

Kärnkraftverket
som byggdes...
men aldrig
startades

Marviken

Industripolitiskt utvecklingsprojekt i otakt med tiden



Av Carl-Erik Wikdahl

Artikelförfattaren började arbeta vid AB Atomenergi 1956, samma år som Atomenergiutredningen presenterade sina planer på den svenska kärnkraftutbyggnaden. Sedan dess har han levt med och följt svensk kärnkraft inom OKG och i eget konsultföretag. Han är sedan starten 1986 medlem av Analysgruppen vid KSU.

Svenska politiker, forskare och tekniker började tidigt intressera sig för utvecklingen av kärnkraften. Den första forskningsreaktorn var färdig 1954. Fem år senare hade AB Atomenergis forskningsstation i Studsvik byggts ut och det fanns konkreta planer på en svensk urangruva och två tungvattenreaktorer, Ågesta och Marviken.

Mot bakgrund av de goda erfarenheterna av kraftvärmeverket Ågesta utvecklades kärnkraftverket Marviken som ett avancerat nationellt industripolitiskt projekt. När anläggningen stod färdig 1969 hade den konkurrerande tekniken i form av lättvattenreaktorer lämnat Marviken efter sig. Projektet lades ner 1970 utan att en enda uranatom blivit kliven i dess reaktorhård.

Kontrollerad kedjereaktion

Den första kontrollerade kedjereaktionen ägde rum i Fermi-reaktorn i Chicago den 2 december 1942. Efter ett intensivt målinriktat forsknings- och utvecklingsarbete i USA exploderade atombombarna över Hiroshima och Nagasaki mindre än tre år senare.

Det blev startsignal för insatser på atomenergiområdet i Sverige liksom i många andra länder. Redan i november 1945 tillsatte regeringen en Atomkommitté och 1947 bildades AB Atomenergi med staten som huvudägare och ensam finansiär. År 1954 startades den första svenska forskningsreaktorn, R1 och några år senare började AB Atomenergi att bygga ut sin forskningsstation i Studsvik. Så småningom skulle över tusen personer vara anställda inom AB Atomenergi, de allra flesta i Studsvik.

Även försvaret följde utvecklingen och politiskt hölls dörren öppen under några decennier för en



möjlig svensk atombomb. Men något konkret målinriktat projekt kom aldrig till stånd.

Många unga fysiker, kemister och tekniker lockades under 1950-talet in på det nya spännande området. Självt gick jag på KTH och gjorde mitt examensarbete vid R1-reaktorn i mitten av 50-talet. 1958 flyttade jag till Studsvik och deltog i arbetet med reaktorfysikaliska experiment som gjordes för att öka detaljkunskapen om de reaktorhårdar som sedan togs fram för Ågesta och Marviken.

Atomenergiutredningen

I mars 1956 presenterade den av regeringen tillsatta Atomenergiutredningen sitt betänkande som innehöll en rad förslag på kraftfulla statliga insatser på atomenergiområdet. Under de närmaste tio åren planerades fem à sex atomdrivna värmeverk och därefter väntades en motsvarande utbyggnad av atomkraftverk. Reaktorerna skulle baseras på naturligt uran, som fanns (finns) i stor mängd i Sverige och tungt vatten som moderator och kylmedel.

Denna s.k svenska linje inom atomområdet innebar att man skulle kunna generera värme och elkraft utan att importera bränsle.

Verksamheten skulle styras av ett nyinrättat rådgivande organ till regeringen, Delegationen för atomenergifrågor (Dfa).

Adam och Eva

Redan innan Atomenergiutredningen slutfört sitt arbete offentliggjorde Vattenfall (som då hette Kungl. Vattenfallsstyrelsen och var ett statligt verk) planer på två reaktorprojekt, Adam och Eva. Några månader senare presenterade AB Atomenergi liknande reaktorplaner men med de könlösa beteckningarna R3 och R4.

År 1958 enades Vattenfall och Atomenergi efter påtryckningar från Dfa om samarbete i två gemensamma projekt. R3/Adam skulle byggas i Ågesta utanför Stockholm och R4/Eva skulle så småningom realiseras som Marviken på Vikbolandet.

Marvikens reaktorbyggnad med sin hjälpkondensator på taket finns fortfarande kvar som ett sjömärke synligt från hela Brävikens. Reaktorns funktion har ersatts med en oljepanna och den gamla STAL-turbinen på 200 MW levererar fortfarande spetskraft till nätet. Tio man underhåller utrustningen och ser till att elkraft produceras ca 100 timmar per år.

Foto: SKI © Mattias Jönsson

Ågestaprojektet startades 1958. I ett samarbetsavtal delades konstruktionsansvaret i första hand mellan Atomenergi (reaktor) och Vattenfall (byggnad). Asea var huvudleverantör av reaktorn. Ågesta bestod av en tryckvattenreaktor med naturligt uran som bränsle och tungt vatten som moderator. Den levererade 55 MW värme till den nybyggda förorten Farsta utanför Stockholm och dessutom 10 MW el. Driften startade 1964 och efter tio år avslutades den aktiva verksamheten vid Ågesta.

Ågesta var ångtekniskt en relativt enkel anläggning och den togs fram i stor enighet. Alla parter har alltid varit överens om att Ågesta var ett viktigt utvecklingsprojekt som gav värdefulla erfarenheter på en mängd olika områden som reaktorkonstruktion, reaktorfysik, kärnkraftsäkerhet, bränsletillverkning, reaktordrift och strålskydd.

Avancerat projekt med hög ambitionsnivå

Med Marviken som låg några år efter Ågesta blev det mesta precis tvärtom. Visserligen gällde fortfarande, åtminstone i början, att bygga ett kraftverk i enlighet med den svenska linjen. Men ambitionen var högre än så. Det som så småningom kom att gälla var att etablera ett svenskt industripolitiskt utvecklingsprojekt i konkurrens med utländsk reaktorteknologi. Tekniker på AB Atomenergi drev på, ibland med stöd från Asea, men motståndet mot det alltmera komplicerade reaktorprojektet växte inom Vattenfall. Den icke-statliga kraftindustrin deltog aldrig i projektet utan var emot det från början och gick sina egna vägar.

Krafterna mot detta utvecklingsprojekt blev till slut så stora att den alltför avancerade färdigbyggda

reaktorn aldrig fick starta. Ett skäl var, förutom den komplexa konstruktionen, att anrikat uran ställdes till förfogande av USA på världsmarknaden vilket gjorde det möjligt att bygga reaktorer med vanligt vatten (eller lätt vatten som det oftast kallas i motsats till tungt vatten) och därmed en enklare ångprocess.

I ett försök att konkurrera med lättvattenreaktorerna gjordes Marviken successivt alltmer avancerad och till slut övergavs kravet på naturligt uran för normaldrift.

Marviken var ett synnerligen ambitiöst svenskt industripolitiskt utvecklingsprojekt men tyvärr i otakt med övrig utveckling inom den nya energitekniken. Erfarenheterna var dyra men i vissa avseenden till god nytta för den fortsatta utvecklingen av kärnkraften i Sverige.

Tidig reaktorutveckling i andra länder

I Frankrike och Storbritannien byggdes under 1940- och 50-talet gaskylda reaktorer och i Sovjetunionen tidiga versioner av Tjernobyreaktorer. Utvecklingen i dessa länder var av mindre intresse för Sverige.

Kanada med sina stora fyndigheter av rikhaltigt uranmalm började tidigt utveckla tungvattenreaktorer med naturligt uran som bränsle, s.k. CANDU-reaktorer (Canadian Deuterium Uranium).

Omkring varje bränselement finns ett tryckrör och bränsebyte sker under drift vid full effekt. Bränselementen/tryckrören är horisontella. Omkring tryckrören finns en moderatortank innehållande tungt vatten som inte står under tryck.

Man valde en sådan konstruktion för att slippa stora trycktankar och för att göra det möjligt att på ett någorlunda enkelt sätt byta bränsle under drift. Därmed kunde de sammanhängande drifttiderna förlängas och uranet i bränslet utnyttjades effektivare genom att medelutbränningen ökade.

I en trycktubsreaktor kan bränsebytesmaskinen placeras helt utanför reaktorn men i en trycktanksreaktor, som Marviken, måste hela utrustningen finnas inne i reaktortanken (se schematisk illustration på sidan 24).

Svenskt intresse för tryckrörsprincipen

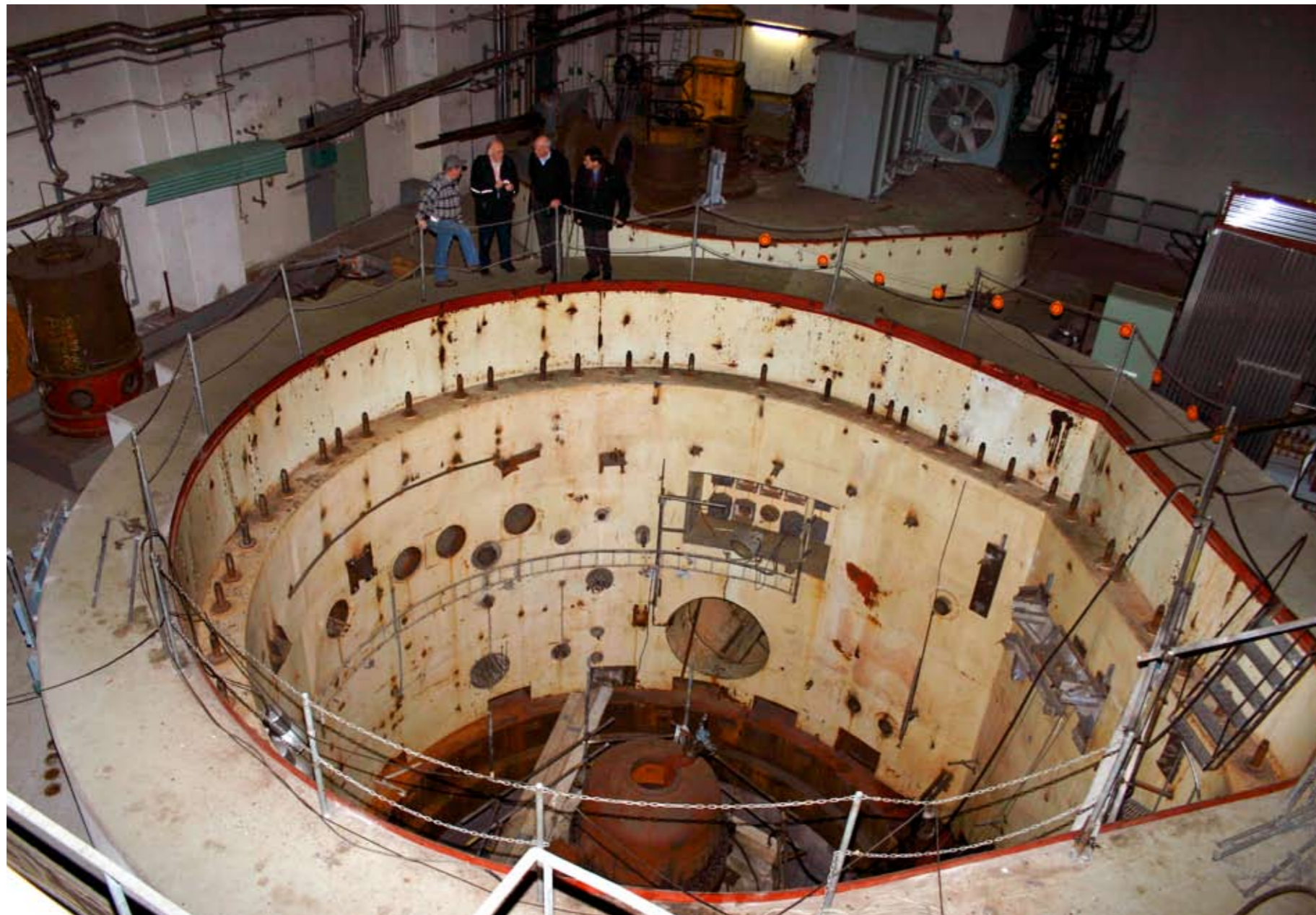
Inom AB Atomenergi följde man med intresse utvecklingen i Kanada och under vissa perioder övervägde man att använda tryckrörsprincipen både i Ågesta och Marviken.

I Kanada har man fortsatt att bygga tungvattenreaktorer. Där finns nu (2007) cirka 20 reaktorer av CANDU-typ med en sammanlagd effekt av 10 000 MW, samma nivå som i det svenska kärnkraftsprogrammet. Dessutom har ungefär lika många reaktorer exporterats till ett tiotal länder. Kanada är det enda land som lyckats utveckla tungvattenreaktorer på en kommersiell marknad.

Stort intresse för lättvattenreaktorn

Den internationellt mest framgångsrika utvecklingslinjen, lättvattenreaktorn, startades tidigt i USA. De grundläggande principerna utvecklades för reaktorer i atomdrivna U-båtar och den första landbaseerade lättvattenreaktorn startade 1953 – men den var inte kraftproducerande.

1960 togs de två första lättvattenreaktorerna i USA i kommersiell drift. Yankee en tryckvattenreaktor (PWR) på 167 MW konstruerad av Westinghouse och Dresden 1, en kokvattenreaktor (BWR) på 200 MW konstruerad av General Electric. De första amerikanska lättvattenreaktorerna kom att påverka den svenska inriktningen på atomenergiområdet redan i slutet av 1950-talet. Särskilt Dresden 1 fick senare stor betydelse för utvecklingen och konstruktionen av BWR i Sverige.



Bilden visar överdelen av Marvikens reaktorinneslutning med locket liggande vid sidan. I mitten syns reaktortankens kupol. Målningen på väggarna uppfyller inte längre kraven på reaktorkvalitet.

Foto: SKI ©
Mattias Jönsson

Lättvattenreaktorns intåg i Sverige

De kraftföretag som inte var statligt ägda etablerade sig tidigt i atomenergiutvecklingen via Atomkraftkonsortiet Krångede AB&Co (AKK). Organisationen bildades i december 1955 med Sydkraft (nu E.ON Sverige AB) som största delägare.

AKK förde omkring 1960 diskussioner med amerikanska leverantörer om några mindre lättvattenprojekt. I USA utvecklades under tiden ekonomin för större reaktorer på ett intressant sätt. Det mest påtagliga var att General Electric i slutet av 1963 fick en beställning på en 600 MW anläggning med kommersiella villkor. Priset ansågs inom AKK vara sensationellt lågt.

Därför tog AKK fram underlag för flera nya alternativ, bl.a. en offert från General Electric på en 320 MW-anläggning. Intensiva förhandlingar fördes också med Asea. I november 1964 överlämnade Asea en offert på en turn-key leverans av ett 400 MW kärnkraftverk placerat i Simpevarp norr om Oskarshamn.

Svensk konstruktion av första kommersiella kärnkraftverket

År 1965 ombildades AKK till Oskarshamnsverkets Kraftgrupp AB (nu OKG AB) och beställde det första kommersiella kärnkraftverket i Sverige, Oskarshamn 1. Det var en BWR på 400 MW konstruerad av Asea utan någon licens från General Electric. Kostnad för den nyckelfärdiga anläggningen var 300 miljoner kronor.

År 1968 bildades Asea Atom med staten som ägare till hälften av aktierna. Kort därefter beställde Vattenfall två reaktorer, Ringhals 1 och 2, med en total effekt på drygt 1500 MW, varav Ringhals 1 hos det nybildade halvstatliga företaget Asea Atom. Ringhals 2 beställdes samtidigt från den amerikanska reaktorleverantören Westinghouse.

I mars 1969 beslöt OKG att beställa reaktororden till Oskarshamn 2 hos Asea Atom och senare samma år beställde Sydkraft Barsebäck 1, som en tvilling till Oskarshamn 2.

ASEA Atom fick flest order

Innan provdriften vid Marviken avslutats hade alltså fem svenska lättvattenreaktorer beställts med en sammanlagd effekt av 3200 MW. Fyra av reaktorerna hamnade hos det nya halvstatliga företaget Asea Atom.

Utvecklingen av Marviken som tryckvattenreaktor

År 1958 avtalade Atomenergi och Vattenfall att gemensamt driva projektet R4/Eva, ett kondenskraftverk med en eleffekt på cirka 100 MW. Inriktningen var en tungvattenreaktor med naturligt uran som bränsle. Atomenergi skulle svara för reaktordelen och Vattenfall för stationen i övrigt.

R4/Eva skulle byggas som en trycktankreaktor, dvs. i stort sett en förstoring av Ågesta, med tilläg-



Figuren visar delar av reaktortankens botten som modifierades något för att kunna genomföra de termohydrauliska experiment som följde efter nerläggningen av Marviken.

Foto: SKI ©
Mattias Jönsson

get att reaktor skulle utföras för bränslebyte under drift efter kanadensiskt mönster. Kraftverket skulle byggas vid Marviken på Vikbolandet vid Bråviken och skulle starta 1967.

Bränslebytesmaskinen skulle byggas in i reaktortanken ovanför härden. Den skulle fungera under fullt tryck i tanken och under drift men vid reducerad effekt. I kommande anläggningar skulle det vara möjligt att förflytta och byta bränslet även vid full effekt.

Fördel Marviken – trots invändningar

Då det tekniska underlaget för ett ställningstagande till Marvikenprojektet färdigställdes i mitten av 1961 visade Vattenfall att kostnaderna skulle bli ungefär 400 Mkr. Den specifika anläggningskostnaden för en stationseffekt på 105 MW ansågs av Vattenfall som mycket hög jämfört med ett konventionellt kondenskraftverk. Dessutom menade Vattenfall att projektet inte brådskade eftersom olja (åtminstone tillfälligt, skulle det visa sig) blivit billig igen.

Delegationen för atomenergifrågor ansåg det berättigt från handelspolitiska synpunkter att tillgodose 1970-talets ökande elförbrukning genom konventio-

nella ångkraftverk med kraftig ökning av oljeimporten som följd. Av samma skäl var Delegationen kritisk till lättvattenreaktorer som ju skulle kräva import av anrikat uran. Ett fortsatt stöd till en utveckling enligt den svenska linjen var därför nödvändigt.

Delegationen utgick ifrån att det behövdes ett utvecklingssteg mellan Ågesta och de framtida fullstora kommersiella atomkraftverken. Delegationen tillstyrkte fortsatt arbete med Marvikenprojektet och angav start av elproduktion 1967 – 68. Statsmakterna beslöt 1962 att uppföra Marvikenstationen enligt förslaget från Atomdelegationen.

Återvändsgränd

Den internationella reaktorutvecklingen med tonvikt på lättvattenreakorteknik indikerade emellertid efter hand att den beslutade versionen av Marviken skulle innebära ett alltför begränsat utvecklingssteg, eller kanske snarare en återvändsgränd. Därför började både Atomenergi och Asea att studera mer avancerade tungvattenreaktorer.

Inom Atomenergi gjordes den s.k. Bashful-utredningen (Boiling And Superheating Heavy Water Full Scale Study) angående en 400 MW kokareaktor med direktcykel för drift med eller utan in-

tern överhettning av ångan. Utredningen visade en mycket positiv bild av utvecklingsmöjligheterna för denna reaktortyp.

Överhettad entusiasm

Inom Asea mottog man Bashful-utredningen med entusiasm. Detta inte bara av tekniska utan också av affärsmässiga skäl. Marviken var vid denna tid en avgörande viktig verksamhetsgren för Asea:s växande atomkraftavdelning, i själva verket det enda större projekt som gav intäkter. En satsning på en kokareaktor var speciellt intressant för Asea eftersom man hade ett samarbete med General Electric om en BWR till AKK. Intressant för Asea var också de utmanande tekniskt avancerade satsningarna som redovisades i Bashful-utredningen.

Nukleär överhettning, dvs. intern överhettning av reaktorångan i särskilda överhettarbränslekanaler, studerades i USA och Sovjetunionen. Argumentet för intern överhettning var att den termiska verkningsgraden skulle bli högre och att turbinen skulle kunna göras mer konventionell och därmed billigare. Några överhettarprojekt kom dock aldrig till stånd i någon reaktor på grund av de svåra materialproblemen i bränslekapslingen.

Marviken byter koncept

I maj 1962 presenterade Asea ett nytt projektförslag, Marviken-K200. Man lämnade tryckvattenutförandet och inriktade sig i stället på en kokareaktor med tungt vatten försedd med möjligheter till intern överhettning. Eleffekten skulle öka till det dubbla, 200 MW.

Vattenfall hade reagerat negativt på Bashful-studien och avrådde nu också från en satsning på Marviken-K200. I stället ville man att den ursprungliga satsningen skulle fullföljas. Det föreslagna ko-

karprojektet var alltför djärvt och kostnaderna för höga.

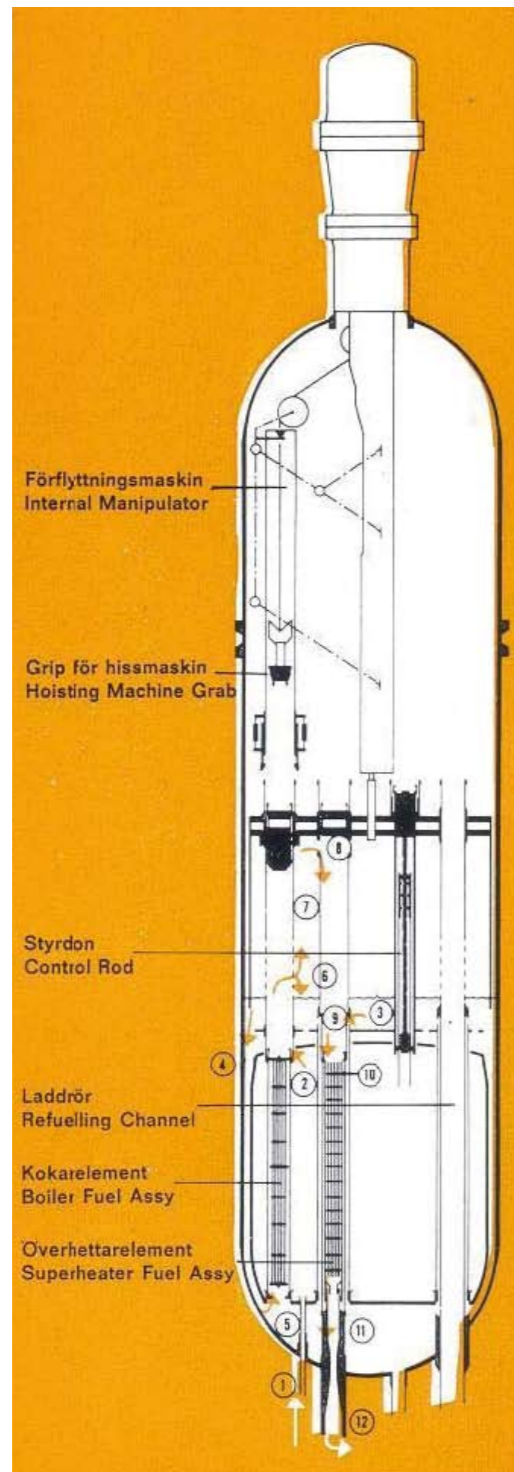
Atomenergi föreslog ändå tillsammans med Asea i en skrivelse till Atomdelegationen att Marviken skulle konstrueras enligt Aseas nya förslag. Det tunga vattnet i reaktortanken skulle koka och den tunga vattenången skulle i direktcykel överföras till turbinen.

Atomdelegationen gav i uppdrag åt Vattenfall och Atomenergi att i samarbete med Asea ta fram ett detaljerat projekteringsunderlag. De båda företagen lämnade i december 1962 en slutrapport där Marviken K200 värderades genomgående positivt. Mot bakgrund av den snabba internationella utvecklingen av atomenergin ansågs det motiverat att ta det förhållandevis stora utvecklingssteget. Dessutom antydde förhoppningar om export av svensk atomkraftteknik till bl.a. Egypten och Pakistan.

FLÖDET I REAKTOR-TANKEN

1. Matarvatteninlopp i tanken (109 °C, 204 kg/s).
2. Vatten ut ur moderatorn (224 °C, 204 kg/s).
3. Vatten in i överhettarnas isolerrör (260 °C, 150 kg/s).
4. Vatten ned genom fallspalten (260 °C, 1800 kg/s).
5. Vatten in i kokarelementen (260 °C, 1950 kg/s).
6. Ång/vatten-blandning ut ur kokarelementen (263 °C, 1950 kg/s).
7. Vattenavskiljning (263 °C, 216 kg/s).
8. Ånga in i överhettarkanalerna (263 °C, 215 kg/s).
9. Ånga ned genom överhettarelementen* (263 °C, 215 kg/s).
10. Ånga i förbindelse med isoleringspalt (liten mängd)
11. Överhettad ånga ut genom överhettarnas utloppsdyror (475 °C, 215 kg/s).
12. Överhettad ånga till ångsamlingslåda & turbin (472 °C, 215 kg/s).

*vid drift med mättad ånga är denna kanal tom.



Faktaruta 1

Marviken-K200 med möjlighet till intern överhettning

	Mättad ånga	Överhettad ånga
Värmeeffekt (MW)	474	591
Eleffekt, totalt (MW)	139	203
Eleffekt netto (MW)	132	196

Arbetsstryck (bar)	49,5
Moderatorntemperatur (°C)	190
Överhettningstemperatur (°C)	500
Reaktortankens höjd, exkl. kupol (m)	23,5
Reaktortankens innerdiameter (m)	5,22
Härdens höjd (m)	4,42
Härdens diameter (m)	4,30
Antal kokarkanalerna	147
Antal överhettarkanalerna	32
Totalmängd tungt vatten (ton)	185

Det tunga vattnet skulle koka i kokarkanalerna vid 50 bars tryck, och ången skulle samlas i överdelen av reaktortanken. Efter vattenavskiljning skulle ången vända neråt i överhettarkanalerna och överhettas till 500 °C och tas ut genom individuella studsar i botten av reaktortanken för att sedan gå direkt till turbinen. Var femte bränslekanal, 32 st, var avsedd för överhettarbränsle. Vid drift med mättad ånga var dessa bränslekanaler tomma och hälften av kanalernas utgångar pluggade. Härdens höjd var ca 4,42 meter men totalhöjden på reaktortanken var 23,5 meter för att rymma bränslebytesmaskinen.

Illustrationen t.v. visar en genomskärning av reaktorn och flödet genom den.

Alternativa driftsfall

Tre driftsfall redovisades, två med svagt anrikat uran med respektive utan överhettning och ett tredje fall med s.k. beredskapsdrift där man använde naturligt uran utan överhettning. Effekten var 200, 140 respektive 105 MW.

Kostnaden beräknades till 400 miljoner kronor och energikostnaden med och utan överhettning till 5 resp. 7 öre/kWh, jämfört med 8 öre/kWh för tryckvattenversionen.

Den nya tidpunkten för start av reaktorn angavs till 1969, vilket innebar ett års försening jämfört med tidigare uppgifter.

Svenska linjen på väg att överges

Omläggningen innebar att den energipolitiska komponenten i atomenergiprogrammet försvagades ytterligare. Drift av Marviken med anrikat uran blev nu av ekonomiska skäl huvudalternativet – vid överhettning till och med en nödvändighet.

Trots avvikelser från den svenska linjen, accepterade Atomdelegationen i början av 1963 förändringen av projektet till Marviken-K200 inklusive möjligheten till drift med intern nukleär överhettning. Regeringens proposition, grundad på atomdelegationens ställningstagande, godkändes i riksdagen utan debatt.

Övergången till Marviken-K200 innebar en förnyad prövning av koncessionen. Den tekniska säkerhetsgranskningen gjordes av Atomdelegationens reaktorförvaltningskommitté (Rfk), som var en föregångare till SKI.

Allvarlig kritik och krav på omfattande ändringar

I sitt yttrande över Vattenfalls koncessionsansökan, som bara avsåg drift med mättad ånga, tog Rfk upp även överhettarfrågan. Rfk framhöll att överhettningen skulle komma att ställa omfattande krav på konstruktionen även för drift med mättad ånga.

För första gången gjordes också en kritisk granskning av förslaget med bränslebyte under drift. Rfk tillstyrkte emellertid under hösten 1963 koncessionen för kokarversionen, dock med ett antal krav på omfattande konstruktionsändringar.

Rfk:s yttrande gjorde att Vattenfall blev mer negativt till projektet och krävde att överhettningen skulle slopas. Anläggningen ansågs som utomordentligt komplicerad varför det fanns anledning förmoda att tillgängligheten skulle bli mycket lägre än vad som förutsatts i de drifekonomiska beräkningarna. Särskilt kritiserades bränslebytesmaskinen, en tekniskt komplicerad utrustning placerad inne i reaktortanken.

Allvarlig kritik mot utformningen av Marviken som kokareaktor framfördes av en grupp ledande tekniker vid Ågesta i ett PM daterat maj 1964. Gruppen menade att det presenterade projektunderlaget skulle vara omöjligt att förverkliga.

Risktagande skulle ge vinst på sikt

Delegationen drog under hösten 1964 trots all tveksamhet slutsatsen att Marvikenprojektet borde fullföljas. Man framhöll att det – trots de amerikanska lättvattenreaktorernas kommersiella försprång – ännu inte var möjligt att avgöra vilken reaktortyp som på längre sikt skulle visa sig vara mest ekonomisk. Om överhettning ansåg delegationen att de potentiella vinsterna rättfärdigade ett risktagande.

Under 1964 och 1965 började allt fler tunga debattörer att mot bakgrund av den internationella utvecklingen ifrågasätta både den svenska linjen och verksamheten inom AB Atomenergi.

I fackpress och dagspress inleddes en häftig teknisk-politisk debatt där många hävdade att den svenska linjen måste överges och att Sverige i stället skulle satsa på att bygga lättvattenreaktorer och att importera anrikat uran. Även flera tunga tekniker från Vattenfall deltog i den offentliga debatten och krävde att Vattenfall skulle få fria händer i valet av reaktortyp för kommande projekt.

Psykologisk blockering?

Vid behandlingen i riksdagen presenterades för första gången en motion där en nerläggning av projektet föreslogs. I riksdagsdebatten om Marviken den 17 mars 1965 deltog Nils Carlshamre (h) och Manne Ståhl (fp).

Nils Carlshamre jämförde Marvikenprojektet med André's ballongfärd till Nordpolen. Man hade kommit i ett läge när det rent psykologiskt tycktes omöjligt att stoppa ett företag som nästan alla ansåg vara ofruktbart och dömt att misslyckas.

Marvikenprojektet betydde mycket för de anställda i Studsvik och någon märkbar kritisk debatt inom företaget fanns inte. Snarare fanns tvärtom en utbredd solidaritet med det utvecklingsarbete som pågick. I den andan skrev jag och en kollega i Studsvik, Evelyn Sokolowski, en debattartikel i Svenska Dagbladet 1966 med titeln "Svensk forskningssatsning nödvändig".

Generatoren av ASEA-konstruktion som tillverkades 1967 används i dag liksom turbinen i bakgrunden från Stal-Laval. I stället för att koka vatten med hjälp av uran används olja för att producera el till nätet när behovet är som störst.

Foto: SKI © Mattias Jönsson



Marviken byggs, provas och läggs ner

Under år 1965 slutfördes huvuddelen av konstruktionen och upphandlingen av Marvikenstationen. Atomenergi räknade med att anläggningen skulle vara klar 1968 och att nukleär drift med mättad ånga skulle kunna starta året därpå.

År 1968 var montagearbetet i stor sett avslutat och icke-nukleär provdrift med vanligt vatten startade.

Mitt eget intresse för Marviken demonstrerade jag genom att söka jobbet som ansvarig för bränslet och reaktorhärden vid driftavdelningen i Marviken. Dessbättre fick jag inte jobbet.

Provdriften med vanligt vatten under 1969 visade på behov av en del justeringar och kompletteringar. Ombyggnadsbehoven framkom som resultat av omfattande funktions- och säkerhetsanalyser som genomförts inom den gemensamma säkerhetskommittén som bestod av experter från Atomenergi och Vattenfall.

Kriterier på reaktorsäkerhet saknades

Vid starten av Marvikenprojektet fanns inga internationella kriterier på reaktorsäkerhet. Under sista

hälften av 1960-talet formulerade emellertid AEC (Atomic Energy Commission) i USA grundläggande kriterier för hur säkerheten skulle bedömas. En del av problemen med Marvikens säkerhetsredovisning och Rfk:s bedömning under de sista åren berodde på att Marvikenkonstruktionen inte uppfyllde viktiga delar av de nya amerikanska kraven.

Atomenergi ger upp överhettning

I augusti 1969 anmälde Atomenergi att utvecklingsarbetet med att använda Marviken som en demonstration av intern nukleär överhettning lagts ner. Som skäl angavs att tekniken övergetts på alla andra håll i världen och att överhettardrift av Marviken skulle innebära marginell förbättring av driftekonomi.

Några överhettarelement tillverkades aldrig och Reaktorförsläppningskommittén fick aldrig tillräckligt underlag för ett godkännande av drift av Marviken med överhettad ånga.

Nya problem blev droppen...

Under hösten 1969 bearbetades en del av de brister som framkommit vid provdriften. Efter hand tillkom nya problem som skulle bli kostsamma att åtgärda och som skulle innebära en ytterligare försening. I

april 1970 beslöt därför Atomenergi föreslå att arbetet med att färdigställa Marviken skulle avbrytas och att det tunga vattnet och bränslet skulle säljas.

Vattenfall instämde i Atomenergis förslag och den 27 maj beslöt regeringen på inrådan av Atomdelegationen att tillåta en nerläggning av Marvikenprojektet.

Förluster och insikter

Enligt Industridepartementets redovisning var de totala kostnaderna inklusive avvecklingen 564 Mkr. Ränta under byggtiden och vissa pensionsåtaganden hos Vattenfall uppgick till 149 Mkr. Försäljning av tungtvatten och bränsle inbringade drygt 70 Mkr. Totala nettokostnaden blev därför ungefär 640 Mkr.

Samtidigt som nerläggningen av Marviken aktualiserades sökte jag samma jobb på Oskarshamnsvirket som jag tidigare sökt i Marviken. Den gången fick jag napp.

Under min tid på OKGs driftavdelning fick jag successivt klart för mig att nukleär överhettning skulle ha inneburit svåra eller troligen omöjliga tekniska problem med tanke på de krav som ställs på bränsleelementens täthet under drift. Likaså insåg jag att Marvikens inbyggda utrustning för bränslebyte under drift skulle ha lett till omfattande driftstörningar med låg tillgänglighet och dålig driftekonomi som följd.

Var Marviken till någon nytta?

Marvikenprojektet innebar onekligen en stor ansträngning ekonomiskt och resursmässigt men ledde inte till någon nukleär kraftproduktion. Man kan fråga sig om Marviken ändå varit till någon nytta. Här några röster:

Olle Gimstedt, VD i AKK och sedan OKG från 1959 till 1980 i boken "Från Atom till Kärnkraft. Bilder ur OKGs historia" utgiven av OKG 1985:

– Därmed inte sagt att Marviken i svensk kärnkraftshistoria skall klassas som ett totalt fiasko. Satsningen på det teknologiskt alltför avancerade Marvikenprojektet innebar naturligtvis att många människor inom Asea Atom, Atomenergi, kraftföretagen och den tillverkande industrin fick mycket viktiga kunskaper och erfarenheter. Dessa kom sedan till nytta vid konstruktion och bygge av Oskar I och dess efterföljare. Men nog hade man kunnat skaffa dessa erfarenheter på ett betydligt billigare sätt än genom att gå omvägen över Marviken.

Ingvar Wivstad, Vattenfall (som tillhörde de tidiga kritikerna av Marviken) refereras i Sigfrid Leijonhufvuds bok "Parentes? En historia om svensk kärnkraft" utgiven av ABB Atom 1994:

– Den kostsamma övningsuppgiften Marviken bidrog till att utbilda en teknikergeneration och blev – trots allt – viktig för Aseas kompetensutbyggnad.

När Marviken inte fick tillstånd att starta, fanns där plötsligt en världsunik anläggning för experiment i skala 1:1. Internationella experiment genomfördes dels inom termohydraulikområdet och dels inom området svåra haverier. I de senare fallen studerades kemiförhållandena i reaktortanken efter ett simulerat svårt haveri. Experimenten genomfördes under åren 1972-85. Resultaten har haft stor betydelse, dels för förståelsen av vissa fenomen och dels för utveckling av olika beräkningsprogram. En utförligare beskrivning av dessa experiment kommer i nästa nummer av Nucleus.

Tillspetsat kan man ur den synvinkeln säga att Marvikenprojektet havererade vid optimal tidpunkt – det tekniska arbetet var i huvudsak avslutat, anläggningen var inte tagen i drift och nu behövdes personalen för nya arbetsuppgifter. "Utan Marviken hade Asea aldrig ensam klarat Oskarshamn 1", slår Wivstad fast samtidigt som han betonar att den insatsen med tanke på resurserna ändå var magnifik.

Industriellt perspektiv

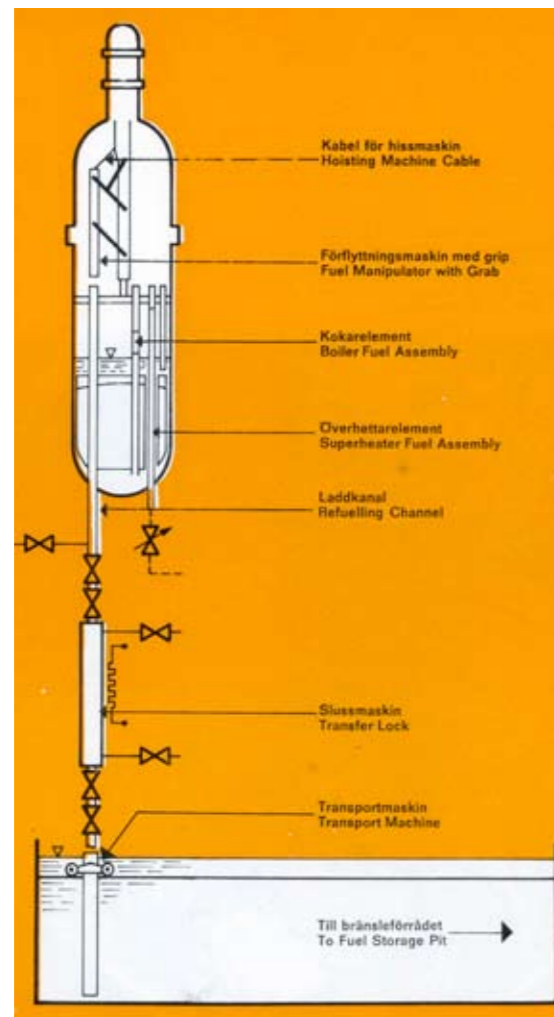
Från ett industriellt perspektiv år 2007 kan man tillägga att svensk kärnkraftteknik med utgångspunkt i erfarenheterna med Marvikenprojektet, skapat ett antal kronjuveler, som fortfarande är företagasmässigt mycket lönsamma:

1. Den kokareaktor som Asea Atom först levererade till OKG och som sedan vidareutvecklades är fortfarande driftekonomiskt lönsamma anläggningar i Oskarshamn, Ringhals, Forsmark och Olkiluoto (Finland). Totalt levererades elva reaktorer av denna typ.
2. Bränslefabriken i Västerås är sedan länge en av de främsta på världsmarknaden för leverans av kärnkraftbränsle både till BWR och PWR.
3. Sandvik är världsledande när det gäller tillverkning av kapslingsrör till kärnbränslestavar i zircaloy.
4. Scandpower, tidigare Studsvik of America, dominerar på världsmarknaden när det gäller programvara för reaktor fysikalisk planering och uppföljning av reaktorhårdens drift, s.k. core management.

För den som vill fördjupa sig i Marvikenprojektets utveckling finns en utförligare beskrivning i en SKI-rapport med samma namn och med samma författare. Där finns också en omfattande referenslista.

Carl-Erik Wikdahl

*Fotnot:
1. För en omräkning med konsumentprisindex från prisnivån i mitten av 1960-talet till början 2007 skall de angivna siffrorna multipliceras med en faktor strax under 9. En sådan beräkningsmetod och val av index kan naturligtvis diskuteras men ger en ungefärlig storleksordning på kostnaderna i 2007 års penningvärde.*



Faktaruta 2

Bränsle och bränslehantering

Kokarbränslet bestod av urandioxidkapslar i zircaloyrör. Medelanrikningen var 1,35 % U-235. Totalt tillverkades 154 kokarbränsleparter till Marviken under åren 1967 och 1968 vid Atomenergis bränslefabrik på Lövholmen i Stockholm. Av dessa innehöll 68 anrikat uran och resten, 86 st, försågs med naturligt uran.

Överhettarbränslet tillverkades aldrig men skulle ha bestått av urandioxid med en anrikning av 1,75 % U-235. Kapslingsrören skulle ha tillverkats i rostfritt stål.

Bränslet kunde flyttas med hjälp av en i reaktortanken inbyggd bränsleförflyttningsmaskin. Avsikten var att man skulle kunna förflytta kokarelement under drift från en position i reaktorn till en annan.

Man skulle också under drift kunna byta ett använt bränsleelement mot ett färskt genom slussmaskinen under reaktortanken. Under hanteringen kylades det använda bränslet genom att kylvatten spredades över bränsleelementet. Överhettarelementen skulle inte bytas då reaktorn var i drift.

Figuren t.v. illustrerar bränslehanteringen inne i och utanför reaktorn.

Illustrationen härintill är tänkt att visa bränslehanteringen i och utanför reaktorn. En utförligare beskrivning ges i faktaruta 2.