

Reseberättelse Europa

YG26, Young Generation 2022-2023, Historiagruppen

Culham och Hinkley Point

I november 2022 reste vi till Storbritannien. Det blev flygresan till London/Heathrow och sedan fick vi möjligheten att upptäcka den engelska landsbygden med vår hyrbil. Det blev en hel del Fish'n chips och kärnkraft av det mest högteknologiska slaget. Vi besökte två anläggningar, dels Culham Center for Fusion Energy (från och med nu benämner vi det CCFE) strax söder om Oxford, och även Hinkley Point där kärnteknisk historia och framtid trängs på samma plats.

Deltagare

Christopher Blom, Westinghouse

Mikael Nordlander, Forsmark

Jens Johansson, Ringhals

Jacob Persson, Vattenfall

Elias Moberg, OKG

Motivering till val av resmål

Ursprungligen fanns en tanke om att resa till Sellafield i Storbritannien där en stor del av landets (och världens) tidiga kärntekniska historia ägt rum. Nu var det lite svårt att komma dit så det blev istället två andra brittiska resmål. På CCFE har man sedan 60-talet bedrivit framgångsrik fusionsforskning och anläggningen är än idag en av världens bästa. På Hinkley Point C pågår just nu Europas största reaktorbygge med 2xEPR, dock finns här även gamla reaktorer baserade på inhemsk brittisk teknik, som vi fick lära oss mer om.

Det blev inte ett renodlat historietema då våra besöksmål fortfarande är igång och även bygger för framtiden. Men det är såklart mycket glädjande att se att kärnkraftens historia fortsätter långt in i framtiden, särskilt i Storbritannien.

Dag 1: Besök Culham Center for Fusion Energy

Efter en trevlig kväll i den mycket speciella staden Oxford reste vi en halvtimme söderut till CCFE. Anläggningens huvudattraktion är fusionsreaktorn JET (Joint European Torus). Som namnet indikerar är det en tokamak, och den togs i drift 1983.

Vi inledde med att vår guide Chris Warrick berättade om fusion i allmänhet och deras experiment i synnerhet. Det finns olika sätt att fusionera olika ämnen. I JET används DT-fusion, alltså Deuterium+Tritium som sammanfogas. Detta sker i en tokamak som är ungefär stor som ett litet sovrum. Själva reaktorn kommer man normalt inte in till, men vi fick se en fullstor mockup där man exempelvis provar vissa manövrar som robotarmar på insidan kan utföra.



Figur 1 Gruppfoto i entrén till CCFE, där man stolt visar upp hur det ser ut innuti JET-tokamaken.



Figur 2 Gruppfoto vid fullstor mockup, där man provar olika sorters utrustning eftersom man inte kan göra det hursomhelst i den radioaktiva tokamaken (det tar cirka ett halvår för radioaktiviteten att klinga av)

JET är en föregångare till ITER-reaktorn som just nu byggs i Frankrike. ITER bygger alltså på samma koncept men är större och har mer avancerad teknologi. Det var fascinerande att höra om de extrema förhållanden som råder i och utanför JET-reaktorn. För att starta och värma upp plasmat går det åt enorma mängder energi, så mycket som 2% av Storbritanniens ”national grid” som vår guide uttryckte sig. Hälften

plockas direkt från nätet och den andra hälften sparas upp i förväg i hundratals ton tunga svänghjul.

Plasmat värms upp till 150 miljoner grader, vilket är ungefär tio gånger varmare än solens centrum. JET-reaktorn använder sig av konventionella ledare för att skapa magnetfältet som håller plasmat "svävande". ITER-reaktorn byggs dock med supraledare vilka därmed kyls ned till nära universums nollpunkt. På ITER kommer alltså bland de varmaste respektive kallaste temperaturpunkterna producerade av människohand, befinna sig endast meter ifrån varandra samtidigt!

Reaktionen upprätthålls i omkring fem sekunder. I december 2021 slog man i JET-reaktorn ett världsrekord då man upprätthöll en fusionsreaktion som gav 59 MJ energi. Detta är en tredubbling av det tidigare rekordet som man slog i samma reaktor år 1997, då "endast" 21,7 MJ. Dock krävdes mer energi för att skapa reaktionen och man understeg alltså 1.0 i det som kallas *fusion energy gain factor*. Som nog de flesta känner till lyckades man i USA bara några veckor efter vårt besök CCFE att upprätthålla en fusionsreaktion som översteg 1.0, alltså gav mer energi tillbaka än vad som gick åt för att starta förloppet.

Dagen avslutades med färd mot Bristol.



Figur 3 Självklart är man mycket stolt över att Kung Charles har varit och besökt anläggningen.

Dag 2: Hinkley Point

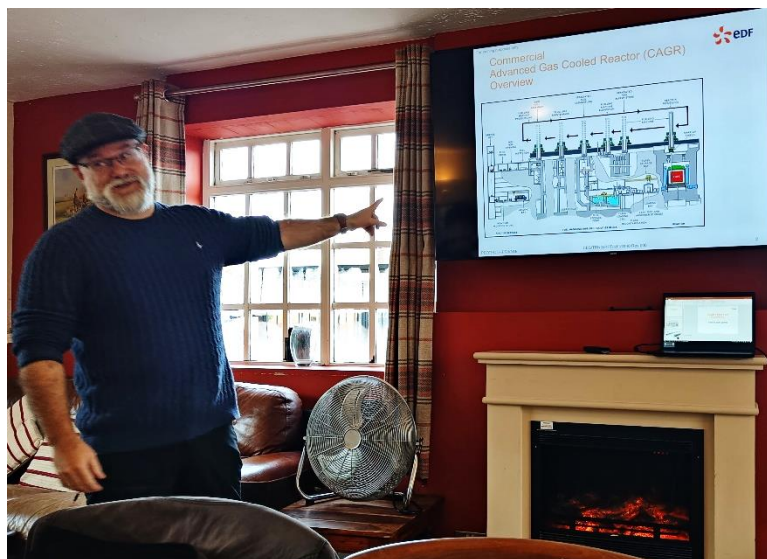
I jakten på historiska anläggningar i Storbritannien insåg vi att det var mycket svårt att hitta någon som hade en besöksverksamhet. Desto enklare var det att besöka nybyggnationen på Hinkley Point C. Det fina i detta sammanhanget är att Hinkley Point A och B ligger på samma plats, där man känner historiens vingslag.



På Hinkley Point C (HPC) byggs just nu två EPR vilket gör platsen till Europas just nu största kärnkraftverksbyggnation. Bygget, bland annat, sysselsätter 8000 man samt lyftkranen med störst lyftkapacitet i hela världen (5000 ton). EDF, alltså det Franska statliga kärnkraftsbolaget, både bygger och ska driva anläggningen vilket är en annorlunda affärsmodell jämfört med Olkiluoto 3 i Finland vilken är samma reaktormodell.

Tyvärr skedde en dödsolycka dagarna innan vi skulle gjort vårt besök på site. Detta ledde till nedstängning av hela besöksverksamheten i en dryg veckas tid. Vi fick istället nöja oss med deras relativt påkostade visitor centre, samt se bygget från bilvägen.

För att lära oss med om historiken på platsen lyckades vi få ett lunchmöte med Kurt Atkinson, som arbetar med bränsle på EDF. Han lärde oss om AGR-tekniken, vilket är den huvudsakliga tekniken som britterna använt till sina reaktorbyggen (alltså deras "ASEA"). AGR betyder Advanced Gas-cooled Reactor. Vi fick en demonstration av reaktortekniken i allmänhet och bränslet i synnerhet.



Figur 4 Föreläsning om AGR-reaktorer och bränsle, av Kurt Atkinson på gemytliga restaurangen Huntsmann Inn

Grundprincipen för en AGR-reaktor är en grafitmodererad reaktorhård som kyls av

koldioxid. Härden är mycket stor rent fysiskt, större än en RBMK, BWR, PWR och CANDU-hård och tryckkärl tillsammans. Bränslekutsen är formad som en donut med hål i mitten och betydligt större diameter än en vanlig kuts som används i lättvattenreaktorer. Vi fick se prototyper av detta vilket intresserade våra bränsleingenjörer mycket. CO₂-kylningen värmeväxlas mot en sekundärkrets som driver turbinen. På Hinkley point är både site A och B så kallade AGR-reaktorer där HPA var aktiv 1965-2000 och HPB 1976-2022.

På Hinkley Point C visitor centre fick vi lära oss allt om det senaste bygget av reaktorer i Storbritannien, som startade 2018. Här byggs alltså två st 1600 MW European Pressurized

Reactors (EPR). Samma reaktormodell finns eller byggs i Finland (Olkiluoto 3), Frankrike (Flamanville 3) och Kina (Tashian 1+2). Storbritannien hade före vår resa tagit konkreta steg för att bygga 2xEPR till vid Sizewell C i östra England, och ytterligare steg har tagits efter vår resa. Deras visitor centre var uppbyggt så att allmänheten ska få lära sig mer om kärnkraft och även uppleva byggplatsen. Det roligaste att se var deras 360-view där man kunde "åka runt" på byggplatsen och titta på allt som försiggår. En av de mest imponerande anekdoterna är det kraftiga tidvattnet vid havet i Bristol-kanalen, vilket kräver att man bygger tunnlar för kylvattenintaget, som är omkring 3 km långa och i sig är ett enormt åtagande vid bygget. Vi nyttjade vår förlängda besöksstid på visitor centre med en lång fikastund med vår guide, där vi fick lära oss mer om Hinkley Point, men även dela erfarenheter av brittisk och svensk energipolitik i allmänhet.



Figur 5 Kollage som sammanfattar vårt besök på Hinkley Point. 1: Bygget inklusive världens största lyftkran. 2: Gruppfoto på Visitor centre, bakgrunden visar reaktorinneslutningens transportöppning. 3: Virtuella runturs-verktyget. 4: AGR-reaktorn HPB.

Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Det var mycket spännande att få besöka ett annat land och se likheter och skillnader i kärnkraftsteknologi och historia. Framförallt sammansvetsades vi som grupp och det var givande diskussioner i bil och på pubar mellan besöken. Besöket i Storbritannien gav även påtagliga insikter om energianvändning i allmänhet i det brittiska samhället. Känslan var att Sverige har kommit betydligt längre i bygginfrastruktur i allmänhet men särskilt vad gäller energianvändning och effektivisering. Man måste dock ge britterna en eloge för den noggranna planeringen och genomförandet av byggandet vid Hinkley Point C, och snart kommer förhoppningsvis även ”systersiten” Sizewell C igång.

Reflektion mot temat

Resans besöksmål passade inte nödvändigtvis jättebra in på historietemat då huvudattraktionen HPC är ett nybygge. Det finns dock mycket att säga om närtidshistorien vid en nybyggnation. Dessutom var det mycket intressant att få en privatföreläsning om den gamla AGR-tekniken. Culhambesöket var som en frisk blandning, då vi stod på historisk mark men där man även tydligt kunde se framtidsvisionerna. Kommersiell fusionskraft är fortfarande en avlägsen dröm, men de historiska framstegen, särskilt på senare tid, visar att man så sakteliga kan börja tro på det på riktigt.

Tips

Vi delar med oss av några reflektioner från Storbritannien:

- Det är väldigt svårt att komma i kontakt med, och få besök på, en kärnteknisk anläggning i Storbritannien om man inte har närmast personliga kontakter. Hinkley Point har ett mer lättillgängligt formulär online för besöksintresserade, men det kräver fortfarande en ganska stor och tidskrävande insats för att få allting att fungera.
- Västertrafiken i Storbritannien kräver automatväxlad bil och samtliga passagerares uppmärksamhet för att stödja föraren.
- ”MPV”, det vi i Sverige skulle kalla för familjebil/minibuss (Typ Ford Galaxy) kräver att hyrbilstagaren är minst 30 år för att få köras.
- Hotell i västra England är undermåliga, boka minst fyrstjärnigt.
- Boka studieresan i anslutning till helg så ni exempelvis kan uppleva London, när ni ändå är i krokarna.

Reseberättelse Sverige

YG26, Young Generation 2022-2023, Historiagruppen

Studsvik och Ågesta

I maj 2022 reste vi till Studsvik, där mycket av Sveriges tidiga kärntekniska forskning genomfördes. Här finns idag flera företag som jobbar med forskning samt omhändertagande av avfall. Resan fortsatte och avslutades på Ågesta vilket är Sveriges första energiproducerande kärnkraftverk.

Deltagare

Christopher Blom, Westinghouse

Mikael Nordlander, Forsmark

Jens Johansson, Ringhals

Jacob Persson, Vattenfall

Elias Moberg, OKG

Motivering till val av resmål

I och med gruppens historietema föll sig valet av nämna resmål naturligt. Sveriges kärntekniska historia börjar egentligen med reaktor R1 i en källarlokal på Kungliga Tekniska Högskolan. Planer på att besöka denna fanns, men vi prioriterade bort det eftersom det egentligen inte finns mer att se än ett hål i marken.

Studsvik är platsen där nästa forskningsreaktor, R2, byggdes. Detta är huvudattraktionen på platsen, men Studsvik som plats har med all forskning som genomförts varit betydelsefull för Sveriges kärntekniska historia. Samma sak gäller Ågesta vilket var Sveriges första energiproducerande kärnkraftverk. Båda platserna har också kopplingar till varandra och till historien då en del av syftet med dem var att undersöka möjligheten för Sverige att utveckla kärnvapen.

Dag 1: Besök på Studsvik

På Studsvik finns ett flertal företag. Vi besökte Studsvik AB och SVAFO.

Studsvik AB

Huvudattraktionen på Studsvik AB är deras Hot Cell-laboratorium. Vi fick guidning av Kyle Johnson. Ingen av oss hade tidigare varit på ett laboratorium av detta slag. Det är häftigt att man på bara några meters avstånd kan titta på och hantera bestrålat kärnbränsle, för visso är det en meter tjockt blyglas emellan, men ändå. Vi fick prova på att hantera "händerna" på insidan som styrs med mekanik från utsidan.

Laboratoriet hanterar många olika uppdrag. Hit kommer bränsleskadade patroner från svenska kärnkraftverk, för att orsaksutredas.

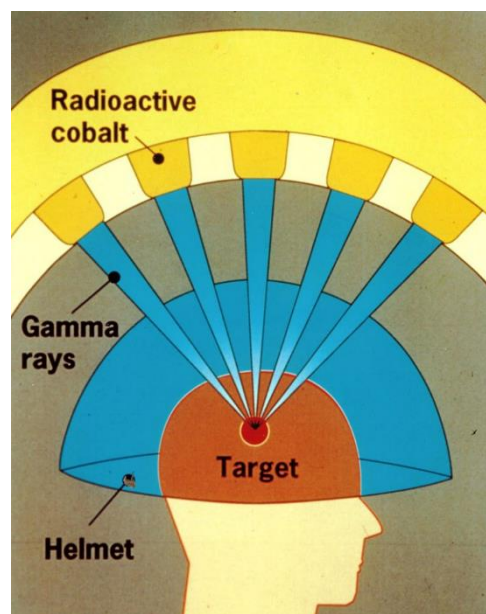
Vi fick också se delar av "Gamma Knife" under tillverkning, vilken kan hjälpa cancerpatienter vid bestrålning, se figur. På Studsvik sätts det radioaktiva kobolt 60-preparatet ihop, vilket i västvärlden utöver Studsvik endast utförs på ett laboratorium i Kanada. Efter cirka ett halvår har strålningen från Kobolten klingat av så pass mycket att preparatet behöver bytas ut igen.

SVAFO

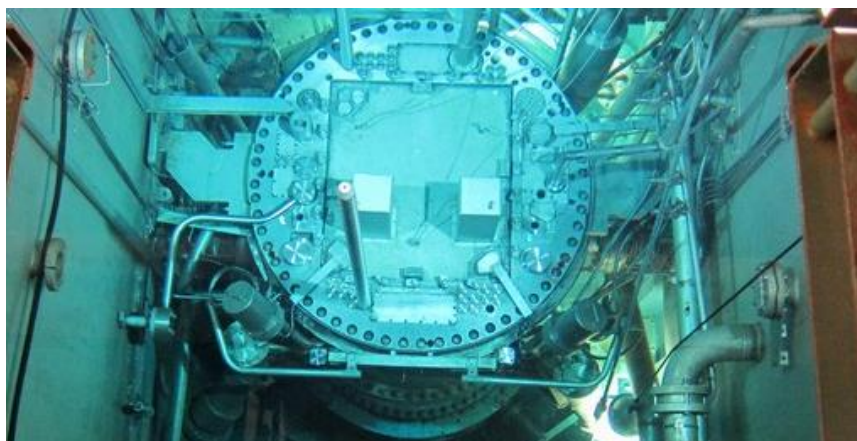
Eftermiddagen på Svafo genomfördes under guidning av Banafshe Behrooz. Huvudattraktionen var den gamla R2-reaktorn, vilken vi som grupp kanske blev den sista att få se, om än bara ett betongskal. I stort sett allting var vid det här laget nedmonterat och byggnaden var så gott som friklassad. Tyvärr fick vi inte publicera bilder från besöket men det finns några tagna från SVAFOs hemsida här i alla fall.



Figur 1 En hot cell på Studsvik AB



Figur 2 Principskiss för Gamma Knife. Bild från NRC.



Figur 3 R2-reaktorn på Studsvik, vilken nu dock är helt rivet

R2-reaktorn var en lättvattenreaktor och var igång 1960-2005. Den användes primärt för olika typer av forskning och materialtester. Snett ovanför R2, i ”bränslebassängen”, fanns även en liten ”portabel” reaktor som kallades R2-0.

Utöver de nämnda företagen som vi besökte fick vi även lära oss lite om de andra företagens verksamheter på Studsvikområdet.

Dag 2: Ågesta

Dagen därpå gick färden norrut mot södra stockholmstrakten. Här finns nästa reaktor i det svenska programmet, nämligen R3. Det är en tryckvattenreaktor som är tungvattenmodererad. Den ligger insprängd i berget. Denna reaktor användes liksom R2 för olika typer av forskning, men producerade även energi med hjälp av kombinerad ångcykel, vilket gav både elektricitet (10 MW) samt fjärrvärme (55 MW) åt delar av södra Stockholm.

Trots att reaktorn endast var aktiv 1963-1974 har rivningsprocessen inte kommit lika långt som R2 på Studsvik. Här fanns det mycket kvar att se och vi fick lära oss en hel del om hur rivning av ett kärnkraftverk går till. Ågesta rivs liksom R2 av företaget SVAFO som är ett konsortium bestående av de svenska kärnkraftsoperatörerna.



Figur 4 Gruppfoto i Ågesta/R3s reaktorhall

Tankar om hur besöken uppfyllt YGs riktlinjer

Vår kunskap om det svenska kärnkraftsprogrammet breddades tydligt av dessa besök. Det mesta fakta gällande detta går att läsa sig till, men att vara på plats och få se med egna ögon ger god behållning. Framför allt fick vi en breddad kunskap om kärnkraft och kärnteknologi i allmänhet, exempelvis rivning och nedmontering, hantering av radioaktiva substanser i hot cell, och även rent medicinsk användning av kärnteknologi som gammakniven vi fick se i tillverkning. Vi fick också höra mycket anekdoter om forskningen kring kärnvapen och de historiska samt geopolitiska ”dragen” som vårt land varit inblandade i.

Reflektion mot temat

Resans besöksmål passade mycket bra mot vårt historietema. Vi hade initialt tankar på att se alla delar av R-serien av reaktorer. Som nämnt är dock R1-reaktorn på KTH inget särskilt att se och det var dessutom inte möjligt att få en guide att bistå oss vid detta tillfälle. R4-reaktorn var ”nästa” efter Ågesta. Den ligger i Marviken utanför Norrköping men togs aldrig i drift. Som vi förstod fanns där inget särskilt att se, så vi prioriterade istället att se och lära oss mer av R2 och R3-reaktorerna.

Tips

Utifrån vår Sverigeresa gav vi oss själva några tips inför vår utlandsresa, som vi även delar med oss till andra:

- Boka in lite mer luft i schemat. Det är bättre att hjärnan får återhämta sig mellan besöken, så det går att stoppa in information som faktiskt går att komma ihåg. Hellre ett fåtal kvalitativa besök än många där man kanske inte får möjlighet att lägga allt på minnet.
- Försök kom åt ”anekdoter” från de som jobbar på plats. Mycket kan man läsa sig till på nätet, men mycket kunskap och historier går inte att skriva om på samma sätt. När man reser och träffar de som jobbar på plats är det denna ”unika” kunskap man primärt bör satsa på att komma åt och ta intryck av.