Drömmen om bridreaktorn – teknik och utopi i Sveriges kärnkraftshistoria

Maja Fjæstad



SKRÄCKEN FÖR ATT BLI UTAN energiförsörjning är ett centralt tema i mänsklighetens historia. Vad än energin har bestått av, är rädslan för att bli utan värme och kraft påtaglig: att bli utan dragdjur, att skogen ska bli nedhuggen, att bäcken som driver vattenhjulet ska sina eller att kolet ska ta slut. Därför har det också funnits en stark ambition att hitta nya kraftkällor.

Denna artikel handlar om en teknik som var starkt knuten till förhoppningar om ny och till synes outtömlig energi: bridreaktorn. I bridreaktorns fall infriades inte förhoppningarna. Bridreaktorn kan ses som ett tekniskt misslyckande, en återvändsgränd i den tekniska utvecklingen. Varför, och hur, blev det så?

ATOMKÄRNANS KRAFTER

Den 6 augusti 1945 demonstrerades en ny energiform på ett fruktansvärt sätt inför hela världen, då den första atombomben fälldes över Hiroshima. Atomkärnans energier hade börjat uppdagas under 1930-talet, då neutronen och kärnklyvningen upptäcktes. Redan år 1942 konstruerades den första reaktorn, eller "atomstapeln" som den då kallades, av Enrico Fermi. Arbetet med atombomben bedrevs sedan i största hemlighet i USA, inom det så kallade Manhattanprojektet. Parallellt med detta hade man också insett de möjligheter till civil energiproduktion som rymdes i fissionen.

Fissionsprocessen, som i grunden är densamma i en reaktor som i en atombomb, är en kedjereaktion som kräver en atomkärna av lämpligt ämne som kan klyvas av neutroner. Nya neutroner frigörs i processen som fortplantar reaktionen. I klyvningen av atomkärnan frigörs energi. Sannolikheten för kärnklyvning ökar om neutronernas hastighet minskar, varför man ofta försöker bromsa neutronerna med ett så kallat moderatorämne. De första reaktorerna konstruerades för naturligt uran som bränsle med grafit eller tungt vatten (vatten där väteatomen har en extra neutron) som moderator. Även lätt (vanligt) vatten kan användas som moderator, ifall bränslet anrikas, det vill säga att halten av uranisotopen U-235 höjs artificiellt.

Dessa reaktortyper, med lätt respektive tungt vatten, fascinerade samtiden med sina utlovelser om storskalig energiproduktion. Emellertid utnyttjar båda typerna uranet på ett ineffektivt sätt, och hur mycket uran som stod till buds i världens skifferlager var oklart. Så tidigt som på 1940-talet fanns drömmar om

en reaktortyp som skulle vara mer effektiv, en reaktortyp vars högaktiva avfall också skulle kunna användas som kärnbränsle. Denna reaktortyp fick på svenska namnet bridreaktor av engelskans breed=avla; det tycktes som om reaktorn själv avlade nytt bränsle. En sådan konstruktion möjliggörs ifall reaktorns neutroner inte bromsas ned av en moderator, och reaktortypen kan också kallas snabb reaktor på grund av neutronernas höga hastighet. Härden i en bridreaktor består av en kärna av naturligt eller utarmat uran blandat med plutonium, omgivet av en mantel av enbart utarmat uran. Under neutronbestrålning omvandlas en del av det utarmade uranet till klyvbara plutoniumisotoper. I en bridreaktor kan upp till 70 procent av uranets potentiella energi konverteras, mot cirka 2 procent i andra reaktorer.

Redan 1946 startades världens första snabba reaktor, en liten forskningsreaktor som kom att få smeknamnet Clementine, i Los Alamos, USA. Ett problem var dock att hitta ett fungerande kylsystem för reaktorer med så stor effektutveckling. Försök gjordes med flytande natrium, men detta ämnes våldsamma reaktion med luft och vatten gjorde kombinationen vansklig. Den första reaktor i världen som producerade el ur kärnenergi var faktiskt en bridreaktor, EBR-I i Idaho som togs i drift 1951. EBR-I hade anrikat uran som bränsle, och kylmedlet var en blandning av flytande natrium och kalium.[1] Den producerade elektriciteten användes till att belysa reaktorhallen.

SVENSK KÄRNKRAFT

Medan arbetena med avancerad reaktorutveckling pågick i USA, hade också resten av världen i och med atombomben fått upp ögonen för den nya atomenergin. Även det lilla landet Sverige stod inför ett nytt kunskapsfält. Hösten 1945 gav överbefälhavaren Försvarets forskningsanstalt, FOA, i uppgift att undersöka ämnet atombomber. Både skydd mot atombomber och ett eventuellt utvecklande av egna kärnvapen var aktuellt. Så småningom stod även möjligheterna till energiutvinning klara, och samma år tillsatte regeringen efter uppvaktning från bland annat ÖB och FOA:s styrelse den så kallade Atomkommittén, som bestod av tio ledamöter. Efter kommitténs förslag grundades år 1947 AB Atomenergi, ett till 4/7 statligt ägt bolag vars uppgift var att ta hand om den civila utvecklingen på reaktorområdet.[2]

Kunskaperna om kärnklyvning och reaktorkonstruktion var från början små, men arbetet antogs med stor entusiasm, och snart planerades Sveriges första reaktor. Det beslutades att naturligt uran skulle väljas som bränsle. Naturligt uran (U-238) finns i de svenska skiffrarna, och dessa uranresurser ansågs möjliga att börja utvinna inom överskådlig framtid. Tungt vatten till moderatorn inköptes från Norge i början på 1950-talet, under stor sekretess. Kombinationen naturligt uran och tungt vatten kom senare att kallas "den svenska linjen". Valet av bränsle och moderator avgjordes delvis av att Sverige med dessa material skulle kunna bli självförsörjande och oberoende av utlandet, men också eftersom en sådan reaktor är särskild lämpad att producera plutonium, ett ämne som skulle behövas för att framställa eventuella svenska kärnvapen. Här fanns alltså både samhällsekonomiska och militära vinster att göra. Sveriges första reaktor, en forskningsreaktor med en effekt på 1 MW startades 1954 i ett bergrum under Tekniska Högskolan i Stockholm.

Atomforskningen stod i samklang med 1950-talets våg av teknikoptimism. Det fanns efter andra världskriget en stark förhoppning om att teknik skulle bygga en bättre värld, och en del av denna teknik var kärnreaktorerna. På AB Atomenergi arbetade framförallt unga, nyutexaminerade män med en arbetsuppgift som både fascinerade och skrämde allmänheten. Dagspress och populärvetenskapliga tidskrifter skrev om reaktorerna som tekniska underverk och nationella bedrifter.[3] Drömmar om en framtid av inhemskt oberoende och obegränsat med energi hägrade. Under efterkrigstiden började avancerad teknik i allt större utsträckning spridas till gemene man, och tilltron till att teknik skulle förbättra tillvaron var stor. Det fanns också en stark förhoppning om idén att stort finansiellt stöd till grundforskning i slutänden skulle generera industriella framgångar – ett triumfartat argument för att äska pengar till atomforskningen. De världsfrånvända fysikerna som filosoferade framför en griffeltavla skulle nu ge folkhemmet kraft och värme.

FRAMTIDENS REAKTOR

Det var dock inte bara tungvattenreaktorer som visionerades, utan redan under de tidiga åren fanns idéer om ett svenskt bridreaktorprogram. I atomenergiutredningen från 1955 påpekades det hur effektiv bridreaktorn är, och att ett

sådant system skulle spara avsevärda mängder atombränsle för Sverige.[4] Utredningen ansåg att en bridreaktor skulle kunna finnas i Sverige redan 1965.[5]

Ett bridreaktorprogram skulle passa väl in bland den svenska linjens tungvattenreaktorer, eftersom dessa producerar plutonium. Det plutoniumhaltiga avfallet från tungvattenreaktorerna skulle kunna bli bridreaktorernas bränsle. Tillsammans med en upparbetningsanläggning för att extrahera plutonium ur bestrålat bränsle skulle detta kunna bilda en cykel som producerade mindre avfall och använde mindre mängd bränsle för samma mängd producerad energi. Sveriges låghaltiga uranfyndigheter, som endast kunde brytas tämligen långsamt, var också ett motiv till bridreaktorer, eftersom dessa behöver mindre mängder uran. Med bränslesnåla reaktorer som var opåverkade av världspriset på uran skulle Sverige kunna få en inhemsk kärnbränsleförsörjning.[6] Dessutom lockade bridreaktorerna med sitt rykte som spjutspetsteknologi, och tungvattenreaktorerna kom att ses som en något klumpig teknik, ett steg på vägen mot bridreaktorns förfinade teknologi.[7]

En ytterligare aspekt på en cykel av plutoniumanvändning var svenska kärnvapen. Det fanns under 1950-talet såväl som under det tidiga 1960-talet starka röster för att Sverige skulle skaffa egna kärnvapen. Regeringen sköt länge upp det slutgiltiga beslutet genom att anamma den så kallade "handlingsfrihetslinjen", nämligen att den grundläggande forskning som bedrevs var nödvändig för såväl vapenutveckling som civil kärnkraft. Försvarets forskningsanstalt hade hand om den del av forskningen som på ett mer direkt sätt hade anknytning till atombomber, men samarbete och informationsbyte med AB Atomenergi förekom. Enligt en överenskommelse från år 1950 skulle FOA ansvara för konstruktion av en eventuell kärnladdning samt studier av atombombens verkningar, medan det på AB Atomenergis lott föll att framställa plutonium.[8]

En upparbetningsanläggning skulle kunna användas både för framställning av vapenplutonium och för bearbetning av kärnkraftsavfall, och AB Atomenergi började skissa på en sådan anläggning i mitten av 1950-talet.[9] Planerna på avfallsbearbetning skulle kunna medföra att de planerade tungvattenreaktorerna kunde utnyttjas mer effektivt, men möjligheterna att bygga snabba reaktorer, och hur betydelsefullt det skulle vara för landets bränsleekonomi, betonades också.[10] Plutoniumfabriken, som anläggningen kallades, var tänkt att placeras

i orten Sannäs i Bohuslän.[11] Frågans delikata natur, och hur känslig opinionen var redan i början av 1960-talet, märks av att personalen som gjorde undersökningar på plats inte fick veta vilket bolag de jobbade för.[12] AB Atomenergi framhöll också internt hur viktigt det var att inte "oroa befolkningen".[13]

För att på sikt utveckla bridreaktorer i industriell skala måste en första forskningsreaktor byggas. I slutet av 1950-talet började en grupp inom AB Atomenergi att studera avancerade reaktorer, särskilt snabba.[14] Syftet med försöksreaktorn, som kom att få namnet FR-0, var att studera de processer och beräkningsmetoder som var nödvändiga att känna till ifall Sverige skulle fatta beslutet att starta ett bridreaktorprogram.[15] Förutom reaktorfysikaliska undersökningar var även studier av kontroll- och säkerhetssystem viktiga motiv.[16] Även Försvarets forskningsanstalt deltog i arbetena med reaktor FR-0, eftersom neutronrörelserna i en snabb reaktor påminner om dem i en atombombsexplosion.[17] FR-0 togs i drift i Studsvik 1964 och bestod av två halvor som sköts ihop så att kriticitet uppnåddes och kedjereaktionen startade. Bränslet, bestående av uran med en halt av uran-235 på 20 procent, lånades från USA.[18]

FR-0 var ett steg på vägen mot svenska bridreaktorer, och tilltron till bridreaktorer fortsatte under 1960- och 70-talen. För den industriella utvecklingen inledde AB Atomenergi ett samarbete med ASEA. Tillsammans gjorde man projektstudier av elproducerande snabba bridreaktorer.[19] Frågan om bridreaktorer, som från början handlat om en önskan att hushålla med världens uranresurser, kom att inriktas mer på lönsamhet. Eftersom det väntades att uranpriset skulle öka bedömde man att bridreaktorerna skulle bli mer lönsamma på längre sikt än "den svenska linjens" tungvattenreaktorer.[20] Såväl möjligheten att köpa utländska reaktorer som att utveckla egna komponenter diskuterades. Av stor vikt var att välja rätt land att samarbeta med; länder som kommit långt i utvecklingen, som England och Frankrike, nämndes som huvudkandidater.[21] En annan viktig teknisk fråga var huruvida Sverige skulle välja ång- eller natriumkylning.[22]

Bridreaktorerna hörde dock framtiden till, och vägen dit var såväl lång som lockande. Tidpunkten för bridreaktorns införande flyttades efterhand fram, när den internationella tekniska utvecklingen gick långsammare än väntat. I slutet av 1960-talet nämndes runt 1980 som en rimlig tidsskala för industriellt genombrott i Sverige.[23] FR-0 reaktorn stängdes år 1971, eftersom Atomenergi

ansåg sig färdiga med experimenten i denna lilla reaktor.[24] I stället funderade man på hur man skulle kunna gå vidare i utvecklingen.

Det var dock inte bara inom AB Atomenergi eller statsapparaten som det fanns stora förhoppningar till bridreaktorn, utan även allmänheten kunde läsa framtidsutopier om dessa nya reaktorer. Idéhistorikern Jonas Anshelm har skrivit om hur bridreaktorn, i likhet med fusionskraften, beskrevs som lösningen på världens energiproblem.[25] Såsom följandes en redan utstakad bana, driven av en teknikutveckling som beskrevs som närmast deterministisk, skulle Sverige ta klivet in i "breederåldern".

KÄRNKRAFTEN I FRÅGASÄTTS

Under samma period som dessa framtidsbilder målades upp, fick dock den svenska linjens tungvattenreaktorer allt större problem. År 1963 hade AB Atomenergi tillsammans med Vattenfall uppfört ett atomvärmeverk i Ågesta utanför Stockholm. Nästa projekt var tänkt att bli en elproducerande tungvattenreaktor i Marviken i Östergötland, men en mängd problem av bland annat teknisk och säkerhetsmässig art gjorde att denna reaktor aldrig togs i drift, och projektet avbröts år 1970. Den svenska kärnkraften kom i stället att byggas ut med lättvattenreaktorer. Fördelen med dem var att billigt anrikat uran kunde importeras från USA, som genom export till lågt pris ville få insyn i reaktorutbyggnaden i världen.[26] Konstruktions- och kärnbränsleverksamheten vid AB Atomenergi slogs ihop med atomavdelningen på ASEA till Asea-Atom. År 1971 levererade ASEA Sveriges första reaktor i industriell skala till Oskarshamns kraftgrupp, OKG. Trots att bridreaktorerna från början kopplats tätt till tungvattenreaktorerna innebar dock inte denna omsvängning att bridreaktorerna glömdes bort, utan de var fortfarande av stort intresse.

Andra europeiska länder, som Storbritannien, Frankrike, Italien, Holland, Belgien och Tyskland, arbetade också på bridreaktorprogram. En uppfattning om hur betydelsefullt detta arbete ansågs vara kan man få genom uppgiften att bridreaktorprogrammen vid sin höjdpunkt utgjorde hälften av dessa länders statsfinansierade kärnkraftsprogram.[27] Emellertid började entusiasmen av flera orsaker att mattas av. De tekniska problemen kring bridreaktorer löstes inte lika lätt som många forskare hade förväntat sig. Riskerna och de ökade

kostnaderna med ett explosivt ämne som natrium som kylmedel fortsatte att vara ett problem.

I USA var Jimmy Carter, president 1977–81 (mottagare av Nobels fredspris 2002), kritisk till bridreaktorer, eftersom hanteringen av plutonium befarades kunna öka risken för kärnvapenspridning.[28] Detta ställningstagande från den nation som från början lett utvecklingen påverkade både Sverige och de övriga länderna. Fredsaktivisterna inom Pugwashrörelsen tog även de avstånd från bridreaktorer.[29] Opinionen svängde under 1970-talet, och allmänheten blev alltmer skeptisk till dessa stora tekniska projekt samtidigt som miljömedvetandet växte. Det fanns också farhågor om att bridreaktorn skulle vara farligare än andra reaktorer på grund av svårigheterna att kyla härden och frågetecken kring stabiliteten. Bridreaktorn började helt enkelt få imageproblem.

En annan aspekt på bridreaktorernas dalande popularitet var att uranpriserna inte steg som förväntat, eftersom nya uranfyndigheter upptäcktes. Att ett bridkärnkraftverk var dyrare att bygga hade man förväntat skulle uppvägas av att det var bränslesnålare, men med låga uranpriser fanns inte längre samma incitament. Bridreaktorn som en räddning från energibrist tycktes inte längre behövas. I synnerhet var det inte längre lönsamt att försöka hushålla med uranresurser.

Frankrike var det land som drev bridtekniken längst. Frankrike hade sedan starten en stark nationell satsning på kärnkraft, och landet får även idag merparten av sin elenergi från kärnkraft. Det franska bridreaktorprogrammet var mycket ambitiöst, och 1986 togs bridreaktorn Super-Phénix i drift. Den kunde generera en elektrisk effekt av 1 240 MW och var den största bridreaktor som byggts. Det fanns planer på att bygga fyra stycken bridkraftverk av samma typ, men på grund av tekniska problem samt olönsamhet stängdes den ursprungliga Super-Phénix år 1998, och fler blev aldrig byggda.[30]

I Sverige minskade resurserna alltmer till den en gång så löftesrika bridreaktorforskningen. Med tiden kom verksamheten mer att inriktas på bevakning av den internationella utvecklingen än egen produktion av reaktorer.[31] Om det skedde ett industriellt genombrott utomlands ville man ändå behålla kompetens så att det fanns möjlighet att lägga om kursen. Kanske kan det beskrivas som att Sverige efter den stora men förkastade kraftansträngningen på tungvattentekniken inte riktigt orkade med ännu ett reaktorprogram. År 1980 genomfördes en

folkomröstning i Sverige efter vilken riksdagen beslutade att kärnkraften skulle vara avvecklad till år 2010. Idag förekommer viss forskning på snabba reaktorsystem för bränsleomvandling (så kallad transmutation), men man får säga att bridtekniken är i det närmaste avsomnad.

EN MISSLYCKAD TEKNIK?

Det händer inte sällan att en teknik som verkar vara full av storslagna löften, och som får både stöd och förtroende av politiker och investerare, inte utvecklas i enlighet med förväntningarna. Bridreaktorn är en sådan teknik. Från att ha varit 1950-talets teknikutopi och 1960-talets långsiktiga satsning utvecklades den aldrig i industriell skala. Orsakerna härtill är mångdimensionella. Dels rent tekniska: vissa problem lyckades inte finna en tillfredställande lösning. Ekonomiska: uranpriset utvecklades inte som förväntat. Militära: Hanteringen av plutonium ansågs innebära risker. Sociala: opinionen vände och bridreaktorer ansågs farliga. Detta fick också politiska konsekvenser, och de flesta inblandade länders regeringar drog tillbaks sitt stöd.

Var bridreaktorn ett misslyckande? Man kan frestas att svara ja på den frågan, eftersom den inte uppfyllde de förväntningar som ställdes på den. Men man måste också fråga sig för vem den var ett misslyckande. För den tekniska och vetenskapliga personal som arbetade med att utveckla reaktortypen är svaret inte lika självklart. Tekniskt sett uppfyllde bridreaktorn sin uppgift: den framställde mer kärnbränsle än den förbrukade. Dessutom medförde bridreaktorprojektet att stora resurser gick till teknisk och naturvetenskaplig forskning, och att värdefull kompetens på området utvecklades. För politikerna var satsningen dock ett misslyckande som inte gav ekonomisk avkastning. För dem var bridreaktorn en misslyckad teknik eftersom den inte lyckades inkorporera ekonomi och ideologi. Det politiska antagandet att pengar till grundforskning automatiskt skulle generera industriell utveckling hade kommit på skam.

Bridreaktorn lär oss att den teknik som ger de fagraste löftena inte alltid är den som bär till morgondagen. Men den lär oss också att orsakerna bakom teknisk utveckling eller misslyckande inte är enkla. Bilden är betydligt mer komplex än att det handlar om bra eller dålig teknik.

Noter

1 Pershagen, Jirlow, Lundell, Vieider (1982) *Snabba bridreaktorer.* (Stockholm), 19.
2 För allmän information om svensk kärnkraft, se till exempel Karl-Erik Larsson, "Kärnkraftens historia i Sverige", *Kosmos* 64 (1987).
3 Fjæstad, M (2001) *Sveriges första kärnreaktor.* SKI-rapport 01:1. (Stockholm), 27.
4 SOU 1956:11 *Atomenergien*, 17.
5 Ibid, 72.
6 "PM beträffande förslag till handlingsplan för arbetet med snabba bridreaktorer" RN/CE/25.11.69, 3. Bertil Lundells privata arkiv.
7 Lindström, S (1991) *Hela nationens tacksamhet.* (Stockholm), 100.
8 Jonter, T (2002) *Kärnvapenforskning i Sverige.* SKI-rapport 02:19. (Stockholm), 29.
9 Ibid, 39.
10 "Plats för kärnkemisk anläggning på Västkusten" AI/UF 1961. Studsviks arkiv 48:09 Förprojektering av Pu-fabrik.
11 Ibid.
12 Meddelande från Alf Larsson till VD Brynielsson 28 mars 1961 "Pu-anläggning". Studsviks arkiv 48:09 Förprojektering av Pu-fabrik.
13 Ibid.
14 "Förslag till direktiv för arbetsgruppen för avancerade reaktorer" 25.2.57 G. Holte. Studsviks arkiv 24:27 Handlingar rörande R0-reaktorn FR-0.
15 AB Atomenergis verksamhetsberättelse 1966, 3.
16 "Synpunkter på behovet av en snabb nolleffektreaktor" E Hellstrand mars 1957. Studsviks arkiv 24:27 Handlingar rörande R0-reaktorn FR-0.
17 Intervju med Bengt Pershagen 17/1 2002.
18 Brev från H Brynielsson till Utrikesdepartementet 14 mars 1960. Studsviks arkiv 24:27 Handlingar rörande R0-reaktorn FR-0. Även intervju med Eric Hellstrand 27/6 2002.
19 Pershagen, Jirlow, Lundell, Vieider (1982) *Snabba bridreaktorer.* (Stockholm), 27.
20 Margen & Nilson (1970) "Snabba reaktorer", *Atomenergis verksamhetsberättelse* 1970, 18.
21 "PM beträffande förslag till handlingsplan för arbetet med snabba bridreaktorer" RN/CE/25.11.69, 7. Bertil Lundells privata arkiv.
22 "Snabba reaktorer: En preliminär begreppsöversikt (I)" Vestergaard 2.12.64, 10. Studviks arkiv 48:16 Diverse tekniska rapporter beträffande.. 1965–1970.
23 Margen & Nilson (1970) "Snabba reaktorer", *Atomenergis verksamhetsberättelse 1970*, 22.
24 AB Atomenergis verksamhetsberättelse 1971, 5.
25 Anshelm, J (2000) *Mellan frälsning och domedag* (Stockholm), 94 ff.
26 Karl-Erik Larsson, "Kärnkraftens historia i Sverige", *Kosmos* 64 (1987), 136.
27 Margen & Nilson (1970) "Snabba reaktorer", *Atomenergis verksamhetsberättelse 1970*, 18.
28 Pershagen, Jirlow, Lundell, Vieider (1982) *Snabba bridreaktorer.* (Stockholm), 200.
29 *Nuclear reactors: to breed or not to breed : a Pugwash debate on fast breeder reactors held at the Royal society, London, on 28 September 1976 under the chairmanship of Sir Alec Merrison*/ed. by J. Rotblat.
30 Pershagen, Jirlow, Lundell, Vieider (1982) *Snabba bridreaktorer.* (Stockholm), 198.
31 Ibid, 27.