

# Reseberättelse

**Grupp Miljö, YG 26, 2022-07-04**

*Text av Anna Lundgren, Jens Eriksson, Zaheen Shah*

## YG Miljö - Oslo

Miljögruppens första resa inom YG-programmet gick till Oslo för att lära oss mer om Norges energisystem: både kraftnätet (Statnett), kraftproduktionen (Hafslund Eco) och oljeproduktionen (Equinor). Resan överträffade våra förväntningar och vi kunde se en stark koppling till miljötemat vid samtliga besök. Det ska bli spännande att nu följa dessa företag i framtiden och se hur de hanterar de utmaningar de står inför.

### Deltagare på resan

Anna Lundgren

*Vattenfall AB*

Jens Eriksson

*Forsmarks kraftgrupp AB*

Zaheen Shah

*Westinghouse Electric Sweden AB*

### Tanke bakom resmål och koppling till vårt tema

Gruppen har temat *Miljö*. Med bakgrund av detta valde vi att söka efter intressanta företag i Norge, som ju är ett land med nästintill 100 % förnybar elproduktion och 20 % elbilar i sin fordonsflotta. Samtidigt är Norge Västeuropas största producent av olja och gas. Dessa motsättningar gör Norge till ett intressant land att besöka när det kommer till just miljö.

Med denna bakgrund valde vi att både söka oss till både oljebranschen och elproduktion-/elnätsbranschen. Equinor (f.d. Statoil) är den största oljeproducenten i Norge och de blev därför ett självklart val för oss för att få en inblick i hur dessa typer av företag ställer sig till framtiden inom energibranschen. Därtill såg vi en möjlighet att lära oss mer om olje- och gasproduktion då vi tidigare inte varit i kontakt med dessa verksamheter.

Att besöka Norges stamnätsoperatör Statnett hoppades vi skulle ge oss en överblick över Norges kraftsystem och få ta del av de utmaningar Norge står inför när det kommer till överföringskapacitet och samarbete mellan grannländer. Norges energimix som till största del består av vattenkraft gör också landet unikt i jämförelse med resterande länder i Europa.

Vi fick upp ögonen för vattenkraftsproducenten Hafslund Eco i och med deras senaste stora projekt som var att bygga det största älvkraftverket i Norge. Denna anläggning konstruerades utan konventionella ritningar och istället nyttjade man endast Building Information Models (BIM) för konstruktion. Att besöka en vattenkraftsanläggning tänkte vi skulle ge oss en viktig pusselbit för att ena bilden över Norges energisystem.

## Statnett SF

Statnett SF är Norges stamnätsoperatör. Vi besökte huvudkontoret i Oslo för att träffa strategirådgivarna och få en inblick i deras roll i företaget samt få en förståelse för hur Statnett driver och utvecklar Norges elnät. Besöket bestod av tre delar: inledning och presentation från Statnett, besök i kontrollrum och avslutning med gemensam lunch och diskussion av erfarenheter från Sverige/kärnkraftsbranschen och Norges kraftnät.

Statnett är ett 100 % statligt ägt bolag med målet att bevara balansen mellan energianvändning och energiproduktion. Företaget har ansvar för över 11 000 km kraftkablar inom Norge samt 2 500 km undervattenskablar. Företaget har också ansvar för alla sammankopplingar till andra länder: Storbritannien, Tyskland, Danmark, Sverige, Finland, Nederländerna, och Ryssland. Elproduktionen i Norge kommer framförallt från vattenkraft, vindkraft, och geotermisk kraft. Vattenkraft används för att upprätthålla stabilitet i elnätet vilket sker genom att reglera vattenflödet. För närvarande är Norge en nettoexportör av energi. Däremot inträffar det ungefär var 10:e år att det inte regnar tillräckligt mycket för att fylla reservoarerna. Detta är exempel på tillfällen då Norge måste importera energi via de länkar som finns till grannländerna. Klimatförändringarna inverkar även på möjligheten att reglera produktionen eftersom vädret påverkas. 2021 var ett extremt år då det regnade för lite vilket medförde att reservoarnivån sjönk och vattenkraftskapacitet likaså. Norge exporterar fortfarande energi på årsbasis men då elpriset har stigit i Norge den senaste tiden pågår nu en debatt ifall de ska fortsätta exportera så mycket till andra länder.

Vi lärde oss att Statnett, trots att Norge inte är med i EU, är en del av ENTSO-E – European Association for the Cooperation of Transmission System Operators (TSOs) for Electricity. Det är en organisation som ansvarar för driften av Europas elsystem. Dessutom deltar Statnett i ett program som heter REPowerEU. Det här programmet har startats för att minska beroendet av ryskt fossilt bränsle och accelerera omställningen till förnybar energi. Genom detta program kan EU tackla klimatförändringen och minska den fossila bränsleförbrukningen. De största utmaningarna för Statnett är att volymen av förnybar energi (framför allt sol- och vindkraft) ska öka under kommande 20 år, vilket bland annat kopplar till att EU vill att 45 % av all energi ska vara förnybar till år 2030. Det innebär att Statnett måste säkerställa att elnätet har kapacitet för att överföra en större andel förnybar energi, särskilt från solkraft.

I kontrollrummet såg vi hur Statnett styr och övervakar eldistributionen inom Norge och även transmissionen mellan Norge och andra länder. En viktig del i driften av nätet är kommunikation mellan personal ute i fält och operatörer i kontrollrummet. Kontrollrummet behöver kunna hantera både planerat och oplanerat underhåll av kraftledningar och även hantera problem som kan uppstå i överföringen mellan Norge och andra länder. Ett exempel på underhåll är frusna kraftledningar under vinterhalvåret då det kan bildas upp till 80 kg is per meter kraftledning. Ett exempel på problem vid transmission till andra länder är Tysklands beslut 2011 om att stänga flera stora kärnkraftsanläggningar. Statnett behövde då hantera de förändrade flödena i transmissionssystemet i Norge eftersom Tyskland förändrade sin energidistribution och transmission. Det var Statnetts ansvar att snabbt reagera vid sådana förändringar för att säkerställa kraftöverföringen i landet.



**Figur 1. Statnets elnätinspirerade kontor där t.ex. lamporna var gjorda av högspänningsisolatorer.**

## Equinor

Equinor hette tidigare Statoil men sålde av bensinstationsdelen 2016 (vilket blev Circle K) och bytte namn till Equinor 2018. Företaget grundades 1972 och Norska staten har 67% ägarskap i företaget. Equinor producerar 2 miljoner fat olja per dag där majoriteten utvinns i Norge men de opererar även bland annat i Brasilien, USA och Storbritannien. Deras huvudområde idag är olja och gas men de har även investerat i förnybar energi de senaste åren och har idag en produktion på 1,5 GWh.

Besöket på Equinors huvudkontor i Oslo var intressant ur ett miljösyfte eftersom de har en stor inverkan på miljö med tanke på olje- och gasutvinning. Besöket var arrangerat av Ryan King som jobbar med Equinors företagsstrategi. Han bjöd även in två kollegor som presenterade företagets arbete vid oljeplattformar samt Equinors plan för framtiden.

Det totala utsläppet av växthusgaser förra året (2021) som Equinor stod för var ca 260 miljoner ton CO<sub>2</sub>e. Det kan jämföras med Sveriges totala utsläpp som var 48 miljoner ton för samma år<sup>1</sup>.

Equinor tillämpar Greenhouse gas (GHG) protocol, vilket är en standard för att redovisa sina utsläpp av växthusgaser och används världen över. Utsläppen kan delas in i olika "scope" beroende på var de härstammar ifrån.

Scope 1 – växthusgaser som verksamheten har direkt kontroll över, t.ex. fordon används inom företaget för att producera

Scope 2 - indirekta utsläpp från elektricitet, alltså användning av el

---

<sup>1</sup> <https://www.naturvardsverket.se/>

### Scope 3 – utsläpp som sker utanför företagets kontroll

Runt 90 % av Equinors totala växthusgasutsläpp sker i Scope 3, alltså användningen av deras slutprodukter: olja och gas. De övriga, scope 1 och 2, kan sänkas med hjälp av elektrifiering av fordon och utrustning samt val av energikällor vid arbete och optimering av oljeutvinning. Scope 3 kan endast sänkas genom att minska produktionen av olje- och gasutvinning. Detta är ett stort dilemma för Equinor som är väl medvetna om deras påverkan på klimatet men som samtidigt tjänar stora pengar på olja och gas.

I mars 2022 lanserade Equinor en Energy Transition Plan med ambitionen att vid år 2050 bli net-zero, d.v.s. att Equinors utsläpp balanseras med lika mycket upptag av växthusgaser. Det innebär en stor omställning för Equinor som i slutändan handlar om att deras produktportfölj kommer att ställas om från fossilt bränsle till förnybar energi. Det kommer fortfarande finnas kvar olja och gas i deras portfölj, fast i mindre mängder. För att kunna nå dit krävs stora investeringar som dels innebär att öka produktionen av förnybar energi från 1,5 GWh till 12-16 GWh till 2030. Den förnybara energin förväntas komma från havsbaserad vindkraft, vilket passar bra då Equinor redan har kunskap om att bygga och driva plattformar till havs. Olja och gas ska kompenseras med koldioxidlagring.

Equinor har ambitionen att bli ledande inom koldioxidlagring, eller som det heter på engelska Carbon capture storage (CCS), där de är en av deltagarna i det norska projektet Northern lights. Northern lights är ett stort projekt som ska erbjuda både transport och lagringsmöjlighet av koldioxid samt infångning av koldioxid. Tjänsten riktar sig främst till industrier som vill kunna nå net-zero. Infångning av koldioxid sker på land och transporteras sedan ut till havet där det lagras 2600 m under havsbotten i gamla oljereservoarer. Fas 1 av projektet väntas bli klart 2024 och ska då kunna lagra 1,5 miljon ton koldioxid per år. Ambitionen är sedan att skala upp kapaciteten till 5 miljoner ton per år beroende på efterfrågan.

Equinor är även med i ett antal projekt som utforskar möjligheterna för att producera vätgas från havsbaserad vindkraft.

Equinor har storslagna planer för framtiden som kräver en stor omställning av företaget. Det ska bli intressant att följa företaget deras resa och se om dom klarar av utmaningarna.



Figur 2. Equinors kontor i Fornebu, Oslo.



## Hafslund Eco

Hafslund Eco (HE) är den största elproducenten i Norge, näst efter Statkraft. HE driver totalt 80 vattenkraftsanläggningar vilka producerar totalt 21 TWh el per år (Norges totala produktion är 157 TWh). Vid Vamma vattenkraftsanläggning finns det 3 vattenkraftverk med total kapacitet att producera 1,6 TWh per år vilket motsvarar mer än 1 % av Norges konsumtion. När vi besökte Vamma kraftverk togs vi emot av Tord Wethelund som både gav oss en bakgrund till anläggningen och de senaste genomförda projekten samt guidade oss runt på hela anläggningen.

Det nyaste och största vattenkraftverket är Vamma 12, vilken har den största Kaplan generatoren i Europa (127 MW). Konstruktionen för Vamma 12 är unik då den byggdes utan ritningar. HE använde istället BIM (Building Information Models) direkt som bygghandling. Detaljkonstruktionen påbörjades under 2015 och efter en tigt tidplan med få förseningar driftsattes anläggningen i maj 2019. BIM-modellen användes för att koordinera konstruktionsarbetena mellan olika leverantörer. Exempelvis användes modellen för att säkerställa att bergets konstruktion matchade turbinen och dess utlopp. När anläggningsarbetena var klara uppdaterades modellen för att turbinleverantören skulle kunna ta fram konstruktionen för gjutformarna för turbinen enligt de mått som berget hade.

En kritisk del av genomförandet och som orsakade en försening av projektet var att förstärka förankringsbultarna i den nya bergväggen. Dessutom var arbetet med att spränga den skyddsvägg som byggdes för att separera byggarbetsplatsen från floden ett viktigt steg i slutet av projektet. Även om man hade planerat så att inget skulle kunna hända var många spända när man till slut sprängde väggen.

En reflektion över besöket i Vamma är att vattenkraften i jämförelse med kärnkraft inte kräver så många anställda, varken under drift eller för underhållsarbeten. En stor del av underhållet görs dessutom under drift och inte under revision som för kärnkraften. Det finns även många likheter med kärnkraften när det kommer till miljöregleringar, lagar, säkerhet (till en viss nivå) och att driva projekt. En stor skillnad är dock beroendet av vädret och vattennivåerna i reservoarerna längre upp i bergen, vilka påverkar produktionen i varje anläggning nedströms. Detta är en sårbarhet för Norges produktion vilket också blir mer och mer tydligt när vädret varierar allt mer.



Figur 3. Äldre delen av Vamma kraftverk.



Figur 4. Vamma 12, det nyaste vattenkraftverket.

## Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Syftet med YG är att utveckla personliga nätverk, bidra till kompetensöverföring mellan generationer och öka kunskapen om kärnkraft i ett brett perspektiv.

Resan till Oslo gav vår grupp en mycket bra bild över Norges energisystem, befintliga och kommande utmaningar samt gav oss möjlighet att jämföra dessa med hur det ser ut i Sverige. Vi fick genom våra tre studiebesök både lära oss om detaljer inom respektive verksamhet, men även de större perspektiven så som exempelvis Norges samarbete med resten av Europa, hur klimatförändringarna gjort energisystemet sårbart och hur ett oljebolag behöver ställa om för att hålla sig kvar i ett föränderligt energilandskap. Under besöket till Statnett fick vi träffa några unga anställda inom företaget vilket var extra roligt eftersom det fanns många gemensamma erfarenheter. Vi hoppas att Statnett kommer att besöka oss på deras nästa studieresa.

Resan till Oslo uppfyllde framförallt riktlinjerna om att utveckla nätverk och bidra till kompetensöverföring mellan generationer. Vi fick möjlighet att sprida kunskap om kärnkraftsbranschen och diskutera de olika förutsättningarna som finns i Norge och Sverige.

## Reflektion mot temat - Miljö

Miljötemat var återkommande i alla våra studiebesök, och till och mer ännu mer närvarande än vi först trott. Equinors omfattande arbete med att både snabbt ställa om till förnybart och att erbjuda tjänsten att lagra koldioxid i gamla oljereservoarer var något som förvånade hela gruppen. Även klimatet och vädrets påverkan på vattenkraftens möjlighet att reglera kraftsystemet var en utmaning som blev tydliggjord både vid besöket till Statnett och till Hafslund Eco.

## Tips

- Stäm av vilka datum som gruppen kan åka i god tid så att ni tidigt kan föreslå datum till de företag ni kontaktar.
- Om ni vill åka till några populära företag måste ni vara ute i god tid. Använd er YG-koordinator för att se till att inte alla grupper kontaktar samma företag.
- Passa på att boka in dagar för att hinna resa runt och upptäcka de platser ni reser till.
- Ha korta möten varje eller varannan vecka så att ni får framdrift i planeringen.
- Fördela ansvaret för planeringen mellan er i gruppen.
- Ta chansen att besöka relevanta företag även utanför kärnkraftsbranschen

# Reseberättelse

**Grupp Miljö, YG 2022, 2022-11-28**

*Text av Anna Lundgren, Domagoj Karkovic, Jens Eriksson, Zaheen Shah*

# Resan till England

Den andra resan, som vi i gruppen med tema "Miljö" gjorde, gick till England där vi fick lära oss om hur dom tar hand om sitt radioaktiva avfall på Sellafield och om forskningen på Dalton Cumbria Facility (DCF) och Englands fusions reaktor JET på Culham Centre for Fusion Energy (CCFE) , i Oxford.

## Deltagare på resan

Anna Lundgren

*Vattenfall AB*

Domagoj Karkovic

*Forsmarks kraftgrupp AB*

Jens Eriksson

*Forsmarks kraftgrupp AB*

Zaheen Shah

*Westinghouse AB*

## Tanke bakom resmål och koppling till vårt tema

Det första som lockades oss till England var att få lära oss mer om framtidens energi fusion. Ett potentiellt kraftfullt kärnkraftverk som har en mindre miljöpåverkan avseende dess bränsle och avfall. I CCFE utanför Oxford finns fusionsreaktorn JET där man sedan 1983 har forskat på fusion. Det är fortfarande många utmaningar som kvarstår för att kunna producera el från fusion men om det lyckas så är det ett av verktygen för att klara framtidens energibehov.

Sellafield har en brokig historia inom kärnkraften med tidig forskning inom kärnvapen och ett antal olyckor som lett till utsläpp. Det står inför stora utmaningar för att på ett säkert och miljövänligt sätt avveckla den kärnkraftsverksamhet som funnits inom området. Det är även Englands motsvarighet till CLAB och har även tagit hand om andra länders avfall. Vi ville lära oss mer om hur de arbetar och tar hand om avfallet och vad de har för planer angående slutförvar.

Dalton Cumbria Facility bedriver bl.a. forskning på hur material påverkas av strålning. Resultatet från forskningen används dels i att förbättra konstruktionen i kärnkraftverk och minska risken för olyckor som kan leda till utsläpp.



## Sellafield

Vårt första besök i England var på Sellafield som ligger i den norra delen av Englands västkust. Sellafield består av mer än 200 kärntekniska anläggningar och mer än 1000 byggnader totalt vilket gör platsen till Europas största område som är kopplat till kärnkraft.

Den kärntekniska verksamheten på Sellafield startade efter andra världskriget som en del av Englands kärnvapenprogram för att kunna producera plutonium. De två luftkylda grafit-modererade reaktorerna Windscale piles byggdes enbart för detta syfte men i samband byggdes även Calder Hall som bestod av fyra magnoxreaktorer. Det var världens första kommersiella kärnkraftverk som togs i drift 1956 och kunde leverera totalt 240 MW, 60 per reaktor. Magnoxreaktorerna var konstruerade för att kunna producera el samt plutonium av vapenkvalitet. Namnet magnox kommer från den magnesiumlegering som används för behållaren av bränslet.

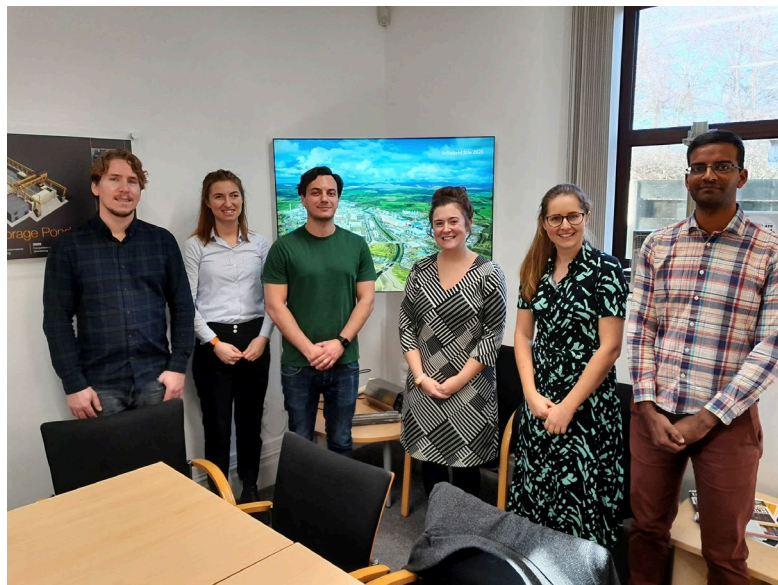
På Sellafield byggdes även Englands andra generations reaktor Windscale AGR som är en gaskyld reaktor som har en sfärisk inneslutning. Den byggdes som en prototyp och var i drift mellan 1962 och 1981. Den är idag under avveckling och är en av anläggningarna som vi fick besöka. Vi fick bl.a. se insidan på reaktortanken genom ett blyfönster.

Sellafield har även bedrivit upparbetning av använt kärnbränsle mellan 1997 och 2018. Förutom de bränslet som hade använts i Engelska kärnkraftverk så ingick även bränsle från Tyskland och Italien. Efter att anläggningen togs ur bruk så används den numera som förvar för använt bränsle. De bränslet som kommer från andra länder ska skeppas tillbaka för slutförvar i respektive land.

Idag handlar det mesta av arbetet på Sellafield om avveckling samt mellanlager för använt kärnbränsle och låg- och medelaktivt avfall. Vi fick besöka deras mellanlager där dom även har en ny kapselanläggning. En av de största utmaningarna består i att ta hand om gamla byggnader som använts för lager för använt kärnbränsle. En av dessa byggnader Magnox Swarf Storage Silo (MSSS) är klassad som en av de farligaste byggnaderna i Europa där det saknas mycket information om vad den innehåller. Den byggdes på 50-talet för att lagra radioaktivt avfall från kärnkraftverken i England utifrån konstruktion som var anpassad för lagring av spannmål. Det ledde till att avfallet i byggnaden började läcka ner i marken på 70-talet. För att kunna avveckla byggnaden på ett säkert sätt så krävs speciellt framtagna tekniker i form av kranar och robotar för att kunna hantera strålningen i byggnaden.

Englands plan är att i framtiden bygga ett slutförvar som påminner om Sveriges. Det har dock inte bestämt vart i landet som det ska placeras.

Besöket avslutades med att vi fick träffa representanter från England YG. De berättade om sitt arbete om att informera allmänheten, där dom åker runt på skolor och diskuterar kärnkraft med ungdomar.



Figur 1. Lunch tillsammans med representanter från YG UK: Philippa Hawley och Hannah Paterson.

## DCF - Dalton Cumbria Facility

Dalton Cumbria Facility (DCF) är en forskningsanläggning som fokuserar på strålning, avveckling, och att hantera radioaktivt avfall. För att simulera bestrålning används olika typer av strålning: joniserande (t.ex. väte och cesium), gamma, och röntgenstrålning. Vi besökte DCF som ligger i Lake District i nordvästra England för att träffa forskare och tekniker som driver anläggningen och fick även möjlighet att se utrustningen som används i deras forskning.

DCF byggdes 2011 och utvecklades som del av ett samarbete mellan Nuclear Decommissioning Authority (NDA – regeringsdepartement) och University of Manchester. Dess mål var att fylla en lucka i Storbritanniens forskning och att förbättra Storbritanniens expertis inom kärnkraftsavveckling. DCF utvecklar och uppfinnar nya teknologier för att lösa utmaningar som kärnkraftindustrin möter och består bland annat av experter från kärnkraftsindustrin. DCF har två partikelacceleratorer, se Figur 2, en gammastrålnare och ett antal laboratorier. I partikelacceleratorerna bestrålas liknande material som används i kärnreaktorer. Gammastrålnaren används för att ge en doshastighet som liknar den i använt kärnbränsle. Med de här utrustningarna och laboratorierna utförs bestrålningen av materialet och kan replikeras i laboratoriekontrollerade miljöer. Det här förbättrar förståelsen för bestrålningsskada i kärnbränsle och förutsäger även framtida beteende.



Figur 2. Partikelaccelerator i DCF.

Vi lärde oss om de olika miljöer och scenarier som man forskar på i DCF. Ett exempel är gammabestrålning av biologiskt material för att simulera effekterna av kosmisk bestrålning om vi människor skulle leva på månen. Ett annat exempel är utvecklingen av robotik för att inspektera dammar och silos på Sellafield. Man använde en 3D-skrivare för att bygga en robot (AVEXIS) för att sedan kunna inspektera First Generation Magnox Storage Pond hos Sellafield, vilket är en av den mest farliga delarna av anläggningen. Roboten är reproducerbar på kommersiell skala med statlig finansiering. Dessutom modifierades roboten och ska därefter kunna användas för att vara en del i saneringen på Fukushima Daiichi Reaktor 1.

DCF stöds av 21 filosofie doktor-projekt men anläggningen behöver uppgraderas för att fortsatt kunna nyttjas i framtida projekt. Att utveckla anläggningen ska finansieras genom samarbete mellan den kommersiella kärnkraftsindustrin och Storbritanniens forskning och utvecklingsgemenskap för kärnenergi. Det ingår exempelvis finansiering från National Nuclear User Facility som ska användas för att förbättra avskärmningen runt partikelacceleratorerna. Det här skulle göra det möjligt att utveckla experiment med en ökad stråldos, liknande den som finns i fusionsmiljöer.

## CCFE - Culham Centre for Fusion Energy

Culham Centre for Fusion Energy är ett forskningscenter översedd av UK Atomic Energy Authority där man är i processen att utveckla hållbar och lönsam energi från fusion. Anledningen till fusion är att det anses vara det mest rimliga och logiska steget för framtida energiproduktion. Det är många utmaningar och stora hinder som måste övervinnas men belöningen av att låsa upp kraften av fusion är enorm, så stor att den kommer starta en ny epok för mänskligheten. Över 900 smarta och kreativa experter jobbar med att hitta lösningar till alla motstånd som dyker upp.

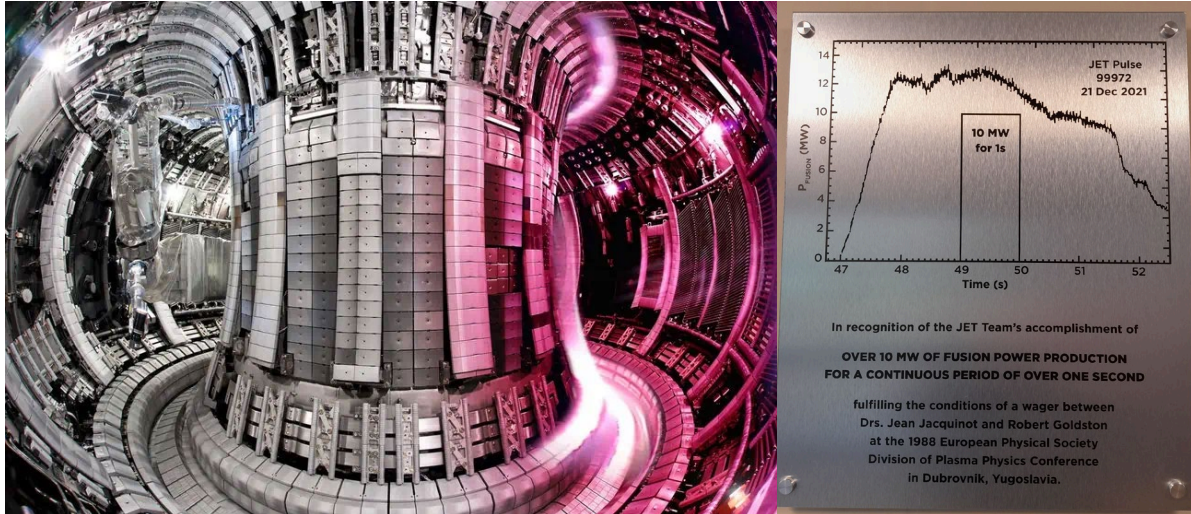
Vi besökte anläggningen för JET: Joint European Torus reactor. Bränslet i fusionsreaktorn skjuts in i form av fryst pellet som innehåller tritium och deuterium, sedan värms den upp till 150 miljoner °C i reaktorn för att "tvinga" en tritium- och en deuteriumatom att genomgå fusion, precis den reaktion som sker i solen. Energin man får ut av de två atomerna följer den kända formeln  $E=mc^2$  och slutprodukten blir Helium. JET behöver 700 - 800 MW för att starta en fusionsreaktion och genererar 11 MW i fem sekunder. Detta låter kanske lite, men det tar oss till en av svårigheterna med fusion - den extrema temperaturen! Nämligen att det är svårt att hålla en sådan hög temperatur över längre perioder. Plasmata av uppvärmd 2H och 3H hålls svävande i ett vakuum i reaktorn, utan att röra väggarna, med hjälp av kopparmagneter nerkylda med flytande helium. Problemet är att magneterna inte tål 150 miljoner °C under en längre tid, faktiskt inte längre än 5 sekunder, utan att själva smälta.



Figur 3. Bredvid den riktiga JET finns en mindre anläggning för utbildning och tester.

Forskarna som vi mötte berättade hur de testar och analyserar många typer av material för att hitta bättre och starkare magneter. Precis som fissionsprocessen kräver fusion först energi för att sedan kunna generera energi och där kommer fission in i bilden. Mike, våran guide i anläggningen, berättade att fusionsprocessen är förutsedd att skapa impulser av stark energiproduktion i några timmar, optimalt 8h eller mer, men för att jämna ut energinivån i elnätet behövs dagens pålitliga kärnkraftverk för att bidra med stabilitet. Även om 150 år när fusion skulle kunna vara utvecklat och nyttjas kommersiellt i världen kommer fission existera som en stabil försörjare av el och dessa två tekniker i samverkan kommer skapa världens ljusa och fossilfria framtid.





Figur 4. JET inifrån. År 2021 lyckades man producera 10 MW under 1 sekund, en så kallad JET Pulse.

## Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Syftet med YG är att utveckla personliga nätverk, bidra till kompetensöverföring mellan generationer och öka kunskapen om kärnkraft i ett brett perspektiv.

Resan till England har på många sätt ökat gruppens kunskap om kärnkraft i ett brett perspektiv. Besöket till Sellafield gav oss inblick i både historien kring framtagning av kärnvapen, utveckling av kärnkraftsreaktorer och dåtidens hantering av radioaktivt avfall. Det var även intressant att jämföra de geologiska förutsättningarna i Sverige och England och hur detta påverkar strategin för slutförvar. Resan till de två forskningsanläggningar DCF och CCFE gav ett framtidsperspektiv för kärnkraften och även inblick i strålning och forskning i stort. Att NASA utför experiment i DCF för att se hur biologiska material påverkas av olika typer av strålning var något vi inte hade kunnat ana innan besöket.

Under samtliga studiebesök fick vi möjligheten att träffa företagsrepresentanter som varit med i branschen under lång tid, vilket genererade många givande diskussioner och frågeställningar. Speciellt intressant var att träffa Chris Warrick som berättade om forskningen kring fusion och vad som hänt de senaste 40 åren då han arbetat med detta.

Gruppen har även utvecklat sitt nätverk under denna resa, inte bara inom gruppen, utan även lärt känna medarbetare på de företag vi besökte. Vi fick möjligheten att träffa två representanter från Young Generation England som arbetade på Sellafield och de presenterade sitt arbete kontinuerliga arbete för att främja ungas engagemang inom branschen.

## Reflektion mot temat

Våra besök i Sellafield, Dalton Cumbria Facility och CCFE sammanbinder temat miljö på ett distinkt sätt. Vi började från slutet, Sellafield, där farlig kärnavfall kommer för att bearbetas, inaktiveras och även återvinnas för att sedan transporteras till respektive ursprungsland. Alla komplicerade processer med många olika kemikalier för inte bara neutralisera kärnavfall så bra som möjligt utan att även se till att deras verksamhet inte har en negativ påverkan på miljön. DCF, med hjälp av sina starka jonkanoner forskar kring påverkan av strålningen på alla möjliga material som kan utsättas. Det är viktigt för både nuvarande och kommande avfall för att visa potentiella svaga punkter i ett förvar och för att kunna skydda och minska människans påverkan på miljön.

Nästa steg är i framtiden där fusion kopplar sig till fission, för att utvinna ännu mer energi med ännu mindre miljöpåverkan. JET-reaktorn är ett experiment för framtida reaktorer som kommer producera el, den skapar inget långlivat kärnavfall eller avfall med hög strålning. Bränslet utvinns av vatten, det mest rikliga ämnet på planeten och biprodukten är främst helium, vilket är ett sällsynt och användbart element som det finns mindre av för varje dag.

## Tips

- Se till att samla hela gruppen tidigt i planeringen och dela på arbetet gällande sökandet efter platser att besöka.
- Stäm av tidigt om det är några speciella tider på året som passar mindre bra för resan eller om du ska vara bortrest.
- Försök att planera och avsätta tid för att hinna med att leta efter kontakter till besöken och stämma av med dom så tidigt som möjligt när det finns möjlighet att besöka.
- Ha täta möten i början så ni följer upp statusen angående studiebesöken kontinuerligt, det är lätt att saker rinner ut i sanden.