

Ilmailun ja Ydinvoiman Turvallisuustyö Eroja ja yhtäläisyyksiä



Tom Hätinén, Fintraffic Lennonvarmistus Oy



PRIS

SHORTCUTS



The Database on Nuclear Power Reactors

The Power Reactor Information System (PRIS), developed and maintained by the IAEA for over five decades, is a comprehensive database focusing on nuclear power plants worldwide. PRIS contains information on power reactors in operation, under construction, or those being... [READ MORE »](#)

Registered User ENTRY

How to Register

Select Country

Select Reactor

- 2025: Nuclear Power Reactors in the...
- 2025: Operating Experience with NPP...
- 2024: Country Nuclear Power Profiles...

CURRENT STATUS

416 NUCLEAR POWER REACTORS IN OPERATION

376 261 MWe TOTAL NET INSTALLED CAPACITY

23 NUCLEAR POWER REACTORS IN SUSPENDED OPERATION

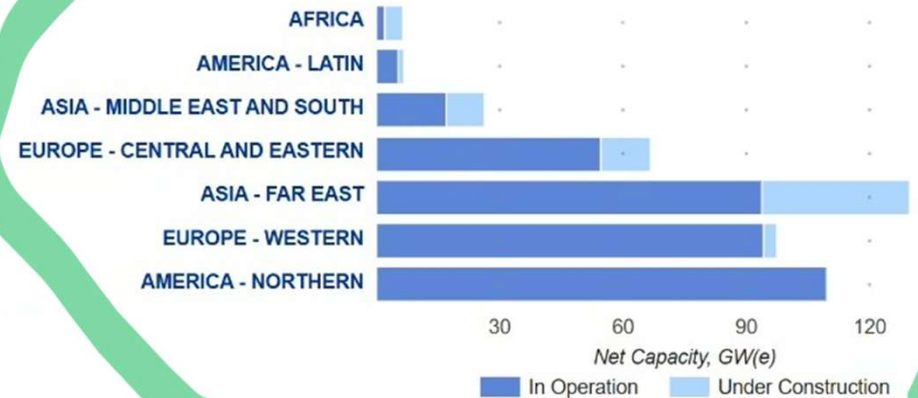
19 687 MWe TOTAL NET INSTALLED CAPACITY

63 NUCLEAR POWER REACTORS UNDER CONSTRUCTION

66 190 MWe TOTAL NET INSTALLED CAPACITY

20 436 REACTOR-YEARS OF OPERATION

REGIONAL DISTRIBUTION OF NUCLEAR POWER CAPACITY



HIGHLIGHTS

Lähde: IAEA



”me molemmat toimimme ihmiselle vihamielisessä ympäristössä”

Kummassakin toimintaympäristössä on lukuisia ihmiselle vaarallisia tekijöitä...silti olemme onnistuneet

luomaan niistä hyvin turvallisia

Luvitus, regulaatio ja valvonta

Ilmailussa:

Traficom ilmailua kokonaisuutena valvovana ja säätelevänä viranomaisena. Lisäksi sotilaspuolella SVY

- Ilmailuorganisaatiot ja luvanvarainen toiminta.
- Valtioneuvosto nimeää ilmaliikennepalvelun tarjoajan tiettyyn ilmatilaan. (kansalliset intressit)

Taustalla: Direktiivit, suoraan toiminnan harjoittajaa ja viranomaista säätelevät EU- asetukset ja Ilmailulaki.

Ydinvoimassa:

- TEM ylin viranomainen (valmistelee ja esittelee).
- Valtioneuvosto myöntää luvat (energiapolitiikka, yhteiskunnan kokonaisuus, luvanhaltijan edellytykset...)
- STUK toimii asiantuntijaviranomaisena ja suorittaa laitosten ja organisaatioiden valvontaa ja määrää vaatimuksista (*esim. säteilyn valvonta*)

Taustalla: Kv. ydinturvallisuuskonventiot ja EU:n ydinturvallisuus- ja ydinjätedirektiivi määrittelevät isot linjat.

EU ei samalla tavalla säätele suoraan toiminnan harjoittajia kuin ilmailussa.

Kansainvälinen konteksti

Ilmailussa:

Useita kansainvälisiä yhteenliittymiä ja intressiorganisaatioita sekä EU tasolla yhteinen Ilmailun viranomainen

- ICAO
- CANSO
- IATA
- ACI
- EASA
- Eurocontrol
- Flight Safety Foundation

Useat organisaatiot sitoutuvat eri järjestöjen ja yhteenliittymien toimintaan, periaatteisiin ja eräissä asioissa valvontaan.

Ydinvoimassa:

Vastaavia kansainvälisiä toimijoita ja yhteenliittymiä kuin ilmailussa

- IAEA
- WANO - World Association of Nuclear Operators)
- Euroopassa WENRA - Western European Nuclear Regulators Association
- Euratom- Euroopan atomienergiayhteisö

Useimmat luvanhaltijat sitoutuvat eri järjestöjen ja yhteenliittymien toimintaan ja eräissä asioissa myös valvontaan.

Toimijat (*luvanhaltijat*)

Ilmailussa:

- Lentoyhtiöt
- Lennonvarmistusyhtiöt
- MET- palveluntarjoajat.
- Maahuolintayhtiöt
- Huolto-organisaatiot
- Yhteisomistuksia ja yhteenliittymiä on paljon...mm allianssit.

Ydinvoimassa:

- Energiayhtiöitä, jotka voivat olla pörssiyhtiöitä tai listaamattomia toimijoita.
- Useissa tapauksissa valtiot omistavat merkittävän määrän yhtiöistä/osakkeista.
- Puhtaasti valtioiden omistamia laitoksia on erityisesti ydinasemaissa.
- Yhteisomistuksia on paljon.

Ydinlaitosten välistä KV-turvallisuusyhteistyötä on paljon

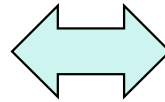
SMS ja Turvallisuuskulttuuri

SMS



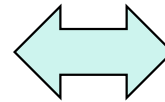
Turvallisuudenhallinnan konteksti

- Johtamisjärjestelmä/Turvallisuusjohtamisjärjestelmä tai spesifinen SMS
 - Organisatorinen kypsyys
 - Riskienhallinta
 - Turvallisuuskulttuuri ja Johtajuus
 - Kompetenssivaatimukset
 - Sisäinen valvonta
 - Vaatimukset eräisiin tehtäviin



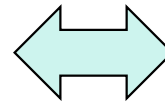
- Johtamisjärjestelmä, jonka osa turvallisuudenhallinnan tulee olla (**ei suoraa SMS vaatimusta**):
 - Organisatorinen kypsyys
 - Riskienhallinta
 - Turvallisuuskulttuuri ja Johtajuus
 - Sisäinen valvonta (mm. havaintokierrokset ovat yleinen käytäntö)
 - Kompetenssivaatimukset (eräät positiot vaativat viranomaisen hyväksynnän)
 - **Vaatimus riippumattomasta toiminnosta turvallisuuden arviointiin**

- Toimintokohtaiset suunnitteluratkaisut
 - (ilma-alukset, turvatoimet, ATS arkkitehtuuri...)



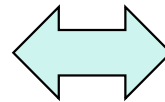
- mm. Syvyysuuntainen suojaamisperiaate suunnittelussa

- Tekniset vaatimukset ja menettelyt



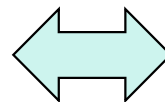
- Tekniset vaatimukset ja menettelyt (mm. reaktiivisuuden tai konfiguraation hallinta)

- Viranomaisvalvonta (Traficom)



- Viranomaisvalvonta (STUK)

- Poikkeamien ja onnettomuuksien hallinta (suunnittelu ja harjoittelu)



- Poikkeamien ja onnettomuuksien hallinta (suunnittelu ja harjoittelu)

Turvallisuuskulttuuri

Ilmailussa:

- Käsitteellä on pitkä historia 50-60-luku ja organisaation sekä siinä toimivien ihmisen rooli ja merkitys on tunnistettu suht aikaisin.
- Vasta 80-luvulla alkoi käytännössä olla laajemmin ymmärretty käsite.
- **Arvioidaan, kehitetään ja mitataan.**

Ydinvoimassa:

- Turvallisuuskulttuuri käsitteenä heräsi käytännössä vasta Chernobylin (-86) jälkeen. Sitä ennen ydinvoiman turvallisuusajattelu oli voimakkaasti teknispainotteista.
- Three Mile Island 1979:
 - Onnettomuusilmiöiden ymmärrys oli virheellistä (tekninen aspekti)
 - Ihmisen toimintaa ei osattu huomioida riittävästi suunnittelussa (inhimillinen aspekti)
- **Yhtiöillä on omat Turvallisuuskulttuurin arviointi- ja kehitysohjelmat**

J
U
S
T

C
U
L
T
U
R
E



Oikeudenmukainen Turvallisuuskulttuuri (JC)

Ilmailussa:

- Kuuluu osaksi EU- lainsäädäntöä ja Ilmailulakia.
- Raportointivelvoite, minkä vastapainona JC- suoja.
- Raportoinnissa anonymiteettimahdollisuus on usein olemassa.

Ydinvoimassa:

- Käsite ei ole yleisesti tunnettu, eikä siihen ole erityistä lainsäädäntöä.
- Raportointivelvoite on (ei JC- suojaa)
- Yhtiöt ja organisaatot kuitenkin toimivat vastaavin periaattein kuin ilmailussa:
 - Syyllistämättömyys
 - Raportoinnista ei rangaista.
 - Positiivinen ja kannustava turvallisuusasenne ja toimintatapa (esim. havaintokierrokset).
 - Raportointi tehdään pääsääntöisesti omalla nimellä.

SEC ja Safety

Security ja Safety

Ilmailussa:

- Tunnistetaan eri käsitteinä ja rajanveto on suhteellisen selkeä.
- Kyberturvallisuus on haastanut rajoja ja luonut limittäisyyttä.
- Ilmailussa on enemmän ”avoimia tai laajempia järjestelmiä” (esim. varausjärjestelmät, globaalit viestintäverkot, lentosuunnitelmajärjestelmät, ilmailutietokannat...)

Ydinvoimassa:

- Tunnistetaan eri käsitteinä hyvin. Rajanveto ei ole yhtä selvärajainen, mikä johtuu laitosympäristön erilaisuudesta suhteessa ilmailuun. Erittäin suljettu ympäristö.
- Yritysturvallisuudella on erittäin näkyvä rooli ja siihen panostetaan paljon. Infrastruktuurin ja laitosten suojaaminen on prioriteetissa korkealla.

Intressiristiriitöjakin eri kokonaisturvallisuuden alueille voi syntyä molemmilla aloilla (esim. palo ja pelastusturvallisuus vaatii mahdollisimman paljon poistumisteitä ja ovia, kun taas Security intresseissä on pitää niitä mahdollisimman vähän)

Kummassakin teollisuudessa ns. ”*Balancing Act*” eri intressien välillä tuottaa usein parhaan lopputuloksen.

VÄSYMYS & STRESSI



Väsymys, Stressi, Psykoaktiiviset aineet

Ilmailussa:

- Määräykset vaativat hallintamekanismeja.
- Käytännöt ja vaatimukset vaihtelevat eri toimijoilla.
- Puhalluskokeita ja huumetestejä yleisesti.

Ydinvoimassa:

- Väsymyksenhallintaan liittyen on vaatimuksia (esim. valvomotyön osin lepomenettelyt).
- Stressinhallintaa ei samalla tavalla määritellä kuin ilmailussa (lennonvarmistus).
- Päihdetestaukset henkilöstölle ja alkoholin nollatoleranssi (ml. testaus).

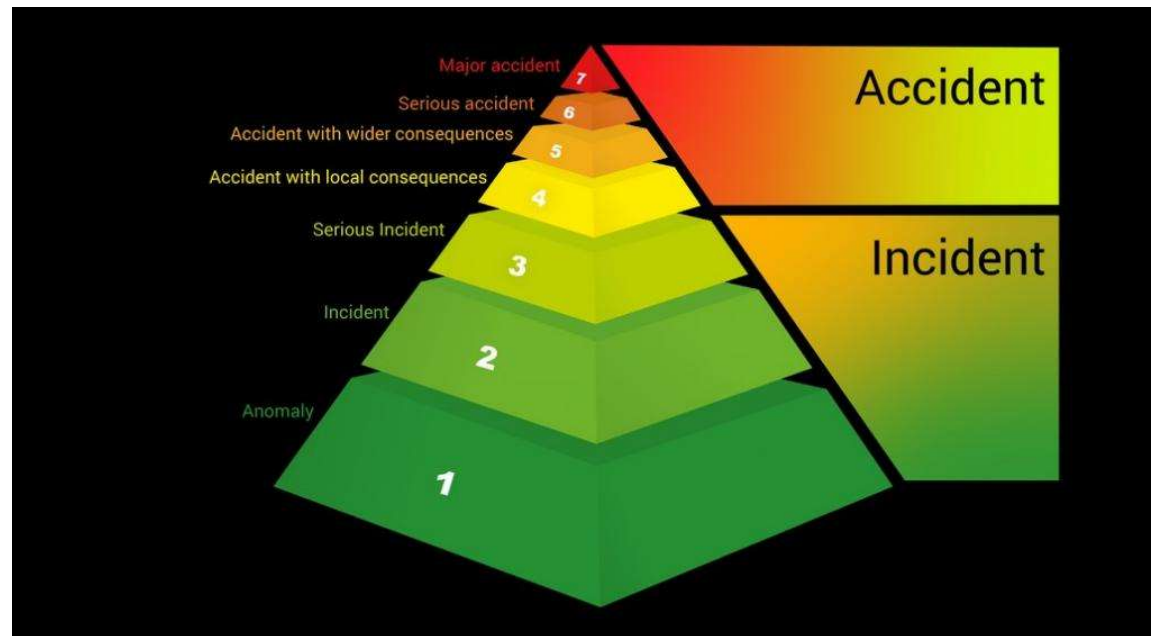
- Ilmailussa on yksityiskohtaisemmat vaatimukset eräiden ammattiryhmien osalta.
- Peruslainsäädäntö psykoaktiivisten aineiden osalta on molemmissa samankaltainen.

Normaalitoimintaa tai poikkeavaa toimintaa

mm. ICAO, ESARR
luokitukset



INES- luokitus (IAEA)



Lähde IAEA

Monitoimijaympäristö

Ilmailussa:

- Usean eri toiminnon luoma toimintoketjujen kokonaisuus, joka ei toimi ilman yhteensovittamista.
- Kansainväliset pelissäännöt (esim RTF).
- Rajapintoja on erittäin paljon (SOP, SLOA tärkeys korostuu).
- Koko liikennemuoto on kansainvälistä.

Paljo avoimia tai laajoja järjestelmärajapintoja (kansainvälisesti)

Ydinvoimassa:

- Tällä hetkellä tyypillisellä ydinvoimalaitoksilla voi toimia yli 100 henkilöä eri alihankintayrityksistä. Revisioiden aikana enemmän.
- Toimijoiden perehdytysprosessi on kattava.
- Yhteistoiminnan muotoja on kansainvälisesti paljon (valvonta, arvioinnit, operatiivinen toiminta, laitosten välinen tutkimustoiminta/yhteistyö).

Suljetumpi ympäristö

**MILTÄ NÄYTTÄÄ
TULEVAISUUS**



Tulevaisuutta ennen on menneisyys (joskus ei toivottu)

Ilmailussa:

- Terrorin uhka
- Onnettomuudet ovat opettaneet kantapäähän kautta.
 - Teneriffa (ohjeet, kommunikaatio, CRM)
 - Lockerbie, WTC (Terrorin torjunta)
 - 737 Max (HMI, design, koulutus, kaupalliset paineet vs Safety)

Ydinvoimassa:

- Ei yhtään laitokseen kohdistunutta merkittävää terroritekoa tai suoraa sotilaallista hyökkäystä.
- Reaktiivisuuden hallintaa on opittu myös kantapäähän kautta.
- Onnettomuuksia/käännekohtia:
 - Three Mile Island 1979 \longrightarrow Työ/laitte-ergonomia
 - Chernobyl 1986 (ensimmäinen, jossa teho karkasi käsistä) \longrightarrow Turvallisuuskulttuuri
 - Tokaimura 1999 (polttoaineen käsittely) Prosessi
 - Fukushima 2011 \longrightarrow Vertaisarviointit, tulvarajat...

- *Yksilö ei opi toisen kärsimyksestä ja organisaatio ei opi...Yksilö kärsii ja yksilö oppii, mutta yksilöt vaihtuvat ja tieto katoaa...miten saamme organisaation oppimaan?*

Tänään...huomenna...

Ilmailussa:

- Multi Remote Operated Towers (MROT)
- Tekoälyn hyödyntäminen
- HMI
- Geopoliittiset uhat
- Globaalit mahdollisuudet

Ydinvoimassa:

- Ydinvoima on suositumpaa kuin koskaan.
- SMR- reaktoreiden tulo (esim. kaukolämpö)
 - Luonnostaan vakaita (kuten myös isommat)
 - Passiiviset ominaisuudet
 - Käyttömalli muistuttaa mahdollisesti MROT konseptia esim valvomotoiminnan osalta

- Human Factors on käytössä sekä ilmailussa, että ydinvoimassa (HUP)



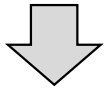
**Molemmat toimialat käyttävät simulaattoriympäristöjä
esimerkiksi poikkeamatilanteiden harjoitteluun**

© Tom Häätinen/Fintraffic ANS

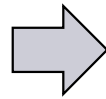


OLEMMEKO OIKEALLA POLULLA?

- Olemmeko menneet liian pitkälle siinä, että nykyajan trendi on löytää lähes joka ongelmaan selitys tai syy ORGANISAATIOSTA

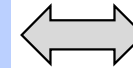


- Onko turvallisuuden fokus siirtynyt yksilön osaamisesta liiaksi muualle...säilyykö ns. **"Airmanship"**



Airmanship

- Kyky lentää ja hallita ilma-alusta
- Kyky johtaa liikennettä



Ydinvoiman vahva perusosaaminen

- Reaktiivisuuden hallinta
- Laitoskonfiguraation hallinta

- Viekö kyberturvallisuus fokuksen liiaksi pois perinteisistä uhista?
- Missä määrin viranomaisvallan tai regulaation lisääntyminen parantaa turvallisuutta? (vrt: EU sääntelyn kasvu tai valmisteilla oleva uusi Ydinenergialaki)



Eteenpäin 😊

STUK julkaisee vuosittain raportin: Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta