

Frankrike

17-18 augusti 2023

Studiebesök på Orano La Hague och EDF - CNPE de Flamanville

För att få nya och bredare perspektiv på säkerhetskultur gjorde gruppen YG Säkerhet en resa till Frankrike. Valet föll på just Frankrike eftersom det är ett land med stark tilltro till energi från kärnkraft och som hållit en betydligt mer stadig energipolitisk kurs under åren, jämfört med många andra Europeiska länder.

Resan ägde rum i slutet av augusti 2023 och genomfördes i Normandie med utgångspunkt i staden Cherbourg-en-Cotentin. Två besök med stark koppling till kärnteknisk verksamhet genomfördes: Oranos anläggning för kärnbränslehantering i La Hague samt EDFs kärnkraftverk i Flamanville. Här fick gruppen ta del av presentationer och rundvandringar samt möjlighet att ställa frågor kring verksamheten och deras säkerhetsrelaterade arbete.

Deltagare

Namn	Företag
Erik Backlund	SKC / Uppsala Universitet
Johannes Isokivelä	Forsmarks Kraftgrupp AB
Simon Nygren	Svensk Kärnbränslehantering AB
Pontus Norell	Ringhals AB
Joakim Edström	Westinghouse Electric Sweden AB

Syfte med resan

Syftet med resan var att skapa en bild av hur fransk kärnkraftsrelaterad säkerhetskultur ser ut, samt att få lärdomar om säkerhetsaspekter som implementerats i kärnkraftsbranschen. Just Frankrike är extra intressant på grund av sin stabila tilltro till kärnkraften som energikälla. Det franska energisystemet är byggt med kärnkraften som grundpelare; franska beslutsfattare inser potentialen i kraftslaget för att kunna uppnå en fossilfri, säker och miljöeffektiv energiförsörjning. En förutsättning för detta är förstås just ett gediget säkerhetsarbete och god kommunikation mellan myndigheter, privatpersoner och akademien. Detta ville gruppen få en större insyn i och därför genomfördes resan till Frankrike och två betydande platser för landets kärnkraft.

Vid det första besöksmålet till Oranos kärnavfall- och upparbetningsanläggning i La Hague fanns en förväntan att få mer förståelse för deras säkra och ansvarsfulla metoder för hantering av använt kärnbränsle samt hur deras arbete minskar säkerhetsrisker för kommande generationer. Det andra besöksmålet till EDF Flammanville innefattade förstås en upprymdhet att få gå in i ett franskt kärnkraftverk. Där hoppades gruppen få en djupare förståelse för anläggningens säkerhetsrelaterade arbete såväl under normal drift som under det långa driftstopp som varit.

Dag 1 - Orano



Gruppen YG Säkerhet redo för rundtur i Oranos anläggning. Från vänster: Pontus, Joakim, Simon, Erik och Johannes.

Efter att ha landat i Paris och genomfört en cirka 5 timmars lång bilresa genom den franska landsbygden så anlände gruppen till hotellet i utkanten av staden Cherbourg-en-Cotentin. Morgonen därpå genomfördes resans första besök, till Oranos anläggning för hantering och återvinning av kärnbränsle i La Hague, en cirka 30 minuters bilresa från gruppens inkvartering.

Besöket började med ett varmt välkomnande i anläggningens nyrenoverade besökscenter. Gruppen fick en genomgång av anläggningens övergripande industriella process, historia, samt möjlighet att ställa valfria frågor. Det blev snabbt uppenbart att företaget arbetat - och arbetar - hårt med säkerhetsrelaterade frågor och acceptans i samhället. Detta genom löpande förebyggande arbete, en öppen och ifrågasättande säkerhetskultur, samt löpande kommunikation och transparens gentemot omvärlden.

Flera anledningar finns bakom varför La Hague valdes som geografisk plats för denna anläggning för kärnbränslehantering. Industrikomplexet har byggts på en cirka 300 hektar yta, på en naturlig upphöjning. Dessutom är havsströmmarna i området de starkaste i Europa, vilket innebär att eventuella utsläpp snabbt sprids och späds ut till

låga koncentrationer. Dessutom finns en av Frankrikes naturliga djuphamnar i närheten, i staden Cherbourg-en-Cotentin.

Säkerhetsarbetet är en mycket central del i verksamheten. Eventuella tillbud, speciellt kriticitetsrelaterade, kan få omfattande konsekvenser för företaget och branschen i sin helhet. Anläggningen har drivits för civilt bruk sedan början av 1970-talet och hanterar både franskt och utländskt uttjänt kärnbränsle. Under dessa dryga 50 år har inga allvarliga kärntekniska tillbud inträffat, ett kvitto på företagets säkerhetsarbete.

Oranos huvudsakliga arbete inom bränsleåtervinning innefattar driften av två anläggningar i Frankrike, där anläggningarna utför olika delar av återvinningsprocessen. Den första delen av återvinningen sker i just La Hague; här separeras uran, plutonium och fissionsprodukter från varandra, genom en mekanisk och kemisk process som heter PUREX¹. Bränslekomponenterna delas upp i olika fraktioner, där fissionsprodukterna skickas för framtida slutförvar och uranet samt plutoniumet transporteras till en annan anläggning för återvinning i form av ny bränsletillverkning. Plutoniumet används uteslutande för att producera MOX-bränsle genom utblandning med färskt uran. Samtidigt lagras det återvunna uranet som strategisk reserv eftersom priset på ny-utvunnet uran fortfarande är lågt.

Efter presentationen i besöksområdet fick gruppen en guidad biltur på det instängslade industriområdet. Det yttre skalskyddet håller på att förstärkas med ett 4 meter högt stängsel som varit under konstruktion under de senaste åren. Detta i enlighet med nya myndighetskrav som följd av det förhöjda säkerhetsläget.

Eftersom många av de mest centrala komponenterna i anläggningen finns på högaktiv kontrollerad sida har ORANO tagit fram en träningsanläggning med exakta mock-up-kopior av komponenterna. Det ger aktörer av alla slag möjlighet att i lugn och ro både se, klämma och känna på komponenter som normalt hanteras enligt ALARA²-principen. Man har alltså möjlighet att träna och testa olika arbetsmetoder, för att på säkrast och mest effektiva sätt kunna utföra arbeten på aktiv sida. Det ger även besökare en möjlighet att överblicka huvudstegen i anläggningens industriella processer, något som var mycket uppskattat av YG-gruppen.

¹ Plutonium uranium reduction extraction

² As Low As Reasonably Achievable, stråldoser ska hållas så låga som det är rimligt och möjligt med hänsyn taget till ekonomiska och samhälleliga faktorer.



Joakim provar gripklo i träningsanläggningen hos Orano.



Erik i handskboxen i Oranos träningsanläggning.

I träningsanläggningen hade man även gjort en modell så att man med hjälp av VR glasögon kan gå igenom anläggningens olika komponenter. Anläggningen har många komplexa delar, så inför underhållsåtgärder är hjälpmedel som VR-modeller viktiga i förberedelserna.



Vår guide Linda Nicolle instruerar och Pontus m fl prövar att gå runt i en virtuell anläggning.

Efter en mycket smakrik lunch i sann fransk anda var det dags att besöka anläggningens insida. Efter ett klädbyte till vita overaller och skor, samt genomgång av hur man använder den obligatoriska skyddsmask som tilldelades, begav sig gruppen till platsen där kärnbränslet anländer till anläggningen. Här fick gruppen en inblick i processen där bränslet lossas från lastbilsflak för att packas upp ("dekanteras") och försiktigt placeras i en välfylld bränslebassäng. Bränslet får sedan stå och klinga av i ett antal år innan återvinning sker. Bränslepatronerna behandlas då enligt PUREX-processen, hyvlas till småbitar som löses upp i syra och sedan processeras i flera steg. Metallresterna, inklusive zirkonium och rostfria ståldelar från bränsleboxen, kompakteras och placeras i förslutna behållare för slutförvar. Plutoniumet skickas vidare med lastbil till Oranos anläggning i Marcoule i södra Frankrike för produktion av MOX-bränsle. Uranet lagras då det idag inte är ekonomiskt att tillverka nytt kärnbränsle av det då priset på nytvunnet uran är lågt. De högaktiva fissionsprodukterna förbereds för slutförvar.



Lunch hos Orano.

Hanteringen av uttjänt kärnbränsle skiljer sig starkt från den svenska versionen; i ORANO kan upp till 90% av det fortfarande fissila innehållet i det uttjänta kärnbränslet

återanvändas, vilket ger högre nyttjandegrad av bränslet. Vidare kapslas fissionsprodukterna in genom en vitrifikationsprocess. Eftersom det slutliga avfallet består av olika fraktioner, krävs mindre hanteringskapacitet och lagringsvolym för det högaktiva avfallet. Detta är självklart positivt ur säkerhetssynvinkel, såväl kortsiktigt som långsiktigt. Vitrifikationsprocessen leder till en kemiskt mycket stabil avfallsvolym, vilket minimerar risken för urlakning i händelse av vatten i slutförvaret.



Bild från besöksbalkongen mot bränslebassängerna hos Orano. Bakre från vänster: Joakim, Pontus och Simon. Framre från vänster: Simon och Erik.

Dag 2 - EDF Flammanville



YG-gruppen övar på- och avtagning av skyddskläder hos Flammanville. Strålskyddschefen på EDF Flammanville längst till vänster; därefter Joakim, Erik, Johannes, Pontus, Simon och längst till höger Thomas Gumusel från EDF Flammanville.

Under dag 2 besökte gruppen EDFs kärnkraftanläggning i Flammanville, som ligger på Cotentinhalvöns västkust. Kraftverket har två tryckvattenreaktorer av andra generationens franska PWR (P4 1300 MWe), som varit i drift sedan slutet av 80-talet. På anläggningen pågår även byggnation av en tredje reaktor, en s.k. Evolutionary Pressurized Reactor (EPR).

Kärnkraftverket ligger i en före detta gruva, med branta klippväggar som bildar ett naturligt fysiskt skydd. Huvudentrén ligger å andra sidan uppe på en klippa med en vacker utsikt över Engelska kanalen, och i förlängningen, den mäktiga Atlanten.

Gruppen togs emot av en glad ung man vid namn Thomas som hade en form av traineetjänst på EDF där slutfasen av högskolestudierna kombineras med arbete på kärnkraftverket. Det visade sig även att Thomas hade studerat i Uppsala, vilket var ett oväntat sammanträffande.

Förmiddagen tillbringades med avdelningen "Risk Prevention". Gruppen fick lyssna på två presentationer om avfallshantering och strålskyddsarbetet på anläggningen. Gruppen fick även dela med sig av hur det fungerar i Sverige. Det var intressant att jämföra både likheter och skillnader.

Vissa kärnkraftverk, däribland Flammanville har gått över till ett nytt system för skyddskläder och kontaminationszoner, som EDF kallar för Everest. Everest står för "Evoluer VERs une Entrée Sans Tenue universelle" och betyder ungefär "På väg mot en universal standardingång med fritt klädval". EPR-anläggningarna är redan i designstadiet speciellt anpassade för Everestmodellen. I Everestmodellen får man beträda lägsta kontaminationszonen i vanliga arbetskläder.

På eftermiddagen bjöds gruppen på en generös rundvandring i Flammanville 1, som var i slutskedet av en ovanligt lång underhållsavställning. Huvudorsaken till detta var att ånggeneratorerna hade bytts ut (4 st). Rundvandringen innefattade bland annat både reaktorbyggnaden och turbinhallen. Två höjdpunkter var att titta in i reaktorinneslutningen samt besöka bränslebassängerna. Det var bl.a. strålskyddsschefen som höll i rundturen. Det blev därmed ett naturligt fokus kring strålskydd. Gruppen fick öva på att ta på diverse skyddsutrustning som används för att gå in i utrymmen med högre kontaminationsnivå. En reflektion som gruppen gjorde var att ordningen kring att ta av skyddsutrustningen skiljer sig lite mot den ordning som förespråkas i Sverige.



YG-gruppen utanför reaktorinneslutningen i Flammanville 1.

Lärdomar och insikter

Gruppen tog till sig en mycket stor mängd fakta och beaktansvärda perspektiv under besöken i Frankrike. Nedan följer några exempel samt lite roliga fakta:

- Närheten till kärntekniska anläggningar, så som på Contentinhalvön, innebär ofta en positiv bild av kärnkraften. Många har jobbat eller känner någon som jobbat inom anläggningen och man har bättre förståelse för säkerheten och har troligtvis blivit av med förutfattade meningar

- Både Orano och Flamanville var väldigt vana att ta emot besökare, vilket ger ett seriöst och pålitligt intryck. Speciellt den sortens stora besökscenter som Flamanville hade upplevdes som väldigt positivt och det var flertalet familjer på besök när gruppen var där
- Det finns en websida där man kan se en överblick av Frankrikes kärnkraftsproduktion: nuclear-monitor.fr
- Även i länder med stor erfarenhet av kärnkraft som Frankrike så är slutförvaret en komplex fråga
- Väldigt positivt att kunna genomföra träning på komplexa moment i icke-strålande miljöer, med fysiska kopior samt VR som båda är bra varianter med olika fördelar
- Orano har ett inneslutet rum som varit stängt sedan 60-talet och helt sköts via robotarmar där man extraherar använt kärnbränsle mellan förvaring (5-7 år) för att processas
- Väldigt intressant med konceptet kring Everest för att hålla kontamineringsrisk till sådan låg nivå att vanliga arbetskläder kan bäras
- Även om samma vita klädsel bärs i både Frankrike och Sverige kan ordningen på hur man tar av sig dem skilja en del i vilken ordning detta ska ske. Det viktiga är dock slutresultat, det vill säga att undvika kontamination

Båda anläggningarna var väldigt stora med mycket att se. De var även väldigt måna om att gruppen skulle få ut så mycket som möjligt av besöket. Därmed blev det två väldigt intensiva dagar. Vid framtida YG-gruppers besök rekommenderas att ta höjd för detta, om möjligt.

Norge

1-2 februari 2024

Studiebesök hos Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) och IFE i Kjeller



Utsikt över Oslos fjord. FRån vänster: Simon, Johannes, Erik, Joakim och Pontus.

Gruppens andra resa gjordes till Oslo under början av februari 2024. Resan omfattade två studiebesök med kärnteknisk koppling: DSA (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet), vilket är norska motsvarigheten till svenska Strålsäkerhetsmyndigheten, samt IFE (Institutt for energiteknikk) i Kjeller.

Deltagare

Namn	Företag
Erik Backlund	SKC / Uppsala Universitet
Johannes Isokivelä	Forsmarks Kraftgrupp AB
Simon Nygren	Svensk Kärnbränslehantering AB
Pontus Norell	Ringhals AB
Joakim Edström	Westinghouse Electric Sweden AB

Syfte med resan

Resmålet valdes bland annat på grund av en nyfikenhet kring kärnkraft i Norge, som trots sin avsaknad av kärnkraftsindustri haft en betydande inverkan på den kärntekniska branschen. Detta sedan landet började tillverka tungt vatten under 1930-talet, tills 2019 då deras sista forskningsreaktor stängdes ned. Trots detta insåg gruppen att den inte visste särskilt mycket om grannlandets kärntekniska bransch och att kunskapsutbytet därmed skulle kunna bli intressant. Värdet med branschkontakter

inom det svenska närområdet ansågs också vara värdefullt. Gruppen YG Säkerhets tema passade också väl in med DSA:s arbete för strålsäkerhet inom Norge.

Dag 1 - DSA

Gruppen spenderade dagen på DSA:s kontor i Oslo där den blev varmt mottagna av åtta relativt unga personer. Gruppen påpekade lite på skämt detta genom att fråga om alla på DSA var lika unga och fick svaret att DSA hade satt ihop sin "young generation" dagen till ära. Man nämnde att Norge inte har något motsvarande koncept och att det fanns ett stort intresse att få höra mer om Young Generation. Förberedda på detta så höll gruppen en presentation om YG och de respektive företag som var representerade.

DSA höll från sin sida ett antal presentationer runt Norges nutida och historiska kärntekniska verksamheter. De tre kärntekniska anläggningar som Norge har idag är Kjeller (i närheten av Oslo), Halden (nära svenska gränsen i södra Norge) och Himdalen (öster om Oslo).

I anläggningen i Kjeller finns tre forskningsreaktorer:

- JEEP (Joint Establishment Exxperimental Pile) som var i drift 1951-1967 och hade en termisk effekt på 400 kW
- NORA (Norwegian 0-energy Reactor Assembly) som var i drift 1961-1968
- JEEP-II som var i drift 1966-2019 och hade en termisk effekt på 2 MW

I anläggningen i Halden finns forskningsreaktorn HBWR (Halden Boiling Water Reactor) som var i drift 1959-2018 och hade en termisk effekt på 25 MW.

Samtliga forskningsreaktorer ägs och har drivits av det oberoende forskningsinstitutet IFE (Institutt for energiteknikk). IFE bedriver forskning på ett antal områden men har sitt ursprung inom atomenergin. IFE bildades 1948, men då under namnet Institutt for atomenergi (IFA). Det nuvarande namnet antogs 1980. Norsk nukleær dekommissionering (NND) är en statlig myndighet för avveckling av nationella kärntekniska anläggningar och hantering av kärnavfall och bildades 2017. Nu när samtliga forskningsreaktorer ska avvecklas är det NND som ska ta över ansvaret för detta arbete.

Den tredje kärntekniska anläggningen i Himdalen är ett lager för låg- och medelaktivt avfall: KLDRA (Kombinert Lager og Deponi for Lavt- og Middelsaktivt avfall).

Det kan även nämnas att det finns ett företag som heter Norsk Kjernekraft som arbetar för att få bygga kärnkraft för elproduktion i Norge. Närmare bestämt SMR.

Dagen avslutades med en workshop med titeln Himdalen ageing management storage facility for low and medium level waste. Under denna workshop fick gruppen själva resonera och diskutera runt konkreta exempel från Himdalen, till exempel analysera olika bilder från inspektionerna. Det gruppen kommit fram till diskuterades i relation till inspektionsresultatet från DSA. Detta gav en intressant inblick i DSA:s arbete och hur

deras inspektioner går till för att bedöma säkerhetsarbetet och ställda krav på kärntekniska anläggningar i Norge.

Dag 2 - IFE

Dag två i Oslo började med en halvtimmes bilfärd i snöblandat regnoväder till IFE:s anläggning i Kjeller. Området har använts för kärnteknisk forskning sedan mitten av 1900-talet men huserar idag en blandning av aktörer inom forskning, bland annat Försvarets forskningsinstitut. Dagens agenda innefattade presentationer och seminarier, gemensam lunch, samt en guddad rundtur till Kjeller-anläggningens tre olika, och sedan 2019 permanent nedstängda, forskningsreaktorer NORA, JEEP-I och JEEP-II.



Presentationer om IFEs anläggningar och verksamheter. Strålskyddschefen på IFE Kjeller längst till höger. Runt bordet sitter YG säkerhetsgruppen tillsammans med representanter från DSA.

Studiebesöket började med presentationer om IFE:s historiska och mer nutida verksamhet, som innefattar en övergång från forskning till avveckling via ett verksamhetsöverlåtande till NND (Norsk nukleär dekommissionering). Det var speciellt intressant för YG-gruppen att höra om säkerhetsarbetets utveckling, med allt större fokus på god säkerhetskultur, förebyggande arbete (exempelvis pre-job briefs för större arbeten), och erfarenhetsöverföring från erfarna operatörer till nästa generation inför det kommande avvecklingsarbetet. Det var också intressant att höra om hur miljöarbetet har förbättrats över tid. Under 70-talet begravdes ett antal tunnor med radioaktivt avfall i fälten kring anläggningen. Idag har tunnorna grävts upp och skickats till KLDRA (Kombinerat lager og deponi for lavt- og middelsaktivt avfall) i Himdalen för slutförvar. Vidare har marken kartlagts och sanerats, och Norge är idag ett av de länder med striktast friklassningskrav gällande såväl solida som vätskebaserade strålkällor.

Det är tydligt att den forskning som bedrivits på IFE:s anläggningar Kjeller och Halden haft stor påverkan på den kärntekniska industrin. Underlag för branschstandarder,

såsom kärnbränslets termomekaniska säkerhetsgränser, har delvis erhållits genom experiment i just IFE:s testreaktorer. Innan nedstängningsbeskedet 2018 och 2019 hade vissa investeringar gjorts för ytterligare 10 års verksamhet, beskedet kom därför som en överraskning för många. Besluten var primärt politiskt grundade, men även ekonomiskt relaterat till säkerhet då ytterligare investeringar skulle krävas för att fortsatt uppfylla säkerhetskraven.



YG Säkerhet tillsammans med representanter från DSA redo för rundvandring på IFEs anläggning i Kjeller. Främre raden från vänster: Joakim (YG säkerhet), Fredrik Espegren (senior rådgivare på DSA), Kvinnlig representat från DSA och Johannes (YG säkerhet). Bakre raden från vänster: Kvinnlig representant från DSA, Pontus (YG säkerhet), Simon (YG säkerhet), Erik (YG säkerhet) och kvinnlig representant från DSA.

Efter en typisk norsk smörgåslunch i Kjellers matsal leddes gruppen på en rundtur i anläggningen. Det var speciellt intressant att se kontrollrummet för JEEP-II reaktorn, och höra reaktoroperatören berätta om hur de hanterade reaktorgifter som följd av snabba upp- och nedgångar i drift. Trots att samtliga reaktorer stått stilla i minst 5 år finns fortfarande risk för radioaktiv kontaminering. Liknande säkerhetsrutiner som gruppen sett i Sverige och Frankrike applicerades här, exempelvis användandet av skoskydd och skyddsrock vid inträde till reaktorbyggnad, samt avsökning vid utträde.



Inne i reaktorinneslutningen för forskningsreaktorn JEEP-II. Från vänster: Joakim (YG säkerhet), representant från DSA), Simon (YG säkerhet), Johannes (YG säkerhet), Pontus (YG säkerhet), representant från DSA, representant från DSA, Fredrik Espegren (seniorrådgivare från DSA), Erik (YG säkerhet) samt reaktoroperatör från IFE Kjeller.

I och med att IFE:s anläggningar varit i drift sedan mitten av 1900-talet finns en risk att utförlig dokumentation saknas, något som uppdagats nu när NND ska ta över verksamheten. En lärdom från detta är vikten av att dokumentera arbetet som genomförs. Även detaljer som idag verkar oväsentliga kan bli aktuella i framtiden - det är alltså oftast lika bra att dokumentera mer än vad man tror behövs. Det blir särskilt aktuellt för NND nu när säker nedmontering av anläggningar ska genomföras. Åldersrelaterade problem kan minimeras genom löpande underhåll och tillräcklig dokumentation.

Lärdomar och insikter

Från presentationerna och den workshop som hölls med DSA, vilket var baserat på riktiga händelser i nutid, så framgick ett antal lärdomar som gruppen fann värdefulla.

- Vikten att planera för hantering av åldersrelaterade försämringar och relaterat underhåll vid konstruktionen av anläggningen, inte bara under drift. Likaså att beakta detta i alla olika faserna av en anläggnings livscykel:
 - Design
 - Tillverkning, konstruktion
 - Idrifttagning
 - Drift
 - Inspektion, underhåll, testning
 - Avveckling
- Vikten av att både ha dokumentation och att bekräfta designspecifikationerna
- Vikten av att kontinuerligt verifiera verkligheten, att det fungerar som det är tänkt

- För att möjliggöra att kunna verifiera så behöver man designa anläggningar och system på ett sätt så att de går att inspektera när de väl driftsatts

Även om detta kan låta självklart så är det uppenbarligen inte alltid lätt att realisera, speciellt under de många år som en anläggning är i drift. Likväl förändras förutsättningar, inte minst hur länge man avsett att något ska användas jämfört med hur länge det faktiskt fortsatt användas.

Avslutningsvis kan gruppen YG Säkerhet varmt rekommendera att besöka DSA och IFE i Oslo-området till framtida YG-grupper. Myndigheten visade stor kompetens och gästfrihet samt delade villigt med sig av sin kunskap. När norsk kärnteknisk verksamhet nu övergår till demonteringsarbete rekommenderas speciellt framtida års YG Avveckling-grupper att besöka landet.
