

## Kärnkraften i Finland – nu och i framtiden

**Björn Wahlström**

[bjorn@bewas.fi](mailto:bjorn@bewas.fi)

AX-22920 Brändö, Finland

### 1. INLEDNING

Energisektorn i hela världen står inför stora utmaningar när det gäller att minska utsläppen av koldioxid till atmosfären [1]. I Sverige drev IVA ett ambitiöst projekt [2], som syftade till att välja en väg att nå de mål som EU har ställt upp. I Finland drev STF ett betydligt mindre projekt, som också syftade till att reda ut utmaningar och möjligheter för energisektorn i Finland [3]. Båda projekten identifierade kärnkraften, som ett viktigt område att utveckla i en strävan mot en kolneutral energisektor. Detta bekräftades även i en översikt av olika former av primärenergi fram mot år 2050 som KVA gjorde [4]. Detta är den utgångspunkt från vilken jag ser på situationen för kärnkraften i Finland idag och försöker förstå vad man kanske kan säga om hur det ser ut år 2050.

### 2. EN HISTORISK TILLBAKABLICK

För att förstå framtiden måste man kunna sin historia. Jag skall därför kort beskriva hur kärnkraften infördes i Finland, vilket i mångt och mycket skilde sig från hur kärnkraften infördes i Sverige [5]. I Finland väcktes tanken på kärnkraft i mitten 1950-talet, men det var klart från början att vi måste importera teknologin. Finlands industri var tidigt med, men det visade sig att frågan var politiskt känslig, så det blev en hel del svängar innan man kunde gå vidare [6]. Det första kärnkraftverket i Finland byggdes i Lovisa och det levererades av Atomenergoeksport i dåvarande Sovjetunionen (Tabell 1). Lovisa kraftverket hade en intressant förhistoria och projektet var i många avseenden fullständigt unikt, som ett samarbete över de ideologiska gränser som existerade då [7]. Kraftverket i Olkiluoto kom till i tidens anda och man kan se hur utvecklingen fick balansera mellan olika politiska krafter [8].

Både Sovjetunionen och Sverige ställde upp i byggnationen av anläggningarna på ett utomordentligt sätt. Detta gjorde att ingenjörskåren i Finland fick ett utmärkt tillfälle att lära sig den nya teknologin. Samtidigt hade både kraftbolag och myndighet ett gemensamt intresse av att anläggningarna blev så bra som möjligt. Detta innebar bl.a. att projektet att utveckla finländska krav på kärnkraftverk blev högprioriterat. I praktiken betydde detta att många och långa diskussioner fördes med de båda leverantörerna Atomenergoeksport och ASEA Atom.

Redan när de fyra första anläggningarna tagits i drift stod det klart att utvecklingen inte kunde stanna där. Både IVO och TVO insåg att nya anläggningar behövdes och det fanns plats både i Lovisa och i Olkiluoto. Samtidigt hade man inom statsmakten insett att en ny anläggning krävde en förnyelse av kärnenergilagen. Detta ledde till en lång process, där man bl.a. tog ställning till vilken beslutsprocess som behövs innan en ny anläggning kan få tillstånd att uppföras. Det krav man ställde var att en anläggning "skall vara förenlig med samhällets helhetsintresse" [9].

Den tillståndsprocess som kom till, kan förenklat beskrivas så att den inleds med en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Denna skickas sedan på remiss till ett stort antal intressenter och bland dem också den kommun där anläggningen skall placeras. Kommentarer och utlåtanden samlas, så att när detta är klart kan företaget ansöka om ett principbeslut (PeriAatePäätös, PAP). Regeringen gör sedan sitt principbeslut på basen av en bedömning om samhällets helhetsintresse kan anses var uppfyllt. Riksdagen kan sedan antingen godkänna eller förkasta principbeslutet.

Efter det att de fyra första anläggningarna tagits i drift och planerna på en femte anläggning konkretiserades stod det klart för IVO och TVO att de måste agera tillsammans. Man startade ett samarbete, som ledde till att ett gemensamt bolag Perusvoima Oy bildades år 1986. Bolaget fick i uppdrag att förbereda en femte anläggning, på så sätt att IVO bidrog med PWR och TVO med BWR

kunnande. Tanken var att en möjlig PWR anläggning skulle placeras i Lovisa och att en möjlig BWR anläggning i Olkiluoto. På våren år 1986 var man färdig att lämna in en ansökan om ett principbeslut för en ny anläggning, men så kom Tjernobyl emellan och planerna fick läggas på is.

Efter att Finland fått en ny riksdag i mars 1991 hade man kommit så långt att man vågade sig på ett nytt försök. I mars 1991 lämnade Perusvoima in en ansökan om ett principbeslut på en ny anläggning som skulle placeras antingen i Lovisa eller i Olkiluoto. Regeringen var inte enig, men ansökan godkändes i februari 1993 med siffrorna 11 mot 6. I riksdagen fick dock kärnkraftsmotståndarna i september 1993 övertaget med siffrorna 107 mot 90 och regeringens beslut förkastades. Den femte enheten fick lov att vänta över nyval.

Nästa gång det gällde undvek industrin aktiv lobbning, vilket antagligen var förnuftig för att regeringens beslut år 2002 om att bevilja ett principbeslut godkändes i riksdagen med siffrorna 107–92. Sedan blev det lättare. I och med vad man uppfattade som kärnkraften renässans såg siffrorna annorlunda ut när man år 2010 sökte principbeslut på tre nya reaktorer. Regeringen förde två av de tre förslagen vidare och riksdagen godkände besluten för OL4 med siffrorna 120–72 och för Fennovoima med siffrorna 121–71.

Med en utgångspunkt i två olika typer av anläggningar, som har varit i drift sedan början av 1980-talet kan man anlägga olika perspektiv. I ett tekniskt/ekonomiskt perspektiv kan man konstatera att anläggningarna både i Lovisa och i Olkiluoto har visat sig vara mycket goda investeringar. I ett politiskt perspektiv är det intressant att konstatera att kärnkraften i Finland har haft ett fortgående stöd från allmänheten. Stödet har visserligen varierat beroende på händelser i omvärlden och den debatt som har uppstått när frågan om nya anläggningar har kommit upp.

### **3. AKTÖRER INOM KÄRNKRAFTSOMRÅDET**

Bland aktörerna inom kärnkraftsområdet i Finland har vi nu utöver de tre kraftbolagen Fortum ([www.fortum.com](http://www.fortum.com)), TVO ([www.tvo.fi](http://www.tvo.fi)) och Fennovoima ([www.fennovoima.fi](http://www.fennovoima.fi)), även myndigheten STUK ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)), FoU-organisationen VTT ([www.vtt.fi](http://www.vtt.fi)), avfallsbolaget Posiva ([www.posiva.fi](http://www.posiva.fi)), Aalto-universitetet i Otnäs ([www.aalto.fi](http://www.aalto.fi)), Lappeenranta University of Technology ([www.lut.fi](http://www.lut.fi)) i Villmanstrand och Helsingfors universitet (<http://www.helsinki.fi/yliopisto/>). Till de egentliga aktörer bör man även räkna Arbets- och näringsministeriet ([www.tem.fi](http://www.tem.fi)), som sedan början av 1970-talet har haft en viktig roll inom kärnkraften. I tillägg till dessa kan man även nämna att ett varierande antal finländska företag har deltagit med underleveranser till byggnationsprojekten.

#### **3.1. Fortum Oyj**

Fortum (tidigare Imatran Voima Oy, IVO) driver de två anläggningarna i Lovisa (Tabell 1). Båda anläggningarna har gått igenom en modernisering där man samtidigt höjde effekten. De nuvarande drifttillstånden går ut 2027 och 2030. I mellantiden tills dess kommer båda anläggningarna att gå igenom en detaljerad säkerhetsgranskning [10]. Fortum har en ägarandel på 25,8 % i TVO och deltar med egen personal i arbetena kring OL3 och OL4. Speciellt är att Fortum har mera kärnkraft i Sverige än i Finland (FKA 22,2%, OKG 45,5%).

Fortum lämnade in sin MKB [11], för den tredje enheten på Hästholmen i Lovisa år 2007 och sin ansökan om ett principbeslut år 2009 [12]. Regeringen beslöt dock samtidigt med behandlingen av de andra två ansökningarna år 2010 att avslå Fortums ansökan.

#### **3.2. Teollisuuden Voima Oyj (TVO)**

TVO har i Olkiluoto två reaktorer i drift och en under konstruktion (Tabell 1). OL1 och OL2 har sedan de togs i drift genomgått flera moderniseringar, som bland annat har innefattat höjningar av effekten. Även under de år detta skedde har man lyckats hålla tillgängligheten på en mycket hög nivå.

Principbeslutet för OL3 stadfästes 2002 och byggnadstillståndet beviljades 2005. Areva står som leverantör och OL3 beställdes som en nyckelfärdig anläggning. Meningen var att anläggningen skulle ha tagits i drift redan 2009, men nu ser det ut som om drifttagningen kommer att ske först någon gång 2015-2016. Orsakerna till förseningen är många, liksom i alla komplicerade projekt. Problemen med förseningen kommer att föras till en skiljedomstol, så att det är här för tidigt att orda om vad resultatet kommer att bli.

TVO lämnade år 2007 in sin MKB [13] för en fjärde anläggning i Olkiluoto. År 2009 hade alla utlåtanden erhållits och en ansökan om ett principbeslut kunde lämnas in [14]. OL4 fick sitt principbeslut år 2010 och för denna mottog TVO den 31.1.2013 offerter från fem olika leverantörer, Areva, GE Hitachi, Korea Hydro&Nuclear Power, Mitsubishi Heavy Industries och Toshiba. Ansökan om byggnadstillstånd skall för den nya anläggningen lämnas in senast före utgången av juni 2015.

### **3.3. Fennovoima Oyj**

Intresset för ett tredje kärnkraftsföretag väcktes i mitten av 2000-talet och Fennovoima bildades år 2007. E.ON hade vid bildandet en andel på 34% och var då den största enskilda ägaren i Fennovoima. E.ON var med sitt kärnkraftskunnande en viktig part i den fortsatta planeringen av den nya anläggningen. Fennovoima lämnade in sin MKB [15] år 2008 och sin ansökan om principbeslut 2009 [16]. Speciellt med Fennovoimas ansökan var att man då ännu inte valt plats för anläggningen, utan ställde upp tre olika alternativ. Man ansökte också om två olika anläggningsalternativ, antingen skulle man bygga en stor anläggning (<4900MW<sub>t</sub>) eller två mindre (<6800 MW<sub>t</sub>). Ett positivt principbeslut erhöles 2010, vilket dock begränsades till en anläggning. År 2011 beslöts att anläggningen placeras i Pyhäjoki på Hanhikiviudden.

År 2012 beslöt E.ON att dra sig ur projektet och sålde i början av 2013 sin andel till Voimaosakeyhtiö SF, ett bolag där ägarna av Fennovoima är representerade. Orsaken till beslutet kan antagligen kopplas till utvecklingen i Tyskland efter Fukushima-katastrofen. Fennovoima har meddelat att de underhandlar direkt med Toshiba och samtidigt undersöker ändamålsenligheten av en mindre reaktor än den man först hade tänkt sig. I början av april meddelade Fennovoima att de även inlett direkta förhandlingar med Rosatom i Ryssland.

### **3.4. Posiva Oy**

Posiva grundades år 1995 som en expertorganisation för att ta hand om det utbrända bränsle som produceras av ägarnas anläggningar (TVO 60% , Fortum 40%). Posiva tog då över och förde vidare det arbete som TVO hade startat redan år 1983 då regeringen krävde en plan för slutförvaret. Planen som togs fram byggde på ett samarbete med SKB i Sverige och detta samarbete har fördjupats under åren. Arbetet har hittills gått fram i enlighet med de planer man utarbetade för trettio år sedan.

I och med att planerna för en tredje enhet för Fortum och en fjärde enhet för TVO konkretiserades gjorde Posiva en ny MKB [17], som beskrev utvidgningen av slutförvaret från 9000t uran till 12000t. Ansökan om principbeslut för OL4 [18] skickades in 2008 och för Lo3 [19] år 2009. Intressant är att konstatera att beslutsprocessen gav i upphov till nästan hundra skriftliga utlåtanden från olika parter. Principbeslutet gavs för OL4 och godkändes i riksdagen år 2010, medan Lo3 fick ett negativt principbeslut.

Posiva ansökte i årsskiftet 2012/13 om byggnadstillstånd [20] för slutförvaret och räknar med att anläggningen skall vara färdig att tas i bruk år 2022. Behandlingen av byggnadstillståndet pågår och ett beslut väntas i sinom tid.

### **3.5. Strålsäkerhetscentralen (STUK)**

STUKs förhistoria sträcker sig till år 1958, men namnet Strålsäkerhetscentralen och förkortningen STUK kom till först år 1984 [21]. När man ser på de uppgifter som en kärnkraftsmyndighet sköter, så

kan man på ett mycket övergripande plan skilja mellan dels att definiera de krav som ställs och dels att övervaka att kraven faktiskt efterlevs [22]. För STUKs del har mycket tid gått åt till den första uppgiften vars resultat kan ses i de sk. YVL-guiderna som STUK utvecklat och upprätthåller [23]. Den första versionen av guiderna blev färdig redan 1981 och guiderna har kontinuerligt uppdaterats sedan dess. STUK har således kontinuerligt hållit beredskap för att behandla nya anläggningar.

Efter det att kärnkraftslagen med sina förordningar förnyats år 2008, startade STUK ett projekt som syftar till att förnya både struktur och innehåll för YVL-guiderna. Projektet blev något försenat av händelserna i Fukushima 2011, men det är meningen att allt skall vara klart till slutet av år 2013. Den struktur man arbetar med framgår av Tabell 2.

STUK skriver en årlig redogörelse över kärnsäkerheten i Finland, som ger en god inblick i vad som försiggår inom myndighetstillsynen [24]. STUK har under hela sin verksamhet deltagit aktivt i internationellt samarbete, vilket har skapat goda kontakter med bl.a. IAEA, WENRA och USNRC. STUK har också deltagit i IAEAs IRRS granskningar både som granskare och granskad part. En IRRS granskning av STUK gjordes under år 2012 [25].

### **3.6. Statens tekniska forskningscentral (VTT)**

VTT grundades redan år 1942, då för att i huvudsak fungera som en provningsanstalt [26]. VTT växte sedan kraftigt under 1970- och 1980-talen, samtidigt som fokus sattes på tillämpad forskning. Boken Energy visions 2050 ger en bra översikt över VTTs aktiviteter inom energiområdet [27]. Om man ser på VTTs aktiviteter idag, så täcker de så gott som allt som är intressant inom kärnkraft (jfr. Tabell 3). Inom dessa områden ligger den årliga insatsen på över hundra personår av närmare tvåhundra personer. Om man vill bekanta sig mera konkret med FoU verksamheten inom kärnkraften i Finland, så ger de två nationella forskningsprogrammen SAFIR [28] och KYT [29] en bra inkörsport. VTTs arbete delar upp sig i tre ungefär lika stora delar, dvs. forskning finansierad med egna medel, samarbetsprojekt med finansiering från olika källor och beställningsuppdrag.

### **3.7. Universitet och högskolor**

Bland universiteten som har program och kurser inom kärnkraftsområdet kan man nämna Aalto Universitetet, Lappeenranta University of Technology (LUT) och Helsingfors universitet (HU). De båda förstnämnda utbildar diplomingenjörer och HU matematiker, fysiker och kemister. Till dessa sällar sig ett antal högskolor med ingenjörsprogram, bl.a. inom energiteknik, industriprocesser, automationsteknik, värmelära, datateknik, kvalitetsteknik och materialteknik. För kärnkraften är LUT speciellt inte bara för de ingenjörsprogram de driver, utan också för de experimentella faciliteter [30], som universitetet förfogar över.

### **3.8. Arbets- och näringsministeriet**

Ministeriet har en viktig position inom kärnkraften i Finland. För det första sköter ministeriets tjänstemän de praktiska beslutsprocesserna kring kärnkraft. För det andra så svarar ministeriet för den statliga finansieringen av de nationella forskningsprogrammen SAFIR (kärnsäkerhet) och KYT (avfall). Programmen har fått stöd i övergången mellan två programperioder, så att en utvärdering görs när en period har förts till sitt slut [31], [32]. På samma sätt får en ny programperiod administrativt stöd när inriktningen definierats [33], [34]. För de tredje ger ministeriet ett stöd för hanteringen av olika frågor genom att tillsätta olika utredningskommittéer. Ett exempel på kommittéarbetet är den kompetensinventering inom kärnkraft som nyligen gjordes [35]. Ett motsvarande arbete startades i början på 2013, som avser att ta fram en nationell FoU-strategi inom kärnkraft.

## **4. NÅGRA IAKTTAGELSER**

Om man på något sätt försöker summera de faktorer som påverkat hur kärnkraften i Finland har utvecklats under ett halvsekel, så kan man kanske lyfta upp följande tre:

- Kontakter mellan aktörerna i branschen,
- Forskning, utveckling och utbildning,
- Internationella kontakter.

Förspelet till de första reaktorerna i Finland visade vikten av att ha ett brett nationellt kontaktnät. Atomtekniska Sällskapet i Finland (ATS) som bildades 1966 [36], var här en viktig komponent i den kontaktskapande verksamheten. ATS skapade tidigt genom sina medlemmar internationella kontakter, som då kunde förmedlas vidare i styrelsearbetet och arbetsgrupper samt i personliga kontakter på möten och seminarier.

Insikten om vikten av forskning, utveckling och utbildning väcktes också tidigt. De första små specialiserade forskningsgrupperna bildades redan 1966 och integrerades så småningom i VTTs verksamhet. Forskarna var tidigt ute och skapade sina egna kontaktnät, först i det Nordiska samarbetet [37] och senare inom EUs olika ramprogram. Här var och är fortfarande Halden-projektet en viktig samarbetspartner [38]. Många av de finländska experter inom kärnkraft, som har nått internationell renommé gjorde i tiden sina examensarbeten i kontaktytan mellan universiteten och intressenterna inom branschen.

Ett initiativ, som har visat sig mycket lyckat, är en avancerad kurs i kärnkraftsteknik [39], som är tänkt för folk som kommer in i branschen utan en tidigare kontakt med området. Kursen ger en god översikt av kärnkraftens alla viktiga delområden i sex avsnitt under 21 fulla dagar. Kurserna har nu gått i tio år och de har haft över 600 deltagare och över 200 lärare i de olika avsnitten. Kurserna har utöver sitt syfte att ge en översiktlig introduktion till kärnkraftsområdet, även haft en viktig funktion som en kontaktskapande institution.

De internationella kontakterna har varit mycket viktiga ända från början i mitten på 1950-talet då tanken på kärnkraft väcktes i Finland. Tidiga internationella kontakter skapades av Atomenergikommissionen och några företag, så att aktörerna redan i början av 1960-talet hade ett brett internationellt kontaktnät. Lovisa- och Olkiluoto-projekten utnyttjade och utvidgade sedan kontaktnäten. STUK skapade direkta kontakter till IAEA och USNRC genom att flera av deras tjänstemän arbetade i Österrike och USA i olika omgångar. VTTs personal har sedan början av 1970-talet deltagit i ett flertal arbetsgrupper inom IAEA och OECD/NEA. Anläggningarna har deltagit i leverantörernas arbetsgrupper och var från början med i verksamheten inom WANO. Det är uppenbart att detta samarbete kommer att fortsätta och det är lika klart att Finland inte bara kan vara en tagande part, utan också måste ha något att ge i samarbetet.

## 5. KOMPONENTER FÖR EN FRAMTID

Om man försöker ge en lista på komponenter som är viktiga för kärnkraften i ett perspektiv mot år 2050, så kan man ställa åtminstone följande frågor:

- Hur kommer tillgång och efterfrågan för el att se ut?
- Hur kommer finansieringen av nya anläggningar att skötas?
- Vilka tekniska lösningar kommer att finnas att tillgå?
- Hur kommer myndighetstillsynen att utveckla sig?
- Hur kommer branschen att utvecklas internationellt?

När man ser på tillgång och efterfrågan, så kan man anta att tillgången anpassar sig till den efterfrågan som finns, men på vilken prisnivå detta kommer att ske är svårare att förutspå. Kan vi t.ex. anta att skogsindustrins volym kommer att krympa? Om detta sker, så kommer antagligen behovet på elkraft att minska, men det kanske betyder att skogsråvaror frigörs för energianvändning. Kommer vi att få politiskt styrda investeringar i förnybar energi och hur påverkas då elnätet? Behöver vi bygga nya anläggningar för att kunna sköta en massiv överflyttning av transporttjänster till eldrivna fordon? Hur kommer de senaste innovationerna inom utvinning av gas från oljeskiffer att påverka prisbildningen?

När det gäller finansieringen av nya anläggningar är det kanske allra viktigast att kunna göra en realistisk investeringskalkyl och en värdering av det kassaflöde som en ny anläggning kan väntas

generera. Innan beslut kan göras måste man kunna hantera osäkerheterna i beräkningarna. Om man i en kvartalsekonomi måste kunna visa på stora vinster i ett relativt kort tidsperspektiv, så kan det bli svårt att skapa ekonomisk trovärdighet för en stor anläggning. Naturligtvis kan man tänka sig en finansiering enligt något slag av inmatningstariff, vilket då kanske skulle göra det intressant för leverantörer att delta i finansieringen.

När det gäller tekniska lösningar har vi kommit långt i utvecklingen av stora anläggningar. Finns det någon kombination av tekniska lösningar där en mindre anläggningen kunde visa en lika bra lönsamhet? Man har talat om standardiserade modulära reaktorer, som skulle kunna byggas på kortare tid än de stora. Om sådana lösningar kan hittas, skulle de vara fördelaktiga i ett kassaflödesperspektiv och de skulle också vara lättare att hantera som tillskott i elnätet. Små modulära reaktorer kunde även vara fördelaktiga när det gäller att hantera långa kedjor av underleverantörer.

Om vi konstruerar reaktorer så att de för sina säkerhetssystem är oberoende av en yttre elförsörjning, så skulle det säkert vara en fördel, men det kan bli svårt att visa att passiva lösningar faktiskt håller måttet. Om vi får mycket förnybar elenergi i nätet, så borde antagligen kärnkraftverken konstrueras för att bättre kunna följa belastningen i nätet.

Myndighetskraven har skärpts betydligt sedan de första reaktorena byggdes och det finns inga indikationer på att utvecklingen skulle gå i en motsatt riktning. Detta betyder antagligen att våra nuvarande reaktorer har tjänat ut när det blir för dyrt att modernisera dem till en för samhället acceptabel nivå. Vilken den nivån kommer att vara är inte klart idag, men det kan bli svårt för en seriös myndighet att tillåta stora skillnader mellan kraven på gamla och nya anläggningar. Här kunde ett internationellt samarbete vara till hjälp för att skapa en enighet om hur skillnader i kravnivå skall hanteras.

Det finns ett behov av att för nya anläggningar skapa något slag av internationellt harmoniserad kravbild, som skulle göra det lättare kraftbolag, leverantörer och myndigheter att fungera tillsammans i projekt. För själva konstruktions- och byggnationsprocesserna, kunde ett önskemål vara, att de lämnar ett tydligt granskningsbart spår från ursprungliga krav till de lösningar som väljs. På samma sätt borde man ha instrument för att hantera de kontaktytor som uppstår i underleverantörskedjorna när krav och lösningar skall anpassas till varandra. Man kan också fråga sig hur en myndighet på bästa sätt borde balansera mellan rollen att vara polis och rollen att vara sakkunnig. Här kunde kanske ett utvidgat internationellt myndighetssamarbete vara en del av lösningen.

I Finland kommer vi att vara beroende av vad som händer internationellt. Vilka leverantörer kommer att finnas och hurdan teknologi kommer de att offerera? Detta gäller både nuvarande och nya reaktorer. Det betyder att vi måste förstå leverantörerna och de argument de kommer med. Samtidigt måste vi kunna tänka själv och göra egna bedömningar av fördelar och nackdelar med olika koncept. Utan ett eget tillräckligt djupt kunnande inom området är detta inte möjligt. Samtidigt måste man också komma ihåg att en anläggning inte består bara av reaktorn, utan att den måste fungera i sin infrastruktur på platsen och i en större virtuell infrastruktur av internationella kontakter.

## **6. NÅGRA PERSONLIGA REFLEKTIONER**

Jag vill ännu här komma med några personliga reflektioner, som har att göra med hur kärnkraften kommer att se ut i Finland år 2050 och framåt. Först och främst är jag övertygad om att ett beslut att välja bort kärnkraft som ett alternativ för produktion av elkraft, kommer att föra med sig ett högre elpris i samhället. Jag tror också att vi med ett högre elpris, kommer att få en större miljöpåverkan. Hur det sist och slutligen går, bestäms i en politisk process och då kan en ny kärnkraftsolycka bli en avgörande faktor som gör att teknologin blir omöjlig.

När det gäller våra fyra äldsta reaktorer är frågan naturligtvis hur länge vi kan vänta oss att de drivs. Att tro att alla kommer att drivas ännu år 2050 är antagligen alltför optimistiskt, vilket då betyder att vi borde få något slag av ersättande kraft. OL3 tillsammans med de två reaktorer som planeras kommer

att ha en större kapacitet än de fyra äldre reaktorerna tillsammans, vilket i princip betyder att det finns tid för nya beslut.

Trots de problem vi har haft i OL3 projektet, så tror jag att vi har lämnat konceptet med huvudleverantör för alltid. Varje anläggningsägare vill ha de bästa teknologiska lösningarna både i helheten och i det lilla. Detta går knappast att få utan kedjor av underleverantörer. Sen är det en annan sak hur man kan se till att varje underleverantör faktiskt förstår projektens natur och de krav på kvalitet som ställs.

När det gäller nya reaktorteknologier, så finns det mycket man kan önska sig, men det är också klart att det kommer att ta tid och resurser innan något revolutionerande nytt kan göras tillgängligt. I ett ingenjörstekniskt perspektiv är det antagligen frågor som modularitet, passiva säkerhetslösningar och slutna bränslecykel som står främst på agendan. I ett politiskt perspektiv kommer säkert safeguards-frågan rörande fissilt material att vara viktig. En utveckling av nya reaktorer måste drivas som ett internationellt samarbete och vi kan hoppas att detta sker utan att alltför mycket inblandning av nationell prestige.

När det gäller risken för olyckor uppfattar jag att våra nuvarande säkerhetsprinciper, dvs. ett balanserat förhållande till säkerheten och djupförsvaret, som realiseras genom redundans, separation, diversitet och rådrumsregeln, ger ett tillräckligt skydd. En annan sak är att det verkar vara svårt att få alla aktörer i världen att leva upp till de goda principerna.

När det gäller nya anläggningsprojekt tror jag att den största svårigheten är att hantera den osäkerhet som råder. Hur kan man idag ge en trovärdig investeringskalkyl för en kärnkraftanläggning? Vem är villig att ta på sig de ekonomiska riskerna, som det alltid finns i ett stort projekt? Går det att minska riskerna på något sätt och i så fall hur? En större öppenhet när det gäller siffror kanske kan vara en framkomlig väg, men siffror är något som de flesta aktörer anser vara affärshemligheter.

## **7. SAMMANFATTNING**

Kärnkraften i Finland har så här långt varit en framgångsrik historia. Vår situation idag innehåller en del öppna frågor, men ingen av dem har en sådan dignitet att den utgör ett omedelbart hot för varken säkerhet eller ekonomi. Fram till år 2050 finns det osäkerheter som kan påverka utvecklingen, men de flesta frågor bör gå att ta hand om när de kommer. En fortsatt framgång hänger på att vi förmår upprätthålla en vaksamhet mot allt som kan gå fel. Samtidigt måste vi kontinuerligt söka efter bättre lösningar för både säkerhet och tillgänglighet i våra anläggningar.

Så här till sist kan man kanske fråga sig vad akademierna kan göra för att underlätta det arbete för kärnkraften som görs på olika håll. Man kan knappast förvänta sig att akademierna själva skall kunna komma fram med någon patentrösning, som i ett slag skulle ändra allt. Däremot har akademierna enligt min mening en viktig uppgift i att oberoende av andra aktörer ta en roll, som syftar till att ge information och synpunkter som inte är färgade av ett egenintresse. I och med att frågorna är komplicerade är det lätt för lobbyare att komma med argument, som vid ett första påseende verkar riktiga, men som i en djupare granskning visar sig innehålla ohållbara antaganden och felaktigheter. Om akademierna tar en sådan roll när det gäller kärnkraft, så blir det i ett försök att spegla framtiden viktigt att hitta rätt i en balans mellan utopiska visioner och dystopiska projektioner.

### **Ett erkännande**

I sammanställandet av denna rapport har jag haft stor hjälp av mina tidigare kolleger både på VTT och inom branschen i Finland. Speciellt vill jag då nämna följande personer (här i alfabetisk ordning), Juhani Hyvärinen, Nils-Olof Nylund, Riitta Kyrki-Rajamäki, Eero Patrakka, Lasse Reiman, Reijo Sundell, Jarmo Tanhua, Harri Tuomisto och Timo Vanttola. Trots den hjälp jag har fått, vill jag dock påpeka att jag själv står för mina kommentarer och eventuella felaktigheter, som kan ha smugit sig in i texten.

Tabell 1. Översikt över reaktorerna i Finland.

Enhet	Typ, effekt	Leverantör	Projektstart	Produktion
Fennovoima	?, ?	?	?	
Lovisa 1	VVER, 490MW	Atomenergoeksport	1971	1977
Lovisa 2	VVER, 490MW	Atomenergoeksport	1972	1981
Olkiluoto 1	BWR, 840MW	ASEA Atom	1974	1979
Olkiluoto 2	BWR, 840MW	ASEA Atom	1974	1982
Olkiluoto 3	PWR, 1600MW	Areva	2005	2015-2016?
Olkiluoto 4	?, ?	?	?	

Tabell 2. Ny struktur för YVL-guiderna

<p><b>A.1</b> Regulatory control of the safe use of nuclear energy</p> <p><b>A.2</b> Siting of a nuclear facility</p> <p><b>A.3</b> Management systems of a nuclear facility</p> <p><b>A.4</b> Organisation and personnel of a nuclear facility</p> <p><b>A.5</b> Construction of a nuclear facility</p> <p><b>A.6</b> Operation of a NPP</p> <p><b>A.7</b> Risk management of a NPP</p> <p><b>A.8</b> Ageing management of a nuclear facility</p> <p><b>A.9</b> Reporting on the operation of a nuclear facility</p> <p><b>A.10</b> Operating experience feedback of a nuclear facility</p> <p><b>A.11</b> Security arrangements of a nuclear facility</p> <p><b>A.12</b> Information security of a nuclear facility</p>
<p><b>B.1</b> Design of the safety systems of a nuclear facility</p> <p><b>B.2</b> Classification of systems, structures and equipment of a nuclear facility</p> <p><b>B.3</b> Safety analyses for a NPP</p> <p><b>B.4</b> Nuclear fuel and reactor</p> <p><b>B.5</b> Reactor coolant circuit of a NPP</p> <p><b>B.6</b> Containment of a NPP</p> <p><b>B.7</b> Preparing for the internal and external threats to a nuclear facility</p> <p><b>B.8</b> Fire protection at a nuclear facility</p>
<p><b>C.1</b> Structural radiation safety and radiation monitoring of a nuclear facility</p> <p><b>C.2</b> Radiation protection and exposure monitoring of nuclear facility workers</p> <p><b>C.3</b> Limitation and monitoring of radioactive releases from a nuclear facility</p> <p><b>C.4</b> Radiological control of the environment of a nuclear facility</p> <p><b>C.5</b> Emergency preparedness arrangements of a NPP</p>
<p><b>D.1</b> Regulatory control of nuclear safeguards</p> <p><b>D.2</b> Transport of nuclear materials and nuclear waste</p> <p><b>D.3</b> Handling and storage of nuclear fuel</p> <p><b>D.4</b> Handling of low- and intermediate-level nuclear waste and decommissioning of a nuclear facility</p> <p><b>D.5</b> Final disposal of nuclear waste</p> <p><b>D.6</b> Production of uranium and thorium</p>
<p><b>E.1</b> Inspection organisations in nuclear facilities</p> <p><b>E.2</b> Procurement and operation of nuclear fuel</p> <p><b>E.3</b> Pressure vessels and pipings of a nuclear facility</p> <p><b>E.4</b> Strength analyses of nuclear power plant pressure equipment</p> <p><b>E.5</b> Inservice inspection of nuclear facility pressure equipment with non-destructive testing methods</p> <p><b>E.6</b> Buildings and structures of a nuclear facility</p> <p><b>E.7</b> Electrical and I&amp;C equipment of a nuclear facility</p> <p><b>E.8</b> Valves of a nuclear facility</p> <p><b>E.9</b> Pumps of a nuclear facility</p> <p><b>E.10</b> Emergency power supply of a nuclear facility</p> <p><b>E.11</b> Hoisting and transfer equipment of a nuclear facility</p> <p><b>E.12</b> Testing organisations in nuclear facilities</p>



Tabell 3. Områden inom kärnkraft där VTT har FoU aktiviteter

Automation and human-technology interaction
Development of materials for emerging energy technologies
Life cycle management, maintenance and operability for power plants
Materials performance in new energy technologies
Nuclear reactor safety analysis
Nuclear waste management
Numerical modelling of industrial processes and combustion
Simulation, optimisation and industrial information contents
Structural integrity analyses
Structural loading mechanisms and their modelling
Systems analysis
Usability and failure mechanisms of materials

## Referenser

- [1] Stern N. (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change, [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm).
- [2] IVA (2009). De fem vägvalen – huvudrapport från projektet Vägval energi, <http://www.iva.se/Global/upload/Projekt/V%C3%A4gval%20energi/200909-IVA-v%C3%A4gval%20energi-slutrapport-I.pdf>.
- [3] <http://www.stvif.fi/index.php?page=energiprojekt-2008-2010>.
- [4] Energy resources and their utilization in a 40-year perspective up to 2050: A synthesis of the work done by the Energy Committee at the Royal Swedish Academy of Sciences, [http://www.kva.se/Documents/Vetenskap\\_samhället/Energi/Utskottet/syntes\\_energi\\_eng\\_2010.pdf](http://www.kva.se/Documents/Vetenskap_samhället/Energi/Utskottet/syntes_energi_eng_2010.pdf).
- [5] Anshelm J (2000). Mellan frälsning och domedag. Om kärnkraftens politiska idéhistoria i Sverige 1945-1999, Brutus Östlings Bokförlag Symposium, Stockholm.
- [6] Björklund N (1983). Kakkosmies, Otava, Helsinki.
- [7] Michelsen K-E, Särkikoski T (2005). Suomalainen ydinvoimalaitos, Edita, Helsinki.
- [8] Björklund N, Westerholm W, von Bonsdorff M. (1994). Ydinsäköä; Teollisuuden Voima Oy 1969 – 1994.
- [9] <http://www.edilex.fi/stuklex/sv/lainsaadanto/19870990>.
- [10] IAEA (2009 ). Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series, No. NS-G-2.10.
- [11] Fortum Power and Heat (2007). Ympäristövaikutusten arviointiselostus, [http://www.tem.fi/files/19434/YVA\\_selostus\\_FI.pdf](http://www.tem.fi/files/19434/YVA_selostus_FI.pdf).
- [12] Fortum Power and Heat (2009). Ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskeva periaatepäätöshakemus – Loviisa 3, [http://www.tem.fi/files/21757/Fortum\\_2009\\_Loviisa3\\_PAP-hakemus\\_fi\\_secured\\_matalares.pdf](http://www.tem.fi/files/21757/Fortum_2009_Loviisa3_PAP-hakemus_fi_secured_matalares.pdf).
- [13] TVO (2007). Ympäristövaikutusten arviointiohjelma, [http://www.tvo.fi/uploads/files/YVA\\_selostusraportti\\_FI\\_Secured.pdf](http://www.tvo.fi/uploads/files/YVA_selostusraportti_FI_Secured.pdf).
- [14] TVO (2008). Ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskeva periaatepäätöshakemus – Olkiluoto 4, [http://www.tem.fi/files/19390/Periaatepaatoshakemus\\_OL4\\_lukittu\\_%282%29.pdf](http://www.tem.fi/files/19390/Periaatepaatoshakemus_OL4_lukittu_%282%29.pdf)
- [15] Fennovoima (2008). Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus, [http://www.tem.fi/files/20302/YVA\\_selostus\\_Fennovoima\\_lokakuu\\_2008.pdf](http://www.tem.fi/files/20302/YVA_selostus_Fennovoima_lokakuu_2008.pdf)
- [16] Fennovoima (2008). Ydinvoimalaitoksen periaatepäätöshakemus, [http://www.tem.fi/files/21386/Periaatepaatoshakemus\\_Fennovoima\\_.pdf](http://www.tem.fi/files/21386/Periaatepaatoshakemus_Fennovoima_.pdf)
- [17] Posiva (2008). Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen – Ympäristövaikutusten arviointiohjelma, [http://www.tem.fi/files/19557/YVA-ohjelma\\_suomi\\_final\\_min.\\_5.5.2008\\_pdf.pdf](http://www.tem.fi/files/19557/YVA-ohjelma_suomi_final_min._5.5.2008_pdf.pdf)

- [18] Posiva (2008). Periaatepäätöshakemus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus-laitoksen laajentamiseksi Olkiluoto 4 -yksikköä varten, [http://www.tem.fi/files/19510/Periaatepaatoshakemus\\_Posiva2\\_PAP2008\\_.pdf](http://www.tem.fi/files/19510/Periaatepaatoshakemus_Posiva2_PAP2008_.pdf)
- [19] Posiva (2009). Periaatepäätöshakemus käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi Loviisa 3 -yksikköä varten, [http://www.tem.fi/files/22113/Periaatepaatoshakemus\\_kaytetyn\\_ydinpolttoaineen\\_loppusijoituslaitoksen\\_laajentamiseksi\\_Loviisa\\_3\\_-\\_yksikkoa\\_varten\\_13.3.2009.pdf](http://www.tem.fi/files/22113/Periaatepaatoshakemus_kaytetyn_ydinpolttoaineen_loppusijoituslaitoksen_laajentamiseksi_Loviisa_3_-_yksikkoa_varten_13.3.2009.pdf)
- [20] Posiva (2012). Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus, [http://www.tem.fi/files/35285/Olkiluodon\\_kapselointi-\\_ja\\_loppusijoituslaitoksen\\_rakentamislupahakemus.pdf](http://www.tem.fi/files/35285/Olkiluodon_kapselointi-_ja_loppusijoituslaitoksen_rakentamislupahakemus.pdf)
- [21] Hoffman K (2008). Säteilyturvakeskuksen historia, ISBN 978-952-478-328-6.
- [22] Wahlström B (2007). Reflections on regulatory oversight of nuclear power plants, *Int.J.Nuclear Law*, Vol.1, No.4.
- [23] [http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/viranomaisohjeet/en\\_GB/yvl/](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/en_GB/yvl/).
- [24] Kainulainen E (ed.) (2012). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland, Annual report 2011, STUK-B 147.
- [25] IAEA (2012). Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Mission to Finland 15 to 26 October, IAEA-NS-IRRS-2012/04.
- [26] Michelsen K-E (1993). Valtio, teknologia, tutkimus – VTT ja kansallisen tutkimusjärjestelmän kehitys, ISBN 951-384271-1
- [27] Larjava K (ed.). (2009). Energy visions 2050, Edita Publishing Ltd, ISBN 978-951-37-5595-9.
- [28] Eija Karita Puska & Vesa Suolinen (Eds.) (2011). SAFIR2010 – The Finnish Research Programme on Nuclear Power Plant Safety 2007–2010, VTT Research Notes 2571, <http://virtual.vtt.fi/virtual/safir2010/>.
- [29] MEE (2011). KYT2010 Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma 2006–2010, MEE 22/2011, [http://www.tem.fi/files/30109/TEM\\_22\\_2011\\_netti.pdf](http://www.tem.fi/files/30109/TEM_22_2011_netti.pdf)
- [30] <http://ydin.pc.lut.fi/en/facilities.aspx>
- [31] Bruna G, Rastas A, Schaefer A, (2010). Nuclear safety research program SAFIR, MEE Publications, Energy and the Climate, 51/2010 ([http://www.tem.fi/files/27894/51\\_2010\\_web.pdf](http://www.tem.fi/files/27894/51_2010_web.pdf)).
- [32] Apted M, Papp T, Salomaa R, (2008). KYT 2010 Review Report, MEE Publications, Energy and the Climate, 2/2008 ([https://www.tem.fi/files/18650/temjul\\_2\\_2008\\_energia\\_ilmasto.pdf](https://www.tem.fi/files/18650/temjul_2_2008_energia_ilmasto.pdf)).
- [33] National nuclear power plant safety research 2011-2014, MEE Publications, Energy and the Climate, 50/2010 ( [https://www.tem.fi/files/27936/50\\_SAFIR\\_engl\\_web.pdf](https://www.tem.fi/files/27936/50_SAFIR_engl_web.pdf)).
- [34] Finnish Research Programme on Nuclear Waste Management KYT2014, MEE Publications, Energy and the Climate, 2/2008 ([https://www.tem.fi/files/28692/TEM\\_72\\_2010\\_netti.pdf](https://www.tem.fi/files/28692/TEM_72_2010_netti.pdf)
- [35] MEE (2012). Report of the committee for nuclear energy competence in Finland, MEE Publications, Energy and climate 2/201([https://www.tem.fi/files/33099/TEMjul\\_14\\_2012\\_web.pdf](https://www.tem.fi/files/33099/TEMjul_14_2012_web.pdf)).
- [36] <http://www.ats-fns.fi/>.
- [37] Marcus FR (1997). Half a century of Nordic nuclear co-operation. An insider's recollections, Nordgraf A/S, Copenhagen.
- [38] <http://www.ife.no/no/ife/halden/haldenprosjektet/hrp-no>.
- [39] Kyrki-Rajamäki R, Koskinen K (2008). Finnish solution to increased basic professional training needs in nuclear safety, NESTet 2008, European Nuclear Society (ENS) conference in Budapest, Hungary 4-8 May 2008.