

Helsinki University of Technology Publications in Engineering Physics
Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan julkaisuja

Espoo 2005

TKK-F-B199

Neljännän sukupolven fissioreaktorit ja transmutaatio

Tfy-56.170 Ydin- ja energiatekniikan seminaari, kevät 2005

Toimittaja:
Jarmo Ala-Heikkilä

Jakelu:
Teknillinen korkeakoulu
Teknillinen fysiikka – Energiatieteet
PL 2200
02015 TKK
Puh (09) 451 3198
Fax (09) 451 3195

<http://www.tkk.fi/Units/AES/courses/crspages/seminars.htm>

ISBN 951-22-7657-7
ISSN 1456-3339

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto
Teknillinen fysiikka – Energiatieteet
Rainer Salomaa ja Jarmo Ala-Heikkilä, 10.5.2005

Neljännän sukupolven fissioreaktorit ja transmutaatio

Fissioreaktorien uudesta tulemisesta on virinnyt keskustelua, kun maapallon väestön alati kasvava sähköntarve pyritään tyydyttämään päästöttömästi. Aasiassa ydinvoiman rakentaminen on jatkunut keskeytyksettä, mutta kiihtymisen merkkejä on havaittavissa. Esimerkiksi Kiina julkaisi hiljattain suunnitelmansa rakentaa 40 uutta fissioreaktoria seuraavan 15 vuoden aikana. Länsimaissakin ydinvoima on palaamassa Harrisburgin ja Tshernobylin onnettomuuksien jälkeiseltä sivuraiteelta vakavasti otettavaksi vaihtoehdoksi.

Ydinvoimarenessanssin edellytyksenä on kuitenkin poliittisten esteiden poistaminen. Olkiluoto-3:n avoin valmisteluprosessi Suomessa toimii tässä suhteessa esimerkkinä muillekin maille. Poliittisia esteitä poistetaan myös kehittämällä fissioreaktoreiden tekniikkaa: seuraavan sukupolven fissioreaktorien on tuotettava sähköä entistä turvallisemmin ja taloudellisemmin. Rajallisia luonnonvaroja tulee käyttää säästeliäämmin ja ydinmateriaalin leviämisen uhkaa tulee entisestään pienentää.

Kymmenen ydinvoimamaata sekä Euratom jäsenvaltioineen ovat Yhdysvaltain johdolla perustaneet Generation IV International Forumin (GIF, <http://gif.inel.gov/>) edistämään uusien reaktoryyppien kehittämistä. GIF:n avulla koordinoidaan tutkimus- ja kehitystyötä jäsenvaltioissa. Perustyökäluna voidaan pitää GIF-tiekarttaa, joka esittelee kuusi parhaiten asetettuja tavoitetta vastaavaa reaktorikonseptia sekä esittää suunnitelmat niiden toteuttamiseksi käytännössä.

Neljännän sukupolven fissioreaktoreihin liittyy kiinteästi ydinjätteen jälleenkäsittely. Nykyisessä resurssitilanteessa once through -periaatteen mukainen uraanin käyttö on perusteltavissa, mutta pitkällä tähtäyksellä ydinjätteen kierrätys tulee tarpeelliseksi. Tällä tavalla saadaan raaka-aine käytettyä mahdollisimman täydellisesti. Tavoittelemisen arvoista on myös pienempi määrä loppusijoitettavaa ydinjätettä, joka lisäksi puoliintuisi nopeammin vaarattomalle tasolle. Tämä kehitys on saavutettavissa kiihdytinpohjaisilla transmutaatiolaitteilla, joita kohtaan kiinnostus on jatkunut tiiviinä Carlo Rubbian v. 1994 tekemän aloitteen jälkeen.

Ydinvoimarenessanssi ei mitenkään sulje pois muita energiamuotoja ja -teknologioita. Itse asiassa neljännen sukupolven reaktorit tarjoavat mahdollisuuden toteuttaa vetytalous suuressa mittakaavassa. Lisäksi neljännen sukupolven reaktoreita voidaan hyödyntää juomaveden tekemiseen merivedestä sekä prosessilämmön tuottamiseen teollisuudelle.

Energiatieteiden laboratoriossa pidettiin keväällä 2005 ydin- ja energia-tekniikan seminaari, johon osallistui 13 opiskelijaa. Seminaarissa käsiteltiin neljännen sukupolven reaktorityyppejä sekä ydinjätteen transmutaatiota. Seminaariesitelmät pidettiin kahdessa iltapäiväsessiossa 22.3.2005 ja 4.4.2005. Käsillä olevaan raporttiin on koottu seminaariesitelmien kirjalliset yhteenvedot.

Sisällysluettelo

Ville Tulkki	Ydinjätteen jälleenkäsittely
Catherine Laaksometsä	Transmutation av kärnavfall vs. direkt slutförvar, livscykelanalys
Matti Kortelainen	Accelerator Driven Systems
Fredrik Ahlskog	Kansainväliset transmutaatiohankkeet
Tuomas Karttunen	Kaasujäähdytteisten HTR-reaktoreiden historiaa
Arto Saarnio	Generation IV kaasujäähdytteiset reaktorit, Braytonin sykli
Nhan Huynh	IAEA INPRO: HTGR-reaktorihankkeet
Tuomo Sevón	Pebble Bed Modular Reactor
Tommi Lamminpää	SFR, Monjun ja Superphénixin problematiikkaa
Tuomas Murdoch	Lyijy jäähdytteenä neljännen sukupolven ydinreaktoreissa
Malla Seppälä	SCWR – Supercritical Water Reactor
Pia Kåll	Molten Salt Reactor (MSR) – sulasuolojen ominaisuudet
Tapani Raunio	Vedyn valmistaminen