

Turvallisuusperustelun tarkastelua

Loppusijoituksen turvallisuusperustelu LS-TUPER

Koordinoitu KYT2014-hanke
VTT, GTK, HYRL, LM

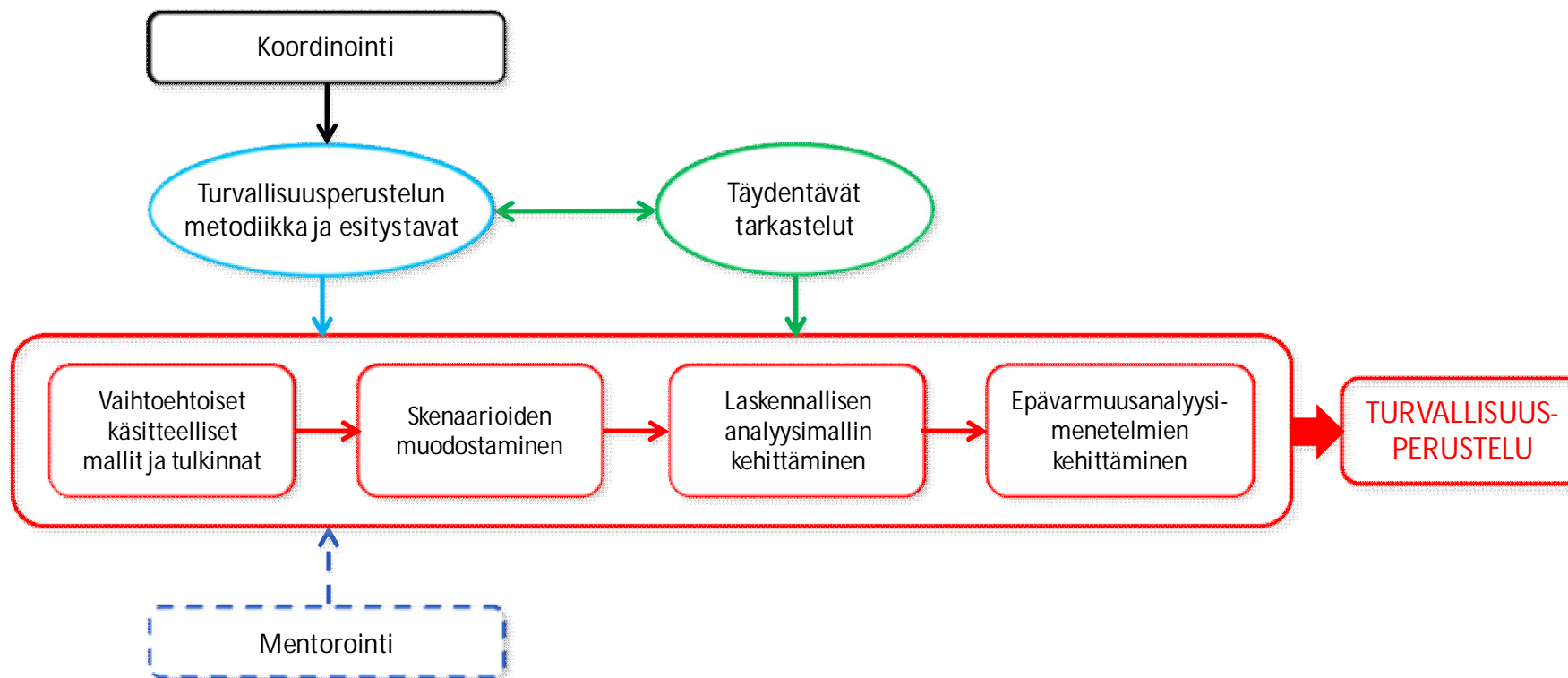


Logo LM

Logo HY



Tarkasteluperspektiivi



Loppusijoituksen turvallisuusperustelu: mitä ja miksi

- Loppusijoituksen turvallisuusperustelu (safety case) on oleellinen osa ydinjätehuoltoa kaikkialla maailmassa (?)
- Suomessa vaatimus ydinjätehuollon turvallisuudesta perustuu lakiin, jota Valtioneuvoston päätökset tarkentavat ja jonka pohjalta Säteilyturvakeskus ohjeistaa jätehuollon toimintaa => YVL 8.4
- Turvallisuusperustelu on ydinjätehuollosta vastaavan luvanhakijan vastuulla, luvansaanti edellyttää turvallisuuden osoittamista eri vaiheissa
- KYT2014 ohjelman puitteissa tehtävä turvallisuusperustelutyö keskittyy parantamaan valmiuksia laatia, ymmärtää ja arvioida loppusijoituksen turvallisuusperustelua

Turvallisuusperustelun määrittelyä ja strategiaa: Metodiikka ja esitystavat

- Synteesi aineistosta, jolla perustellaan (loppusijoituksen) turvallisuus ja turvallisuudesta tehdyn arvion luotettavuus
- Perustelu erityisesti luonnontieteen ja tekniikan havaintojen ja mallien avulla
- MUTTA työkalujen ominaisuudet, toimintatapa ja rajoitteet on huomioitava joka vaiheessa (ihmisäivot!)
 - Eksakti \leftrightarrow deskriptiivinen
- Mielellään läpinäkyvä, osiin purkautuva, ymmärrettävä, todistettava
- Rakenne:

Premissi => perustelu => johtopäätös

Premissi/t (= lähtökohta/-kohdat)

- (Loppusijoitus)systemin kuvaus
 - Sijoituspaikka – geologia
 - Päästöesteeet – tekniikka
- Luonnontieteellis-tekninen tausta (= ”prosessit”)
 - Havainto(todiste) (evidence): Eriasteiseen kokemukseen, aistihavaintoon, tutkimukseen, tietojoukon analyysiin jne. perustuva tieto materiasta, ominaisuuksista, ilmiöistä, tapahtumaketjuista (FEP’s ?)
 - Väite (claim): systemin, sen ominaisuuden, luonnonilmiön ym. Kuvaus
- Skenaariot
 - ”Todennäköisyys” vs. turvallisuusvaikutus

The main elements of the safety case are:

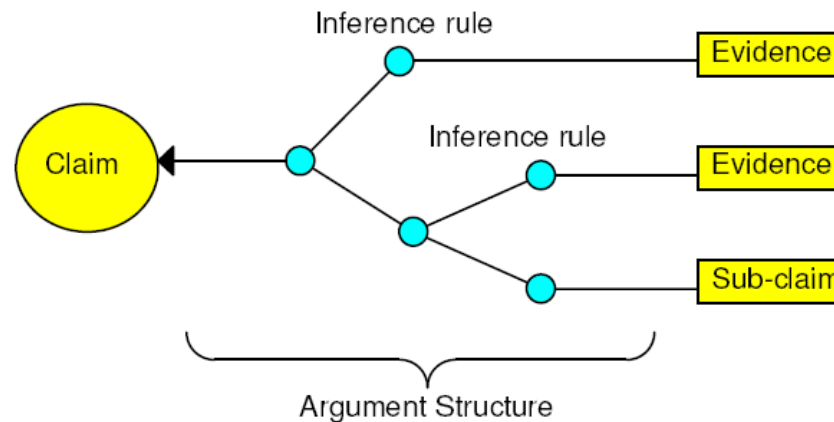
Claim about a property of the system or some subsystem.

Evidence which is used as the basis of the safety argument. This can be either *facts*, (e.g. based on established scientific principles and prior research), *assumptions*, or *sub-claims*, derived from a lower-level sub-argument.

Argument linking the evidence to the claim, which can be deterministic, probabilistic or qualitative.

Inference the mechanism that provides the transformational rules for the argument.

The use of these elements is illustrated in the figure below:



Bishop, P. & Bloomfield R. 1998. A methodology for safety case development. In: (F. Redmill & T. Anderson, eds) *Industrial Perspectives of Safety-Critical systems*. Proc. 6th Safety-Critical Systems Symp. Springer.

Perustelusäännöt (logiikka)

- *Deduktiivinen perustelu*: johtopäätös seuraa premisseistä (on johdettavissa)
 - Engl. implication
 - Looginen päättelyketju, aukoton ja yksikäsitteinen
 - Formaalin kieli/kuvaus; matemaattinen logiikka
- *Induktiivinen perustelu*: johtopäätös on pääteltävissä premisseistä
 - Engl. Inference (?)
 - Johtopäätös ainakin jossain määrin epäsuora (implicite)
 - Vahva korrelaatio, aihetodiste, ”syytä uskoa”
 - Päättely yksittäistapauksesta yleiseksi johtopäätökseksi tai yleisestä tapauksesta erityisjohtopäätökseksi
- *Analogiaperustelu*
 - Kahden eri ”maailman” sääntöjen yhdennäköisyys

Perustelutyypit (yl. turvallisuusperustelu)

2.3 Types of argument

Different types of argument can be used to support claims for the attributes:

- Deterministic* application of predetermined rules to derive a true/false claim (given some initial assumptions), e.g. formal proof of compliance to a specification, or demonstration of a safety requirement (such as execution time analysis or exhaustive test of the logic)
- Probabilistic* quantitative statistical reasoning, to establish a numerical level (e.g. MTTF, MTTR, reliability testing)
- Qualitative* compliance with rules that have an indirect link to the desired attributes (e.g. compliance with QMS standards, staff skills and experience)

Bishop, P. & Bloomfield R. 1998. A methodology for safety case development. In: (F. Redmill & T. Anderson, eds) Industrial Perspectives of Safety-Critical systems. Proc. 6th Safety-Critical Systems Symp. Springer.

Perustelun analyysi

- Pätevyysalue: mistä perustelukokonaisuudessa on kysymys, mistä ei
- Mikä on perustelun rakenne: sovelletut perustelusäännöt
- Mikä on perustelun asiallinen vakuuttavuus: vahvuudet/heikkoudet
- Mikä on perustelun kommunikatiivinen vakuuttavuus (ja vaikuttavuus?)

Turvallisuustoiminnot

- Käytetty polttoaine
 - Polttoaineen liukenevuus, nuklidien liukoisuus
- Kapseli
 - Korroosion kesto, mekaaninen lujuus
- Puskuri
 - Alhainen vedenjohtavuus, plastisuus, geokemiallinen stabiilisuus
- Tunneli/sijoitusreiät
 - Sijoittelu, louhinnan vaikutukset
- Kallio
 - Geologinen stabiilisuus, alhainen vedenjohtavuus, geokemiallinen stabiilisuus, nuklidien pidäytyminen

Täydentävät tarkastelut

- Luonnonilmiöistä saatava tieto loppusijoitussysteemin toiminnasta
- Uuden teknologian, tutkimuksen ja sovellusten kautta saatava tieto
- Tapahtumien suuruusluokka-arviot
- Rajoite/raja-arvotarkastelut (bounding)
- Turvallisuusindikaattorit
 - luonnolliset pitoisuudet, massavirrat
 - Anomalia
- Loppusijoituksen turvallisuuden tarkastelu suhteessa muiden ilmiöiden riskeihin
- Turvallisuusperustelujen vertailu

Turvallisuusperustelu: geologista näkökulmaa

- Geologinen loppusijoituskonsepti:
 - Kallion pitkäaikaisstabiilisuus, myös hydrogeologinen
 - Hydrogeologiset lähtötiedot
- Pitkäaikaisturvallisuus
 - Pitkän aikavälin skenaariot
- Luonnonanalogiat...
 - Polttoaine: UO₂-pitkäaikaisstabiilisuus
 - Kuparianalogiat
 - Bentoniitti
 - Kalliopohjavesiympäristö ja kulkeutuminen