



Reseberättelse Europa och Norden

Nybyggnation, Young Generation 2025

Resa till ITER och Copenhagen Atomics

Under oktober genomförde vi ett studiebesök vid ITER i Frankrike för att fördjupa vår förståelse inom fusionsteknik och i december följde vi upp detta genom att besöka Copenhagen Atomics, där vi fick ta del av deras arbete med avancerad modulär toriumreaktor.



Deltagare

Namn	Företag
Joakim Matilainen	Vattenfall
Tommy Bohman	Westinghouse
Johan Lundén	OKG
Fredrik Adolfsson	FKA

Syfte med resan

Det finns resor som inte bara tar en till nya platser utan också förändrar sättet vi ser på energiproduktion i framtiden. Denna reseberättelse redogör för studiebesök som genomförts hos två betydelsefulla aktörer inom framtidens energiteknologi. ITER, Frankrike och Copenhagen Atomics i Danmark. Syftet med resorna var att fördjupa förståelsen för den tekniska utveckling som pågår inom både fusions- och fissionsbaserad kärnenergi, samt att få en inblick i hur olika forsknings- och industrimiljöer arbetar för att utveckla nästa generation av hållbara energisystem.

Vid ITER togs intryck av den omfattande internationella samverkan och de vetenskapliga och ingenjörsmässiga framsteg som krävs för att realisera kontrollerad fusionsenergi. Här har man sedan 2005 arbetat med att bygga den största fusionsreaktorn som ska användas till forskning och som bevis på att fusion fungerar i stor skala. Besöket gav möjlighet att se projektets struktur, dess tekniska utmaningar samt de långsiktiga målsättningarna för kommersiell fusion. En väldigt avancerad och imponerande anläggning där många av världens länder är representerade.

Hos Copenhagen Atomics gavs istället en inblick i en mer industridriven innovationsmiljö, där avancerade smältsaltsreaktorer utvecklas med fokus på serieproduktion, modularitet och kostnadseffektiv drift. Här framträdde hur privata initiativ och tekniska genombrott kan bidra till snabbare implementering av ny kärnteknik.

Tillsammans utgjorde besöken en värdefull helhet, där både storskalig internationell forskning och effektiviteten hos en mindre, innovativ aktör kunde upplevas i sina respektive verksamhetsmiljöer. Dessa insikter visar verkligen hur olika angreppssätt påskyndar den tekniska utvecklingen inom energisektorn

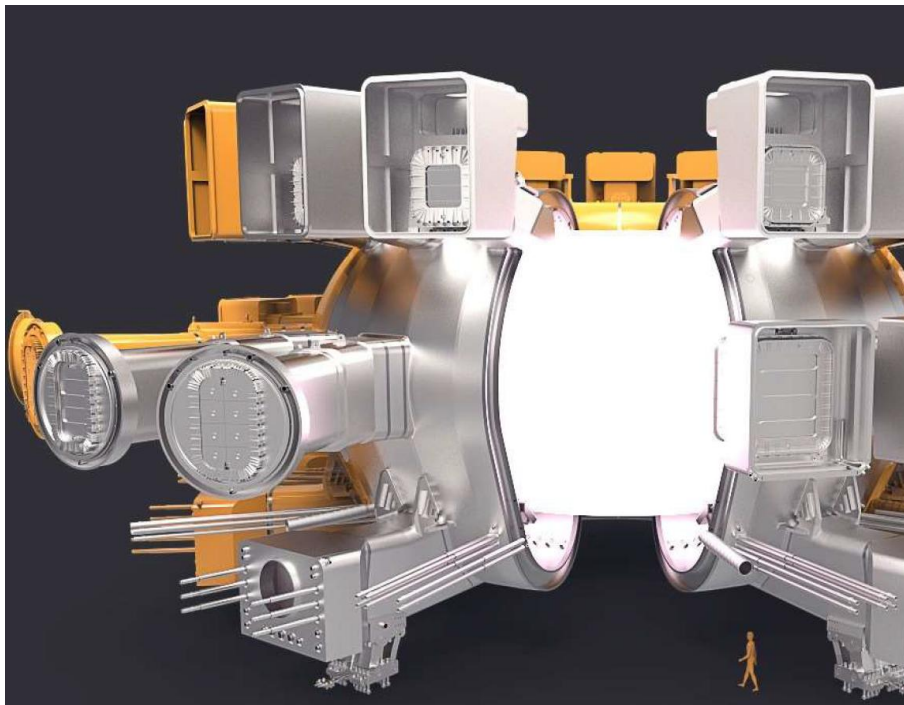
ITER

Fusionsreaktorn som byggs vid ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) är resultatet av ett omfattande samarbete mellan 33 nationer, där målet är att tillsammans driva utvecklingen av framtidens kärnfusion. Samarbetet är inte enbart finansiellt – varje nation ansvarar även för att producera specifika komponenter som sedan skickas till ITER-anläggningen för montering.

Under vårt besök togs vi emot av Kirsten Haupt, kommunikatör vid ITER, som inledde med en presentation i deras besökscenter. Hon redogjorde för projektets bakgrund och berättade att ITER:s historia sträcker sig tillbaka till 1985, då idén om en internationell fusionsreaktor först tog form. Byggnationen av anläggningen på ett område av 180 hektar påbörjades 2010, enligt nuvarande tidsplan är målsättningen att forskningsverksamheten ska kunna inledas år 2034

Konstruktion

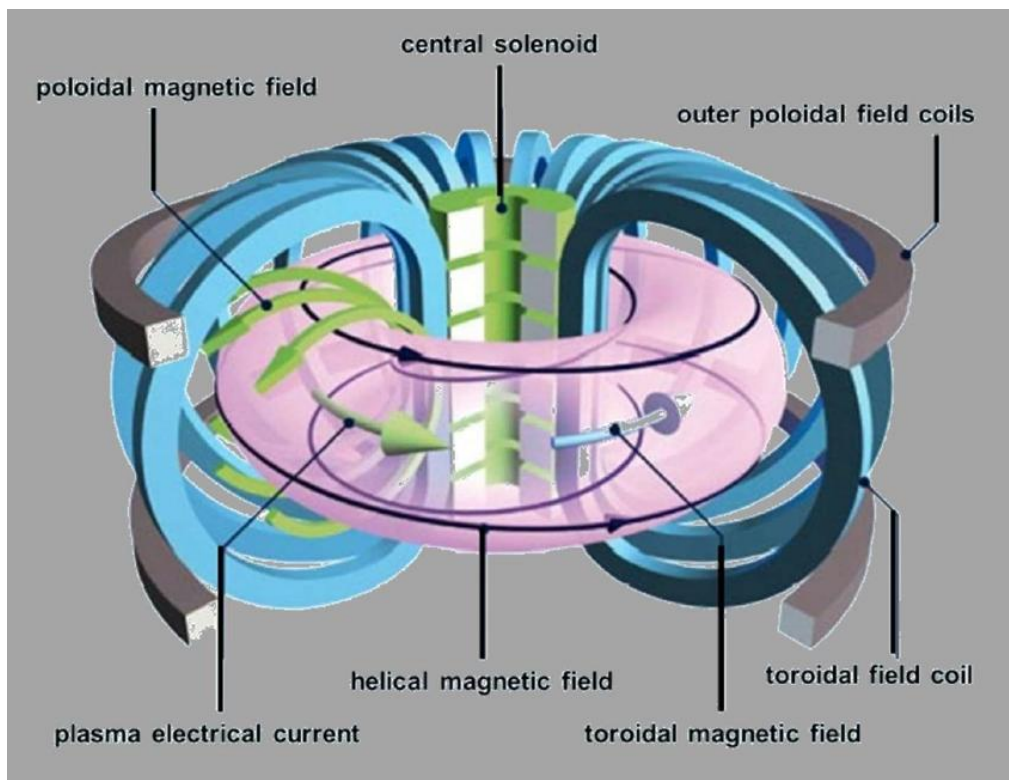
Reaktorn är konstruerad enligt en så kallad Tokamak-design, vilket i dag är den ledande och mest etablerade principen för fusionsreaktorer.



Figur 1 - Vakuumkärl



Själva vakuumkärlet kommer att väga omkring 8 500 ton när det är färdigmonterat – en siffra som verkligen satte projektets skala i perspektiv. Runt reaktorkärnan har ITER konstruerat och byggt det största vakuumisolerade tryckkärlet i rostfritt stål som någonsin tillverkats. Kärlet mäter cirka 30 meter i både höjd och diameter och har en imponerande vikt på omkring 3 850 ton, som har fått namnet "Cryostat".



Figur 2 – Magnetiska buren

För att initiera och upprätthålla fusionen mellan väteisotoperna deuterium och tritium hettas plasman upp till cirka 150 miljoner grader Celsius. Den hålls på plats av ett avancerat magnetfält som genereras av superkylda magneter nedkylda till omkring 4 kelvin. Denna magnetiska inneslutning är avgörande för att stabilisera plasman och möjliggöra fusionens reaktionsförlopp.

Målet är att upprätthålla en stabil och kontrollerad plasma samt att nå en Q-faktor på minst 10, vilket innebär att reaktorn ska producera tio gånger mer energi än den energi som krävs för att initiera och behålla fusionen. För att skapa plasman behövs omkring 50 MW, vilket innebär att reaktorn måste kunna generera minst 500 MW för att uppfylla målsättningen. Om ITER lyckas nå dessa värden visar projektet att en fusionsreaktor av denna typ är både tekniskt genomförbar och försvarbar som framtida kommersiell energikälla.



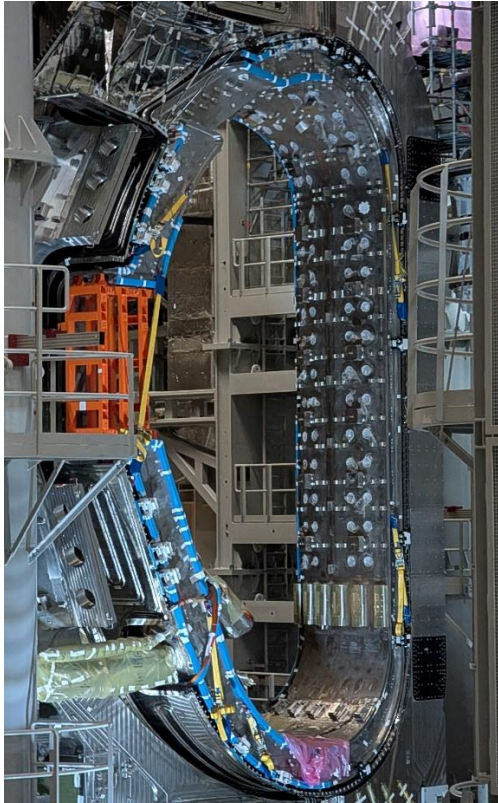
Under presentationen visade Kirsten flera av de större milstolpar som uppnått under byggnationen av reaktorn, bland annat monteringen av "Cryostat" basplatta samt cylinderns nedre del under 2020 samt installationen av den första och andra magnetiska ringen under 2021. Vi fick dock veta att projektets tidplan har försenats på grund av problem med vissa komponenter. Bland annat upptäcktes brister i ytbehandlingen av vakuumsektionerna, där den ursprungliga silverbeläggningen visade sig behöva avlägsnas och ersättas med en mer hållbar lösning. I stället för en ny beläggning valde man att polera ytorna för att uppnå motsvarande ytfinhet och tålighet. Utöver detta krävdes även omsvetsning av cirka 12 kilometer ledningar. Dessa tekniska utmaningar är nu åtgärdade, och sedan 2025 har projektet återgått till byggnationen av reaktorn

Rundvandring

Efter presentationen steg vi ombord på en buss som tog oss runt området. Under rundturen beskrev Kirsten de olika byggnaderna vi passerade och gav en inblick i deras funktion och betydelse i projektet. Hon ledde oss därefter vidare in i den massiva monteringshallen innan vi fortsatte mot själva reaktorn.

I monteringshallen pågick arbetet med flera av reaktorns sektioner. Dessa byggs inte samtidigt, utan befinner sig i olika stadier av montering beroende på komplexitet och leveranstid för respektive komponent.

Vi hade tur som, under vårt besök, fick möjlighet att genom en öppning se in i reaktorn och urskilja två av de vakuumsektioner som redan är på plats.



Figur 3 – Vakuumsektion under konstruktion



Figur 4 – Monterade vakuumsektioner



I takt med att projektet nu fortskrider kommer reaktorn under 2026 att monteras ihop i sådan omfattning att tillträdet till reaktorområdet successivt blir mer begränsat. Dessa kommer så småningom att kompletteras med de sektioner som för närvarande färdigställs i monteringshallen.

Danmark

2025-12-09

Copenhagen Atomics

Precis utanför Köpenhamns flygplats i industrilokaler om 11 000 kvadratmeter huserar nu Copenhagen Atomics. Ett privat kärnkraftsföretag startat 2014 av fyra stycken personer vars mål är att skapa energi med hjälp av torium till mycket lägre kostnad än någon annan energikälla inom kärnkraft. För att möjliggöra detta satsar man på en reaktorlösning där smältsalt blandat med torium utgör bränslet, en så kallad (MSR).

Vi möttes upp i entrén till deras fabrik av affärsutvecklaren Tobias Ravn Thomsen och VD Thomas Jam. Vi fick sedan ta plats i ett av konferensrummen och lyssna på en presentation på 150 sidor över hela deras verksamhet och vision.



Figur 5 – Copenhagen Atomics anläggning

Copenhagen Atomics har med hjälp av privata investerare lyckats driva sin vision framåt och egenutvecklat bland annat smältsalt-loopar som de nu säljer samt egenutvecklat reningsprocesser för att tillverka höggradigt rena smältsalter, inklusive FLiNaK, FLiBe och kloridsalter, samt bränslesalter av kärnteknisk kvalitet som innehåller torium och uran. Företaget köper in råa saltpulver som sedan blandas, smälts och renas internt för att uppnå extremt låga nivåer av föroreningar.

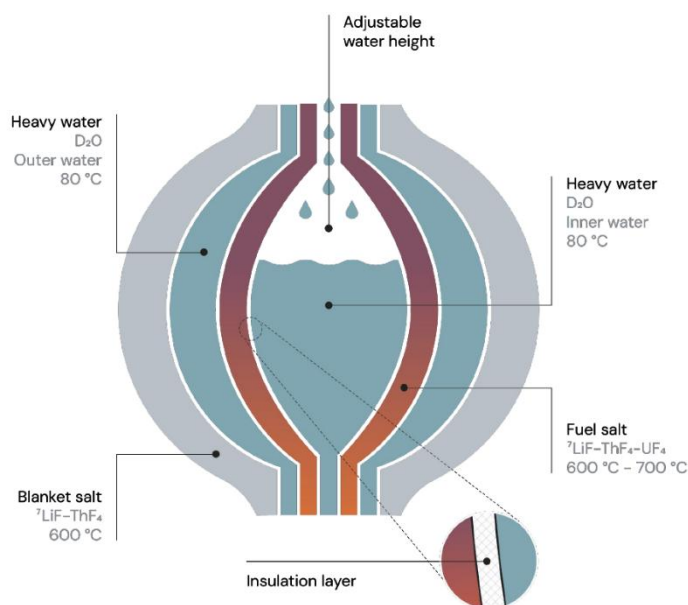


Företaget har haft en stabil tillväxt och består idag av 70st medarbetare som arbetar intensivt med att bli världsledande i snabb utrullning av kärnreaktorer av typen smältsalt SMR. De menar att toriumbaserade smältsaltsreaktorer kan producera energi till en fjärdedel av priset jämfört med klassiska kärnreaktorer, tack vare:

- Lägre materialåtgång
- Effektivare bränsleutnyttjande
- Modulär containerbaserad design och serietillverkning

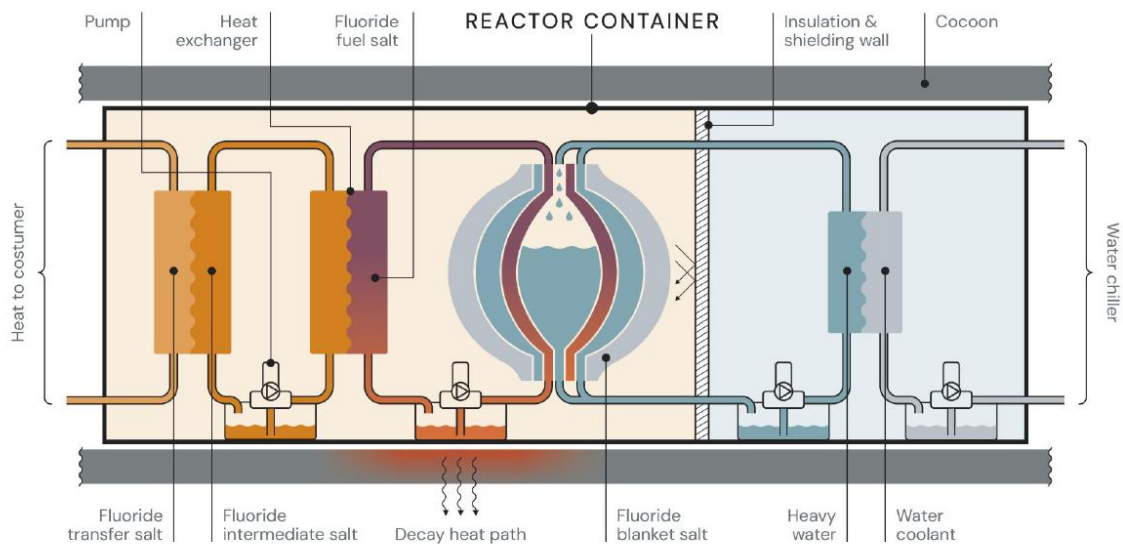
Copenhagen Atomics reaktorkoncept är en toriumbaserad smältsaltsreaktor på ca 100 MW termisk effekt som ryms i en container. Det är en typ av kärnreaktor där bränslet är upplöst i flytande salt istället för fasta stavar. Reaktorn körs trycklöst men med hög temperatur, vilket minskar riskerna med tryckkärl och höga trycknivåer. Bränslet är en smält saltblandning med torium och initialt en källa av fissilt material som plutonium eller lågberikat uran. Även avfall från befintlig kärnkraft ska kunna användas som bränsle.

Reaktorn har en speciell sfärisk utformning i formen av en lök. Kärnan av tanken innehåller tungt vatten som används som moderator och för att reglera reaktiviteten kan nivån i kärnan ändras. Nästa lager innehåller bränslet/saltet följt av ännu ett lager av moderatorvatten. Det yttersta lagret består av toriumsalt och fungerar som en "filt" som fångar neutroner som läckt från den inre reaktorkärnan, när neutronerna träffar Torium-232 kommer det att sönderfalla till Uran-233, alltså breddar reaktorn nytt bränsle genom denna process.



Figur 6 - Lök-design

Reaktorns bränslesalt cirkuleras från "löken" genom en värmeväxlare som överför värmen till en mellankrets som slutligen överför värmen till kretsen som levererar 550°C smältsalt ut från containern. Det tunga vattnet cirkuleras och kyls med en separat kylkrets. Container kommer att vara försluten och inget underhåll eller andra åtgärder behövs förrän den byts ut, enligt nuvarande plan efter 5 års drift.



Figur 7 – Förenkling över CA's reaktorconcept

Copenhagen Atomics koncept bygger på att dem bygger och äger reaktorerna som är placerade i låsta 40 fots containrar mot att kunden betalar en årlig avgift för service och leverans av hett smältsalt. Tanken är att återvinna avfallet från klassiska kärnkraftverk och då extrahera 10 gånger mer energi ur bränslet vilket leder till att avfallet i sin tur endast behöver lagras i 300 år jämfört med 100 000 år. På grund av att lösningen är containerbaserad tillåts fabriksproduktion och enkel transport ut på site. Där möjliggörs även parallellkoppling av dessa containrar till en stor gigawatt producerande anläggning.



Figur 8 – Illustration över CA GW-anläggning



Copenhagen Atomics har ett pågående samarbete med bland andra Indonesien och Schweiz. De planerar att köra sin första nukleära testreaktor vid Paul Scherrer institutet i Schweiz under 2027. Reaktorn kommer att byggas och köras med elektrisk uppvärmning med icke-fissionsbara salter först i deras egna lokaler i Köpenhamn för att sedan flyttas till Schweiz för fullständiga kärntekniska tester.

Efter presentationen visade Tobias oss runt i deras fabrik som också innefattar laboratorium, verkstad och kontor. Vi fick se några av deras egenutvecklade smältsaltloopar samt en mock-up av "lök-kärnan" placerad i en 40 fots container. Tyvärr fick vi inte ta bilder inifrån fabriken men dem delade de foton som de använder vid presentationer för allmänheten.



Figur 9 – Smältsalt loopar

Besöket hos Copenhagen Atomics var väldigt personligt och intressant. De var väldigt nyfikna på våra synpunkter och ville att vi skulle ställa mycket frågor vilket skapade en bra dialog mellan oss och dem. Man kan inte annat än att bli både imponerad och inspirerad av deras engagemang och hängivenhet till att försöka effektivisera kärnkraftsbranschen.



Lärdomar och insikter

Tillsammans utgjorde besöken en värdefull helhet, där både storskalig internationell forskning och effektiviteten hos en mindre, innovativ aktör kunde studeras i respektive verksamheter.

- ITER är ett forskningsprojekt som drivs och finansieras av 33 nationer och placerades i Frankrike på grund av närheten till Cadarache, El, vatten och bra placering geografiskt.
- Hur komplicerad byggnationen av en Tokamak är. Det är många tekniska utmaningar med att skapa och kontrollera den enormt varma plasman.
- Forskning kring fusionsreaktorer har pågått redan sedan 1950-talet men målet med ITER är att visa att denna teknik är möjlig i kommersiell skala.
- Copenhagen Atomics gav en inblick i en mer industridrivna innovationsmiljö. Här framträdde hur privata initiativ och tekniska genombrott kan bidra till snabbare implementering av ny kärnteknik.

Tips

- Planera in möten veckovis, direkt
- Kolla tidigt alternativa resedatum
- Det är inte självklart att få komma och besöka önskade resmål
- Ha alternativa resmål
- Flyg från samma flygplats (Trevligt)
- Glöm inte gruppbilden
- Hyr en SUV om ni glömmer gruppbilden
- Försök att besöka ITER projektet, de planerar att stänga reaktorhallen under Q3-Q4 2026