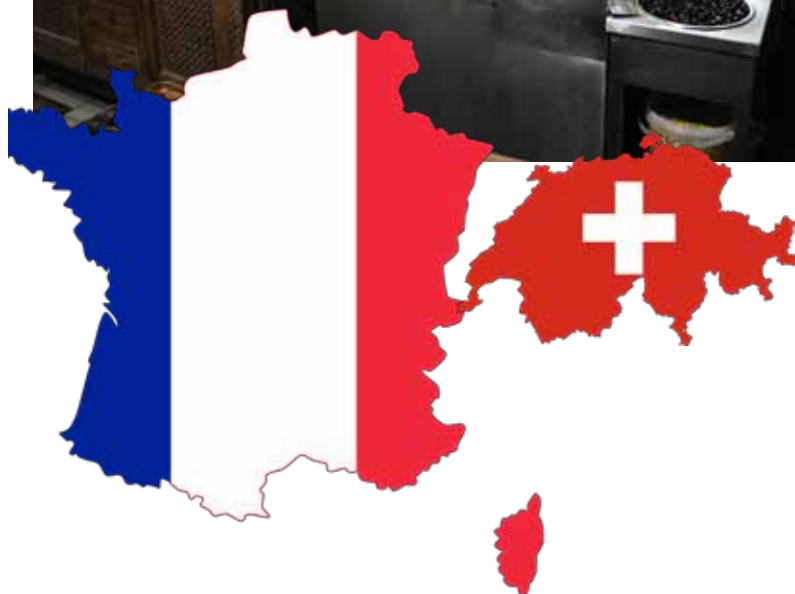


ATS Ydintekniikka

SUOMEN ATOMITEKNILLINEN SEURA - ATOMTEKNISKA SÄLLSKAPET I FINLAND RY

4  2014 vol. 43



Tässä numerossa:

- 3** Pääkirjoitus - Päätöksiä ja odotuksia
- 4** Editorial - Decisions and expectations
- 5** Tapatumia - Syysseminaari
- 7** ATS-ekskursio Ranskaan ja Sveitsiin
- 8** Axporama-näyttely
- 9** Paul Scherrer Institute - National center of competence
- 13** Sovelluksia työelämän arkipäivään
- 15** Ydinvoima oleellinen osa sähköntuotantoa
- 17** CERN
- 20** Tehdasvierailu Arevalle Chalon Saint-Marceliin
- 22** ITER...the way towards new energy
- 24** CEA Research of Future Energy under the Mediterranean sun
- 27** ATS-seniorien suuri Baltian ekskursio 2014
- 30** Diplomityöt
- 33** Reaktorin laidalla
- 34** Yhteystiedot

**ATS-ekskursio
Ranskaan ja Sveitsiin
8.-15.11.2014**

Päätoimittajalta

Ekskursiionumeron sisältö ylitti jälleen odotukset, jotka ovat jo entuudestaan korkealla. Hienoja kuvia, persoonallisia kirjoituksia ja jämpä toteutus materiaalien osalta. Kiitos Juhanille ja kumppaneille.

ATS on tehnyt hienon työn sen eteen, että ekskursiossa on hintaluokaltaan ja kestoltaan erilaisia vaihtoehtoja riittävän usein. Kiitos kaikille matkaehdotusten tekijöille ja hyväksyjille.

Lehden jatkon pohdinta on laajentunut osittain koskemaan koko seuran toimintaa. Lisään tähän oman näemykseni sekä Turvallisuusinsinöörin että seuran puheenjohtajan pääkirjoitukseen, joissa sivutaan osaltaan myös seuran tulevaisuutta.

Ydinvoima on alana aina ollut poikkeuksellisen yhtenäinen ja hyvähenkinen. Verkostoituminen tekniikan ja turvallisuuden ympärillä on sujunut kuin itsestään ja oma tieteellinen yhdistys on luonut mahdollisuuksia jakaa tietoa jäsenistölle laajemminkin.

Meillä on ollut keskuudessamme koko joukko viestinnällisesti lahjakkaita ja kunnianhimoisia pioneereja, jotka ovat tunteja säästämättä omistautuneet tekemään ulkoista PR:ää ydinvoimalalle omilla kasvoillaan ja omalla persoonallaan.

Tämä ei ole olisi ollut mahdollista ilman rautaista teknistä taustaa, joka tuo varmuutta ja tarkkuutta esiintymiseen. Jos osaa perustella asiansa omille kollegoille, joiden tehtävä on kyseenalaistaa asioita, pystyy sen tekemään myös kriittisten hiuksenhalkojienkin edessä. Alan tuntemusta on hankala opetella markkinointikirjanen toisessa kädessä.

Tänä päivänä tilanne on hieman eri. Ydinvoima elää tuotantomuotona etsikkoaikaa monellakin tapaa. Vaatimukset ovat kiristyneet, erilaiset tarkastukset ja valvonta lisääntynyt merkittävästi ja samaan aikaan sähkön hinta on madellut alamaissa jo vuosia. Merkkejä muutoksesta ei ole havaittavissa. Kilpailukyky herättää paljon

huolta alan toimijoissa ja tämä on ATS:nkin hyvä mieltää.

Haastan tässä päätoimittajaurani loppumetreillä ATS:n pohtimaan omaa kantaansa siihen, miten tieteellinen yhdistys voisi profiloitua osaamisensa esilletuomisessa nykyistä paremmin, myös alan ulkopuolella. Verkostoituminen alan sisällä on tärkeää, mutta turvataanko sillä alan ja myös yhdistyksen jatkuvuus? Minä kannatan lisäpaukkuja yleiseen keskusteluun osallistumisen puolesta. Siihen viestijälläkin on mahdollisuus ja panoksensa annettavana.



Anna-Maria Länsimies

päätoimittaja

anna-maria.lansimies@fortum.com

Ekskursiokuva

Kuva ekskursiion varrelta Genevestä paikasta, jossa murhattiin Itävalta-Unkarin keisarinna Sissi. Juhani Palmu. Kannen kuva Marseillesta. Ville Lestinen.



Päätöksiä ja odotuksia

Urani ATS:n puheenjohtajana alkaa olla loppusuoralla. Se on ollut melkoinen kolmen vuoden reisu, johon on mahtunut paljon uusia mahdollisuuksia. Toivon, että olen osannut tarttua näistä edes muutama kunnolla. Konkreettisen tekemisen koen entistä tärkeämpänä, kun pysyvin asia ympäristössä tuntuu olevan muutos. Muutokset koetaan usein ulkoapäin tuleviksi, eivätkä niihin omat uudenvuodenlupauksetkaan helposti yllä.

Tästä syystä muutoksia erilaisissa porukoissa ruodittaessa ja mustia pilviä ennustettaessa voisi muutoksia tarkastella toisestakin päästä kiikaria; listata se, mitä halutaan pitää matkassa. Päättäisimme kerätä positiivisia elementtejä ja eväitä yhteisvoimin.

Yksi takuuvarma matkaeväs muutoksissa lienee osaaminen, asiantuntijuuden vaaliminen ja ylläpito. Ainakin minulle nämä ovat kaikkein tärkeimpiä asioita. Tämä voi tietysti johtua tutkimustaustastani, josta sittemmin näyttää tulleen myös päivätyö ja miltei elämäntapakin. Osaaminen käsittää kuitenkin paljon muutakin, kuin tutkimusmaailman. Luin hiljattain päivälehdestä tunnetun brittinäyttelijän ajatuksia osaamisesta: formaatteja voi myydä ja kopioida, monia asioita matkitaan, mutta todellista ja kestävä osaamista ei edes näyttämöllä pysty luomaan, jos se ei ole aidosti hallussa.

Toivon, että pystymme ATS:n toiminnassa tarjoamaan hyviä eväitä osaamisen ylläpitoon ja positiivisten elementtien näkemiseen ja rakentamiseen yhteisössämme. Tähän meillä on monia mahdollisuuksia, kunhan sovimme riittävän monia jäseniä kokoavista yhteisistä tavoitteista. Hieno esimerkki tästä on sanastotyöryhmän loppuunsaattama työ ATS-sanaston uudistamiseksi. Toivon, että myös harrastuspohjalta tehty työ oli antoisaa työryhmän jäsenille, ja että he saivat sen myötä uusia ajatuksia ja näkökulmia vietäväksi arkeensa. Tällä hetkellä kenties suurin ponnistus on edessään



historiikkityöryhmällä. Homma tuntuu kuitenkin olevan jo niin hienosti lennossa, että voimme alkaa odottaa lopputulosta. Historiikin julkistamiseen on enää toista vuotta aikaa.

Muutoksia juuri alkaneena vuonna kohtaavat erityisesti nuoret ATS-jäsenet, sillä Energiateollisuus ry (ET) on supistanut tukeaan Young Generationin (YG) toiminnalle. Uusia toimintatapoja ja kanavia tapahtumien toteutukselle täytyy nyt siis löytää. En kuitenkaan epäile, etteikö yhdistyksemme nuorista kyvyistä löytyisi runsaasti ideoita ja toteutuskelpoisia tapoja pitää yllä varsin mittavaa ja korkeatasoista toimintaa, josta YG:läiset ovat saaneet laajasti hyötyä. YG:stä saatava hyöty on satanut suoraan työntantajien laareihin, kun alalla on työssä aktiivisia ja monipuolisesti ajattelevia nuoria. ATS:n johtokun-

nan tulee tietysti tässä vaiheessa tukea YG:tä muutoksen ylläpitämisessä kaikin tavoin. Toinen aktiivijoukkueemme on tietysti ATS:n seniorit. Heidän toimintansa ei ihan systeulista muutu, asioita tehdään ja tilaisuuksia järjestetään. Senioripaneelin mielipiteitä voitaisiin joskus kuulla isomman yleisön edessä?

ATS ja sen toiminta on noteerattu moneen kertaan kansainvälisissä yhteyksissä. Viime marraskuussa jäsentilaisuutemme vieras WANO:sta Pariisista ihmetteli jäsenistömme aktiivisuutta. Yleisö istui sankoin joukoin esittämässä kysymyksiään ja keskustelemassa keskenään, vaikka oli perjantai-ilta, ja syyssade ja synkkä pimeys kajastivat ikkunoista kaikkea muuta kuin kutsuvana. Myös yhteistyökyselyjä on tihkunut seurалlemme, viimeksi Ruotsin suunnasta. Yhdistysten yhteistyö pohjoismaisella tasolla voisi olla hyödyllinen asia, vaikka konkretiaa tähän toimintaan ei olekaan vielä löytynyt. Kansainvälisestä toiminnasta tulisi siis käydä vuoropuhelua jäsenistön kanssa aiempaa vilkkaammin – pohtia yhdessä, olisiko kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen kenties muutos, josta olisi meille iloa ja hyötyä.

Decisions and expectations

Almost three years ago I started as the president of FNS; time passes and so my term is coming to an end. It has been an interesting journey, offering plenty of new opportunities. I hope that I have properly taken advantage of at least of a few of these opportunities.

After this experience I believe in doing, more so than before, especially when it comes to taking concrete actions. This is due to the continuously changing environment and changes in our everyday routines and tasks. It is easy to think that changes happen because of some forces outside of our own periphery and more difficult to see the role of our own actions in these.

Anytime we discuss change at coffee break, the topic usually brings a feeling that the dark clouds are approaching. Perhaps we could try to take a step back, and view the situation from another angle: pick out the positive elements from our current situation and keep them in mind for the future.

One essential element that shouldn't be lost through times of change, is valuing and maintaining our knowledge and expertise. This is very much my own philosophy and it comes from my background in research. The research approach has over time become both a full time job and a lifestyle. However, expertise is a very broad subject, much broader than the just research world itself.

I recently read an interview with a well known British actor, where he shared his thoughts on expertise in his field. He told of how production companies nowadays buy and sell formats, which in turn can also be copied. Many things are copied, but real and sustainable expertise cannot be created without really mastering your chosen field.

I hope that we are able to offer good support to our members to maintain their expertise and to recognize the positive elements that we can build on within our FNS activities. In my opinion we have good opportunities for this, as long as we can agree on some common goals that bring together a sufficient number of our members. A fine example of this is the work of the vocabulary workgroup that was successfully completed



last year. Hopefully this demanding work was also fruitful for the members of the workgroup and they gathered new ideas and viewpoints for their everyday life. Today the history workgroup are facing the next big challenge. Luckily their work is already on track, and at this rate, we can look forward to seeing the results. The FNS History book should be available a year from now.

There will be difficult changes in our society as well, especially the young generation (YG) will face a budget cut from the ET. This calls for new ideas and new types of activities, in order to keep the program at a good level. Nonetheless, I'm certain that these young FNS members have skills and ideas to carry on these activities that have easily attracted some 100 YG members to the events. The active YG group has also been of great benefit to the

employers. The events and activities facilitate many communications and contacts and the active discussions create ways thinking that is not possible on your own. It is sure that during this transition period, there is also a need for the active support from our FNS board to ensure the continuation of these activities. Another strong team inside the FNS is the seniors. They will continue their active meetings and excursions and we should benefit more from the team's resources in our formal meetings and discussions.

FNS and our activities have been noted many times outside Finland during my presidency. Last November we gathered for our member event and heard from WANO. Our guest from Paris was really surprised about our activeness; people discussing together and putting questions to the speakers during a rather miserable Friday evening. Outside the meeting room the darkness loomed, the rain was heavy and still so many members were eager to participate. In addition, we have been discussing with our Swedish colleagues about ways to act as a strong Nordic group when more voices and volume is needed. It seems that international co-operation should take a more prominent role in our society's activities – this might bring us many benefits in the future.

Syysseminaari 21.11.2014

Automaatio ja etäkäsitteltävät laitteet



Syysseminaarissa oli kaikkiaan 134 osallistujaa.

ATS:n vuoden päätapahtuma järjestettiin jälleen näyttävissä puitteissa Säätytalolla 21.11.2014. Seminaarin teemana oli paljon viime aikoina puhuttanut automaatio, jota käsiteltiin myös etäkäsitteltävien laitteiden näkökulmasta. Tilaisuus kuitenkin aloitettiin itseoikeutetusti voimayhtiöiden ajankohtaisilla kuulumisilla.

TVO:n Ydinturvallisuus-osaston johtaja **Marjo Mustonen** kertoi Olkiluodon suurien hankkeiden vuosista. Hankkeista isoin, Olkiluoto 3, alkaa olla viimeistelyvaiheessa sillä rakennustyöt ja isojen komponenttien asennukset ovat valmiit. Tämän lisäksi OL1 ja OL2 laitosyksiköitä pyritään parantamaan jatkuvasti erilaisin modernisointihankkein pitäen silmällä toki myös vuonna 2018 edessä olevaa käyttöluvan uusintaa.

Fennovoiman ydintekniikkapäällikkö **Hanna Virlander** kertoi Hanhikivi 1 -hankkeen etenemisestä. Mikäli Syysseminaari olisi järjestetty pari viik-

koa myöhemmin, olisimme päässeet kuulemaan isoja uutisia Fennovoiman suunnalta: 2.12 nimittäin julkaistiin tieto, että Fortum on valmis osallistumaan Fennovoiman ydinvoimahankkeeseen vähemmistöosuudella ja 5.12 eduskunta hyväksyi Fennovoiman ydinvoimalaitoksen periaatepäätöksen täydennyshakemuksen äänin 115-74. Kuitenkin vielä Syysseminaarissa ajankohtaiset uutiset olivat varsin maltillisia.

Jo useampana vuonna olemme pyytäneet Loviisan voimalaitoksen johtajaa **Satu Katajalaa** kertomaan Fortumin ydinvoima-alueen ajankohtaisia kuulumisia. Viimein aikataulumme kohtasivat ja pääsimme kuulemaan hyvin monipuolisen esityksen, joka piti sisällään myös ylemmän tason strategian pääpiirteitä tavoitteineen. Nimenomaisesti vuoden 2014 saavutuksista voitaneen mainita, että säteilyannoskertymä vuosihuolloissa oli ennätysalhainen.

Kahvitauon jälkeen alkoi seminaar-

in varsinaisen teeman mukainen osio, jonka aloitti **Kim Wahlström** kertomalla STUK:n vaatimuksista automaation suunnittelulle ja toteutukselle. On selvää, että arkkitehtuuritason suunnittelun merkitys on korostunut, sillä nykyisillä tiedonsiirtotekniikoilla on harmillisen helppo luoda monimutkaisia riippuvuuksia eri toimintojen, järjestelmien ja puolustuslinjojen välille. On hyvä pitää mielessä, että myös automaatiojärjestelmän on täytettävä yleiset ydinlaitoksen järjestelmävaatimukset: moninkertaisuus, erilaisuus, erottelu ja syvyyssuuntainen puolustus.

Viranomaisen esitettyä vaatimuksensa kuultiin toisen puolen näkökulmaa, kun Fortumin **Mika Lehtonen** esitteli Loviisan automaatiouudistusprojekti ELSA:a. Loviisan aiempi automaatiouudistusprojekti LARA päätettiin keskeyttää reilun yhdeksän vuoden jälkeen, koska se ”ei olisi saavuttanut sille asetettuja tavoitteita” sekä ”projekti oli myöhässä ja olisi



*Tänä vuonna voimayhtiöiden ajankohtaiset esitykset kuultiin naisjohtajilta, jotka lupau-
tuivat poseeraamaan yhteiskuvassa: Hanna
Virlander, Fennovoiman Ydintekniikkajohta-
ja; Marjo Mustonen, TVO:n Ydinturvallisuus-
osaston johtaja ja Satu Katajala, Loviisan
voimalaitoksen johtaja.*

myöhästynyt edelleen”. ELSA on automaation kokonaisuudis-
tuksen sijaan kohdennettu uudistus ja vastuuta on otettu har-
kitusti enemmän Fortumille. Projektissa tullaan toteuttamaan
syvyysuuntaisen puolustuksen puuttuvat linjat, parantamaan
turvaluokitusperusteista erottelua ja uudistamaan kriittiset tur-
vallisuusjärjestelmät, joiden tekniikka alkaa olla vanhanaikaista
ja ylläpidettävyyttä hankalaa.

Haasteita automaatio suunnittelulle aiheuttavat myös inhi-
millisten tekijät, joiden merkitys korostuu myös ydinvoima-
alalla jatkuvasti. Nykyään voidaan kyseenalaistaa turvallisuu-
den lisääntyminen vain systeemin stabiiliutta kasvattamalla,
sillä yhä uudet lisäpanokset osoittautunevat ennen pitkää tehot-
tomiksi. Turvallisuuksiin täytyy siis kasvattaa muilla keinoin, eli
esimerkiksi prosessin, automaation ja ohjeiston suunnittelulla.
Tätä aihetta valotti **Leena Norros** VTT:ltä, jonka ryhmä on tut-
kinut muun muassa hätätilanneohjeiden käytettävyyttä havain-
noimalla valvomotyöntekijöitä.

Illan viimeinen esitys keskittyi teeman toiseen aihepiiriin
eli etäkäsittelyyn laitteisiin. **Riikka Virkkunen** VTT:ltä esit-
teli ROVir-keskuksessa (Remote Operation and Virtual Reali-

ty) tehtävää tutkimusta, jossa ovat mukana VTT, TTY, LTY ja
Hermia Oy. VTT hallinnoi ROVir-laboratoriota, joka rakentuu
Divertor Test Platform 2 -ohjelman ympärille. Tämä DTP2-oh-
jelma on osa kansainvälistä ITER-fuusioreaktorihanketta ja sen
tarkoituksena on kehittää virtuaalitekniikoita hyödyntäen lait-
teita, menetelmiä, ohjelmistoja ja kaikkia digitaalisen koneen-
rakennuksen osa-alueita ITERin etäohjaustarpeisiin.

Illan päätteeksi 134 seminaarivierasta jatkoivat seurustelua
cocktailtilaisuudessa, jonka tarjoilut saivat jälleen kehuja.

*Teksti ja kuvat:
DI Anna Nieminen
Sihteeri
ATS
sihteeri@ats-fns.fi*



Ilmoitus



Vuoden 2015 alusta olemme yhtiö

Teknologian tutkimuskeskus VTT ja Mittatekniikan keskus MIKES yhdistyivät 1.1.2015.
VTT:stä tuli osakeyhtiö.

VTT tukee fissioenergian turvallista ja tehokasta käyttöä
sekä ydinjätteen loppusijoitusta kehittämällä, kelpois-
tamalla ja soveltamalla kokeellisia ja teoreettisia mene-
telmiä. Reaktoriturvallisuuden aihepiiriin kuuluvat ydin-
polttoaine, reaktorifysiikka, termohydrauliikka, vakavien
onnettomuuksien ilmiöt, rakenteiden toimivuus, reaktori-
materiaalit, todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi,
automaatio ja valvomosuunnittelu sekä organisatoriset
ja inhimilliset tekijät.

Ydinjätetutkimuksessa keskitytään loppusijoituksen
teknisten ja luonnollisten päästönesteiden toimivuuteen
ja kapselointilaitoksen teknologiaan. VTT osallistuu myös
merkittävästi ydinfuusion tutkimukseen lähinnä plasma-
fysiikan, fuusiomateriaalien ja etäkäsittelyn aihepiireissä.

Ydintekniikan tutkimus tullaan kokoamaan myös fyysi-
sesti saman katon alle vuonna 2016, jolloin Ydinturvalli-
suustalo valmistuu Otaniemeen.





8.-15.11.2014

ATS-ekskursio Ranskaan ja Sveitsiin

Suomen Atomiteknillinen Seura järjesti ekskursion Ranskaan ja Sveitsiin. Tavoitteena oli tutustua ydinenergian uusiin tuotantomuotoihin. Siirtyminen vierailukohteesta toiseen tapahtui saksalaisyhtiön mainion kuljettajamme ohjastamalla bussilla (1200 km).



Lensimme Helsingistä Lufthansan vuoroilla Frankfurtin kautta Zürichiin lauantaina 8.11. Vierailimme sunnuntaina 9.11. Axporaman «Leben mit Energie» -näyttelyssä, näimme Schaffshausenissa Rein-joen putoukset sekä nautimme kiertoajelustamme Schwarzwaldin alueella Etelä-Saksassa.

Maanantaina 10.11. tutustuimme PSI-tutkimuskeskukseen (Paul Scherrer Institut) Villigenissä. Lisäksi illalla kuulin Afinion Innovationsin mielenkiintoisen esitelmän heidän sovelluksistaan sekä tarjosimme illallisen Sveitsin Atomiteknillisen Seuran edustajille.

Tiistaina 11.11. vuorossa oli CERN-tutkimuskeskus hiukkaskiihdyttimiseen Geneven lähellä Meyrinissä.

Keskiviikkona 12.11. vierailimme AREVA:n raskaiden komponenttien tuotantolaitoksella Saint Marcelissa.

Torstaina 13.11. saimme tutustua

ITER-hankkeeseen esitysten ja kiertoajelun muodossa Cadarachessa. Torstai-iltana nautimme CEA:n tarjoamasta illallisesta Château De Cadarachen linnassa.

Perjantaina 14.11. vierailimme CEA:lla tutustuen mm. Jules Horowitz tutkimusreaktoriin.

Lauantaina 15.11. oli vuorossa paluulennot Marseillestä Münchenin kautta Helsinkiin, ja sieltä sitten viimeisimmät pääsivät kotiporteilleen sunnuntain aikaisina tunteina.

Tarkemmat esittelyt näistä näkemisen arvoisista kohteistamme voit lukea oheisista matkaseurueemme kirjoittamista mainioista artikkeleista.

Loppusanat

Ehdimme kokea ja nähdä paljon ydinenergiatekniikan kehitykseen ja nykypäivään liittyen. Matka kohteineen oli

mielenkiintoinen, ja vierailupaikkoja oli mukavan paljon. Toivon erityisesti tekemäni ohjelman vierailukohteisiimme tutustumisen vaikuttaneen sekä myönteisiin innovaatioihin tulevaisuuden uusissa toteutuksissa että myös käytännön toiminnassa. Kiitos kaikille matkalla ja sen järjestelyissä mukana olleille osallistujille ja organisaatioille mukavasta matkasta.

Kiitos Aalto-yliopistolle, Fennovoi-malle, Fortumille, Hollming Worksilta, Posivalle, TVO:lle ja VTT:lle kullekin osaltaan ekskursionne tarjoiluun ja yrityslahjoihin osallistumisesta.

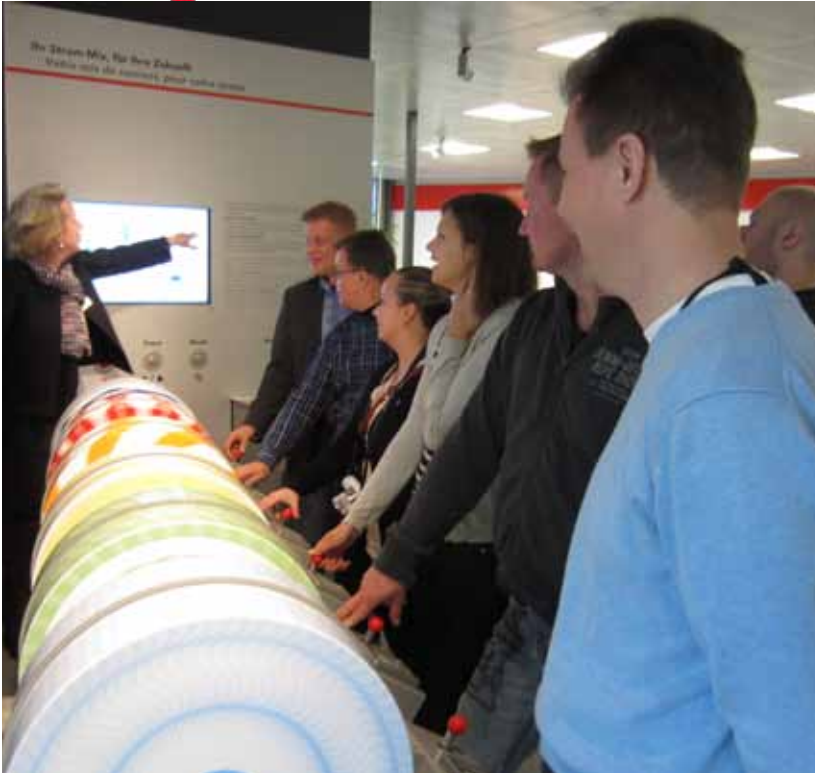
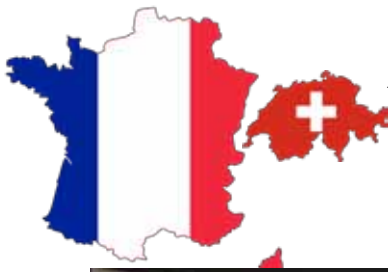
*DI Juhani Palmu
Projektipäällikkö*

*tietohallinto
ja tietoturvallisuus*

Posiva Oy

juhani.palmu@posiva.fi





Vierailukohteet

- Axporama, Böttstein, Sveitsi
- Paul Scherrer Institut, Villigen, Sveitsi
- AFINION Innovations AG, Böttstein, Sveitsi
- Swiss Nuclear Society, Die Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute, Böttstein, Sveitsi
- CERN, Geneve, Sveitsi
- AREVA, Saint Marcel, Ranska
- ITER, Saint Paul Lez Durance, Ranska
- CEA, Saint Paul Lez Durance, Ranska



Ville Lestinen.



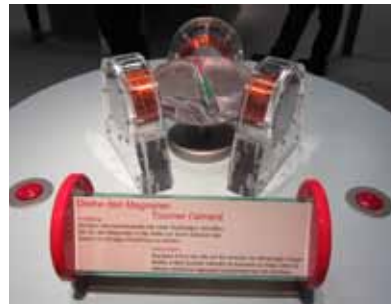
Schloss Böttstein. Juhani Palmu.



Ville Lestinen.



Ville Lestinen.



Juhani Palmu.



Juhani Palmu.

Axporama-näyttely

Vierailimme sunnuntaina noin tunnin verran ”Elävä energia” näyttelyssä aivan hotellimme vieressä Villingenissä.

Näyttely jakaantui kahteen kerrokseen ja kutsui meidät hyvinkin kokeilevalla tavalla sähkön maailmaan. Koettiin ilmasto teatteri, pelattiin sähkön johtajaa ja koettiin monia muita mielenkiintoisia käytännön näyttelyitä.

Näyttely sisälsi tuulivoimaa, aurinkovoimaa, vesivoimaa, biokaasuvoimaa ja ydinenergiaa, joista pääpaino oli näkymät tulevaisuuteen. (Teksti: vuoropäällikkö Timo Rinne, TVO.)



A bird's-eye view of the PSI. Photo: Paul Scherrer Institute.

Paul Scherrer Institute - National center of competence

The Paul Scherrer Institute hosts a large number of experimental facilities in Villigen, some 40 km west of Zürich. The Institute is situated on two sides of river Aare, with nuclear reactors and radioactive material research facilities on the east bank and accelerators and materials science laboratories on the west bank. The number of staff has been slightly growing during the last two decades and is around 1000 persons today.

On Monday, November 10th, the ATS excursion team visited the multi-disciplinary research center named after the father of nuclear energy in Switzerland, **Paul Scherrer** (1890-1969). The Paul Scherrer Institute (PSI) was established in 1988 by merging two old institutes.

Paul Scherrer was a physics professor at ETH Zürich in 1920-60. The contact between PSI and Swiss universities, especially the universities of technology in Zürich (ETH) and Lausanne (EPFL),

continues to be strong. The scientists of PSI lecture at the universities and a number of PhD students and post-docs do their research at PSI. In the Nuclear Energy and Safety section (NES), some 50 young scientists work together with 150 staff members.

Nuclear remains significant

The nuclear share of electricity in Switzerland is about 36%. The share is generated with 5 power reactors: three units

with capacity below 400 MWe each and two newer units with capacities of 1000 and 1200 MWe. Beznau Unit 1 started operations in 1969 and is allegedly the world's oldest power reactor in service.

There were plans for new reactor units before 2011. After the accident at Fukushima Daiichi, the Swiss government has decided to stop these plans and phase out the existing plants by 2044. However, maintaining nuclear competence remains nationally relevant and PSI has been given this mission as the leading



Juhani Palmu.



Ville Lestinen

Swiss organization in the nuclear field.

The NES of PSI is the national center of competence for nuclear energy in Switzerland. It covers multi-disciplinary R&D issues in nuclear engineering, including modeling safety-relevant phenomena in normal operations and severe accidents, nuclear waste management, materials development, and Gen-IV technologies.

We had the great opportunity to visit PSI and some of their large experimental facilities, presented by enthusiastic staff members. We would like to express our gratitude to **Martin Zimmermann, Horst-Michael Prasser, Marco Streit, Domenico Paladino, Sidharth Paranjape, Detlef Suckow, Terttaliisa Lind** and **Thomas Schmidt** for excellent presentations.

HOTLAB facility at PSI - Fast lane for fuel rod failures

The hot laboratory HOTLAB at PSI is the only facility in Switzerland with the ability to handle and examine highly radioactive substances such as irradiated nuclear fuel. Dr. Marco Streit, the head of the Isotope and Element Analysis group at the HOTLAB division of PSI, hosted our visit to the HOTLAB facility.

The goals of the hot laboratory at PSI are studying the aging processes in nuclear fuel rods and structural materials of nuclear power plants, safety studies for final repositories of nuclear waste, estimation of radiation and environmental

damage to new materials in new types of nuclear power plants (including fusion reactors), characterization of various radioactive materials and education of experts for the nuclear industry.

The manipulation of highly radioactive samples is possible in the hot cells of the HOTLAB facility. The hot cells are shielded by concrete walls with a thickness of one meter. Complete fuel rods may be analyzed in the hot cells by non-destructive and destructive methods.

The HOTLAB facility is partially funded by the Swiss utilities. This funding guarantees immediate access to the HOTLAB facility in the case of an unexplained fuel rod failure at a Swiss NPP. The last time such an event occurred was in the 1990s, we were told by our host. However, the economic losses for the utility associated with a delayed analysis of a fuel rod in such an event would be very large, as per regulations the power plant must be shut down until the cause of the failure can be determined.

Instrumentation for different analyses

The HOTLAB is home to several machines that may perform mechanical tests on radioactive samples under different environmental conditions. Very small samples may be mechanically analyzed by the means of a nanoindentation device, which allows the determination of hardness and elastic parameters at the surface of a sample.

Some of these machines have their own hot cells, and other machines may be transported into and out of the hot cells. Meticulous cleaning is performed on the extraction of the device from the hot cell. During our visit, we did see one such example of a machine that had previously been in the hot cell in contact with radioactive material, but could now be stored and approached safely outside the hot cell.

For compositional analysis, several equipment are available at the HOTLAB facility, such as a secondary ion mass spectrometer (SIMS), an electron-probe microanalyzer (EPMA) and inductively coupled mass spectrometers (ICP-MS). Of these, SIMS is more of a qualitative technique, whereas EPMA and ICP-MS may be used for quantitative analyses.

PANDA facility – flexibility and modern instrumentation

The PANDA facility is a large-scale facility for thermal-hydraulic research on passive advanced LWR containment phenomena and system behaviour. The facility was originally designed for studies on SBWR, but flexibility of PANDA allows studies on large variety of LWR concepts, e.g., ESBWR and SWR-1000/KERENA.

PANDA is an impressive modular construction to experience on the spot – six massive cylindrical vessels (containment compartments) forms a total volume of 520 m³ with the height of 25 meters. One vessel models a reactor



SLS. Juhani Palmu.



Ville Lestinen

pressure vessel including 114 electrical heaters (max. 1.5 MW). Two vessels present drywell, two vessels present wetwell and one vessel models either gravity driven cooling system or another containment volume. At the top of the facility there are four open pools, used in different experimental set-ups, e.g. to study passive coolers and isolation condensers.

The measuring tool package of PANDA includes about 1000 sensors to measure pressures, temperatures, flow rates and differential pressures. Modern measuring techniques are also implemented: mass spectrometers (gas concentration detection) and particle image velocimeter -system (PIV, velocity field measurement). The vast collection of experiment results forms a valuable reference data bank for several system code and CFD code analyses and validation purposes.

The flexibility of PANDA has enabled a large variety of test series on studies on integral containment response, components, primary system, and separate effects – focus on aspects of passive system investigations, hydrogen effect, gas mixing and distributions as well as accident management. PANDA has been and still is utilized in several international projects, of which many under EU and OECD projects.

DRAGON and VEFITA - facilities for severe accident studies

During our visit we got a glimpse of severe accident related research in practice. During severe accidents, releases of fission products can be expected as aerosol particles and droplets. For example, the need for the filtered containment venting has been reassessed in many countries after the Fukushima accident. To study reactor conditions under aerosol and iodine loads, a set of facilities has been

constructed at PSI.

The DRAGON facility is constructed to produce aerosol and iodine flow to be utilized in other experimental facilities. DRAGON combines the aerosol generation, steam and air/nitrogen supply, heating, heat removal, and aerosol measurement systems. The maximum operation pressure of the facility is 10 bar and the maximum temperature 330°C. DRAGON can generate a wide range of aerosols with different size distributions/compositions by many different aerosol generation methods. Also, different species of iodine may also be generated and measured.

VEFITA was again an imposing facility to be visited with all the related systems

The main section of VEFITA, an experimental facility for investigations on the containment venting filtering. (Photo: Nikolaos Papakonstantinou)



involved. VEFITA is a full-height model of a wet scrubber including an inlet gas sparger, flow conditioning elements and a droplet separator. The facility is designed for investigations on the containment venting filtering - used especially in retention studies of different types of aerosols and iodines.

The input flow with aerosols or iodines to the VEFITA test section comes from the DRAGON facility. The tested particle flow is mixed with steam/nitrogen before entering VEFITA. The maximum operational pressure in the facility is 4.5 bar (inlet pressure of 10 bar). Steam, nitrogen and their mixture can be used with flow rates up to 1200 kg/h. The concentrations of iodine or aerosols are measured at the inlet and outlet of the test section, to get information on the decontamination factors. For example, PSI has developed a method to bind organic iodine in the containment venting filter system. VEFITA is used in various projects nationally and internationally.

The Swiss Light Source (SLS)

The Swiss Light Source (SLS) at PSI is a large scale facility which supports scientific and industrial experiments involving investigation of material structures using synchrotron light. Dr. Thomas Schmidt from PSI gave us an interesting presentation about SLS and SwissFEL and then guided us through the SLS facility. We are thankful for the information he provided and for supporting this article.

Synchrotron light is extremely intense and concentrated (“brilliant” in expert terms) electromagnetic radiation emitted by electrically charged particles accelerated at a very high velocity when they change their direction of movement. At the SLS the wavelength of the generated photons can be precisely adapted



A partial overhead view of the storage ring and support equipment of SLS.
Photo: Nikolaos Papakonstantinou.

from ultraviolet to the X-ray range for different experiments which can run in parallel.

Electrons start gaining speed/energy in a linear accelerator and then they enter a cyclic particle accelerator, called synchrotron, which accelerates them to their final velocity. When the electrons have finished accelerating, they are injected in the storage ring which is a ultra-high vacuum synchrotron that keeps the electrons circulating at a constant energy. The electron beam of SLS is the thinnest in the world, a result of careful adjustment of the magnets in the storage ring.

Usually the electron beam in the storage ring loses its intensity over time. In SLS a top-up mode is used to inject new electrons from the SLS synchrotron at regular intervals in order to keep the intensity of the beam constant.

Photons are emitted when electrons pass between bending magnets but also through “wigglers” or “undulators”. These devices are structures of permanent magnets with periodic polarity which force the electron beam to follow a wavy path (sinusoidal or helical) and thus generate photons. They can be adjusted to facilitate experiments which need photons with high energy or specific polarization.

Research using synchrotron light

Synchrotron light can be used to enable research on multiple scientific domains. Examples of such research are related to microtomography, X-ray radiography with phase contrast and protein crystallography.

Microtomography for Alzheimer’s research is one of the experiments at SLS. The brain vessels of a mouse with Alzheimer’s disease are visualized as 3D images with a resolution of 1 to 15

microns for the investigation of the hypothesis that the root of the disease is the insufficient blood supply to the brain. The mechanisms of evolution are also studied using microtomography. The internal structure of more than 500 million years old, half a millimeter in size, fossilized embryos of *Markuelia secunda* (a prehistoric worm-like animal) were analysed using synchrotron light at SLS.

Commonly X-ray imaging is based on contrast generated by the varying X-ray absorption rates of different materials. X-ray radiography with phase contrast is based on the phase shift of the X-rays when they penetrate different materials. An interferometer developed by PSI can detect these phase shifts and allow imaging when the differences in radiation absorption rate of the object under study are low and in order to reduce the radiation dosage. This technology can also be used with conventional X-ray radiation.

X-ray protein crystallography is a tool to identify the atomic structure of biomolecules. These proteins are crystallized and then a beam of X-rays from the SLS is driven to the crystal. Data related to the angles and intensities of the diffracted beams emerging from the crystal are used to determine the mean positions of the atoms.

Under construction: Swiss Free Electron Laser

The Swiss Free Electron Laser (SwissFEL) is a new large scale facility at PSI, currently under construction and scheduled to come on-line in 2016. SwissFEL is a free-electron X-ray laser which will be able to deliver short radiation pulses of laser quality. The electric field in a linear accelerator is used to accelerate electrons to a very high velocity. Undulators will be used to generate the X-ray radiation similarly to the SLS.



DSc Jarmo Ala-Heikkilä
Aalto University
Research Fellow
jarmo.ala-heikkila@aalto.fi



MSc Virpi Kouhia
Lappeenranta Univ. of Technology
Project Researcher
virpi.kouhia@lut.fi



MSc Henri Loukusa
VTT
Research Scientist
henri.loukusa@vtt.fi



PhD Nikolaos Papakonstantinou
VTT
Research Scientist
nikolaos.papakonstantinou@vtt.fi



Afinion Innovations AG

Sovelluksia työelämän arkipäivään

Excursion ensimmäisen varsinaisen työpäivän (ma 10.11.2014) päätteeksi ATS-ryhmä sai nauttia sveitsiläis-saksalaisen persoonallisen herrasmiehen ja visionäärin Gerhard Krugin esitelmästä yrityksestä nimeltä Afinion Innovations AG ja sen kehittämistä työelämän arkipäivää helpottavista sovelluksista.

Afinion Innovations AG on perustettu 1992 ja tällä hetkellä sen omistaa ja yhtiössä työskentelee kaksi tietotekniikan ja projektinjohtamisen asiantuntijaa, Gerhard Krug ja Wolfgang Springer. Yritys toimii laaja-alaisesti tehden eri tyyppisiä sovelluksia tilaajien tarpeisiin. Gerhard Krug on myös kirjoittanut projektinjohtamiseen liittyviä kirjoja.

Krug kelpuutti esittelynsä kolme sovellusta. Ensimmäinen oli QR-kooditekniikkaa hyväksi käytävä projektidokumenttien ja muun liikuteltavan tavaran jakeluun, seurantaan ja paikantamiseen kehitetty sovellus.

Toinen sovellus oli PEPE Personal planer, joka on kehitetty projektipäällikköjen ja -johtajien avuksi henkilöstön työpanoksen käytön suunnitteluun, seurantaan ja tehostamiseen.

Kolmas sovellus muuttaa puheen liikkeeksi, eli mahdollistaa esim. kokoonpanokoneen ohjaamisen puheella.

Sovellus projektidokumenttien, kirjojen ja toimistotavaroiden yms. hallintaan

Sovelluksen päätehtävänä on mahdollistaa toimiston, projektin jne. ”irtotavaroiden” reaaliaikainen hallinta eli helpottaa käyttäjiä löytämään haluamansa kohteen sijaintipaikan, käyttäjän ja liikkumispolun/-ajan.

Periaatteena sovelluksen toiminnassa on, että seurattava kohde merkitään koodilla esim. QR-koodilla, UPC-viivakoodilla tai vastaavalla. Koodi linkitetään skannaamalla paikkaan, käyttäjään ja aikaan. Jokaisen siirron yhteydessä uusi



Kohteiden merkintäkoodeja esim. QR-koodi, UPC-viivakoodi



Hakusovelluksen karttanäkymä.

vastaanottaja skannaa saamansa kohteen uuteen paikkaa, käyttäjään ja aikaan.

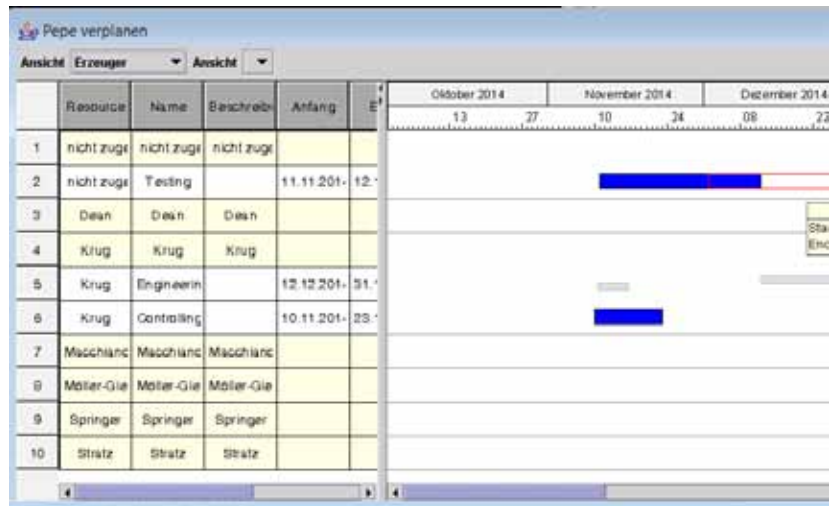
Työvälineen skannauksessa ja seurantalustosten luennassa käytetään älypuhelinta ja sen sovelluksia, karttapalveluja sekä datansiirtoa.

PEPE Personal planer, tiedonsiirtoa projektijohtajien ja -päällikköjen välillä

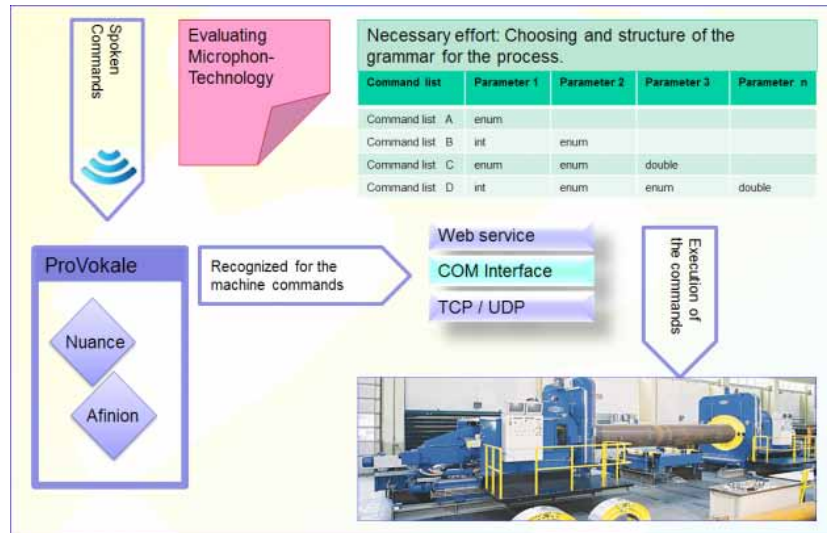
Krugin pitkä työkokemus isoissa ohjelmisto- ja projektirytyksissä oli osoittanut hänelle, että projektioorganisaatioiden tiedonvälityksessä on usein puutteita ja viiveitä varsinkin linjaorganisaation pro-

jektijohtajien ja projekteissa toimivien projektipäällikköjen sekä ryhmäpäällikköjen välillä. Varsinkin työkokonaisuuk-
sien osittelu, työtehtävien jakaminen
työntekijöille sekä työmäärien realistinen
arviointi ja seuranta olivat osoittautuneet
vaativiksi suunnitella ja seurata reaaliai-
kaisesti.

Siihen tarpeeseen Afinion Innovations AG oli kehittänyt helppokäyttöisen sovelluksen PEPE Personal planer. ATS-ryhmälle esitellyssä sovellusesimerkissä jokaiselle projektille nimetään ensin projektipäällikkö, joka osittelee projektin ja suunnittelee tehtäväkokonaisuudet. Projektiosaston päällikkö osoittaa tehtä-



Työtehtävien suunnittelu ja seuranta työntekijätasolla.



Juhani Palmu.

Puheen tunnistuksen ja koneen ääniohjauksen periaatepiirros.

ville tekijät heidän työtilanteensa ja tehtävien osaamistarpeen mukaisesti ottaen huomioon projektin aikataulun, osaston koko toiminnan ja työtilanteen. Reaaliaikaista seuranta varten ko. suunnitelma menee projektipäällikölle ja -työntekijöille ensin tarkastettavaksi/hyväksyttäväksi ja sitten toteuman mukaan ylläpidettäväksi.

Koska sovellus on koko ajan avoimesti osasto-, projekti- ja työntekijätasolla seurattavissa, projektin tehtävien valmistumisen viiveisiin sekä aikataulun toteutumiseen voidaan puuttua riittävän ajoissa. Samoin poistuu yksittäisten työntekijöiden mahdollinen ylikuormitus sekä mahdollistuu työtehtävien tasainen jakaminen osasto-, projekti- ja työntekijäkohtaisesti.

Sovellus mahdollistaa myös useiden eri sisältöisten projektiraporttien koon-

nin ja esittämisen projekti-, osasto- ja yrittäjätasolla.

Sovellus koneiden ja laitteiden puheohjaukseen

Koneiden ja laitteiden puheohjaukseen Afinion Innovations AG on kehittänyt Afinion Pro Vokale puheentunnistusohjelman. Se on yksinkertainen ja edullinen lisäosa Microsoft Projecttiin.

Kehitetty äänentunnistusohjelma yhdessä kehitettyneen kokoonpanoteknologian kanssa soveltuu hyvin koneiden ja laitteiden kokoonpanoon, materiaalien käsittelyyn erityisolosuhteissa sekä erillisohjausta tai erityistarkkuutta vaativaan tuotantoon.

Sovellus käyttää puhelimen äänentunnistusohjelmaa (Android) tai mikrofoni-kanavaa käskyjen välittämiseen olemassa

olevaan koneen tai laitteen ohjausjärjestelmään.

Isona haasteena sovelluksen kehitystyössä on ollut puheohjausta häiritsevän työtilojen melun poistaminen ja vähentäminen eri tekniikoita käyttäen. Tällä hetkellä sovellus tunnistaa Saksan kielen sekä useita Saksan ja Sveitsin murteita sekä englantia.



DI Auli Olenius

Turvallisuuspäällikkö, Laitosprojekti

Posiva Oy

auli.olenius@posiva.fi



Beznaun ydinvoimalaitos. Juhani Palmu.

Ydinvoimaa Sveitsin terällä

Ydinvoima oleellinen osa sähköntuotantoa

Vuonna 2013 ydinvoiman osuus Sveitsin sähköntuotannosta oli 36 %. Lähestulkoon kaikki muu sähkö tuotettiin vesivoimalla, joko suoraan jokivoimalaitoksista tai pumppulaitoksista, joiden altaisiin toki vesi on ensin pumpattava vaikkapa ydinvoimalla. Konventionaalisen sähkön osuus oli alle 6 %. Sähköntuotannon ilmoitetaan olevan tällä hetkellä taloudellisesti haasteellista, koska Saksasta saadaan ajoittain erittäin halvalla ylijäämäsähköä, jota voidaan käyttää altaitten täyttämiseen.

Sveitsin – ja samalla maailman – vanhin toimiva ydinvoimalaitosyksikkö Westinghousen toimittama Beznau 1 (KKB1 365 MW PWR) otettiin käyttöön v. 1969. Pian seurasivat Beznau 2 (KKB2 365 MW PWR) v. 1971 ja General Electricin toimittama Mühleberg (KKM 373 MW BWR) v. 1972 sekä vähän myöhemmin Gösgen (KKG 985 MW PWR) v. 1979 ja Leibstadt (KKL 1220 MW BWR) v. 1984.

Sveitsissä oli suuria suunnitelmia ydinvoiman lisärakentamiseksi, mutta ne kaatuivat, ja lopulta äänestettiin voimaan moratorio 10 vuodeksi lisärakentamiselle v. 1990. Sen jälkeen on järjestetty ainakin

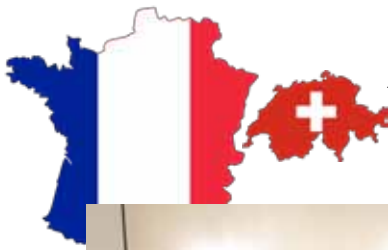
kaksi kansanäänestystä ydinvoimaan liittyen. Vuonna 2003 sveitsiläiset hylkäsivät selvällä enemmistöllä kantonitason kansanäänestyksessä ehdotuksen ”Moratorium Plus”, jonka mukaan lisärakentamiskielto jatkuisi vielä 10 vuotta. Samoin toinen ehdotus ”Power without Atom” hylättiin vuonna 2003 kahden kolmasosan enemmistöllä valtakunnallisessa kansanäänestyksessä.

2000-luvun puolivälissä ydinvoiman suosio näytti niin vahvalta, että voimayhtiöt käynnistivät kolme hanketta uusiksi laitosyksiköiksi. Hallituksen hyväksymä energiastrategia 2007 sisälsi ydinvoiman jatkuvan käytön. Tarkoitus oli saada yksi

tai useampi hakemus poliittiseen käsitteilyyn, mikä Sveitsissä merkitsee kansanäänestystä.

Fukushima muutti kaiken

Fukushiman onnettomuus maaliskuussa 2011 vaikutti yleiseen mielipiteeseen hyvin voimakkaasti, luonnollisesti kielteiseen suuntaan. Saksankielisen Sveitsin läheiset yhteydet naapurimaahan eivät ainakaan lieventäneet reaktiota. Hallitus muutti energiastrategiaa pikaisesti niin, että ydinvoima ei enää kuulu pitkän tähtäimen tuotantovaihtoehtoihin. Parlamentti vahvisti päätöksen suurella



PSI, Marco Streit. Juhani Palmu.



Swiss Nuclear Society'n Max Brügger. Juhani Palmu.

enemmistöllä joulukuussa 2011. Tosin on huomattava, että uutta kansanäänestystä ei ole pidetty, joten lopullista tuomiota ei ole annettu.

Käynnissä oleviin ydinvoimaloihin hallituksen päätös ei vaikuta suoraan. Sveitsin lainsäädäntö ei tunne ydinvoimalaitoksille määräaikaista käyttöluvia. Laitokset pitää kuitenkin pitää turvallisuudeltaan huipputasoisina, mikä todennetaan kymmenen vuoden välein tehtävissä turvallisuusarvioinneissa. Tällä hetkellä näyttää siltä, että Mühleberg suljetaan vuonna 2019 taloudellisista syistä. Laitos on samankaltainen kuin Fukushima reaktorit ja Mühlebergiin olisi ollut tarvetta tehdä merkittäviä laitosmuutoksia. Muiden reaktoriyksiköiden käyttöä on tarkoitus jatkaa joko 50 tai 60 vuotta eteenpäin, jolloin laitosten sulkemisajat olisivat vastaavasti: Beznau 2029/2039, Gösgen 2029/2039 ja Leibstadt 2034/2044.

Ydinenergian ja ydinturvallisuuden tutkimukseen panostetaan edelleen, joten Paul Scherrer Institut jatkaa suunnitelleen entiseen malliin. Toiveena on, että Sveitsiin voitaisiin tulevaisuudessa rakentaa neljännen sukupolven ydinvoimalaitos. Tutkimusta pyritään ohjaamaan tähän suuntaan.

Sveitsin ydinteknisen toiminnan taustaa

Sveitsin ydinteknisen seuran (Swiss Nuclear Society (SNS) eli Schweizerische Gesellschaft der Kernfachleute (SGK) nykyinen puheenjohtaja **Dr. Marco Streit**, joka oli ENS:n puheenjohtaja vuosina 2011–2013, esitteli seuran toimintaa

ja sen taustahistoriaa.

Seura perustettiin vuonna 1958 nimellä "Schweizerische Vereinigung für Atomenergie" ja se oli ammatillinen yhteisö, jonka jäsenistöön kuuluu tiedemiehiä ja -naisia, insinöörejä sekä teknikoita. Vuodesta 1969 se on ollut erillinen jaosto laajemmasta yhteisöstä ja vuodesta 2004 lähtien tuon laajemman yhteisön nimi on ollut Swiss Nuclear Forum, Nuklear Forum Schweiz. SNS on ENS:n yksi jäsenjärjestö ATS:n tapaan. Seuran toimintaan on vuodesta 1998 lähtien kuulunut erillinen Young Generation -jaosto.

Dr. Streit esitti myös mielenkiintoisen katsauksen Sveitsin ydintekniikan toiminnan alkujuurista ja professori **Paul Scherrerin** toiminnasta, jonka nimeä on vuodesta 1988 lähtien kantanut ydintutkimuslaitos Paul Scherrer Institute (PSI).

Professori Scherrerin ansiona oli ns. syklotroni-säätöön perustaminen. Vuosina 1935–1940 Sveitsiin rakennettiin kolme syklotronia. Sveitsin teknillisessä korkeakoulussa (ETH) tutkittiin ydinfysiota jo 1930-luvun viime vuosina.

Tuohon aikaan amerikkalaiset vakoilujärjestöt halusivat lisätietoa Saksan ydinohjelmasta. Scherrer avusti tuolloin Moe Berg nimistä vakoojaa, joka lähetettiin Berniin tapaamaan professori Scherreria. Paul Scherrer tunsikin myös Werner Heisenbergin, joka oli Saksan ydinohjelman johtaja ja joulukuussa 1944 Scherrer kutsui Heisenbergin viikon mittaiselle seminaarivierailulle Zurichiin.

Kesällä 1945 varmistui, ettei Saksalla oikeastaan missään vaiheessa ollut varsinaista ydinaseohjelmaa.

Vuonna 1960 otettiin Würenlingessä, jossa tutkimuslaitos PSI sijaitsee,

käyttöön raskasvesireaktoriin tukeutuva voimareaktori polttoaine-elementtien tutkimusluuppi DIORIT. Vuonna 1966 otettiin Sveitsissä käyttöön Lucensin koereaktori, joka oli raskasvesimode-roitu ja hiilidioksidijäähdytteinen koereaktori. Vuoden 1969 tammikuussa tällä koereaktorilla, joka oli sijoitettu kallioluolaan, tapahtui osittainen reaktorisydämen sulamisonnettomuus, mutta vapautuneet radioaktiiviset aineet jäivät luolan sisään. Tapahtuman seurauksena reaktori suljettiin lopullisesti ja laitos purettiin seuraavina vuosina ja lopullisesti vuonna 2003 kaikki koereaktorista peräisin olevat radioaktiiviset aineet suljettiin kuuteen terässiiliöön ja reaktori voitiin todeta lopullisesti suljetuksi.



TkL Eero Patrakka
Vetäjä, ATS Seniorit
eero.patrakka@kolumbus.fi



TkT Seppo Vuori
ATS Seniorit
seppo.vuori@welho.com



Euroopan hiukkastutkimuskeskus

CERN

Euroopan hiukkastutkimuskeskuksen CERNin vierailun isäntinä toimivat prof. emeritus Jorma Tuominiemi, prof. Paula Eerola, tri Markus Nordberg, projektikoordinaattori Harri Toivonen ja PhD Helmut Vincke.



Juhani Palmu.

Jorma Tuominiemi antoi yleiskatsauksen CERNistä. CERNin perustamis-pöytäkirja allekirjoitettiin vuonna 1954. Kuluvan vuoden teemana, 60-vuositteemana on ”Science for Peace”. Nykyisin CERNin jäseninä on 21 jäsenmaata, jotka peruskirjan alkuperäisen hengen mukaisesti ovat eurooppalaisia valtioita. Suomi liittyi CERNin jäseneksi 1.1.1991 kiivaan tiedepoliittisen, myös fyysikkoyhteisöä jakaneen debatin päätteeksi vuonna 1990.

Käytännössä CERN, jonka vuosibudjetti nykyisin on n. 800 M€, rakentaa tutkimuslaitteistot (hiukkaskiihdyttimet ja ilmaisimet) tutkijoiden käyttöön. CERN ei millään tavoin rajoita tutkijoiden osallistumista, tiedonsaantia laitteistoista tai tutkimustuloksista. Toisin sanoen CERNissä voi työskennellä ja työskentelee tutkijoita myös Euroopan ulkopuolelta. Täydellisen avoimuutensa mukaisesti CERN edellyttää, että kaikki tutkimustulokset ovat julkisia.

CERN tutkii aineen perusrakennetta, jonka teoreettinen perusta on ns. standardimalli. Standardimalli on vahvan ydinvoiman, sähkömagnetismin ja heikon ydinvoiman käsittävä teoria. Se kuvaa myös kaikki alkeishiukkaset, joista aine muodostuu. Ainoastaan painovoima,

gravitaatio, ei sisälly standardimalliin.

Large Hadron Collider, LHC

CERNin tämän hetken tärkein hanke on ns. Large Hadron Collider, LHC (hadronit ovat kvarkeista koostuvia hiukkasia, kuten protoni ja neutroni), joka on rakennettu noin 100 metrin syvyyteen Geneven kaupungin lähelle Sveitsin ja Ranskan rajalle.

LHC koostuu olennaisesti kahdesta ympärysmitaltaan 27 km:n synkrotronista, joissa vastakkaisiin suuntiin kulkevat protonisuihkut kiihdytetään lähes valon nopeuteen. Oikeastaan näin on asia aina, koska ainesuihku ei voi saavuttaa valon nopeutta, joten on luontevampaa puhua vain törmäytettävien hiukkasten energiasta, joka vuonna 2013 päättyneessä koevaiheessa oli 3,5 gigaelektronivolttia. Suihkut koostuvat 7 senttimetrin pituisista ja 50 mikrometrin paksuisista ”rihmoista”. Yhdessä rihmassa on 10^{11} protonia. Yksi protonisuihku käsittää n. 3000 rihmaa; kahden peräkkäisen rihman välimatka on vähintään 7 metriä. Suihkujen saavutettua täyden energiansa ne törmäytetään toiseensa. Törmäyskohtaan saavutttua rihmat on ”puristettu” 16

mikrometrin paksuisiksi, mikä kasvattaa törmäysten todennäköisyyttä. Osa törmäysenergiasta muuttuu toiseksi ainehiukkasiksi. Teorian mukaan tällöinkin Higgsin bosoni syntyy vain kerran 10^{11} törmäystä kohti.

Teknisenä laitteena ja ihmiskunnan taidonnäytteenä LHC ja sen ilmaisimet on huikeaa moninkertaisesti ällistytävämpiä. Protonisuihkuja ohjataan lähes täydellisessä 27 km pituisessa tyhjiössä (jossa paine 10^{-13} ilmakehää) suprajohtavien dipolimagneettien avulla. Ne on jäähdytetty ulkoavaruutta kylmempään lämpötilaan. Dipolimagneetteihin syötetyllä 12000 ampeerin virralla saadaan aikaan yli 8 teslan suuruisen magneettikenttä.

LHC saavutti jo vuonna 2012 tärkeimmän tavoitteensa, eli löysi standardimallin viimeisen alkeishiukkasen, joka oli yhä löytämättä.

Kyseessä on tietenkin ”tarunhoitoinen” Higgsin bosoni, jonka olemassaolo ennustettiin teoreettisesti 50 vuotta sitten.

Alkeishiukkasen löydyttyä, sen ennustaneet Peter Higgs ja François Englert saivat Nobelin fysiikan palkinnon vuonna 2013. Higgsin bosoni on itse asiassa niin lyhytikäinen (n. 10^{-22} s), ettei sitä ha-



vaittu suoraan vaan epäsuorasti fysiikan säilymlakien (kuten energia, sähkövara, impulssimomentti) ja niiden hiukasten perusteella, joiksi se hajosi.

LHC-kokeessa Higgsin hajoamisessa tuotetut hiukkaset havaittiin kahdella ilmaisimella CMS ja ATLAS. Suomalaiset tutkijat ovat osallistuneet erityisesti CMS:n (Compact Muon Solenoid) kehitystyöhön.



Vierailumme aikana LHC oli huoltoseisokissa, jonka päätyttyä törmäytettävien suihkujen energia voidaan nostaa aiempaa suuremmaksi eli 7 teraelektronivolttiin.

Mikäli fyysikkojen ammattikielellä ilmaistuna asia jää epäselväksi, 7 teraelektronivoltin energia tarkoittaa, että koko yhden ainesuikun energia on yhtä suuri kuin Nimitz-luokan lentokialuksella, joka seilaa nopeudella 12 km/h; tai F-16 hävittäjäkoneella, joka lentää äänennopeudella. Kuitenkin suihkussa on vain nanogramman verran ainetta.

LHC-koeohjelmaa on tarkoitus jatkaa vuoteen 2036 saakka. Kolmannen huoltotauon (vuosina 2023 ja 2024) jälkeen törmäävien suihkujen luminositeetti yli kaksinkertaistuu.

On mahdollista, kuten monet fyysikot toivovat, että törmäyksissä nähdään aivan uusia hiukkasia, joita standardimalli ei ennusta. Tätä toivotaan toisaalta standardimallin tiettyjen epäeleganttien piirteiden vuoksi (joiden katsotaan olevan oire teorian epätäydellisyydestä) ja toisaalta siksi, että fysiikan perustutkimus, ainakin aineen rakenteeseen liittyen, on tien päähän tilanteessa, jossa ihminen tietää kaiken. Muun muassa nk. supersymmetristen teorioiden on sanottu en-

nustavan sellaisia hiukkasia.

Jorma Tuominiemen esityksen jälkeen Helmut Vincke käsitteli LHC:n säteily-suojelua. CERNin säteily-suojelussa noudatetaan ALARA-periaatetta kuten säteilytyössä esim. ydinvoimalaitoksilla. Koska CERNin toiminta perustuu valtiosopimuksiin, Sveitsin tai Ranskan viranomaiset eivät voi asettaa CERNin toimintaa koskevia annosrajoja. CERNin annosrajat tosin ovat tosin täysin samoja kuin Ranskassa, mutta poikkeavat jonkin verran Sveitsin vastaavista. Mikäli täyden energian (7 gigaelektronivolttia) saavuttanut suihku karkaa ja vuotaa ulos esim. jonkin magneetin rikkoutuessa, laskelmien mukaan siitä aiheutuva säteilyannos vuotokohdan lähellä on kymmeniä tuhansia sieverttejä.

Tällaisten tilanteiden vuoksi säteily-suojauksen tulee olla massiivisia. Prof. Tuominiemen mukaan johtuen suihkun suuresta luminositeetista ("kirkkaudesta") LHC:n tuottaa merkittävän paljon (synkrotronisäteilyä myös normaalin toiminnan aikana.

Paula Eerola esitteli puolestaan TEKESin ja Suomen Akatemian rahoittamaa "Finland Distinguished Professor, FiDiPro" -ohjelman projektia "Novel instrumentation for Nuclear Safety, Secu-



Ville Lestinen.



Juhani Palmu.



Juhani Palmu.



Ville Lestinen.



Ville Lestinen.

rity and Safeguards, NINS3”, jossa kump-paneina ovat mm. TVO, Posiva ja STUK.

Nelivuotinen projekti, joka alkaa 1.1.2015 ja jota johtaa prof. **P. Dendooven** Groningenin yliopistosta Hollannista, keskittyy kolmeen tutkimuskohteeseen, joita ovat käytetyn ydinpolttoaineen passiivtomografia, alfasäteilyuhkien etähävainnointi ja kuvantaminen ja tuntemattomien kohteiden koestus neutronien avulla.

Ensin mainitun tutkimuskohteen tavoitteena on rakentaa laite, joka on nopea ja jonka erotuskyky täyttää IAEA:n kriteerin. Kriteerin mukaan tulee olla mahdollista havaita tapaus, jossa 50% yhden polttoainepinon radioaktiivisesta materiaalista on poistettu. Laitteesta on olemassa jo prototyyppi, jonka halkaisija on 1 m ja paino 500 kg. Toisessa tutkimuskohteessa tavoite on kehittää laite, joka havaitsisi ja kuvantaisi alfahiukkasten aiheuttamaan ilmamolekyylien ionisaatioon liittyvää UV-luminenssia. Lisäksi tavoitteena on uhan tunnistus ja

kohdealueen alfasäteilyjoihtä etäluotaus laserin avulla. Viimeksi mainittu tutkimuskohde on rakentaa kokonainen laite käyttäen mm. jo kaupallisesti saatavilla olevia neutronilähteitä.

Luentosaliesitysten jälkeen vuorossa oli käynti ATLAS-ilmaisinhallissa. Ilmaisim sijaitsee noin 90m syvyydessä maan alla. Nimensä mytologiasta lainannut ATLAS on jättimäisyydessään nimensä veroinen: sen pituus on 46m ja korkeus 25m ja paino 7000 tonnia. Ilmaisimen magneetteihin varastoitunut energialla sulattaisi 64 tonnia lyijyä. Ilmaisim pitää sisällään 3000 kilometriä kaapeleita. Kuten ylempänä kerrottiin, Higgsin bosoni tulee esiin vain pienen pienessä murto-osassa protoni-protoni-törmäyksiä. Tämän vuoksi rihmoja törmäytetään mahdollisimman paljon ja usein. Edellisen törmäyksen tuottamat hiukkaset ovat vielä matkalla ATLAS-ilmaisim sisällä seuraavien rihmojen jo törmätessä toisiinsa. Sen tuottamasta datasta voidaan varastoida vain pieni

murto-osa; sekin on kuitenkin 3200 teratavua vuodessa.



TkL Lasse Koskinen

Ryhmäpäällikkö

Posiva Oy

lasse.koskinen@posiva.fi



Rauno Lehto

Tarkastaja – Valmistustekniikka

STUK

rauno.lehto@stuk.fi

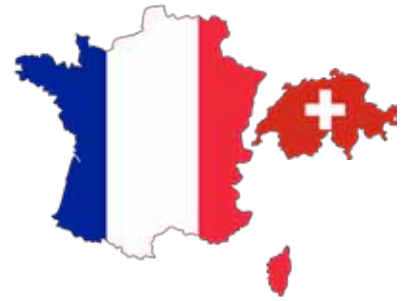


Tehdasvierailu Arevalle Chalon Saint-Marceliin

Genevessä vietetyn yön jälkeen oli aika siirtyä Ranskan puolelle. Linja-automme toi meidät mukavasti Chalon Saint-Marceliin. Pian oli aika astua sisään Arevan raskaiden komponenttien tehtaalle!

Vuonna 1975 käynnistetty, noin 900 työntekijää työllistävä tehdas oli kooltaan valtava mutta täysin ymmärrettävistä syistä. Käveltyämme peremmälle tehdassaliin huomiomme kiinnittyi oitis suuriin ja mahtaviin EPR-höyrytimiin. Tehtaalta lähtövalmiina höyrystin painaa vaikuttavat 500 tonnia ja on korkeudeltaan 24 metriä. Tämän kokoisten laitteiden valmistaminen vaatii tehtaalta ja työvälineiltä paljon. Esimerkiksi kevyempien osien koneistamossa siltanosturikapasiteettia on tavanomaiset 2 x 15 tonnia, mutta raskaimpien osien koneistussalissa jo 1 x 350 tonnia ja 1 x 175 tonnia. Pääkokoonpanohallissa nosturit painivatkin jo täysin omassa sarjassaan, sillä niiden kapasiteetit ovat 1 x 600 tonnia, 1 x 450 tonnia ja 1 x 200 tonnia.

35 hehtaarin kokoisella tehdasalueella sijaitsee yksikön pääkonttori, tuotekehitysyksikkö sekä valmistusyksikkö. Valmistusyksikön neljässä eri tuotantohallissa koneistetaan, hitsataan, kokoonpannaan ja tarkastetaan kaikki tehtaan toimittamien reaktorin jäähdytyspiiriin raskaat komponentit mukaan lukien revisioissa ja kunnossapidossa tarvittavat korvausosat. Koneistamon puolella monimutkaiset laitteet valmistelevat komponentit kokoamista varten. Tehtaan yhteydessä sijaitsee myös hitsaajien koulutuskeskus, jossa hitsaajien osaamista ylläpidetään jatkuvien koulutuksien ja varmistetaan säännöllisin testauksin. Valmistus tehtaassa pyörii yhdeksässä vuorossa viikon jokaisena päivänä. Projektikohtainen suunnittelu ja muu osavalmistus tapahtuu Arevan muissa tuotantoyksiköissä tai ne ostetaan tarpeen mu-



kaan alihankintana.

Kävelimme valmistusyksikön läpi seuraten höyrystimien valmistusta ja tarkastelimme muun muassa höyrystinputkien tukilevyn koneistusta ja höyrystinputkien hitsausta. Esimerkiksi seurasimme lähietäisyydeltä, kun Flamanvilleen toimitettavan säätösauvojen toimilaitteen sisällä hitsaajat hitsasivat puuttuvia osia paikoilleen. Jokaisen työvaiheen jälkeen, valmistuksen laatu tarkastetaan, jotta mahdolliset valmistusvirheet havaitaan mahdollisimman ajoissa ennen kuin työ etenee seuraavaan vaiheeseen. Nyrkki-sääntönä on, että kolme tuntia valmistusta vaatii tunnin verran tarkastusta. Vierailu tehtaalle oli vaikuttava kokemus.

Suuret osat ja vielä suuremmat kokoonpanot saivat insinöörin tuntemaan itsensä pieneksi suurien asioiden rinnalla.

Kattavan tehdaskierroksen päätteeksi saimme nauttia kanttiinin kabinetissa ranskalaisen lounaan, joskaan arevalainen vierailuemäntämme ei liittynyt seuraamme jatkamaan vilkasta keskustelua tehtaan toiminnasta. Onneksi saimme hänet lopulta takaisin vastaanottamaan kiitollisuudenosoituksemme, eli ATS-viirin sekä muut tuliaislahjat Suomesta. Tehtaan pihasta bussimme kaarsi kohti Lyonia, jossa viettäisimme seuraavan yön.

Kirjoittajat:

*DI Liisa Sallinen
Projektipäällikkö
Fennovoima Oy*

liisa.sallinen@fennovoima.fi

*DI Juha Korhonen
Voimalaitosinsinööri
Fennovoima Oy*

juha.korhonen@fennovoima.fi

*Ins. Ilkka Mäkinen
Myyntipäällikkö*

Suisto Engineering Oy

ilkka.makinen@suistoeng.fi



Ekskursiolaiset koulunpenkillä Schwarzwaldissa. Ville Lestinen.

Ekskursion osallistujat

Ala-Heikkilä, Jarmo (Aalto Yliopisto)
Heikinheimo, Liisa (TVO Oyj)
Kappinen, Leena (Fortum Power and Heat Oy)
Kopiloff, Pauli (STUK)
Korhonen, Juha (Fennovoima Oy)
Koskinen, Lasse (Posiva Oy)
Kouhia, Virpi (Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto)
Lehto, Rauno (STUK)
Lestinen, Ville (Fortum Power and Heat Oy)
Loukusa, Henri (VTT)

Mäkinen, Ilkka (Hollming Works Oy)
Olenius, Auli (Posiva Oy)
Palmu, Juhani (Posiva Oy)
Papakonstantinou, Nikolaos (VTT)
Patrikka, Eero (seniorit)
Puukka, Tiia (TVO Oyj)
Rantakaulio, Antti (Fortum Power and Heat Oy)
Rinne, Timo (TVO Oyj)
Sallinen, Liisa (Fennovoima Oy)
Vuori, Seppo (seniorit)



Tiia Puukka.

ITER

...the way towards new energy

On Thursday, November 13, our journey continued from beautiful Lyon towards Saint-Paul-lès-Durance in Southern France where our destination was ITER.

At first we had a comprehensive presentation of current status of the construction, future milestones and the licensing process of ITER. ITER, meaning “the way” in Latin, is a large-scale scientific experiment that aims to demonstrate that it is possible to produce commercial energy from fusion. ITER experiment represents the culmination of sixty years of research in plasma physics carried out on hundreds of fusion machines throughout the world. Experiments on ITER device will provide the data necessary for the design and operation of the first electricity-producing fusion power plant.

ITER is also a first-of-a-kind global collaboration. Europe will contribute 45 % of the construction costs, while the other six Members of this joint venture (China, India, Japan, the Republic of Ko-

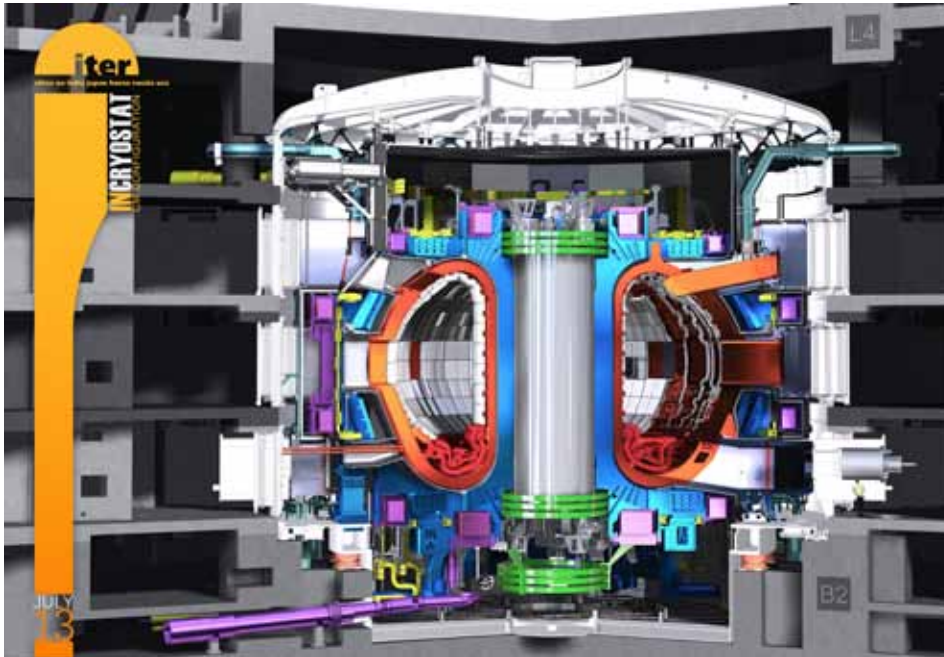
rea, the Russian Federation and the USA) will contribute equally to the rest of the construction costs. Currently the total cost is estimated to be 15 billion Euros. The ITER construction site is situated on 180 hectares of land in St-Paul- lès-Durance, a commune in the Provence-Alpes-Côte d’Azur region of southern France that is already home to the CEA (Commissariat à l’Energie Atomique) France’s nuclear research centre. The most important feature of the ITER site is the completed 42 hectare platform where the construction of the scientific buildings and facilities began already in July 2010. The ITER experimental facility is scheduled to be in operation in the next decade. Operating period is designed to last 20 years.

According to the presentation, ITER will be licensed as a Basic Nuclear Instal-

lation (INB). In December 2010 the ITER safety files were formally accepted by the French Authorities. That enabled technical evaluation performed by the Nuclear Safety Regulator (ASN) and the public. The public Enquiry was conducted in the summer of 2011. On November 2012 French government authorized the creation of the ITER Nuclear Facility.

Tokamak

The ITER device is a tokamak – a Russian acronym meaning “toroidal chamber with magnetic coils”. Tokamaks are fusion devices that were developed in the late 1950s and 1960s in the Soviet Union and quickly adopted by most fusion laboratories throughout the world. In the past 50 years, progress in tokamaks has been as steady and spectacular as the



The ITER TOKAMAK.
ITER.

growth in performance of microprocessors. In the ITER tokamak, a gaseous mix of the hydrogen isotopes deuterium (50 %) and tritium (50%) will be contained in a doughnut-shaped vacuum vessel and heated to temperatures in excess of 150 million degrees Celsius to form hot plasma. A maximum of four kilograms of tritium can be held on the ITER site. Most of the tritium comes from the Canadian CANDU reactors (22 reactors are currently in operation in Canada).

In the tokamak, the plasma is self-heated by α -particles. Intense magnetic fields produced by an array of giant superconducting coils and a strong electrical current will shape and confine the plasma, keeping it away from the vessel walls. The fusion reactions in the plasma will release four million times more energy than chemical reactions obtained through the burning of oil or gas. The Tokamak device in ITER will be capable to generate at least ten times more energy than it takes to heat the plasma. ITER

Cadarache Castle. Tiia Puukka



will test key technologies for future fusion power plants in reactor scale.

The latest milestones of the construction

The construction of ITER achieved an important milestone in August 2014 when the concrete basemat slab of the Tokamak Complex was finalized. Altogether 14 400 m³ of concrete was needed to construct the slab. The slab supports the 360 000-tonne Tokamak Complex. Currently the work is underway on the basement-level walls of the seven-storey building that will house not only the ITER tokamak, but also more than 30 different plant systems including cooling systems and electrical power supplies. Eighty meters tall, 120 meters long and 80 meters wide, the Tokamak Complex will require 16 000 tons of rebar, 150 000 m³ of concrete and 7 500 tons of steel for the building structure.

ITER is connected to the 400 kV grid in southern France. In September 2014 the first plant system components were delivered to the ITER construction site. Twelve high voltage surge arresters arrived as a part of the US contribution to the installation's steady state electrical system. The surge arresters belong to a system that will be installed between the 400 kV switchyard and the transformers that feed power to the ITER plant systems and components. The surge arresters are designed to protect the transfor-

mers from a major voltage surge that can be caused by lightning. The installation of the remaining components needed to connect the ITER installation to the dedicated 400 kV switchyard should begin early 2015.

After a nice and informative visit to ITER site our group headed to the Cadarache Castle to spend the night. In the evening we were honored to enjoy a pleasant dinner hosted by the CEA.



DI Tiia Puukka
Risk Analysis Engineer
Nuclear Safety
Teollisuuden Voima Oyj
tiia.puukka@tvo.fi



Pauli Kopiloff
Senior Inspector - Operational Safety
STUK
pauli.kopiloff@stuk.fi



The French Commission of Atomic and Alternative Energies

CEA

Research of Future Energy under the Mediterranean sun



CEA, Chateau de Cadarache. Juhani Palmu.

Like ancient Romans found their heaven around the Mediterranean, so did we. When our ATS Excursion 2014 tour bus arrived to Provence, bright sunshine blinded our eyes after several weeks darkness in Finnish autumn. Once again it was easy to understand why so many people live around the Mediterranean and so few around the Baltic Sea. However, we were here for work, not for fun, so some words of our target, CEA Cadarache.

The French Commission of Atomic and Alternative Energies (CEA) has activities in four major areas of study:

- low carbon energies, both nuclear and renewable,
- the global defense and security of France,
- technologies for health and information,
- the major research infrastructures.

The CEA has 10 existing sites, among them Cadarache, the largest technological research and development center for energy in Europe. The Cadarache site is located in the village of Saint Paul-lez-Durance in the county of Les Bouches-du-Rhône and it was established 1959.

The CEA Cadarache is really impressive research centre! Area of the centre

is totally 1600 hectares. This area includes about 480 buildings including 21 licensed facilities. About 5000 employees work in the area. Most of the employees live in Aix-en-Provence, but many of them also in the villages around the Cadarache centre and some people even in Marseille. At least from Aix-en-Provence daily shuttle bus comes to Cadarache every morning and returns after work. However, it looked that many employees use also their own car.

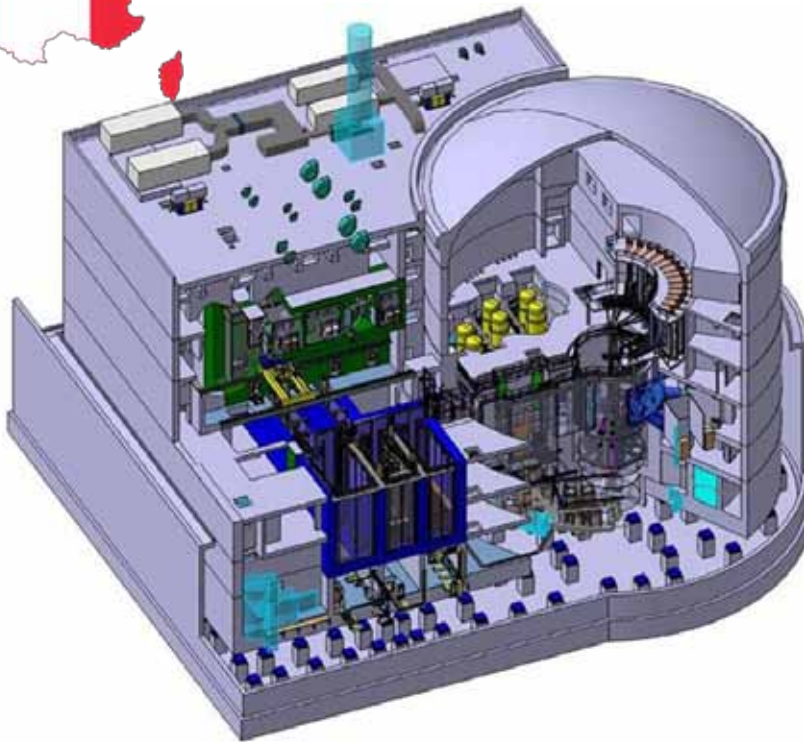
Research activities of the CEA Cadarache include several technological research and development platform and facilities. The research provides important and necessary support to the current nuclear industry as well as to the development of future nuclear systems and alternative energies. In addition "ultimate

future" of nuclear energy, fusion reactor ITER, is located in the Cadarache. However, this visiting day had different targets, the Jules Horowitz Research Reactor (JHR) and Tore Supra facility.

Jules Horowitz

Jules Horowitz was a French nuclear physics scientist who lived during 1921 - 1995. He was the founder and first director of one of the CEA research unit which is now called Material Sciences Division.

To honour his legacy CEA is now leading an international project which aim is to build a new multipurpose test reactor called Jules Horowitz Research Reactor. Visit to exhibition centre next to the construction site was one of our main



Key parameters of the JHR

| | |
|-----------------|---|
| Power | 100 MW _{th} |
| Core diameters | |
| • Diameter | 70 cm |
| • Height | 60 cm |
| • Be reflector | |
| Core material | |
| • Designed | UMo-Al fuel |
| • Startup | U8Si2-Al fuel |
| Neutron flux | |
| • In reflector | |
| | Up to $5,5 \cdot 10^{14}$ n/cm ² s |
| • In core | |
| | Up to $5,5 \cdot 10^{14}$ n/cm ² s |
| | (> 1 MeV) |
| | 10^{15} n/cm ² s (>0,1 MeV) |
| Cycle length | 25–30 days |
| Shutdown length | 6–7 days |

Jules Horowitz Research Reactor
(http://virtual.vtt.fi/virtual/gen4fin/images/JHR_large.jpg).

topics in visit to CEA Cadarache. Project manager of the project Dr G. Bignan gave us thorough and interesting presentation about the JHR and its current status.

The project began in 2007 when the JHR consortium was formed. The current aim is to achieve the first criticality in 2019 and production in 2020. The project is international and members of consortium varies from utilities to nuclear industry. VTT is the Finland's national representative in the project. Fennovoima, Fortum and TVO participates through VTT.

Research reactors i.e. material test reactors (MTR) are ageing in Europe and JHR aims to continue research and testing of materials.

The JHR has three goals:

- R&D support to nuclear industry
 - e.g. safety, plant lifetime, fuel behaviour

- Isotope production for medical application
- Support expertise
 - e.g. training new experts, maintaining national expertise

The JHR includes hot cells, laboratories and examination benches. JHR can be used to examine fuel behaviour in different situations: power transient, post clad failure, lift-off experiment etc.

Although the construction is still ongoing, three working group have started their work and meetings have been arranged. These are material, fuel and technology working groups.

Tore Supra

The world record holding Tore Supra tokamak was shut down only to start again as a test bench for ITER innovative solu-

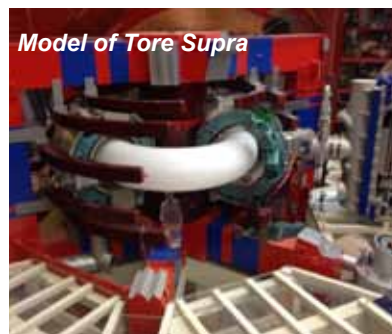
tions in 2016.

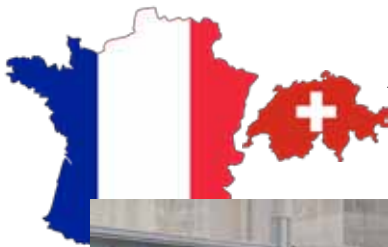
The Tore Supra was commissioned in 1988. The aim was to build the tokamak with long duration plasma and use the large-scale superconductor magnets. Both goals were successful and in 2003 Tore Supra reached a current world record of plasma confinement duration of 6,5 minutes.

The structure of Tore Supra was designed to be as simple as possible with the circular shape of the toroid cross-section. The distance between the plasma and the inner wall is 0,7m. Up till now the insulation material for the inner walls was CFC or carbon-carbon fibre because CFC does not melt at the high temperature. The magnetic field is made with the superconductors and are made from Niobium-Titanium (NbTi) and are cooled by Helium.

The plasma temperature inside the toroid ring is around 150 Million degrees, which makes plasma very hard to control. For the comparison the temperature of our sun is only around 15 Million degrees thus the condition in the tokamak are even more harsh than in the star of our solar system.

(WEST = W (wolfram, tungsten) Environment in Steady state Tokamak)





CEA, JHR. Ville Lestinen.



Superstar goes WEST

Currently the tokamak is being refurbished with some of the new solutions intended to be used in ITER, such as for example the use of tungsten (W, wolfram) as a material for divertor. By using tungsten the amount of tritium captured by the insulation materials in ITER tokamak can be reduced. This was a distinctive requirement from the French nuclear authority ASN supervising the ITER project.

No tritium will however be used in Tore Supra. The tungsten, which has a melting point of 3422 °C, will be tested to withstand the heat generated by plasma.

The cross-section of Tore Supra will also be modified to a D-shape characteristic to ITER tokamak. As the modelling of plasma behaviour is not yet possible due to the high complexity new theories and configurations have to be actually tested.

The tests in WEST configuration are to continue up to the estimated commissioning year of ITER which is 2024.

Summary

After nice day in the Cadarache we were ready to say that the ancient Romans were right, the Mediterranean is the great place to live and work. We saw very interesting facilities, even much discussed JHR, and we really saw that it is there and it will be ready sooner or later. We had also tasty lunch with local wines and very pleasant hosts who gave us nice presentations and guiding. Thank you for that! From the Cadarache we continued to our final target, legendary seaport Marseille...



CEA, Chateau de Cadarache. Juhani Palmu.

M.Sc. Ville Lestinen
Nuclear Business
Development Manager,
Fortum



M.Sc. in Automation Engineering
Leena Kappinen
Design Engineer
Fortum



M.Sc
Antti Rantakaulio
Design Engineer Nuclear Safety
Fortum





Ignalinan pienoismalli.

ATS-seniorien suuri

Baltian ekskursio 2014

ATS-Seniorien Baltian ekskursiota 22.–25.9.2014 voidaan hyvällä syyllä kutsua suureksi, sillä matkaan sisältyivät kaikki kolme Baltian maata ja matkakilometrejä bussissa kertyi 1400.



Siellä ei ole mitään

Matka edistyi miellyttävän vaihtelevassa syyskuun säässä. Saimme tehdä havaintoja Viron, Latvian ja Liettuan maataloudesta, maataloista ja pelloista, kaupungeista ja taajamista. Pari kertaa navigaattori ohjasi meidät kapenevalle tielle, jolta kuljettaja näki parhaaksi palata takaisin. Joskus pääsimme perille nostalgista mutkittelevaa sora- ja hiekkapäällysteistä tietä pitkin.

Matka oli kokonaisuudessaan onnistunut. Osanottajat sopeutuivat kiitettävästi vaihtuviin ympäristöihin. Kussakin maassa ydintekniikan vierailukohteet olivat sellaisia, ettei niihin matkailija sattumalta päädy. Kohteita kuvaa hyvin

oheiseen valokuvaan ikuistettu kyltti. Vastaanotto ja opastus vierailukohteissa olivat ystävällistä ja osaavaa. Matkalle osallistui 14 senioria. Baltian järjestelyt oli hoitanut **Tapani Graae**, jolle kuuluu kiitos hyvin suunnitellusta matkaohjelmasta. Seniorit matkalle keräsi **Eero Patrakka**, joka toimi matkan johtajana yhdessä Tapani Graaen kanssa.

Sukellusveneiden entinen koulutuskeskus Paldiskissa

Virossa kävimme Paldiskissa, jossa toimi ydinsukellusveneiden koulutuskeskus vuosina 1960–1989. Alueelta on purettu pois useita rakennuksia ja niiden paikalla



Osanottajat Salaspilsissa (vasemmalta): Markku Tiitinen, Risto Tarjanne, isäntä, Jussi Manninen, Tapani Graae, Pentti Uuspää, Eero Patrakka, Björn Wahlström, Lars-Erik Häll, Jorma Väkiparta, Leif Blomqvist, Seppo Karttunen, Lasse Mattila, Jaakko Toppila, Elja Kaloinen.

on tasaista maata ja vihreätä nurmikkoa. Kahden koulutusympäristön jäljellejääneet osat olivat nähtävissä isoissa halleissa. Henkilökuntaa oli ollut 350, nyt työssä on 11 henkilöä.

Painevesireaktori 70 MW sijaitsi ensimmäisen sukupolven ydinsukellusveneen rungon osassa, jonka läpimitta on 7 m. Aluksen runko oli katkaistu ja poikkileikkauspinta oli nähtävissä. Painevesireaktori 90 MW sijaitsi toisen sukupolven ydinsukellusveneen rungon osassa, jonka läpimitta oli 9 m. Tämä kohde oli suojattu erillisillä muuratuilla seinillä. Reaktorisydämen päämitat olivat noin 1 m x 1 m x 1 m. Reaktoreiden polttoaine vietiin Venäjälle v. 1994. Aktiivisten nestemäisten jätteiden käsittelyssä käytettiin apuna Fortumin NURES-tekniikkaa. Paikkaa käytettiin myös sairaaloiden ja muun terveydenhuollon matala- ja keskiaktiivisten jätteiden kokoamispaikkana. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan loppusijoitus alkaa noin v. 2050.

Oppaanamme Paldiskissa oli **Ivo Tatrik**. Alkuperäinen isäntä **Mart Vasvas** ei päässyt paikalle loukkaantumisen vuoksi.

Paluumatkalla Liettuasta pysähdyimme Tartossa ja vierailimme Tallinnassa hotelli Virun yläkerrassa sijaitsevassa KGB:n kuunteluhuoneessa, joka toimii nykyään museona.

Ydintutkimuskeskus Salaspilsissa

Latviassa kävimme Salaspilsissa, jossa

tutustumiskohteena oli neuvostoliittolainen IRT-tutkimusreaktori Salaspils Research Reactor SRR. Reaktori oli otettu käyttöön 26.9.1961. Teho oli aluksi 1 MW. Vuosina 1973–1975 reaktorin teho nostettiin viiteen megawattiin. Tutkimusreaktorin sulkemispäätös tehtiin vuonna 1995. Reaktori suljettiin 23.5.1998. Laitos oli tuolloin toiminut siis 37 vuotta. Tutkimuslaitoksessa oli aikoinaan työssä noin 250 henkilöä. Nykyinen vahvuus on kymmenkunta. Merkittävä syy tutkimusreaktorin sulkemiseen oli se, ettei Latvian valtiolla ollut rahaa muuntaa reaktoria matalarikasteiseksi.

Vierailimme reaktorihallin ylä- ja alatasolla sekä valvomossa. Meille esiteltiin polttoaineelle reaktorisydämessä käytetty pakkaustapa. Metallikotelossa on tilaa poikkileikkauksen neljässä nurkassa polttoaineelle. Keskellä on tila ohjaussauvalle. Polttoaine oli 85–90 % U-235. Tutkimusreaktorin polttoaine on purettu pois ja palautettu Venäjälle v. 2008. Vedenalaisella kameralla tunnistettiin polttoaine-elementit. Säteilysuojeluyistä kauko-ohjauksella parin seinän takaa nostettiin polttoainesauvat ylös ja laskettiin kuljetuspakkauksiin. Rautatiekuljetus vei Venäjän rajalle, jossa luovutusasiaperitit allekirjoitettiin.

Vuodesta 2012 tutkimuskeskuksen operaattorina on Latvian yliopisto. Yliopisto suunnittelee syklotronin hankkimista ja suurenergiafysiikan keskuksen kehittämistä. Kemiallisen fysiikan laitos on valtuutettu dosimetrien kalibrointilaboratorio vuodesta 2012.



Salaspilsin purettu tutkimusreaktori.



Osanottajat Ignalinan sisäänkäynnin edessä.



Paldiskin koulutusreaktorin jäännösten vieressä.

Tutkimuskeskuksen entistä toimintaa ja uusia suunnitelmia esittelivät isäntämme **Janis Rudzitis** ja **Janis Berzins**. **Lasse Mattila** esitti heille katsauksen Suomen ydintekniseen tutkimukseen, jossa oli paljon antia senioreillekin.

Kulttuuriantia Latviassa oli käynti Daugava- eli Väinäjoen museossa, joen saarella. Täällä oli esillä mm. Kircholmin taistelu v. 1605.

Ignalinan ydinvoimalaitos Liettuassa

Liettuassa kävimme Ignalinan ydinvoimalaitoksella, Visaginasissa. Laitospaikalla on kaksi voimalaitosyksikköä tyyppiä RBMK-1500. Kolmatta oli rakennettu, mutta rakennustyö oli keskeytetty. Tarkoitus oli rakentaa myös neljäs voimalaitosyksikkö. Oli kuitenkin tultu siihen tulokseen, että läheinen järvi ei riittäisi neljän yksikön jäähdyttämiseen. Järven lämpötila oli kahden laitoksen käyttöaikana noussut kolme astetta. Tämän lämpötilamuutoksen sanottiin väistyvän muutamassa vuodessa.

Ensimmäinen yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1983 ja suljettiin 31.12.2004. Toinen yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1987 ja suljettiin 31.12.2009. Voimalaitosten sulkeminen oli eräs Euroopan Unioniin liittymisen ehtoista. Laitokset tuottivat pääasiassa sähköä yhteensä 3000 MWe eli noin 75% Liettuan sähköenergiasta. Tämä on korvattu pääosin tuontienergialla. Kaukolämpöä oli tuotettu 17 MWth, joka on korvattu paikallisella lämpöä tuottavalla laitoksella. Suunnitellut uudet Visagina-

sin laitosyksiköt on tarkoitus rakentaa käytöstä poistettujen yksiköiden viereen.

Ensimmäisen laitoksen polttoaine on purettu pois reaktorisydäimestä ja siirretty laitospaikalla sijaitsevaan väli-varastoon. Toisen laitoksen polttoaine on edelleen reaktorisydäimessä. Voimalaitoksella on ollut henkilökuntaa 5000 henkilöä. Voimalaitoksella sulkemistoinnissa oli vierailuaikana työssä 2155 henkilöä. Tämän hetken suunnitelmien mukaan laitosten purku kestää vuoteen 2030 ja polttoaineen ja aktiivisten jätteiden varastointi kestää noin 50 vuotta, jona aikana polttoaineen loppusijoitus on ratkaistava.

RBMK- tyyppisiä voimalaitoksia on maailmassa 17 kappaletta. Voimalaitoksen purkutöiden kokemukset Liettuassa nähdään tietona, jota voidaan tarjota muille samanlaisille voimalaitoksille kun niitä tullaan purkamaan. Näimme varsinaista laitteiston purkamistyötä käynnissä voimalaitoksen turbiinihallissa.

Vierailun turvallisuusjärjestelyt vaikuttivat asianmukaisilta. Saimme vaihtaa vaatteet laitosvierailua varten. Annosmittareita oli käytössä ryhmällä vierailun aikana ja mittaus tehtiin myös vierailun jälkeen. Tapani Graaen mittariin kirjautunut annos oli vaivaiset 3 uSv. Oppaamme Ignalinassa oli **Ovidija Marcinkute** laitoksen viestinnästä sekä erityiskysymyksiin vastaamassa kaksi muuta ydinvoimalaitoksen henkilökuntaan kuuluvaa asiantuntijaa.

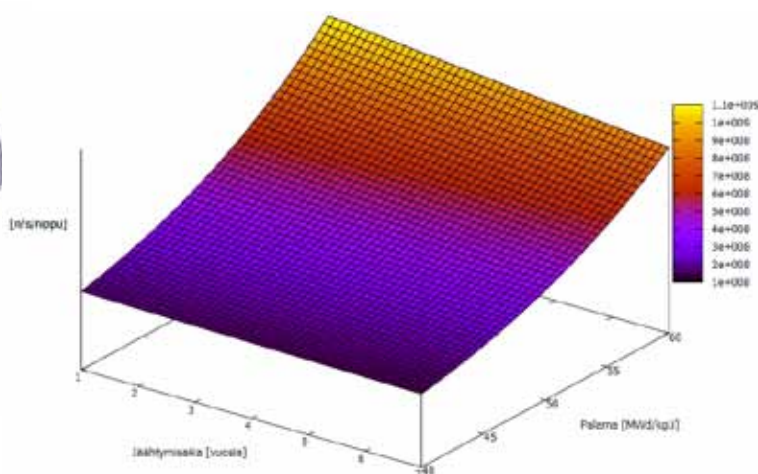
*Teksti: Pentti Uuspää
Kuvat: Markku Tiinen*

Neutronisäteilylle altistuminen käytetyn polttoaineen siirrossa Olkiluodon voimalaitoksella

Diplomityössä tutkittiin OL1/OL2-ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen siirrossa aiheutuvaa altistusta neutronisäteilylle. Neutronisäteilyn annosnopeusjakauma siirtosäiliön läheisyydessä mallinnettiin Monte Carlo -menetelmään perustuvalla MCNP6.1-laskentakoodilla.



Kolmiulotteinen piirros siirtosäiliön Monte Carlo -mallista



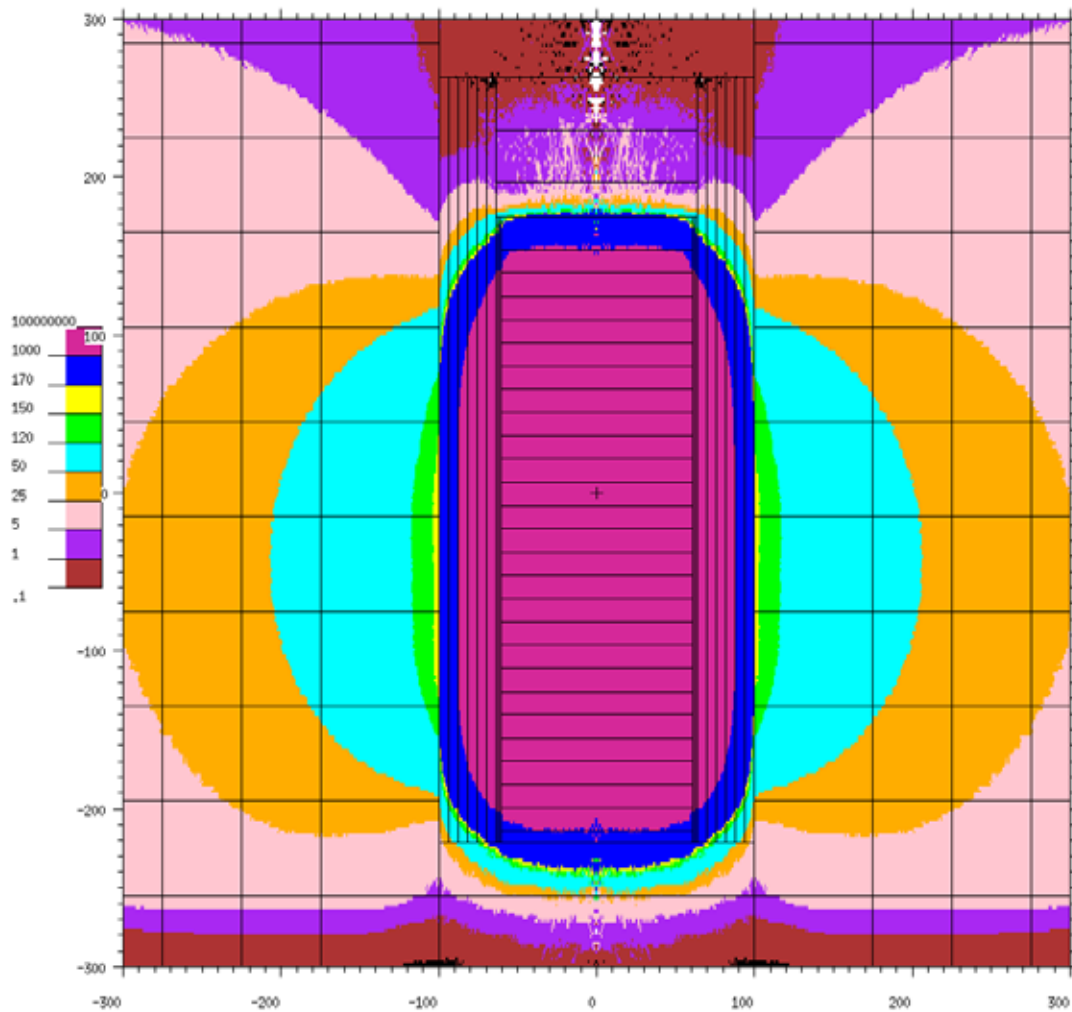
Poistopalaman ja jäähymisaajan vaikutus polttoainenipun neutronilähteen voimakkuuteen

Olkiluodon OL1/OL2-ydinvoimalaitosten käytetty polttoaine siirretään käytetyn polttoaineen varastolle vedellä täytetyssä siirtosäiliössä. Siirtotyön aikana useat eri ammattiryhmiin kuuluvat henkilöt työskentelevät siirtosäiliön välittömässä läheisyydessä, altistuen käytetystä polttoaineesta emittoituvalle foton- ja neutronisäteilylle. Työn tarkoituksena oli selvittää teoreettisilla laskelmilla siirtotyöhön osallistuvan henkilön mahdollisuus saada kirjausrajan ylittävä annos neutronisäteilyä.

Neutronisäteilyn annosnopeudet siirtosäiliötä ympäröivässä tilassa laskettiin yhdysvaltalaisen Los Alamos National Laboratoryn kehittämällä MCNP-laskentakoodilla. MCNP:llä mallinnettiin siirtosäiliö, siirtosäiliön sisältämä polttoaine sekä ympäröivä tila käyttäen eri jäähymisaikoja ja keskimääräisiä maksimipoistopalamia. Polttoaineniippujen isooppikonsentraatiot ja säteilylähteiden voimakkuudet laskettiin Studsvik SNF-ohjelmalla. Polttoaineniipuista,

vedestä ja nippujen tukikehikosta koostuva homogeenisoitu neutronilähde jaettiin 25 pystysuuntaiseen noodiin. Neutronilähteen voimakkuuden pystysuuntainen jakautuminen asetettiin näihin 25 noodiin SNF-laskujen mukaisesti. SNF-laskujen tuloksista nähtiin myös, että tarkasteltavilla jäähymisajoilla neutronilähde koostuu lähes kokonaan Cm-244:n spontaaneista fissioista. Monte Carlo -mallin neutronilähteen spektri asetettiin vastaamaan Cm-244:n spontaanin fission spektriä.

Monte Carlo -malli asetettiin laskemaan keskimääräinen neutronivuo kohdesoluissa ja piirtämään annosnopeuskarta laskentageometrian yli. MCNP muuntaa neutronivuo säteilyn annosnopeuksiksi vuo-annos-muuntokertoimilla. Tällä tavoin laskettu annosnopeus on efektiivisen annoksen nopeus, joka sisältää säteilyn painotuskertoimet. Tulokseksi saadaan suoraan annosnopeus yksikössä $\mu\text{Sv/h}$. Mallinnuksesta saadut tulokset vastasivat hyvin siirtojen aikana mi-



Neutronisäteilyn annosnopeudet siirtosäiliön ympäristössä poistopalamalla 45 MWd/kgU

tattuja annosnopeuksia nykyisillä poistopalamalla arvoilla. Tuloksista nähtiin, että muutaman vuoden ero polttoainepuun jäähtymisajoissa aiheuttaa vain vähäisiä muutoksia neutronisäteilyn annosnopeuksiin, mutta poistopalamalla nosto sen sijaan kasvattaa voimakkaasti neutronisäteilyn annosnopeuksia. Polttoainepuun rikastusasteen kasvaminen sen sijaan laskee osaltaan neutronilähteen voimakkuutta, sillä pienempi rikastusaste johtaa suurempaan Cm-244:n muodostumiseen ja voimakkaampaan neutronilähteeseen.

Mallinnuksesta saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, ettei neutronisäteilyannosten jatkuvalla seurannalla ole tarvetta käytetyn polttoaineen siirrossa. Vaikka neutronisäteilyn annosnopeudet voivat nousta siirtosäiliön läheisyydessä suhteellisen suuriksi, ovat siirtosäiliön lähellä tehtävät työt niin lyhytaikaisia, että kirjausrajan ylitystä voidaan pitää hyvin epätodennäköisenä. Johtopäätökset var-

mistetaan diplomityössä suunnitellulla mittausjärjestelyllä.

Opinnäytetyö, "Neutronisäteilylle altistuminen käytetyn polttoaineen siirrossa Olkiluodon voimalaitoksella", on hyväksytty Lappeenrannan teknillisen yliopiston teknillisessä tiedekunnassa kesäkuussa 2014.

DI Jani Luukkonen
 Tutkimuskoordinaattori
 Loppusijoitusjärjestelmä
 Posiva Oy
 jani.luukkonen@posiva.fi



Yksinkertaistettu, tilastollinen kulkeutumismalli ja annoslaskenta

Diplomityössä tarkastellaan todennäköisyyspohjaisin menetelmin radionuklidien kulkeutumista loppusijoitetusta ydinpolttoaineesta maanpinnalle ja mahdollisia säteilyannoksia.

Posiva valmistautuu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen Olkiluotoon rakennettavaan loppusijoitustilaan. Suunniteltu loppusijoitusjärjestelmä perustuu sisäkkäisiin vapautumisesteisiin, joiden tehtävänä on pidättää ja rajoittaa mahdollisia radionuklidien päästöjä pintaympäristöön eli biosfääriin. Vapautumisesteiden toimintakyky arvioidaan perusskenaariossa olettamalla vuoto loppusijoituskapselin seinämässä (pieni reikä). Radionuklidien kulkeutumislaskennassa epävarmuudet huomioidaan yleensä konservatiivisilla oletuksilla, mutta niitä voidaan lähestyä myös todennäköisyyspohjaisin menetelmin. Diplomityössä mallinnuksen lähtökohtana ollut yksinkertaistettu kulkeutumismalli (katso Antti Poterin kirjoitus ATS 1/2014) on läpinäkyvämpi lähestymistapa toimintakykyanalyysissä laajalti käytettyyn numeeriseen mallinnukseen verrattuna.

Aiempaa yksinkertaistettua kulkeutumismallia [1] on laajennettu sekä yksinkertaistetulla biosfäärimallilla, että tilastollisella simuloinnilla, jotta loppusijoituksesta aiheutuvien säteilyannosten todennäköisyyspohjainen arviointi on mahdollista. Yksinkertaistetussa mallissa radionuklidien kulkeutuminen lasketaan hyödyntämällä analogiana haarautuvaa radioaktiivista hajoamisketjua. Mallin aikavakioina ovat nuklidien pitoisuuksien puoliintumisajat ja kompartmenttien viipymäajat. Säteilyannosten arviointiin käytetään laskettuja radionuklidien pitoisuuksia biosfäärin kompartmenteissa. Tilastollisessa analyysissä lähtötiedot voivat olla jakautuneita ja vapautumisnopeuksien (esimerkiksi geosfääristä biosfääriin) sekä annosnopeuksien luotamustasot voidaan määrittää Monte Carlo -menetelmällä.

Työssä tarkastellaan niitä seitsemää radionuklidia (C-14, Cl-36, Se-79, Mo-93, Nb-94, Ag-108m, I-129), jotka ovat myös olleet mukana biosfäärin kulkeutumislaskennassa Posivan TURVA-2012 -turvallisuusperustelussa. Tilastollinen analyysi valituilla parametrien jakaumilla ja korrelaatioilla osoittaa, että lopputulosten (annosnopeudet, vapautumisnopeudet) jakaumat noudattavat karkeasti logaritmita

normaalijakaumaa, vaikka lähtötietojen ja aikavakioiden jakaumat vaihtelevat karkeasti logaritmisista tasajakaumista normaalijakaumiin. Kokonaisannosnopeuden estimoidun 50 % luottamustason ja 95 % luottamustason ero on suurimmillaan noin kaksi kertaluokkaa annosnopeuksien jäädessä selvästi alle 0.1 mSv/a ensimmäisen 10 000 vuoden aikana (ajanjakso, jona säteilyannoksia arvioidaan). Parametrien epävarmuudet vaikuttavat lopputulosten jakaumien muotoon vain, jos ne liittyvät merkittävimpiin vapautumisesteisiin (tärkeimmillä nuklideilla loppusijoituskapseli tai puskuri).

Yksinkertaistettu malli kuvaa hyvin kulkeutumista tekniikan vapautumisesteiden ja kallion läpi, mutta yliarvioi kaivoveden aktiivisuuspitoisuutta verrattuna Posivan laskentaan. Yksinkertaistettua mallia on syksyllä 2014 jatkokehitetty yhdistämällä analyysiin myös matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustila ja vähentämällä biosfäärin konservatiivisuuksia. Työstä julkaistaan Posiva-raportti vuoden 2015 aikana. Malli soveltuu johdonmukaisesti tilanteisiin, joissa vapautumisesteiden toiminta voidaan kuvata ekvivalentin virtaaman ja huokoistilavuuden avulla. Mallin yksinkertaisuuden vuoksi sillä ei ole luontevaa käsitellä saman alkuaineen yhtäaikaista isotooppeja, hajoamisketjuja eikä esimerkiksi mallintaa systeemin jatkuvasti ajasta riippuvia (kasvava reikä kapselissa).

Opinnäytetyö on hyväksytty Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa.

DI Pekka Kupiainen
Suunnitteluinsinööri
Ydinjäteosasto

Fortum Power and Heat Oy
pekka.kupiainen@fortum.com



[1] Poteri, A. et al. 2012. Representing Solute Transport Through the Multi-Barrier Disposal System by Simplified Concepts. Report Posiva 2012-20. ISBN 978-951-652-201-5.

E-koodi

”Viestimme perustuu parhaisiin saatavilla oleviin faktoihin, joita emme vääristele.” Vaikuttajaviestinnän uudet eettiset ohjeet

Kun Greenpeace haluaa laittaa kapuloita laillista toimintaa harjoittavan ydinvoimayhtiön rattaisiin, se palkkaa ydinturvallisuusasiantuntijan tekemään päämääriensä mukaisen raportin, jota se sitten rummuttaa totuutena, jota *establishment* salailee. Tieteiskirjailija Risto Isomäki esiintyy sujuvasti mediassa ydinvoimaasiantuntijana arvioimassa Kuldankulamin rakennettavien reaktorien turvallisuuspuutteita. Tätä helpottaa olennaisesti se, että kuka tahansa voi esiintyä Suomessa ydinturvallisuusasiantuntijana.

Kun vuonna 2011 paljastui, että Esa Antero Laiho ja muutamat muut olivat tehneet lääkärintöitä ilman pätevyyttä, kansalaiset olivat huolissaan potilaista – Lääkäriliitto suuttui siitä, että valelääkärit pilaavat oikeiden lääkäreiden maineen. Lääkärikollegoilta, jotka jo opinnoissaan indoktrinoidaan yhteisöllisyyteen, kesti Laihon tapauksessa yli 10 vuotta kyseenalaistaa työoverinsa pätevyys.

Valeydinturvallisuusasiantuntijat vahingoittavat todellisen ammattikunnan etuja. Hiekoittavat hankkeita, nakertavat luottamusta. Toivottavasti sentään eivät tee ydinturvallisuuteen liittyviä päätöksiä. Herääkin kysymys: voisiko ATS:llä olla rooli ammattikunnan integriteetin suojelemisessa? Jopa lobbareilla on nykyään oma eettinen koodisto.

Aika tarkkaan kymmenen vuotta sitten valtioneuvosto löi leiman Olkiluoto 3:n rakentamislupaan. Ennenaikaisesti, sillä laitoksen suunnittelu oli aivan keskeneräistä rakentamisen aloittamiseksi. Kyseessä oli *harnatia*, klassiseen murheelliseen näytelmään johtanut traaginen erehdys, josta itse Aristoteles olisi ylpeä.

Eikä ole vielä Olkiluoton amfiteatterilla edellinenkään tragedia saavuttanut kliimaksiaan, kun uusi näytelmä on alkamassa: Posivan rakentamislupaa odotellaan kevään 2015 aikana. Loppusijoitusta on tutkittu ja suunniteltu alun neljättä kymmentä vuotta, eikä vielä tässä vaiheessa ole täysin selvää, että minkälainen laitoksesta tulee.

On tietysti kohtuutonta verrata matkaamista toiselle taivaan-kappaleelle kuparikapseleiden hautaamiseen kallioperään, mut-

ta jos Apollo-ohjelma olisi suomalainen loppusijoitushanke, niin NASA miettisi yhä onko suora lento parempi kuin kuun kiertoradalla kohtaaminen.

Loppusijoituksessa tuntuu olevan auki niin monta kysymystä, että radikaali mutta järkevä muutos olisi, että aluksi toteutettaisiin vuosikymmenien *in-situ* -kokeilu pienellä osalla käytettyä ydinpolttoainetta ja kaiken mennessä suunnitellusti välivarastoitu jäte hoidettaisiin kertarysäyksellä maan poveen. Tällä tulisi osoitettua, että loppusijoitus voidaan käytännössä toteuttaa nykytekniikalla, mutta samalla mahdollistettaisiin nykyistä parempien ratkaisujen käyttäminen ja myös jätteen määrän vähentäminen ottamalla siitä talteen hyödylliset isotoopit.

Seura tiedotti joulun alla aikeistaan ATS Ydintekniikan julkaisemisen puolittamisesta. Mikäs siinä, turvallisuusinsinööri ajatteli, kun näiden kolumnienkin laatimisen kanssa on välillä ollut hankalaa, kun ei tiedä milloin lehti ilmestyy. Nettiinhan on hyvä dumpata kaikki sisältö, joka ei ansaitse tulla painetuksi paperille.

Asiaa ei kuitenkaan otettu jäsenistössä ilmoitusluontoisena, vaikka seuran nettisivuilla tätä kirjoitettaessa yhä lukee, että vuonna 2015 siirrytään ilmestymiseen kahdesti vuodessa. Johtokunta sai asiasta muiden muassa useamman entisen päätoimittajan myllykirjeen, jossa muutoksen perusteet kyseenalaistettiin. Kun vielä siirryttäisiin reaktiivisesta moodista proaktiiviseen: seuran toiminnan laatu on täydessä korrelaatioissa sen jäsenistön yhteisöllisyyden kanssa.

Turvallisuusinsinööriä on jo pidempään mietityttänyt, onko ATS muuttumassa perinneyhdistykseksi, joka vuosikymmenestä toiseen toistaa samoja rutiineja. Ehkä seuran toimintaa pitäisi modernisoida: korottaa tehoa, muuttaa vanhentuneita järjestelmiä ja ajaa sisään uusia toimintamalleja. Vai riittääkö uudistukseksi se, että ATS Ydintekniikan julkaisutiheyden muutoksesta luovutaan?



ATS

SUOMEN ATOMITEKNILLINEN SEURA -
ATOMTEKNISKA SÄLLSKAPET I FINLAND r.y.
FINNISH NUCLEAR SOCIETY

Johtokunta

| | |
|---------------------------------------|---|
| Puheenjohtaja Chairperson | TkT Liisa Heikinheimo Teollisuuden Voima Oy Puhelin + 358 (0)2 83 811 puheenjohtaja@ats-fns.fi |
| Varapuheenjohtaja Vice-chairperson | DI Tapani Raunio Fortum Power and Heat Oy tapani.e.raunio@fortum.com |
| Sihteeri Secretary | DI Anna Nieminen VTT sihteeri@ats-fns.fi p. +358 40 159 1156 |
| Rahastonhoitaja Treasurer | TkT Arto Ylönen Lappeenrannan teknillinen yliopisto rahastonhoitaja@ats-fns.fi |
| Jäsenet Board Members | DI Essi Ahonen STUK essi.ahonen@stuk.fi |
| | DI Ilkka Männistö Fennovoima ilkka.mannisto@fennovoima.fi |
| | DI Juhani Palmu Posiva juhani.palmu@posiva.fi |
| | TkT Filip Tuomisto Aalto-yliopisto filip.tuomisto@aalto.fi |
| | TkT Timo Vanttola VTT timo.vanttola@vtt.fi |

Toimihenkilöt

| | |
|--|---|
| ATS Young Generation | DI Ville Kakkonen Platom Oy ville.kakkonen@platom.fi |
| Kv-asioiden sihteeri International affairs | TkT Jari Tuunanen Fortum jari.tuunanen@fortum.com |
| Energiakanava Energy Channel WiN Finland | DI, FM Anna-Maria Länsimies, Fortum anna-maria.lansimies@ fortum.com |
| Ekskursios sihteeri | DI Juhani Palmu Posiva Oy juhani.palmu@posiva.fi |
| Www-vastaava | DI Heikki Suikkanen Lappeenrannan teknillinen yliopisto webmaster@ats-fns.fi |
| ATS-Info | TkT Seppo Vuori seppo.vuori@welho.com |
| ATS Seniorit | Tekn. lis. Eero Patrakka eero.patrakka@kolumbus.fi |

Toimitus ja yhteystiedot

Julkaisija:

Suomen Atomiteknillinen Seura ry
PL 78, 02151 Espoo
www.ats-fns.fi

Lehti ilmestyy neljä kertaa
vuodessa.

ISSN-0356-0473

Wellprint Oy

Vuoden 2014 lehtien teemat:

1/2014

ATS YG -ekskursio, tutkimus

2/2014

Ympäristöasiat

3/2014

ATS Työryhmät

4/2014

Ekskursio

Päätoimittaja, Editor in Chief:

DI, FM Anna-Maria Länsimies
ATS Ydintekniikka
c/o Kymen Ydinviestintä
PL 39, 48101 Kotka
anna-maria@lansimies.com
p. +358 50 561 5176

Taitto: Kymen Ydinviestintä

Yhteydenotot yleisissä asioissa,
jäsenhakemuksissa, osoitteen
ja sähköpostin muutoksissa
seuran sihteeriin:
Anna Nieminen
sihteeri@ats-fns.fi
p. +358 40 159 1156

Erikoistoimittajat:

DI Risto Vanhanen
risto.vanhanen@aalto.fi
DI Eveliina Takasuo
eveliina.takasuo@vtt.fi
FM Johanna Hansen
johanna.hansen@posiva.fi
DI Riku Mattila
riku.mattila@stuk.fi
DI Pekka Nuutinen
pekka.nuutinen@fortum.com
DI Lauri Rintala
lauri.rintala@fennovoima.fi
YTK Pasi Tuohimaa
pasi.tuohimaa@tvo.fi
Haastattelutoimittaja:
DI Klaus Kilpi
klaus.kilpi@welho.com



ATS:n 
uudet jäsenet

Varsinaiset jäsenet

Eero Vesaoja, Fortum
Johannes Suikkanen, Posiva
Lasse Reiman, STUK
Ville Peri, Fortum

Opiskelijajäsenet

-

Palautusosoite:
Suomen Atomiteknillinen Seura
PL 78
02151 ESPOO

Kannatusjäsenet:

Alstom Finland Oy

B+Tech Oy

Fennovoima Oy

FinNuclear ry

Fortum Power and Heat Oy

Mirion Technologies (RADOS) Oy

Platom Oy

Pohjoismainen Ydinvakuutuspooli

Pohjolan Voima Oy

Posiva Oy

PrizzTech Oy

Saanio & Riekkola Oy

Siemens Osakeyhtiö

Teknologian tutkimuskeskus VTT

Teollisuuden Voima Oyj

TVO Nuclear Services Oy

Voimaosakeyhtiö SF Oy

Wärtsilä Finland Oy