



ATS

YDINTEKNIikka

SISÄLTÖ:

Sähkön merkitys metsäteollisuudelle	1
Tshernobyl-tiedotus ja tiedotusvälineet	2
Tshernobyl ja lehdistö	3
Ohjelmiston turvallisuus ja sen todentaminen	7
Uiva säteilyvalvontatukikohta "Rosta I"	10
Käytetyn ydinpolttoaineen sijoituspaikkatutkimusten ohjelma ja tutkimusten toteuttaminen	11
ENS Steering komitean kokous	13
Lyhyesti maailmalta	14
Ohjeita kirjoittamisesta ATS Ydintekniikkaan	16

ATS

YDINTEKNIikka

1/87, vol. 16

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura —
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

TOIMITUS

Päätoimittaja FT Mikko Kara P. 90-790500	Imatran Voima Oy Viikintie 3, PL 138 00101 Helsinki
Erikoistoimittaja DI Klaus Sjöblom P. 915-550431	Imatran Voima Oy 07900 Loviisa
Erikoistoimittaja DI Ahti Toivola P. 938-3811	Teollisuuden Voima Oy 27160 Olkiluoto
Toimittaja DI Pentti Salminen P. 90-456 4148	VTT/E-osaston kanslia Vuorimiehentie 5 02150 Espoo

JOHTOKUNTA

Pj TKT Erkki Aalto Imatran Voima Oy PL 138 00101 Helsinki P. 90-6160250	Jäs. FK Hannu Koponen Säteilyturvakeskus Kalevankatu 44 00180 Helsinki P. 90-61671
Vpj. DI Antti Hanelius Suomen Voimalaitosyhdistys ry. Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki P. 90-602944	Jäs. DI Ilkka Mikkola Teollisuuden Voima Oy Fredrikinkatu 51—53 B 00100 Helsinki P. 90-605022
Rh DI Seppo Salmenhaara VTT/REA Otakaari 3 A 02150 Espoo P. 90-4566330	Jäs. TkL Björn Wahlström VTT/SÄH Otakaari 7 B 02150 Espoo P. 90-4566400
Siht DI Jorma Aurela Imatran Voima Oy PL 138 00101 Helsinki P. 90-6160459	

TOIMIHENKILÖT

Yleissihteeri FK Lauri Rantalainen P. 90-6090949 Imatran Voima Oy PL 138 00101 Helsinki	Ekspansioshteeri DI Pertti Salminen P. 90-4564148 VTT/E-osaston kanslia Vuorimiehentie 5 02150 Espoo
Kans.väl.yhteyks.siht. DI Klaus Kilpi P. 90-648931 VTT/Ydinvoimatekniikan lab. Lönnrotinkatu 37 00180 Helsinki	ATS-Info puheenjohtaja TKT Seppo Vuori P. 90-648931 VTT/Ydinvoimatekniikan lab. Lönnrotinkatu 37 00180 Helsinki

ATS YDINTEKNIikka (16) 1/87

Vuoden 1987 seuraavien numeroiden teemat:

- No. 2 "Sähkön käyttö"
artikkelit viimeistään 30.4.
- No. 3 "Ydinvoimalaitosten käyttöikä"
artikkelit viimeistään 12.8.
- No. 4 "Ranska"
artikkelit viimeistään 30.10.

Ilmoitushinnat: 1/1 sivua 950 mk
1/2 sivua 750 mk
1/4 sivua 400 mk

Toimituksen osoite:

ATS Ydintekniikka
c/o Pertti Salminen
VTT/E-osaston kanslia
Vuorimiehentie 5
02150 ESPOO
p. 90-456 4148
telex 122972 vttha sf
telefax 90-462382

Lehdessä julkaistut artikkelit edustavat kirjoittajien omia mielipiteitä, eikä niiden kaikissa suhteissa tarvitse vastata Suomen Atomiteknillisen Seuran kantaa.

ISSN-0356-0473

ATS Ydintekniikka (16) 1/87

Sähkön merkitys metsäteollisuudelle

Suomen metsäteollisuus käyttää vuosittain sähköä n. 16 TWh, mikä vastaa arvoltaan noin kahta ja puolta miljardia markkaa.

Sähkö on näin ollen jo suorana kustannustekijänä erittäin merkityksellinen metsäteollisuudelle, joka toimii avoimilla ja loppuun asti kilpailluilla maailmanmarkkinoilla.

Sähköllä ja erityisesti sähkön saatavuudella ja hinnalla on merkitystä myös metsäteollisuuden tuotevalikoiman ja sijoittumisen kehittymiseen. Esimerkiksi runsaasti sähköä vaativilla mekaanisilla menetelmillä valmistettavia massoja ja sanomalehtipaperia ei voi kannattavasti valmistaa, ellei maassa ole kansainvälisesti riittävän kilpailukykyistä sähköä saatavissa.

Maailmanmarkkinoilla paperin ja kartongin kaupassa ovat parhaissa asemissa maat, joilla on riittävästi puuraaka-ainetta, pääomia, tietotaitoa ja edullista sähköä.

Sähkön käytön monipuolistamisella on myös epäsuoria vaikutuksia. Automaatioasteen nousu on lisännyt tuottavuutta ja sähköisten massanvalmistusmenetelmien hyvä puun hyväksikäyttö vähentää vesistöjen ympäristökuormia.

Jatkossa sähkön tarve Suomen metsäteollisuudessa kasvaa edelleen. On arvioitu, että vuonna 2000 tarvitaan 6 TWh vuodessa nykyistä enemmän. Tämä merkitsee sitä, että hinnaltaan kilpailukykyisen perusvoiman tuottamiseen on tehtävä investointeja niin voimayhtiöiden kuin teollisuuden omassakin piirissä. □

Tshernobyl-tiedotus ja tiedotusvälineet

Nyt kun Tshernobyl-tapauksesta on kulunut lähes vuosi, tilanne tiedotuksellisesti tarkastellen on ainakin tärkeimmässä suhteessa normalisoitunut. Tarkoitetaan sitä, että suurelle yleisölle muodostunut kuva onnettomuuden vaikutuksista on tasapainottunut. Epätietoisuuden ja pelon tunteet ovat hälventyneet ja ongelmanasettelu on, niin luulen, siirtynyt laajempiin yhteiskunta- ja energiapoliittisiin kehiin.

Tämänhetkinen tilanne on, että tutkijat tutkivat, tiedotusvälineet tekevät omaa työtään ja hallinto parantele valmiuksiaan.

Ollaan taas arjessa ja hyvä näin. Mutta tosiasiaksi jää, että prosessin alkuvaiheessa hämminki oli suuri. Viranomaisia syytettiin salailusta ja hyssyttelystä, hurjimat ulkomaiset huhut kertoivat kahdesta tuhannesta kuolleesta suomalaisesta. Säteilyturvakeskuksessa tämä koettiin tuhansina aidosti huolestuneina puhelinsoitoina. Linjat olivat tukossa kaikkina vuorokauden aikoina.

Tuolloin tiedotuskriisi oli selviö. Onkin kysyttävä, miten näin kävi.

Esitän kaksi väitettä:

1. Säteilyvalvontaviranomaisten tiedot ja tilanearviot olivat alusta alkaen oikeita.
2. Säteilyturvakeskus myös tiedotti. Säteilyvalvontatiedot ja tilanearviot annettiin päivittäin kirjallisina tiedotteina ja erityisesti järjestetyissä tiedotustilaisuuksissa.

Nämä väitteet on käsittäkseni vakuuttavasti todennettu 30.1.1987 julkaistussa Helsingin yliopiston tiedotusopin laitoksen tutkimuksessa "Valtion keskushallinnon Tshernobyl-tiedottaminen". Mikä siis meni vikaan? Tietoa oli, sitä annettiin. Mutta sitä ei käytetty ja jos käytettiin, se sotkettiin.

En vielä syytä tiedotusvälineitä. Aluksi on katsottava lähtöasetelmaa, joka ei ol-

lut viranomaisille ainakaan edullinen. Syntyi käsitys laskeuman tulosta ensin Suomeen ja sitten Ruotsiin, joka vasta julkisti asian. Suomalaiset viranomaiset salailivat.

Käsitys on jo kauan sitten osoitettu vääräksi.

Viranomaiset kertoivat, että terveydellistä vaaraa ei ole. Tämä toistettiin tiedotusvälineissä siten höystettynä, että viranomaiset hyssyttelivät: kansalaisille ei kerrota kuinka vakava tilanne on.

Syntynyt lähtöasetelma, salailun varjo, varmasti syvensi tiedotuskriisiä. Toisaalta olen varma, että ainakin jonkinasteinen tiedotusongelma olisi syntynyt ilman varjojakin. Tilanne oli yksinkertaisesti sellainen, että puhtaan faktatiedon läpisaamista vaikeuttivat monetkin syyt:

1. Tilanne oli journalistisesti sähisevä, Vuoden Uutinen, toimittajan toiveuni. Jälkikäteen on hyvinkin ymmärrettävää, että toukokuun ensimmäisellä viikolla joukkotiedotusvälineiden välittämä tieto oli sekavaa faktojen, väitteiden, epäilyjen ja huhujen rapsodiaa.
2. Säteilyvalvonnassa käytettävät käsitteet ja yksiköt ovat vaikeaselkoisia ja vaikeasti havainnollistettavia.
3. Näkökantoja ja lausuntoja tulvi monista lähteistä. Kun ne julkistetaan vastakkain ja keskenään ristiriitaisiksi asetettuina, on kansalainen puulla päähän lyöty. Mitä uskoa, mikä on totuus.

Tiedotusvälineiden työn vaatimuksiin kuuluu ajan hermolla pysyttelevä, salamannopea reagointi. Tshernobyl-tilanteen ominaisuuksiin taas kuului, että sen koko kantavuus yhteiskunnallisena ilmiönä selvisi vasta rajuimman tiedotushuuman jälkeen. Ilman mitään syytöstä väitän, että tästä näkökulmasta katsoen tiedotuskriisi oli eräänlainen itseäänselvyys, joukkoviestinnän lainalaisuuksista johtuva.

Sanoin edellä, että säteilyturvakeskus tiesi ja tiedotti. Tämä ei tarkoita, että keskus olisi kriittisten arvioiden ulottumattomissa.

Ammattiasiansa keskus kyllä osasi. Mutta tämänkaltaiseen tiedotusoperointiin se ei ollut harjaantunut. Oli vähän surkukupaisaa kuulla jälkepäin, että tiedotustilaisuudet olisi pitänyt järjestää klo 14.00

eikä klo 16.00, ja mieluummin keskustassa kuin Konalassa.

Säteilyturvakeskus oivalsi tiedottamisen tarpeen, mutta aseet olivat puutteelliset. Tietoa ei pantattu, mutta sitä ei osattu havainnollistaa eikä visualisoida. Odotus, että tiedotusvälineet olisivat oma-aloitteisia sanoman kansantajuistamisessa, osoitautui lapsenukkoksi.

Kuten todettu, Tshernobyl-tilanteen merkitys yhteiskunnallisena ilmiönä valkeni vasta alkuhuuman jälkeen. Prosessi jatkuu tänäkin päivänä, sen kaikki kerrokset eivät ole ehkä vieläkään auenneet. Joka tapauksessa tilanteen äkillisyys aiheutti sen, että hallitustason tiedottaminen alkoi energiapoliittisissa merkeissä.

Hallitustasolla tiedotusohjat otti kauppa- ja teollisuusministeri, joka piti tiedotustilaisuuden jo tiistaina 29.4.1986. Tilaisuuden pääteema oli Tshernobylin onnettomuuden mahdollinen vaikutus Perusvoima Oy:n ydinvoimalaitoshankkeeseen. Kauppa- ja teollisuusministeriö reagoi muutenkin tehokkaasti, ja toimintaa koordinoivan virkamiestyöryhmän johtoon tuli energia-alan virkamies, KTM:n atomitoimiston päällikkö.

Säteilyvalvonnallisissa merkeissä pidetty hallitustason tiedotustilaisuus oli 8.5.1986. Voidaan spekuloida, olisiko alun tiedotuskriisi ollut lievempi, jos poliittinen tuki säteilyvalvontaviranomaisten työlle olisi annettu nopeammin. Sisäasiainministerin tiedotustilaisuus oli vaiheessa, jossa salamannopeasti reagoiva joukkotiedotus oli jo ehtinyt ottaa tilanteesta kaiken irti. Epäilyt, väitteet ja huhut vyöryivät säteilyvalvontaviranomaisten tiedotusyritysten ylitse.

Olen edellä keskittynyt tiedotusmyrskyn silmään, kahteen ensimmäiseen viikkoon. Näihin viikkoihin sopii varmasti se mitä professori Osma A. Wiio kirjoitti kolumnissaan "Tshernobyl vielä kerran" Uudessa Suomessa 6.2.1987: "Osaamattomuutta oli kaikissa osapuolissa: viranomaisissa, poliitikoissa ja joukkoviestimissä, lehdistössä, radiossa ja televisiossa."

Jos alun ylilyönnit johtivatkin hämminkiin, näin matkan päästä katsoen asian merkitystä ei pidä ylenmäärin paisutella. "Mikään ei ole niin vanha kuin eilispäivän sanomalehti", kuuluu vanha journalistinen iskulause.

Itsekullakin voi olla tapahtuneesta kuitenkin jotain oppimista. Journalistinen totuus on näet sekin että kerran syntynyt mielikuva ei helpolla muuksi muutu. Ja jos mielikuva on se, että maamme säteilyvalvontajärjestelmä ontuu, on asiaan suhtauduttava vakavasti. Ja jos mielikuva on vielä todenperäinen, on jotain tehtävä: resurssissa olevat puutteet on korjattava.

Se ei kuitenkaan ole tiedotusvälineiden, vaan maan hallituksen asia.

Tiedotusvälineiden kannalta oppi lienee se, että säteilytilanteesta tosiasiat puhuvat puolestaan. Mitä vakavampi tilanne, sitä vahvempi oppi.

Lopuksi: Oikeastaan on niin, että säteilytilanteesta sekä viranomaisten että tiedotusvälineiden rooli kansan palvelijana on aivan erityisen korostunut. Viranomaisten tulee tuottaa ja antaa tieto, tiedotusvälineiden tulee se objektiivisesti välittää. Kansalaisilla on oikeus odottaa, että kumpikin lenkki tässä ketjussa pitää. □

Jukka Knuuti, Uusi Suomi

Kuukausikokousesitelmä 16.2.1987

Tshernobyl ja lehdistö

Yksi Sinulta puuttuu ja sen mukana kaikki.

Tuo seppä Höglundin toteamus sielulle rauhaa etsineelle Paavo Ruotsalaiselle tulle mieleen tammikuussa, kun STUK:n johtaja Antti Vuorinen kommentoi Tshernobylin onnettomuuden raportointia koskevia tutkimuksia televisiossa. Vuorinen sanoi muistinvärisesti jotenkin niin, että Tshernobylin yhteydessä onnistuttiin kaikessa muussa mutta ei tiedottamisessa.

Ja kun kävi onneksi niin, ettei laskeumalla ollut todellisia haittavaikutuksia Suomessa, tapaus realisoitui lopuksikin vain kansalaisten huolena ja osin pelkoinakin. Ja niitä vastaan ainoa keino on oikea-aikainen ja uskottava tiedottaminen. Ja ihmiset eivät saaneet mielestään riittävän nopeasti tietoja Tshernobyliin liittyvistä asioista. US teetti mielipidemittauksen (Taloustutkimuksen Omnibus, toukokuu II 1986), jossa 15.—28. toukokuuta haastateltiin 988 suomalaista. Heistä 71 prosenttia antoi nimenomaan tiedottamisen alkamisnopeudesta huonoimman mahdollisen arvosanan (4—6).

Mutta missä tilanteessa tiedotusvälineet joutuivat työskentelemään tuona maanantaina 28. toukokuuta 1986. Ensimmäinen tieto jostain poikkeuksellisesta saatiin kello 14.44, kun STT välitti Ruotsin TT:lta saamansa tiedon, jonka mukaan säteilyarvot ovat nousseet Ruotsissa. Tällöin hälytyskellot luonnollisesti soivat toimituksissa. Ryhdytään kiireesti selvittämään asiaa tarkemmin. Radioaktiivisuus on aina utuinen, sillä siitä ei välttämättä ymmärretä paljon muuta kuin että se on vaarallista.

Epäilyjen kohdistuminen Forsmarkin voimalaan näkyi lehdistä korostetusti seuraavana päivänä. Väärästä hälytyksestä raportoituihin laajasti. Kaikki käytettävissä olevat toimittajavoimat irroitettiin vähänkin toisarvoisista tehtävistä, kun STT kertoi edelleen kello 16.00, että säteilytason nousu oli havaittu jo edellisenä päivänä kello 20.40 Kajaanissa. Asia julkistettiin vasta, kun STUK sai tietoa Ruotsin säteilystä. Tällaisessa tilanteessa, kun ei tiedetä, mistä on kysymys, uutistyo etenee siten, että otetaan yhteyttä mahdollisimman moniin ehkä asiasta tietäviin lähteisiin. Vaikka kaikkien lausuntoja ei julkisuudessa koskaan näykään, saadaan niistä hyviä jatkovihjeitä asian tutkimiseksi. Näin pääsi tässä vaiheessa lehtiin mm. EVYn Olli Tammilehto.

Uutistapahtuma eteni monien lehtien kannalta kuin Murphyn lain mukaan. Jos jokin saattaa mennä pieleen niin se menee. Esimerkiksi US:n koko sisäsvun uutisointi oli väärän jäljen seuraamista. Pääjutussa kerroimme, että Suomen yläpuolella leijaileva ydinsaastepilvi on todennäköisesti peräisin Kuolan niemimaalta. Tämäkin juttu oli tehty niin myöhään, ettei Antti Vuorisen nimeä oltu ehditty oikolukea, vaan teksti kertoi STUK:n johtaja Antti Vyrubebista.

Viimeiset uutiset saadaan etusivulle, joka on viimeksi "auki". Sinne saatiin kesken tv-uutisten tulleesta STT:n sähköisestä tärkeä tieto: TASS oli ilmoittanut Tshernobylin ydinvoimalassa Kiovan lähellä tapahtuneesta onnettomuudesta. NL oli vielä iltapäivällä ilmoittanut, ettei heillä ole mitään tekemistä radioaktiivisuuden kanssa.

Mutta miksi lehdet julkaisivat puutteellisia ja virheellisiä tietoja. Siitä yksinkertaisesta syystä, että sanomalehdistö on enemmän kuin mikään tuotanto sidottu tiukasti kellonaikoihin. Lehden sisäsvun sisältöä ei voida enää lähteä muuttamaan, kun se on kerran mennyt kiinni.

Näin etusivun ja sisäsvujen uutiset olivat ristiriidassa. Tarvittaessa tiedot ajanmukaistetaan seuraavaan painokseen. Nyt sitä ei tehty, sillä illan kuluessa ei ollut mahdollisuutta saada parempaa aineistoa, jolla epäilyt Kuolasta säteilyn alkuperänä ja puheet Forsmarkista olisi voitu korvata.

Tammikuussa tehdyt kolme tutkimusta Tshernobyl-tiedottamisesta osoittavat, että tulos tiedottamisessa kuitenkin oli vähintäänkin tyydyttävä. Tähän viittaa myös US:n teettämä edellämäinittu tutkimus. Se osoitti suomalaisilla olleen varsin realistinen käsitys tilanteesta. 59 % uskoi säteilymäärän palanneen normaaliksi. 33 % uskoi säteilyä olevan yhä edelleen normaalia enemmän, mutta ei terveydelle haitallista määrää. Vain neljä prosenttia uskoi säteilyä yhä olevan terveydelle haitallisessa määrin. Ja vain 4 prosenttia ei osannut sanoa asiaan mitään.

Kuitenkin ajatellen lähtökohtia olisi tiedotus saattanut todella mennä pieleen. Ensiksikin tiedot tulivat erityisesti sanomalehdille hankalassa tahdissa ja aikataulussa. Toisekseen heti alusta lähtien syntyi epäilyjä salailusta. Kävihan ilmi, että säteilystä oli tiedetty edellisenä päivänä, mutta tieto julkistettiin vasta kun vastaava säteilynnousutieto saatiin myös Ruotsista. Tuttu suomettumisepäily oli valmis viimeistään siinä vaiheessa, kun Neuvostoliitto ensin kielsi osuutensa säteilyyn ja myönsi muutamaa tuntia myöhemmin Tshernobylin tapahtumat. Niin suomalaiset kuin erityisesti keski-eurooppalaiset toimittajat laskivat $1 + 1 =$. Molempien maiden "salailulla" oli sisäinen looginen yhteys.

Seuraava ongelmavaihe tuli, kun piti ryhtyä selvittämään uutisissa säteily-yms. yksiköitä. Runsaan yrittämisen jälkeen toimittajat oppivat tuntemaan nimeltä joitain bequereleja ja mikrosieverteja, mutta ei juuri niiden keskinäisiä suhteita. Ja yleisö ei luonnollisesti senkään vertaa.



Onnettomuus ydinvoimalassa vaatinut uhreja Kiovassa

Radioaktiivinen pilvi Pohjolan ylle

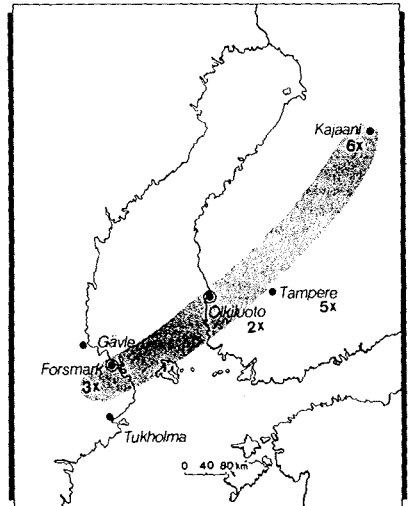
Pohjolan yllä leijuu radioaktiivinen pilvi. Ydinsaaste on levinnyt Neuvostoliitosta Kiovan pohjoispuolelta Tshernobylskin ydinvoimalasta, jossa on tapahtunut onnettomuus. Voimalan yhden reaktorin vaurioituminen on aiheuttanut kuolonuhreja, joiden määrästä ei vielä illalla ollut tietoja. Onnettomuuden ajankohdasta ei ole kerrottu.

Neuvostohallituksen asettama tutkijaryhmä on ryhtynyt tutkimaan onnettomuuden syitä ja lähettänyt onnettomuuden uhrien omaisille valitelunsa. Korkeita säteilypitoisuuksia on havaittu Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa jo sunnuntailta lähtien. Korkeimmat arvot mitattiin Kajaanissa, jossa arvot kipsivat kuusinkertaisiksi normaaliin verrattuna.

Ruotsalaistutkijat uskoivat säteilyn olevan peräisin ydinvoimalapaistöstä, joka olisi tapahtunut Neuvostoliitossa. Neuvostoviranomaiset torjuivat ensin ruotsalaisten epäilyt. Radioaktiivisuutta on esiintynyt kapealla vyöhykkeellä Kajaanista Tampereen kautta Oikiluotoon. Säteily-

määrät pysyivät maanantaipäivän koko ajan samalla tasolla. Lakon vuoksi ei iematieteenlaitokselta kuitenkaan ole saatu riittävästi tietoja säteilystä, sanoo erikoistutkija Leif Blomqvist säteilyturvalaitokselta. Ydinvoima-asiantuntija, professori Jorma K. Miettinen pitää säteilypaistosta terveydelle täysin vaarattomana.

Vasta 1000 kertainen säteily normaaliin verrattuna olisi terveydellisesti vaarallinen ja 10 000 kertainen mahdollisesti tappava. Ruotsissa suljettiin maanantaina Forsmarkin ydinvoimala, koska oletettiin säteilyn olleen voimalasta lähtöisin. Myöhemmin voimalan havaittiin kuitenkin olevan kunnossa.



Korkeimmat säteilyarvot mitattiin vyöhykkeellä, joka ulottui Tukholman pohjoispuolelta aina Kajaanin asti.
Kotimaa, sivut 10-11

I uhoa epäillään jo toisessa reaktorissa

Kansanedustajat: Asenne pysyy ydinvoimaan

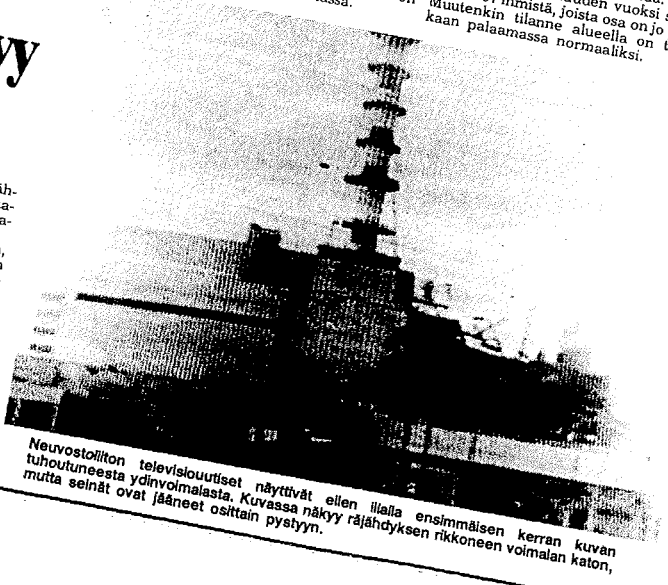
Länsi vaati keskiviikkona Neuvostoliittoa avaamaan onnettomuusvoimalan kansainvälille tarkastuksella ja sulkemaan muut vastaaventyypiset voimalat.

Neuvostoliiton televisio näytti keskiviikkoillan lähetyksessä kuvan, jonka se sanoi esittävän tuhoutuneen reaktorin yläosaa. Neuvostoliiton joutui 197 ihmistä, joista osa on jo sairaalahoitoon. Muutenkin tilanne alueella on television mukaan palaamassa normaalkiksi.



Sähköntuonti tyrehtyy Nksta

Tshernobylin onnettomuus vaikuttaa myös Suomen sähkön saantiin. Teollisuus pelkää, että Neuvostoliitto joutuu sulkeamaan ainakin tilapäisesti grafiittihidasteisia laitojaan, jolloin Suomelle ei enää riittäisi sähköä. Lisäsähköä ei perusvoimailmoitusten suunnitelmien tahtiin. Perusvoimailmoitus ei enää hidastavansa viiden kuukauden valmisteluun. Teollisuuden edustajat puolestaan varoittivat energiapolitiikassa. Teollisuuden kannanotoissa muistutetaan onnettomuusvoimalan eroista Suomessa jo toimiviin ja tänne kaavailtuihin vaihtoehtoihin verrattuna.



Neuvostoliiton televisioluotukset näyttivät eilen illalla ensimmäisen kerran kuvan tuhoutuneesta ydinvoimalasta. Kuvassa näkyy räjähdysten rikkoneen voimalan katon, mutta seinät ovat jääneet osittain pystyyn.

Kotimaa, sivut 9-12

Keskiviikon gallup aiheesta voisi tuoda itkun valistusta jakaneiden asiantuntijoiden silmiin. Niin huono tulos olisi. Toimittajaa se ei hätkähdytä. Olemme tottuneet siihen, ettei koskaan pysty aliarvioimaan lukijan tiedontasoa, kuten kyyninen slogan kuuluu. Erityisesti se pätee informaatioon, joka liittyy johonkin kielteiseen seikkaan, kuten juuri radioaktiivisuuteen. Se unohdetaan aktiivisesti.

Kun jälkikäteen lukee Tshernobyln uutisista tehtyjä raportteja, voi vain antaa tunnustuksen STUK:n asiantuntijoille. Saattaa vain ihmetellä, miten he ovat voineet antaa sellaisen määrän lausuntoja ja haastatteluja toukokuun alun hektisinä päivinä, kun heidän päätehtävänsä oli itse asian selvittämisessä.

Mutta yksi hullu ehtii aina kysyä enemmän kuin kymmenen viisasta vastata. Toimittaja on siitä merkillinen eläin, että hän jatkaa kyselyä vaikkei saisi vastausta. Hänen on pakko, sillä esimies ei usko hevin vastausta, etteivät ”ne suostuneet sanomaan mitään”. Utispäällikölle on parempi tarjota vaikka ukko mustalaisen lausuntoa kuin ei oota, jälleen karrikoitusti. Ja tässä on sitten erilaisten pekkanuortevien ja vaasan kaupungin eläinlääkärien sauma. Niin pääsivät iltalehtiin edellisen lausunnot syöpätilastoihin tulevasta piikeistä 15–20 vuoden kuluttua tai jälkimmäisen kehoitukset vaihtaa hiekka lasten hiekkalaatikoihin.

Mielipidetutkimuksen mukaan nimenomaan varokeinoista tiedottamisesta kansalaiset antoivat toiseksi huonoimman arvosanan ja 56 % antoi kehoituksen mahdollisen. Merkittävää on, että kaikilla oli hyvin varma käsitys asiasta. Vain yksi prosentti ei osannut vastata mitään.

Toisaalta kun sitten asiantuntijaohjeita alettiin saada julkisuuteen, nekin herättivät ristiriitaisia tunteita. Miksi pitää välttää sadeveden juomista (kuka sitä normaalistikaan juo), sienien poimimista tai varhaisvihannesten kylvämistä, jos kerran ei mitään vaaraa ole. Näin siis yleisö palautti asiantuntijoiden ponnistukset, eli kuten Nyströmin saksankielen alkeiskirjassa sanottiin Undank ist der Lohn der Welt.

Tammikuussa julkistetut tutkimukset osoittivat, että huolimatta eräiden vaiheiden salailevuuksista ei asiantuntijoiden ja toimittajien välille jäänyt epäluuloja. Jos jotain hampaankoloon jäi, niin se oli pysyvä epäluottamus poliitikkoja kohtaan. On jokseenkin uskomatonta, että kun ministerit yleensä ovat valmiit antamaan lausuntonsa asiasta kuin asiasta, ei säteilystä olisi tarvinnut sisäministerin mukaan tiedottaa lainkaan, koska säteilyarvot eivät olleet vaarallisia.

Talvisodan aikaiset valtioneuvoston jäsenetkin ymmärsivät nykyisiä tietoyhteiskunnan ministereitä paremmin, että huolestuneita kansalaisia rauhoittaa hyvin sopivasti pidetty radiopuhe. Jos Tshernobylin kohdalta halutaan etsiä suomettumiseen liittyviä yhtymäkohtia, niin valtio-

neuvoston jäsenten tuppisuus oli sitä mitä suurimmassa määrin.

Säteilyturvakeskuksen Vuorinen oli tyytymätön siitä, ettei heidän tiedotteitaan julkaistu sellaisenaan. En tiedä perusteluja, miksi niitä ei Ylessä luettu alkuperäis muodossa. Enkä myöskään muista millaisessa muodossa niiden sisällöstä tiedotettiin. Joka tapauksessa journalistit vierastavat aina viranomaisten tiedotteiden julkaisemista sellaisenaan. Sellaiseen menään kriisitilanteessa ja silloinkin muistakseni valtioneuvoston eri määräyksin.

Minulla oli viime toukokuussa runsaat kolme viikkoa Tshernobylin jälkeen harvinaislaatuinen tilaisuus keskustella sellaisten toimittajien kanssa, jotka julkaisivat kaikki viranomaisten tiedot onnettomuudesta sellaisenaan lisäämättä niihin mitään toimituksen omatekoisia juttuja ja vääriä henkilöiltä pyydettyjä kommentteja. Kiovassa pidettiin nimittäin suomalais-neuvostoliittolainen tiedotusalan seminaari. Suomalaiset toimittajat erityisesti seminaarin työryhmissä moittivat neuvostokollegoitaan jyrkemmin kuin koskaan vastaavissa tilaisuuksissa. Sanoimme, että meidän käsityksemme mukaan heidän tehtävänänsä olisi puristaa virkamiehistä ulos selitykset, miksi niin kävi ja mikä meni pieleen. He eivät ymmärtäneet meidän kritiikkiämme ja vanhemmat heistä jopa loukkaantuivat. Eräskin Minskistä kotoisin ollut toimittaja sanoi, että miksi turhaan riidellä, vahinko voi sattua kenelle tahansa. Nytkin olisi parempi keskittyä etsimään uusia suomalais-neuvostoliittolaisia lehtimiesten yhteistyösuhteita.

Gorbatšovilainen tiedotuspolitiikka oli vielä silloin syntymässä. Mutta kuten muistamme, naapurissa käsitykset tiedottamisesta niin Tshernobylin tapauksesta kuin muutoinkin ovat sittemmin muuttaneet juuri siihen suuntaan, mitä me puheenvuoroissamme Kiovassa esitimme.

Olemme varmasti kaikki samaa mieltä, että tällaisia toimittajia ja lehdistöjärjestelmää eivät halua edes asiantuntijat, joiden mielestä olisi hyvä, jos heidän tekstinsä julkaistaisiin sellaisinaan. Mutta vaikka kiovalaiset toimittajat noudattivat viranomaisten määräyksiä eivätkä kirjoittaneet onnettomuudesta juuri mitään, ei se estänyt paniikin syntymistä kaupungin rautatieasemalla, missä kaupungista pois pyrkivät ihmiset tappelivat lippukassoilla. Puskaradio on äärettömän tehokas. Ja kovin usein sen uutisten rinnalla iltapäivälehdetkin ovat viileän objektiivisia.

Eräänä Tshernobylin jälkisoittona oli toukokuussa Kotkassa mitattu, mittarivirheeseen perustunut noussut säteilyluku. Oli aivan oikein, että se julkistettiin heti. Jos silloisessa tiedotusilmastossa olisi levinnyt tieto, että nousseet säteilyarvot on yritetty salata, olisi juttu ollut huomattavasti sensaatiomaisempi kaikissa tiedotusvälineissä.

Entä mitä pitäisi tehdä. Tämänkin puheenvuoron tarkoitus on edesauttaa val-

miutta mahdollisia vastaavia tilanteita varten. Ensiksikin on hyvä lähteä siitä, että vastaisuudessa toimitusten valmiudet tämän tapaisen asian käsittelyyn ovat tämmälleen yhtä heikot kuin vajaa vuosi sitten. Toimitukset käsittelevät päivittäin kaikkea inhimilliseen elämään juuri sillä hetkellä kuuluvaa. Hyvä toimittaja on henkilö, joka tietää hieman kaikista asioista mutta ei silti oikein tunne mitään kunnolla. Eri asia ovat esimerkiksi tiedetoimittajat, mutta heitä on vain suurimmassa lehdissä, US:ssa esimerkiksi ei. Toisekseen on syytä valmistella erilaista tiedotusaineistoa varastoon. Tällaisia ovat asiaan liittyvät faktatiedot, joiden saamisessa ja julkaisemisessa oli ongelmia. Sama kai koskee väestölle annettavia toimintaohjeita. Kyllä kai asioista rakennellaan erilaisia skenarioita muutokiin. Faktatietojen kohdalla on syytä muistaa, että ne on suunnattu yleisölle, jonka yleistiedot fysiikasta ovat äärimmäisen vähäiset. Erityisen tärkeää on muistaa, ettei jokin numeroarvo sinänsä ole useimmille ihmisille informaatiota, ennenkuin se on suhteutettu heille ymmärrettäviin asioihin.

Tiedotusvälineet antavat kaiken tukensa sille, että STUK saisi oman tiedottajansa. Tosin yhdellä tiedottajalla ei asioita kriisin sattuessa hoideta, mutta hän olisi sopiva henkilö valmistamaan kassakaappiin tiedotusmateriaalia erilaisten tilanteiden varalle. Onhan meillä kassaholveissa valmiiksi painetut leipäkortitkin, niin miksei kaappeihin voitaisi kirjoittaa valmiiksi myös tiedotusmateriaalia.

Ja sitten ”at last but not at least.” Tiedottamisen täytyy olla nopeaa ja avointa. STUKia kohtaan olisi tunnettu vähemmän sinänsä täysin epäoikeutettua epäluuloa, jos tieto nousseista säteilyarvoista 28. toukokuuta (27. päivä olisi sentään ollut liikaa vaadittu) olisi kerrottu odottamatta tietoja Ruotsista. Jos syyksi epäiltiin mittarivirhettä, olisi se pitänyt kertoa samalla.

Tämä viesti ei vain valitettavasti näytä menneen perille. Nyt en puhu ydinvoima-asiantuntijoista. Tammikuussa Kotkassa Mercantilen säiliöstä lorahti maahan aimo annos myrkyä. Palokunta sai tiedon tapahtuneesta perjantaina. Lehdille siitä kerrottiin maanantaina. Kovan onnen säiliöläiva Antonio Gramsci ajoi karille. Merenkulkuhallituksen pääjohtaja kertoi asiasta niille tiedotusvälineille, jotka sautuivat kääntymään heidän puoleensa. Muut virkamiehet eivät vastanneet kysymyksiin. Merenkulkuhallituksen pääjohtaja perusteli menettelyä sillä, ettei keskusvirastolla ole mitään tiedotusvelvollisuutta.

Kotkan myrkyvuodon ja Antonio Gramscin tapaukset ovat uskomattomia. Tuntuu siltä, että Tshernobylistä ei ole opittu yhtään mitään. Tämän tapaiset satumukset lisäävät journalistien epäluuloja virkamiehiä kohtaan ja synnyttävät epäilyjä salailusta. Samoin ne tekevät toimittajille todella vieraaksi ajatuksen, että viranomaisten papereita tulisi julkistaa sellaisinaan ja vain viranomaisten ehdoin. □

RELVEC. Yksi maailman tehokkaimmista luotettavuustyökaluista.



Mitä enemmän prosessiteollisuus automatisoituu, sitä suurempia vaatimuksia asetetaan sen käyttövarmuudelle. Keskeytykset ovat aina kalliita, ja kehittyneikään prosessinohjausjärjestelmä ei estä esimerkiksi koneen tai sen osan kulumista. Siksi myös luotettavuutta ja turvallisuutta on valvottava, ja menetelmän on sovelluttava saumattomasti tuotantotekniikkaan.

RELVEC. UUSI MENETELMÄ PROSESSIIEN JA AUTOMAATION LUOTETTAVUUTEEN JA SEN TESTAAMISEEN.

RELVEC-luotettavuusmallin peruskäsite on tehtävä: esimerkiksi joku prosessin toiminto. Tehtävien avulla määritellään, mitä vaatimuksia fyysiselle laitteistolle asetetaan. Uudet tehtävät voivat koostua laitteiston komponenteista tai jo aikaisemmin määritellyistä tehtävistä. Prosessi kuvataan toimintoina ja komponentteina. Luotettavuuden riippuvuutta näistä voidaan tutkia ohjelmalla eri tavoin.

Menetelmällä luotettavuus ja korjaustarve voidaan määritellä ennakoita suunnit-

teluvaiheessa. Prosessin luotettavuutta voidaan tutkia kokonaisuutena tai pieninä osina, tarpeen mukaan.

Uutta menetelmää ovat käyttäneet menestyksellisesti useat teollisuusyritykset kuten Neste, IVO, TVO, Valmet ja Kemira. Menetelmä on parantanut tehokkaasti tuotannon varmuutta ja häiriöttömyyttä.

NÄIN RELVEC TOIMII KÄYTÄNNÖSSÄ

RELVEC on joustavuutensa vuoksi erittäin käyttäjäystävällinen, ja se on asennettavissa useisiin yleisimmin käytettyihin tietokoneisiin, myös IBM mikrotietokoneeseen.

RELVECin antamia tietoja ovat esim. vikaväli, korjausaika, käytettävyyden ja toimintatodennäköisyys. Vikojen yleisyyttä voidaan verrata eri komponenttien, valmistajien, komponenttityyppien, huonetoiljojen ja kunnossapitoyhmien kesken. Tuloksia voidaan käyttää mm. varaosatarpeen ennustamiseen ja huoltotoimenpiteiden oikeaan kohdistamiseen sekä järjestelmän parantamiseen.

RELVECin avulla suunnittelija voi kehittää prosessitekniikkaa yhä tehokkaammaksi ja luotettavammaksi. Näin siksi, että RELVEC auttaa suunnittelijaa ymmärtämään paremmin järjestelmän luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä.

ELCOM. UUSI RELVEC-PERHEEN TUOTE

ELCOM-ohjelma on tarkoitettu automaation sisäiseen luotettavuussuunnitteluun ja -analyysiin, kun taas RELVEC on järjestelmätason työkalu. ELCOMin avulla voidaan tutkia mm. piirikorttien luotettavuutta ja löytää ne komponentit, joihin on kertynyt suurin osa epäluotettavuudesta. ELCOM-ohjelmisto tulee markkinoille syksyllä 1987.

MISTÄ LISÄTIETOJA?

RELVECistä on saatavana IBM mikrotietokoneelle soveltuva ilmainen esittelylevyke, joka esittelee sen tärkeimmät ominaisuudet. Ohjelmaan liittyvät myös selkeät käyttöoppaat. Lisätietoja varten pyydämme ottamaan yhteyttä:

VTT Technology Oy/Inc.

Itätuulentie 2, 02100 ESPOO
P. 4561, telex 123128 vttte sf

Ohjelmiston turvallisuus ja sen todentaminen

Ydinvoimaloita ei toistaiseksi ole ohjattu tietokoneella vaan viime kädessä manuaalisesti, moninkertaisesti varmennettujen instrumentointijärjestelmien avulla. Instrumentointijärjestelmiä voidaan rakentaa hyvin luotettaviksi ja niiden luotettavuus voidaan näyttää toteen, todentaa. Tietokoneita on käytetty valvontajärjestelmissä mutta ei itsenäisesti ohjaamassa reaktoria.

Järjestelmä on turvallisuuskriittinen kun sitä käytetään oloissa joissa virhetoiminta saattaa vaarantaa henkeä, terveyttä tai omaisuutta. Tietokoneohjaus voi kilpailla perinteisten instrumentointijärjestelmien kanssa turvallisuuskriittisissä sovellutuksissa vasta kun pystytään sekä rakentamaan turvallisia ja luotettavia ohjelmistoja että osoittamaan ne turvallisiksi ja luotettaviksi.

Tietokoneohjelmien turvallisuutta ja sen todentamista koskevia selvityksiä, suosituksia, ohjeita ja standardeja on tällä hetkellä olemassa lähinnä seuraavilta aloilta:

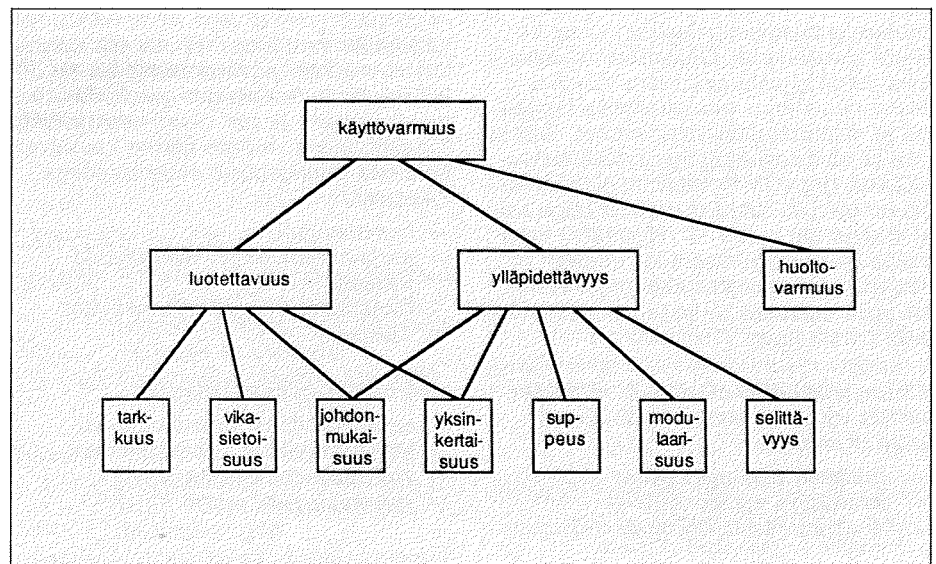
- aseteknologian turvallisuuteen liittyviä
- avaruusteknologian turvallisuuteen liittyviä
- henkilökuljetuksen (lento-, raide-, meri-) turvallisuuteen liittyviä
- työturvallisuuteen liittyviä
- lääketieteellisen laitteiston turvallisuuteen liittyviä

Turvallisuus ja käyttövarmuus

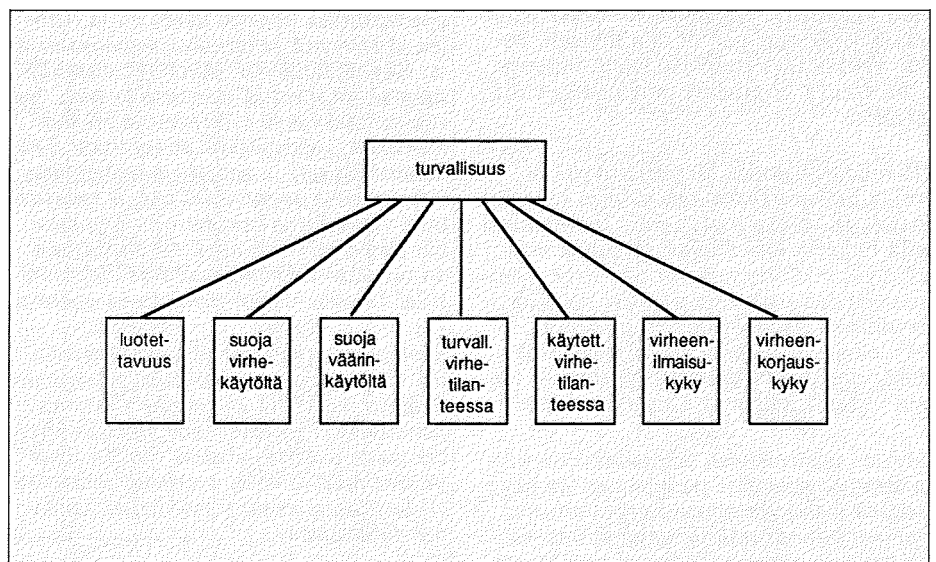
Ohjelmiston turvallisuudesta on viime aikoina tullut luotettavuutta täydentävä ja turvallisuuskriittisissä sovellutuksissa jopa sitä tärkeämpi ominaisuus. Turvallisuuden ja luotettavuuden eroa selventää seuraava esimerkki. Jos ohjelma toimiessaan määrittelyn mukaisesti aiheuttaa vahingon niin se on luotettava mutta ei turvallinen. Jos se taas ei tee yhtään mitään niin se on turvallinen mutta ei luotettava. Kuvassa 1 on käyttövarmuuteen vaikuttavien ominaisuuksien hierarkia, kuvassa 2 turvallisuuteen liittyvien. Käyttövarmuus on teknisempi, enemmän ohjelmistoon (ja sen virheisiin) liittyvä ominaisuus, turvallisuus taas on enemmän sovellusriippuvainen (virheiden seurauksiin liittyvä). Kuvia ei siten voi suoraan rinnastaa tai yhdistää.

Käyttövarmuus määritellään ohjelman kykyä suorittaa vaadittu toiminta vaaditulla ajanhetkellä tai aikavälillä määritellyn mukaisesti. Turvallisuus määritellään ohjelman kykyä välttää tilanteita jotka saattavat johtaa onnettomuuteen, vahinkoon tai vaaraan, riippumatta siitä suoritetaanko vaadittu toiminta vai ei.

Ohjelmiston käyttövarmuuden jonkin laatutekijän, esim. luotettavuuden, arviointi voidaan suorittaa arvioimalla ohjelmistosta vastaavia alkutekijöitä tarkistuslistojen avulla /McCa177, McCa180/. Ohjelmiston turvallisuuden arviointi on aina suoritettava sovelluksesta lähtemällä. On arvioitava ohjelmiston käytön turval-



Kuva 1. Ohjelmiston käyttövarmuuden arvioinnissa tarkastettavat laadun alkutekijät.



Kuva 2. Ohjelmiston turvallisuuden todentamisessa tarkastettavat ominaisuudet.

lisuutta, sen virhetoiminnan seurausten turvallisuutta ja virheen käsittelykykyä /Ander86/.

Luotettavuudesta

Tietokoneohjelman luotettavuus (toimintavarmuus) koostuu McCallin mukaan alkutekijöistä tarkkuus, johdonmukaisuus, yksinkertaisuus ja vikasietoisuus /McCa177/. Näistä tarkkuus on lähinnä numeerinen, algoritmitekkinen ominaisuus ja johdonmukaisuus ja yksinkertaisuus ohjelmointitekniisiä. Luotettavuuden parantaminen näiden ominaisuuksien avulla on suhteellisen hyvin hallittavissa soveltamalla ohjelmistokehitysprojektissa ohjelmistotuotteen hallinnan ja laadunvarmennuksen tekniikoita ja menetelmiä. Tehokkaimpia lienee kehityksenaikaiset tarkastukset esim. läpikäyntien muodossa.

Ohjelmistovirheiden vaikutuksia luotettavuuteen ei sen sijaan voida niin yksinkertaisesti eliminoida. Ohjelmistovirhe on luonteeltaan suunnitteluvirhe, viime kädessä ajatteluvirhe. Ohjelmistovirheiden syntymistä ei näin pystyttäne eliminoidaan niin kauan kuin ohjelmien tekijöinä ja määrittelijöinä ovat ihmiset. Suurin osa ohjelmistovirheistä pystytään tarkastuksissa (jopa 74 % etenemisvauhdin ollessa 100 riviä tunnissa /Glass82/) ja testauksessa (80...90 % /Hecht86/) löytämään mutta nyrkkisääntönä voidaan pitää että hyvin testatussakin ohjelmassa on vielä muutama virhe tuhatta lähdekodista riviä kohden /Hecht86/.

Ohjelmistovirheiden syntymiseen vaikuttavista tekijöistä merkityksellisimmät ovat /Rzevs82/:

- ohjelman monimutkaisuus
- määrittelyn epätasällisuus
- ohjelmointitehtävän monimutkaisuus

Luonteeltaan ohjelmistovirhe on tyypillisesti lipsahdus, huolimattomuusvirhe; yleisimpiä ovat virheet ohjelman loogisessa rakenteessa ja huolimattomuusvirheet datan käsittelyssä ja laskennassa. Merkitävän ryhmän muodostaa myös virheiden korjauksen yhteydessä tehdyt uudet virheet /Glass81/. Ohjelmistovirheistä seuraava virhetoiminta voi olla triviaali, lievä, vakava tai katastrofaalinen, riippuen siitä kuinka kriittisessä toiminnassa virhe sijaitsee.

Tietokoneohjelman virheetömyyttä ei voida todistaa (paitsi alkeellisissa tapauksissa). Ja vaikka pystyttäisiin todistamaan että ohjelma täsmällisesti toteuttaa määrittelyn, määrittelyssä voi olla virhe. Luotettavuuden parantamiseksi on siis sekä laadittava mahdollisimman oikeellisia, täydellisiä, yksikäsitteisiä ja täsmällisiä määrittelyjä että estettävä ohjelmassa olevia virheitä johtamasta virhetoimintaan.

Hyvien määrittelyjen laatimiseksi on tunnettava sovellusalue perinjuurin, on käytettävä mahdollisimman korkeatasoisista, tarkistuksia tekevää ja mahdollisesti suoritettavissa olevaa määrittelykieltä ja on määriteltävä toimittoja defensiivisesti, moninkertaisia tarkistuksia tekeviksi.

Ohjelmassa olevien virheiden aiheuttamien virhetoimintojen estämiseksi ohjelmaa voidaan rakentaa vikasietoiseksi. Lupaavimmalta strategialta näyttää tällä hetkellä moniversio-ohjelmointi, usean eri ohjelmoijaryhmän samasta määrittelystä laatiman ohjelman ajaminen rinnan siten että tuloksista äänestetään ja vähemmistöön jäävä tulos jätetään huomiotta. Moniversio-ohjelmointia tutkitaan myös ydinvoimala-automaatiopiireissä /esim. Bisho86/.

Turvallisuus

Seuraavat autenttiset esimerkit kuvaavat ei-turvallisen ohjelman virheestä aiheutuneita virhetoimintoja:

- työstökone ajaa työkalun pyörivään istukkaan
- robotti kaataa astiasta päälleen sulaa alumiinia
- padon portit avataan vedenpinnan ollessa korkealla

Ohjelman turvallisuus riippuu sen rakenteesta, sen kehitysprosessin aikana sovelletuista laadunvarmennus- ja ohjelmistotyötekniikoista ja sen käyttöympäristöstä. Turvallisuuden voidaan katsoa koostuvan kolmesta primäärisestä ominaisuudesta /Ander86/;

- luotettavuudesta,
- suojautumiskyvystä virheikäyttöä vastaan,
- suojautumiskyvystä väärinkäyttöä vastaan

sekä neljästä sekundaarisesta;

- turvallisuudesta virhetilanteessa,
- käytettävyydestä virhetilanteessa,
- virheenilmaisukykyä ja
- virhekorjauksikykyä.

Luotettavuudella tarkoitetaan ohjelman kykyä suorittaa vaadittu (= määritelty) toiminta vaaditussa ajassa ja vaaditulla tarkkuudella. Luotettavuuden komponentit ilmenevät kuvasta 1.

Suojautumiskyky virheikäyttöä vastaan edellyttää ohjelmalta että se tarkistaa operaattorilta tulevien käskyjen ja tietojen järjestyttä ja tarkoituksenmukaisuutta. Käyttäjälitännän on oltava mahdollisimman joustava ja opastava ja esim. hyväksyä käskyjä ja syöttötietoja eri formaateissa, tarkistettava ne (syntaksi, johdonmukaisuus) ja annettava mahdollisia virheilmoituksia selväkielisinä ja varustetuna viittauksilla operaattorin toimintoihin eikä omaan tilaansa. Informaatiota on tarjottava mahdollisimman 'luonnollisella' tavalla. 'Help'-toiminta on suotava.

Suojautumiskyky (tahallista) väärinkäyttöä vastaan estää muita kuin järjestelmän 'laillisia' käyttäjiä käyttämästä ja muuttamasta sitä. Menetelmänä voidaan käyttää paitsi pääsyräjoituksia tiloihin josta järjestelmää voidaan operoida, salasanaa, ID-korttia tai esim. sormenjäljen tai äänen tunnistusta.

Turvallisuus virhetilanteessa (fail-safe) edellyttää että ohjelmisto virhetilanteessa

pystyy siirtymään turvalliseen tilaan. Turvallinen tila on tila, jolla estetään katastrofaalisen tilan syntymistä, ja se on sovellusriippuvainen; siihen saattaa päästä vaikkapa sulkemalla venttiilin tai katkaisemalla sähköt. On kuitenkin varmistuttava siitä että kaikissa tilanteissa todella siirrytään turvalliseen tilaan, myös vaikka usea virhe olisi aktivoitunut samanaikaisesti. Eräs menetelmä on kerätä kaikki kriittinen tieto yhteen taulukkoon, joka virhetilanteessa kirjoitetaan täyteen nollia. Järjestelmä ei saa virhetilanteen jälkeen käynnistyä ilman operaattoria.

Käytettävyyden virhetilanteessa (fail-operational) on kyky virhetilanteessa säilyttää jonkinasteista toimintakykyä. Varsinkin hajautetuissa järjestelmissä tämä saattaa olla elintärkeä ominaisuus. Menetelmänä käytetään samoja tekniikoita kuin vikasietoisuuden toteuttamiseksi, esim. moniversio-ohjelmointia.

Virheenilmaisukyvyllä varustettu ohjelma pystyy tunnistamaan poikkeavuuksia normaalitilanteesta ja ilmoittamaan niistä. Virheenilmaisukykyyn toteuttamiseksi voidaan käyttää esim. moniversio-ohjelmien tulosten välistä äänestystä, tarkistuspiettejä, joissa tarkistetaan tiettyjä arvoja tai tiloja, viestikapuloita jotka aliohjelmat antavat toisilleen ja tarkistavat, vahtikoiria jotka hälyttävät ellei niitä määrävällein nollata, ym.

Virhekorjauksikyvyllä varustettu ohjelma pystyy virhetilanteen havaittuaan siirtymään virheettömään tilaan. Karkein toimenpide on virhetilanteessa automaattinen uudelleenkäynnistys. Vähemmän karkea on virheelliseksi havaitun toiminnan suorittaminen uudelleen esim. vaihtoehdoilla algoritmeilla toteutetun toipumislohkon avulla.

Ohjelmiston turvallisuuskriteerejä asetettaessa on vielä huomattava että ohjelman on oltava turvallinen paitsi normaalikäytön aikana myös järjestelmän ylläpitotilanteessa, jolloin tyypillisesti erinäisiä turvallisuusmekanismeja on kytketty irti.

Tietokoneohjelman turvallisuus on ominaisuus jota ei pysty ohjelmaan jälkeensä lisäämään — se täytyy rakentaa ohjelmaan alusta alkaen. Turvallisuusvaatimukset on löydettävä jo määrittelyssä. Ja ohjelman dokumentoinnista on pystyttävä näyttämään toteen, että vaatimukset on toteutettu.

Turvallisuuden todentaminen

Seuraavassa tarkastellaan tanskalaisen Elektronik Centralenin ohjeita ohjauksen ja valvontajärjestelmien ohjelmistojen turvallisuuden todentamiseksi. Ne on laadittu pohjoismaisen ministerineuvoston toimeksiantonnasta ja tilaajina ovat olleet lähinnä pohjoismaiset työturvallisuusviranomaiset. Ohjeiden sovellusalue on määriteltä aina ydinvoimaloiden ohjauksjärjestelmien ohjelmistoihin asti. Tanskassa vakuutusyhtiöt ovat jo ottaneet ohjetta käyttöön vakuutuksia myönnettäessä.

Ohjeen tarkoituksena on toisaalta toimia ohjelmistokehitysprojektissa turvallisuuden rakentamisohjeena, toisaalta toimia jälkikäteen lisensoivan viranomaisen työkaluna turvallisuuden todentamisessa.

Turvallisuuden todentamisen perusedellytyksenä on, että ohjelmisto on niin hyvin dokumentoitu että sen kehitysprosessin aikana sovelletuista laadunvarmennus- ja ohjelmistoteknisistä menetelmistä pystyy muodostamaan riittävän selkeän kuvan.

Todentamisprosessi jakaantuu seitsemään vaiheeseen joita käsitellään alla. Ensiksi järjestelmä rajataan turvallisuusteknisesti; määritetään sen potentiaalisesti vaaralliset osat ja toiminnot, kenelle se voi olla vaarallinen ja missä tiloissa (maantieteellisesti).

Seuraavaksi analysoidaan järjestelmän käyttöön liittyviä riskejä, mistä järjestelmä voi joutua vaarallisiin tiloihin ja mitkä ovat seuraukset. Voidaan käyttää vikapuuanalyysiä, vika- ja vaikutusanalyysiä tms.

Kolmanneksi määritellään turvallisuudelle hyväksymiskriteerit. Järjestelmä luokitellaan todennäköisen virhetoiminnan pahimman mahdollisen seurauksen mukaan tiettyyn turvallisuusluokkaan. Seuraukset ovat toisaalta taloudelliset tappiot (pienet, keskisuuret, suuret), toisaalta henkilövahingot (epäolennaiset, invaliditeetti, muutama kuollut, monta kuollutta). Luokittelu on kuvassa 3; useimmat teollisuuden automaatiojärjestelmät sijoittuvat siinä lähinnä turvallisuusluokkiin 3A, 3C ja 3D. Ydinvoimalan ohjaukseen kytketty ohjelma sijoittuisi tämän luokituksen mukaan turvallisuusluokkaan 3D.

Neljänneksi tunnistetaan turvallisuuteen vaikuttavat osajärjestelmät; laitteisto, ohjelmisto, järjestelmän rakenne ja kehitysprosessi. Tunnistetaan jokaisen osajärjestelmän turvallisuuskriittiset osat.

Viidenneksi jokaiselle osajärjestelmälle tehdään yksityiskohtainen turvallisuusanalyysi. Ohjelmiston osalta se tehdään soveltamalla siihen ohjeen liitteessä olevia yksityiskohtaisia tarkistuslistoja. Analyysin tuloksena turvallisuuden osaominaisuuksille saadaan numeeriset arviot.

Kuudenneksi määritellään hyväksymiskriteerit ohjeessa annettavasta taulukosta, aiemmin suoritettujen turvallisuusluokittelun perusteella. Turvallisen ohjauksjärjestelmän ohjelmalta vaadittavien ominaisuuksien keskinäinen painotus eri turvallisuusluokissa on kuvassa 4 (valvontajärjestelmillä on lievemmät vaatimukset). 10 merkitsee, että kyseinen ominaisuus vaaditaan ko. turvallisuusluokassa täysimääräisenä eli mahdollisimman perusteellisesti toteutettuna. 0 merkitsee, ettei ko. ominaisuutta vaadita lainkaan.

Viimeiseksi verrataan analyysin tuloksena saatuja arvoja hyväksymiskriteereihin. Jos saadut arvot ovat hyväksymiskriteerijä pienemmät, ohjelmiston turvallisuutta ko. sovellukseen ei voida katsoa todenneksi. Kirjataan mahdolliset muutosehdotukset

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Ander86 Andersen O, Boegh J, Petersen S, "Personsikkerhed ved mikroprocessorstyringer". Rapportit ECR-184 ja ECR-185. ElektronikCentralen, DK-2970 Horsholm, Juni 1986.

Bisho86 Bishop P, ea, "PODS-A Project on Diverse Software". IEEE Trans. Software Eng., September 1986.

Glass81 Glass R, "Persistent Software Errors". IEEE Trans. Software Eng., March 1981.

Ominaisuus	Luotettavuus	Suojaus virheikäyttöä vast.	Suojaus väärinkäyttöä vast.	Turvallisuus virheitilant.	Käytettävyys virheitilant.	Virheilmaisuuskyky	Virheenkorjauskyky
1A	1	1	0	0	1	5	0
1B	3	3	0	2	1	5	0
1C	5	5	0	5	2	6	0
1D	7	7	0	10	3	6	0
2A	2	2	5	1	5	7	0
2B	4	4	5	2	5	7	0
2C	6	6	5	5	6	8	0
2D	8	8	5	10	7	8	0
3A	3	3	10	2	8	9	1
3B	5	5	10	3	8	9	2
3C	7	7	10	6	9	10	3
3D	10	10	10	10	10	10	5

Kuva 4. Ohjelmiston turvallisuuden todentamiskriteerijä eri turvallisuusluokissa.

Glass82 Glass R, "Real-Time Checkout: The 'Source Error First' Approach". Software — Practice and Experience, Vol. 12, 1982.

Hecht86 Hecht H, Hecht M, "Software Reliability in the System Context". IEEE Trans. Software Eng., January 1986.

Knigh85 Knight J, Leveson N, StJean L, "A Large Scale Experiment in N-version Programming". Proc. FTCS-15, IEEE Computer Society, New York, 1985.

McCal177 McCall J, et al, "Factors in Software Quality". Report RADC-TR-77-369. Rome Air Development Center, New York, 1977.

McCal180 McCall J, et al, "Software Quality Measurement Manual". Report RADC-TR-80-109, Vol II. Rome Air Development Center, New York, 1980.

Rzevs82 Rzevski G, "Identification of Factors which Cause Software Failure". Proc. Annual Reliability and Maintainability Symposium 1982. Los Angeles, 1982. □

henkilö- vahingot	A	B	C	D
taloud. tappiot	-	invalid.	+	++++++
1 -			pros. ohjaus, painelaitt.	juoma- veden valmistus
2 \$			sammu- tus järjes- telmä	raideliik- kent. ohjaus
\$ 3 \$ \$	voimala- automaatio	ei sopivaa esimerkkiä	laivan ohjaus	lento- liikenne, ydinvoima

Kuva 3. Ohjauksjärjestelmien turvallisuusluokitus esimerkkeineen.

Uiva säteilynvalvontatukikohta "ROSTA I"

Neuvostoliiton kasvavan atomijäänmurtajalaivaston huolto- ja kunnossapitotöiden asianmukainen suorittaminen on aiheuttanut Neuvostoliitossa tarvetta hankkia lisää tarkoitukseen sopivaa kalustoa.

Esimerkkinä uivasta kalustosta on Rauma-Repola Oy:n Savonlinnan telakan syksyllä 1986 toimittama uiva säteilynvalvontatukikohta ROSTA I, joka on laatuun ensimmäinen maailmassa. Aluksen sijoituspaikka on Murmanskin satama.

ROSTA I on periaatteessa uiva ponttoni, jossa ovat erityistilat ja laitteet atomijäänmurtajien huoltotöissä toimivalle henkilöstölle. Aluksessa on henkilöstön

saniteetti-, työ-, säteilynvalvonta- ja lepoukset. Huoltohenkilöstö ei kuitenkaan varsinaisesti asu aluksella. Varsinaiset säteilynvalvonta-, laboratorio- ja muut erikoislaitteet asennetaan vasta Neuvostoliitossa varustamon toimesta. Aluksessa on myös kanttiini- ja luentosalitiloja.

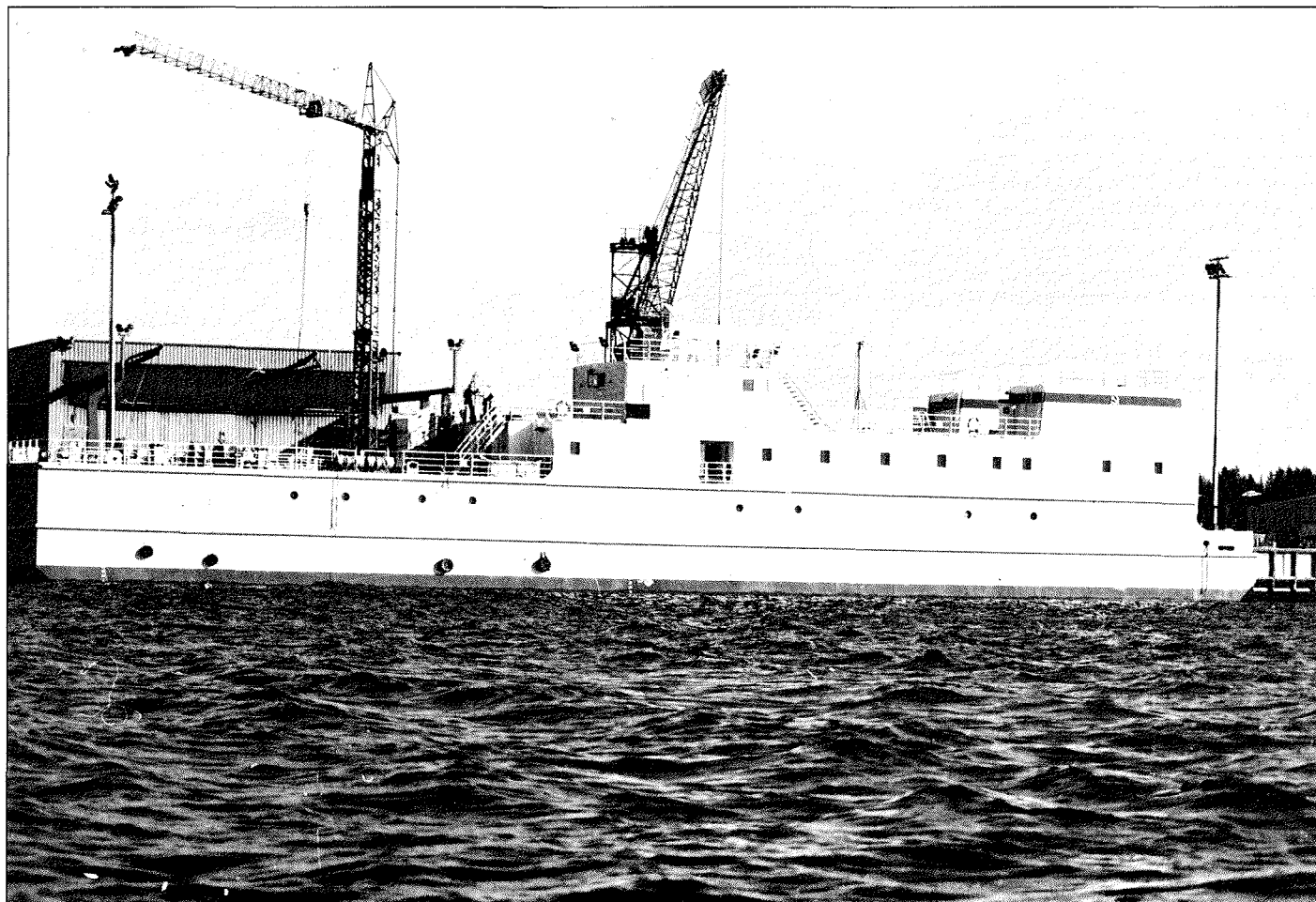
Alus on jaettu ns. "saastuneisiin" ja "puhtaisiin" tiloihin, joissa kummassakin on oma erillinen koneellinen ilmanvaihtojärjestelmänsä. Tilojen puhdistuksen helpottamiseksi ovat tilojen nurkat ja kulmat pyöristetyt ja kansissa on negatiivinen kansimutka eli kannet laskeutuvat aluksen keskilinjaan päin. Saastunut vesi kerätään erityissäiliöihin ja likaiset vaatteet säteilytiiviisiin kontteihin maalle kuljettamista varten. ROSTA I:n erikoisuutena on katettu alumiininen teleskooppi-tyyppinen kulkusilta, jonka kautta pelkää tapahtuu huoltohenkilöstön kul-

ku ROSTA I:n ja huollettavan jäänmurtajan välillä ydinsaasteiden ympäristöön karkaamisen estämiseksi.

Alus on varustettu lisäksi mm. kiinteäpuomisella 24 tonnimetrin hydraulinosturilla, Rauma-Repolan valmistamalla UNEX-Bio 20 jätevedenkäsittelylaitoksella ja mooringvintturilla. Aluksessa ei ole omaa kulkukoneistoa. Lämmitykseen käytettävä höyry sekä sähkövirta tuodaan alukselle rannalla olevista jakelulaitteista.

Alus on rakennettu SNTL:n Merirekisterin sääntöjen mukaan, luokkamerkintä K*1 III ja sen päämitat ovat seuraavat:

— pituus	62,0 m
— leveys	12,0 m
— korkeus pääkant.	4,2 m
— korkeus yläkant.	6,8 m
— syväys	2,3 m



Käytetyn ydinpolttoaineen sijoituspaikkatutkimusten ohjelma ja tutkimusten toteuttaminen

Teollisuuden Voima Oy on kevään kuluessa aloittamassa kairaustutkimukset kahdella alueella. Sijoituspaikkatutkimusten ohjelma tullaan toteuttamaan 5—10 alueella vuoteen 1992 mennessä. Yhden alueen tutkiminen kestää noin kaksi vuotta, joten tutkimuksia on samanaikaisesti käynnissä useissa kunnissa. Kunkin alueen tutkimusohjelma jakautuu neljään eri vaiheeseen. Kunkin vaiheen jälkeen saatuja tuloksia tarkastellaan ja päätetään tutkimusten aluekohtaisesta etenemisestä. Yhden alueen tutkimisen on arvioitu maksavan vajaan 10 miljoonaa markkaa.

Vuoden 1985 loppupuolella TVO luovutti kauppa- ja teollisuusministeriölle selvityksen niistä alueista, jotka voisivat tulla kysymykseen käytetyn polttoaineen sijoituspaikkatutkimuksissa. Eri puolilta Suomea nimettiin yli sata mahdollista tutkimus-alueita. Näiden tutkimusalueiden joukosta on poistettu osa ympäristöministeriön esityksestä. Alkuperäisestä sadan kallioperäalueen joukosta on nyt jäljellä 85 mahdollista tutkimus-alueita ja ne sijaitsevat 59 kunnassa.

Kallioperätutkimusten ensimmäisessä vaiheessa, vuosina 1987—1992, tehdään alustavat kairaustutkimukset 5—10 alueella. Ohjelmaa jatketaan vuosina 1993—2000 vähentämällä tutkittavien alueiden määrää ja lisäämällä tutkimusten laajuutta. Yksityiskohtaisten paikkatutkimusten on oltava valmiit siten, että sijoituspaikka voidaan valita vuonna 2000.

Neuvottelut kuntien kanssa etenevät

TVO:n tavoitteena on valmisteilla olevan uuden ydinennergialain hengen mukaisesti viedä kallioperätutkimusten ohjelmaa eteenpäin yhteisymmärryksessä kuntien kanssa. Kaikkia mukana olevia kuntia on informoitu tutkimusohjelmasta ja aika-aulusta. Lukuisten kuntien kanssa on viime ja tämän vuoden aikana käyty kes-

kusteluja tutkimuksiin liittyvistä kysymyksistä. Samalla on odotettu viranomaisten yleisarviointia vuoden 1985 aluevalinnoista. Arvioinnilla saattaa olla vaikutusta tutkimusalueiden valintaan.

Jotta alustavat kallioperätutkimukset ehditään tehdä valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti vuoteen 1992 mennessä, käynnistetään paikkatutkimukset ensi kesään mennessä kahdella tutkimus-alueella.

Tässä vaiheessa kuntien ei vielä tarvitse ottaa virallista kantaa asiaan, koska on kysymys vasta tutkimuksista. Kuitenkin eräissä kunnissa asiaa on käsitelty hallitus- tai valtuustotasolla ja tutkimuksiin on otettu virallisia kantoja. Useimmat niistä ovat myönteisiä, joskin joukossa on myös muutama kielteinen kannanotto. Kuntien ja TVO:n välillä käydyille keskusteluille on luonteenomaista ollut asiallinen ja myönteinen ilmapiiri. Kunnissa ymmärretään tutkimusten tarve ja erityisesti pienissä kunnissa myönteiseksi seikaksi koetaan tutkimusten mukanaantuma vilkastuttava vaikutus kunnan elinkeinoelämään.

Sijoituspaikan valintaperusteet

Suomessa ja ulkomailla tehtyjen selvitysten sekä kansainvälisten järjestöjen (IAEA, OECD/NEA) suositusten perusteella sijoituspaikan valintaperusteita ovat:

- Sijoituspaikan kallioperässä ei saa olla kallioperän liikuntasysteemeihin kuuluvia ruhjerakenteita. Normaalia rakoilua tulisi esiintyä vain harvakseltaan.
- Sijoitusmuodostuman tulee olla riittävän suuri, jotta sijoitustila voidaan rakentaa tarpeeksi syväälle. Syvyydellä estetään ihmisen toimintojen sekä luonnon kulutustekijöiden vaikutus loppusijoitukseen.
- Sijoituspaikan kallioperän tulee koostua tavallisista, yleisesti esiintyvistä kivilajeista, jotta kallioperän myöhempi hyötykäyttö olisi epätodennäköistä.
- Sijoituspaikan kallioperän pinnanmuodostuksen tulee olla loivapiirteistä.

Kallioperän ominaisuuksilla on merkitystä sekä loppusijoitustilan teknisten vaiputumisesteiden toimintakykyyn että ra-

dioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen kallioperässä. Koska radioaktiiviset aineet voivat kulkeutua sijoitustilasta pois vain pohjaveden mukana, painottuvat tutkimukset niiden kallioperätekijöiden selvittämiseen, joilla on vaikutusta pohjaveden muodostumiseen, ominaisuuksiin ja virtaukseen.

Paikkakohtaisia tutkimuksia tarvitaan, jotta voitaisiin kvantitatiivisesti osoittaa paljonko vettä virtaa todellisissa kallioperän olosuhteissa. Tutkimukset koostuvat etupäässä valittujen alueiden kenttätutkimuksista sekä näytteiden laboratoriotutkimuksista. Tutkimustarpeet määräytyvät osaksi turvallisuusanalyysien lähtötietojen tarpeesta. Toisaalta osalla tutkimuksista varmennetaan mallilaskennoissa saatuja tuloksia.

Tutkimusohjelman tavoitteet ja vaiheet

Koska pohjavesiolosuhteiden ja niihin vaikuttavien tekijöiden tunteminen on olennaista sekä turvallisuuden arvioimisen että sijoituspaikan valinnan kannalta on paikkatutkimusten ohjelman tavoitteissa päähuomio hydrogeologisissa tutkimuksissa.

Alueellisen hydrogeologian päämääränä on selvittää, miten kallioperän ruhjeet, kivilajikontaktit ja rakoilu kontrolloivat kalliopohjaveden liikettä. Lisäksi hankitaan tietoja pohjaveden muodostumisen ja purkautumisen mekanismeista. Hydrogeologisissa tutkimuksissa kartoitetaan ja mitataan kallioperän ja siihen muodostuneen pohjaveden ominaisuuksia: vedenjohtavuus, huokoisuus, painekorkeus, hydrauliset yhteydet ja virtaama.

Pohjavesikemian tutkimusten tavoitteena on tuottaa yleistietoa pohjaveden kemiallisesta koostumuksesta ja sen vaihteluista tutkittavien alueiden ja syvyyden suhteen. Tietoja käytetään hyväksi muissa loppusijoitustutkimuksissa. Pohjaveden analyysitulosten avulla pyritään määrittämään pohjaveden ikää, alkuperää ja koostumusta. Näiden tietojen avulla voidaan välillisesti arvioida pohjaveden liikettä sekä alueellisia liikesuuntia.

Pohjavesiolosuhteiden mallintamistyössä pyritään laatimaan paikkakohtaiset odotusarvot ja mallit tutkimuksille sekä arvioimaan mallin tuottamien tulosten luotettavuutta.

Kivilajien ja niiden koostumuksen mää-

rittäminen alueellisesti ja syvyyden suhteen sekä ruhjeiden, rakoilun ja muiden epäjatkuvuuksien kartoittaminen ovat geologisen tutkimuksen päätavoitteita. Lisäksi määritetään kivilajien ja rakominaalien geokemiallisia ja petrografis-mineralogisia ominaisuuksia, mitataan kallioperän jännitystilaa, ja selvitetään yleisiä kallioperän tektonisia prosesseja.

Kenttätutkimukset tutkimusalueilla on suunniteltu tehtäväksi neljässä jaksossa siten, että peräkkäisten jaksosten tutkimukset täydentävät toisiaan. Kuvassa 1 on esitetty paikkatutkimusten ohjelmarunko, joka on sama kaikille tutkittavaksi valittaville alueille. Aluekohtaisessa toteutuksessa tutkimusten määrä ja suoritustapa voivat poiketa toisistaan. Tutkimusten kesto aluetta kohden on noin kaksi vuotta.

Ensimmäinen tutkimusjakso — syvän reiän paikan valinta

Tutkimukset aloitetaan tutkimusalueen yleisselvityksellä, jonka tavoitteena on koota aluetta koskeva tutkimusaineisto. Lentomittaus-, kartoitus-, ilmapäivitys- ja materiaalia tutkitsemalla selvitetään valitun tutkimusalueen kallioperän rakenteellisia yleispiirteitä sekä kivilajikoostumusta. Karttamateriaalin ja meteorologisen havaintoaineiston avulla tehdään arvio alueen hydrogeologisista olosuhteista.

Yleisselvitystä seuraavat geofysikaaliset maanpintatutkimukset ja geologinen kartoitus. Geofysikaalisten mittausten avulla rajataan ja paikannetaan kallioperässä sijaitsevat rakoiluvyöhykkeet, litologiset epäjatkuvuudet ja mahdolliset malmimineralisaatiot. Mittausten suorittamiseen soveltuvat sähköiset, magneettiset ja gravimetriset menetelmät. Geologisen yleiskartoituksen avulla hankitaan alustavat tiedot alueen kivilajeista ja kallioperän tektonisista suureista.

Ensimmäisen tutkimusvaiheen tulosten perusteella määritetään ehyt kalliio-osuus, joka voisi tulla kysymykseen sijoitustilaluena. Tälle paikalle suunnitellaan syväkairaus.

Toinen tutkimusjakso — kairaus ja "syvätutkimukset" käynnistyvät

Ensimmäisen tutkimusjakson tulosten perusteella valitaan syvän reiän kairaus-suunta, -syvyys ja kaltevuus. Kairauksen jälkeen tehtävillä reikä-tutkimuksilla selvitetään kallioperäominaisuuksia 500—1000 m syvyyteen saakka. Reiässä suoritetaan geofysikaaliset reikä-tutkimukset: ominaisvastusmittaukset, radiometriset mittaukset, putkiaalto- ja lämpötilamittaus. Näillä saadaan välillistä tietoa vettä mahdollisesti johtavien rakoiluvyöhykkeiden ominaisuuksista. Lämpötilamittaus antaa lämpötilagradientin ohella viitteitä myös mahdollisista reiän suunnassa tapahtuvista virtauksista.

Keskeisimpiä toisen jakson tutkimuksia ovat geohydrauliset kokeet, joissa vedenjohtavuus määritetään systemaattisesti koko reiästä ja arvioidaan pohjaveden painekorkeus.

1. JAKSO

- YLEISSELVITYS JA ALUSTAVAT MAANPINTA-TUTKIMUKSET

2. JAKSO

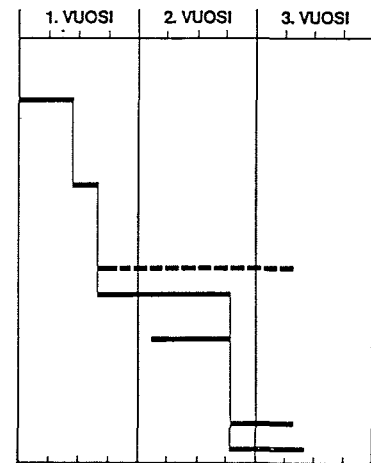
- SYVÄN REIÄN KAIRAUS JA ALUSTAVAT REIKÄTUTKIMUKSET

3. JAKSO

- POHJAVEDEN HAVAINTOVERKOSTON RAKENTAMINEN JA KÄYTTÖ
- MAANPINTA- JA REIKÄTUTKIMUKSET
- LISÄKAIRAUKSET JA REIKÄTUTKIMUKSET

4. JAKSO

- TÄYDENTÄVÄT HYDROGEOLOGISET TUTKIMUKSET
- TUTKIMUSTEN RAPORTOINTI



Kuva 1. Alustavien paikkatutkimusten ohjelma yhden tutkimusalueen osalta. Samaa ohjelmarunkoa sovelletaan kaikille tutkimusalueille.

Kolmas tutkimusjakso — hankitaan lähtötietoja malleihin

Tutkimusten kolmannessa vaiheessa on tavoitteena määrittää lähtötiedot loppusijoituksen turvallisuuden mallintamista kuten pohjavesivirtauslaskuja varten, ja luoda siten perusteet tutkimusalueiden arvioinnille ja valitsemiselle yksityiskohdaksiin sijoituspaikkatutkimuksiin. Olenaisimpia tutkimuksen kohteena olevia tekijöitä ovat kallioperän vedenjohtavuusyksiköiden paikantaminen ja niiden geometrian määrittäminen, hydraulinen gradientti, kallioperän rakojärjestelmä ja rakojen ominaisuudet sekä pohjaveden kemialliset ominaisuudet.

Geologista yleiskartoitusta täydennetään rakokartoituksella, joka tehdään avokalliioalueilla. Tavoitteena on saada tilastollisesti riittävä käsitys rakoilun tiheydestä, suuntauksesta ja rakojen pituuksista.

Syvästä reiästä otetaan vesinäytteitä. Aluksi pyritään vesinäytteiden avulla saamaan käsitys kairauksen huuhTELUVEDEN vaikutuksesta pohjaveteen ja arvioimaan pohjaveden koostumuksessa olevia merkittäviä eroja, esim. suolaisuutta eri syvyyksillä. Kairauksen vaikutusten vähitellen hävitessä ja tasapainotilanteen palautuessa analysoidaan pohjaveden kemialliset ominaisuudet ja pohjaveden keskimääräinen viipymä mm. ikämäärittysten avulla.

Tutkimusalueelle rakennetaan pohjaveden havaintoverkosto. Havaintoverkosto käsittää pisteet pohjaveden pinnan korkeuden ja sadannan mittaamiseksi sekä mittauskohdat pintavesivaluman arvioimiseksi. Pohjaveden pinnankorkeushavaintojen ja reiässä tehtävien painemittausten kanssa voidaan määrittää hydraulinen gradientti eri osissa tutkimusaluetta. Kallioon pohjavedeksi suotautuva vesimäärä

yhdessä hydraulisen gradientin kanssa on kalliopohjaveden liikkeen kannalta ratkaiseva tekijä.

Tutkimusalueelle tehdään lisäkairauksia, joiden tavoitteena on selvittää kallioperän rakenne ja rakennepiirteiden hydrauliset parametrit. Myös näissä kairausrei'issä tehdään reikägeofysikaalisia mittauksia, geohydraulisia kokeita, vesinäytteiden ottoa ja pohjaveden painekorkeuden mittauksia.

Neljäs tutkimusjakso — tuloksia tarkistetaan ja raportoidaan

Viimeisessä tutkimusjaksossa on tavoitteena tarkistaa pohjaveden virtausmallin tulosten oikeellisuutta. Tarkistuksessa käytetään täydentäviä hydrogeologisia tutkimuksia. Tutkimukset käsittävät koe-pumppauksia, painemittauksia ja pohjaveden virtausnopeusmittauksia.

Tietojen tallennus ja käsittely on tärkeä kokonaisuus paikkatutkimusten toteutuksessa ajatellen tutkimusten tavoitetta ja pitkää kestoaikaa. Tutkimustulokset koottaan, käsitellään ja tallennetaan keskiteytysti Olkiluodossa olevaan tiedonhallintajärjestelmään.

Kenttätutkimuksissa käytettävät, eniten mittausarvoja tuottavat laitteet varustetaan automaattisilla tiedonkeruuvälillä. Tällaisia on jo nykyisin TVO:n omissa vesinäyte- ja vedenjohtavuuden tutkimuslaitteistoissa sekä useimmissa geofysiikan mittauslaitteistoissa. Järjestelmän tiedostoista voidaan antaa tutkimustuloksia muuhunkin tieteelliseen tutkimukseen, uuteen tulkintaan tai liitettäväksi kansainväliseen tutkimukseen.

Ohjelmaan liittyvä laite- ja kehitystyö

Alustavissa paikkatutkimuksissa tarvitta-

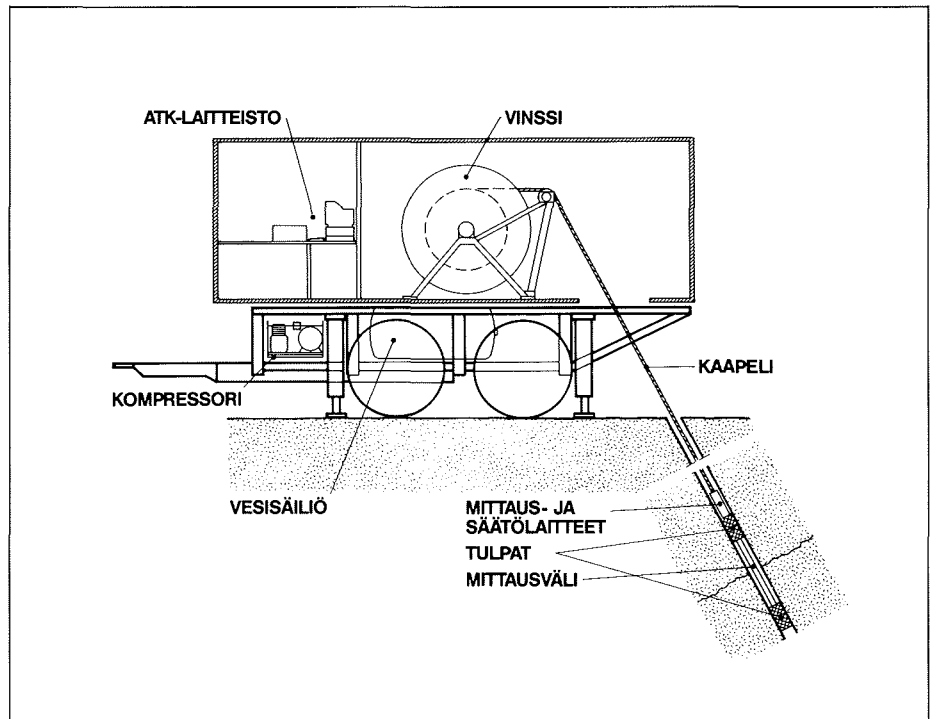
vat laitteistot ja menetelmät on pääosin testattu vuosina 1984—86 Lavian koereissä tehdyissä tutkimuksissa, joihin osallistuivat monet keskeiset kallioperän tutkimusorganisaatiot Suomessa. Samanaikaisesti Lavian tutkimusten kanssa rakennettiin TVO:ssa kaksi omaa tutkimuslaitteistoa. Vesinäytelaitteisto, jolla voidaan ottaa näytteitä 1000 metrin syvyydestä, valmistui v. 1984 ja laitteiston toiminta testattiin Lavian koereissä. Vedenjohtavuuden tutkimuslaitteisto (kuva 2) saatiin valmiiksi tämän vuoden alussa ja laite- ja menetelmätestit ovat juuri päätymässä.

Sijoituspaikkatutkimusten toteutus ja kustannukset

Sijoituspaikkatutkimukset suunnitellaan, ylläpidetään ja koordinoidaan TVO:n toimesta. Tätä työtä varten on TVO:ssa asetetty ydinjätetoimiston alaisuuteen erillinen sijoituspaikkatutkimusprojekti (SITU). Projektiryhmän tukena toimii ns. teknis-tieteellinen tukiryhmä, jonka tehtävänä on paikkatutkimusten laadunvarmistus. Tavoitteena on lisäksi perustaa tutkimusalakohtaisia seurantaryhmiä, joissa saatuja tuloksia voidaan tarkastella.

Paikkatutkimuksiin liittyvän käytännön työn TVO tilaa toimeksiantoina kotimaisilta ja tarvittaessa ulkomaisilta tutkimusorganisaatioilta. Mukana ovat mm. Geologian tutkimuskeskus, Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja Imatran Voima Oy. Näiden lisäksi tutkimuksiin osallistuu useita muita tutkimusurakoitsijoita, konsultteja ja korkeakouluja.

Alustavien paikkatutkimusten kustannuksia on arvioitu käyttäen hyväksi Lavian



Kuva 2. Periaatekuva sijoituspaikkatutkimuksissa käytettävästä vedenjohtavuuden tutkimuslaitteistosta.

koereikätkä tutkimuksista saatuja kokemuksia. Kehitystyöhön, tietojen käsittelyyn, tutkimusten ohjelmointiin ja raportointiin liittyvät kustannukset aiheutuvat pääasiassa henkilötyöstä. Merkittävän osan kustannuksista muodostavat tutkimus-aluekohtaiset tehtävät ja hankinnat, joita ovat teiden kunnossapito ja mahdollinen rakentaminen, parakit, aggregaatit jne.

Nämä kustannukset ovat aluekohtaisia.

Alustavien paikkatutkimusten kustannuksiksi on arvioitu vajaat 10 milj. mk tutkimusaluetta kohti. Tämän lisäksi kustannuksia aiheutuu kenttätutkimuslaitteiden hankinnasta ja kehitystyöstä, joiden kustannuksiksi on lähivuosina arvioitu 5—8 milj. mk. □

Klaus Kilpi, VTT/Ydinvoimatekniikan laboratorio

ENS Steering komitean kokous, Cannes 13—14.10.1986

Tämän kertaisen ENS Steering komitean (SC) kokoukseen oli kertynyt runsaasti käsiteltäviä asioita lähinnä kahdesta syystä. Edellinen kokous pidettiin ENC-4 -kokouksen yhteydessä kesäkuussa Genevessä, jolloin käytettävissä olleen lyhyen ajan vuoksi asioita oli jäänyt myöhemmin käsiteltäväksi. Näin Geneven kokousta edeltäneestä Steering komitean huhtikuun kokouksesta oli kulunut jo puoli vuotta. Lisäksi Tshernobylin onnettomuus on synnyttänyt uusia ongelmia myös ENS:lle.

ATS:n kannalta keskeisiä kysymyksiä kokouksessa olivat seuraavat asiat:

- Vuosiksi 1988 . . . 1989 kaavallaan ENS:n puheenjohtajaksi Ruotsin Thomas Eckerediä.
- ENS valmistanee videofilmin (kesto n. 12 minuuttia), jossa pyritään kertomaan ydinvoiman hyödyllisyydestä, turvallisuudesta ym. huolimatta Tshernobylin onnettomuudesta.
- Harjoittelijoiden vaihto-ohjelma järjestettäneen kesäksi 1987. Suomen osuus olisi arviolta 1 . . . 2 paikkaa.
- Nuclear European numerot vuonna 1987 vähenevät 11:sta 7:ään (ehkä 6:een) Tshernobylin onnettomuudesta johtuvien taloudellisten ongelmien vuoksi.

- ATS:n jäsenet voivat tilata muiden ENS:n seurojen julkaisuja edulliseen jäsenhintaan.
- ENC'86 oli taloudellinen menestys. ENC'90 järjestetään myös yhdessä Foratomin kanssa Genevessä 23 . . . 28.9.1990.
- Uudet ENS:n sponsorioimien kokousten säännöt saatettiin voimaan. Tällä pyritään ENS:n roolin voimistamiseen kansainvälisten kokousten koordinoinnissa. □

Lyhyesti maailmalta

Pekka Lehtisen kokoamalla uudella palstalla julkaistaan uutismaisesti tietoja ydinvoima-alan yleisistä ja turvallisuuteen liittyvistä tapahtumista.

IAEA on lähettänyt Jugoslavian Krsko-ydinvoimalaitokselle ensimmäisen ASSET-ryhmän (Assessment of Safety-Significant Events Team). ASSET-ryhmä arvioi laitoksen turvallisuuden kannalta huomionarvoiset tapahtumat, selvittää onnettomuusmahdollisuuksia ja avustaa ennaltaehkäisevien toimenpiteiden kehittämisessä erityisesti huomioiden inhimilliset tekijät. Ensimmäisen ASSET-käynnin eräänä tarkoituksena on testata IAEA:n uutta arviointitapaa IAEA:n ydinturvallisuusohjelmaan liittyen.

Nuclear Engineering International
Jan 1987

Tshernobylin onnettomuudesta aiheutuvien syöpäkuolemien määräarviota, 20 000 tapausta, tultane tarkistamaan pienemmäksi, ilmoittaa IAEA:n pääjohtaja Hans Blix palattuaan 11.—16.1. tekemältä vierailulta onnettomuuspaikalle. Wienissä tai Moskovassa järjestetään alkuvuonna kokous seurantatutkimusten käynnistämiseksi. Onnettomuuden aiheuttamiin akuutteihin säteilyvammoihin kuoli 28 henkilöä. Määrä vaikuttaa lopulliselta, sillä kaikki sairaalahoidossa olleet yli 200 henkilöä ovat päässeet koteihinsa. Onnettomuudessa kuoli lisäksi kolme henkilöä konventionaalisiin vammoihin.

Nucleonics Week 22.1

USA:n Calvert Cliffs on ensimmäinen PWR-yksikkö, joka ryhtyy 24 kuukauden latausjakson käyttöön. Toiminnalla pyritään pienentämään työntekijöiden säteilyannoksia, lyhentämään kokonaisseisokkiaikaa ja mahdollistamaan hyvän vuosi-huoltojen ennakkosuunnittelun. USA:n Nine Mile Point on ainoa PWR-yksikkö, joka soveltaa 24 kuukauden latausjaksoa.

Nuclear Fuel 12.1.1987

Ydinvoimalaitoksen energiakäyttökerroin on korkeimmillaan 5—12 ikävuosina ja laskee noin 10—15 prosenttiyksiköllä käyttöiän loppuun mennessä, ilmenee NEI-lehden tekemästä tilastosta.

Nuclear Engineering International
Jan 1987

Saksan Liittotasavallan jättiläismäinen GROHNDE 1365 MW PWR-yksikkö oli jo toisen kerran peräkkäin maailman suurin ydinsähköntuottaja. Vuoden 1986 tuotanto oli 10.8 terawattituntia. Energiakäyttökerroin oli sekin kiitettävää tasoa 92.7 %.

Nucleonics Week 22.1

USA:n Institute of Nuclear Power Operations on julkaissut selvityksen Surry 2-yksikön syöttövesiputkikatkoksesta. INPO suosittelee, että voimayhtiöt kartoittaisivat sekundääripuolen putkiston suurimmat korroosio- ja eroosiokohdat. Surry 2-yksikön sekundääripuolen putkiston määräaikaistarkastusohjelmaan kuulivat ainoastaan höyry- ja 2-faasivirtausputket, ei 1-faasivirtausputkia kuten esimerkiksi syöttövesilinjat.

Nucleonics Week 15.1

USA:n Surry-ydinvoimalaitoksella on aloitettu käytetyn polttoaineen varastointi kuljetussäiliöissä. Ensimmäinen CASTOR V21-tyyppinen pallografiittivalurautainen säiliö täytettiin 21 nipulla ja neljä säiliötä odottaa täyttämistä. Pallografiittivalurautaisen CASTOR-säiliön luvittamisessa on ollut USA:ssa vaikeuksia.

Nuclear Engineering International
Jan 1987

USA:n Hatch-ydinvoimalaitoksella tapahtunut käytetyn polttoaineen varastointialtaan veden vuotaminen läheiseen suohon johtui NCR:n tarkastusryhmän selvityksen mukaan lukuisista työntekijöiden tekemistä rikkomuksista käyttöohjeiden ja muiden dokumenttien noudattamisessa. NCR tulee esittämään lähiaikoina toimenpidevaatimuksensa voimayhtiölle.

Nucleonics Week 22.1 □

IAEA:n tilaston mukaan maailmassa oli 394 ydinvoimalaitosyksikköä käytössä vuoden 1986 lopussa. Vuoden aikana lukumäärä lisääntyi 21 yksiköllä.

Nucleonics Week 15.1

Intian koehyötöreaktorin käyttöönottokeet edistyvät Kalpahkamissa. Sähkön tuotantoon päästään vuoden 1987 aikana. Intian tarkoituksena on nostaa maan ydinvoimakapasiteettia nykyisestä 1 244 MW:n sähkötehosta 10 000 MW:iin ennen vuotta 2000.

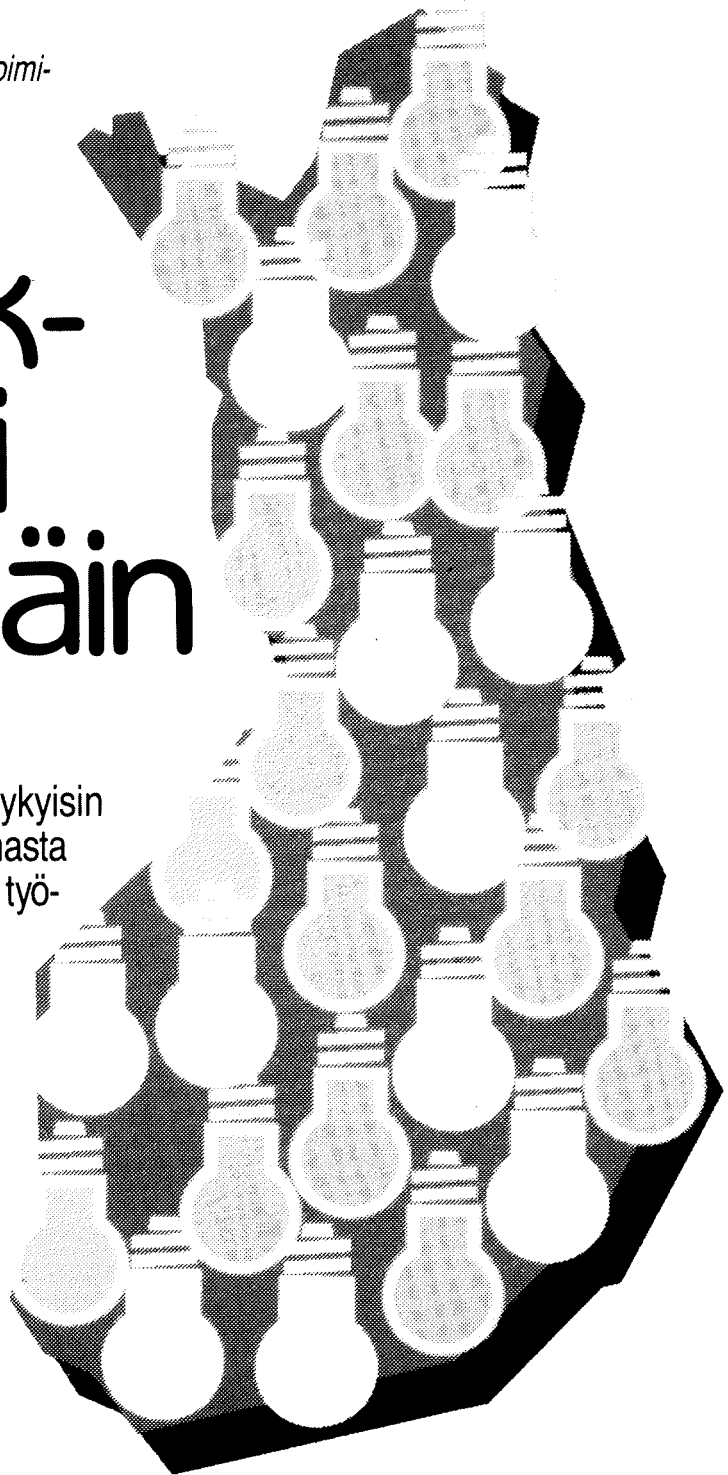
Nuclear Engineering International
Jan 1987

Suomi on sähköistetty lähes sataprosenttisesti. IVO:n osuus sähkötoimituksista on noin 40%.

Voimakkaasti eteenpäin

Jokainen suomalainen voi nykyisin nauttia sähkön mukanaan tuomasta viihtyisyydestä sekä kotona että työpaikalla. Sähkö on vaivatonta ja puhdasta energiaa.

IVO tuottaa, hankkii ja toimittaa sähköä ja lämpöä energialaitoksille ja teollisuudelle — ja siten meille kaikille. IVO:n osuus maamme sähkötoimituksista on noin 40%.



IMATRAN VOIMA OY
Monipuolista energiaosaamista.

Ohjeita kirjoittamisesta ATS Ydintekniikkaan

ATS Ydintekniikka-lehden laadun ylläpitämiseksi ja parantamiseksi sekä ulkoasun yhtenäistämiseksi on käsikirjoitusta laadittaessa syytä noudattaa tiettyjä yleisiä kirjoitusohjeita. Lisäksi jokaisen artikkelin yhteydessä on pyrittävä riittävän runsaaseen kuvien käyttöön.

ATS Ydintekniikka julkaisee ydintekniikkaa ja yleisemmin energiataloutta käsitteleviä artikkeleita. Pääpaino on ydinenergia-alan artikkeleilla. Artikkelit eivät saa sisällöltään olla merkittävästi ristiriidassa Suomen Atomiteknillisen Seuran toiminnan peruslähdekohtien kanssa, joita ovat ydintekniikan ja energiatalouden edistäminen, kotimaisten ja kansainvälisten yhteyksien ylläpitäminen ja kehittäminen sekä yleisen alan tuntemuksen lisääminen Suomessa. Lehti julkaisee myös lyhyitä kommentteja artikkeleihin ja kirjallisuusreferaatteja.

Artikkelit

Käsikirjoitus lähetetään ilmoitettuun "dead-line" päivämäärään mennessä lehden toimitukseen osoitteeseen: Pertti Salminen, VTT/EKA, Vuorimiehentie 5, 02150 Espoo.

Käsikirjoitus kirjoitetaan koneella A4-kokoisille arkeille 1,5 riviväliä käyttäen. Otsikoinnin on oltava selkeätä ja nasevaa. Tekstin alkuun tulisi kirjoittaa 30—50 sanan mittainen ingressi, joka sisältää asian ytimen tekstistä.

Artikkeleihin on pyrittävä liittämään kuvia, jotka elävöittävät tekstiä. Kuvat voivat olla piirroksia, käyrästöjä tai mustavalkoisia paperivalokuvia. Mikäli käytettävissä ei ole mustavalkoista paperikuvaa, käyvät myös värikuvat ja diat. Kuvaoriginaaleja ei saa liimata tekstiin vaan ne on lähetettävä erillisinä toimitukseen, joskin valokopiot kuvista on syytä liittää tekstiin. Tarvittaessa kuvan alle kirjoitetaan selittävä kuvateksti.

Artikkelin kirjoittajaa pyydetään ilmoittamaan nimensä ja osoitteensa lisäksi nykyinen toimipaikkansa. Lehti ei maksa kirjoituspalkkiota, sen sijaan kirjoittajalle lähetetään viisi ylimääräistä lehden numeroa.

Lyhyet kommentit ja kirjallisuusreferaatit

Lehti julkaisee lyhyitä kommentteja, jotka sisältävät joko tässä tai jossakin muussa alan lehdessä julkaistuihin artikkeleihin kohdistuvia mielipiteitä ja kritiikkiä tai jonkin mielenkiintoisen lehden toimialaan kuuluvan teknisen menetelmän tai ratkaisun selostuksen.

Kirjallisuusreferaattien pitää sisältää seuraavat asiat:

- Artikkelin tai kirjan kirjoittaja ja nimi sekä artikkelin osalta lehti, jossa se on julkaistu.
- Lyhyt katsaus kirjan tai artikkelin sisältöön.
- Referoijan mielipide julkaisun sisällöstä ja esitystavasta.
- Maininta siitä, kenen luettavaksi referoija suosittelee kirjaa tai artikkelia. □

