teknik beror ytterst på dess konsekvenser

för människor och samhälle. Mot denna bakgrund föreslår rådet några olika egenskaper som *sammantaget* skulle kunna vara utmärkande för god teknik. Vårt förslag är att sådan ”god teknik” har följande kännetecken, nämligen att den:

- vilar på vetenskaplig grund
- kräver kompetens
- är konsekvensmedveten och omprövningsberedd
- är värdemedveten
- är medveten om långsiktiga mål
- ger insyn genom öppen kommunikation
- förutsätter en allsidig omvärldsorientering.

Först beskrivs de olika kännetecknen för god teknik i bredare sammanhang än inom kärnavfallsområdet. Därefter kommer en diskussion om ”den goda tekniken” och ett slutförvar för använt kärnbränsle. Slutligen behandlas frågan om teknikens kontrollerbarhet och styrning. Därvid återanknyter vi till den stegvisa prövningens möjligheter att styra den framtida teknikutvecklingen inom kärnavfallsområdet.

2 Långsiktig kompetensförsörjning inom kärnavfallsområdet i sju europeiska länder med kommersiell kärnkraft

2.1 Inledning

Sverige står inför en stor utmaning i och med att ett flertal kärntekniska anläggningar ska rivras och avfall från såväl rivning som använt kärnbränsle ska tas om hand. Samtidigt finns planer på att uppföra och driva en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle. Alla dessa aktiviteter kommer att kräva kompetent personal under många decennier framöver, och redan nu finns en oro för att efterfrågan av sådan arbetskraft kan komma att vara större än tillgången. I flera år har Kärnavfallsrådet bevakat och uppmärksammat behovet av långsiktig kompetensförsörjning inom kärnteknik- och kärnavfallsområdena. Detta kapitel utgör en fortsättning på det arbetet och beskriver en kartläggning som Kärnavfallsrådet låtit göra om kompetensläget och de nationella strategierna inom kärnavfallsområdet i sex europeiska länder med kommersiell kärnkraft, utöver Sverige. Syftet är trefalt: i) att redogöra för nuläget, ii) att få kunskap om av hur dessa frågor har hanterats i andra länder, samt att iii) utifrån en analys av situationen i Sverige och de sex europeiska länderna i studien diskutera hur en svensk strategi för långsiktig kompetensuppbyggnad och -försörjning kan utformas.

Under 2018–2019 har Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) uppmärksammat problemen vad gäller nationell kort- och långsiktig kompetensförsörjning och en utredning av frågan har gjorts på uppdrag av regeringen.¹

¹ SSM. 2018. *Grunden för en långsiktig kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet.*

Kärnavfallsrådets undersökning har gjorts med hjälp av Oxford Research under 2019. De sex europeiska länder som ingått i studien befinner sig i olika faser vad gäller satsningar inom kärnteknikområdet, vilket i sin tur får konsekvenser för verksamheter kopplade till avveckling och avfallshantering. Finland genomför en expansion av kommersiell kärnkraft samtidigt som ett slutförvar för använt kärnbränsle är under uppförande. Frankrike och Storbritannien har planer på både nybyggnation och avveckling av kommersiella kärnkraftverk, medan Belgien, Spanien och Tyskland fokuserar på avveckling av kommersiell kärnkraft. I undersökningen har kompetensläget i länderna kartlagts liksom hur utbildning och forskning inom kärnteknik- och kärnavfallsområdena organiserats.

2.1.1 Undersökningsmetod

Oxford Research har tillsammans med Kärnavfallsrådet tagit fram en datainsamlingsmall med syfte att undersöka kompetensförsörjningen och nationella strategier med bäring på kärnavfallshantering. Undersökningen belyser fyra huvudaspekter:

- En översikt av ländernas existerande och planerade kärntekniska anläggningar och slutförvarssystem,
- En kartläggning av ländernas syn på sin beredskap vad gäller kort- och långsiktiga kompetensbehov,
- En beskrivning av hur systemet för kompetensförsörjning är organiserat i respektive land, samt
- Förutsättningarna för att upprätthålla kompetensförsörjningen i respektive land.

Kartläggningen genomfördes genom att studera material i publicerade rapporter och på webbplatser samt med hjälp av djupgående telefonintervjuer med en representant på myndighetsnivå från vardera land. Intervjuerna genomfördes på respektive representants eget språk. Utöver dessa intervjuer genomförde Kärnavfallsrådet en egen telefonintervju med en representant från SSM kompletterat med skriftliga svar, där samma intervjumall användes. Datainsamlingsmall-

arna med ifyllda svar redovisas på Kärnavfallsrådets webbplats.² Vidare har uppgifter inhämtats från SSM:s kompetenslägesrapport.³

Kärnavfallsrådets insamlade material, i form av datainsamlingsmallarna, är enbart av beskrivande karaktär. I de fall som resultaten här redovisas kvalitativt i form av figurer, så är dessa baserade på Kärnavfallsrådets bedömning av underlaget.

2.2 Kompetensläget och branschens attraktionskraft

Det är tydligt från undersökningarna att kärnkraftsbranschen generellt befinner sig i ett utmanande läge när det gäller attityder och värderingar från såväl politiskt håll som från allmänhet. I alla länder, utom Finland, uppfattas kärnkraftsbranschen som oattraktiv av studenter som planerar för sin universitetsutbildning. Finland satsar tydligt på utveckling av kommersiell kärnkraft, vilket gör att området uppfattas som en framtidsbransch dit såväl nyutexaminerade som yrkesverksamma vill söka sig. I Frankrike och Storbritannien fortsätter kärnkraft att vara en viktig energikälla, men det är en bransch som inte upplevs som attraktiv, och i Frankrike något kontroversiell. I övriga länder varierar anledningarna till att branschen ses som oattraktiv från att det saknas tydliga politiska direktiv och planer (Spanien), till att den ses som en bransch präglad av avveckling och därmed inte något att satsa på för framtiden (Belgien, Tyskland, Spanien, Sverige) då andra branscher anses vara mer långsiktigt intressanta. Generellt anges att händelserna i Fukushima 2011 har påverkat attityden negativt, medan kärnkraftens begränsade koldioxidutsläpp vid elproduktion används i några länder som ett argument för att öka intresset och skapa en mer positiv samhällsattityd. Förhoppningarna är att detta kan påverka attityden för kärnteknikrelaterade verksamheter inklusive avfallshanteringen och få dem att framstå som attraktiva för studenter.

Att kärnkrafts- och kärnavfallsbranscherna ses som oattraktiva är ett problem på flera olika sätt. Då färre studenter söker sig till dessa områden kommer det på sikt att medföra att flera länder riskerar att inte ha tillgång till nyutbildad kompetent arbetskraft samtidigt som betydande pensionsavgångar väntas. Dessutom riskerar samtliga län-

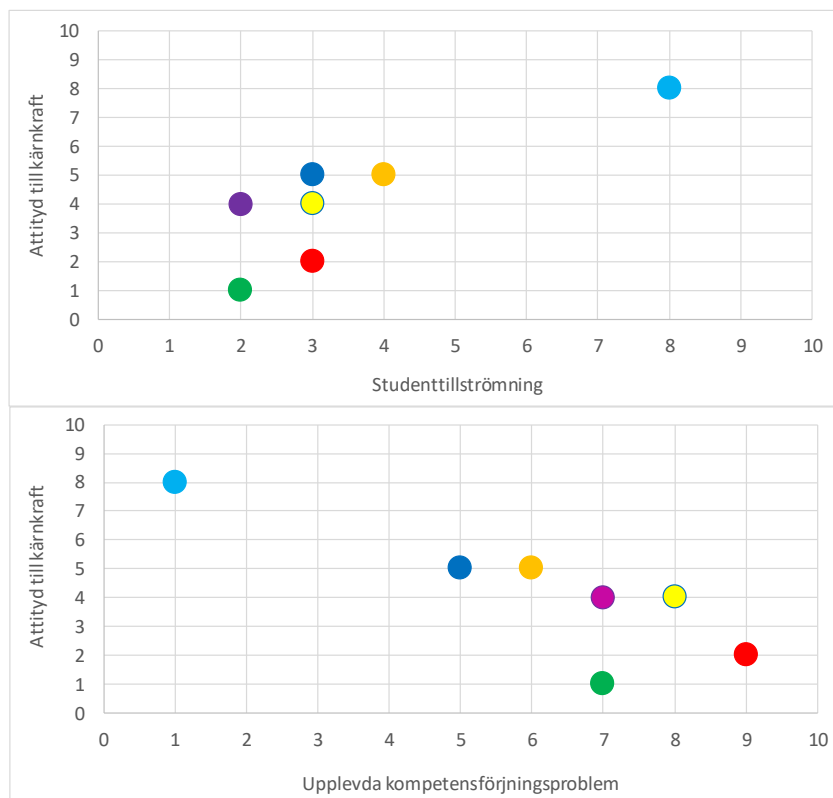
² Material till undersökning om kompetensförsörjning 2019 finns under rapporter på: www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

³ SSM. 2018.

der att ytterligare tappa personal till andra branscher som ses som mer attraktiva alternativ än kärnkraft och kärnavfallshantering. Detta kan i värsta fall leda till akut personal- och kompetensbrist. Det är inte sannolikt att andra europeiska länder kommer att få ett överskott på utbildad personal inom en överskådlig framtid. Detta leder till att det sannolikt inte går att importera eller köpa internationell (specialist)kompetens.

Figur 2.1 visar diagram där attityden till kärnkraft jämförs med tillströmningen av studenter samt upplevda kompetensproblem. Varje lands värde i skalan är en subjektiv bedömning som Kärnavfallsrådet gjort utifrån den information som erhållits från datainsamlingen. Vi noterar en tydlig korrelation mellan en positiv samhällsattityd till kärnkraft och hög tillströmning av studenter, där Finland utmärker sig genom sin positiva samhällsattityd och studenters höga intresse jämfört med de övriga sex länderna. Sambandet mellan attityd till kärnkraft och problem med kompetensförsörjning är inte lika entydigt, men resulterar också i en uppdelning av de sju länderna i två kluster där Finland utgör en egen grupp med små upplevda problem. Att de övriga sex länderna upplever sig ha betydande problem med kompetensförsörjning oberoende av samhällsattityden kan bero på flera saker. Vår tolkning är att en negativ samhällsattityd till kärnkraft leder till att branschen inte framgångsrikt kan locka till sig kompetenta medarbetare. I vissa länder försöker man öka branschens attraktionskraft genom att just framhålla fördelarna för klimatet (främst Storbritannien), medan andra satsar på forskning och utveckling av kärnkraftstekniken och/eller framtida kärnkraftssystem (Frankrike, Belgien och Storbritannien samt i begränsad utsträckning Finland och Spanien). Sannolikt kommer utmaningarna rörande problem med kompetensförsörjning i mångt och mycket att kvarstå i oförändrad form en längre tid även om insatserna för att förändra attityden skulle bli framgångsrika.

Figur 2.1



Figur 2.1: Relation mellan attityden till kärnkraft (0–mycket negativ samhällsattityd, 10–mycket positiv samhällsattityd) och studenttillströmning (0–mycket få eller inga sökande till utbildningar relaterade till kärnteknik, 10–mycket stor konkurrens om platser till utbildningar relaterade till kärnteknik) (översta diagrammet) samt upplevda kompetensförsörjningsproblemen (0–mycket små problem att finna kompetent personal, 10–mycket stora problem att finna kompetent personal (nedersta diagrammet). Belgien (lila), Finland (ljusblå), Frankrike (blå), Spanien (röd), Storbritannien (orange), Tyskland (grön) och Sverige (gul med blå kant).

Då flera länder ser avveckling av kärnkraft som en närstående realitet, behövs det då verkligen mer personal i branschen? Svaret från de tillfrågade länderna är ett tydligt ja, eftersom rivning och avveckling av kärnkraftsanläggningar är ett omfattande arbete som kommer pågå i flera decennier framöver och som dessutom kräver både fortsatt forskning samt uppbyggnad av kompetens som kompletterar de specialister som i dag är verksamma på kärntekniska anläggningar. Vad gäller Sverige så bygger processen avseende SKB:s ansökan om att uppföra och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle på en prövning som kräver fortsatt forskning och utveckling under hela upp-

förändretiden och fram till slutlig förslutning. Detta gör att problematiken kring den långsiktiga kompetensförsörjningen i högsta grad kommer vara aktuell även när SKB befinner sig i en operativ fas. Det bör också noteras att alla länder i studien explicit lyfter fram behovet av fortsatt forskning kring rivning av kärnteknikanläggningar och omhändertagande av avfallsprodukterna från dessa. Däremot är inte sådan forskning prioriterad i SKB:s Fud-program.

Avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar innebär en omfattande utmaning där arbetet måste planeras och koordineras i minsta detalj för att en sekventiell demontering liksom placering av avfall i mellanlager eller slutförvar ska kunna ske på ett säkert sätt. Radioaktivt avfall måste klassas och hanteras enligt gällande strålsäkerhetsföreskrifter tills dess att avfallsfrågan har fått sin slutliga lösning och implementering i respektive land. Det finns slutförvarsplaner i flera länder, dock med varierande grad av konkretisering där Finland kommit längst. Det är dock helt klart att arbetet med att hantera rivning och avveckling av kärntekniska anläggningar är en uppgift som kommer att hålla branschen sysselsatt under många decennier framöver. Till detta kommer planering, byggnation och implementering av inkapslings- och slutförvaringsanläggningar för använt kärnbränsle och annat högaktivt radioaktivt avfall från olika sektorer av samhället, något som för Sveriges del har en tidshorisont på 50–80 år. Förmedlas detta tidsperspektiv till studenterna vad gäller behov av kompetens så kan det mycket väl påverka intresset för utbildningar inom relevanta ämnesområden.

2.3 Nationell koordinering

Med nationell koordinering avser vi den grad av långsiktig strategi som gäller i ett land med avseende på forskning och utveckling/avveckling inom kärnkraft och kärnavfallshantering. Detta kan exempelvis komma till uttryck i specifika nationella forskningsprogram och genom graden av samarbete mellan olika aktörer i landet, utnyttjandet av nationella infrastrukturer eller forskningscentra etc.

I studien noterar vi att en rad länder har mycket starka statliga forskningsinstitut eller -centra som är direkt underställda regeringen eller enskilda departement. I vissa fall bedriver dessa forskningscentra också utbildningar. Dessa institut eller nationella centra har flera

mycket viktiga funktioner. De tillgodoser en kontinuitet i forskning då de får medel i särskild ordning från nationella program, och de försäkrar att specialiserade och centrala utbildningar för säker drift och avveckling av kärnkraft bedrivs på hög nivå. Vidare fungerar de som en brygga mellan industrins behov och den forskning och utbildning som bedrivs i landet.

I Finland finns tydliga strategier och starka strukturer som inverkar positivt på landets förmåga att upprätthålla kompetensförsörjningen såsom exempelvis:

1. Översyner av kärnteknikkompetens via bland annat upprättandet av formella kommittéer bestående av representanter för ministerier, myndigheter, universitet och näringsliv vilket bland annat ligger till underlag för framtagandet av nationella kärntekniska forskningsstrategier.
2. Långsiktiga nationella forskningsprogram inom området sedan tre decennier tillbaka.
3. Den tekniska stödfunktion till strålsäkerhetscentralen STUK som forskningscentrumet VTT bistår med. VTT driver, utför och koordinerar mycket av den forskning som efterfrågas av industri och myndigheter, och har nyligen öppnat ett Center för kärnkraftsäkerhet i syfte att etablera sig inom FoU som en aktör på den internationella arenan och på så sätt stötta myndigheter och företag i Finland inom området.

I Frankrike finns två starka aktörer inom utbildning och forskning, IRSN och CEA. IRSN är ett statligt expertinstitut för kärnteknik och strålsäkerhet med närmare 1 800 experter och forskare. CEA är ett, med svenska mått, enormt statligt forskningsinstitut med totalt över 16 000 anställda som driver ett flertal forskningsanläggningar, ett stort antal forskningsprogram och som samlar landets kompetens inom ett flertal tekniska områden bland annat kopplade till kärnkraft, kärnavfall och strålsäkerhet för människa och natur. Utöver detta administrerar CEA ett antal specialiserade utbildningar inom kärnteknikområdet via utbildningsinstitutet INSTN.

I Storbritannien är organisationen av forskning och utbildning inom kärnkraft och kärnavfallshantering mycket komplex med många olika aktörer och deras roller är svåra att överblicka. Dessa aktörer ansvarar för forskningsstrategier, forskningsprogram, behovsanalyser,

utvärderingar etc. Dessutom finns ett statligt ägt nukleärt forskningslaboratorium (NNL) som samlar nationell specialistkompetens och utför forskning inom området. De samarbetar också nära med både regeringen och ett flertal universitet, som genom sina avtal får tillträde till avancerad utrustning och ett antal kärntekniska anläggningar. Utbudet av relevanta utbildningar på grundutbildnings- och doktorandnivå på universiteten beskrivs som stort och att universiteten har stor betydelse för att föra forskningen framåt. Det brittiska departementet för industri, forskning, energi och klimatförändringar (BEIS) har sedan några år tillbaka startat ett ambitiöst innovationsprogram inom kärnteknik. Huvudsyftet är att med nukleär innovation möta klimatutmaningarna, och forskning riktas mot säker drift och utveckling av kärnkraft liksom en säker avfallshantering. Programmet är också ett sätt att kompensera för de krympande forskningsmedel från den offentliga sektorn som under lång tid fått antalet forskare inom området att minska.

I Belgien finns en motsvarande aktör till franska CEA i det statliga forskningsinstitutet SCK•CEN, som ansvarar för en rad kärntekniska installationer samt bedriver forskning under flera olika forskningsprogram. Dessutom erbjuder SCK•CEN utbildning och fortbildning både på egen hand och i samarbete med belgiska universitet i en nätverkskonstellation (BNEN).

I Spanien finns också flera nationella forskningscentra inriktade på kärnenergiesektorn. CIEMAT är underställt Departementet för forskning, innovation och universitet och bedriver ett antal forskningsprogram för att bidra till kunskapsutvecklingen på det kärntekniska området, och de erbjuder dessutom vidareutbildningar och ett ettårigt master-program. ENRESA ägs till 80 % av CIEMAT och bedriver forskning inom sektorerna avveckling, slutförvar och säkerhet. Utöver CIEMAT och ENRESA finns den teknologiska plattformen CEIDEN som samlar uppemot 100 privata och offentliga organisationer inom kärnteknikområdet i Spanien. CEIDEN syftar till att agera som en enhetlig röst för Spanien inom kärnteknik och samordnar nationella FoU-program samt deltagande i internationella program. Dessutom finns ytterligare en plattform (PEPRI) med speciellt fokus på radiologiskt skydd.

I Tyskland finns ett statligt stöd fördelat på en rad olika aktörer. Helmholtz-organisationen, som är en av Tysklands största forskningsorganisationer, bedriver nationella forskningsprogram inom kärnav-

fallshantering och strålskydd. Den tyska staten ger grundläggande stöd bland annat till institutet GRS som hanterar anläggnings- och reaktorsäkerhet och till forskningsinstitutet KIT som bedriver forskning och utbildning inom kärnteknik. Utöver det finns BGR, ett federalt institut för geovetenskap och naturresurser som förser den tyska regeringen med oberoende expertstöd i sådana frågor som kopplar geovetenskap med landets slutförvarsplaner. Samtidigt håller BfE (Federala rådet för kärnavfallshantering) på att bygga upp ett program för långsiktig kompetensförsörjning som ska koordinera utbildning och forskning med fokus på avfallshantering och slutförvar. Den tyska staten förväntas med detta program ta över ansvaret för kompetensförsörjningen för kärnkraftsavvecklingen, men framför allt för kärnavfallshantering och slutförvar, inom hela landet. Tanken är att Tyskland genom denna satsning, även då man avvecklat sina kommersiella kärnkraftverk, ska ha möjlighet att påverka det europeiska arbetet rörande kärnkraftsäkerhet, och därigenom ha kvar förmågan att bedöma kärntekniska scenarier. Programmet väntas färdigställas inom den nuvarande regeringsperioden som avslutas under 2021.⁴

När det gäller nationell koordinering avviker Sverige från de sex andra länderna som ingår i studien då sådan saknas liksom långsiktig strategi avseende forskning och utveckling/avveckling inom kärnkraft och kärnavfallshantering. Sverige har inget nationellt forskningscentrum eller institut varken inom kärnteknik eller strålskydd och strålsäkerhet. Det finns inte heller någon organiserad samverkan och ansvarsfördelning mellan universitet/högskolor och andra aktörer som arbetar med dessa frågor. Detta medför att universiteten och högskolorna är de huvudsakliga garanterna för att Sveriges långsiktiga behov av kompetens inom avveckling, slutförvar och strålsäkerhet för tillfället upprätthålls. Detta blir särskilt bekymmersamt då SSM:s kompetensutvärdering visar att forskargrupper inom dessa områden har underkritisk finansiering och personalstyrka. För närvarande drivs forskargrupperna av sina "specifika" forskningsfrågor med huvudsaklig finansiering från olika forskningsråd. Det finns inte heller någon egentlig koordinering av verksamheterna eller av utbildningar mellan de olika universiteten och högskolorna vad gäller långsiktiga nationella kompetensbehov. Då finansieringen av forsk-

⁴ Se: *Oxfords PM* under rapporter (*Material till undersökning om kompetensförsörjning 2019*) på: www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

ningsprojekt vanligen inte garanteras för mer än 2–5 år saknas förutsättningar att garantera den långsiktiga kompetensutvecklingen.

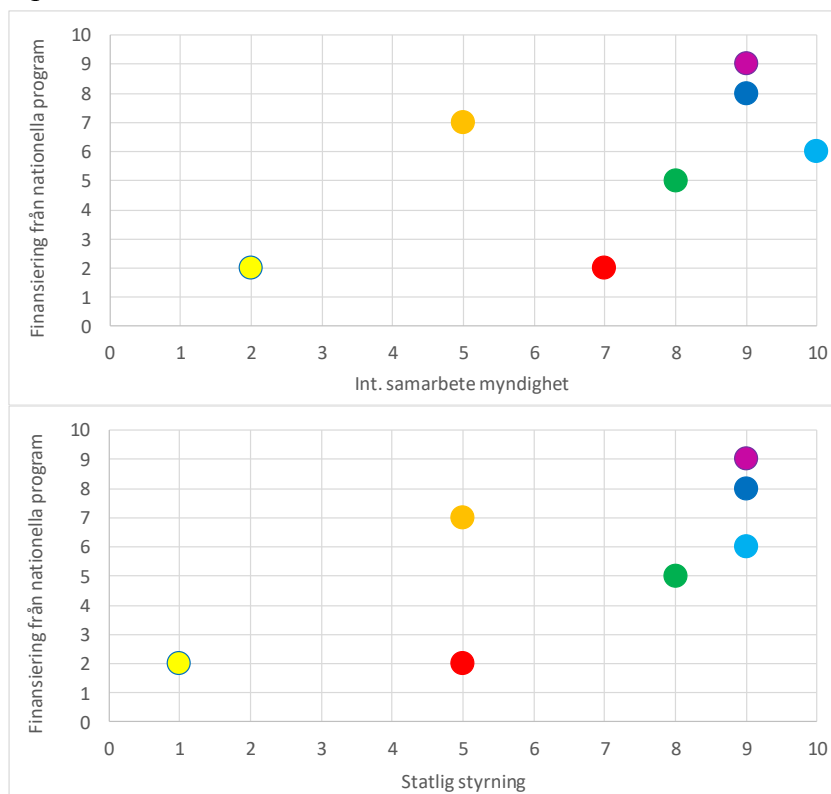
2.4 Internationell samverkan

Beträffande ländernas internationella engagemang gör vi två iakttagelser som dels gäller ett lands internationella engagemang via representanter från myndigheter och departement på det forskningspolitiska planet (dvs. genom att med politiska medel påverka forskningens inriktning, omfattning och innehåll), dels medverkan i internationella forskningsprojekt vilka i de flesta fall finansieras av Euratom. Detta diskuteras närmare i texten nedan.

Svenska forskargrupper har två huvudsakliga finansieringskällor; statsanslag via det universitet eller högskola de tillhör, samt externa anslag som ansöks i öppen konkurrens från svenska och internationella forskningsfinansiärer. Utlysningar om forskningsanslag är ofta breda i sina beskrivningar vilket medför att olika forskningsområden konkurrerar med varandra. Här skiljer sig det svenska systemet när det gäller forskning riktad mot kärnteknik och kärnavfall från de som tillämpas i de flesta andra länderna i studien. I de flesta av dessa länder erhåller forskningsinstitut riktade forskningsanslag direkt från departementsnivå för att bedriva forskning inom områden av särskilt nationellt intresse, såsom kärnteknik och kärnavfall, se ovan. Detta kan medföra att forskningsmedel som kan sökas av svenska universitet och högskolor inom dessa områden blir begränsad. Figur 2.2 visar sambandet a) finansiering från statliga program för att bedriva forskning inom kärnteknik och kärnavfallshantering, och det internationella engagemanget på myndighetsnivå, samt b) graden av statlig styrning. Varje lands värde i skalan är en subjektiv bedömning som Kärnavfallsrådet gjort utifrån den information som erhållits från datainsamlingen. Vi observerar att Sverige tillsammans med Spanien står ut som de länder med minst stöd från statliga program och lägst engagemang på myndighetsnivå. Detta innebär att forskare vid svenska universitet och högskolor har ett större behov av externfinansiering än forskare i de andra länderna möjligtvis undantaget Spanien. Vi ser också att den statliga styrningen är betydligt mindre i Sverige än i de andra länderna, och noterar att i flera fall hänger en hög grad av statlig styrning ihop med ett lägre behov inom

forskningsområdet av externfinansiering. Vi ser också att det internationella samarbetet på myndighetsnivå i stort sett korrelerar med graden av statlig styrning av verksamheterna.

Figur 2.2



Figur 2.2: Relation mellan a) finansiering från nationella program (0–finansiering från nationella program saknas, 10–mycket stora satsningar från nationella program) och myndigheternas internationella engagemang (0–myndigheterna deltar inte i internationella samarbeten, 10–myndigheterna avsätter stora resurser i deltagandet och inflytande i internationella samarbeten) (övre diagrammet) och b) den statliga styrningen av det kärntekniska området (0–statlig styrning saknas, 10–mycket stark statlig styrning) (nedre diagrammet). Belgien (lila), Finland (ljusblå), Frankrike (blå), Spanien (röd), Storbritannien (orange), Tyskland (grön) och Sverige (gul med blå kant).

2.4.1 Internationellt deltagande på myndighets- och departementsnivå

Flera av länderna i studien (Finland, Frankrike, Belgien och Tyskland) har på nationell nivå satsat på att inta ledande positioner inom europeiska samarbeten via aktivt deltagande i Euratommöten och Euro-

peiska Rådet, samt i olika kommittéer och expertgrupper. De representanter som deltar i dessa samarbeten måste vara väl insatta både i frågeställningarna på europeisk nivå och det egna landets kompetens- och forskningsbehov så att de aktivt kan bevaka och agera i dessa sammanhang. Ett sådant förhållningssätt möjliggör inte bara ett aktivt inhämtande av information, utan framför allt en möjlighet att direkt påverka vilka områden som bedöms som viktiga inom EU samt en möjlighet att ha inflytande över hur utlysningar av forskningsmedel utformas. Detta är i sin tur en nödvändig förutsättning för att den forskning som prioriteras och finansieras av EU ska komma medlemsländerna tillgodo. Exempelvis krävs i flera fall ett omfattande och flerårigt förarbete, som inkluderar granskningsprocesser, för att få med enskilda forskningsfrågor inom ramen för de forskningsprogram som utlyses av Euratom. Dessutom är det viktigt att aktivt påverka ramarna för hur forskningen ska bedrivas. En allt mer vanligt förekommande utformning är utlysning av mycket stora projekt. Det innebär att forskningsmedlen går till ett konsortium där koordinatören är en myndighet eller stort forskningsinstitut eftersom det krävs stora basresurser för att administrera projekt som omfattar ett stort antal deltagande forskningsinstitut och universitet. Enstaka universitet med små forskargrupper och utan betydande forskningsadministration riskerar därmed att inte ha möjlighet att delta eller konkurrera med egna ansökningar. Denna policy från Euratom medför minskade finansieringsmöjligheter för forskare i länder som inte investerar resurser i att på europeisk nivå medverka i utformningen av forskningspolicy och -prioriteringar i jämförelse med länder som är aktivt engagerade (se Figur 2.2). Figur 2.2 visar att internationellt engagemang på myndighetsnivå samt graden av statlig styrning och medfinansiering har stor betydelse för att säkerställa att forskning i europeiska samarbeten kan finansieras.

Storbritannien har engagerat sig forskningspolitiskt i Europa, om än i betydligt mindre utsträckning än Frankrike, Belgien, Finland, Tyskland och Spanien. Framöver är det dessutom mycket oklart hur internationella samarbeten som involverar Storbritannien kommer att se ut eftersom utfallet av Brexit-processen i dagsläget inte går att förutse.

Spanien har från myndighetshåll varit aktivt på Europainivå, men det finns stora problem med nationell forskningsfinansiering, något

som kan ha påverkat forskarnas möjligheter att få medfinansiering för att delta i EU-projekt.

Sverige avviker på ett markant sätt från de andra länderna i studien vad gäller engagemang från departements- och myndighetsnivå genom ett mycket begränsat deltagande i de kommittéer och expertgrupper som förbereder och beslutar om Euratomprogrammen. Det är anmärkningsvärt med tanke på Sveriges betydande kärnkraftsengagemang samt långt framskridna slutförvarsplaner. Sverige borde liksom Finland kunna inneha ledande positioner i Europa i frågor som rör avfallshantering och slutförvar. I Sverige finns mycket kunskap och erfarenhet på området och Finlands respondent framhöll i undersökningen att ett samarbete mellan Sverige och Finland i dessa frågor skulle vara önskvärt. SSM har under 2019 tagit initiativ till ökad aktivitet vad gäller Euratomprogrammen men effekterna av detta kommer sannolikt inte att synas på några år.

2.4.2 Medverkan i internationella forskningsprojekt

När det gäller engagemang i europeiska forskningsprojekt skiljer det sig mellan länderna, framför allt med avseende på de nationella forskningsaktörernas resurser och finansiering. Finland är ett exempel på ett land med starkt statligt och industriellt engagemang och stöd. I flera fall ingår enskilda universitet i forskningsprojekt, i andra fall är det den statliga myndigheten STUK eller den tekniska stödfunktionen VTT som gör det.

I Frankrike och Belgien står de stora nationella forskningsorganisationerna CEA respektive SCK•CEN ofta för insatserna i europeiska samarbetsprojekt och de tar ofta en ledande roll. Detta leder till att Frankrike, Belgien men också Tyskland, med sina nationella forskningsinstitut, har stor framgång vad gäller finansiering från Euratom. De nationella programmen ger långsiktighet, underlättar medfinansiering och forskningsinstituten har den administrativa kapacitet som krävs för att koordinera projekten. Även Storbritannien har ett relativt stort deltagande i europeiska projekt och enskilda universitet går in som aktörer. I Sverige och Spanien, och i viss mån också i Storbritannien, är det forskargrupper på enskilda universitet som med begränsande fasta resurser (ofta bara de lärar- och forskar-

tjänster som fakulteterna kan bidra med) som ska stå för den långsiktighet som krävs.

I både Sverige och Spanien finns forskargrupper för vilka deltagandet i Euratomprojekt utgör en nödvändighet för att forskargrupperna ska överleva, då finansieringen från nationellt håll inte är tillräcklig. I de fall deltagande dessutom kräver medfinansiering från medverkande land tillkommer ytterligare en försvårande omständighet.

Sammanfattningsvis så skiljer sig medverkan i europeiska forskningsprojekt finansierade av Euratom mellan de sju länderna vad gäller deltagande av myndigheter och statliga forskningsinstitut samt universitet. Frankrike, Tyskland och Belgien representerar länder där myndigheter och statliga forskningsinstitut har betydande finansiering från Euratom relativt den andel som går till deras universitet. För Sverige och Finland är det däremot universiteten (i Finland också STUK samt forskningsinstitutet VTT), som erhåller merparten av finansieringen från Euratom. I Sverige har myndigheten SSM mycket begränsad egen forskningsverksamhet och är därför inte med och konkurrerar om forskningsresurserna på Europeanivå.

2.5 Strategier för kompetensförsörjning

I texten ovan har Kärnavfallsrådet försökt förmedla en bild av hur situationen ser ut i Sverige samt i de sex andra europeiska länderna i studien när det gäller den framtida kompetensförsörjningen. Kärnavfallsrådet sammanfattar nedan de strategier, i respektive land, som framhålls som positiva vad gäller möjligheterna att komma till rätta med samt förebygga långsiktiga problem med kompetensförsörjning.

- Finland: Flera formella kommittéer har sedan 2010 bevakat och utrett kärnteknikkompetensen i landet. Det finns en tydlig nationell kärnteknisk forskningsstrategi och kontinuerliga fleråriga forskningsprogram i linje med den strategin.
- Frankrike: Flera statligt finansierade organisationer har fleråriga forskningsprogram som säkrar den nationella kompetensen. Det har också nyligen inrättats ett nytt master-program inom avveckling då man upplever att kompetensen behöver förstärkas och fler

utbildas. Det anordnas årliga konferenser för erfarenhetsutbyten inom branschen för att sprida nyvunnen kunskap och erfarenhet.

- Belgien: Under de senaste åren har den statliga finansieringen av forskning inom kärnenergi dubblerats. Den belgiska myndigheten har etablerat ett internt system för att säkra kompetensförsörjningen, samt tagit fram en rapport med strategiska forskningsbehov inom området.
- Storbritannien: Olika grupperingar har påbörjat en kartläggning av behoven inom högre utbildning och forskning. En kortsiktig lösning på kompetensproblematiken inom kärnteknikområdet, liksom i andra branscher, är att man har upprättat ett *Apprenticeship*-program, inom vilket trainee- och praktikplatser skapas. Från departementshåll har den största forskningssatsningen inom kärnteknikområdet på 30 år gjorts.
- Spanien: Det har upprättats flera olika plattformar för att koordinera och driva nationell såväl som internationell forskning och utveckling. Det har också inrättats två forskningsprogram som fokuserar på att stödja och främja ”knowledge management” samt på att koordinera tränings- och utbildningsprogram inom kärnenergi. Det finns ett mycket tätt forskningssamarbete mellan forskningsinstitutet, plattformarna, tillsynsmyndigheten och verksamhetsutövarna.
- Tyskland: Sedan flera decennier tillbaka finns en s.k. ”Allians för kompetens inom kärnteknik” som samlar de ledande forskningsaktörerna i landet. Syftet är att främja samarbeten och utreda utsatta forskningsområden. Verksamhetsutövarna har infört ett system med parallella rekryteringar där ny personal rekryteras fem år innan en person förväntas sluta på grund av pensionering. Man håller på att utreda detaljerna i ett nationellt program för kompetensförsörjning inom den kärntekniska sektorn för vilket staten har hela ansvaret.

2.6 Sammanfattning och slutsatser

I samtliga undersökta länder utom Finland finns en uttalad oro inför den framtida kompetensförsörjningen inom kärnkrafts- och kärnavfallsbranscherna. Den huvudsakliga orsaken är negativ samhällsattityd till kärnkraft, vilket i sin tur leder till svårigheter att attrahera studenter till utbildningar och att få kompetenta sökande till arbeten inom dessa branscher. Samtidigt väntas stora pensionsavgångar och en omställning från drift av kärnkraftverk till avveckling av desamma samt att kärnavfallet måste långsiktigt tas om hand på ett säkert sätt i slutförvar.

I Finland planeras för en utbyggnad av kärnkraften samtidigt som det är enda landet i världen som bygger ett slutförvar för använt kärnbränsle. I Finland upplevs dessa branscher ha stor utvecklingspotential med stora industriella satsningar och framtidstro.

Belgien, Spanien och Tyskland har fattat beslut om att avveckla kärnkraft för elproduktion om än i något olika tidsperspektiv. I dessa länder finns en mycket negativ samhällsattityd till kärnkraft och det upplevs som en stor utmaning att attrahera tillräckligt många till utbildning och fortbildning för att klara av den beslutade avvecklingen och omhändertagandet av kärnavfall. I Tyskland och Belgien har staten tagit ett övergripande ansvar för att lösa dessa utmaningar, se ovan. I Spanien ligger detta ansvar kvar hos verksamhetsutövarna, och det saknas en övergripande nationell planering.

Frankrike och Storbritannien planerar såväl nedläggning som nybyggnation av kärnkraftverk. Frankrike är på god väg med planer för ett långsiktigt slutförvar av kärnavfall, medan Storbritannien inte har konkret planläggning. I båda länderna är samhällsattityden till kärnkraft blandad men övervägande något negativ. I Frankrike har staten tagit det övergripande ansvaret för forskning och utbildning, medan det i Storbritannien är delat mellan staten och verksamhetsutövarna i ett komplext system. Båda länderna har svårigheter att attrahera studenter till utbildningar riktade mot kärnteknik och omhändertagande av kärnavfall och radioaktivt avfall.

Till skillnad från Sverige så har samtliga sex länder i studien satsat på en nationell koordinering som omfattar forskningsinstitut och nationella centra som samlar kompetens inom området. Utbildningar med bäring på kärnkraftsdrift och -avveckling samt omhändertagande och säkert slutförvar av kärnavfall finns i större utsträckning

i dessa länder jämfört med Sverige, liksom dedikerade utbildningar och forskningsprogram inom dessa områden. Det finns dessutom ett mycket starkt engagemang från departements- och myndighets-håll att positionera sig på Europainivå så att frågor av hög nationell betydelse kommer med på agendorna för europeiska samarbetsprojekt. Dessutom finns en beredskap och kompetens hos de nationella forskningsinstituten att ta på sig ledande administrativa roller i dessa projekt. Det är i princip bara Sverige som inte har en tydlig närvaro eller profil i dessa sammanhang. I Sverige är det upp till enskilda universitet och forskargrupper att själva engagera sig i olika frågor och upp till verksamhetsutövarna att tillgodose sina kompetensbehov. Ska Sverige kunna konkurrera om en större andel av de tillgängliga forsknings- och utvecklingsmedlen inom Euratom måste nationella satsningar göras vad gäller spetskompetens på universiteten inom kärnteknik och strålskydd samt att departementens och myndigheternas internationella engagemang och samarbete måste utvecklas. Nationella representanter måste också ha rätt förutsättningar för att kunna vara aktiva och driva frågor av svenskt intresse vid Euratom-kommittéer och råd, samt aktivt samverka med industri, universitet/högskolor och forskargrupper för att förstå deras behov och utnyttja deras kompetenser.

En tydligare styrning av utbildningsinsatser och långsiktig finansiering av forskning inom kärnteknik och strålskydd är grundförutsättningar för att kunna säkra den kompetens som långsiktigt behövs i Sverige. I dag är styrningen av universitetsutbildningar via regleringsbrev mycket begränsad, men statsmakten har möjlighet att i större utsträckning än i dag använda sig av sådana initiativ för att säkra långsiktig forskningskompetens och utbud av utbildningsprogram som anses speciellt utsatta och nödvändiga. Det skulle vara positivt att initiera en högre grad av samverkan och koordinering mellan utbildningsinitiativ mellan de universitet och högskolor som har sådan kompetens och verksamhet. Det skulle också vara möjligt att ta koordineringen ytterligare ett steg längre och upprätta nationella utbildningsprogram för att bättre nyttja resurserna och specialiserade kompetenser på olika universitet och tekniska högskolor.

Sverige behöver förstärka forskning och utbildning kring avveckling och rivning av kärnkraftsanläggningar, slutförvaring av radioaktivt avfall samt effekter av joniserande strålning på människa och miljö. Det skulle vara värdefullt att ha ett rådgivande organ under an-

svariga och berörda regeringsdepartement som analyserar behoven inom såväl forskning, utbildning som fortbildning, och som långsiktigt utarbetar nationella strategier för att säkerställa kompetensförsörjning och ett säkert omhändertagande av radioaktivt avfall som t.ex. i Finland. Inom områdena kärnteknik och strålskydd bedrivs forskning och utbildning vid fyra svenska universitet eller tekniska högskolor: Chalmers, KTH, Stockholms universitet och Uppsala universitet. För att på ett effektivt sätt nyttja resurser och kompetenser inom utbildning och forskning, och öka konkurrensförmågan om internationella forskningsanslag borde koordineringen mellan verksamheterna vid dessa universitet och tekniska högskolor och SSM kraftigt förbättras med tydliga ansvarsområden för varje organisation. Som ett komplement till detta borde förutsättningarna för och konsekvenserna av att inrätta särskilda institut eller centrumbildningar inom kärnteknik och strålskydd utredas. I flera av länderna i studien har institut eller centrumbildningar inrättats för att säkerställa långsiktig kompetens inom strategiskt viktiga områden. Strategiska forskningsområden i Sverige har tidigare identifierats av regeringen på rekommendation av exempelvis Vetenskapsrådet, Fas, Formas, Vinnova och Energimyndigheten vilket lett till att centrumbildningar vid universitet och högskolor har startats upp.

2.7 Rekommendationer

Oavsett kärnkraftens framtida roll för Sveriges elproduktion, så är avveckling av kärntekniska anläggningar och säkert omhändertagande av kärnkraftsrelaterat avfall verksamheter som måste fungera under många decennier framöver. Detta innebär att forskning och utbildning om rivning av kärntekniska anläggningar och omhändertagande av radioaktivt avfall måste bedrivas på hög nivå och att det måste finnas tillgång till arbetskraft med god kompetens.

Kärnavfallsrådet vill därför avslutningsvis komma med några rekommendationer baserat på erfarenheter från de länder som ingått i studien:

- Det bör snarast inrättas en rådgivande expertgrupp som analyserar behoven av forskning och utbildning för att säkerställa att det långsiktigt finns kompetens för att genomföra avvecklings- och slutförvarsprojekten i Sverige.

- Den rådgivande expertgruppen bör utreda vilken koordinering och organisation som behövs för att säkerställa att Sverige ska vara självförsörjande av kompetens och specialistkunskap för att genomföra avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar och ett säkert omhändertagande av kärnavfall. I detta uppdrag bör det också ingå att utreda förutsättningarna för och konsekvenserna av att inrätta särskilda institut eller centrubildningar inom kärnteknik och strålskydd.
- Det är mycket angeläget att det under regeringens ansvar upprättas ett nationellt program för långsiktig kompetensförsörjning inom områden som har bäring på avveckling av kärnkraftsanläggningar och ett säkert omhändertagande av kärnavfall.

Referenser

SSM. 2018. *Grunden för en långsiktig kompetens-försörjning inom strålsäkerhetsområdet*. Datum: 2018-09-20.

Dokumentnr: SSM2017-134-23.

Material till undersökning om kompetensförsörjning 2019 Se under rapporter på: www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

3 Stegvis prövning och tiden därefter – process och reflektioner

Frågan om ett slutförvar för använt kärnbränsle ligger nu på regeringens bord (februari 2020). Två prövningar ska ske, dels om tillåtlighet enligt Miljöbalken (1998:808) (miljöbalken), dels om tillstånd enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). De båda lagarna gäller parallellt, dvs. tillstånd måste ges enligt båda regelverken för att processen ska kunna fortsätta.

Om regeringen har gett tillåtlighet enligt miljöbalken lämnas ärendet åter till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen) som beslutar om tillstånd i enlighet med regeringens beslut om tillåtlighet. Mark- och miljödomstolen beslutar då bland annat om mer specifika villkor, inom ramen för regeringens tillåtlighetsbeslut.

Enligt kärntekniklagen är det regeringen som prövar frågan om tillstånd. Regeringen får enligt lagen besluta om villkor för tillståndets giltighet. Villkoren kan utformas som en stegvis prövning av slutförvaret. Prövningen av om tillståndsvillkoren uppfylls av verksamhetsutövaren avgörs av tillsynsmyndigheten.

Tillsynsmyndighet enligt kärntekniklagen är Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM).

Enligt miljöbalken finns det flera tillsynsmyndigheter, bl.a. Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelsen. I frågor som gäller joniserande strålning är SSM tillsynsmyndighet enligt miljöbalken.

I detta kapitel beskrivs och diskuteras hur den fortsatta processen för ett slutförvar för använt kärnbränsle kan komma att se ut, med fokus på regelverket inom ramen för kärntekniklagen. Syftet med detta kapitel är dels att beskriva hur processen för uppförande och

drift av ett slutförvar för använt kärnbränsle kan komma att gestalta sig under förutsättning att regeringen beslutar om tillåtlighet enligt miljöbalken och om tillstånd enligt kärntekniklagen. Dels är syftet att identifiera frågor som behöver diskuteras och klargöras ytterligare i relation till en fortsatt process fram till slutlig förslutning.

I första avsnittet beskrivs gällande regelverk för kärntekniska anläggningar. Andra avsnittet pekar på att det finns skillnader när det gäller den reglering som tillämpas i samband med uppförande och drift av andra slag av kärntekniska anläggningar, t.ex. kärnkraftverk, och vad som krävs i samband med uppförande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle.

I de följande avsnitten ges en översikt, utifrån dagens reglering, av den stegvisa prövningen och de efterkommande faserna i processen fram till slutlig förslutning. I samband med beskrivningen av de olika faserna ger rådet också sina synpunkter. Därefter finns ett avsnitt som handlar om möjligheter att göra förändringar vid behov. Avslutningsvis ger rådet några reflektioner.

Fler aspekter finns att diskutera och rådet vill betona vikten av att tydliggöra alla de ingående delarna i en stegvis prövning och de efterföljande faserna i processen fram till slutlig förslutning. I kapitlet kommer följande begrepp, utifrån SSM:s och SKB:s dokument, att användas för att beskriva och diskutera processen för ett slutförvar för använt kärnbränsle: stegvis prövning, rutinmässig drift, nedmontering och rivning samt slutlig förslutning, (se förklaringar i ruta nedan). SSM:s styrdokument och yttranden handlar framför allt om den s.k. stegvisa prövningen fram till att rutinmässig drift godkänns.¹

SKB anger i en bild i *Fud-program 2019* några viktiga milstolpar och en översiktlig tidsplan, även bortom den stegvisa prövningen fram till förslutning och avveckling.² Utifrån SKB:s tidsplan varar stegen i den stegvisa prövningen enligt följande: uppförande och driftsättning ca 9 år och provdriften ca 3 år. Därefter planerar SKB att

¹ SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:06 *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*, s. 6f; SSM. 2010. STYR2011-131 *Beredning av tillstånd och prövning av tillståndsvillkor gällande kärntekniska anläggningar och andra komplexa anläggningar där strålning används*, s. 22; Se även Kärntekniklagutredningen. 2019. SOU 2019:16 *Ny kärntekniklag – med förtydligt ansvar*, s. 194.

² SKB. 2019. *Fud-program 2019*. För tidsplaner se s. 57, 59. Läs även mer om SKB:s beskrivningar av tillståndsprovning och projektering, uppförande samt driftsättning i avsnitt 3.4 "Genomförandeplan för använt kärnbränsle", s. 62 ff. Se även SKB. 2011. *MKB*. 10.1.2 "Verksamhetsbeskrivning".

rutinmässig drift ska pågå i ca 30 år, vilket innebär att kapslar deponeras parallellt med fortsatt utbyggnad av deponeringsområden. Förslutning och avveckling är markerad att ta ca 10 år. (Därefter tillkommer slutlig förslutning). En slutsats blir att SKB planerar att den stegvisa prövningen fram till rutinmässig drift endast tar drygt ett decennium av den totalt 70 år långa processen fram till slutlig förslutning.³

Översikt av faser i processen enligt kärntekniklagen som följer om regeringen ger tillåtlighet/tillstånd

Stegvis prövning: i denna ingår enligt SSM:s föreskrifter att säkerhetsredovisningar, säkerhetstekniska driftsförutsättningar m.m. behöver godkännas av SSM inför uppförande, inför provdrift och inför rutinmässig drift.

Rutinmässig drift: i denna fas ingår att SSM utför löpande tillsyn. Återkommande helhetsbedömningar ska göras minst vart 10 år.

Nedmontering och rivning: SSM ska inför denna fas pröva och godkänna en omarbetad säkerhetsredovisning.

Slutlig förslutning: Inför denna ska SSM pröva och godkänna en förnyad säkerhetsredovisning.

Genom alla faser (genom hela projektet) genomför SSM tillsyn och det finns krav på att SKB anmäler tekniska och organisatoriska ändringar.

3.1 Gällande regelverk för kärntekniska anläggningar

Inom det kärntekniska området finns internationell vägledning från IAEA om att pröva anläggningar med ett stegvist förfarande.⁴ Det finns bland annat en guide om säkerhetsredovisningar för kärnkraft-

³ Att projektet planeras ta 70 år kommer från ”toppdokumentet” i SKB:s ansökan enligt kärntekniklagen: www.skb.se/wp-content/uploads/2015/05/flik_01a.pdf (hämtad 2020-01-27).

⁴ IAEA. 2016. *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*; IAEA. 2011. *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste for protecting people and the environment*; IAEA. 2010. *Licensing Process for Nuclear Installations Safety Standards*; IAEA. 2004. *Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants*.

verk⁵ och en särskild guide för geologiska slutförvar.⁶ Denna guide är dock mycket allmänt hållen och ger knappast någon närmare vägledning för ett slutförvar för använt kärnbränsle.⁷ I Sverige innehåller kärntekniklagen och Strålskyddslagen (2018:396) grundläggande bestämmelser om säkerhet och strålskydd vid kärntekniska anläggningar, vilka ska tillämpas i samband med prövning av slutförvar. Dessa bestämmelser preciseras närmare i SSM:s föreskrifter.⁸

I samband med uppförandet av stora kärntekniska anläggningar, framför allt rörande kärnkraftreaktorer, har s.k. stegvis prövning sedan länge tillämpats av ansvariga tillsynsmyndigheter i Sverige. Stegvis prövning har tillämpats även i samband med större ändringar av kärnkraftreaktorer, t.ex. i samband med effekthöjningar av en reaktor samt i samband med uppförande av anläggningar för slutförvaring och mellanlagring av låg- och medelaktivt kärnavfall. Gemensamt för de befintliga kärntekniska anläggningarna är att stegvis prövning varit möjligt att tillämpa under uppförandet av anläggningen. Myndighetens granskning har kunnat ske genom att med ingenjörsmässiga metoder successivt inspektera och kontrollera uppförandet på plats. Tiden för uppförandet av en anläggning har kunnat ske inom ramen för ett decennium.

3.2 Förutsättningar när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle

Förutsättningarna för att tillämpa en stegvis prövning på ett geologiskt slutförvar för använt kärnbränsle är delvis annorlunda än för kärntekniska anläggningar i allmänhet. Några exempel är att:

⁵ *Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants.*

⁶ *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste.*

⁷ IAEA. 2011. *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste for protecting people and the environment.* Se exempelvis kapitel 6 "Elements in a stepwise approach to the development of a geological disposal facility."

⁸ SSMFS 2008:1 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar* gäller för samtliga typer av kärntekniska anläggningar.

När det gäller den långsiktiga strålsäkerheten för slutförvar finns de viktigaste bestämmelserna i: SSMFS 2008:21 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall*; SSMFS 2008:37 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt ombändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.*

- uppförande och drift sker samtidigt
- det går inte att kontrollera säkerheten i barriärerna
- själva slutförvaret kommer inte att avvecklas
- det ska vara säkert i minst 100 000 år
- det är ett ovanligt långt projekt vilket gör att det finns stora utmaningar med att utföra det.

Något slutförvar för använt kärnbränsle har ännu inte uppförts så det finns inte några etablerade rutiner för säkerhetskontroll i sådana sammanhang. Eftersom det är ett annorlunda projekt än att uppföra, driva och avveckla ett kärnkraftverk, krävs sannolikt en annan reglering än den befintliga. Begrepp som provdrift och rutinmässig drift som används i samband med uppförandet av andra kärntekniska anläggningar är exempelvis svårare att tillämpa när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle.

I ett slutförvar – liksom för andra kärntekniska anläggningar – ska säkerheten upprätthållas genom ett system av passiva barriärer. Varje barriär ska ha till funktion att på ett eller flera sätt medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen, antingen direkt, eller indirekt genom att skydda andra barriärer i barriärsystemet – vilket är principen för ett djupförvar.⁹

Barriärerna för slutförvaret är kopparkapseln (inklusive gjutjärnsinsatsen), den omslutande bentonitleran och det omgivande berget. Planen är att placera kapseln och bentonitleran i deponeringshål som finns i deponeringstunnlar. Tunnlarna ska därefter förslutas med bentonitlera samtidigt som bergarbetena kommer att fortskrida.

Barriärernas funktionalitet kan därför svårligen bedömas i samband med en stegvis prövning på samma sätt som tillsynsmyndigheten kan följa och bedöma säkerhetssystemens uppbyggnad i samband med uppförande av andra slag av kärntekniska anläggningar t.ex. ett kärnkraftverk. Det är alltså en unik process som väntar, om regeringen ger klartecken enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

⁹ SSMFS 2008:1, 2 kap. 1 § Barriärer och djupförvar.

3.3 Stegvis prövning fram till rutinmässig drift

3.3.1 Reglering av stegvis prövning

SSM har föreslagit¹⁰ att regeringen föreskriver villkor för en stegvis prövning enligt myndighetens föreskrifter. Myndighetens föreskrifter anger att:

Innan en anläggning får uppföras och innan större ombyggnader eller större ändringar av en befintlig anläggning genomförs, ska en preliminär säkerhetsredovisning sammanställas. Innan provdrift av anläggningen får påbörjas, ska säkerhetsredovisningen förnyas så att den avspeglar anläggningen som den är byggd. Innan anläggningen därefter får tas i rutinmässig drift, ska säkerhetsredovisningen kompletteras med beaktande av erfarenheter från provdriften. Såväl den preliminära säkerhetsredovisningen som den förnyade och den kompletterade säkerhetsredovisningen ska i varje skede vara säkerhetsgranskad enligt 3 § samt vara prövad och godkänd av Strålsäkerhetsmyndigheten. Säkerhetsredovisningen ska därefter hållas aktuell.¹¹

Regeringens tillstånd är utifrån en förberedande preliminär säkerhetsredovisning. Därefter ska SKB genomföra en förnyad säkerhetsredovisning innan provdrift och en kompletterad säkerhetsredovisning innan rutinmässig drift som tar hänsyn till erfarenheterna från provdriften. Säkerhetsredovisningarna¹² ska prövas och godkännas av SSM för att verksamhetsutövaren ska få gå vidare till nästa steg.¹³

Det finns även särskilda bestämmelser om instruktioner för driften av en anläggning, s.k. säkerhetstekniska driftsförutsättningar,¹⁴ som ska uppdateras och godkännas av SSM innan en anläggning får tas i provdrift, respektive i rutinmässig drift.

I den stegvisa prövningen, liksom i efterkommande faser, finns krav på anmälan av tekniska och organisatoriska ändringar i en anläggning samt krav på att myndigheten ska godkänna dessa ändringar

¹⁰ SSM. 2018 *Yttrande över ansökningar om tillstånd till anläggningar för slutligt ombändertagande av använt kärnbränsle*, s. 3.

¹¹ SSMFS 2008:1, 4 kap. 2 §.

¹² Läs mer om säkerhetsredovisningar i SSMFS 2008:1, 4 kap. 2 § Säkerhetsredovisning (SAR) och bilaga 2 i dessa föreskrifter; SSMFS 2008:21, 11 § Säkerhetsredovisning och bilaga 1 i dessa föreskrifter.

¹³ Läs mer om en stegvis prövning i SSM. 2010. STYR2011-131 *Beredning av tillstånd och prövning av tillståndsvillkor gällande kärntekniska anläggningar och andra komplexa anläggningar där strålning används*; SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:6 *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*, avsnitt 1.1 "Om stegvis prövning"; SSM. 2019. Bilaga 1 "Prövningen enligt kärntekniklagen" till *Granskningsrapport – Utbyggnad och fortsatt drift av SFR*.

¹⁴ Säkerhetstekniska driftsförutsättningar (STF), se 5 kap. 1 § SSMFS 2008:1.

(och vid behov pröva ändringarna).¹⁵ Om någonting i anläggningen ändras eller kompletteras, tekniskt eller organisatoriskt, så ska säkerhetsredovisningen och de säkerhetstekniska driftsförutsättningarna ändras och anpassas till detta.

SSM beskriver i sitt yttrande till regeringen 2018 att prövningen av den förberedande preliminära säkerhetsredovisningen utgår ifrån en referensutformning. Anledningen är bland annat att all platsspecifik information inte finns och att alla detaljerade konstruktionslösningar inte är fastställda. Det är först efter att anläggningen har uppförts som SSM kan bedöma om konstruktioner och installations-system faktiskt uppfyller kraven. Och det är först efter genomförd provdrift som SSM kan bedöma om själva driften faktiskt uppfyller kraven.¹⁶

3.3.2 Rådets synpunkter angående stegvis prövning

Det finns flera frågetecken om hur den befintliga regleringen kan anpassas till de särskilda förhållanden som gäller för uppförande och drift av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Rådet anser att den stegvisa prövningen behöver konkretiseras.¹⁷ Detta kan ske redan genom att regeringen i eventuella tillåtlighets- och tillståndsbeslut formulerar villkor som medger en stegvis prövning med stor flexibilitet, dvs. som ger SSM goda möjligheter att agera utifrån ny kunskap om exempelvis säkerhetsbarriärer. Dessutom bör nya föreskrifter avseende säkerhetstekniska driftsförutsättningar tas fram, anpassade för de förutsättningar som gäller för uppförande och drift av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

SKB bemöter Kärnavfallsrådets synpunkter om att den stegvisa prövningen måste konkretiseras genom att peka på att SSM:s nuvarande föreskrifter om stegvis prövning tillämpas i dag, att det i betänkandet SOU 2019:16 föreslås en tydligare lagreglering av den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen och att SKB självt föreslår villkor om provdrift och rutinmässig drift.¹⁸ Rådet menar dock att

¹⁵ Se 4 kap. 5 § SSMFS 2008:1.

¹⁶ SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:06 *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*, s. 6 ff.

¹⁷ Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svenska kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden, dels i ärendet om tillåtlighetsprövning enligt 17 kap. miljöbalken, dels enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet*.

¹⁸ SKB. 2019. *Yttrande över inkomna remissvar på SKB:s yttrande enligt KTL till miljödepartementet april 2019*.

konkretisering inte nödvändigtvis innebär lagstiftning, men att det åtminstone behöver finnas mer omfattande planering kring hela perioden fram till slutlig förslutning, vilka faser som behövs och vad som ska ingå i dem. Rådet föreslog i yttrandet exempelvis en omfattande pilotfas.

SKB svarar i sitt yttrande att en pilotfas skulle utgöra ett främmande driftsmoment i ”den sedan lång tid tillbaka vedertagna stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen” och ett krav på pilotfas skulle ge upphov till flera osäkerheter vad gäller omfattning, innehåll, innebörd och konsekvenser. SKB menar att bolaget av naturliga skäl inte i detalj kan redogöra för vilka moment som kommer att ingå i en kommande provdrift, utan att det först kan ske i samband med att SKB begär godkännande för att inleda provdriften.

Oklarheterna kring provdriften är ett exempel på att den ”vedertagna stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen” inte är tillräcklig. Även om SKB inte i minsta detalj kan redogöra för moment som kommer att ingå i en provdrift, bör SKB överväga vad som faktiskt kan ingå. Det är ett sent skede om det är först i samband med att SKB begär SSM:s godkännande för att inleda provdriften som SKB informerar mera detaljerat om vad som kommer att ingå. Vidare kan det behövas införas andra nya moment och faser.

3.4 Rutinmässig drift

3.4.1 Reglering under rutinmässig drift

Under hela processen fram till slutlig förslutning, vilket inkluderar s.k. rutinmässig drift utför SSM *tillsyn*¹⁹ över verksamheten och kan meddela anläggnings-specifika villkor om det behövs. SSM har också möjlighet att kräva åtgärder som att pausa eller stoppa en verksamhet om det skulle finnas skäl med hänsyn till strålsäkerheten.²⁰ Tillsynen som SSM utför omfattar bl.a. inspektioner, bevakning av verksamheten och granskning av årlig rapportering. SSM kan som ett led i

¹⁹ Tillsyn i kärntekniklagen se 16 §, 17 §, 18 §. Läs mer om hur SSM bedriver tillsyn över kärntekniska anläggningar på: www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/karnkraft/vart-sakerhetsarbete/vi-bedriver-tillsyn-over-karntekniska-anlaggningar/ (hämtad 2020-01-27).

²⁰ Kärntekniklagen 15 § (återkallelse av tillstånd) och 18 § (möjlighet att meddela tillståndshavaren de förelägganden och förbud som behövs).

den löpande tillsynen kräva att tillståndshavaren gör redovisningar i specifika frågor.

I kärntekniklagen finns i dag krav på *helhetsbedömningar* som specificeras i förordningar.²¹ Minst vart tionde år ska tillståndshavaren göra en samlad analys och helhetsbedömning av anläggningens säkerhet och strålskydd. Detta rör dels på vilket sätt anläggningen vid bedömningstillfället uppfyller gällande säkerhetskrav, dels om det finns förutsättningar för att driva anläggningen på ett säkert sätt fram till nästa bedömningstillfälle, med hänsyn tagen till den utveckling som skett inom vetenskap och teknik. Analyserna, bedömningarna och de åtgärder som dessa ger anledning till ska dokumenteras och redovisas för SSM, som bestämmer om den närmare tidpunkten för redovisningen.

3.4.2 Rådets synpunkter angående rutinmässig drift

Om ett slutförvar för använt kärnbränsle tas i rutinmässig drift är det inte färdigbyggt utan utvecklas vidare i etapper. Tunneldrivning, borrhning av deponeringshål, placering av buffert och kapslar, samt återfyllning och förslutning av tunnarna sker parallellt. Går det under de förutsättningarna egentligen att tala om rutinmässig drift, när förvaret inte är färdigbyggt utan fortsätter att uppföras och utvecklas parallellt med att det drivs? Uppförande och drift sker samtidigt under flera decennier. Hur kommer löpande tillsyn att gå till i en sådan situation? Kommer det att ställas nya krav på löpande tillsyn och kan kraven komma att ändras över tid? Rådet anser att dessa frågor behöver besvaras.

Regleringen om helhetsbedömningar finns i föreskrifterna idag, men de behöver förtydligas och anpassas för ett slutförvar för använt kärnbränsle. Sådana ”kontrollstationer” bör sannolikt göras oftare än vart tionde år då mycket hinner hända och mycket personal byts ut under den tiden. Rådet anser att det behövs särskilda riktlinjer för omfattning och redovisning av återkommande helhetsbedömningar för slutförvar för använt kärnbränsle, inte minst när det gäller krav på att uppdatera säkerhetsredovisningar. Även om föreskrifterna utgår ifrån att helhetsbedömningarna ska ske för att följa upp färdigbyggda

²¹ Kärntekniklagen 10 a §, 10 b § Helhetsbedömningar; SSMFS 2008:1, 4 kap. 4 § Återkommande helhetsbedömning (se även Till 4 kap. 4 §).

anläggningar i drift är det rimligt att föreskriften tillämpas även under uppförandet av slutförvaret med hänsyn till den extremt långa utbyggnad det är fråga om i sammanhanget.²²

3.5 Nedmontering, rivning och förslutning

3.5.1 Reglering vid nedmontering, rivning och förslutning – krav på uppdaterade säkerhetsredovisningar

Efter att en säkerhetsredovisning inför rutinmässig drift har godkänts finns det ytterligare två tillfällen i dagens reglering där SSM ska pröva och godkänna säkerhetsredovisningarna, det är inför nedmontering och rivning av de konstruktioner som inte hör till det färdiga slutförvaret och inför att ett slutförvar ska förslutas:

- SSM ska pröva och godkänna en omarbetad säkerhetsredovisning innan SKB/verksamhetsutövaren får börja med nedmontering och rivning (9 kap. 7 § SSMFS 2008:1).
- SSM ska pröva och godkänna en förnyad säkerhetsredovisning innan ett slutförvar får förslutas (11 § SSMFS 2008:21).

3.5.2 Rådets synpunkter angående nedmontering, rivning och förslutning

Efter den slutliga förslutningen av ett slutförvar kommer det att behövas kärnämneskontroll, fysiskt skydd och informationsbevarande m.m. Det finns flera frågor kring vad som händer efter förslutning. Vilken reglering av ”slutförvarsområdet” efter förslutning kommer det att finnas? Sannolikt kommer det för all framtid att vara ett område av riksintresse med särskilda restriktioner för t.ex. totalförsvaret.²³ Kommer staten att ta över ansvaret? Vilken typ av övervakning av förvaret och omgivande områden kommer att krävas? Hur ska det gå att upprätthålla information om förvaret över generationer? Rådet anser att dessa frågor behöver besvaras.

²² Se även rådets förslag att bedömningarna bör sändas på remiss för att möjliggöra öppenhet och insyn. Även internationella granskningar bör göras: Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden*.

²³ Se 3 kap. 9 § miljöbalken.

Rådets anser att det ska krävas ett särskilt tillstånd från regeringen för att få slutligt försluta ett geologiskt slutförvar. Regeringen kan då enligt kärntekniklagen besluta om villkor som ska vara uppfyllda innan slutförvaret får förslutas. Staten bör därefter ta över ansvaret för det förslutna förvaret.^{24,25}

3.6 Möjligheter till förändringar vid behov

Regeringen fattar beslut om tillstånd enligt kärntekniklagen och mark- och miljödomstolen fattar beslut om tillstånd enligt miljöbalken.

Kärntekniklagen

Regeringens beslut är ett s.k. förvaltningsbeslut. Gynnande besluts principiella orubblighet är centralt i förvaltningsrätten. Ett gynnande beslut enligt kärntekniklagen kan enligt allmänna principer om förvaltningsbesluts rättskraft normalt inte återkallas. Men principen gäller inte undantagslöst. Ett sätt att i ett enskilt fall frångå denna princip är att i beslutet ange ett antal villkor för tillståndet som måste vara uppfyllda för att det ska fortsätta att vara giltigt. För att ett tillstånd, som är förknippat med villkor, fortlöpande ska vara giltigt krävs det att tillståndshavaren uppfyller tillståndsvillkoren.

Om regeringen beviljar tillstånd för slutförvarssystemet (inkapslingsanläggningen Clink och slutförvaret) enligt kärntekniklagen är det i förvaltningsrättslig mening frågan om ett gynnande beslut som ger SKB en rätt att uppföra slutförvaret. Ett beslut, som till sin karaktär är gynnande för någon enskild part (i detta fall SKB) får ändras till den enskildes nackdel bara om det framgår av beslutet:

- att beslutet under vissa förutsättningar får återkallas eller
- att tvingande säkerhetsskäl kräver att beslutet ändras omedelbart.

²⁴ Se förslag i: Kärntekniklagutredningen. 2019. SOU 2019:16 *Ny kärntekniklag – med förtydligt ansvar*.

²⁵ Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående utredningen – Ny kärntekniklag med förtydligt ansvar SOU 2019:16*. Se även 2.4 ”Ansvaret för slutförvaring av använt kärnbränsle” i: Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*.

En felaktighet som beror på att parten har lämnat oriktiga eller vilseledande uppgifter kan också medföra att beslutet återkallas.

I SKB:s ansökan^{26, 27} yrkar bolaget på att regeringen föreskriver att ett villkor för tillståndet är att anläggningen för slutförvaring av kärnämne ska uppföras, innehas och drivas ”i huvudsaklig överensstämmelse med” vad som anges i ansökningshandlingarna (samma formulering som använts i tillstånden till samtliga Sveriges kärnkraftverk). En sådan formulering i tillståndsbeslutet för slutförvaret för använt kärnbränsle ger tillsynsmyndigheten, SSM, i sin tillsyn möjlighet att inom ramen för tillståndet påverka utformningen av slutförvarsanläggningen. Enligt 18 § kärntekniklagen får nämligen SSM besluta om de åtgärder samt meddela tillståndshavaren de förelägganden och förbud som behövs för att kraven på säkerhet ska tillgodoses. Detsamma gäller även sådana åtgärder som enligt myndigheten bör vidtas för att förebygga felaktigheter som upptäckts i anläggningen. Det kan också gälla åtgärder för att förhindra t.ex. sabotage och inte minst åtgärder för att förhindra olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall.

Det kan dock diskuteras hur långt dessa möjligheter till ändringar sträcker sig i det fall det – som ett exempel – skulle framkomma nya vetenskapliga rön, om nya eller större risker än vad som tidigare bedömts, men som svårigen kan påvisas konkret förrän efter lång tid. I en sådan situation är det inte givet att SSM entydigt kan påvisa behovet av förändringar och ställa krav i den riktningen. Jämfört med tillståndsprocessen är det också i en sådan hypotetisk situation myndigheten och det allmänna, och inte verksamhetsutövaren som har bevisbördan. Detta understryker vikten av hur tillståndsvillkor utformas i den initiala prövningsprocessen.

Miljöbalken

Även om detta kapitel fokuserar på kärntekniklagstiftning finns det här skäl att även säga något om miljöbalken som har särskilda rättskraftsregler. Enligt miljöbalken är det mark- och miljödomstolen som

²⁶ Toppdokumentet: www.skb.se/wp-content/uploads/2015/05/flik_01a.pdf (hämtad 2020-01-27).

²⁷ ”Anläggningen ska uppföras, innehas och drivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad som anges i ansökningshandlingarna. KBS-3-metoden med vertikal deponering ska tillämpas.” Se: SKB. 2019. *Yttrande över inkomna remissvar på SKB:s yttrande enligt KTL till miljödepartementet april 2019*, s. 10.

efter ett eventuellt tillåtighetsbeslut av regeringen har att besluta om ett tillstånd, och då om de villkor som domstolen anser behövs för tillståndet. Detta sker, när det gäller större kärntekniska anläggningar, alltså efter det att regeringen beslutat om tillåtlighet för verksamheten. Enligt miljöbalken ska sökanden föreslå mark- och miljödomstolen de villkor de anser behövs för tillståndet. Regeringen får dock redan i samband med prövningen av tillåtlighetsfrågan besluta om särskilda villkor för att tillgodose allmänna intressen. Då finns en möjlighet att söka hantera de särskilda utmaningar som frågans särskilda tidsdimensioner föranleder.

3.7 Avslutande reflektioner

Ett slutförvar för använt kärnbränsle är utan tvekan ett stort och långsiktigt projekt, vilket medför att det blir svårt att beräkna hur lång tid det tar. Det tillhör dessutom kategorin udda och sällan genomförda projekt, vilket ytterligare försvårar projektplaneringen när det gäller både tid och kostnad.²⁸ Det är sannolikt att projektet inte går framåt som planerat under den långa tid på minst 70 år som SKB beräknar att projektet tar. Det är därför viktigt att ha beredskap för förändringar och att utvecklingen inte går som planerat.

Mycket är reglerat inom kärnteknikområdet i dag, men föreskrifterna är framför allt anpassade för kärnkraftverk, som har en annan funktion än ett slutförvar. Därför behövs en tydlig reglering för processen till och med, samt efter slutlig förslutning, som är anpassad specifikt för slutförvar för använt kärnbränsle.

I detta kapitel har rådet lyft fram synpunkter på de olika faserna.²⁹ Här finns ytterligare ett par förslag utifrån rådets yttrande (september 2019) över SKB:s kompletteringar.³⁰

²⁸ Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2015. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*, s. 115; Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*, s. 108.

²⁹ Se även dokumentationen från rådets seminarium om stegvis prövning: www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-en-stegvis-provning-och-ett-sekel-av-utmaningar (hämtad 2020-01-27).

³⁰ Läs mer i *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden*.

Insyn och samråd

I dagens föreskrifter finns inte några hänvisningar till behov av samråd på lång sikt. Rådet anser att samråd är nödvändigt i hela processen fram till slutlig förslutning och att det är viktigt hur detta utformas så att samråden medger deltagande, öppenhet och insyn. Rådet har förslagit att en brett sammansatt grupp bör bildas. Det är viktigt med kommunikation mellan olika grupper med olika perspektiv.³¹

Demonstrations- eller pilotförvar

Tillsynsmyndigheten kan inte följa och bedöma säkerhetssystemens uppbyggnad och drift på samma sätt som i ett kärnkraftverk, då barriärerna och slutförvarets funktionalitet svårigen kan bedömas. Ett möjligt sätt att följa utvecklingen av slutförvarets barriärsystem kan vara att tillämpa någon typ av demonstrations- eller pilotförvar.

Referenser

- IAEA. 2016. *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*. General Safety Requirements GSR Part 1 (Rev 1). International Atomic Energy Agency: Vienna.
- IAEA. 2010. *Licensing Process for Nuclear Installations*. Safety Standards No. SSG-12. International Atomic Energy Agency: Vienna.
- IAEA. 2011. *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste for protecting people and the environment*. Specific Safety Guide No. SSG-14. International Atomic Energy Agency: Vienna.
- IAEA. 2004. *Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants*. Safety Guide No. GS-G-4.1. International Atomic Energy Agency: Vienna.
- Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående utredningen – Ny kärntekniklag med förtydligat ansvar SOU 2019:16*. (2019-09-23).

³¹ Läs mer i *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden*.

- Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden, dels i ärendet om tillåtlighetsprövning enligt 17 kap. miljöbalken, dels enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.* (2019-09-13).
- Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet.* Stockholm: Norstedts Juridik.
- Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2015. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet.* Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande.* Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådets seminarium om en stegvis prövning och ett sekel av utmaningar:*
www.karnavfallsradet.se/sites/default/files/eganssmpresentation_0.pdf (hämtad 2020-01-27).
- Kärntekniklagutredningen. 2019. SOU 2019:16 *Ny kärntekniklag – med förtydligat ansvar.* Stockholm: Norstedts Juridik.
- SKB. 2019. *Yttrande över inkomna remissvar på SKB:s yttrande enligt KTL till miljödepartementet april 2019.* DokumentID 1883041. 2019-12-18. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB. 2019. *Fud-program 2019. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.* Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB. ”Toppdokumentet” i ansökan enligt kärntekniklagen.
Se: www.skb.se/wp-content/uploads/2015/05/flik_01a.pdf
(hämtad 2020-01-27).
- SKB. 2011. (MKB) *Miljökonsekvensbeskrivning. Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle.* Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SSM. 2019. SSM Bilaga 1 ”Prövningen enligt kärntekniklagen” till *Granskningsrapport – Utbyggnad och fortsatt drift av SFR.* Dokumentnr: SSM2017-5969-2. Strålsäkerhetsmyndigheten. Se: www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/786013cbe674440ab589e7bf43905aaa/bilaga-1-till-yttrande-over-sfr-ansokan.pdf (hämtad 2020-01-27).

- SSM. 2018 *Yttrande över ansökningar om tillstånd till anläggningar för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle*. Dokumentnr: SSM2011-1135-23. Strålsäkerhetsmyndigheten.
- SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:07 *Strålsäkerhet efter slutförvarets förslutning*. SSM2011-1135-17. Strålsäkerhetsmyndigheten.
- SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:06 *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*. Dokumentnr: SSM2011-1135-19. Strålsäkerhetsmyndigheten.
- SSM. 2010. STYR2011-131 (Ledningssystem) *Beredning av tillstånd och prövning av tillståndsvillkor gällande kärntekniska anläggningar och andra komplexa anläggningar där strålning används*. Strålsäkerhetsmyndigheten.
Se: www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/66c37a81b56f458895c74ae10b6ef79b/beredning-av-tillstand-och-provning-av-tillstandsvillkor-gallande-karntekniska-anlaggningar-och-andra-komplexa-anlaggningar-dar-stralning-anvands.pdf (hämtad 2020-01-27).
- SSM bedriver tillsyn se:*
www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/karnkraft/vart-sakerhetsarbete/vi-bedriver-tillsyn-over-karntekniska-anlaggningar/ (hämtad 2020-01-16).
- Östhammars kommun. 2019. *Yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s komplettering i regeringsprövningen enligt miljöbalken*. (M2018/00217/Me). 2019-11-29 KS-2019-286.

Lagar, förordningar och föreskrifter

- Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet
- Miljöbalken (1998:808)
- Strålskyddslagen (2018:396)
- SSMFS 2008:1 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar gäller för samtliga typer av kärntekniska anläggningar*
- SSMFS 2008:21 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall*

SSMFS 2008:37 Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall

4 Modern2020 – kunskapsläge om övervakning

4.1 Modern2020 – ett internationellt forskningsprojekt om övervakning

Kärnavfallsrådet har vid flera tillfällen skrivit om vikten av mätprogram och övervakning. Syftet med detta kapitel är främst att följa upp kunskapsläget avseende teknisk utveckling utifrån EU-projektet om övervakning *The Development and Demonstration of Monitoring Strategies and Technologies for Geological Disposal* (Modern2020) med deltagare från fler europeiska länder. Rådet har länge förespråkat att det även behövs samhällsvetenskaplig forskning och Modern2020 har också ett delprojekt som tar upp deltagande och engagemang från olika intressenter som en avgörande faktor för att kunna implementera slutförvar.

Modern2020 var ett internationellt, tvärvetenskapligt forskningsprojekt från 2015 till 2019 som byggde på arbetet i föregångaren MoDeRn-projektet (som rådet tidigare har beskrivit, se ruta nedan). Modern2020 finansierades av Europeiska kommissionen via Euratoms forsknings- och utbildningsprogram, Horizon 2020. Modern2020 samlade vetenskapliga experter från Belgien, Tjeckien, Finland, Frankrike, Tyskland, Italien, Japan, Nederländerna, Spanien, Sverige, Schweiz och Storbritannien. Bland deltagarna fanns representanter för organisationer och företag för kärnavfallshantering, tillsynsmyndigheter, konsulter, akademiker och lokala intressenter samt experter från olika vetenskapliga discipliner som teknik, geologi, kärnfysik och samhällsvetenskap.

Huvudtanken bakom projektet Modern2020 var att övervakning har potential att möta både *tekniska* och *sambälleliga* behov när det gäller hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och högaktivt avfall. Projektet fokuserade på forskning, utveckling och demon-

stration av strategier och tekniker för övervakning vid slutförvaring av använt kärnbränsle och högaktivt avfall. Syftet var att skapa en gemensam grund för övervakningsaktiviteter inom EU. Våren 2019 hölls en andra och avslutande internationell konferens där projektets resultat presenterades och diskuterades.¹

Kapitlet är indelat i olika avsnitt. Efter detta inledande bakgrundsavsnitt presenteras kortfattat de viktigaste resultaten beträffande utvecklingen under de senaste åren vad avser teknik och metoder för mätning och övervakning. Det handlar främst om resultat från delprojekten 3 och 4. En sammanfattning av vad som kommit fram från Modern2020 finns i *Monitoring in Geological Disposal & Public Participation: A Stakeholder Guide*.² Denna "Stakeholder guide" är ett resultat från delprojektet 5 som handlar om offentliga intressenters engagemang ("public stakeholder engagement"). Delprojektet har en annan karaktär än de övriga delprojekten och beskrivs kortfattat i kapitlets tredje avsnitt. I fjärde avsnittet nämns det svenska deltagandet i projektet och avslutningsvis finns en sammanfattning.

MoDeRn: Monitoring Development for Safe Repository Operation and Staged Closure

Föregångaren till Modern 2020, forskningsprogrammet MoDeRn, och frågan om strategier och metoder för övervakning har tidigare beskrivits i rådets kunskapslägesrapporter. I rapporten från 2015 ger kapitlet "Mätprogram för förslutna områden" en utförligare beskrivning av projektet inklusive de olika delprogrammen. Det redovisas dessutom preliminära resultat av diverse fältförsök och fallstudier med olika tekniker.³ I kapitlet "Strategier för mätprogram i planerade slutförvarsanläggningar" från 2016 redovisas och diskuteras olika strategier för utformning av mätprogram i slutförvarsanläggningar, med exempel från Posiva

¹ www.modern2020.eu/final-conference/home.html (hämtad 2020-01-27).

² Meyermans, A. m.fl. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*.

³ Kärnavfallsrådet. 2015. *Kunskapsläget på Kärnavfallsområdet 2015. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*.

(Finland) och Nagra (Schweiz).⁴ Kärnavfallsrådet har vid fler tillfällen diskuterat behovet av övervakning.⁵

4.1.1 Bakgrund – monitoring och övervakning

Den klassiska definitionen av ”monitoring” hänvisar inte bara till mätningar utan också till en bredare idé att observera och kontrollera utvecklingen eller kvaliteten på något under en tidsperiod. I denna text väljer vi att använda det svenska begreppet övervakning.

Var ska det övervakas? Det görs ofta en distinktion mellan ”far-field” som är vanligt och relativt enkelt i dag (övervakning av miljön genom provtagning av biota omkring ett förvar) och ”near-field” som är mer komplicerat, särskilt när det gäller att övervaka de tekniska barriärerna (övervakning av utvecklingen nere i själva förvaren). Det finns ibland ett visst motstånd mot near-field övervakning vilket motiveras med att det kan hota förvarets funktion, eftersom övervakningssensorer och kablage ses som en störande faktor i ett förvars passiva säkerhetssystem. För att inte störa förvaret är det möjligt att som i Finland bygga demonstrationsförvar i anslutning till förvaret de nu håller på att uppföra som första i världen. Att konstruera och driva ett demonstrationsförvar innebär att det finns en konkret miljö att presentera en anläggning i, vilket kan bidra till att öka insynen i hela utvecklingsprocessen.

När ska det övervakas? En annan åtskillnad kan göras mellan dels ”operational safety monitoring” som handlar om att följa säkerheten av arbetare på arbetsplatsen samt följa upp hur verksamheten påverkar den direkta miljön, dels ”postclosure safety monitoring” som har ett annat mål. Denna övervakning kan involvera installation av sensorer i det konstruerade barriärsystemet för att observera olika processer och parametrar i förvaret för att få mer och djupare förståelse av förvarets utveckling efter förslutning. I händelse av att mätningar visar att någon parameter inte uppfyller kraven kan man tänka

⁴ Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*.

⁵ Se exempelvis: Kärnavfallsrådet. 2014. *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2013*; Kärnavfallsrådet. 2013. SOU 2013:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2013. Slutförvarsansökan under prövning: kompletteringskrav och framtidsalternativ*; Kärnavfallsrådet. 2012. *Kärnavfallsrådets synpunkter på behov av kompletteringar av ansökan för tillstånd till anläggningar i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall*.

sig att återta den aktuella kapseln. I vissa länder (dock ej i Sverige) finns det lagstiftning om att detta ska vara möjligt.

Detta kapitel handlar i huvudsak om att övervaka barriärerna fram till slutlig förslutning, ”near-field monitoring”. Denna period kan i sig sträcka sig över en tidsrymd längre än ett sekel.

Olika berggrund i olika länder ger olika förvaringskoncept och därmed också olika strategier och tekniker för övervakning.

En anledning att olika länder planerar för olika slutförvarskoncept beror på vilken berggrund som finns i landet. Företag och organisationer för hantering av kärnavfall som utvecklar geologiska slutförvarssystem i lersten eller saltformationer förlitar sig på deras starka naturliga inneslutningskapacitet. Gnejs och granit däremot, som är berggrund bl.a. i Sverige och Finland saknar sådan kapacitet. I dessa fall har berget en fördröjande inverkan för eventuellt läckage att nå biosfären. De tekniska barriärerna är därför relativt sett viktigare i dessa fall.

4.2 Mätprogram och övervakning (teknik)

För att försäkra sig om att ett förvar fungerar som det är tänkt behöver detta övervakas. Förvarets funktion övervakas genom att mäta, eller på annat sätt regelbundet observera vissa kritiska parametrar. För att göra detta krävs att ett mätprogram upprättas som innefattar metoder och strategier. I enlighet med internationella rekommendationer och ”guide-lines”⁶ ska ett mätprogram omfatta mätningar under tiden för konstruktion och drift. Det kan också vara önskvärt med någon form av övervakning även under en tid efter slutlig förslutning. I detta kapitel redovisas kort status för de tekniska möjligheterna att mäta väsentliga parametrar som framkommit från forskningsprojekten inom Modern2020 programmet, även vidare framtida utvecklingsmöjligheter diskuteras.

I Sverige föreskriver SSM i föreskriften SSMFS 2008:21, 8 § att:

Inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret eller för att försvåra tillträde till slutförvaret ska analyseras och redovisas till Strålsäkerhetsmyndigheten.

⁶ IAEA. 2014. *Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities*; ICRP. 2013. *Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste*.

SSM ska således göra en bedömning av eventuell negativ påverkan på säkerheten.

De tekniska barriärerna, som är till för att uppnå passiv säkerhet på lång sikt får inte påverkas negativt av sensorer, kablage eller annan utrustning som behövs för övervakningen. Det är också viktigt att mätsystemet fungerar och ger korrekta signaler. Felaktiga mätresultat kan leda till omotiverade åtgärder med såväl oacceptabla risker som kostnader till följd.

Syfte och strategi

Det primära syftet med ett mätprogram kring slutförvaret är att säkra att förvaret uppfyller kraven som är ställda i säkerhetsanalysen beträffande de tekniska barriärernas funktion, och att dessa krav även kommer att uppfyllas efter slutlig förslutning. Strategin för vad som ska mätas varierar, beroende på var i kedjan från planering till avveckling av slutförvaret det gäller. Såväl IAEA som ICRP har publicerat rapporter som beskriver/rekommenderar övervakningsprogram för slutförvar för använt kärnbränsle.⁷

Om tillståndprocessen innebär ett stegvist beslutsfattande kommer det att behövas ett underlag för beslut om fortsättningen vid de olika stegen fram till slutlig förslutning. För ett positivt beslut bör tillståndshavaren kunna verifiera att förvaret följer den avsedda utvecklingen även efter att den lokala tunneln förslutits, och för att kunna göra detta krävs någon form av mätdata gällande vissa kritiska parametrar. Ett positivt beslut kan villkoras med att vissa kritiska data ska uppfyllas.

För att kunna bedöma förvarets funktion är det angeläget med information om förändringar eller störningar i den kemiska och fysiska miljön runt de tekniska barriärerna eller i den omgivande geosfären. En kritisk fråga som också behandlats utförligare i tidigare kunskapslägesrapporter är att kontrollera att bentonitleran runt kapslarna vattenmättats i den utsträckning som är tänkt. Detta är nödvändigt för att denna tekniska barriär ska fungera, och att det idealtillstånd som säkerhetsanalysen förutsätter uppnås.⁸ Tillsammans

⁷ IAEA. 2014. (International Atomic Energy Agency); ICRP. 2013. (International Commission on Radiological Protection).

⁸ "Idealtillstånd" är rådets beskrivning av ett tillstånd där framför allt bentoniten fungerar som skydd genom att den vattenmättats, se ex. Kärnavfallsrådet. 2015, s. 95 f.

med temperaturen i förvaret och det tillflödande vattnets kemi, dvs. förekomst av olika lösta salter, är detta en viktig parameter att få kunskap om inför fortsatt drift. Även eventuella rörelser i berggrunden och förändringar i sprickmönstret är väsentlig information, eftersom detta kan påverka vattenflödet och ge upphov till spänningar.

Val av mätmetoder och plats i ett slutförvar där mätningar ska göras beror på förvarets utformning. I ett förvar i kristallin berggrund är det till skillnad från i lersten en större variation av vattenflöde mellan olika tunnlar och schakt. Antagligen går det att ha viss kunskap om detta i förväg och efter observationer i samband med bygget av tunnarna. I ett sådant förvar är det för bentonitens egenskaper framför allt intressant med mätvärden i de positioner där extremvärden förutses för temperatur, temperaturökning och vattenflöde.⁹ Ett representativt värde t.ex. för portrycket kan vara svårt att fastställa. I ett förvar i lersten däremot, som är fallet i t.ex. Frankrike och Schweiz där mycket av forskningen och utvecklingen inom Modern2020 projektet har bedrivits, är det mer homogena förhållanden, och därmed enklare att bedöma dessa parametrar utifrån mätresultat.

Möjligheterna till återtagbarhet är en faktor som är viktig att beakta i samband med utformande av ett mätprogram. Särskilt under deponeringsfasen (drift), men eventuellt även efter slutlig förslutning. Vilka möjligheter finns att åtgärda missförhållanden som övervakningen avslöjar? Eftersom förvaret inte är konstruerat återtagbart skulle ett återtagande kunna medföra en större risk än att lämna det orört. Av rimliga skäl måste ett mätprogram vara tidsbegränsat och i praktiken torde tekniken sätta denna gräns. En framtida teknisk utveckling kan sannolikt flytta fram den.

Teknik

Inom Modern2020 har det bedrivits projekt bl.a. för att ta fram och utveckla olika tekniska lösningar som kan användas för mätning i förslutna tunnlar i första hand innan den slutliga förslutningen. De förslag på mätmetoder som tagits fram inom ramen för projektet är i allmänhet specifikt designade för att fungera under de geologiska förutsättningar som råder kring det förvar för vilka de är tänkta.

⁹ Haapalehto, S. m. fl. 2019. "Rock Mechanics Monitoring At Olkiluoto, Finland. Case Study: Monitoring Strategy of Repository Temperature Evolution."

I många fall bör det dock vara möjligt att anpassa de metoder som tagits fram t.ex. i Schweiz eller Frankrike så att de går att använda för ett förvar i den svenska berggrunden. Vissa tester har även genomförts i berggrund i Finland.¹⁰ De presenterade metoderna bedöms som intressanta, och en utförligare utvärdering bör kunna svara på frågan om de är anpassningsbara.

Fokus har legat på två speciella utmaningar:

- Trådlös överföring av signalen genom tekniska och naturliga barriärer. Vanlig teknik med högfrekvent signal har för kort räckvidd i denna miljö.
- Energiförsörjning av sensorer och sändare/mottagare. Dessa ska kunna försörjas med kraft under lång tid utan batteribyte.

Mätsensorer och kablage, eller antenner för trådlös överföring får inte försämra funktionen av barriärerna. Optiska kablar som nu används i stället för traditionella kopparledningar håller längre och har större kapacitet, däremot kan de inte bidra med att strömförsörja sensorer m.m. En sensor placerad direkt på kopparkapseln skulle kunna tänkas bidra till korrosion. Kablage genom bentonitlera och berg kan leda till kanaler som påverkar vattenströmningen i området, och i en framtid också till kanaler för transport av radioaktiva ämnen som läckt ut genom kapseln. Det finns aktörer som av säkerhetsskäl inte accepterar att placera instrument, sensorer eller antenner i bentonitleran.¹¹ De bedömer att risken för att funktionen hos denna försämras är så pass betydande att den överväger nyttan med kunskap om de parametrar som avses att mätas. Ett alternativ kan möjligen vara att i stället sätta in mätinstrument i en eller några ”demonstrationstunnlar” på väl valda platser i anslutning till det planerade förvaret för att där göra mätningar efter förslutning.

Trådlös överföring av data och energiförsörjning

De nya tekniker som är under utveckling bygger därför ofta på överföring av data med trådlös teknik, eventuellt i kombination med optisk kabel. Dessa tekniker kräver någon form av strömkälla såväl

¹⁰ Haapalehto, S. m.fl. 2019; Toumas, P. 2019. ”Monitoring programme for the Olkiluoto repository, Finland.”

¹¹ Luterkort, D. och Andersson, J. 2019. ”SKB Monitoring strategy.”

för sensorn som för att generera och sända signalen. Detta innebär att den övervakade tidsperioden kommer att begränsas av batteriets livslängd, i dag ungefär 10 år. Mätningar skulle dock behöva kunna genomföras under en betydligt längre tid efter förslutning än dagens batteriteknik tillåter. Det är ännu oklart vilken livslängd som kan förväntas på framtida batterier, med en vidareutvecklad batteriteknik kanske en livslängd på 25 år kan uppnås. Möjlighet tycks finnas, åtminstone i teorin, att ladda batteriet ”på distans”, induktion med överföring av energi genom berget. Vid försök i ett pilotsystem redovisar Strømmer¹² att ungefär 1 ppm av effekten går att överföra trådlöst 10 m genom berg, dvs. 100 W in ger ca 0,1 mW på 10 m djup, vilket räcker för en laddning av ett batteri. Det har också förts fram idéer som går ut på att utnyttja kapselns värmeutveckling som energikälla, med en termoelektrisk generator.¹³ Ytterligare en möjlighet att överväga skulle kunna vara nukleära batterier, som används bl.a. i satelliter och fyrar. Ett sådant batteri baserat på det radioaktiva ämnet americium-241 har potentialen att bli en strömkälla som kan räckta i hundratals år. Oavsett metod finns dock olika former av säkerhetsaspekter som måste tas hänsyn till.

I Tournemire i södra Frankrike finns en anläggning där ett antal europeiska aktörer byggt upp en anläggning/laboratorium för att kunna testa olika nya tekniker för signalöverföring i fält, ”Long-Term Rock Buffer Monitoring experiment”.¹⁴ Några tiotal kommersiella standardsensorer har använts för att mäta olika parametrar. Dessa har inte tidigare testats i bentonitbuffert. Utöver detta har det också testats några nya eller nyutvecklade sensorer som kan mäta totalt tryck, portryck, temperatur och relativ luftfuktighet. Även utrustning för signalöverföring från olika tillverkare har testats, såväl trådlöst som signalöverförig med fiberoptik. Med ett ”multiroute-multihopping” system och radiovågor med en frekvens på 8–9 kHz har de här med användning av trådlös överföring kunnat nå upp till 275 m i både lera och berg.¹⁵

¹² Strømmer, E. 2019. ”Electric Power Sourcing of Wireless Repository Monitoring Sensors.”

¹³ Strømmer, E. 2019; Strømmer, E. och Bohner, E. 2019. ”Wireless energy transfer with data transfer add-on through low-conductivity host rocks”; Schröder, T.J. m.fl. 2019. ”Thermal Energy Harvesting From High-Level Waste.”

¹⁴ Dick, P. m.fl. 2019. ”The Long Term Rock Buffer Monitoring (LTRBM) in situ test, assessing under realistic conditions the performances of monitoring devices developed in Modern2020.”

¹⁵ Dick, P. m.fl. 2019; Eto, J. m.fl. 2019. ”Development of a wireless relay system for monitoring of geological disposal using low-frequency electromagnetic waves”;

Trådlös överföring av data genom bentonitlera och urberget upp till jordytan kräver att det finns antenner strategiskt placerade. I anslutning till det blivande slutförvaret i Onkalo, och i Espoo vid Teknologiska forskningscentralen VTT i Finland, har de framgångsrikt testat trådlös dataöverföring genom 4–23 m granit och bentonitlera.¹⁶ För att signalerna bäst ska kunna tränga igenom dessa barriärer utnyttjas ett brett frekvensområde från 4 kHz till 22 MHz, radiovågor med lägre frekvenser har bättre genomträngningsförmåga i denna miljö.

Geofysiska metoder

Geofysiska mätningar kan vara ett sätt att undvika såväl sensorer som kablage genom känsliga områden. Den teknik som presenteras av Maurer från Schweiz¹⁷ kan bl.a. användas för att kartlägga sprickzoner i berget före deponering, men är också användbar för att kontrollera att kapseln inte rör sig efter förslutning. Tekniken bygger på studium av hur seismiska vågor fortplantas och reflekteras i berggrunden.

Maurer presenterade också andra tänkbara tekniska lösningar för att mäta läge samt fuktighet och temperatur kring kapseln. Geofysiska metoder kan bl.a., åtminstone i teorin, erbjuda en möjlighet att uppifrån markytan karaktärisera bentoniten med avseende på fuktighet, vattensammansättning och temperatur.¹⁸ Det är tomografiska tekniker som bygger på markpenetrerande radar respektive mätningar av markens elektriska egenskaper. Med dessa metoder (tillsammans med inducerad polarisation) skulle det från markytan gå att mäta såväl temperatur som vatteninnehåll i bentonitleran. Genom att utgå från olika platser på ytan kan man med tomografisk teknik med stor noggrannhet bestämma, och därmed också kontrollera läget för kapseln. Metoden har testats i fält på lersten i Schweiz,¹⁹ mycket

Schröder, T.J. m.fl. 2019. "Demonstration of a two-staged, wireless transmission chain out of the LTRBM borehole to the surface of the Tournemire plateau"; Schröder, T.J. och Rosca-Bocancea, E. 2019. "Current state of the art of wireless data transmission systems for repository monitoring."

¹⁶ Schröder, T.J. och Rosca-Bocancea, E. 2019.

¹⁷ Maurer, H m.fl. 2019. "Geophysical Monitoring of High-Level Radioactive Waste Repositories."

¹⁸ De Carvarvalho, B. m.fl. 2019. "Non-intrusive Geo-electrical ERT Monitoring of High-Level Radioactive Waste Experiments in Tournemire URL."

¹⁹ Maurer, H. m.fl. 2019. "Geophysical Monitoring of High-Level Radioactive Waste Repositories."

utvecklingsarbete återstår och det är oklart om denna teknik kommer att fungera för ett förvar i kristallinberggrund.

Slutsatser teknik

En viktig slutsats av projektet Modern2020 är att övervakning är ett komplext begrepp. Många grundläggande frågor angående både målet och syftena med att övervaka ett slutförvar kvarstår. *Vad bör övervakas? Varför ska vi övervaka? Kan det övervakas? Hur länge ska vi övervaka? Vem ansvarar för att utföra denna övervakning? Hur ska vi kommunicera övervakningsdata? Hur kan kunskap som produceras av övervakningsutrustning användas i förvaltningen av förvar?*

Forskning pågår i Europa sedan flera år tillbaka för olika metoder att övervaka kritiska parametrar, som bentonitens vattenmättnad och temperatur. Framkomliga tekniker har presenterats för detta framför allt baserat på fältförsök i bl.a. Frankrike och Schweiz (i lersten).²⁰ Dessa utnyttjar trådlös överföring av data, eller en kombination av trådlös överföring och optisk fiber. Forskningen har fokuserats på övervakning under driftfasen. En utmaning som återstår är att finna en metod som kan fungera även för övervakning under en kortare tid efter slutlig förslutning. Utöver signalöverföring över längre underjordiska avstånd krävs en stabil elförsörjning under kanske 50 år. Även sensorer och annan utrustning måste fungera så länge. Forskning pågår i Europa för utveckling av olika geofysiska metoder för kontroll av bentonitens egenskaper. Till skillnad från mätning med sensorer så kräver dessa metoder inte att några instrument eller kablage introduceras i bentoniten. Mycket återstår emellertid att göra innan det går att med säkerhet dra slutsatsen att detta är en användbar teknik i ett reellt förvar. Det finns dock än så länge anledning till tveksamhet angående de geofysiska metodernas användbarhet för förvar i berggrund i stället för lera. Svårigheter med övervakning i berggrundsförvar är också en fråga som bättre bör belysas, speciellt med hur man ska tolka resultatet mot bakgrund av möjliga stora variationer i vattenflödet mellan olika delar av ett förvar, t.ex. kan ett extremt lågt vattenflöde medföra att bentoniten inte vattenmätts i den utsträckning som är tänkt. Det är alltså viktigt att

²⁰ Dick, P. m.fl. 2019; Müller, H.R. m.fl. 2019. "Lessons learned after more than 7 years of monitoring the Full-Scale Emplacement (FE) Experiment at the Mont Terri URL."

man hittar och mäter i en sådan tunnel. Detsamma gäller för demonstrationsförvar, det behövs flera sådana där hänsyn måste tas till variationerna i vattenflödet om mätresultaten därifrån skall utgöra ett legitimt beslutsunderlag för fortsatt stegvis deponering och förslutning.

4.3 Ett delprojekt om engagemang från olika intressenter

Bakgrund och rapporter

I rapporteringen från slutkonferensen för Modern2020 står det att:

Most repository programs have come to acknowledge the indispensable role of stakeholder engagement. Looking back to earlier years in geologic disposal efforts, there existed an uneven partnership between social and technical issues. The vital and complex role of stakeholders has now assumed an enduring partnership in the process of acceptance and licensing of repositories in most national disposal programs worldwide.²¹

Vikten av medverkan och deltagande gäller inte minst frågor kring övervakning. Enligt Modern2020:s föregångare MoDeRn framkom det att olika intressenter, framför allt lokala, förväntade sig att övervakning kan ge kontinuerlig information om förvarets funktion.²² Ett delprojekt för samhällsrelaterade frågor (Work Package 5) integrerades i det efterföljande projektet Modern2020 och ambitionen med delprojektet var att aktivt engagera lokala intressenter (local public stakeholders) i både strategin och forskningsarbetet i Modern2020-projektet.

Delprojektet har producerat tre rapporter (samt proceedings från slutkonferensen). *Repository monitoring in the context of repository governance* beskriver delprojektets teoretiska bakgrund, metoder och resultat. I rapporten *What role for repository monitoring in the governance of geological disposal for nuclear waste?* jämförs Sverige, Finland, Belgien och Frankrike för att visa att synen på övervakning kan skilja mellan länder av olika anledningar. Det beror bland annat

²¹ *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 11.

²² Bergmans, A. m.fl. 2014. *Monitoring and the Risk Governance of Repository Development and Staged Closure: Exploratory Engagement Activity in Three European Countries*, s. 60. Se även: Bergmans, A. m. fl. 2012. *Monitoring the Safe Disposal of Radioactive Waste: a Combined Technical and Socio-Political Activity*.

på vilket koncept som planeras, vilket exempelvis är beroende av vilken berggrund som finns i landet. Det beror också på politiken i landet och vilka lagar som finns. I vissa länder finns det lagkrav på övervakning och/eller återtagbarhet, exempelvis i Frankrike och Schweiz.

I guiden *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide* introduceras övervakning inom geologisk slutförvaring som en socioteknisk utmaning och guiden vill ge läsaren användbara insikter och verktyg för att diskutera avfallshandling, geologisk slutförvaring och övervakning. Guiden ger en bred beskrivning av slutförvarsfrågor ur olika perspektiv och tar bland annat upp etikfrågor.²³ Guiden tar upp olika frågor att reflektera kring när det gäller varför, när, var och hur deltagande bör ske vid övervakning. Sedan påpekas att om en datainsamling börjar, så kommer nya frågor att dyka upp som exempelvis:

- Vem är ansvarig för att upprätthålla och hantera övervakningsdata?
- Bör informationen göras tillgänglig för alla intresserade parter?
- Vem bestämmer vilka övervakningsvärden som är att betraktas som oregelbundna och/ eller potentiellt problematiska och vilka åtgärder som ska göras på grundval av dessa uppgifter?
- Vem ansvarar för processen övervakning?
- Bör lokala intressenter involveras i dessa beslut, och i så fall, hur?

Några slutsatser kring deltagande

Delprojektet kom fram till att det inte är självklara frågor hur det går att få allmänheten att delta, och inte heller hur det kan göras på ett bra sätt (varken när det gäller specifika EU forskningsprojekt eller mer allmänt i olika länders slutförvarsprogram).

Även om många deltagande intressenter ansåg att de tekniska aspekterna borde lämnas till experter, gav de samtidigt skäl till att medborgarnas engagemang i forskning och utveckling är värdefullt.

²³ Det finns bland annat en hänvisning till C.R. Bräkenhielms artikel (2015) om fyra etiska principer att reflektera kring när det gäller hanteringen av högaktivt kärnavfall och använt kärnbränsle, se: Meyermans, A. m.fl. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*, s. 18 f.

Ett skäl är att lokala intressenter blir bättre informerade och därför bättre rustade att engagera sig i processen. Deltagande intressenter kan också informera vidare i sina samhällen. En annan slutsats var att det måste finnas något att förhandla för att skapa ett meningsfullt deltagande, det behövs diskussioner om vad som är öppet för förhandlingar och vad som inte är det och av vilka skäl.

Delprojektets resultat blev inte att kunna ge svar på hur deltagande kan ske konstruktivt, utan snarare att ge underlag för vidare diskussion.

4.4 Svenskt deltagande i Modern2020

Från svensk sida var sociologiska institutionen vid Göteborgs universitet engagerad både i MoDeRn och i delprojektet 5 i Modern2020. Även Östhammars kommun har deltagit i båda projekten och i sitt yttrande 3 december 2019 skriver de att det bör utvärderas om det: ”... finns anledning att överväga att göra en del av slutförvaret till en pilotanläggning.”²⁴

SKB deltog delvis i föregångaren MoDeRn och har i Modern2020 ökat sitt engagemang, bl.a. genom att underjordslaboratoriet i Äspö fått vara en resurs för projektet. I SKB:s ”Monitoring Strategy”²⁵ skriver SKB att de för närvarande utvecklar ett övergripande övervakningsprogram för slutförvaret för använt kärnbränsle. Behovet av ett sådant identifierades tidigare under SKB:s ansökningsprocess. Arbetet inom Modern2020-projektet och möten med finska Posiva har bland annat bidragit till att även börja diskutera övervakning av barriärer relaterat till säkerhet efter förslutning. Planen är att programmet ska vara en del av ”ansökan” för att starta byggandet av förvaret (om de får tillstånd/tillåtlighet) av regeringen.

Rådet har upprepade gånger sedan yttrandet över Fud-program 2010 påtalat att SKB bör utveckla ett mätprogram som gör det möjligt att verifiera utvecklingen i buffert, deponeringshål och deponeringstunnlar efterhand som tunnlarna försluts. Tidigare ansåg SKB att det var kvalitetsstyrningen och kontrollen av produktionsprocessen som utgjorde grunden för att bedöma:

²⁴ Östhammars kommun. 2019. *Yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s komplettering i regeringsprövningen enligt miljöbalken*, s. 3 f.

²⁵ Luterkort, D. och Andersson, J. 2019, s. 87.

... om de tekniska barriärerna uppfyller de krav (konstruktionsföretsättningar) som ställs bland annat utifrån kraven på säkerhet. SKB avser däremot inte att monitera den initiala utvecklingen hos de tekniska barriärerna för deponerade kapslar. En sådan övervakning bedöms ge begränsad ytterligare information av värde för att bedöma barriärernas funktion.²⁶

Rådet välkomnar de nya initiativ SKB tagit för övervakning innan förslutning med avseende på långsiktig säkerhet. Detta ligger även i linje med synpunkter från Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt och SSM i deras yttranden till regeringen från januari 2018. Mark- och miljödomstolen skriver i sitt yttrande att det vid en eventuell tillståndsprovning behövs en fördjupad diskussion i frågor om kontroll avseende strålsäkerhet både före och efter förslutning av slutförvaret. Det kan gälla t.ex. radiologisk utsläppskontroll, kontroll av vattenmättnad av buffert och eventuell syreinträngning i tunnlar.²⁷ SSM:s skriver i sitt yttrande att:

Vidare bör SKB:s program inkludera mät- och övervakningsaktiviteter som är en del av ett mer omfattande och långvarigt kontrollprogram för att bekräfta slutförvarets prestanda före och efter förslutning. SSM lägger vikt vid noggranna mätningar och dokumentation av barriärsystemets egenskaper efter uppförande, drift och avveckling/förslutningsfasen för att fastställa förhållandena vid initialtillstånd av slutförvaret efter förslutning samt för att möjliggöra överföringen av kunskap om slutförvaret till kommande generationer.²⁸

Intresse för övervakning finns även exempelvis i USA. Där har Nuclear Regulatory Commission meddelat krav relaterade till återtagbarhet av använt kärnbränsle och högaktivt avfall, liksom krav på övervakning för att bekräfta att naturliga och konstruerade barriärer fungerar som avsett. Läs mer i rapporten *Repositories: Performance Monitoring and Retrievability of Emplaced High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel* från maj 2018 som rådets motsvarighet NWTRB har skrivit.²⁹

²⁶ SKB. 2013. Bilaga K:2 *Ämnesvisa svar på Kompletteringsönskemålen*. (Version 2013-04-02), s. 57.

²⁷ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*, s. 20, 554 ff.

²⁸ SSM. 2018. *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*, s. 70 f.

²⁹ Se: www.nwtrb.gov/our-work/reports/geologic-repositories-performance-monitoring-and-retrievability-of-emplaced-high-level-radioactive-waste-and-spent-nuclear-fuel (hämtad 2020-01-27).

4.5 Sammanfattning

Teknik

- Program och strategier för övervakning av kritiska parametrar i förslutna utrymmen under drift, i första hand fuktighet och temperatur, bör/ska finnas.
- Det finns i dag ingen säker och fungerande metod för mätning i förslutna tunnlar i berggrundsförvar, men forskningsresultat antyder att det kan komma att finnas i framtiden.
- Teknik för trådlös överföring av mätdata har testats framgångsrikt i fält för slutna utrymmen i förvar i lersten och granit. För mätning efter slutlig förslutning måste metoden utvecklas vidare, bl.a. eftersom signalen då måste överföras en betydligt längre sträcka under jord.
- Seismiska metoder testats i förvar i lersten. Metoden är ej färdigutvecklad, men dessa skulle kunna innebära en möjlighet för övervakning efter slutlig förslutning. För närvarande är det dock tveksamt om de fungerar i ett granitförvar.
- Inhomogeniteter i vattenflödet i berggrundsförvar gör att det är svårt att lägga upp en strategi med stickprovstester, extremvärden är av intresse.
- Bentoniten behöver vattenmättats för att fungera som barriär, därför är det viktigt att identifiera och kontrollera tunnlar med extremt låga vattenflöden.
- Mätningarna får inte störa de tekniska barriärernas funktion.
- Flera utmaningar återstår, bl.a. strömförsörjning av sensorer och trådlösa sändare under tillräckligt lång tid.

Deltagande

- Medverkan av, och interaktion med, alla berörda intressenter är avgörande för att implementeringen av ett slutförvar för använt kärnbränsle/högaktivt avfall ska kunna lyckas.

- Det finns utmaningar med att få allmänheten att delta, och dessutom att göra det på ett bra sätt (både när det gäller specifika EU forskningsprojekt eller mer allmänt i olika länders slutförvarsprogram).
- Delprojektets resultat kan inte ge svar på hur deltagande kan ske konstruktivt, utan snarare ge underlag för vidare diskussion.

Slutord

Även om det finns många utmaningar behöver övervakning av hur barriärer utvecklas under tiden innan slutlig förslutning inte nödvändigtvis vara en motsättning för att därefter nå passiv säkerhet.

Kärnavfallsrådet skrev i kunskapslägesrapporten 2015 att motiv för att etablera ett mätprogram i förslutna områden kan samlas under fyra rubriker: säkerhetsanalys, transparens, driftkontroll och kunskapsuppbyggnad. Mätningar kan upptäcka allvarliga fel i förslutna tunnlar och kan även ge viktig ny kunskap att ta hänsyn till i den fortsatta slutförvarsprocessen. För kommunen och regionen medför ett mätprogram ökad transparens, vilket är en viktig förutsättning för medborgarnas förtroende för deponeringsprocessen. Ur ett internationellt perspektiv kommer mätningarna att ge viktig ny kunskap om slutförvarsprocesser eftersom SKB:s tidsplan gör det till ett av de första projekten i sitt slag.³⁰ Det blir intressant att ta del av utvecklingen framöver och förhoppningsvis fortsätter internationella samarbeten för att möta utmaningarna.

Ur Modern2020s ”Stakeholder Guide”

This apparent contradiction between the goal of passive safety and the new possibility of active monitoring may not be so clear-cut or contradictory at all, however. After all, in the period before we ‘walk away’ from the repository and achieve passive safety, monitoring can provide valuable insights into the dynamics and processes going on in the repository. Here, monitoring is both a learning tool and an instrument for achieving the desired goal of passive safety.³¹

³⁰ Kärnavfallsrådet. 2015.

³¹ Meyermans, A. m.fl. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*, s. 34.

Referenser

- Bergmans, A., Elam, M., Simmons, P. och Sundqvist, G. 2014. *Monitoring and the Risk Governance of Repository Development and Staged Closure: Exploratory Engagement Activity in Three European Countries*. MoDeRn Deliverable 1.4.1.
- Bergmans, A., Elam, M., Simmons, P. och Sundqvist, G. 2012. *Monitoring the Safe Disposal of Radioactive Waste: a Combined Technical and Socio-Political Activity*. MoDeRn Deliverable 1.3.1.
- Bråkenhielm, C.R. 2015. "Ethics and the management of spent nuclear fuel." *Journal of Risk Research* 18(3), 392-405, DOI: 10.1080/13669877.2014.988170.
- IAEA. 2014. *Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities*. IAEA Safety standards series No. SSG-31. International Atomic Energy Agency. Vienna.
- ICRP. 2013. *Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste*. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3). International Commission on Radiological Protection.
- Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på Kärnavfallsområdet 2015. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:42 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2013*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2013. SOU 2013:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2013. Slutförvarsansökan under prövning, kompletteringskrav och framtidsalternativ*. Stockholm: Fritzes
- Kärnavfallsrådet. 2012. *Kärnavfallsrådets synpunkter på behov av kompletteringar av ansökan för tillstånd till anläggningar i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall (M 1333-11)*. (Dnr 43/2012).
- Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*. Mål nr M 1333-11. Aktbilaga 842. Stockholm.

- NWTRB *Repositories: Performance Monitoring and Retrievability of Emplaced High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel*. 2018. Se: www.nwtrb.gov/our-work/reports/geologic-repositories-performance-monitoring-and-retrievability-of-emplaced-high-level-radioactive-waste-and-spent-nuclear-fuel (hämtad 2020-01-27).
- SKB. Bilaga K:2 *Ämnesvisa svar på Kompletteringsönskemålen*. Version 2013-04-02, 1382754. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SSM. 2018. Granskningsrapport 2018:06 *Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*. SSM2011-1135-19. Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Östhammars kommun. 2019. *Yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s komplettering i regeringsprövningen enligt miljöbalken*. (M2018/00217/Me). 2019-11-29 KS-2019-286.

Förordningar

- SSMFS 2008:21 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Referenser från Modern2020

- www.modern2020.eu/ (hämtad 2020-01-27).
- Lagerlöf, H., Sundqvist, G., Liebenstund, A-L. och Bergmans, A. Modern2020 Deliverable 5.1 – *What role for repository monitoring in the governance of geological disposal for nuclear waste?*
- Meyermans, A., Cools, P och Bergmans, A. 2019. Modern 2020 Deliverable 5.2 *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*.
- Bergmans, A., Meyermans, A., Sundqvist G., Cools, P., Parotte, C, och Lagerlöf, H. 2019. Modern2020 Deliverable 5.3 *Repository monitoring in the context of repository governance*.

Refererade artiklar från Modern2020 Final Conference Proceedings

- Final Conference Proceedings. Second International Conference on Monitoring in geological disposal of radioactive waste: Strategies, technologies, decision-making and public involvement.*
Deliverable 6.3 Modern2020. Se:
www.modern2020.eu/fileadmin/user_upload/Modern2020-_D6.3_PU_Conference_proceedings_FINAL-web.pdf (hämtad 2020-01-27).
- De Carvarvalho, B., Lopes, F.L., Dick, P., Bertrand, J., García-Siñeriz, J.L. och Tarantino, A. 2019. "Non-intrusive Geo-electrical ERT Monitoring of High-Level Radioactive Waste Experiments in Tournemire URL." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 198–212.
- Dick, P., García-Siñeriz, J. L., Valladares, S. T., Mazón, M.R. , de Carvalho, B., Lima Lopes, F., Abós Gracia H. L., Schröder, T., Hermand, G., Farhoud, R., Svoboda, J., Jarvinen, J., Bertrand, J. och Carlos, J. 2019. "The Long Term Rock Buffer Monitoring (LTRBM) in situ test, assessing under realistic conditions the performances of monitoring devices developed in Modern2020." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 184–197.
- Eto, J., Kawakubo, M., Suyama, Y., och Sugihara, N. 2019. "Development of a wireless relay system for monitoring of geological disposal using low- frequency electromagnetic waves." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 333–339.
- Haapalehto, S., Ström, J., och Suikkanen J. 2019. "Rock Mechanics Monitoring At Olkiluoto, Finland. Case Study: Monitoring Strategy Of Repository Temperature Evolution." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 248–257.
- Luterkort, D. och Andersson, J. 2019. "SKB Monitoring strategy." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 87–93
- Maurer, H., Manukyan, E., Bohner, E., Korkealaakso, J., Koskova, L., Hokr, M., Tarantino, A., Lopes, B. 2019. "Geophysical Monitoring of High-Level Radioactive Waste Repositories." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 154–164.

- Müller, H.R., Vogt, T. Lüthi, B. F., Spillmann, T., Giroud, N., Garitte, B. 2019. "Lessons learned after more than 7 years of monitoring the Full-Scale Emplacement (FE) Experiment at the Mont Terri URL." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 233–240.
- Strömmer, E. 2019. "Electric Power Sourcing of Wireless Repository Monitoring Sensors." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 133–144.
- Strömmer, E. och Bohner, E. 2019. "Wireless energy transfer with data transfer add-on through low-conductivity host rocks." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 411–417.
- Schröder, T.J. Rosca-Bocancea E., och Hart, J. 2019. "Thermal Energy Harvesting From High-Level Waste." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 399–404.
- Schröder, T.J., Rosca-Bocancea, E., Stam, K., Hermand, G. och Dick, P. "Demonstration of a two-staged, wireless transmission chain out of the LTRBM borehole to the surface of the Tourne-mire plateau." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 383–391.
- Schröder, T.J. och Rosca-Bocancea, E. "Current state of the art of wireless data transmission systems for repository monitoring." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 128–132.
- Toumas, P. 2019. "Monitoring programme for the Olkiluoto repository, Finland." *Modern2020 Final Conference Proceedings*, s. 80–86.

5 Utveckling av barriärerna – kunskapsläget avseende kopparkapselns integritet

5.1 Introduktion

En grundläggande förutsättning för att KBS-3-konceptet ska fungera som slutförvarsmetod för använt kärnbränsle är att kopparkapseln och dess gjutjärnsinsats kan motstå kemisk och fysisk påverkan från omgivningen. Det har bedrivits omfattande forskning under många år på de kemiska reaktioner som skulle kunna påverka kopparkapselns stabilitet. Enligt Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen) yttrande kvarstår följande osäkerheter om kopparkapselns skyddsförmåga /1/ i/ korrosion på grund av reaktion i syrgasfritt vatten, ii/ gropkorrosion på grund av reaktion med sulfid, inklusive sauna-effektens inverkan på gropkorrosion, iii/ spänningskorrosion på grund av reaktion med sulfid, inklusive sauna-effektens inverkan på spänningskorrosion, iv/ väteförsprödning och v/ radioaktiv strålningens inverkan på gropkorrosion, spänningskorrosion och väteförsprödning. Vidare tog Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) upp i sitt yttrande 2018 att det föreligger utvecklingsbehov avseende: vi/ allt för låg tånjbarhet vid belastning (krypduktilitet) hos kopparhöljet vid långsam belastning under uppbyggnad av den omgivande buffertens svälltryck, vii/ hur upptag av väte i koppar påverkar kopparhöljets deformationsegenskaper, viii/ gropkorrosion av kopparhöljet till följd av uppkomsten av en passiverande sulfidfilm vid omättade förhållanden och snabb tillförsel av sulfid, och ix/ spänningskorrosion av kopparhöljet till följd av uppkomsten av en passiverande sulfidfilm vid omättade förhållanden och snabb tillförsel av sulfid. /2/ Kärnavfallsrådet anser att detta är frågor som kräver ytterligare forskningsinsatser och/eller analyser. Forskningen på

den inre delen av kopparkapseln, gjutjärnsinsatsen, har kommit igång först under senare tid. Föroreningar i gjutjärnet i form av t.ex. koppar och väte, och åldrande under påverkan av joniserande strålning, har visat sig påverka gjutjärnets mekaniska egenskaper negativt i olika former av försprödningsmekanismer. Detta skulle kunna resultera i att om gjutjärnsinsatsen skulle spricka, så minskar också kopparkapselns mekaniska stabilitet. Ytterligare forskningsinsatser på gjutjärnsinsatsens mekaniska egenskaper över tid i en miljö med hög strålningensintensitet synes därför nödvändiga även om dessa frågor inte tagits upp av mark- och miljödomstolen.

I detta kapitel ges en vetenskaplig sammanfattning om var forskningen står i dag avseende kopparhöljets kemiska och mekaniska stabilitet och gjutjärnsinsatsens mekaniska påverkan av väteinnehåll och försprödningsmekanismer.

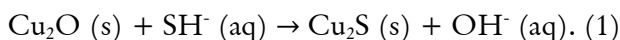
5.2 Lokal korrosion av koppar till följd av uppkomsten av en passiverande sulfidfilm

De planerade slutförvarnarna i Forsmark och Olkiluoto kommer att innehålla vätesulfidjoner, SH^- . Dessa bildas i grundvattnet genom att sulfatreducerande bakterier i miljöer med låga syrgashalter omvandlar vanligt förekommande sulfatjoner, SO_4^{2-} , till vätesulfid, H_2S , som omvandlas till SH^- -joner på grund av pH-värdet i grundvattnet, och genom att sulfidmineraler löses upp, t.ex. pyrit, $4 \text{FeS}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}^{2+} + 6 \text{SH}^- + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ /3, 4/. H_2S och SH^- -joner är potentiellt skadliga för kopparbehållaren, eftersom de kan fungera som oxidanter av metallisk koppar. /4–6/ Kunskap om egenskaperna hos koppar (I)sulfidfilmen som förväntas bildas på kopparbehållaren för använt kärnbränsle är väsentlig för att bestämma huruvida lokal korrosion i form av gropkorrosion och sprickbildning på grund av spänningskorrosion är möjliga skademekanismer. Lokal korrosion kräver att det bildas en skyddande, passiverande film av sulfidföreningar, främst koppar(I)sulfid, och därför är egenskaperna hos dessa sulfidfilmer viktiga inom ett brett koncentrationsområde av SH^- . Även kloridjoner, Cl^- , kan åstadkomma korrosion på liknande sätt som vätesulfid och vätesulfidjoner.

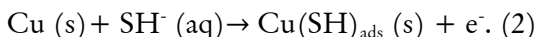
Kopparbehållaren utsätts för ett antal korrosionsprocesser. /3, 4/ Eftersom exponeringsförhållandena i början kommer att vara oxi-

derande på grund av närvaron av syrgas, O₂, som finns kvar vid förslutning av förvaret och som bildas genom radiolys av grundvattnet, finns det möjlighet till lokal korrosion i form av gropkorrosion och sprickbildning på grund av spänningskorrosion; vid radiolys sönderdelas vatten till ren syrgas och vätgas med högenergetisk joniserande strålning. Omfattningen av allmän korrosion på grund av denna syrgas och radiolytisk korrosion förväntas emellertid vara minimal, 80–90 µm. /3/ Ett krav för att gropkorrosion ska inträffa är att kopparytan måste vara passiv och det måste finnas förutsättningar för att anod och katod i den elektrokemiska korrosionsreaktionen är fysiskt skilda åt för att denna form av korrosion ska kunna ske. /5, 6/ Huruvida gropkorrosion inträffar eller ej är en balans mellan de faktorer som främjar passivering och de faktorer som leder till filmnedbrytning och etablering av allmän korrosion.

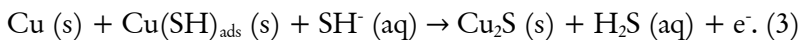
Koppar(I)sulfid, Cu₂S, är stabilare i vattenlösningar som innehåller vätesulfid och vätesulfidjoner än kopparoxider baserat på termodynamiska data och därför sker omvandling av de existerande kopparoxidfilmerna, främst koppar(I)oxid, Cu₂O, på kopparbehållarens yta till Cu₂S i sulfidinnehållande vattenlösningar:



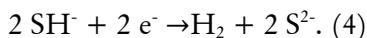
När syrefria förhållanden har inträtt är det största hotet mot kopparbehållarens långsiktiga hållbarhet därför korrosion med sulfidföreningar. Korrosionsstudier i vattenhaltiga lösningar innehållande SH⁻ har visat att sulfidkorrosion är en tvåstegsreaktion där adsorption på koppar är det första steget för att bilda kemisorberad Cu(SH)_{ads} /7–10/:



Denna kemisorberade Cu(SH)_{ads} reagerar sedan med metallisk koppar och SH⁻ som leder till utfällning av Cu₂S på kopparytan:



Vätgasutveckling under syrefria förhållanden är den motsvarande katodiska reaktionen:



vilket leder till vätgasbildning på den ledande filmen mellan fast Cu₂S och vattenlösningen. Denna reaktion kan delvis också inträffa på

kopparytan vid porerna, när porösa filmer är närvarande. Denna kato-diska reaktion leder till väteupptaget i kopparmetallen vid sulfidkorrosion. /11/

Tillväxten av Cu_2S -film uppträder som två skilda skikt med ett initialt tillväxande poröst skikt på kopparytan som enbart uppnår en begränsad tjocklek, medan den mesta av filmtillväxten uppträder som ett mycket tjockare, mer kompakt, men fortfarande poröst yttre avsättnings-skikt. Filmtillväxten sker vid film/elektrolytgränssnittet. Under stillastående förhållanden observeras en parabolisk filmtillväxthastighet som huvudsakligen styrs av Cu^+ -transporten i filmen. Den höga porositeten underlättar transporten av Cu^+ -joner i film/elektrolytgränssnittet, vilket leder till bildandet av det yttre sulfid-skiktet som indikerar att det är ackumuleringen av denna utfällning som styr den totala tillväxthastigheten av filmen vid hög HS^- -koncentration. Vid lägre SH^- -koncentration observeras en linjär tillväxthastighet som leder till bildningen av en tunn och porös Cu_2S -film med en fin kornstruktur, vars tillväxt till övervägande del styrs av SH^- -diffusionen i lösningen. Vid låg SH^- -koncentration bildas således en tunn, porös, icke-skyddande enkelskikt-film, men när SH^- -koncentrationen ökar till $5 \cdot 10^{-4}$ M och vid höga SH^- -flöden utvecklas en dubbelskikt-film. /7–10, 12/

Den obegränsade tillförseln av HS^- vid högre elektrodpotentialer leder till ökad filmtillväxt i form av ett tjockare yttre avsatt sulfid-skikt. Reaktionen mellan koppar och SH^- är mycket snabb på kopparytan och sulfidfilmbildningen kan leda till utarmning av SH^- vid kopparytan. Ett antal elektrokemiska mätningar har indikerat att det inte bildas något passivt sulfidskikt på kopparytan. /7–10/ Vid mycket höga SH^- -koncentrationer och högt SH^- -flöde styrs filmtillväxthastigheten av egenskaperna hos det yttre sulfidskiktet. När en vattenmättad bentonitbuffert finns på ytan av en kopparbehållare i ett slutförvar, är dessa förhållanden inte möjliga att uppnå, och någon passivering av kopparbehållarens yta förekommer troligen inte, och risken för gropkorrosion är därför inte möjlig. Separationen av sulfidskiktet på kopparytan från den rena metallen bekräftar att den korroderade kopparytans topografi är skrovlig men visar inte gropkorrosion. /12/ De potentiodynamiska polarisationskurvorna för metallisk koppar i syrefria sulfid- och kloridhaltiga lösningar indikerar emellertid att koppar kan vara passivt i ett brett potentialområde och uppvisar nedbrytning av passivitet i det höga korrosions-

potentialområdet (ej typiskt för de syrefria förvarsförhållandena efter den första fasen när syrgas är närvarande) samt gropkorrosion. /5, 6/

Orsaken till dessa olika resultat på kopparpassivitet i syrefria sulfid- och kloridhaltiga vattenlösningar som erhållits i olika typer av experiment måste lösas för att den slutliga bedömningen av gropkorrosion på grund av sulfidkorrosion ska kunna göras. Kärnavfallsrådet anser att det därför är viktigt att undersöka om ytan hos kopparbehållaren är aktiv eller passiv i slutförvarsmiljö. Om aktivt beteende kan bekräftas kan möjligheten för gropkorrosion uteslutas.

5.3 Inverkan av joniserande strålning på lokal korrosion och väteförsprödning

Maximal doshastighet på kopparbehållarens yta är 1 Gy/h. /3, 13/ Strålningen domineras av det radioaktiva sönderfallet av ¹³⁷Cs, som har en halveringstid på ca 30 år vilket innebär att doshastigheten kommer att minska markant inom några hundra år. Denna strålning förväntas inducera radiolys av vatten vilket resulterar i bildning av oxiderande radikaler, utöver vätgas och syrgas, vilket kommer att öka redoxpotentialen i den omgivande miljön, vilket påverkar korrosionsprocesserna. Studier av koppars beteende i höga strålningsfält (men vid motsvarande totaldos som förväntas i förvaret) har utförts. /14, 15/ Korrosionsreaktioner av bestrålade prover visar på en speciell typ av korrosionsprodukter och korrosionsgropar, med liten djuppenetration, men ingen verklig gropkorrosion. Detta gäller även när utfällningen av den lokala korrosionsprodukten är hundratals eller tusen mikrometer bred /15/. Bestrålning vid hög doshastighet (>300 Gy/h), men med totala doser som liknar de som förväntas i ett förvar, visar på väteupptag i koppars under dessa förhållanden. /16/ Högre nivåer av väteabsorption, dvs. av nivån över 1 vikt%, kan påverka de mekaniska och krypegenskaperna hos koppars. /17/

5.4 Inverkan av väteupptag i koppar på kopparhöljets deformationsegenskaper

Den maximala tillåtna vätehalten av koppar i KBS-3-konceptet är 0,6 vikt-ppm /13/. I en nyligen genomförd studie undersöktes effekten av oxidpartiklar i en FSW-svets (svetsad i luft) på vätepåverkan och deformationsuppträdande hos kopparsvetsen. Det visade sig att oxidpartiklarna kan absorbera en avsevärd mängd väte, men effekten av detta väte (<4 vikt-ppm) på koppars makroskopiska deformationsbeteende var liten. /18/

Vätgasens roll i sulfidinducerad interkristallin sprickbildning på grund av spänningskorrosion hos koppar kan vara viktig, eftersom väte bildas i den katodiska korrosionsreaktionen (reaktion 4) och väteupptag i koppar kan ske. /11, 19/ Vätehalten i koppar ökade från 0,5 till 1,2 vikt-ppm under kort tids prövning, i två veckor. /11/ Detta indikerar att mekanismen för ytlig interkristallin sprickbildning på grund av spänningskorrosion för koppar i reducerande syrefri sulfidmiljö kan vara relaterad till väteupptag och vätetts lokala påverkan i koppar. Sprickbildning i korngränser liknar den som observerats i väteinducerad krypning av Cu-OFP (OF betyder ”oxygen free” och P fosforinnehåll). /17/ Mikroskopiska porer på korngränser observerades i en simuleringsstudie om väteeffekter i koppar som visar att väte stabiliserar divakanter och främjar ackumulering av vakanser till mikroporer. /20/ Föreningar och legeringsgrundämnen såsom O, P, S och Ag bidrar också till ackumulering av vakanser till mikroporer. /20/

Rådet anser att väteinducerad vakansinjektering vid sprickbildning på grund av spänningskorrosion i syrefri miljö och krypning kräver ytterligare studier. Vakansinjektering kan vara kopplad till sulfidinducerad kopparkorrosion på samma sätt som vid sprickbildning på grund av spänningskorrosion av koppar i nitritlösningar vid oxiska förhållanden. /21/

5.5 Krypduktilitet för koppar vid långsam belastning

Krypduktilitet (tänjbarhet vid mekanisk belastning) av koppar är en mycket viktig mekanisk egenskap. Ursprungligen var det tänkt att använda ren syrefri Cu-OF-koppar (utan fosfor) för kapslarna. Tidiga

belastningsförsök med syrefri högledande koppar (OFHC) resulterade emellertid i spröda interkristallina sprickor med krypduktilitet lägre än 1 % för temperaturer över 175° C. /22/ Detta var betydligt lägre än vad som krävs för kapseln, eftersom de maximala kryptöjningarna lokalt kan nå 20–30 % töjning i kritiska delar av kopparhöljet. /13/ Därför initierades en intensiv forskning för att finna nya kopparmaterial med bättre krypduktilitetsgenskaper. Det slutliga valet blev syrefri koppar med fosforlegering (Cu-OF, 30–100 viktppm fosfor (P)) vilket visar tydligt förbättrade krypegenskaper jämfört med OFHC-koppar. Inverkan av fosforlegering på kopparens krypegenskaper har studerats utförligt /23–25/, men den mekanistiska förståelsen av fosfors positiva effekt på krypegenskaper hos koppar är inte helt utredd. De mekanistiska studierna har koncentrerats på bland annat dislokationer och korngränser, korngränsglidning, mikroporer, fosfor-vakansmedverkan och stapelfelenergi. /26/

Kärnavfallsrådet anser att en bredare mekanistisk förståelse av fosforlegeringens positiva effekter på krypegenskaper hos koppar är nödvändig för att visa att materialegenskaperna inte ändras och att utveckla en validerad modell för kopparlegeringars egenskaper vid mekanisk belastning, som visar hur kopparkapselns mekaniska integritet kan upprätthållas under olika belastningar under långa tidsperioder.

5.6 Mekaniska egenskaper av nodulärt gjutjärn

Kapseln måste klara stora belastningar som kan uppstå som följd av jordbävningar eller under kommande istider. En 50 mm skjuvning (förskjutning) längs med en spricka i berget runt deponeringshålet kan orsaka 1–2,5 % lokal plastisk töjning på kapselns gjutjärnsinsats /13/ och om insatsen är spröd kan den brytas. Sannolikheten för stora jordbävningar som kan orsaka denna händelse i närheten av förvaret är låg, men det finns osäkerheter på grund av den mycket långa tidsramen på minst 100 000 år. Det finns i allmänhet större osäkerheter gällande försprödning av gjutjärnsinsatsen än vad gäller det sega kopparhöljet. Detta gäller mekaniska egenskaper, mikrostruktur och kemisk sammansättning av nodulärt gjutjärn. Variationer uppstår när insatserna gjuts, vilket påverkar insatsernas kvalitet i form av seghet och sprödhet. Den senaste forskningen har visat att

olika väteinnehåll i gjutjärn kan påtagligt ändra dess mekaniska egenskaper. /27/ Det huvudsakliga väteinnehållet i gjutjärn, som är någorlunda jämt fördelat i materialet, kommer från tillverkningen. Olika tillverkningsprocedurer och även olika produktionssatser kan ge varierande väteinnehåll i gjutjärn. Efter torkning av bränslet får det enligt nuvarande rekommendation maximalt finnas 600 g vatten i kapseln efter förslutningen. Vatten kan orsaka anaerob (syrefri) korrosion av järn och bildning av vätgas som kan vandra in i gjutjärnet i insatsen. Detta får till följd att vätehalten i gjutjärnet ökar och att dess mekaniska egenskaper påverkas negativt, se ovan. Vidare, den joniserande strålningen från det använda kärnbränslet kan sönderdela vatten (radiolys) till vätgas och syrgas. Vilka halter av väte som kan tillåtas i gjutjärn och hur väteinnehållet i gjutjärn påverkar dess mekaniska egenskaper måste enligt Kärnavfallsrådet utredas vidare.

Osäkerheter relaterade till gjutjärnsinsatsens egenskaper vid slutförvaring är, förutom krypning, tre typer av försprödningsmekanismer, strålningsinducerad försprödning, väteförsprödning, och blåsprödhet, som beskrevs ingående i kunskapslägesrapporten från 2018, s. 83–94. /28/ Dessa fenomen kan göra gjutjärnsinsatsen spröd, och om den skulle spricka, är det möjligt att kopparkapseln också spricker, vilket kan resultera i utsläpp av radioaktiva ämnen. Kärnavfallsrådet anser att det är viktigt att känna till de kombinerade effekterna av dessa försprödningsmekanismer och dess påverkan på gjutjärnsinsatsens integritet, tillsammans med dess krypegenskaper. /27, 28/

5.7 Sammanfattning

Det återstår forskningsinsatser på främst gjutjärnsinsatsen i kopparkapslarna för använt kärnbränsle, men även detaljer avseende korrosion av koppar i närvaro av vätesulfid- och kloridinnehållande vatten. Anledningen till att kunskaperna om främst de mekaniska egenskaperna på gjutjärnsinsatsen är bristfälliga är att denna forskning startade sent, men den har intensifierats under senare år. Förhoppningsvis ska fortsatt forskning och utvecklingsarbete ge svar på kvarstående frågor. Dessa frågor bör prioriteras i kommande Fud-program, men också vara tydliga kravpunkter i den fortsatta stegvisa prövningen av SSM. Avslutningsvis bör det också framhållas att kopparkapseln är en del av ett större system av tekniska och naturliga barriärer, vars

samlade skyddsförmåga är grundläggande för KBS-3-konceptet. Kopparkapslarna är centrala i detta system, men som SSM framhåller i sina föreskrifter ska:

Barriärsystemet [ska] innehålla flera barriärer så att så långt det är möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots enstaka brist i en barriär. /29/

Detta minskar naturligtvis inte behovet av fortsatt forskning och ökad förståelse för att optimera kapselns skyddsförmåga.

Referenser

1. Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*. Mål nr M 1333-11. Aktilaga 842.
2. SSM. 2018. Sammanfattning 2018:02 *Sammanfattande rapport över SSM:s granskning av SKB:s ansökningar enligt kärntekniklagen om anläggningar för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle*. Dokumentnr: SSM2011-1135-20. Strålsäkerhetsmyndigheten.
3. King, F., Lilja, C., Pedersen, K., Pitkänen, P., Vähänen, M. 2012. *An Update of the State-of-the-art Report on the Corrosion of Copper under Expected Conditions in a Deep Geologic Repository*. Posiva 2011-01.
4. Hänninen, H., Forsström, A., Yagodzinsky, Y. 2019. "Copper Behavior in Geological Nuclear Waste Disposal." *EFC "Green Book" 50 Years of Nuclear Corrosion – a Review*. EFC, s. 12.
5. Dong, C., Mao, F., Gao, S., Sharafi-Asl, S., Lu, P., Macdonald, D. 2016. "Passivity Breakdown on Copper: Influence of Temperature." *J. Electrochemical Society*, 163(13) C707–C717.
6. Kong, D., Xu, A., Dong, C., Mao, F., Xiao, K., Li, X., Macdonald, D. 2017. "Electrochemical Investigation and ab initio Computation of Passive Film Properties on Copper in Anaerobic Sulphide Solutions." *Corrosion Science*, 116, s. 34–43.
7. Chen, J., Qin, Z., Shoesmith, D.W. 2011. "Long-term Corrosion of Copper in a Dilute Anaerobic Sulfide Solution." *Electrochimica Acta*, 56, s. 7854–7861.

8. Chen, J., Qin, Z., Wu, L., Noel, J., Shoesmith, D.W. 2014. "The Influence of Sulphide Transport on the Growth and Properties of Copper Sulfide Films on Copper." *Corrosion Science*, 87, s. 233–238.
9. Chen, J., Qin, Z., Martino, T., Shoesmith, D.W. 2017. "Non-uniform Film Growth and Micro/Macro-galvanic Corrosion of Copper in Aqueous Sulphide Solutions Containing Chloride." *Corrosion Science*, 114, s. 72–78.
10. Martino, T., Smith, J., Chen, J., Qin, Z., Noel, J., Shoesmith, D.W. 2019. "The Properties of Electrochemically-Grown Copper Sulfide Films." *J. Electrochemical Society*, 166(2) C9–C18.
11. Forsström, A., Becker, R., Öijerholm, J., Yagodzinskyy, Y., Hänninen, H., Linder, J. 2017. "Hydrogen Absorption in Copper as a Result of Corrosion Reactions in Sulphide and Chloride Containing Deoxygenated Water at 90°C in Simulated Spent Nuclear Fuel Repository Conditions." *EUROCORR 2017, 20th International Corrosion Congress & Process Safety Congress 2017*. September 3–7. Prague, Czech Republic. 13 p.
12. Forsström, A., Yagodzinskyy, Y., Becker, R., Öijerholm, J., Heikkilä, H., Romu, J., Hänninen, H. 2020. *Sulfide-induced Stress Corrosion Cracking of Copper*. *SSM Research:xx.yy*. To be published.
13. Raiko, H., Sandström, R., Ryden, H., Johansson, M. 2010. *Design Analysis Report for the Canister, TR-10-28*, Stockholm, Sweden: The Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company.
14. Björkbacka, Å. 2015. *Radiation Induced Corrosion of Copper*. KTH, Stockholm, Sweden, Doctoral dissertation.
15. Ibrahim, B., 2015. *The Corrosion Behaviour of Cu in Irradiated and Non-irradiated Humid Air*. The University of Western Ontario, Canada, Doctoral dissertation.
16. Lousada, C.M., Soroka, I.L., Yagodzinskyy, Y., Tarakina, N.V., Todoshchenko, O., Hänninen, H. 2016. *Gamma Radiation Induces Hydrogen Absorption by Copper in Water*. *Scientific Reports*, 6 article number: 24234.

17. Yagodzinsky, Y., Malitckii, E., Saukkonen, T., Hänninen, H. 2012. *Hydrogen-Enhanced Creep and Cracking of Oxygen-Free Phosphorus-Doped Copper*. Scripta Mater., 67, s. 931–934.
18. Forsström, A., Bossuyt, S., Yagodzinsky, Y., Hänninen, H. 2019. "Strain Localization of Copper Canister FSW Welds in Spent Nuclear Fuel Disposal." *Journal of Nuclear Materials*. 523, s. 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2019.06.024>.
19. Rahmouni, K., Keddou, M., Srhiri, A., Takenouti, H. 2005. "Corrosion of Copper in 3 % NaCl Solution Polluted by Sulphide Ions." *Corrosion Science*, 47, s. 3249–3266.
20. Ganchenkova, M., Yagodzinsky, Y., Borodin, V., Hänninen, H. 2014. "Effects of Hydrogen and Impurities on Void Nucleation in Copper: Simulation Point of View." *Phil. Mag.*, 94, s. 3522–3548.
21. Aaltonen, P., Yagodzinski, Y., Tarasenko, O., Smuk, S., Hänninen, H. 1998. "Low-frequency Internal Friction of Pure Copper after Anodic Polarisation in Sodium Nitrite Solution." *Corrosion Science*, 40, s. 903–908.
22. Henderson, P., Österberg, J.-O., Ivarsson, B.G. 1991. "Low Temperature Creep of Copper Intended for Nuclear Waste Containers." *Swedish Institute for Metals Research*, IM-2780.
23. Andersson, H., Seitisleam, F., Sandström, R. 1999. *Influence of Phosphorous and Sulphur as well as Grain Size on Creep in Pure Copper*. SKB Technical Report TR-99-39. Stockholm, Sweden: The Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company.
24. Andersson-Östling, H. 2010. *Mechanical Properties of Welds at Creep Activation Temperatures*. KTH, Stockholm, Sweden, Doctoral dissertation.
25. Holmström, S. 2010. *Engineering Tools for Robust Creep Modeling*. Aalto University, Espoo, Finland, Doctoral dissertation.
26. Thuvander, M. 2015. *Investigation of the Distribution of Phosphorus in Copper*. SSM Research 2015:11.29.
27. Forsström, A., Yagodzinsky, Y., Hänninen, H. 2019. *Hydrogen Effects on Mechanical Performance of Nodular Cast Iron*. *Corrosion*, Reviews. 37, s. 441–454. DOI: 10.1515/corrrev-2019-0007.

28. Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*. Stockholm: Norstedts Juridik.
29. SSMFS 2008:21 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall*. Strålsäkerhetsmyndigheten.

6 Allmänheten och kärnavfallet

6.1 Inledning och bakgrund

Detta kapitel är ett bidrag till kunskapen om allmänhetens attityder till och kunskaper om det svenska kärnavfallet. Syftet är att vidga underlaget för bedömningen av allmänhetens informationsbehov och hur detta behov kan tillgodoses. Efter en inledande bakgrund sammanfattas i det första avsnittet resultaten från Kärnavfallsrådets senaste enkätundersökning. På rådets webbplats finns en utförligare rapport om undersökningen.¹ I det andra avsnittet presenteras en fördjupad s.k. klusteranalys och i det tredje avslutande avsnittet behandlas resultatens relevans för Kärnavfallsrådets fortsatta arbete.

I Sverige har det under lång tid funnits politisk enighet om att Sverige ska slutförvara det svenskproducerade kärnavfallet inom Sveriges gränser. Sedan 2011 pågår också en tillståndsprövning om att få uppföra en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle i Forsmark i Östhammars kommun. Kärnavfallsrådet initierade i november 2013 en enkätundersökning riktad till Riksdagens ledamöter², som sedan följdes upp med ytterligare en likartad undersökning 2016.³ I båda undersökningarna tillfrågades de sittande riksdagsledamöterna om hur informerade de var i kärnavfallsfrågan och på vilka områden som informationsinsatser kunde behövas.

Hösten 2018 tog Kärnavfallsrådet initiativ till en nationell studie av allmänhetens kunskap om det planerade slutförvaret för använt kärnbränsle, denna gång riktad till medborgarna i Sverige. Resultaten från denna medborgarstudie presenteras i detta kapitel.

Ingrid Friberg Samhällsinformation AB fick i uppdrag att genomföra telefonintervjuer med ett representativt urval av 1 000 medbor-

¹ Se under rapporter på: www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

² Palm. 2014 *Kunskapsläget hos Sveriges Riksdagsledamöter om kärnavfall och dess slutförvar*.

³ Palm. 2017. *Kunskapsläget hos Sveriges riksdagsledamöter år 2013 och 2016 om kärnavfall och dess slutförvar*.

gare mellan 18 och 75 år. Frågorna handlade om medborgarnas kunskaper, informationsbehov och förtroende för de institutioner som ansvarar för kärnavfallsfrågan. Vi fick svar från 67 % av de som tillfrågades att delta. Bortfallet består främst av ”ej anträffade”.

6.2 Sammanfattning av enkätundersökningens resultat

I detta avsnitt ges en översiktlig presentation av hur medborgarna svarade på enkäten. För en mer utförlig presentation, se rapport på Kärnavfallsrådets webbplats.⁴

En inledande fråga gällde om de tillfrågade kände till att ett slutförvar för använt kärnbränsle planerades i Sverige. 55 % av det totala urvalet svarade ja och 45 % sa sig inte känna till det. Vi frågade om medborgarna kände till i vilken kommun ett slutförvar var tänkt att ligga. I Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan föreslås Östhammar som lokalisering av slutförvaret (där kärnkraftverket Forsmark och slutförvaret för lågaktivt avfall, SFR ligger). Här svarade 27 % Östhammar eller Forsmark, medan 61 % svarade att de inte visste. En påföljande fråga gällde metoden för slutförvaring som SKB föreslår. Här svarade 44 % kopparkapsel.

Vi frågade hur väl svarspersonerna tyckte att följande påstående stämde in på dem: ”Jag tycker att jag har tillräckligt med kunskap om slutförvaring av använt kärnbränsle”. De fick välja ett svar på en femgradig skala från ”Tar helt avstånd” (= 1) till ”Instämmer helt” (= 5). 49 % tog helt avstånd och endast 4 % instämde helt. Medelvärdet låg på 1,8. Det finns alltså – enligt svarspersonernas självskattning – en relativt dålig kunskap i ämnet. När det gäller källor för kunskap om kärnavfallet visade det sig att 79 % av medborgarna fick sin information från tidningar, TV och radio, 13 % från sociala medier och 12 % från vänner, bekanta och kollegor. 47 % sa sig vilja ha mer information och 53 % önskade inte ha mer information.

Vi frågade om medborgarna trodde att Sverige som land kan hantera och slutförvara avfallet på ett säkert sätt. 58 % svarade ja, 18 % svarade nej och 25 % var osäkra eller visste inte. En fråga gällde om medborgarna anser att slutförvaring av kärnavfall är en viktig fråga.

⁴ Se under rapporter på:
www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

De fick svara på en skala 1 till 5, där 1 betydde inte alls viktigt och 5 betydde mycket viktigt. Merparten tyckte det var en viktig fråga, medelvärdet blev 4,4 på totalnivå.

Tre frågor rörde hur mycket svarspersonerna litade på 1) politikers, 2) myndigheters och 3) forskares sätt att hantera frågor som rör slutförvaring av använt kärnbränsle. Mest tillit fanns till forskare och experter, därefter kom myndigheter och sist politiker. På en femgradig skala mellan ”Liten tillit” (= 1) och ”Stor tillit” (= 5) fick politiker medelvärdet 2,3 myndigheter 2,9 och forskare/expert 3,5.

I en fråga lästes olika hot upp där de svarande fick svara på om de kände en stor oro (siffran 10) för hotet eller ingen oro alls (siffran 1). Tre tydliga ”orosmoln” framkom, nämligen oron för klimatet, överanvändningen av antibiotika, samt den ojämlika fördelningen av jordens resurser som leder till fattigdom och svält. Oron för radioaktivt använt kärnbränsle kom som sista alternativ. På en fråga om svarspersonerna ansåg att Sverige generellt sätt är på rätt väg eller inte svarade 43 % ja, 29 % nej och 28 % var tveksamma.

Vi avslutade undersökningen med att fråga ”om det i dag skulle föreslås en folkomröstning om Sveriges framtida kärnkraftsanvändning hur skulle du då rösta tror du?” 48 % var för att en avveckling sker direkt eller snarast. 26 % ville satsa på ny kärnkraft.

6.3 En fördjupad klusteranalys

Den aktuella enkäten bestod av en kombination av värderingsfrågor, kunskapsfrågor och frågor som handlar om mer allmänna attityder såsom förtroende, misstro och framtidsbild. Vi lät genomföra en fördjupad analys av om det fanns särskilda mönster i hur medborgarna besvarar de olika frågorna. Syftet med en sådan s.k. klusteranalys är att (1) studera om det finns populationssegment (”kluster”) med väsentligt olika inställning till aktuella kärnavfallsfrågor, och (2) beskriva hur vart och ett av dessa segment skiljer sig åt både när det gäller inställningen till kärnavfall, mer generella attityder och sociodemografiska aspekter (såsom ålder, kön, utbildning).

Kärnavfallsrådet har tagit hjälp av Ingrid Friberg Samhällsinformation AB för att göra en klusteranalys av denna enkätundersökning. Som indata till klusteranalysen användes svaren på 9 av de 19 frågorna (vid sidan av de sociodemografiska frågorna, se bifogat

frågeformulär i Appendix). Huvudresultatet är att det totala urvalet (670 personer) fördelades i tre kluster, vart och ett med en speciell svarsprofil, som vi strax ska återkomma till. Den slutgiltiga klusterlösningen är mycket stabil, dvs. sannolikheten för att en person vid upprepade klusterkörningar placeras i ett och samma kluster är i genomsnitt 96 %. (I de flesta klusteranalyser brukar detta stabilitetsvärde ligga mellan 70–90 %.)

Här följer en beskrivning av de olika klustren med angivande av den procentuella andelen av samtliga svarande inom parentes.

6.3.1 Kluster 1 (K1, 46 %): "Jag känner viss oro, men har stor tillit, det ordnar sig"

K1 är det största klustret. De som tillhör detta kluster är oroade över en hel del, men fokus ligger mer på klimatförändringar, luftföroreningar, ojämlik fördelning av jordens resurser och överanvändning av antibiotika än på kärnavfallsfrågan. Kärnavfallsfrågan upplevs som viktig, samtidigt finns det en hög tillit till samhällets hantering av kärnavfallsfrågorna. Tilliten är speciellt hög gentemot myndigheter och forskare/expert, men även politikerns beslut när det gäller slutförvaret inger förtroende.

K1 har en allmän demografisk profil, dvs. den avviker inte när det gäller fördelningen av ålder, kön, utbildning och boendeort.

6.3.2 Kluster 2 (K2, 28 %) "Jag är inte alls orolig, känner tillit, det ordnar sig"

K2 är överlag inte speciellt oroade, och definitivt inte av hanteringen av kärnavfallsfrågan. De vill tvärtom i större utsträckning satsa på kärnkraften. Tilliten till samhällets förmåga att hantera kärnavfallsfrågorna är ganska hög, dock inte lika hög som hos K1. Kärnavfallsfrågan upplevs även som något mindre viktig jämfört med övriga kluster.

Kluster 2 innehåller en hög andel män (66 %) och en något högre andel personer i åldern 18–35 år.

6.3.3 Kluster 3 (K3, 26 %) "Jag är mycket orolig, känner ingen tillit, det ordnar sig inte"

De som tillhör K3 oroar sig mest av alla över sakernas tillstånd, inte minst oroar de sig för kärnavfallsfrågan och kärnkraften. Dessutom är den upplevda kunskapen och tilliten till samhällets hantering av kärnavfallsfrågorna mycket låg. Det är endast forskare/expertter som inger visst förtroende.

Kluster 3 innehåller en hög andel kvinnor (62 %) och en något högre andel personer i åldern 56–75 år.

6.3.4 Jämförelse mellan klustren

Skillnaden mellan de tre klustren kan förtydligas med hjälp av en s.k. fyrfältstabell, se tabell 6.1. Vertikalt går det att skilja mellan oro och sinneslugn (eller oberördhet); horisontalt mellan tillit eller brist på tillit till vår förmåga, dvs. mellan det som vi (individuellt eller kollektivt) har möjlighet att påverka och förändra och det som vi inte kan göra något åt.

Tabell 6.1

	Tillit till vår förmåga att påverka	Brist på tillit till vår förmåga att påverka
Oro	Kluster 1	Kluster 3
Sinneslugn, oberördhet	Kluster 2	

En ruta är tom, dvs. kombinationen mellan lugn och brist på tillit till vår förmåga att påverka. Den rutans svarar väl närmast mot den livsfilosofi som företräddes av den klassiska stoicismen, dvs. sinneslugn eller oberördhet inför såväl lust som smärta – inte minst inför det lidande som vi inte står i vår makt att påverka.

Grundhållning

Oro eller sinneslugn, tillit eller brist på tillit kan beskrivas som exempel på olika livsupplevelser eller grundhållningar. Grundhållning är ett centralt begrepp inom nutida livsåskådningsforskning och förklaras på följande sätt av livsåskådningsforskaren Anders Jeffner:

Två människor i samma faktiska livssituation kan uppleva sina egna liv och tillvaron i stort mycket olika. Den ene kan se ljust på livet medan den andre i samma faktiska belägenhet har en mörk syn. Denna livsupplevelse som alltså delvis är oberoende av de faktiska yttre omständigheterna kan vara mycket svår att komma åt och svår att närmare beskriva ...⁵

Om denna livsupplevelse är relativt stabil, dvs. densamma i liknande situationer under en längre tid handlar det om en grundhållning. När en sådan grundhållning förenas med en viss verklighetsbild och vissa grundvärderingar kan man tala om en livsåskådning. Det ingår inte i den aktuella studien att närmare studera dessa samband.

Jämförelse mellan de tre klustren och svaren på övriga frågor

För att ytterligare utforska de olika grundhållningar som kommer till uttryck i kärnavfallsfrågan och andra miljöfrågor, genomfördes ytterligare en studie. De tre klustren jämfördes med svaren på var och en av de 21 frågorna. Det visade sig att klustertillhörigheten på olika sätt kom till uttryck i hur intervjupersonerna svarade både på kunskapsfrågor och attitydfrågor. Det fanns t.ex. en påfallande skillnad i svaren på frågan om de som svarade visste var slutförvaret planeras att byggas.

Finns det skäl att tro att de som tillhörde det tredje klustret – ”Jag är mycket orolig, känner ingen tillit, det ordnar sig inte” – också har något sämre kunskap i kärnavfallsfrågan än de som tillhör de övriga två klustren? Ett jakande svar styrks av ett svar på en annan fråga, där svarspersonerna tillfrågades om huruvida deras kunskaper om slutförvaring av använt kärnbränsle var tillräckliga; de som tillhörde det tredje klustret är mindre benägna att svara att de har tillräckliga kunskaper än de övriga klustren (11 % i kluster 3 mot 31 % i kluster 2 och 28 % i kluster 1). Detta skulle kunna tala för att om de oroliga och misstroagna fick bättre kunskaper, så skulle också de

⁵ Jeffner. 1976. *Livsåskådningsforskning*, s. 14.

ändra sig och bli mindre oroliga och misstrogna. Men det är inte säkert – i varje fall inte generellt. En grundhållning är visserligen ofta beroende av våra kunskaper, så att förbättrade kunskaper ger upphov till mindre oro. Många människor som avstår från mässlingvaccinationer på grund av oro för biverkningar, skulle kanske bli mindre oroliga om de fick bättre kunskaper. Men oro och misstro är inte endast beroende av våra kunskaper, utan också av våra värderingar. En person, A, har en ljus syn på livet därför att A värderar goda inkomster mycket högre än en annan person B, som också har goda inkomster. Men B kanske inte alls fäster samma vikt vid sina goda inkomster utan har en högre värdering av barn och familj än A. Nu saknar B både barn och familj och har därför en mörkare syn på livet. På samma sätt kan en person som är orolig och misstrogen när det gäller hanteringen av använt kärnbränsle var helt opåverkad av nya kunskaper, eftersom hon anser att kärnavfallsfrågan är viktigare än vad många andra människor anser och just därför känner större oro än dem som inte i lika hög grad anser att frågan är viktig. Det utesluter naturligtvis inte att det finns människor som blir mer oroliga ju mer kunskaper om kärnavfallsfrågan som de får.

Förhållandet mellan generell grundhållning och specifika attityder

Inom attitydforskningen är relationen mellan specifika och generella värderingar en omdiskuterad fråga. Allmänna värderingar om t.ex. människovärde och mänskliga rättigheter har t.ex. ett dåligt samband med specifika attityder i flyktingfrågan eller inställningen till etniska grupper. Så skulle man också förvänta sig att det är när det gäller sambandet mellan en grundhållning som är knuten till mer generella frågor och attityder som gäller mer specifika frågor om miljö och kärnavfall. Enligt vår begränsade studie verkar det faktiskt inte finnas någon sådan skillnad. De som tillhör K3 känner en signifikant mycket högre oro för strålningen från använt kärnbränsle än de som tillhör de andra klustren. De som tillhör K3 uppger också att de känner en generell oro för hela samhällsutvecklingen.

Man skulle mot denna bakgrund kunna framkasta en hypotes om att oron för det använda kärnbränslet påverkas av en mer generell pessimism när det gäller samhällsutveckling. Det är möjligt att denna pessimism hos vissa människor ligger djupare i personligheten och

inte rubbas av nya kunskaper eller värderingar. Det är också möjligt att denna pessimism införlivats med personligheten redan tidigt i livet och är en till följd av vissa omständigheter av social och psykologisk karaktär. Men det kräver ytterligare forskning för att fastställa denna hypotes.

Generations-, ålders- och könsskillnader

Generations- och könstillhörighet är andra faktorer som kan vara intressanta att beakta. Det finns en skillnad mellan det sätt på vilket de yngsta svarspersonerna mellan 18 och 25 år svarar. Den yngsta generationen, 18 och 25 år, är minst orolig och i högre grad än genomsnittet oberörda av samhällsutveckling och miljöfrågor – ”det ordnar sig”. Bland de som tillhör de äldre generationerna finns en något större andel som tillhör de som är både oroliga och pessimistiska. Förklaringen kan vara att dessa grupper i högre grad var påverkade av kärnavfallsfrågan när den var aktuell på 1970- och 1980-talet. Sedan dess har andra miljöfrågor trätt i förgrunden. Men det är ändå lite överraskande att miljöengagemanget inte fått något synbarligt genomslag på grundhållningen bland de som tillhör den yngsta åldersgruppen. De som lämnat gymnasiet förefaller inte vara oroade eller mistroegna mer än genomsnittet – snarare tvärtom. Studien genomfördes vid årsskiftet 2018/19, och det kan ha blivit förändringar i de yngres attityder därefter bl.a. då Greta Thunberg fått ökad medialt genomslag.

Det finns inga skillnader när det gäller utbildning. Bostadsort verkar inte spela någon avgörande roll, men det gör däremot könstillhörighet, där skillnaderna är överraskande stora. Enligt denna studie är män inte särskilt oroliga och tror att de ordnar sig; kvinnor är mer mistroegna och pessimistiska inför framtiden.

6.4 Sammanfattning

Sammanfattningsvis visar den aktuella studien att kärnavfallsfrågan är toppen på ett socialt och psykologiskt isberg av attityder och framtidsbilder. Det styrker den ofta framförda reflektionen att frågan inte endast är en fråga om naturvetenskap och teknik, utan att den har beröringspunkter med ett helt spektrum av kunskaper, vär-

deringar och grundhållningar. Det finns – kort sagt – mycket mer att utforska i detta gränsområde mellan teknik, naturvetenskap, samhällsvetenskap och humaniora.

Kärnavfallsrådet är med sin tvärvetenskapliga sammansättning ett särskilt lämpat forum för att stimulera sådana studier.

6.4.1 Relevans för Kärnavfallsrådets fortsatta arbete

Medborgarnas deltagande i samtal och beslut om slutförvarsfrågan, inte minst när det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle, är viktig av flera olika skäl. Ett skäl är demokratiskt, att medborgardeltagande stärker demokratin och ökar legitimiteten i beslut. Det är viktigt att de som berörs av ett beslut involveras i diskussioner om vad som är ett riktigt beslut. Allmänheten kan också tillföra kunskap och erfarenhet som beslutsfattare saknar.

Kärnavfallsrådet menar att kärnavfallsfrågan måste vara grundad på ett brett deltagande som också ger legitimitet till beslut i frågan. Det är därför viktigt att ta reda på vilken kunskap medborgarna har/behöver och hur de ser på kärnavfallsfrågan, vilket denna enkätstudie bidragit till. Det är viktigt att medborgarna engageras och blir delaktiga i den pågående beslutsprocessen och känner att de kan delta i ett samtal om kärnavfallets framtida förvar. Denna undersökning har bl.a. bidragit till att ta reda på huruvida medborgarna anser sig ha tillräckliga kunskaper i kärnavfallsfrågan. Det verkar inte vara fallet – särskilt bland de som känner oro och bristande tillit. Detta är viktig kunskap inför Kärnavfallsrådets fortsatta arbete med att skapa dialog och en mötesplattform för olika aktörer om kärnavfall.

Referenser

- Jeffner, A. 1976. *Livsåskådningsforskning*. Uppsala universitet. Teologiska institutionen.
- Palm, J. 2014. *Kunskapsläget hos Sveriges Riksdagsledamöter om kärnavfall och dess slutförvar*. Kärnavfallsrådet.
- Palm, J. 2017. *Kunskapsläget hos Sveriges riksdagsledamöter år 2013 och 2016 om kärnavfall och dess slutförvar*. Kärnavfallsrådet.

Rapporterna av Palm, J. ovan återfinns under rapporter på:
www.karnavfallsradet.se/publikationer (hämtad 2020-01-27).

Appendix

Frågeformulär

Introduktion (muntligt)

Hej, mitt namn är NN och jag ringer från Samhällsinformation AB i Stockholm.

Vi håller just nu på med en undersökning på uppdrag av Kärnavfallsrådet. Studien ingår i en större forskningsstudie som handlar om allmänhetens kunskap och attityder kring frågor om hanteringen av kärnavfall och vilket förtroende man har för de instanser som fattar besluten.

(Samtliga medverkar frivilligt och alla svar behandlas strängt konfidentiellt). Frågorna tar inte lång stund att ställa.

För ett antal år sedan var kanske diskussionerna om hanteringen av kärnavfall och var slutförvaret skulle finnas lite mer "högljutt" än i dag, men frågan är lika aktuell nu som då.

Fråga 1: Känner du till att det planeras ett slutförvar i Sverige för använt bränsle från kärnkraftverken?

1. Ja
2. Nej → GÅ TILL FRÅGA 3

Fråga 2: Vet du var slutförvaret planeras att byggas?

1. Ja, i Östhammar
2. Forsmark
3. Ja, annan kommun _____
4. NEJ/VET EJ

TILL ALLA:

Fråga 3: Känner du till vem som fattar det slutliga beslutet om slutförvar av använt kärnbränsle?

LÄS UPP. FLERA SVAR MÖJLIGA

1. SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB)
2. Kommunen där anläggningen ska byggas

3. EU
4. Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM)
5. Mark-och miljödomstolen
6. Riksdagen
7. Regeringen
8. NEJ/VET EJ

Fråga 4: Vilken lösning för slutförvar av använt kärnbränsle föreslår Svensk Kärnbränslehantering det bolag som ansökt om att få bygga slutförvaret?

LÄS UPP Är det ...

1. Djupa borrhål 3 km ned i jorden
2. Kopparkapslar som placeras 500 meter ned i berggrunden
3. Självdränerande bergrum
4. Transmutation, dvs. att kärnavfallet omvandlas så att merparten av de radioaktiva ämnena elimineras
5. VET EJ

Fråga 5: Hur väl stämmer följande påstående in på dig? ”Jag tycker att jag har tillräckligt med kunskap om slutförvaring av använt kärnbränsle”.

1. Instämmer helt
2. Instämmer delvis
3. Tar delvis avstånd
4. Tar helt avstånd
5. VET EJ

Fråga 6: Oavsett om du har lite eller mycket information om slutförvar för använt kärnbränsle, från vilka håll har du fått reda på det du nu känner till?

Är det från ... LÄS UPP. FLERA SVAR MÖJLIGA

1. Vänner, bekanta och kollegor
2. Sociala medier, wikipedia eller liknande
3. Information från myndigheter eller kommun (broschyr/tryckt material)
4. Information från myndigheter eller kommun via internet
5. Dagstidningar, TV, radio

6. Information från andra organisationer
7. Annat informationsmaterial
8. Arbete/skola/utbildning
9. _____

Fråga 7: Skulle du vilja ha mer information om slutförvar för använt kärnbränsle?

1. Ja
2. Nej → GÅ TILL FRÅGA 9

Fråga 8: Vilka områden önskar du få mer information om?
ÖPPET TILL ALLA.

Fråga 9: Oavsett hur insatt du är i frågan om hanteringen av använt kärnbränsle, tror du att vi i Sverige kan hantera och slutförvara avfallet på ett säkert sätt eller inte?

1. Ja
2. Nej
3. Osäker/vet ej

Fråga 10: Tycker du att detta är en viktig fråga eller inte?

Du svarar på en skala 1 till 5 där siffran 1 betyder ”inte alls viktig” och siffran 5 betyder ”mycket viktig”. Skala 1–5 plus VET EJ.

Fråga 11: I vilken utsträckning instämmer du i följande påståenden?
”Jag litar på politikernas beslut om var och hur slutförvaret för använt kärnbränsle bör byggas.”

1. Instämmer helt
2. Instämmer delvis
3. Tar delvis avstånd
4. Tar helt avstånd
5. VET EJ

Fråga 12: ”Jag litar på myndigheternas granskning av var och hur slutförvaret för använt kärnbränsle bör byggas.”

1. Instämmer helt
2. Instämmer delvis
3. Tar delvis avstånd

4. Tar helt avstånd
5. VET EJ

Fråga 13: ”Jag litar på forskares och experters undersökningar om var och hur slutförvaret för använt kärnbränsle bör byggas.”

1. Instämmer helt
2. Instämmer delvis
3. Tar delvis avstånd
4. Tar helt avstånd
5. VET EJ

Fråga 14: Jag tänkte nu läsa upp några olika hot som man som enskild person kan uppleva både i närtid och för framtiden. Jag ber dig svara på en 10-gradig skala där siffran 10 betyder att du känner mycket stark oro och siffran 1 betyder ingen oro alls.

ROTERA ALTERNATIVEN!

- Klimatförändringar på grund av överanvändning av jordens resurser.
- Krig och konflikter runt om i världen.
- Våld och gängrelaterade skjutningar både i Sverige och i vår omvärld.
- Ojämlig fördelning av jordens resurser som leder till fattigdom och svält.
- Överanvändning av antibiotika som leder till etablering av resistenta bakterier.
- Luftföroreningar på grund av eldning av kol och utsläpp från industrier och flyg.
- Radioaktivt använt kärnbränsle från kärnkraftverk.

Fråga 15: Är det något annat som du känner en stark oro inför?

ÖPPEN FRÅGA

Fråga 16: Allmänt sett anser du att Sverige generellt sett är på väg åt rätt håll eller inte?

1. Ja
2. Nej
3. VET EJ/TVEKSAM

Fråga 17: Om det i dag skulle föreslås en folkomröstning om Sveriges framtida kärnkraftsanvändning hur skulle du då rösta tror du?

LÄS UPP!

1. Avveckla kärnkraften så fort som möjligt
2. Avveckla kärnkraften så snart nuvarande reaktorer börjar bli gamla
3. Fortsätta att använda den kärnkraft som vi har i dag
4. Satsa på ny kärnkraft
5. VET EJ

Och till sist några bakgrundsfrågor.

Fråga 18: Vilken är din ålder?

1. 18–25
2. 26–35
3. 36–45
4. 46–55
5. 56–65
6. 66–75

Fråga 19: Vilken är din högsta avslutade utbildning?

LÄS UPP

1. Grundskola eller motsvarande
2. Gymnasieskola eller motsvarande
3. Universitet/högskola
4. Ej svar

Fråga 20: Vilken typ av ort bor du på?

LÄS UPP

1. Storstadsområde (Stockholm, Göteborg, Malmö)
2. Större tätort, 90 000 eller fler invånare
3. Mindre tätort, 10–90 000 invånare
4. Ort med färre än 10 000 invånare

TACKA OCH AVSLUTA!

NOTERA KÖN:

1. Man
2. Kvinna

LÖPNR: _____

7 Att minnas ett slutförvar

Ett av de problem som utreds och diskuteras är om och i så fall vad kommande generationer bör veta om ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle, hur det är konstruerat, geografisk placering, riskerna med det inkapslade materialet och andra relaterade frågor som om slutförvaret kan ha betydelse för framtida resursbehov. Det betyder att frågan om att förmedla information och skapa minnen för framtiden är av stor praktisk betydelse för utformningen av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt har också lyft fram vikten av dessa frågor i sitt yttrande till regeringen 2018.¹ ”Vi får inte glömma att komma ihåg”. Kärnavfallsrådet har vid flera tillfällen lyft frågor om informations- och kunskapsbevarande, senast i sitt yttrande till regeringen över Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) kompletteringar (september 2019).²

Det finns några få riktlinjer och förordningar i Sverige om vilken typ av information som ska vidarebefordras till kommande generationer när det gäller ett slutförvars placering, innehåll och utformning samt var denna information bör bevaras, dvs. arkiveras. Skrivningarna gäller i första hand ”informationsbevarande” och bevarande av ”kunskap”. Utvecklingsarbetet som vi beskriver här breddar dock perspektiven till frågan om hur samhällen minns och glömmar. Dvs. vilka processer som påverkar institutionellt och kollektivt minne. När det gäller perioden efter förslutning har betänkanudet om en ny kärntekniklag som förslag att staten tar över ansvaret för ett slutförvar inför förslutning, och att staten utser den myndighet som ska

¹ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*.

² Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden*. Se även: Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018 – Beslut under osäkerhet*; Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*.

hantera skyldigheterna.³ I det ansvaret föreslås att den myndigheten ska vidmakthålla den dokumentation som krävs enligt artikel 17 i kärnavfallskonventionen.⁴

Svenskt regelverk om informationsbevarande och slutförvar

SSM har några hänvisningar till bevarande av information i sina föreskrifter. I föreskriften SSMFS 2008:38 *Om arkivering vid kärntekniska anläggningar* finns allmänna riktlinjer för val av dokument och hur länge vissa dokument ska sparas i arkiven, och den hänvisar till Riksarkivets förordningar. I föreskriften SSMFS 2008:37 står det att:

Bevarande av kunskap om ett slutförvar skulle kunna minska risken för framtida mänsklig påverkan. En strategi för informationsbevarande bör tas fram så att åtgärder kan vidtas inför förslutning av ett slutförvar.⁵

Riksarkivet (RA) ansvarar för statlig arkivering enligt lag, förordningar och via regleringsbrev och tar även emot offentliga arkiv från andra myndigheter och organisationer för att bevara dem långsiktigt. Riksarkivets förordningar avser främst korrekt hantering av dokument på papper och i elektroniska medier, liksom konstruktion och underhåll av arkiv för att säkerställa handlingars livslängd.⁶ När det gäller att bevara digitala media har RA i dag ingen tidsgräns för hur länge de ska bevaras. En strategi som involverar medling mellan generationer betraktats som huvudlösningen. I denna ”migrationsstrategi” ingår att hantera databärare i tid både på grund av att de åldrats fysiskt och när det gäller att konvertera formaten i tid baserad på ny teknik. De bevarade handlingarna ses numera som ett informationspaket som består av både data och metadata.⁷

³ Kärntekniklagutredningen. 2019. SOU 2019:16 *Ny kärntekniklag – med förtydligat ansvar*, s. 268.

⁴ IAEA. 1997. *Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management*.

⁵ SSMFS 2008:37 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt ombändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall*.

⁶ SFS 2019:445, SFS 2019:782, SFS 2009:1593.

⁷ Enligt ISO 14721: 2012.

Syftet med detta kapitel är att göra några nedslag i det utvecklingsarbete som bedrivs beträffande informationsbevarandet för framtiden och möjligheterna att skapa gemensamma minnen relaterade till ett slutförvar för använt kärnbränsle. Syftet är vidare att visa upp den bredd och mångsidighet som krävs i detta komplexa arbete. Först följer här en kort beskrivning av institutionellt minne som forskningsfält. Sedan beskrivs kortfattat OECD:s⁸ utvecklingsarbete om informationsbevarande över generationer. Några resultat från en internationell workshop i Stockholm våren 2019 följer på detta. Avslutningsvis anges några slutsatser och kommentarer om viktiga frågor för den fortsatta processen i Sverige avseende ett slutförvar för använt kärnbränsle.

7.1 Att "minnas" är något vi gör

Vi tänker gärna på minne som en individuell psykologisk och erfarenhetsmässig kapacitet, dvs. något som våra hjärnor objektivt kan registrera från egna observationer och erfarenheter. Men den tvärvetenskapliga forskningen visar att såväl individuellt som institutionellt "minne" ska ses mer som "något vi gör än något vi har [vår översättning]".⁹ Det betyder att minnen konstrueras på olika sätt och processen att minnas något sker genom de komplexa kognitiva, sociala och kulturella processer vi människor är en del av. "Minne" är ett enskilt begrepp som inbegriper en mängd olika mänskliga kapaciteter.¹⁰

Kollektiva minnen är minnen som delas av en grupp människor oberoende av om varje gruppmedlem själv har upplevt upphovet till minnet. Centrala processer för hur kollektiva minnen uppstår är t.ex. berättelser om historiska händelser och förhållanden som uppmärksammas och återberättas. Kollektiva minnen är dock inte en exakt återgivning och reproduktion av historiska händelser och förhållanden. De är snarare representationer av det förgångna som färgas av samtiden.

⁸ The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): www.oecd.org/ (hämtad 2020-01-27).

⁹ Terry, J. 2013. "When the sea of living memory has receded: Cultural memory and literary narratives of the Middle Passage."

¹⁰ Olick m.fl. 2014. "Response to our critics."

Kollektiva minnen kan ses som sammanhang, kontexter, där individuella och personliga minnen skapas och ges uttryck.¹¹ Det individuella minnet är konkret dvs. utgår från det som individen upplevt och varit närvarande vid.¹² Kollektivt minne bidrar dock till att utöka det individuella minnet med information som går bortom ens egen erfarenhet av världen.¹³

Forskning om minne arbetar också med att skapa formaliserade verktyg, minnespraktiker och minnesinstitutioner, för att skapa minnen för framtiden. Minnespraktiker kan t.ex. handla om den gamla berättarkonsten till att omfatta moderna tekniker att spela in och överföra information. De samhällsliga formella och kulturella minneskapande institutionerna har utvecklats över tid: runstenar, monument, bibliotek, arkiv, museer, miljöövervakningsprogram, nationalparker m.fl. Vi ”minns” också genom kulturella praktiker som sånger, högtidsritualer (t.ex. vid jul), konst m.m.¹⁴

7.2 Insatser för informationsbevarande inom OECD

Här följer en kort redovisning av OECD:s utvecklingsarbete när det gäller minne och informationsbevarande i relation till slutförvar för använt kärnbränsle. Inom ramen för OECD finns Nuclear Energy Agency (NEA) med undergruppen Radioactive Waste Management Committee (RWMC). Under RWMC har hittills tre olika grupper arbetat med frågor om slutförvar och informationsbevarande för framtida generationer. Dessa tre grupper har under 2019 slagits samman till en fjärde grupp som påbörjar sitt arbete under 2020. Nedan kommer korta beskrivningar av de fyra grupperna.

¹¹ Linde. 2000. ”The acquisition of a speaker by a story: how history becomes memory and identity.”; Linde. 1997. ”Narrative: experience, memory, folklore.”

¹² Gavriely-Nuri. 2014. ”Collective memory as a metaphor: The case of speeches by Israeli prime ministers 2001–2009.”

¹³ Wilson. 2005 i Gavriely-Nuri. 2014.

¹⁴ Hilding-Rydevik m.fl. 2018. ”Baselines and the Shifting Baseline Syndrome – Exploring Frames of Reference in Nature Conservation.”

Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations (RK&M)

Gruppen RK&M har sedan 2011 arbetat med frågor om hur information och kunskap om slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall ska kunna bevaras under mycket långa tidsrymder.^{15,16} Fyra rapporter har producerats under 2018 och 2019. De berör två olika dokumenttyper för att bevara information, en bibliografi samt en slutrapport.¹⁷ En katalog över insatser i tolv länder planeras vara färdig våren 2020.

Radioactive Waste Repository Metadata Management” (RepMet)

Gruppen RepMet har sedan 2014 involverat organisationer från tolv olika länder, bl.a. Sverige och SKB, i arbetet med att skapa en bättre förståelse för identifiering, hantering, administration och tillämpning av metadata. Att spara information på ett sätt som gör den tillgänglig över längre tidsspann är ofta svårt. Att i det sammanhanget även spara metadata som visar hur informationen en gång skapades är en ännu större utmaning. Samtidigt är metadata avgörande för att informationen ska kunna tillgängliggöras, värderas och användas av kommande generationer. Metadata är viktig eftersom den hjälper kommande generationer att hitta, förstå och använda information. Det gäller i synnerhet över längre tidsperioder eftersom kvaliteten på information tenderar att långsamt erodera i takt med att kunskaper om mätmetoder, beräkningar, villkor m.m. försvinner.

Arbetet har resulterat i fem olika dokument till stöd för olika nationella program för att slutförvara använt kärnbränsle och radioaktivt avfall liksom för internationell harmonisering på området:

- En översiktsrapport om användning av metadata i termer av tillämpningar och implementering med rekommendationer.¹⁸
- Tre s.k. bibliotek eller datamodeller för hur relevanta objekt strukturerat kan beskrivas tillsammans med relationerna mellan dem. Inom ramen för dessa bibliotek diskuteras nyckelaspekter av data

¹⁵ www.oecd-nea.org/rwm/rkm/ (hämtad 2020-01-27).

¹⁶ Läs mer i Kärnavfallsrådet. 2018; 2015.

¹⁷ RK&M. 2019. *Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations. Final Report of the RK&M Initiative.*

¹⁸ OECD/NEA. 2018. *Metadata for Radioactive Waste Management.*

och metadata inom olika vetenskapliga och tekniska områden med bäring på hela livscykeln för förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Det första biblioteket berör data och metadata om platsen för förvaret, det andra handlar om data och metadata om det använda kärnbränslets och kärnavfalllets inneslutningar och det tredje förvarets utformning.¹⁹

- Det femte dokumentet handlar om olika verktyg, metoder, standarder och instruktioner som använts för att utforma biblioteken. En av flera rekommendationer är att inom organisationer med uppgift att hantera använt kärnbränsle och radioaktivt avfall skapa en kultur som pekar ut metadata som extremt viktig, exempelvis genom att ta fram policy för metadata. Hanteringen av metadata måste göras på rätt sätt redan från det att information börjar skapas. Görs det felaktigt finns risk att problemen blir större än om metadata inte hanterades alls.

Expert Group on Waste Inventorying and Reporting Methodology (EGIRM)

Gruppen EGIRM är initierad av OECD/NEA, IAEA och Europeiska kommissionen, och har sedan 2014 utvecklat metoder för att säkerställa att olika nationella förteckningar och inventeringar av radioaktivt avfall standardiseras för att uppnå bra jämförelsemöjligheter länder emellan liksom att förenkla arbetet med att få fram kunskap om den globala situationen på området. Arbetet har resulterat i två olika dokument: ett om metoder för att överföra olika nationella system för klassificering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall till ett gemensamt klassifikationssystem²⁰ samt ett om en utvidgning av dessa metoder till att gälla samtliga länder och samtliga strategier för att hantera använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.²¹

¹⁹ Camphouse m.fl. 2017. "Metadata in Geological Disposal of Radioactive Waste: The RepMet Libraries."

²⁰ OECD/NEA. 2016. *National Inventories and Management Strategies for Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste: Methodology for Common Presentation of Data.*

²¹ OECD/NEA. 2017. *National Inventories and Management Strategies for Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste: Extended Methodology for the Common Presentation of Data.*

Information, Data and Knowledge Management (IDKM)

Gruppen IDKM bildades i mars 2019 för att föra ihop arbetet i de tre grupperna ovan.²² IDKM ska tillgodose den globala efterfrågan på nya verktyg för effektiv och praktisk hantering av information, data och kunskap både på kort och lång sikt. Tidshorisonterna ska ses i relation till livslängden hos ett slutförvar liksom det radioaktiva avfallet. Bakgrunden är de ofta höga kostnader som är förknippade med tillförlitlig informations- och kunskapshantering inom kärnkraftsområdet på grund av dess komplexitet. Samtidigt tenderar olika nationella program för att hantera kärnkraftens avfall, inte minst använt kärnbränsle, att pågå i decennier som innebär att säkerställande av tillgång till relevanta data, information och kunskap är avgörande även om den kan ha formats årtionden tillbaka i tiden. Det handlar helt enkelt om att säkerställa tillgången till data, information och kunskap i en tid då kompetensförsörjningen inom kärnkraftsområdet tenderar att svikta på många håll i världen.²³

IDKM kommer att ha som uppgift att leda och koordinera de uppgifter inom data-, informations- och kunskapshantering som ska formuleras och samlas i ett dokument ”IDKM Roadmap”, liksom att upprätthålla och förändra denna plan då nya behov uppstår liksom nya möjligheter att tillgodose dessa behov. Gruppen ska också fungera som ett neutralt forum för utbyte av erfarenheter, gemensamma behov och utmaningar mellan olika tillsynsutövare, tillståndshavare och andra intressenter. Till detta kommer att gruppen ska utgöra en plattform som följer trender och tendenser inom data-, informations- och kunskapshantering för att kunna hjälpa medlemmarna att tillämpa dessa för att hantera kärnavfall och använt kärnbränsle.

Det ska finnas fyra expertgrupper inom IDKM som ska hantera var sitt arbetsområde:

- dokumentation som rör säkerhetsanalys
- kunskapsöverföring mellan generationer
- arkivering
- bevarande av minne.

²² Se: www.oecd-nea.org/rwm/workshops/2019/idkm/ (hämtad 2020-01-27).

²³ Läs mer om kompetensförsörjning i kapitel 2 i denna rapport.

I arbetsområdet för säkerhetsanalys delas arbetet upp i tre s.k. makroaktiviteter som gäller dokumentation och informationshantering före och under uppförande, efter förslutning samt dokumentation och informationshantering för hela systemet för hanteringen av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. I arbetsområdet för kunskapsöverföring mellan generationer delas arbetet upp i det som rör strategier och det som rör stödsystem. I arbetsområdet för arkivering delas arbetet upp i det som rör dokumentarkivering och det som rör digital arkivering. I arbetsområdet för bevarande av minne delas arbetet upp i plattformar för information och diskussion, implementering och särskilda studier och översikter.

De fyra arbetsområdena ska ledas av var sin expertgrupp med specialister som träffas ett antal gånger per år beroende på behov och arbetsplan. De olika expertgruppernas arbetsinsatser ska koordineras av IDKM Working Party som träffas in plenum en gång per år och till en början tillsätts för en treårsperiod. Här består medlemmarna av olika slags specialister, naturvetare och ingenjörer samt samhällsvetare med kunskaper i informationshantering under mycket långa tidsperioder. Arbetet påbörjas i mitten av januari 2020.

7.3 Vägledning och praktiska mål – två-dagars internationell workshop

7.3.1 Vägledande principer

Ytterligare en insats för att diskutera information och minneskapande för framtiden var en två-dagars internationell och tvärvetenskaplig workshop i Stockholm i maj 2019 med namnet ”Information and memory for future decision making – radioactive waste and beyond”, arrangerad av Kärnavfallsrådet tillsammans med Riksarkivet, Strålsäkerhetsmyndigheten och Linnéuniversitetet.²⁴

Ett syfte med workshopen var att sätta frågan om informationsbevarande och minne i ett större sammanhang än bara kärnavfallsområdet genom att ta hjälp av expertis från andra områden med behov av informationsbevarande. De breda diskussionerna vid work-

²⁴ Se dokumentationen från workshopen på: www.karnavfallsradet.se/en/workshop-information-and-memory-for-future-decision-making-radioactive-waste-and-beyond (hämtad 2020-01-27).

shopen ledde fram till utvecklingen av tre principer²⁵ när det gäller att bevara information, skapa kunskap och minnen för framtiden av bl.a. ett slutförvar för använt kärnbränsle. Syftet med principerna och de praktiska målen som beskrivs nedan är att bidra med en bas för framtida arbete när det gäller det som på engelska sammanfattas i ”Records, Knowledge and Memory” (RK&M) för kommande generationer och deras välmående. Vår översättning av principer och praktiska råd.

Princip nummer ett anger att vi måste ge framtida generationer möjlighet att förstå och hantera det avfall/arv tidigare generationer lämnat efter sig:

1. Att möjliggöra för framtida generationer att kunna ta väl underbyggda beslut är del i en ansvarsfull och etiskt sund förvaltning av miljömässiga konsekvenser samt andra konsekvenser och arv som vi lämnar efter oss.

Frågan om varför det är viktigt att bevara information och skapa minnen fördes fram vid workshopen och kopplar framför allt till princip 1 ovan. Tre grundläggande anledningar lyftes: a) den legala, b) den pragmatiska och politiska samt c) den etiska. Den första, den legala anledningen kopplar bl.a. till internationella konventioner som Århuskonventionen.²⁶ Den stipulerar exempelvis allmänhetens rättighet till miljöinformation, men inte specifikt hur den kan bevaras och tillgängliggöras eller om det kan finnas rättsliga grunder för att neka tillgången till sådan information. Detta måste klaras ut.

När det gäller den andra gruppen av anledningar, pragmatiska och politiska, så kan existensen av informationsbevarande och minneskapande åtgärder påverka legitimitet och trovärdighet för ett slutförvar och dess aktörer.

För det tredje finns flera etiska anledningar att ta hänsyn till i detta sammanhang. Det kan handla om att skapa rättvisa mellan generationer när det gäller tillgång till information. På workshopen nämndes

²⁵ *Information and Memory for Future Decision-Making – Radioactive Waste and Beyond. Proceedings of the Stockholm workshop 21–23 May 2019.*

²⁶ Århuskonventionen (1998): FN-konvention om tillgång till information i miljöfrågor, allmänhetens deltagande i beslutsprocesser som rör miljön och tillgång till överprövning i miljöfrågor (se prop. 2004/05:65).

också UNESCO:s medlemsländers deklARATION²⁷ om ansvaret för kommande generationer (från 2007) som slår fast att: De nu existerande generationerna har ansvar för att tillgodose nuvarande och kommande generationers behov och intressen (vår översättning). I Århuskonventionen nämns också vikten av allmänhetens deltagande och tillgång till information om plats, fysiska och tekniska karakteristika samt uppskattningar av förväntade restprodukter och utsläpp, men som tidigare nämns inte hur detta kan säkerställas.

Ytterligare en anledning som framfördes är att minimera risk för negativ påverkan på framtida generationer. Bl.a. ska de ges möjlighet att reparera eller öka säkerheten i ett slutförvar. Att tillse framtida generationer möjlighet till egna beslut är kanske den mest viktiga anledningen till att skapa insatser för informationsbevarande och minnen.

En fråga som lyftes fram var också den ambivalens som finns i budskapet till framtida generationer om ett slutförvar – å ena sidan att förvaret är säkert och kontrollerat och å andra sidan att försiktighet absolut måste iakttas.

Princip nummer två och tre lyder:

2. Relevanta institutioner bör planera för en kontinuerlig översyn. Detta är också i linje med en klok strategi som skydd för hälsa och säkerhet.
3. Den valda strategin för bevarande av information, kunskap och minne bör integrera möjligheten för framtida avbrott i strategin för bevarande och överföring. Avsikten bör vara att återfå tillsyn, om tillsynen har förlorats.

Två olika förhållningssätt till framtiden diskuterades i relation till bevarandet av information och som kopplar till principerna 2 och 3 – ett rullande nu, ”a rolling present”, och ett rullande förvaltarskap, ”a rolling stewardship”. Ett rullande nu skulle innebära att vi ser på framtiden som en fortsättning på det som finns nu. Forskning och samhällsliga erfarenheter visar dock tydligt på stora språng och för-

²⁷ http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13178&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (hämtad 2020-01-27).

ändringar som sker i samhällen under så långa tidsrymder vi talar om för ett eventuellt framtida slutförvar. Vi måste anta att framtida samhällen kommer vara mycket annorlunda jämfört med dagens. Det innebär att vi medvetet måste förvalta en pågående förändring och det blir viktigt att skapa säker transformation av information och samhälleliga minnen.

Ett rullande förvaltarskap innebär att förvaret ska vara konstruerat så att övervakning, återtagande, reparationer och ompackning av avfallet kan ske om och när man bedömer det nödvändigt. Det innebär också att någon aktör måste utses som tar ansvar för informationshantering, bedömning av behov och att vidta åtgärder.

7.3.2 Praktiska mål

Utöver principerna ovan så enades deltagarna också i stort kring ett antal praktiska mål för minne och informationsbevarande. De beskrivs i det följande tillsammans med annat av relevans.

Den första praktiska frågan handlar om ansvaret:

Vem? Olika typer av aktörer bör bestämma och kommunicera sina roller i bevarandet och vidta relevanta samt samordnade åtgärder. Lagar kan identifiera roller och mål, medan förordningar kan vägleda hur det sker i praktiken.

När arbetet med bevarande av information bör påbörjas är nästa praktiska fråga:

När? Åtgärder för bevarande av information, kunskap och minne förbereds lämpligast samtidigt som strategier för hanteringen av avfall (inte minst för använt kärnbränsle), planeras, designas, genomförs och finansieras. Under den långa tid det tar att uppföra, driva och försluta ett slutförvar för t.ex. använt kärnbränsle i Sverige finns möjlighet att utveckla inkluderande och användbara strategier. Under driftsfasen kan institutionella aktörer underlätta förberedelser och uppförande av arkiv och att i tid förbereda överföring av ansvar till kommande aktörer. Det bör även fastställas i förväg vem som har ansvar vid och efter en slutlig förslutning av ett förvar.

Forskning om samhälleligt minne, utvecklingsarbete inom OECD tillsammans med den förväntade tekniska utvecklingen och samhälleliga förändringar visar tydligt att följande slutsats är viktig:

Hur? Det finns ingen enstaka teknik eller process som ensamt klarar av att bevara information och kunskap samt skapa minnen för långa tidsperioder. Alla möjliga metoder för bevarande och skapande bör utforskas och ett antal sannolikt användbara vägar väljas.

Frågan om hur arbetet med minne och informationsbevarande faktiskt ska genomföras är således komplex och ett antal förslag framfördes vid seminariet. De olika komponenterna i systemet för att bevara information och minne bör tillämpa robusta och enkla tekniker samt hållbara material. Det behövs flera metoder och komponenter som kompletterar varandra (som framförts t.ex. i RK&M projektets förslag till verktygslåda)²⁸ för att skapa goda förutsättningar för informationsbevarande och minnesskapande under långa tidsperioder. Strategier behöver vara mångfacetterade med tillämpning av olika verktyg och mekanismer, tekniska, administrativa såväl som kulturella. Regelbunden översyn och uppdateringar av systemet är av vikt. Vi behöver underlätta förståelsen av dokument i framtiden. Information om de sammanhang där avfallet och dokumentation skapades behöver också föras vidare. System för bevarande av information, kunskap och minne behöver således vara flexibla och anpassningsbara över tid.²⁹

Samarbete mellan organisationer inom olika samhällssektorer, både nationellt och internationellt, behövs för viktiga bidrag till utveckling och genomförande av arbetet. Ett tvärvetenskapligt samarbete över kunskapsområden bidrar till en bredare kunskapsbas. Nationella strategier kan bli mer robusta om de innehåller en internationell komponent. En samlad metodik på internationell nivå kan underlätta arbetet.

På workshopen betonades att ett fortsatt arbete med att definiera och implementera en nationell rättslig ram för att stödja långsiktigt informationsbevarande också kräver deltagande av olika aktörer. Det går även att lära sig av arbetet med att formulera förordningar för WIPP³⁰ i USA. Förordningar bör säkerställa att metoder för informationsbevarande mångfaldigas.

²⁸ Se exempelvis: RK&M. 2019. *Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations. Final Report of the RK&M Initiative*, s. 63.

²⁹ Kärnavfallsrådet. 2018, s. 59.

³⁰ Waste Isolation Pilot Plant: www.wipp.energy.gov/ (hämtad 2020-01-27).

7.4 Kulturarv och konst

Ytterligare en fråga som diskuteras är hur kulturarvssektorn och forskningen kan bidra till arbetet med att skapa minnen kring slutförvar för använt kärnbränsle och huruvida framtida generationer till och med kan komma att betrakta dokumentationen av ett slutförvar som ett kulturarv.³¹ Samhällets kulturarvsarbete handlar om att skydda och bevara ett lämpligt urval av kulturarvet och kulturmiljöer.

Kärnavfall kan ses som en mycket speciell form av kulturarv enligt Holtorf.³² Kärnavfall kan uppfattas som meningslöst avfall från förr eller som något värdefullt och viktigt. Kärnavfall är kanske inte något positivt kulturarv, men lika fullt ett historiskt arv på samma sätt som slagfält, koncentrationsläger eller platser kopplade till andra världskriget. Kärnavfallet och dess förvar är också materiella bevis för en historisk ”atomkultur” som – genom den energi den producerade – skapade en distinkt utveckling av den globala ekonomin under andra halvan av 1900-talet. Genom de risker den har förknippats med bidrog den dessutom till utvecklingen av en global miljöförändring.

Kulturarvssektorns synsätt kan bidra till arbetet med minne och informationsbevarande när det gäller använt kärnbränsle genom att visa upp den samhälleliga komplexitet detta arbete sker i och måste ta hänsyn till. I Nederländerna sker t.ex. ett nära samarbete mellan det bolag som samlar in, processar och lagrar kärnavfall och kulturarvssektorn.³³ I det svenska forskningsplaneringsprojektet ”Minne över generationerna”, finansierat av VINNOVA, är just kulturarvs-perspektivet utgångspunkten för att utveckla kulturella processer och strategier som kan bidra till att uppnå långsiktigt minne för använt kärnbränsle och annat farligt avfall.

Konstens roll i relation till slutförvar har diskuterats av bl.a. Carpenter med flera och i projektet Modern2020.³⁴ Syftet med Modern2020 var att utveckla verktyg för att skapa och genomföra

³¹ Holtorf. 2019. ”Cultural heritage, nuclear waste and the future: what’s in it for us?”; Palm och Jordan. 2019. ”How to Make Information on Nuclear Waste Sustainable? A Case for the Participation of the UNESCO Memory of the World Programme.”

³² Holtorf. 2019.

³³ COVRA: www.covra.nl (hämtad 2020-01-27). Se även Holtorf. 2019.

³⁴ Carpenter m.fl. 2019. ”Nuclear Culture and Citizen Participation: Networked and distributed artworks.”

kostnadseffektiva och verkningsfulla övervakningsprogram anpassade till slutförvarens utformning och nationella behov.³⁵

Den franska motsvarigheten till svenska SKB är Andra som arbetar med kulturarvsfrågor i ett projekt där lokala invånare med olika bakgrund skapar en serietidning om framtiden där förvaret glömts bort.³⁶ I den franska planeringen för hantering av radioaktivt material och avfall poängteras vikten av att inkludera samhälls- och humanvetenskaperna i syfte att skapa mer robusta lösningar, särskilt i relation till informationsbevarande och minnesskapande efter förslutning av slutförvar.³⁷ Andra ser för närvarande över möjligheten att starta ämnesövergripande samhällsvetenskapliga och humanistiska ”laboratorier” för att arbeta med frågan om informationsöverföring över generationer och hur man kan förhålla sig till mycket långa tidsperspektiv.³⁸

7.5 Slutsatser

Sammanfattningsvis visar detta kapitel att frågan om informationsbevarande och minne för framtiden är komplex. Det innebär att det i dag inte finns vare sig enkla tekniska, institutionella eller kulturella lösningar som självklart kan förväntas hålla i långa tidsrymder. Därför är det av stor vikt att påbörja ett strukturerat arbete nu och göra så i samarbete över disciplin- och sektorsgränser samt med internationella inslag. Dagens beslutsfattare har ansvar för att detta sker – för att skydda miljö och människors hälsa i dag och i framtiden samt för att skapa förutsättningar för kommande generationers handlingsfrihet.

Minnesforskningen visar att minne och avsaknaden av minne är fundamentala processer, såväl på individuell som på samhällelig nivå, som formar hur vi skapar mening, identitet och nutidssyn.³⁹ Att skapa verktyg för framtida kollektiva och samhälleliga minnen av ett slutförvar är alltså en fråga som kräver att en rad forskningsområden stimuleras för en mångsidig hantering. Det gäller allt från vilka mate-

³⁵ www.modern2020.eu/ (hämtad 2020-01-27). Läs även mer i kapitel 4 i denna rapport.

³⁶ Se: www.andra.fr/une-bd-pour-parler-memoire (hämtad 2020-01-27).

³⁷ Autorité de sûreté nucléaire. 2017. *French national plan for the management of radioactive materials and waste for 2016–2018*.

³⁸ Autorité de sûreté nucléaire. 2017, Appendix 2. s. 217.

³⁹ Hilding-Rydevik m.fl. 2018. ”Baselines and the Shifting Baseline Syndrome – exploring frames of reference in nature conservation.”

rial som är lämpliga att använda för informationslagring i hundra-tusen år till generellare analyser av hur framtida generationer kan tänkas betrakta framtiden, framtidens framtider eller meta-framtider. Oavsett hur den angrips är den centrala frågan hur möjligheterna att föra vidare information tekniskt, institutionellt och kulturellt kan optimeras när teknik, institution och kultur förändras.

Minnesforskningen visar vidare på vikten av att skapa minnen om ett slutförvar när det har förslutits enligt parollen ”Vi får inte glömma att komma ihåg”. Visserligen höjs ännu varnande röster som påpekar att markeringar och bristfällig kunskap om historiska anläggningar som gravplatser och liknande, såvitt vi vet, aldrig avhållit människor från att försöka ta sig in i dessa och att den bästa strategin vore att inte ha offentliga markeringar vid platsen eller på kartor och andra representationer. Det innebär förstås inte att informationen behöver förstöras eller hemligstämplas, även om man väljer att inte markera platsen för ett slutförvar.

I valet mellan de två oförenliga strategierna att, å ena sidan, med olika medel begränsa eller försvåra tillgången till information om ett förslutet slutförvar, eller, å den andra, att inte bara markera ett slutförvar på olika sätt utan också aktivt sprida olika former av information om ett slutförvar i varierande sammanhang och på skilda sätt, vinner den senare inställningen allt starkare stöd även om den förra inte på något sätt är överspelad. Konsekvensen är ett ökat intresse för hur förutsättningar ska kunna skapas för mycket långsiktigt informations- och minnesbevarande och en ökad aktivitet på området.

Referenser

Autorité de sûreté nucléaire 2017. *French national plan for the management of radioactive materials and waste for 2016–2018*.

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Se: www.french-nuclear-safety.fr/Information/Publications/Other-ASN-reports/French-National-Plan-for-the-Management-of-Radioactive-Materials-and-Waste-for-2016-2018

(hämtad 2020-01-27).

- Camphouse, R. C., Ciambrella, M. och McMahon, K. 2017. "Metadata in Geological Disposal of Radioactive Waste: The RepMet Libraries." *6th East Asia Forum on Radwaste Management Conference*, November 27–29, 2017, Osaka. Se: [http://eaform2017.aesj.or.jp/file/PapersList/Session6/\(6A-2\)_R.C.%20Camphouse%20\(SNL\).pdf](http://eaform2017.aesj.or.jp/file/PapersList/Session6/(6A-2)_R.C.%20Camphouse%20(SNL).pdf) (hämtad 2019-02-25).
- Carpenter, E., Weir, A., Thomson, J. och Craighead, A. 2019. "Nuclear Culture and Citizen Participation: Networked and distributed artworks." *Modern2020 Final Conference Proceedings*.
- Crumley, C., Lennartsson, T. och Westin, A. 2018. *Issues and Concepts in Historical Ecology. The Past och Future of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
- Gavriely-Nuri, D. 2014. "Collective memory as a metaphor: The case of speeches by Israeli prime ministers 2001–2009." *Memory Studies* 7(1), 46–60.
- Hilding-Rydevik, T., Moen, J. och Green, C. 2018. "Baselines and the Shifting Baseline Syndrome – exploring frames of reference in nature conservation." I: Crumley, C., Lennartsson, T. och Westin, A. 2018. *Issues and concepts in historical ecology. The past and future of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
- Holtorf, C. 2019. "Cultural heritage, nuclear waste and the future: what's in it for us?" I: J. Dekker (ed.) *Bewaren of Weggooiën? Middleburg: Zeeuwse Ankers and COVRA*. Se: www.zeeuwseankers.nl/app/uploads/2019/12/za_bow_web_final.pdf (hämtad 2020-01-27).
- IAEA. 1997. *Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management*. INDCIRC/546. www.iaea.org/sites/default/files/infcirc546.pdf (hämtad 2020-01-27).
- Kulturdepartementet. 2018. *Regleringsbrev för budgetåret 2019 avseende Riksarkivet*. Regeringsbeslut I:29. Ku2018/02248/LS.
- Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden, dels i ärendet om tillåtlighetsprövning enligt 17 kap. miljöbalken, dels enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet*. 2019-09-13. Komm2019/00605/M 1992:A.

- Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*. Stockholm: Norstedts Juridik.
- Kärnavfallsrådet. 2015. SOU 2015:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*. Stockholm: Fritzes.
- Kärntekniklagutredningen. 2019. SOU 2019:16 *Ny kärntekniklag – med förtydligat ansvar*. Stockholm: Norstedts Juridik.
- Linde, C. 1997. "Narrative: experience, memory, folklore." *Journal of Narrative and Life History* 7(1), s. 281–290.
- Linde, C. 2000. "The acquisition of a speaker by a story: how history becomes memory and identity." *Ethnos* 28(4), s. 608–632.
- Modern2020. 2019. Deliverable 6.3 *Modern2020 Final Conference Proceedings. Second International Conference on Monitoring in geological disposal of radioactive waste: Strategies, technologies, decision-making and public involvement*. Se: www.modern2020.eu/fileadmin/user_upload/Modern2020_D6.3_PU_Conference_proceedings_FINAL-web.pdf (hämtad 2020-01-27).
- Nacka tingsrätt. 2018. *Yttrande 2018-01-23*. Mål nr M 1333–11. Aktbilaga 842.
- OECD/NEA. 2016. *National Inventories and Management Strategies for Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste: Methodology for Common Presentation of Data*. OECD/NEA 2016:7323.
- OECD/NEA. 2017. *National Inventories and Management Strategies for Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste: Extended Methodology for the Common Presentation of Data*. OECD/NEA 2017:7371.
- OECD/NEA. 2018. *Metadata for Radioactive Waste Management*. OECD/NEA 2018:7378.
- Olick, J.K, Vinitzky-Seroussi, V. och Levy, D. 2014. "Response to our critics." *Memory Studies* 7(1), s. 108–138.
- ISO 14721: 2012. "Open Archival Information System" (OAIS-standard). (se mer på <https://riksarkivet.se/framstalla-bevara>) (hämtad 2020-01-27).

- Palm, J. och Jordan, L. 2019. "How to Make Information on Nuclear Waste Sustainable? A Case for the Participation of the UNESCO Memory of the World Programme." *The UNESCO Memory of the World Programme; Key Aspects and Recent Developments*.
- RK&M. 2019. *Preservation of Records, Knowledge and Memory (RK&M) Across Generations. Final Report of the RK&M Initiative*. OECD/NEA No. 7421. Se: www.oecd-nea.org/rwm/pubs/2019/7421-RKM-Final.pdf (hämtad 2020-01-27).
- Terry, J. 2013. "When the sea of living memory has receded: Cultural memory and literary narratives of the Middle Passage." *Memory Studies* 6(4), s. 474–488.

Lagar, förordningar och föreskrifter

- SFS 2019:445. Arkivförordningen (1991:446).
- SFS 2019:782. Arkivlag (1990:782).
- SFS 2009:1593. *Förordning med instruktion för Riksarkivet*
- SSMFS 2008: 38. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om arkivering vid kärntekniska anläggningar*.
- SSMFS 2008:37. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall*.

Århuskonventionen:

Århuskonventionen: FN-konvention om tillgång till information i miljöfrågor, allmänhetens deltagande i beslutsprocesser som rör miljön och tillgång till överprövning i miljöfrågor (se prop. 2004/05:65).

Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters done at Aarhus, Denmark, on 25 June 1998: www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf (hämtad 2020-01-27).

Länkar hämtade 2020-01-27

www.oecd.org/

www.oecd-nea.org/rwm/rkm/

www.oecd-nea.org/rwm/workshops/2019/idkm/

[www.karnavfallsradet.se/en/workshop-information-and-memory-
for-future-decision-making-radioactive-waste-and-beyond](http://www.karnavfallsradet.se/en/workshop-information-and-memory-for-future-decision-making-radioactive-waste-and-beyond)

[http://portal.unesco.org/en/ev.php-
URL_ID=13178&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION
=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13178&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

www.wipp.energy.gov/

www.covra.nl

www.modern2020.eu/

www.andra.fr/une-bd-pour-parler-memoire

8 Den goda tekniken och kärnavfallet

De olika kapitlen i denna kunskapslägesrapport handlar om en rad olika frågor om och kring frågan om ett slutförvar för använt kärnbränsle. De illustrerar frågans mångfacetterade karaktär och nödvändigheten av att flera olika forskningsdiscipliner samverkar till en belysning och fördjupning. Detta illustrerar också svårigheten att få överblick och uppfatta en röd tråd i mängden av information. Går det att formulera någon slags syntes, som samlar ihop de olika bidragen till en helhet? I detta kapitel har vi sökt att göra en sådan syntes och att på så sätt presentera en sammanfattning av rapportens innehåll. Därigenom hoppas vi också sätta in frågan i bredare samhällsperspektiv.

Utgångspunkten är begreppet ”den goda tekniken”. Kapitlet är indelat i tre olika delar. Den *första* delen handlar om några kännetecken på en god teknik, den *andra* om på vilket sätt ett slutförvar för använt kärnbränsle skulle kunna vara (eller kunna bli) ett exempel på en sådan god teknik och den *tredje* om de samhälleliga förutsättningarna för en sådan teknik.

Inledningsvis ska vi kortfattat behandla två övergripande frågor: (1) vad menas med ”teknik?” och (2) är tekniken rent generellt något positivt eller negativt? Båda dessa frågor är omdiskuterade inom forskningen – främst inom teknikhistoria och teknikfilosofi. I referenslistan till detta kapitel finns litteraturtips för den intresserade läsaren. Här nöjer vi oss med kortfattade svar.

8.1 Inledning

Vad menas med ”teknik?” Så långt tillbaka som vi kan finna spår av mänsklig aktivitet, finner vi också verktyg, som människan utnyttjat för att omskapa sin livsmiljö och tillfredsställa sina behov, t.ex. grottor, stenyxor och eldstäder. De skiljer sig från andra fysiska föremål på så sätt att de är *ändamålsenliga konstruktioner ägnade att uppfylla speciella mänskliga syften*. Både gamla lämningar och nutida konstruktioner som bilar, klockor och datorer är endast en del av det vi i denna text kallar teknik. Vi kommer att använda begreppet i en vidare betydelse. Det omfattar inte endast det konstruerade föremålet utan också dess utövare – tekniker och ingenjörer – och deras organisatoriska omgivning. När det gäller forntida lämningar har deras sammanhang gått förlorat, men kan rekonstrueras åtminstone så långt det gäller de senaste seklerna, ibland ännu längre tillbaka i tiden.

Är teknik i allmänhet något positivt eller negativt? Historien ger exempel på radikalt olika svar på denna fråga. 1800-talet var teknikoptimismens århundrade. Den industriella användningen av olika tekniska uppfinningar – t.ex. ångmaskinen – bidrog till en stark tro på framsteg, högre levnadsstandard, förbättrade kommunikationer, hälsa och överhuvudtaget ett berikande av människans liv. En sådan teknikoptimism finns naturligtvis också i vår tid. Den beror inte endast på teknikens betydelse för människans välfärd. Den första månlandningen för 50 år sedan är ett exempel. Varför väckte den en sådan fascination? Här är ett svar:

Till en del därför att den var en utmanande och hänförande upplevelse på helt nya områden. Astronauterna gjorde för människan hittills okända erfarenheter: den säregna viktlösheten i rymden, den underbara utsikten över vår planet jorden, den ödsliga månens starka skönhet. Dessa människor gav oss nytt hopp och en känsla av människans skapande förmåga och värdighet. I avfyrningen av dessa väldiga raketer erfor vi människans makt, hennes autonomi och herravälde; det representerade en utvidgning av hennes herravälde över naturen.¹

Annars finns det i samtiden kanske minst lika många exempel på teknikpessimism, dvs. uppfattningen att tekniken i stort sett är ond. Bakgrunden är till stor del andra världskriget, kärnvapnen och den tekniska utvecklingens konkreta skadeverkningar i vår livsmiljö.

¹ Barbour, I. 1970. *Science and Secularity*.

Teknikkritiken är sällan så extrem att den förklarar tekniken som något ont i sig. Ett undantag är möjligen den franske sociologen och teologen Jacques Ellul (1921–1994). I boken *La Technique ou l'enjeu de siècle*² skriver han bl.a. följande:

Den människa som hängivit sig åt den teknologiska världen kan jämföras med en husmor, som inte gör annat än städar och putsar och därmed lyckas göra hemmet så otrivsamt att ingen vill vara där. På samma sätt som hon lider av ett slags städpsykos, tycks den moderna teknologin fungera som en tvångsneuros: väl igång vill den inte låta människan göra något annat. Hon måste fortsätta och blir alltmer indragen i den. Hon förlorar sinnet för proportioner och intresserar sig uteslutande för den.³

Ellul anser inte endast att tekniken som sådan är något ont (teknikpessimism) – han tycks också mena att den är omöjlig att kontrollera (teknikdeterminism). Det är svårt att på vetenskaplig grund avgöra om han har rätt. Lyckligtvis behöver vi i detta sammanhang inte ta ställning i dessa stora frågor. Vi nöjer oss med att utgå från (1) att tekniken inte är värdeneutral och (2) att tekniken ofta är svårstyrd, men inte omöjlig att kontrollera. I det *första och andra avsnittet* handlar det om (1). Tekniken är inte värdeneutral. Det finns både god, mindre god och rentav ond teknik. Frågan är bara vad som skiljer den goda tekniken från den onda. I kapitlets *tredje* och avslutande avsnitt tar vi upp (2), dvs. frågan om teknikens kontrollerbarhet och styrning.

8.2 Vad kännetecknar god teknik?

Vår utgångspunkt är att skillnaden mellan god, mindre god och dålig/ond teknik till stor del beror på dess konsekvenser. Mot denna bakgrund vill vi föreslå några olika egenskaper som i allmänhet skulle kunna vara utmärkande för god teknik. Det vi söker är alltså kännetecknen på den teknik som mänskligt att döma kan få positiva konsekvenser och medverka till – som Alfred Nobel skrev i sitt testamente – ”mänsklighetens största nytta.” Vi har identifierat sju kännetecken. Listan är inte uttömmande – läsaren inbjuds att revidera eller komplettera den.

² Engelsk översättning 1964: *The Technological Society*.

³ Ellul, J. 1964. *The Technological Society*.

God teknik vilar på vetenskaplig grund (1)

Med teknik på vetenskaplig grund avses att den utvecklats med hjälp av kunskap som förvärvats genom noggrannhet, problemmedvetenhet, användningen av genomarbetade och intersubjektivt prövbara metoder och kritiskt tänkande.

God teknik bygger på att den är grundad på teknik- och naturvetenskaplig forskning. Inom dessa vetenskaper ”försöker man förklara varför något har inträffat genom att identifiera lagbundenheter i naturen”.⁴ Med hjälp av välde signerade experiment och observationer verifieras eller falsifieras olika hypoteser. Därigenom kan man också dra slutsatser om framtida förlopp. En svårighet vid sådana förutsägelser är osäkerheter om vilka omständigheter som råder i framtiden. Prediktioner med utgångspunkt från hittills vunna resultat måste alltid förenas med *kritiskt tänkande*, dvs. att i all forskning och utveckling hålla sinnet öppet för frågan ”varför inte tvärtom?”

En svårighet med det aktuella kännetecknet är att det ibland finns oenighet mellan sakkunniga forskare om den vetenskapliga grunden för en viss teknik. Ibland är det uppenbart att utomvetenskapliga faktorer spelar en avgörande roll. Det gäller t.ex. klimatfrågan. Här kan också ekonomiska intressen spela en roll. I andra fall är vetenskapliga kontroverser mer svåranalyserade och kan trots betydande investeringar i tid och energi bli långvariga. Ett exempel är kontroverserna kring gentekniken.

God teknik kräver kompetens (2)

Kompetens handlar om teknisk yrkesskicklighet förvärvad genom relevant utbildning och beprövad yrkeserfarenhet.

Det andra kännetecknet är nära förknippat med det första och sammanhänger med kompetensen hos teknikens utövare, dvs. ingenjörer, byggnadsarbetare och administratörer. Kompetens har beskrivits som ”förmågan att omsätta personlighet, problemlösningsförmåga, erfarenheter, kunskaper, färdigheter och motivation i beteenden som är avgörande för en särskild arbetsprestation”.⁵ Teknisk kompetens i form av kunskaper och färdigheter förvärvas framför allt på hög-

⁴ Vetenskapsrådet. 2017. *God forskningssed*, s. 19.

Se: www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1555332112063/God-forskningssed_VR_2017.pdf (hämtad 2020-01-27).

⁵ www.wise.se/den-svara-konsten-att-bedoma-kompetens-del-1/ (hämtad 2020-01-27).

skolor och universitet. Den individuella motivationen är naturligtvis avgörande, men i hög grad också utbildningens kvalitet och relevans för den tekniska verksamheten inom industrin.

Kompetens är till stor del en fråga om individens personliga ansvar, medan *kompetensförsörjning* i högre grad är en fråga för det enskilda företaget, företagsbranschen och nationella myndigheter. God teknik kräver en god kompetensförsörjning och handlar till stor del om att attrahera unga människor till tekniska verksamheter av betydelse för samhällets centrala funktioner. Dit hör t.ex. energi- och transportsektorerna och försvaret.

God teknik är konsekvensmedveten och omprövningsberedd (3)

Konsekvensmedvetenhet bygger på studier där vetenskaplig kunskap används för att bedöma utfallet av en viss teknik i jämförelse med andra lösningar och även med hänsyn till teknikens sociala genomslag.

Detta kännetecken är mer omdiskuterat och gäller i sin förlängning också teknikforskarnas, ingenjörernas och innovatörernas ansvar för konsekvenserna av en viss teknik. Dessa konsekvenser är av olika slag från direkt ekonomiska och kommersiella till mer eller mindre svårförutsedda sociala och existentiella. Ett uppmärksammat fall gäller ansvaret för kärnvapenutvecklingen i slutet av andra världskriget. I vilken utsträckning hade de inblandade forskarna ett personligt ansvar för konsekvenserna av de atombomber som fälldes i Hiroshima och Nagasaki? Liknande frågor om ansvar och konsekvenser kan ställas till dagens forskare. Det finns en växande konsensus om att både blivande och yrkesverksamma ingenjörer måste medvetandegöras och utbildas om de sociala konsekvenserna av sin teknik. Ingenjörsetik är också sedan flera decennier ett viktigt inslag i utbildningen vid tekniska högskolor och universitet.

Ett teknikområde med betydelsefulla sociala konsekvenser är telekommunikationen. Denna teknik har revolutionerat det sociala livet, men samtidigt begränsat vår sinneserfarenhet. Det är en sak att tala med en god vän på mobilen och något annat att träffa ansikte mot ansikte. Det är en sak att se en hundvalp på mobilskärmen och något annat att uppleva den mjuka pälsen och doften i verkligheten.⁶ Detta är kanske triviala exempel, men frågan är om de sociala mediernas

⁶ Se vidare Hansson, S-O. 2002. *Teknik och etik*.

genombrott begränsar vår verklighetsupplevelse på ett sätt som inte gick att förutse för 20–30 år sedan.

Det är naturligtvis mycket svårt att förutse konsekvenserna av tekniska innovationer, men det hindrar inte att vi måste försöka. Med detta följer också det som kan kallas omprövningsberedskap, dvs. att mot bakgrund av tekniska och sociala konsekvenser tänka nytt och tänka rätt. Här har de som direkt medverkar i teknikutvecklingen ett särskilt ansvar. Detta framgår också av den Hederskodex som antagits av fackförbundet Sveriges ingenjörer. Enligt denna bör ingenjörer ”i sin yrkesutövning känna ett personligt ansvar för att tekniken används på ett sätt som gagnar människa, miljö och samhälle.”⁷

Omfattningen av detta individuella ansvar i jämförelse med dem som har ledningsansvar för de tekniska systemen innebär svåra avvägningar.

God teknik är värdemedveten (4)

Värdemedvetenhet innebär att man uppmärksammar att konsekvenser beaktas med avseende på de värden som eftersträvas, men också med hänsyn till de olikartade värden som tekniken påverkar.

Tekniken påverkar vår vardag och väcker inte sällan starka känslor. Det kan gälla tågtrafiken, sociala medier eller övervakningskameror. Hur många middagskonversationer gäller inte just sådana saker? De handlar i många fall om vad som är värdefullt eller motsatsen. Här finns det anledning att fundera över vad vi verkligen menar. Är det fråga om det som är värdefullt för sin egen skull, eller värdefullt som medel för något annat? Dessutom finns det många olika slags värden. Miljövärden, kulturvärden, lycka, hälsa och ekonomisk tillväxt är några exempel. Hur ska vi väga dessa olika värden mot varandra: överflöd i jämförelse med orörd natur, säkerhet kontra effektivitet, masskultur mot högkultur, livsförlängning mot en smärtfri död?⁸

Ett annat exempel är frågan om övervakning och hur sådan verksamhet ska avvägas mot personlig integritet. Det är av avgörande betydelse att tekniker och ingenjörer deltar i diskussionen om sådana

⁷ www.sverigesingenjorer.se/om-forbundet/sveriges-ingenjorer/hederskodex/ (hämtad 2020-01-27).

⁸ Jeffner, A. 1986. ”Ethical views on technological development”, s. 31.

avvägningar. En del anser att denna fråga kan överlämnas till lagstiftning och politiker. Men lag och moral är inte samma sak.

Moralen påverkar lagstiftningen, men lagen kan vara felaktig, otillräcklig eller tolkas på olika sätt. Därför behöver ingenjörerna tränas i etiskt tänkande för att kunna reflektera över sin egen verksamhet och dess konsekvenser för människor, samhälle och miljö.⁹

Detta citat aktualiserar också frågan om teknisk-naturvetenskaplig forskning och utbildning i jämförelse med samhällsvetenskap och humaniora. Enligt aktuell statistik blir humaniora allt mindre populärt och tillströmningen av studenter minskade med 17 % från 2009–2010 fram till 2017–2018. En lösning på humanioras kris skulle kunna vara att ge humanistiska ämnen ett ökat utrymme i teknisk-naturvetenskaplig utbildning. Teknikhistoria och ingenjörsetik är redan en del av utbildningen vid tekniska högskolor.

God teknik är medveten om långsiktiga mål (5)

Medvetenhet om långsiktiga mål innebär att med jämna mellanrum bedöma om och hur de mer kortsiktiga målen bidrar till förverkligandet av de långsiktiga och att tillägna sig en målorienterad grundattityd.

Vi och våra politiker är ofta inriktade på kortsiktiga lösningar. Det kan t.ex. gälla den nya generationen teknik för våra telekommunikationer, Volvos kommande bilmodell, nästa utbyggnad av tunnelbanan. Det är klart att närliggande problem ofta blir de mest akuta. Klimathotet är på väg att ändra på detta. Långsiktiga frågor bortom nästa kvartalsrapport eller nästa val tränger sig i förgrunden. Miljöfrågan i bred bemärkelse har bidragit till denna utveckling. Om det stämmer, är det fråga om framväxten av en god teknik som lämnat fixeringen av de mest närliggande frågorna bakom sig.

Medvetenhet om långsiktiga mål innebär också att tillägna sig en målorienterad *grundattityd*. Det är vi skyldiga som medborgare att ha även om vi är benägna att lägga vår uppmärksamhet på medlen snarare än målen. Det handlar om en mer grundläggande attitydförändring. Vart syftar vi med samhällsutvecklingen och på vilket sätt bidrar nya tekniska system till de långsiktiga målen? Försvårar vissa tekniska system snarare än underlättar? Och vad kan man göra åt detta?

⁹ Nihlén Fahlqvist, J. "Ingenjörer måste ta sitt moraliska ansvar." *SvD* (2013-11-02).

God teknik ger insyn genom öppen kommunikation (6)

Insyn och transparens innebär att ge berörda aktörer och allmänheten i stort en lättillgänglig tillgång till information om underlaget för och övervägandena bakom viktiga beslut om tekniska system och om vilka som är ansvariga för dessa beslut.

Samhället blir – på gott och ont – alltmer teknikberoende. Samtidigt eftersträvar vi att upprätthålla och stärka våra demokratiska institutioner. Många befärar att teknikberoendet och demokratisträvanden drar åt olika håll. Politiska beslut blir alltmer beroende av naturvetenskap och teknik samtidigt som dessa blir alltmer svårgenomträngliga för den majoritet av befolkningen som inte är välutbildade specialister. Var den gamla personbilen med en förbränningsmotor en av de sista begripliga teknikerna? Våra nya elektroniskt styrda bilar kan ingen vanlig människa förstå sig på. Det är inte bara en generationsfråga. Det är också en fråga om att den tekniska komplexiteten faktiskt ökat genom bl.a. kombinationen av it och globalisering.

Det är svårt att få teknikberoende och demokratiskt deltagande att dra åt samma håll. Politiskt ansvar förutsätter att teknik och vetenskap kan förstås och bli begriplig för människor i allmänhet. Går det att göra även komplicerad teknik begriplig? Det förutsätter att ingenjörer och tekniker tränas i att göra sina tekniska kunskaper tillgängliga. Det förutsätter också en bestämd människosyn, nämligen en tro på människans rationalitet. Denna tro har i vår tid underminerats av en misstro mot sanning och universella värden. Om det stämmer, kräver det att vi återvinner något av upplysningstidens förnuftstro, men också att specialisterna går allmänheten till mötes med en strävan. Ett företag i teknikbranschen säljer en utmärkt liten bok med titeln *Så funkar det? Hemma och runtomkring*.¹⁰ SKB har strävat efter att för en bredare allmänhet förklara hur ett slutförvarssystem kan fungera.¹¹ Det gäller för oss alla att försöka att förstå – och det behöver inte vara omöjligt.

Åtgärder för att tillgodose insyn och transparens förutsätter att driften av tekniska system kontinuerligt övervakas. Alla mer kom-

¹⁰ Wårnblad, M. 2015. *Så funkar det? Hemma och runtomkring*.

¹¹ Se bland annat toppdokumenten i SKB:s ansökningar enligt miljöbalken och kärntekniklagen på: www.skb.se/projekt-for-framtiden/karnbransleforvaret/vara-ansokningar/ansokningshandlingarna/ (hämtad 2020-02-02).

Läs även mer om säkerhetsanalysen i sammanfattningen i: SKB. 2011. *SR-Site Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle*. Huvudrapport från projekt SR-Site. Del I, s. 15 ff.

plicerade tekniska system är kopplade till sådana kontrollsystäm. Ett exempel är flygledningssystemet utan vilken flygtrafik skulle vara en omöjlighet. I vissa fall kommuniceras uppgifter från dessa övervakningssystem också till en bredare allmänhet. Den offentliga diskussionen om klimatförändringarna vägleds av sådana uppgifter från satelliter och kontrollstationer över hela jordklotet. Allmänhetens förtroende för dessa system förutsätter naturligtvis att de är tillförlitliga.

God teknik förutsätter en allsidig omvärldsorientering (7)

Allsidig omvärldsorientering innebär att tekniker, ingenjörer och ledning tillägnar sig kunskap om det sociala och kulturella sammanhang inom vilket ny teknik implementeras och utvecklas.

Teknik och vetenskap är alltid insatta i ett vidare kulturellt och socialt sammanhang. Därför talas det allt oftare om socio-tekniska frågor. Med detta begrepp riktas uppmärksamheten inte bara mot teknikens sociala konsekvenser, utan också mot det sätt som ett kulturellt och socialt sammanhang påverkar teknikutvecklingen. God teknik förutsätter en allsidig omvärldsorientering. I en aktuell rapport från det internationella projektet Modern2020 ges följande exempel på samspelet mellan samhälle och övervakning:

Det är uppenbart att planerna för att utveckla övervakningstekniker för geologiska slutförvaringsplatser varierar betydligt från land till land: vissa länder planerar att genomföra omfattande övervakning, men andra inte. Varför är det så? Ett ensidigt fokus på 'det tekniska' kan inte svara på denna fråga - vi måste också titta på 'det sociala'. I själva verket måste man ta hänsyn till befintliga planer för avfallshantering, lokalbefolkningens behov, lagstiftning och så vidare, vilket förklarar variationen mellan länderna.

Med andra ord kan socio-teknisk teori hjälpa till att göra det klart varför olika länder har olika ambitioner och gör olika val när det gäller den framtida övervakningen av kärnavfallsförvar.¹²

Till en allsidig omvärldsorientering hör också kunskap om hur allmänheten uppfattar olika tekniska system och särskilt de system som av olika anledningar väcker oro eller förhoppningar. Dit hör t.ex. gentekniken och kärntekniken, men också teknikanvändningar som påverkar klimatförändringarna (positivt eller negativt).

¹² Meyermans, A. m.fl. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation - A Stakeholder Guide*, s. 9.

8.3 Slutförvaret och den goda tekniken

De tidigare kapitlen i denna kunskapslägesrapport behandlar olika ämnen som tyligt sett inte har med varandra att göra förutom att de alla berör frågan om det slutförvar för använt kärnbränsle som SKB lämnade in en ansökan 2011 om att få uppföra, inneha och driva. I själva verket finns det ett tydligare samband – varje kapitel bidrar till frågan om slutförvaret som ett exempel på god teknik. I detta avsnitt ska vi försöka att klargöra på vilket sätt. Avsikten är med andra ord att belysa hur de olika kapitlen aktualiserar de kännetecken som utmärker god teknik. Ett och samma kapitel kan aktualisera flera olika kännetecken, men av utrymmesskäl begränsar vi till hur ett av de tidigare nämnda kännetecknen på god teknik på ett särskilt sätt berörs i något av kunskapslägesrapportens tidigare kapitel.

a) Långsiktig säkerhet och den vetenskapliga grunden

Slutförvarsprojektet bygger på vetenskaplig forskning som bedrivits sedan mitten av 1970-talet. Olika metoder för kärnbränslesäkerhet utvecklades av SKB och utmynnade i mitten av 1980-talet i det s.k. KBS-3-konceptet. Syftet var att uppfylla den s.k. villkorslagen, som krävde att den svenska kärnkraftens ägare skulle visa att det använda kärnbränslet kunde hanteras och slutförvaras på ett säkert sätt. SKB har varit huvudansvarig för forskningen, som fortlopande redovisats i vetenskapliga publikationer och rapporter, och i Forsknings-, demonstrations- och utvecklingsprogram (FUD) vart tredje år alltsedan 1986.

KBS-3-konceptet vilar alltså på vetenskaplig grund och uppvisar därmed ett viktigt kännetecken på god teknik. Det hindrar inte att det framförts vetenskaplig kritik mot olika delar av konceptet. Under senare år är det främst kopparkapselns skyddsförmåga som diskuterats.¹³ I sitt yttrande över SKB:s kompletteringar till sin ansökan, framförde Kärnavfallsrådet uppfattningen att det fortfarande finns obesvarade frågor som skulle kunna påverka den långsiktiga säkerheten.¹⁴ Dessa synpunkter vidareutvecklas i det aktuella kapitlet. Enligt Kärnavfallsrådets uppfattning skulle dessa obesvarade frågor kunna behandlas i SKB:s fortsatta forskningsverksamhet och av SSM

¹³ Det är också denna skyddsförmåga som är under diskussion i kapitel 5.

¹⁴ Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden.*

under den fortsatta processen av stegvis prövning. Kärnavfallsrådet framhåller emellertid att det inte finns några garantier för att den fortsatta forskningen kommer att ge starka och entydiga belägg för kapselns skyddsförmåga.

God teknik vilar på vetenskaplig grund, men den vetenskapliga grunden är inte alltid entydig. Kärnavfallsfrågan är märkt av vetenskapliga kontroverser och exempel på sådana har tidigare behandlats i Kärnavfallsrådets kunskapslägesrapport från 2014.¹⁵

b) Övervakning (monitorering) och betydelsen av insyn genom öppen kommunikation

Kärnavfallsrådet har i ett flertal av sina kunskapslägesrapporter och yttranden berört frågan om övervakning och mätprogram (monitorering) av ett slutförvar för använt kärnbränsle.¹⁶ Det handlar till stor del om de erfarenheter som vunnits genom det internationella forskningsprojektet Modern2020 (2015–2020) och dess föregångare MoDeRn (2010–2015). Frågan aktualiserar svårlösta tekniska frågor bl.a. på grund av att sådana åtgärder skulle kunna ha en återverkan på förvarets säkerhet och skyddsförmåga.¹⁷ Vi ska inte upprepa de tekniska slutsatserna,¹⁸ utan i stället koppla frågan om eventuella övervakningsåtgärder till frågan om det tidigare omnämnda kännetecknet på god teknik, nämligen insyn genom öppen kommunikation.

Modern2020 omfattade ett samhällsrelaterat delprojekt som direkt berör frågan om insyn och transparens. Detta arbete har utmynnat i rapporten *Monitoring in geological disposal & public participation: a stakeholder guide*.¹⁹ I rapporten berörs inte endast insyn genom övervakning utan också vidare frågor om allmänhetens engagemang i frågan om hantering av kärnavfall. *Varför* är detta viktigt? *Vilka* ska inkluderas? *Hur* ska kommunikationen organiseras? *När* ska lokala intressenter involveras?

¹⁵ Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*, s. 15–32.

¹⁶ Se t.ex. Kärnavfallsrådet 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*; Kärnavfallsrådet. 2015. *Kunskapsläget på Kärnavfallsområdet 2015. Kontroll, dokumentation och finansiering för ökad säkerhet*; Kärnavfallsrådet. 2014. *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2013*.

¹⁷ Jämför SSM:s föreskrifter SSMFS 2008: 21, 8 §.

¹⁸ Läs mer om Modern2020 i kapitel 4.

¹⁹ Meyermans, A. m.fl. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*.

Rapporten är ett viktigt bidrag till den fortsatta diskussionen om ett slutförvar för använt kärnbränsle och den aktualiserar också andra frågor, t.ex. om och i så fall hur information om slutförvarets konstruktion och egenskaper ska kommuniceras till framtida generationer (se nedan).

c) Långsiktig kompetensförsörjning och behovet av värde-medvetenhet

Kompetens är ett annat av de berörda kännetecknen på god teknik och beskrivs som ”förmågan att omsätta personlighet, problemlösningsförmåga, erfarenheter, kunskaper, färdigheter och motivation i beteenden som är avgörande för en särskild arbetsprestation.” Kompetens är inte endast en fråga om den individuella förmågan, utan också en vidare problematik om företagets, myndigheternas och politikernas möjligheter att bemanna våra teknikersystem med kunnig och erfaren personal.

Frågan om kompetensförsörjning har under senare år blivit en central fråga för Kärnavfallsrådet. I kapitel 2 i denna kunskapslägesrapport presenteras resultaten av en internationell undersökning med inriktning på sex olika länder i jämförelse med situationen i Sverige. Det gäller bl.a. deras beredskap vad gäller kort- och långsiktiga kompetensbehov och förutsättningarna att upprätthålla kompetensförsörjningen i respektive land. Undersökningen utmynnar i tre viktiga rekommendationer. Dit hör betydelsen av upprättande av ett nationellt program för långsiktig kompetensförsörjning ”inom områden som har bäring på avveckling av kärnkraftsanläggningar och ett säkert omhändertagande av kärnavfall.”

Här ska också en annan fråga uppmärksammas. Det gäller värde-medvetenhet som ett kännetecken på god teknik. En sådan värde-medvetenhet hör också till välutbildade teknikerns och ingenjörernas kompetens. Frågan är ingående behandlad i facklitteraturen.²⁰ Där betonas bl.a. uppbyggnaden av etisk kompetens som ett viktigt inslag i högskole- och universitetsutbildningen. Men frågan aktualiserar också behovet av internutbildning av byggnadsarbetare och annan personal, som kan komma att ansvara för delar av slutförvarsprojektet inom SKB. Strålsäkerhet kräver särskilda rutiner utöver de som gäller annan byggverksamhet.

²⁰ Se t.ex. Hansson, S-O. 2002, s. 75–100.

d) Stegvis prövning, konsekvensmedvetenhet och omprövningsberedskap

Frågan om den kommande processen efter det att regeringen eventuellt godkänt SKB:s ansökan har varit en viktig fråga under senare år. Det talas mycket om en stegvis beslutsprocess och frågan blev föremål för ett särskilt seminarium arrangerat av Kärnavfallsrådet den 12 november 2019. Ett av de tidigare kapitlen i denna rapport (3) är ägnat denna fråga. Tekniken står inte still och vunna erfarenheter kan kräva omprövning av tidigare lösningar. IAEA har därför stegvis prövning som ett grundkrav på kärntekniska anläggningar.

Stegvis prövning har anknytning särskilt till ett av de tidigare nämnda kännetecknen – god teknik kännetecknas av konsekvensmedvetenhet och omprövningsberedskap. I SKB:s ansökan och kompletteringar samt i SSM:s och andra berörda parterers granskning är uppbyggnaden av ett slutförvar grundligt analyserad och de tekniska och flera av sociala konsekvenserna genomlysta. Det gäller också kärnavfallsprojektets lokala konsekvenser och de infrastrukturella förutsättningarna för ett framgångsrikt genomförande. Samtidigt behövs beredskap för att det oförutsedda kan inträffa och inte sällan händer det när vi minst anar det. Därför måste säkerhetsprövningen upprepas vid olika tidpunkter. Det har skett innan uppförande och ska enligt SSM:s föreskrifter ske igen innan provdrift och innan rutinmässig drift av anläggningen. Därefter sker återkommande helhetsbedömningar. En säkerhetsprövning ska också ske vid nedmontering och rivning samt avslutningsvis i samband med förslutning av förvaret.

Dessa prövningar omfattar primärt de tekniska systemen, men också ekonomi, arbetsorganisation och säkerhetskultur. En otillräckligt behandlad fråga är om den också ska omfatta projektets sociala konsekvenser och på vilket sätt som projektet påverkar – och påverkas av – det omgivande samhället. Säkerhetsfrågorna kan inte skiljas från detta bredare sammanhang.

Den stegvisa prövningsprocessen kräver också en annan sak nära kopplad till konsekvensmedvetenhet, nämligen omprövningsberedskap. Det kan visa sig att vissa lösningar inte håller måttet och att det krävs nytänkande. Motsatsen skulle vara överraskande och då krävs just omprövningsberedskap. Scoutrörelsens gamla valspråk gäller även i den stegvisa prövningsprocessen. Var redo! Alltid redo!

Den starke skyddar den svaga. Den med teknisk sakkunskap och kompetens måste inte endast tänka på säkerhetsanalysens krav, utan också på teknikens sociala konsekvenser – lokalt och nationellt.

e) Opinionsläget och betydelsen av allsidig omvärldsorientering

Ett av kapitlen i denna kunskapslägesrapport handlar om kunskapsläget ute i samhället och om värderingar i kärnavfallsfrågan. Kärnavfallet väcker inte längre samma oro som för 20–30 år sedan – nu står klimathotet i centrum. Merparten av de tillfrågade anser ändå att det är en viktig fråga. Medelvärdet på en tiogradig skala ligger på 5,7 – i jämförelse med klimathotet som ligger på 7,7. Sammanfattningsvis visar sig frågan om kärnavfallet vara toppen av ett isberg av attityder och framtidsuppfattningar.

Kärnavfallsrådet har låtit göra denna undersökning bl.a. för att tillgodose en allsidig omvärldsorientering. Tidigare undersökningar har genomförts av både SKB och SSM – och med samma syfte. Kunskaper om värderingar i kärnavfallsfrågan är också viktiga av några andra skäl. De är betydelsefulla för att underlätta kommunikationen mellan tekniker och människor i allmänhet. De kan också vara utgångspunkten för att möta behovet av ytterligare kunskap. Undersökningen visar t.ex. att de intervjuade anser sig ha dåliga kunskaper om slutförvaring av använt kärnbränsle. Ändå trodde nästan 60 % att ett land som Sverige kan hantera och slutförvara kärnavfallet på ett säkert sätt. Man kan ställa frågan vad denna tro grundar sig på om de allra flesta inte ansåg sig ha tillräckliga kunskaper. Kanske är det helt enkelt så att experter och myndigheter inger ett stort förtroende.

f) Att minnas slutförvaret och de långsiktiga målen

En av de frågor som vid sidan av kompetensförsörjning och den stegvisa prövningen seglat upp under senare år är frågorna om kunskaps- och informationsbevarande. Det gäller frågan om och hur vi ska förmedla kunskap till framtida generationer om slutförvarets lokalisering, konstruktion och riskerna med det inkapslade använda kärnbränslet. I ett särskilt kapitel belyses det internationella arbetet med dessa frågor och den kombination av teknisk, naturvetenskap och humanistisk forskning som krävs för att försöka att lösa frågorna. Det gäller minnesforskning såväl som kommunikationsmedier.

Ett viktigt kännetecken på god teknik är medvetandet om långsiktiga mål. Klimatfrågorna aktualiserar dessa mål men också slutförvarsfrågan. Förvarets långsiktiga mål är naturligtvis att skydda nuvarande och framtida generationer från det farliga kärnavfallet. På vilket sätt bidrar en dokumentation av slutförvarets konstruktion och innehåll till detta mål? Och vilken slags dokumentation är viktig? Det är inte fråga om att skicka en samling Fud-rapporter in i framtiden. Snarare liknar frågan försöken att förmedla information via rymdsonderna Pioneer 10 och 11 till någon intresserad intelligent civilisation i någon avlägsen del av vår galax. Med på sonderna fanns bl.a. en bild av människokroppen. Dokumentation av slutförvarets innehåll ställer ännu högre krav på vår kommunikationsförmåga och det är lätt att förlora sig i härvan av problem. Därför är det särskilt viktigt att bevara kunskapen om de långsiktiga målen med förvaret, dess placering och innehåll.

8.4 Samhällets kontroll och styrning av tekniken

”Så kommer tekniken att omforma samhället” var en huvudrubrik i DN den 8 december 2019. Artikeln handlade om den nya teletekniken 5 G och Ericssons satsningar på detta område. Ericssons teknikchef, Erik Ekudden, kommenterar:

Det handlar om att vi måste möta en helt ny kravbild från konsumenter som till exempel vill kunna spela avancerade VR-spel – men inte minst från företag. Där handlar det om en helt ny infrastruktur som bygger på att maskiner är uppkopplade direkt mot nätet ...²¹

”Så kommer tekniken att omforma samhället.” Kommer inte samhället att omforma tekniken – och hur? Trafiken mellan teknik och samhälle är väl inte enkelriktad? Tekniken är en kraftfull faktor i samhällsutvecklingen, men kultur och politik är inte bara marionetter i händerna på tekniken. Det gäller också oss som individer. Vi är inte slavar under våra mobiler – kolla skärmtiden, stäng av telefonen efter 20.00 eller köp en mobillåda till familjen. På samma sätt kan vi också med politiska medel styra större tekniska system. Det är människan som upptäcker tekniken – hon måste också ha makt att styra och kontrollera den.

²¹ ”Så kommer tekniken att omforma samhället” var en huvudrubrik i DN den 8 december 2019.

I inledningen till detta kapitel aktualiserade vi frågan om teknikens kontrollerbarhet och styrning. Det finns mycket forskning på detta område och här kommer vi endast i korthet att ta upp några övergripande frågor. Vi ska först beskriva svårigheten att kontrollera teknikutvecklingen, därefter beröra tänkbara åtgärder för att hantera den svårstyrda tekniken och slutligen ta upp frågan hur ett sekellångt projekt som uppbyggnad, drift och förslutning av ett slutförvar för använt kärnbränsle kan kontrolleras och styras mot det som kännetecknar en sådan god teknik.

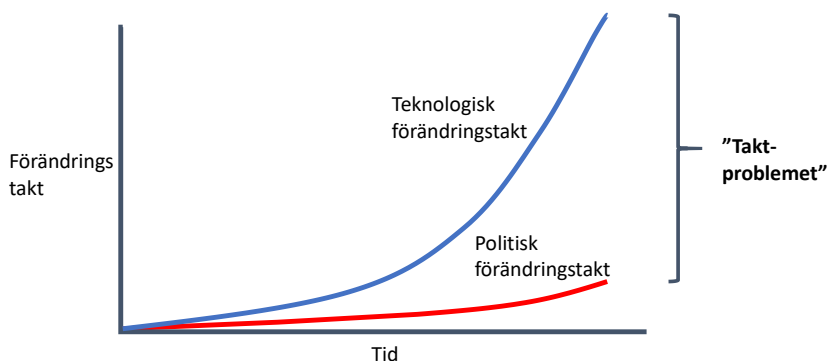
Collingridges dilemma

I nutida forskning om den moderna teknikens utveckling diskuteras bl.a. det som kallats ”Collingridges dilemma”. Det går tillbaka till en bok av den engelske teknikforskaren David Collingridge med titeln *The Social Control of Technology* (1984). Dilemmat uppstår mellan två olika processer. Den ena handlar om teknikens utveckling. Teknikens genomslag kan inte förutsägas innan den blivit väl utvecklad och allmänt tillämpad. Den andra handlar om makt. Möjligheterna att kontrollera tekniken är begränsade när tekniken blivit en ingrodd del av samhällslivet. Drönare och artificiell intelligens (AI) är exempel på tekniker som redan fått fotfäste i den bredare samhällsutvecklingen. Collingridge sammanfattade detta dilemma på ett elegant sätt:

When change is easy, the need for it cannot be foreseen; when the need for change is apparent, change has become expensive, difficult and time consuming.

Adam Thierer beskriver dilemmat som ett ”takt-problem” (”Pacing Problem”).²² Teknologi utvecklas exponentiellt i stora språng, medan politik och lagstiftning utvecklas i små steg. Han illustrerade detta i nedanstående figur.

²² Se <https://techliberation.com/2018/08/16/the-pacing-problem-the-collingridge-dilemma-technological-determinism/> (hämtad 2020-01-27).



Ett ofta citerat exempel på teknikutvecklingen är informationsteknologin. Enligt den ursprungliga versionen av det som kallas Moores lag har antalet transistorer som får plats i ett chip fördubblats var 18:e månad sedan början av 1970-talet. Denna teknologiska drivkraft förstärks av social efterfrågan. Allmänheten efterfrågar nya verktyg i sitt vardagsliv och förväntar sig att sådana också kommer att levereras med jämna mellanrum. Samtidigt släpar politiken och lagstiftningen efter och uppvisar en stigande oförmåga att behärska utvecklingen.

Slutsatserna av dessa iakttagelser blir inte sällan pessimistiska. Politiken hinner inte med tekniken och problemen visar sig hela tiden på nya områden. Elsparkcyklar är ett exempel, som på ett övertydligt sätt illustrerar en av de annars positiva konsekvenser, som den nya och effektivare litiumjontekniken i kombination med it-utvecklingen medfört.

Vad bör göras – och vad kan göras?

”Takt-problemet” ställer politiken inför betydelsefulla utmaningar. Och det saknas inte extrema lösningar. Har man grundinställningen att tekniken är mänsklighetens befriare, så söker man naturligtvis så lite politiska kontroll och myndighetsreglering som möjligt. Vägen mot den ljusnande framtiden går via resurser och innovation. För

dem som å andra sidan ser tekniken som ett hot blir väl utarbetade regelverk och långtgående lagstiftning avgörande. Den s.k. försiktighetsprincipen är en hörnsten i detta synsätt. Nya innovationer ska förhindras eller förbjudas tills dess att producenterna kan visa att de inte skadar. På många områden ser vi dessa två världsbilder i konfrontation med varandra.

Om man vill söka sig en medelväg mellan dessa bägge världsbilder, så kan en modifiering av försiktighetsprincipen vara en viktig lösning. Ibland talas det i stället om ”föregripande kontroll” eller ”styrning uppströms.” Politiska beslut eller myndighetsföreskrifter måste komma i ett så tidigt skede som möjligt. En forskare – John Frank Weaver – skriver t.ex. att när det gäller artificiell intelligens (AI) måste vi lagstifta ”tidigt och ofta”, annars kommer de negativa konsekvenserna för människor i allmänhet att bli betydande.²³

En annan möjlighet är att skilja mellan ”hård lag” och ”mjuk lag.” Skillnaden förekommer vanligtvis i internationell rättsordning, men skulle kunna vara relevant också i nationell lagstiftning. Hård lag är bindande lagstiftning med tydliga sanktioner. Det motsvarar t.ex. SSM:s föreskrifter, medan mjuk lag snarare handlar om rekommendationer kopplade till föreskrifterna. ”Mjuklagsteorin” omfattar också andra komponenter, som Adam Thierer m.fl. beskriver i en nypublicerade artikel.²⁴ Ett centralt inslag är samverkan mellan berörda parter av en ny teknik (”multistakeholder processes”) för att kontinuerligt utvärdera och påverka teknikutvecklingen. Autonom industriell självreglering (internt eller mellan olika företag) är en annan ingrediens i teorin.

Slutförvar för använt kärnbränsle – ett sekel av utmaningar

Kärnavfallsrådet har framhållit hur kombinationen av lång anläggningstid, komplex säkerhetsanalys och framtida osäkerheter gör att KBS-3-projektet innehåller unika utmaningar. ”Förvaret ska” – som Kärnavfallsrådet framhöll i kunskapslägesrapporten 2017 – ”byggas och drivas under ca 100 år och det förseglade förvarets funktions-

²³ <https://slate.com/technology/2014/09/we-need-to-pass-artificial-intelligence-laws-early-and-often.html> (hämtad 2020-01-27).

²⁴ https://ctlj.colorado.edu/wp-content/uploads/2019/03/3-Thierer_3.18.19.pdf (hämtad 2020-01-27).

duglighet ska garanteras under minst 100 000 år.”²⁵ Detta klargjordes i ett särskilt bidrag av Clas-Otto Wene – tidigare ledamot i Kärnavfallsrådet. Där skrev han bl.a. följande:

Kraven på kontinuitet och transparens med slutmålet att leverera långsiktig säkerhet ger slutförvarets industriella organisation en unik identitet och visar på nödvändigheten av en säkerhetskultur, som omfattar inte bara kärnan i projektorganisationen utan sträcker sig ut till varje enskild entreprenör och konsult. Kraven ska hanteras samtidigt som förändringar i omvärlden kan skapa nya utmaningar.²⁶

I sitt yttrande över SKB:s kompletteringar (överlämnade den 13 september 2019) framhåller Kärnavfallsrådet bl.a. – under förutsättning att SKB:s ansökan beviljas – att den fortsatta processen utformas på ett sådant sätt att ovanstående krav tillgodoses. Mot bakgrund av föregående avsnitt är det särskilt viktigt att det s.k. ”takt-problemet” (”Pacing Problem”) beaktas. Den kommande beslutsprocessen måste hålla takten med den teknologiska utvecklingen. Mjuklagsteorin betonar som nämnts vikten av samverkan mellan berörda parter för att kontinuerligt utvärdera teknikutvecklingen. En sådan samverkan skulle kunna planeras i dialog med internationell erfarenhet och aktuell juridisk och teknikvetenskaplig forskning. Kärnavfallsrådet finner att sådan erfarenhet och forskning på ett viktigt sätt kan bidra till att slutförvarsprojektet förmår hantera den sekellånga framtidsutmaningen.

Flera av kapitlen i denna rapport berör frågan om stegvis prövning och hur en kommande process efter ett eventuellt positivt regeringsbeslut med särskilda villkor kan komma att se ut. En viktig del av svaret är att processen måste medge berörda parter inklusive kommuninnevånare och allmänheten i stort en allsidig insyn. En annan viktig del är att processen har en fortsatt öppenhet mot den tekniska och vetenskapliga utvecklingen. Slutligen är det också av central betydelse att tillsynsmyndigheten, dvs. SSM, fortsatt tillskjuts resurser för att granska SKB:s kommande säkerhetsredovisningar och tillse att de av regeringen uppställda villkoren blir uppfyllda. Politiken och dess myndigheter kan och måste styra den storskaliga tekniken – och inte tvärtom.

²⁵ Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2017. Kärnavfallet – en fråga i ständig förändring*, s. 11.

²⁶ Kärnavfallsrådet. 2017, s. 125–126.

Referenser

- Meyermans, A., Cools, P. och Bergmans, A. 2019. *Monitoring in Geological Disposal and Public Participation – A Stakeholder Guide*. Modern2020 Deliverable 5.2 (University of Antwerp). Se: www.modern2020.eu/fileadmin/Deliverables/Modern2020-_D5.2_FINAL_Stakeholder_Guide_EN_web-.pdf (hämtad 2020-01-27).
- Barbour, I. 1970. *Science and Secularity. The Ethics of Technology*. New York: Harper & Row.
- Collingridge, D. 1984. *The Social Control of Technology*. London: Palgrave Macmillan.
- Ellul, J. 1964. *The Technological Society*. New York: Vintage Books.
- Hansson, S-O. 2002. *Teknik och etik*. Se: <https://people.kth.se/~soh/tekniketik.pdf> (hämtad 2020-02-02).
- Jeffner, A. 1986. "Ethical and theological views on technological development." *Föreningen Lärare i religionskunskap. Årsbok 1986*, s. 27–35.
- Nihlén Fahlqvist, J. "Ingenjörer måste ta sitt moraliska ansvar." *SvD Under strecket*. 2013-11-02.
- Kärnavfallsrådet. 2019. *Kärnavfallsrådets remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden, dels i ärendet om tillåtlighetsprövning enligt 17 kap. miljöbalken, dels enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet*. (2019-09-13).
- Kärnavfallsrådet. 2017. SOU 2017:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2017. Kärnavfallet – en fråga i ständigt förändring*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Kärnavfallsrådet. 2016. SOU 2016:16 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016. Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar*. Stockholm: Wolters Kluwers.
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:42 *Kärnavfallsrådets yttrande över SKB:s Fud-program 2013*. Stockholm: Fritzes.
- Kärnavfallsrådet. 2014. SOU 2014:11 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2014. Forskningsdebatt, alternativ och beslutsfattande*. Kärnavfallsrådet. Stockholm: Fritzes.

SKB. 2011. *Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle. Huvudrapport från projekt SR-Site. Del I.* Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.

SSM. 2019. *SSM:s granskning av SKB:s komplettering till regeringen om kapselintegritet.* Datum: 2019-09-30. Dokumentnr: SSM2019-3168-9. Strålsäkerhetsmyndigheten.

”Så kommer tekniken att omforma samhället.” *DN* den 8 december 2019.

Thierer, A., Hageman, R. och Huddleston Skees, J. 2019. “Soft law for hard problems: the governance of emerging technologies in an uncertain future.” *Colorado Technology Law Journal*. Vol. 17, Issue 1. s. 37–130. Se: https://ctlj.colorado.edu/wp-content/uploads/2019/03/3-Thierer_3.18.19.pdf (hämtad 2020-02-02).

Vetenskapsrådet. 2017. *God forskningssed.* Se: www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1555332112063/God-forskningssed_VR_2017.pdf (hämtad 2020-02-02).

Wärnblad, M. 2015. *Så funkar det. Hemma och runtomkring.* Stockholm: Bonnier Carlsen.

Förordningar

SSMFS 2008:21 *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall.* Strålsäkerhetsmyndigheten.

Länkar hämtade 2020-01-27

<https://techliberation.com/2018/08/16/the-pacing-problem-the-collingridge-dilemma-technological-determinism/>

<https://slate.com/technology/2014/09/we-need-to-pass-artificial-intelligence-laws-early-and-often.html>

www.wise.se/den-svara-konsten-att-bedoma-kompetens-del-1/

www.sverigesingenjorer.se/om-forbundet/sveriges-ingenjorer/hederskodex/

www.skbn.se/projekt-for-framtiden/karnbransleforvaret/vara-ansokningar/ansokningshandlingarna/

DEL 2 Kärnavfallsområdet

9 Kärnavfallsrådets arbete och kärnavfallsområdet

9.1 Kärnavfallsrådets arbete 2018 och 2019

9.1.1 Ändrat direktiv

Kärnavfallsrådets verksamhet regleras och styrs av instruktioner i ett direktiv. Under 2018 fick rådet ett tilläggsdirektiv som förändrar rådets arbete något. Tidigare har rådet årligen publicerat och redovisat föregående års arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet. I tilläggsdirektivet anges att rådet numera ska göra detta vartannat år. En ytterligare förändring är att Kärnavfallsrådets uppdrag blir tidsbegränsat till den 31 december 2022. Uppdraget kan därefter förlängas med högst fem år i taget.¹

9.1.2 Publikationer och skrivelser

Kunskapslägesrapport (klr) 2018

I februari 2018 publicerade Kärnavfallsrådet en kunskapslägesrapport med titeln SOU 2018:8 *Beslut under osäkerhet*.² Rapporten handlar om att regeringen framöver ska fatta beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle och det kommer att fattas under osäkerhet. Det i sig är inget ovanligt för regeringen utan görs hela tiden på olika områden, men det är däremot ett ovanligt komplext projekt. Rådet gav utifrån sin tvärvetenskapliga sammansättning några exempel på olika områden med osäkerheter och resonerade kring hur det går att hantera och förhålla sig till osäkerheter i beslutsfattande, såväl i allmän-

¹ Kärnavfallsrådets direktiv 2018:18.

² www.karnavfallsradet.se/sou-20188-kunskapslaget-pa-karnavfallsområdet-2018-beslut-under-osakerhet (hämtad 2020-01-27).

het som när det gäller ett beslut om ett slutförvar för använt kärnbränsle i synnerhet.

Remisser och skrivelser.

Kärnavfallsrådet ska enligt direktivet utreda och belysa frågor om hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall samt om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar. Rådet ska också lämna råd till regeringen i dessa frågor.

Under 2018 och 2019 har Kärnavfallsrådet svarat på ett antal remisser:

- *Kärnavfallsrådets synpunkter på Strålsäkerhetsmyndighetens: Remissversion i regeringsuppdraget om långsiktig kompetensförsörjning* (augusti 2018)³
- *Kärnavfallsrådets synpunkter på förslag till föreskrifter om kostnadsberäkningar, ansökningar och redovisning vid finansiering av kärntekniska restprodukter* (juni 2019).⁴
- *Remissvar angående Svensk kärnbränslehantering AB:s kompletterande yttranden till regeringen* (september 2019).⁵
- *Skrivelse om Remissyttrande översyn kärntekniklagen* (september 2019).⁶

Kärnavfallsrådet föreslår dessutom i en skrivelse⁷ till regeringen den 22 januari 2019 att finansieringslagen ska ändras så att ideella organisationer återigen ska kunna få medel ur kärnavfallsfonden. Rådet anser att de ideella organisationernas insatser och kunskap mer än väl motsvarat det ekonomiska stöd som givits under prövningen av

³ Läs rådets skrivelse på: www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-synpunkter-pa-stralsakerhetsmyndighetens-remissversion-i-regeringsuppdraget-om (hämtad 2020-01-27).

⁴ Läs rådets skrivelse på: www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-synpunkter-pa-forslag-till-foreskrifter-om-kostnadsberakningar-ansokningar-och (hämtad 2020-01-27).

⁵ Läs remissvaret på: www.karnavfallsradet.se/sites/default/files/documents/karnavfallsradets_yttrande_over_skb_s_kompletteringar_20190913.pdf (hämtad 2020-01-27).

⁶ Läs rådets remissvar på: www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-remissvar-angaende-utredningen-ny-karntekniklag-med-fortydligat-ansvar-sou-201916 (hämtad 2020-01-27).

⁷ *Skrivelse från Kärnavfallsrådet till statsrådet för Miljö- och energidepartementet om ideella föreningars möjlighet att långsiktigt medverka i processen som rör slutförvaring av använt kärnbränsle* (januari 2019).

ett slutförvar för använt kärnbränsle. Om ideella organisationer kan få medel ur Kärnavfallsfonden så kommer de också att kunna planera för sin verksamhet på ett mer långsiktigt sätt.⁸

9.1.3 Seminarier och möten

Kärnavfallsrådet ska enligt direktivet utreda och belysa viktiga frågor inom kärnavfallsområdet, bl.a. genom utfrågningar och seminarier, och skapa förutsättningar för så väl underbyggda råd till regeringen som möjligt.

Rådet har haft flera avstämningsmöten med Miljödepartementet och Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Rådet träffar även andra aktörer regelbundet som miljöorganisationer och kommuner. Rådet har också träffat Svensk kärnbränslehantering AB (SKB) som bland annat presenterat hur de arbetat med sitt Fud-program 2019.

Presentationer av Klr 2018

Kärnavfallsrådet presenterade Klr 2018 om beslut under osäkerhet dels för dåvarande miljöminister Karolina Skog, dels för Försvarsutskottet. Dessutom hade rådet ett öppet seminarium om rapporten den 21 mars 2018.⁹

Rundabordsamtal om deltagande – med miljöorganisationer och med kommuner

I slutet av 2018 hade rådet ett rundabordsamtal med representanter för miljöorganisationer aktiva på kärnavfallsområdet. Fokus var deltagande i en stegvis prövning enligt Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet. Transparens och deltagande är en viktig del i en stegvis prövning och fram till slutlig förslutning om regeringen skulle ge tillåtlighet och tillstånd till ett slutförvar för använt kärnbränsle. Under våren 2019 följde rådet upp med ett rundabordsamtal med representanter från kommunerna Oskarshamn och Östhammar.

⁸ Läs skrivelsen på: www.karnavfallsradet.se/skrivelse-fran-karnavfallsradet-till-statsradet-for-miljo-och-energidepartementet-om-ideella (hämtad 2020-01-27).

⁹ www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-karnavfallsradets-kunskapslagesrapport-2018-beslut-under-osakerhet-sou-20188 (hämtad 2020-01-27).

Almedalen 2018 Slutförvar för använt kärnbränsle – ett beslut under osäkerhet?

Ett seminarium i Almedalen 2018 handlade om de kvardröjande osäkerheter som Kärnavfallsrådet funnit i slutförvarsprocessen och hur dessa skulle kunna reduceras.

Kärnavfallsrådet arrangerade samma dag även ett gemensamt seminarium med SSM med rubriken: *Vad händer med slutförvaret för använt kärnbränsle?* Syftet med båda seminarierna var bl.a. att nå politiker och en bredare målgrupp.¹⁰

Almedalen 2019 Vad tänker de unga om kärnavfallet – och vad vill de veta?”

Rådet anordnade ett panelsamtal som syftade till att ta del av den yngre generationens synpunkter och att därigenom öka och stärka engagemanget kring frågan om kärnavfall. Det är viktigt att yngre generationer är medvetna om det kärnavfall som finns och att det måste hanteras. Ledamöter i rådet utfrågades av unga forskare. Centrala punkter i samtalet var den nuvarande generationens ansvar, val av metod och plats för slutförvaring samt förmedling av information om slutförvaret till kommande generationer.¹¹

Workshop: Information and memory for future decision making – radioactive waste and beyond

I maj 2019 arrangerades en workshop om informations- och minnesbevarande. Workshopen var ett samarbete mellan Kärnavfallsrådet, Linnéuniversitet, Riksarkivet och SSM. Proceedings, presentationer m.m. från workshopen återfinns på Kärnavfallsrådets webbplats.¹²

¹⁰ www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-seminarier-i-almedalen-3-juli (hämtad 2020-01-27).

¹¹ www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-panelsamtal-i-almedalen-2-juli-2019 (hämtad 2020-01-27).

¹² www.karnavfallsradet.se/en/workshop-information-and-memory-for-future-decision-making-radioactive-waste-and-beyond (hämtad 2020-01-27). Läs mer om workshopen i kapitel 7 i denna rapport.

Seminarium om en stegvis prövning och ett sekel av utmaningar

I november 2019 arrangerade Kärnavfallsrådet seminariet om en stegvis prövning och ett sekel av utmaningar. Syftet med seminariet var att diskutera, och uppmärksamma frågor kring vad som finns reglerat i dag och vad som behöver utvecklas samt vilka utmaningar som finns när det gäller processen kring ett slutförvar för använt kärnbränsle.¹³ Läs om stegvis prövning och processen fram till slutlig förslutning i kapitel 3 i denna rapport.

9.1.4 Omvärldsbevakning

Kärnavfallsrådet ska enligt direktivet följa utvecklingen av andra länders slutförvarsprogram när det gäller hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle. Rådet bör även följa och vid behov delta i internationella organisationers arbete i kärnavfallsfrågan.

Internationella arbetsgrupper och konferenser

Kärnavfallsrådet följer och deltar i ett antal arbetsgrupper/projekt inom OECD/NEA (*OECD Nuclear Energy Agency*):

Advisory Bodies to Governments (ABG) är ett samarbete mellan OECD/NEA, Kärnavfallsrådet och motsvarande rådgivande organisationer i USA, Storbritannien, Schweiz, Frankrike och Tyskland. Under sommaren 2018 arrangerade rådet ett möte i Stockholm, där deltagarna även besökte Slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall, SFR, i Forsmark. Sommaren 2019 deltog rådet vid ett ABG möte i Braunschweig, Tyskland. I samband med mötet arrangerades ett studiebesök till Morsleben, där det finns ett äldre slutförvar för låg- och medelaktivt avfall.

Under OECD/NEA finns även *Forum on Stakeholder Confidence* (FSC). Rådet deltog vid FSC:s möten i Paris hösten 2018 och hösten 2019. Övriga medlemsländer är bland annat Tyskland, USA, Kanada, Ryssland, Italien, Japan, Schweiz, Spanien, Storbritannien,

¹³ www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-en-stegvis-provning-och-ett-sekel-av-utmaningar (hämtad 2020-01-27).

www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-en-stegvis-provning-och-ett-sekel-av-utmaningarden-12-nov-2019-i-world-trade-center (hämtad 2020-01-27).

Belgien och Ungern. En diskussionspunkt vid båda mötena var svårigheten med att få ungdomar att engagera sig i frågor kring kärnavfallshandling.¹⁴

En grupp under OECD/NEA som kallas *Information, Data and Knowledge Management* (IDKM) har haft ett möte i Paris i början av 2019 där rådet medverkade. Gruppens fokus är bland annat långsiktig informationshantering.¹⁵

I december 2019 deltog rådet vid konferensen OECD/NEA *The nuclear and social science nexus: challenges and opportunities for speaking across the disciplinary divide* i Paris.

Mötet samlade under två dagar ca 100 deltagare från olika medlemsländer i OECD/NEA. Här var samhällsvetare, humanioraforskare representerade lika väl som ingenjörer och naturvetare. En viktig slutsats var att hanteringen av kärnavfall och använt kärnbränsle till stora delar betingas av människors föreställningar om den här typen av material och att det också får konsekvenser för deras hantering. Exempelvis betingar kemiskt avfall som kvicksilver och dioxiner, som måste skyddas från natur och kultur under mycket långa tidsrymder, endast en tusendel av kostnaderna för kärnavfall trots att dessa kemiska gifter, i likhet med kärnavfall, skadar utan att kunna uppfattas av det mänskliga sinnet. Skälet är att föreställningarna om dessa olika avfallstyper är så olika, något som alltså kräver olika former av säkerhetsåtgärder. Med den utgångspunkten diskuterades aktuella samhällsvetenskapliga frågeställningar med avseende på kärnenergiteknik, inte minst i syfte att formulera praktiska rekommendationer.¹⁶

Rådet har även deltagit i andra internationella konferenser, här följer ett par exempel.

Representanter för rådet deltog i slutkonferensen för projektet *Modern2020*.¹⁷

Under november 2019 deltog rådet vid *7th International Workshop on Long-term Prediction of Corrosion Damage in Nuclear Waste Systems* (LTC 2019).¹⁸

¹⁴ www.oecd-nea.org/rwm/fsc/ (hämtad 2020-01-27).

¹⁵ www.oecd-nea.org/rwm/workshops/2019/idkm/ (hämtad 2020-01-27). Läs mer i kapitel 7 i denna rapport.

¹⁶ www.oecd-nea.org/download/nssnexus/ (hämtad 2020-01-27).

¹⁷ *The Development and Demonstration of Monitoring Strategies and Technologies for Geological Disposal*: www.modern2020.eu/ (hämtad 2020-01-27). Se även kapitel 4 i denna rapport.

¹⁸ www.cefracor.org/fr/manifestations/7th-international-workshop-long-term-prediction-corrosion-damage-nuclear-waste (hämtad 2020-01-27). Se även kapitel 5 i denna rapport.

Kärnavfallsrådets Studiebesök

Delar av rådets lärdomar från studiebesök och möten i olika europeiska länder publicerades i rapporten *Översikt av åtta länder – status april 2019*.¹⁹ Informationen i översikten bygger till stor del på ländernas rapporter till sjätte granskningsmötet i Joint Convention²⁰ som hölls under våren 2018. I rapporten finns länkar till olika webbplatser där den senaste informationen kan hämtas. De länder som beskrivs i rapporten är Sverige, Finland, Spanien, Frankrike, Storbritannien, Schweiz, Tyskland, Tjeckien.

Tyskland

I oktober 2018 åkte rådet på en studieresa till Berlin för att träffa sin motsvarighet ESK (Entsorgungskommission).²¹ Rådet träffade även tillsynsmyndigheten BfE (Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit)²² samt BGE (Bundesgesellschaft für Endlagerung).²³ som är ansvariga för att genomföra platsvalsprocessen för använt kärnbränsle, högaktivt avfall och delvis medelaktivt avfall. BGE ansvarar även för att utforma, bygga och driva planerade och befintliga slutförvar.

Finland

Under oktober 2019 var rådet på studiebesök i Finland för att träffa STUK (Säteilyturvakeskus/Strålsäkerhetscentralen)²⁴ och Posiva Oy²⁵ samt för att besöka slutförvaret för använt kärnbränsle som Posiva för närvarande bygger i Olkiluoto.

¹⁹ www.karnavfallsradet.se/rapport-20191-oversikt-av-atta-lander-status-april-2019 (hämtad 2020-01-27).

²⁰ www.iaea.org/topics/nuclear-safety-conventions/joint-convention-safety-spent-fuel-management-and-safety-radioactive-waste (hämtad 2020-01-27).

²¹ www.entsorgungskommission.de/ (hämtad 2020-01-27).

²² www.bfe.bund.de/EN/ (hämtad 2020-01-27). BfE har nyligen bytt namn till BASE – Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung.

²³ www.bge.de/en/ (hämtad 2020-01-27).

²⁴ www.stuk.fi/web/sv (hämtad 2020-01-27).

²⁵ www.posiva.fi/en (hämtad 2020-01-27).

9.1.5 Studieresor om avveckling och rivning

Enligt direktivet ska Kärnavfallsrådet utreda och belysa frågor om hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall samt om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar.

Under mars 2018 besökte Kärnavfallsrådet, tillsammans med representanter från Miljödepartementet, Ågestaverket utanför Stockholm. Kort efter besöket fick Vattenfall tillstånd av Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolen) till att montera ner och riva Ågestaverket.

I mars 2019 var rådet i Greifswald, Tyskland och träffade där EWN (*Entsorgungswerk für Nuklearanlagen*) som berättade om sina avvecklingsprojekt.²⁶ I Greifswald besökte Kärnavfallsrådet även Max Planck Institut för att få information om fusionsforskningen och teknikutvecklingen av fusionsreaktorn Wendelstein 7-X.²⁷

9.2 Kärnavfallsområdet i Sverige 2018–2019

Tillståndsprocessen om slutförvar för använt kärnbränsle

SKB lämnade sina ansökningar om slutförvaring av använt kärnbränsle till mark- och miljödomstolen och till SSM i mars 2011. Under hösten 2017 hade mark- och miljödomstolen huvudförhandling enligt Miljöbalken (1998:808) (miljöbalken). I januari 2018 lämnade mark- och miljödomstolen och SSM sina yttranden till regeringen. SSM tillstyrkte SKB:s ansökan medan mark- och miljödomstolen angav att SKB behövde redovisa ytterligare underlag om kopparkapselns skyddsförmåga. I sitt yttrande påtalade domstolen också att det måste klargöras vem som är ansvarig för anläggningen efter förslutning.

Under 2018 efterfrågade Miljödepartementet kompletteringar från SKB gällande bl.a. de brister som mark- och miljödomstolen påtalat.

Den 4 april 2019 kompletterade SKB sin ansökan och kompletteringarna sändes på remiss.

Under december 2019 bemötte SKB de inkomna remissvaren.²⁸

²⁶ www.ewn-gmbh.de/unternehmen/?L=0&L=1 (hämtad 2020-01-27).

²⁷ www.ipp.mpg.de/w7x (hämtad 2020-01-27).

²⁸ Läs mer på: regeringen.se/remisser/ (hämtad 2020-01-27).

De berörda kommunerna Oskarshamn och Östhammar har veto-rätt enligt miljöbalken. Regeringen kan inte ge tillåtlighet för verksamheten innan kommunfullmäktige i Östhammars kommun tillstyrker ansökan. Oskarshamns kommunfullmäktige har redan tillstyrkt ansökan för de anläggningar som planeras i kommunen.²⁹

Under 2017 tillsatte regeringen en utredning som skulle göra en översyn av lagen om kärnteknisk verksamhet. I uppdraget ingick bland annat att föreslå reglering av sistahandsansvaret efter förslutning av ett slutförvar. Kärntekniklagutredningen lämnade sitt betänkande till regeringen under 2019.³⁰ Utredningen föreslår bland annat att den nuvarande lagen om kärnteknisk verksamhet upphävs och ersätts av en ny kärntekniklag med ny struktur. Utredningen föreslår också bestämmelser som tydliggör att staten ansvarar för ett geologiskt slutförvar efter att det slutligt har förslutits.

Tillståndsprocessen om Slutförvar för kortlivat låg- och medelaktivt avfall (SFR)

SKB lämnade in ansökningar om tillbyggnaden av SFR i slutet av 2014 till mark- och miljödomstolen och till SSM. Kompletteringsfasen av ansökan pågick från 2014 till och med 2017 då ansökningarna kungjordes av både mark- och miljödomstolen och SSM.

SSM tillstyrkte SKB:s ansökan om tillbyggnaden i juni 2019. Under hösten 2019 höll mark- och miljödomstolen huvudförhandlingar och i november tillstyrkte även domstolen ansökan om tillbyggnaden av SFR.

Regeringen har tidigare beslutat att tillåtligheten av den planerade utbyggnaden ska prövas enligt miljöbalkens 17 kap. 3 § vilket bland annat innebär att ansökan måste tillstyrkas av Östhammars kommunfullmäktige innan regeringen kan ge tillåtlighet.³¹

²⁹ Oskarshamns kommun, Dnr KS 2018/000521-1.

³⁰ Kärntekniklagsutredningen. 2019. SOU 2019:16. *Ny kärntekniklag – med förtydligat ansvar.*

³¹ Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt, avd. 3. M7062-14, aktbilaga 47.

Referenser

- Kärnavfallsrådet. 2018. SOU 2018:8 *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2018. Beslut under osäkerhet*. Stockholm: Norstedts Juridik.
- Kärnavfallsrådets direktiv 2018:18. *Kommittédirektiv. Tilläggsdirektiv till Kärnavfallsrådet (M 1992:A)*.
- Kärntekniklagsutredningen. 2019. SOU 2019:16. *Ny kärntekniklag – med förtydligat ansvar*. Stockholm: Norstedts Juridik.
- Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt, avd. 3. M7062-14, aktbilaga 47.
- Oskarshamns kommun, Dnr KS 2018/000521-1.

Länkar hämtade 2020-01-27

- www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-synpunkter-pa-stralsakerhetsmyndighetens-remissversion-i-regeringsuppdraget-om
- www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-synpunkter-pa-forslag-till-foreskrifter-om-kostnadsberakningar-ansokningar-och
- www.karnavfallsradet.se/sites/default/files/documents/karnavfallsradets_yttrande_over_skb_s_kompletteringar_20190913.pdf
- www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-remissvar-angaende-utredningen-ny-karntekniklag-med-fortydligat-ansvar-sou-201916
- www.karnavfallsradet.se/skrivelse-fran-karnavfallsradet-till-statsradet-for-miljo-och-energidepartementet-om-ideella
- www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-karnavfallsradets-kunskapslagesrapport-2018-beslut-under-osakerhet-sou-20188
- www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-seminarier-i-almedalen-3-juli
- www.karnavfallsradet.se/karnavfallsradets-panelsamtal-i-almedalen-2-juli-2019
- www.karnavfallsradet.se/en/workshop-information-and-memory-for-future-decision-making-radioactive-waste-and-beyond
- www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-en-stegvis-provning-och-ett-sekel-av-utmaningar

www.karnavfallsradet.se/seminarium-om-en-stegvis-provning-och-ett-sekel-av-utmaningar-den-12-nov-2019-i-world-trade-center
www.oecd-nea.org/rwm/fsc/
www.oecd-nea.org/rwm/workshops/2019/idkm/
www.oecd-nea.org/download/nssnexus/
www.modern2020.eu/
www.cefracor.org/fr/manifestations/7th-international-workshop-long-term-prediction-corrosion-damage-nuclear-waste
www.karnavfallsradet.se/rapport-20191-oversikt-av-atta-lander-status-april-2019
www.iaea.org/topics/nuclear-safety-conventions/joint-convention-safety-spent-fuel-management-and-safety-radioactive-waste
www.entsorgungskommission.de/
www.bfe.bund.de/EN/
www.bge.de/en/
www.stuk.fi/web/sv
www.posiva.fi/en
www.ewn-gmbh.de/unternehmen/?L=0&L=1 (
www.ipp.mpg.de/w7x Läs mer på: regeringen.se/remisser/

Kommittédirektiv 1992:72

Vetenskaplig kommitté med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar m.m.

Beslut vid regeringssammanträde 1992-05-27. Chefen för Miljö- och naturresursdepartementet, statsrådet Johansson, anför

Mitt förslag

Jag föreslår att en särskild kommitté med vetenskaplig inriktning tillsätts med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och för att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor.

Bakgrund

I propositionen 1991/92:99 om vissa anslagsfrågor för budgetåret 1992/93 samt om ändringar i den statliga organisationen på Kärnavfallsområdet föreslog regeringen att Statens kärnbränslenämnd läggs ned som egen myndighet och att verksamheten förs över till Statens kärnkraftinspektion. I propositionen anfördes att det vetenskapliga råd – KASAM – som finns knutet till Kärnbränslenämnden skulle ges en mer fristående ställning och knyts direkt till Miljö- och naturresursdepartementet som en utredning i stället för att i administrativt hänseende vara knutet till en myndighet.

Riksdagen (1991/92:NU22, rskr.226) har beslutat i enlighet med regeringens förslag till ändrad statlig organisation på kärnavfallsområdet.

En särskild kommitté med vetenskaplig inriktning med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och med uppgift att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor, bör alltså tillsättas.

Uppdraget

Kommittén bör

- vart tredje år med början år 1992, senast den 1 juni, i ett särskilt betänkande redovisa sin självständiga bedömning av kunskapsläget på kärnavfallsområdet.
- senast nio månader efter den tidpunkt som anges i 25 § förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet redovisa sin självständiga bedömning av det program för den allsidiga forsknings och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som den som har tillstånd att inneha och driva en kärnkraftsreaktor skall upprätta eller låta upprätta enligt 12 § Lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

Kommittén bör även lämna råd i ärenden med anknytning till kärnavfallsområdet till Statens kärnkraftinspektion och Statens strålskyddsinstitut när detta begärs av dem.

I mån av behov och tillgång på medel bör kommittén få företa Utrikes resor för att studera anläggningar och verksamhet inom kärnavfallsområdet samt anordna seminarier kring övergripande frågor inom kärnavfallshanteringen.

Kommittén bör beakta regeringens direktiv till statliga kommittéer och särskilda utredare angående utredningsförslagets inriktning (Dir. 1984:5) samt angående EG-aspekter i utredningsverksamheten (Dir. 1988:43).

Kommittén bör bestå av en ordförande och högst tio andra ledamöter. Den bör också i mån av behov och tillgång på medel få anlita utomstående för särskilda uppdrag. Ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde bör utses för en bestämd tid.

Kommitténs uppdrag skall anses vara slutfört när regeringen beslutat i anledning av en ansökan om slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

Hemställan

Med hänvisning till vad jag nu har anfört hemställer jag att regeringen bemyndigar chefen för Miljö- och naturresursdepartementet

- att tillkalla en särskild kommitté med vetenskaplig inriktning – omfattat av kommittéförordningen (1976:119) – med högst elva ledamöter med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar och för att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor,
- att besluta om ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde.

Vidare hemställer jag att regeringen beslutar att kostnaderna skall belasta fjortonde huvudtitelns anslag Utredningar m.m.

Beslut

Regeringen ansluter sig till föredragandens överväganden och bifaller hans hemställan.

Kommittédirektiv 2009:31

Tilläggsdirektiv till Kärnavfallsrådet (M 1992:A)

Beslut vid regeringssammanträde den 8 april 2009

Sammanfattning

Statens råd för kärnavfallsfrågor inrättades genom beslut vid regeringssammanträde den 27 maj 1992 (dir. 1992:72). Rådet, som fortsättningsvis kallas Kärnavfallsrådet, ska utreda och belysa frågor om kärnavfall och om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar m.m. samt lämna råd till regeringen i dessa frågor. Utöver regeringen är viktiga målgrupper för Kärnavfallsrådet också berörda myndigheter, kärnkraftsindustrin, kommuner, intresserade organisationer samt politiker och massmedier.

Kärnavfallsrådet ska ha en ämnesmässigt bred vetenskaplig kompetensprofil innefattande naturvetenskap, teknik, samhällsvetenskap och humaniora.

Kärnavfallsrådets uppdrag ska anses slutfört när regeringen har beslutat om ett slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

Dessa direktiv ersätter direktiven från den 27 maj 1992.

Uppdraget

Kärnavfallsrådet ska bedöma Svensk Kärnbränslehantering AB:s forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram (Fud-program), ansökningar och övriga redovisningar av relevans för slutför-

varing av kärnavfall. Kärnavfallsrådet ska senast nio månader efter det att Svensk Kärnbränslehantering AB i enlighet med 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet har lämnat sitt Fud-program redovisa sin självständiga bedömning av den forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som redovisas i programmet. Rådet ska även följa det arbete som sker inom avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar.

Kärnavfallsrådet ska under februari månad varje år fr.o.m. 2010 redovisa föregående års arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet.

Kärnavfallsrådet ska utreda och belysa viktiga frågor inom kärnavfallsområdet, bl.a. genom utfrågningar och seminarier, och skapa förutsättningar för så väl underbyggda råd till regeringen som möjligt.

Kärnavfallsrådet ska följa utvecklingen av andra länders slutförvarsprogram avseende hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle. Rådet bör även följa och vid behov delta i internationella organisationers arbete i kärnavfallsfrågan.

Dessa direktiv ersätter direktiven från den 27 maj 1992 (dir. 1992:72).

Organisation

Kärnavfallsrådet ska bestå av en ordförande och högst tio andra ledamöter (varav en fungerar som vice ordförande). Ledamöterna ska ha en bred vetenskaplig kompetens inom områden som berör kärnavfallsfrågan. Den kan vid behov och tillgång på medel anlita utomstående för särskilda uppdrag. Ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde ska utses för en bestämd tid.

Tidsplan

Kärnavfallsrådets uppdrag ska anses slutfört när regeringen har beslutat om ett slutförvar för använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall i Sverige.

(Miljödepartementet)

Kommittédirektiv 2018:18

Tilläggsdirektiv till Kärnavfallsrådet (M 1992:A)

Beslut vid regeringssammanträde den 1 mars 2018

Ändring av uppdrag och tid

Statens råd för kärnavfallsfrågor (Kärnavfallsrådet) inrättades genom beslut vid regeringssammanträde den 27 maj 1992 (dir. 1992:72), ersatt av tilläggsdirektiv (2009:31).

Kärnavfallsrådet ska fr.om. 2018 redovisa de föregående årens arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet vartannat år, i stället för årligen.

Kärnavfallsrådets uppdrag blir tidsbegränsat till den 31 december 2022. Uppdraget kan därefter förlängas med högst fem år i taget.

Dessa direktiv ersätter direktiven från den 8 april 2009.

Uppdraget

Kärnavfallsrådet ska utreda och belysa frågor om hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall samt om avställning och rivning av kärntekniska anläggningar. Rådet ska också lämna råd till regeringen i dessa frågor. Viktiga målgrupper utöver regeringen är berörda myndigheter, kärnkraftsindustrin, kommuner, intresserade organisationer samt politiker och massmedier.

Kärnavfallsrådet ska ha en ämnesmässigt bred vetenskaplig kompetensprofil innefattande naturvetenskap, teknik, samhällsvetenskap och humaniora.

Kärnavfallsrådet ska bedöma Svensk Kärnbränslehantering AB:s forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram (Fud-program), ansökningar och övriga redovisningar av relevans för slutförvaring av kärnavfall. Kärnavfallsrådet ska senast nio månader efter det att Svensk Kärnbränslehantering AB i enlighet med 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet har lämnat sitt Fud-program redovisa sin självständiga bedömning av den forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som redovisas i programmet. Rådet ska även följa det arbete som sker inom avveckling och rivning av kärntekniska anläggningar.

Kärnavfallsrådet ska under februari månad vartannat år fr.o.m. 2018 redovisa de föregående årens arbete och sin självständiga bedömning av det aktuella läget inom kärnavfallsområdet.

Kärnavfallsrådet ska utreda och belysa viktiga frågor inom kärnavfallsområdet, bl.a. genom utfrågningar och seminarier, och skapa förutsättningar för så väl underbyggda råd till regeringen som möjligt.

Kärnavfallsrådet ska följa utvecklingen av andra länders slutförvarsprogram avseende hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle. Rådet bör även följa och vid behov delta i internationella organisationers arbete i kärnavfallsfrågan.

Kärnavfallsrådets uppdrag löper till den 31 december 2022. Uppdraget kan därefter förlängas med högst fem år i taget.

Organisation

Kärnavfallsrådet ska bestå av en ordförande och högst tio andra ledamöter, varav en fungerar som vice ordförande. Ledamöterna ska ha en bred vetenskaplig kompetens inom områden som berör kärnavfallsfrågan. Rådet kan vid behov och tillgång på medel anlita utomstående för särskilda uppdrag. Ordförande, ledamöter, sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde ska utses för en bestämd tid.

(Miljö- och energidepartementet)

Statens offentliga utredningar 2020

Kronologisk förteckning

1. Översyn av yrket personlig assistent
– ett viktigt yrke som förtjänar bra villkor. S.
2. Skärpta regler om utländska månggiften. Ju.
3. Hållbar slamhantering. M.
4. Vägen till en klimatpositiv framtid. M.
5. Fler rutjänster och höjt tak för rutavdraget. Fi.
6. En begriplig och trygg sjukförsäkring med plats för rehabilitering. S.
7. Brott mot djur – Skärpta straff och ett mer effektivt sanktionssystem. N.
8. Starkare kommuner – med kapacitet att klara välfärdsuppdraget. Fi.
9. Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2020. Steg för steg. Var står vi? Vart går vi? M.

Statens offentliga utredningar 2020

Systematisk förteckning

Finansdepartementet

Fler ruttjänster och höjt tak
för rutavdraget. [5]

Starkare kommuner – med kapacitet att
klara välfärdsuppdraget. [8]

Justitiedepartementet

Skärpta regler om utländska
månggiften. [2]

Miljödepartementet

Hållbar slamhantering. [3]

Vägen till en klimatpositiv framtid. [4]

Kunskapsläget på kärnavfalls-
området 2020. Steg för steg. Var står
vi? Vart går vi? [9]

Näringsdepartementet

Brott mot djur – Skärpta straff och ett
mer effektivt sanktionssystem. [7]

Socialdepartementet

Översyn av yrket personlig assistent – ett
viktigt yrke som förtjänar bra villkor.
[1]

En begriplig och trygg sjukförsäkring med
plats för rehabilitering. [6]