

Reseberättelse

Avfall, YG2023, 2024-03-06

Text av Mathilde Gaillard, Alexandre Barreiro Fidalgo, Veronica Regemar, Anna Nolinder, och Gabriel Segergren

Onkalo, Olkiluoto 3 och El Cabril

Grupp avfall har under YG 2023 genomfört studiebesök till Onkalo och Olkiluoto i Finland samt El Cabril i Spanien.

Deltagare på resan

Mathilde Gaillard

Westinghouse Electric Sweden AB

Alexandre Barreiro Fidalgo

Studsвик Nuclear AB

Veronica Regemar

AB Sväfo

Anna Nolinder

Svensk Kärnbränslehantering AB

Gabriel Segergren

WSP Sverige AB

Tanke bakom resmål och koppling till vårt tema

Kärnavfall är en restprodukt som uppstår vid alla kärntekniska anläggningar och verksamheter i världen. Därmed är avfall en mycket central del inom kärnteknisk verksamhet och en faktor som i nästan alla sammanhang behöver beaktas. Kärnavfall förekommer i olika former, egenskaper, och mängder beroende på typ av verksamhet, men de övergripande målen och kraven på omhändertagande är i stora drag gemensamma världen över. Avfallet ska, med en kortfattad beskrivning, tas omhand på ett tryggt och säkert sätt för att inte riskera att äventyra hälsa för vare sig människa eller natur och miljö, idag eller i framtiden.

Trots att slutmålen och de övergripande kraven för omhändertagande av kärnavfall är liknande världen över kan dock de tekniska lösningarna för att nå dit variera. Sett ur detta perspektiv är avfall ett mycket brett och mångfacetterat tema som inrymmer en stor mängd tänkbara resmålsalternativ.

Våra initiala diskussioner inför YG-årets planering utgick från en önskan om att genom våra resmål belysa så stor del som möjligt av kärnavfallens olika verksamhetsområden och delar, dvs från mycket lågaktivt avfall hela vägen upp till använt kärnbränsle. Samtidigt ville vi också få inblick i olika hanteringsätt och tekniska lösningar. Vi hade i vår grupp vid tidpunkten olika erfarenheter och kunskap inom kärnavfallens olika områden, där vissa arbetade inom området låg- och medelaktivt avfall och andra inom bränslefrågor eller andra områden. Genom att planera resmålen på ett sätt som inkluderar verksamheter inom såväl låg- och medelaktivt avfall som använt kärnbränsle, kunde besöken under YG-året bli givande och lärorika för alla gruppmedlemmar, såväl som för framtida YG-deltagare som vill ta del av vår reseberättelse.

Vi diskuterade ett flertal olika alternativ för resmål i termer av anläggningar och länder, bland annat avvecklingsprojekt, men landade efter en utvärdering till slut i Finland med kärnbränsleförvaret Onkalo och kärnkraftverket Olkiluoto, samt Spanien med anläggningen El Cabril för behandling och slutförvaring av mycket låg-, låg- och medelaktivt avfall.

Finland

Gruppen möttes upp på Arlanda måndag eftermiddag efter mer eller mindre smidiga resvägar. En kort och odramatisk flygning tog oss till Åbo, vår övernattningsplats för dagen. Åbo är en i hög grad svensktalande kuststad, belägen ca 1,5 timmes bilfärd från Olkiluoto. Olkiluoto är en ö där kärnkraftverk och slutförvar finns, vilken underlättar överföringen mellan bassängen för använt kärnbränsle och slutförvar. Dagen började med att vi mötte upp våra guider för dagen i TVOs och Posivas gemensamma besökscenter. Efter sedvanlig hälsningsprocess och gruppfoto framför den fina utsikten över de tre reaktorerna (från vänster till höger: OL3, OL1 och OL2) var det dags för företagspresentationer från TVO och Posiva. Vi fick en bakgrund kring båda företagen och deras respektive anläggningar, samtidigt som vi hade möjlighet att ställa frågor.



Gruppbild vid utsiktspunkten vid besökscentret. Från vänster till höger: Inkeri Kotisalo (TVO YG), Mathilde, Anna, Veronica, Virve Iisalmi (Posiva), Gabriel och Alexandre

Under lunchen hade vi en diskussion kring hanteringen av låg- och medelaktivt avfall. Vi fick uppfattningen av att detta inte ansågs som någon särskilt komplex eller speciell verksamhet, till skillnad från hur vi i Sverige ser på frågan. Vi drar slutsatsen att detta sannolikt har att göra med att Finland fortfarande endast har driftavfall. Efter registrering och upphämtning av skyddsutrustning var det dags att börja våra besök. Studiebesöket planerades av besökscentret i samarbete med YG på Olkiluoto site. Medlemmar i YG deltog under olika delar i programmet och utöver kärnkraft och avfallsfrågor kunde vi dela erfarenheter kring YG. De blev inspirerade av vårt upplägg i Sverige med grupper från olika företag som åker på studiebesök. Vi kunde även inspireras av deras upplägg där de har ett aktivt nätverk för YG på site med gemensamma aktiviteter.

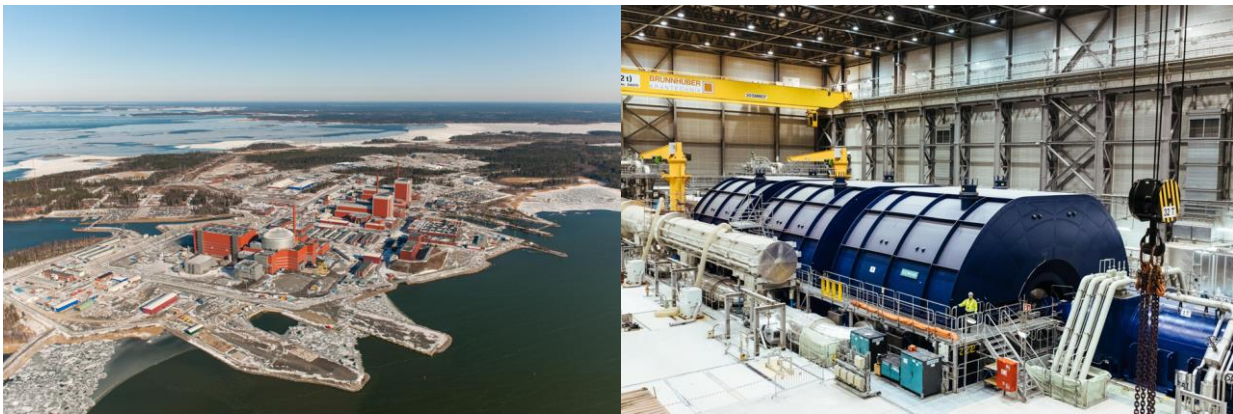
Olkiluoto 3

Idag genereras 29,7 % av elproduktionen i Finland från kärnkraft, nästa år är prognosen att 40 % ska komma från kärnkraften, 30 % från de tre reaktorerna i Olkiluoto. Olkiluoto 1 och 2 är kokvattenreaktor och de byggdes runt 1980 av ABB Atom (ett svenskt företag). De producerar runt 890 MWe per reaktor vid full effekt. Olkiluoto 3 (OL3) är den första EPR (European Pressurized Reactor) reaktorn byggd i Europa. Reaktorn har en full effekt på 1600 MWe. Reaktorn själv byggdes av Areva (ett franskt företag) och turbiner byggdes av Siemens (ett tyskt företag). De två byggnadsblocken är åtskilda av ungefär tio meter, och det är ett vanligt TVO-skämt att säga att även här finns en gräns mellan Frankrike och Tyskland.

OL3 anslöts i mars 2022 till elnätet och började leverera el under fortsatta tester. Effekttesterna planerades bli klara och full kommersiell drift starta i juli 2022. Men under sommaren 2022 hittades metalldelar och i slutet av året var det problem med matarvattenpumparna. Regelbunden kommersiell drift startade i april 2023.

Vårt besök i OL3 var i turbinbyggnaden. Högtrycksturbinen vi såg är en av de största i världen. Axeln är 68m lång, med rotationshastighet på 1500 rpm och hästkrafter på 2 300 000. Vi fick röra rören (4 av dem) som bär ångan som produceras i ånggeneratorerna innan den går in i turbinen. Marken i närheten av turbinen skakade lite, även med en speciell design av den för att begränsa denna effekt (turbinen ligger ovanpå fjädrar). Vi kunde också se kylvattenledningarna som bär vatten från havet till och från kondensorn. När vi var utanför byggnaden (mellan bilparkeringen och byggnaderna) kunde vi se utflödet av kylvatten från kondensorn ut till havet. Utflödet är 10 grader varmare än inflödet. I detta område finns varmare vatten med många fåglar, och det fryser aldrig under vintern. Vi såg också alla kraftledningar ut från turbinhallen, och ut på elnätet.

Mellanlagring av använt kärnbränsle sker i anslutning till kärnkraftverket. Inget bränsle sparas i poolen, utan transporteras i en tunnel till mellanlagringsbassängen som ligger i närliggande byggnad. Vi kunde inte gå till mellanlagringsbassängens byggnad men vi såg den när vi var vid utsiktspunkten vid besökscentret. På väg tillbaka från rundturen i turbinbyggnaden visade vår guide oss byggnaden där TVO hanterar det låg- och medelaktiva avfallet, men vi hade inte möjlighet att se mer av det.



1:a bilden: OL3 (i förgrunden) med OL1 och OL2 bakom, och kylvattenutflödet till vänster under vintern. 2:a bilden: OL3 högtrycksturbinen. Bilder kommer från [TVOs bildbank](#).

Onkalo

Efter besöket på OL3 fortsatte vi till Posivas anläggning för att besöka kärnbränsleförvaret Onkalo. Förvaret är dimensionerat för att kunna omhänderta allt använt kärnbränsle från OL1-3 och från de två reaktorerna i Lovisa. I anslutning till själva förvaret ligger inkapslingsanläggningen dit bränslet kommer att transporteras från respektive kraftverks mellanlager i Lovisa och Olkiluoto, för att sedan torkas och kapslas in i kopparkapslar. Liknande kapslar kommer att användas för allt bränsle, där det enda som skiljer dem åt är längden, som justeras för att passa olika långa bränsletyper. Nytt och gammalt bränsle kommer att blandas i kapslarna, vilket påverkar värmeutvecklingen från kapseln och avståndet som behövs mellan två deponeringshåll. Hela processen i inkapslingsanläggningen kommer att ske fjärrstyrt. Planen är att ta både inkapslingsanläggningen och förvaret i drift under 2025 och att ha lagrat in allt bränsle och förslutit förvaret cirka år 2120. Därefter överlämnas ansvaret till staten. Till en början kommer man

att arbeta med bränslet från TVO som mellanlagras inom Olkiluotositen, som befinner sig på en ö separerad från allmänheten. Efter att man har arbetat fram ett koncept för hur transportererna från Lovisa ska gå till kommer man även att kunna arbeta med detta bränsle. Till skillnad från i Sverige så har all hantering av låg- och medelaktivt avfall och använt bränsle hittills skett inom respektive kraftverk och det finns inget transportsystem på plats motsvarande det fartyg som används i Sverige för transporter av avfall och bränsle mellan kraftverk, mellanlager och slutförvar.



Till vänster: inkapslingsanläggningen vid Onkalo. Till höger: schematisk bild med tvärsnitt av slutförvaret för kärnbränsle med de första deponeringstunnlarna och en deponerad kopparkapsel. Inkapslingsanläggningen ovan jord och reaktorer i bakgrunden. Bilder från [Posivas bildbank](#).

I dagsläget är status att man inväntar svar från myndigheten STUK för att kunna sätta igång en slags provdrift av systemet. Under denna provdriftsfas ska det demonstreras att hela systemet från transport av bränsle från mellanlagret hos TVO till inkapslat och deponerat bränsle nere i Onkalo fungerar, innan systemet därefter kan få tillstånd för ordinarie drift. Onkalo kommer då att vara det första slutförvaret för använt kärnbränsle i drift i världen.

Vår guide Sophie Haapalehto, geolog på Posiva, körde ned oss till cirka 450 meters djup i förvaret via den 5 km långa rampen. När förvaret tas i drift kommer inkapslat bränsle och personal istället att transporteras ned i hissar. Förvaret i Onkalo har sedan starten 2004 fungerat som ett laboratorium för att ta fram och testa metoder för att driva och



kartlägga tunnlar, för att borra, testa och kartlägga deponeringshål och för att deponera kopparkapslar och försluta. Under rundturen fick vi bland annat titta på testtunnlar, på testdeponeringshål och på test av förslutning av deponeringstunnlar. Inför provdriften och den faktiska driften hade fem tunnlar redan förberetts. Vi fick besöka en av dessa där den första faktiska deponeringen av använt kärnbränsle planeras att ske. Tunneln var cirka 300-400 meter lång och det planerades för deponeringshål cirka var tionde meter, där hänsyn har tagits till resteffekten i kapslarna. Deponeringshålen var inte förberedda, men provborringar hade skett för varje deponeringshål för att kartlägga om berget i hålet var lämpligt. För att inte deponeringshålens egenskaper ska hinna förändras innan deponering så väntar man med att förbereda dessa tills att man får klartecken för när provdriften kan börja. Av samma anledning kommer man även under driften endast att förbereda några tunnlar och deponeringshålen i dessa i taget för deponering och förvaret kommer på så sätt att omväxlande växa och fyllas steg för steg med tiden.

Grupp bild nere i Onkalo framför cementytan av en förslutningsplugg som försluter en testdeponeringstunnel. Från vänster till höger: Gabriel, Alexandre, Mathilde, Anna, Veronica.

Fika, utställning och avrundning

Dagen avrundades tillbaka på besökscentret där vi bjöds på fika tillsammans med våra värdar från TVO och Posiva. Vi fick också möjlighet att ta del av den utställning om radioaktivitet, kärnkraft och slutförvaring av radioaktivt låg- och medelaktivt avfall och använt kärnbränsle som tagits fram tillsammans med

det finska naturhistoriska museet med syfte att utbilda allmänheten om kärnkraftindustrin. Slutligen tog vi bilen tillbaka till Åbo och flyget hem till Sverige, trötta, nöjda och fyllda av nya lärdomar, kontakter och upplevelser från ett fantastiskt besök.

Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Studiebesöket vid Onkalo och Olkiluoto uppfyller YGs riktlinjer genom följande anledningar:

- Träffat och samtalat med medarbetare på TVO och Posiva. Tagit del av erfarenheter från ett annat lands kärntekniska verksamhet med de skillnader och likheter som finns vilket gett en kunskapsöverföring inom vissa områden där Finland kommit längre än Sverige.
- Ökad förståelse för kärnteknisk verksamhet och anläggningar i flera delar av kärnkraftens livscykel (nytt kärnkraftverk i form av OL3, samt Posiva slutförvar). Genom studiebesöket har vi fått inblick i ett annat lands system för kärnkraft och kärnavfallshantering vilket också breddar perspektiven och ökar kunskapen om, och insikten i, kärnkraften.
- Nätverksbyggande inom gruppen genom att arbeta tillsammans med att planera och genomföra studiebesöken tillsammans.

Reflektion mot temat

Finland och Sverige har till stor del en gemensam historia kring kärnkraft. Vår avsikt med besöket till Onkalo och Olkiluoto i Finland var att identifiera och belysa anledningar till både likheter och olikheter i omhändertagandet av avfall jämfört med Sverige, just med tanke på att kärnkraftbranschen länderna emellan i

flera aspekter är närbesläktade. I synnerhet vad gäller slutförvar för använt kärnbränsle såg vi det som intressant då Sverige och Finland använder sig av samma tekniska koncept, men där Finland har kommit längre i processen mot driftsatt anläggning. Genom studiebesöket fick vi lära oss mer om Finlands kärnbränsleförvar, i praktiken och från medarbetare på Posiva, erfarenheter vi kan ta med oss när det så småningom blir dags för Sverige att bygga och driftsätta vårt kärnbränsleförvar baserat på samma tekniska koncept.

Vid besöket hos TVO fick vi lära oss mer om den nya reaktorn OL3 och om hanteringen av avfall hos TVO. Vad gäller låg- och medelaktivt avfall identifierade vi intressanta skillnader jämfört med Sverige, i synnerhet vad gäller ansvar och hantering. Finland har ett system där hela omhändertagandet sköts av respektive tillståndshavare lokalt vid kraftverken. Detta system har givetvis både för- och nackdelar. En fördel kan vara att det minskar de gränssnitt som idag finns i Sverige mellan tillståndshavarna och SKB, vilket i sin tur kan minska den administrativa bördan och kravhanteringen relaterat till detta. En anledning till att detta system fungerar kan vara att Finland, som nämnt tidigare, fortfarande bara genererar driftavfall, vilket reducerar komplexiteten och gör det möjligt för tillståndshavarna att inom denna omfattning själva hantera och slutförvara sitt avfall. Detta till skillnad från Sverige där nedmontering och rivning av ett flertal reaktorer medför en större komplexitet och omfattning avseende avfallshantering, vilket i större grad kan motivera att slutförvaringen sköts centralt.

Spanien – El Cabril

Resan började den 10 oktober. Några av oss tog tillfället att besöka de vackra städerna runt Córdoba, som Sevilla, Málaga och Granada, innan besöket började. Vi alla träffades dagen innan besöket och inledde med att ta en drink (mestadels sangria) på Cordobas ”plaza mayor”. Därefter gick vi för att äta vår första middag på en restaurang vid floden där maten var fantastisk. Att äta god mat var ett återkommande ämne under hela besöket.



Nästa dag hämtade Enresas minibuss oss på hotellet klockan 8.30, och vi körde i cirka 1 timme och 40 minuter tills vi kom fram till Enresas anläggning för mycket låg-, låg- och medelaktivt avfall i El Cabril. Företrädare från Enresas kommunikationsavdelning välkomnade oss varmt med en liten fika och en svensk flagga vid entrén. Vi började besöket genom att ta oss till en högre punkt på kullen med vacker utsikt och en översiktlig information. Där tog vi våra allra första gruppfoto.

Gruppbild vid utsiktspunkten i El Cabril. Från vänster till höger: Anna, Alexandre, Mathilde, Gabriel och Veronica.

Besöket fortsatte med att Enresa gav oss en presentation om deras anläggningar, på spanska. Av den anledningen behövde en person i gruppen agera översättare under hela besöket. Under presentationen hade vi möjlighet att ställa de första frågorna. Efter presentationen visade de oss en engelskspråkig video om anläggningens 30-årsjubileum.

Vi fortsatte besöket med en rundtur som började vid besökscentret, där vi hade möjlighet att gå igenom alla begrepp som hade förklarats under presentationen. Anläggningarna kan delas upp i tre stora grupper: ett icke-kontrollerat område med kontor, anläggningar för låg- och medelaktivt avfall samt anläggningar för mycket lågaktivt avfall. Från början var det inte planerat att inkludera mycket lågaktivt avfall, men en händelse inträffade vid ett stålverk år 1998, vilket visade att det fanns ett behov av en anläggning som kunde hantera stora mängder avfall med mycket låg aktivitet.

Vi fick lära oss mer om El Cabril och dess ursprung. Ursprungligen var El Cabril-området en gruvzon för uran och andra mineraler, där till och med en liten by byggdes för de som arbetade där. När radioaktivt avfall började ansamlas lagrades det i samma gruva i fat. Verksamheten pågick fram till 1970-talet. Eftersom Enresa grundades 1984 och området tillhörde staten beslutades det att bygga fyra byggnader för att lagra avfall som tidigare hade lagrats i gruvorna. Detta var början på El Cabril. År 1992 föddes El Cabril som vi känner det idag.



Till vänster: anläggning för låg- och medelaktivt avfall, södra plattformen. Till höger: exempel på konditionerade fat från kärnkraftverk eller producenter.

Idag har anläggningen 28 celler (16 + 12) för låg- och medelaktivt avfall, och endast 4 av dem återstår att fylla. Av denna anledning förbereder Enresa konstruktion av ytterligare 27 celler i sydöstra delen av siten. För mycket lågaktivt avfall är två anläggningar i drift och ytterligare två ska byggas. När alla celler är konstruerade förväntas anläggningen kunna ta emot allt avfall från avvecklingen av de spanska kärnkraftverken. Om fler kärnkraftverk byggs kommer planen att ses över och anläggningarna kommer att utökas.

Vi besökte mottagningsområdet för avfall som främst kommer med lastbil (eller flygplan om avfallet kommer från de spanska öarna). Här lämnar lastbilarna de redan konditionerade faten från kärnkraftverken eller producenterna. Det finns 4 ingångar för lastbilar: en för små producenter, en annan för komprimerbara fat och de andra två för kärnkraftverken, där den sista används för det mest aktiva avfallet. När faten anländer transporteras de med en kran (alla operationer utförs fjärrstyrt från kontrollrummet) och placeras i en behållare (som tillverkas lokalt på El Cabril) där 18 fat ryms (eller 32 kompakterade fat). Därefter immobiliseras faten med kringgjutningsbruk, där en blandning av kontaminerat vatten (om tillgängligt) och rent vatten används. Om kontaminerat vatten finns kommer det att utgöra högst 2/3 av blandningen, och den sista lagret kringgjutningsbruk görs alltid med rent vatten. Därefter får det stelna i cirka 24 timmar och transporteras sedan till anläggningen för låg- och medelaktivt avfall. Varje cell i anläggningen kan lagra upp till 320 behållare. Vi besökte även kontrollrummet och förbränningsområdet. Askan som produceras i processen placeras i fat där den immobiliseras och behandlas som resten av avfallet. Organiskt material med mindre än 40% organiskt innehåll används för produktion av bruk. Om det innehåller mer än 40% skickas det till förbränningsugnen.



Vi hade också möjlighet att titta på de hot cells där provberedning och vissa mekaniska tester utförs. Vanligtvis väljs ett fat från varje leverans ut för karaktärisering och för att validera att kriterierna uppfylls. Den metalliska skärmen på fatet tas bort i hot cellen och en cylindrisk provbit tas efter att fatet har borrats igenom. Sedan kan olika tester utföras: lakningstester (på provet eller hela fatet), mekaniska tester, karaktäriseringstester osv. Det finns också laboratorier för radiometri.

Hot cells där provberedning och mekaniska tester utförs.

Vi hade också möjlighet att få se slutförvaren (markförvar) för mycket lågaktivt avfall. Dessa förvar kommer att ha två lager av avfall, och i ett av förvaren var det första lagret nästan klart. Vi hade därför möjlighet att se hur avfallet såg ut innan det första lagret var helt förseglat.



Ett av markförvaren för mycket lågaktivt avfall.

Vi besökte tunnlarna som skapats för att övervaka anläggningarna med låg- och medelaktivt avfall och se om vatten dränerades. Vattnet, om det finns något, samlas i mitten av cellen och samlas i en transparent cylinder, där det sedan analyseras. Det är vanligt att det hittas vatten varje år på grund av de drastiska temperaturväxlingarna i Córdoba med säsonger med mycket höga temperaturer och vissa kallare perioder, vilket orsakar kondensation av vatten.

Efter att anläggningarna är färdigställda är det sista steget integrationen med omgivningen. El Cabril kommer att se precis ut som det gjorde

innan verksamheten började, men den här gången gömmer landskapet lagringsanläggningar för låg- och medelaktivt avfall. Mycket lågaktivt avfall kommer att övervakas i 60 år, medan de andra kommer att övervakas i 300 år. Efter denna tidsperiod har aktiviteten klingat av till en nivå där den inte utgör någon fara.

Nästa år planerar Enresa att genomföra ett test med en av cellerna i anläggningen för låg- och medelaktivt avfall för att verifiera integrationen och konceptet för de olika lagren.

Vi avslutade besöket med god mat som Enresa hade förberett åt oss och fortsatte diskussionen. Besöket avslutades lite sent, men det var en mycket intensiv och intressant dag där vi fick se många av anläggningarna och mängden information var överväldigande men bra! Vi fick också skriva i besöksboken för att registrera att Young Generation 2023 hade varit där.

Därefter tog samma minibuss oss tillbaka till vårt hotell, där vi vilade innan vår sista middag. Hela resan ägde rum under höga temperaturer, vilket gjorde att vi kunde förlänga sommaren några extra dagar.

Resan var verkligen unik och fantastisk. Enresa var en fantastisk värd, och vi lärde oss mycket om hur Spanien hanterar mycket låg-, låg- och medelaktivt avfall.

Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Studiebesöket vid El Cabril i Spanien uppfyller YGs riktlinjer genom följande anledningar:

- Träffat och samtalat med medarbetare på Enresa vid anläggningen El Cabril vilket skapat nätverk och ömsesidigt erfarenhetsutbyte mellan Sverige och Spanien inom området mycket låg-, låg- och medelaktivt avfall.
- Gett oss en inblick i ett annat lands kärntekniska verksamhet med de skillnader och likheter som finns både på ett tekniskt och policyrelaterat plan samt anledningar till att dessa skillnader finns utifrån olika länders förutsättningar och policys.
- Nätverksbyggande inom gruppen genom att arbeta tillsammans med att planera studiebesöken och genom att genomföra studiebesöken tillsammans.

Reflektion mot temat

Spanien är ett land med stora skillnader i omhändertagandet av kärnavfall i jämförelse med Sverige, både på policynivå och i tekniska lösningar. Besöket vid anläggningen El Cabril i Spanien fokuserade på mycket låg-, låg- och medelaktivt avfall och vid besöket fick vi en inblick i hur system och metoder för omhändertagandet kan skilja sig mellan olika länder och hur dessa lösningar kan anpassas utifrån olika länders förutsättningar.

Tips – gemensamt för båda resor

- Arrangera ett förmöte innan resan. Läs på om resmålet och anläggningen och diskutera sedan i gruppen. Förbered frågor och hjälps åt att förbereda er på vad ni ska få se.
- Ha regelbundna avstämningar i gruppen. Det underlättar att komma framåt i planeringen av besöken.
- Blockera flera potentiella datum för besök i era egna kalendrar för att ha flera förslag till de ni ska besöka.
- Om möjligt, samordna kring transport och boende för en trevlig gemensam resa.