

# Umpilähdekapselin ikääntyminen teollisuuden sovelluksissa

Teollisuuden ja tutkimuksen 12.  
säteilyturvallisuuspäivät  
m/s Mariella, Viking Line

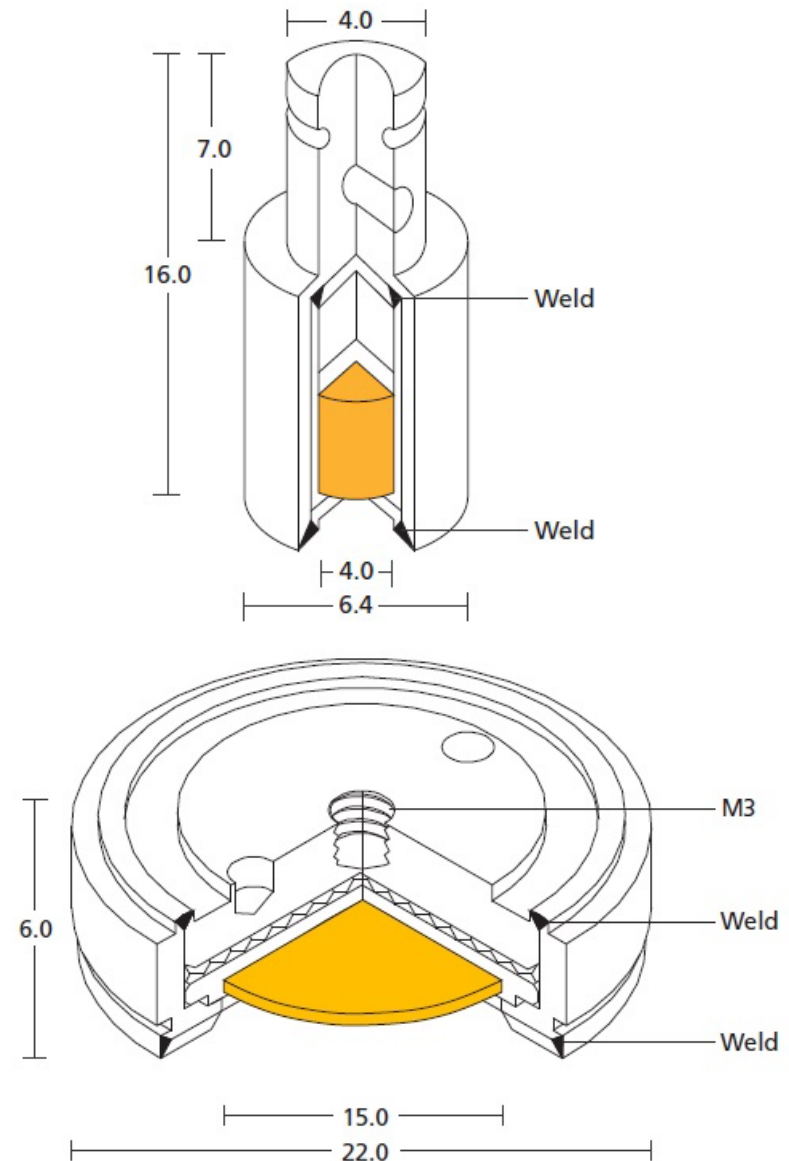
Milla Korhonen  
STUK

# Sisältö

- Umpilähteet
  - Rakenne ja materiaalit
  - Tavallisimmat sovellukset
- Umpilähdestandardit
- Kapselien kestävyys ja käyttöikä vaikuttavat tekijät
  - Valmistusviat
  - Mekaaninen rasitus
  - Korroosio
- Yhteenveto

# Umpilähteet

- Säteilylähde, jossa radioaktiivinen aine suljettu tiiviiseen metallikapseliin siten, ettei sitä voi koskettaa eikä se pääse leviämään ympäristöön
- Umpilähteiden sisältämän radioaktiivisen aineen kemiallinen ja fysikaalinen olomuoto sekä umpilähteen kapselimateriaalit vaihtelevat sovelluksen mukaan
- Kapselointi voi olla yksin- tai kaksinkertainen
- Kapselissa voi olla ohut ikkuna, esimerkiksi berylliumia tai terästä



Kuvat: Eckert & Ziegler

# Umpilähteet: radioaktiivinen aine

- Kemiallinen ja fysikaalinen muoto valitaan niin, että se on mahdollisimman vähän liukenevaa ja kontaminaatoriski on mahdollisimman pieni
- Kemiallisina muotoina metalli-, lasi- tai keraamipelletti
- Vanhoissa umpilähteissä myös kloridi, esim. CsCl
- Kloridimuoto ongelmallinen suuren liukoisuutensa takia

Nuklidi	Säteilylaji	Suomessa käytössä olevat umpilähteet, sis. HASS-lähteet (tilanne 2016 lopussa) (kpl)
<sup>241</sup> Am	α, γ	331
<sup>147</sup> Pm	β	90
<sup>85</sup> Kr	β	312
<sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y	β	104
<sup>137</sup> Cs	γ	4165
<sup>60</sup> Co	γ	970
<sup>55</sup> Fe	γ	110

## Umpilähteet: kapseli

- Yleisin kapselimateriaali ruostumaton teräs, esim. AISI 304L, 316L, 321
- Alfa- ja beetalähteissä tavallisesti ikkuna, joka voi heikentää kapselin mekaanisia ominaisuuksia
- Kapseli voi olla yksin- tai kaksinkertaisesti kapseloitu
- Kapseli suljetaan hitsaamalla, esim. TIG-hitsausta tai laserhitsausta käyttämällä



## Umpilähteet: sovellukset

- Umpilähteitä käytetään hyvin monenlaisissa sovelluksissa niin terveydenhuollossa, tutkimuksessa kuin teollisuudessakin
- Teollisuudessa yleisesti erilaisina radiometrisinä mittalaitteina prosessien eri vaiheissa, esim:
  - Pintakytkin ja pinnankorkeusmittari
  - Tiheysmittari
  - Kuljetinvaaka
- Sovellukset ja niistä saatava tieto perustuu usein säteilyn vaimenemiseen ja sen havaitsemiseen
- Radiometrisillä mittalaitteilla voidaan mitata vaikeissa olosuhteissa, nopeilla tuotantolinjoilla ja ilman mekaanista kosketusta mitattavaan aineeseen
- Mittalaitteet koostuvat säteilysuojuksen sisällä olevasta umpilähteestä, säteilyn ilmaisimesta ja mittauselektroniikasta

# Umpilähdestandardit

- Kaksi tärkeintä umpilähteitä koskevaa standardia:
  - ISO 2919: Radiation protection – Sealed radioactive sources – General requirements and classification
  - ISO 9978: Radiation protection – Sealed radioactive sources – Leakage test methods
- Standardeissa käsitellään umpilähteiden yleisiä vaatimuksia ja luokituksia, umpilähteille suoritettavia mekaanisia testejä, tiiviyskokeita sekä pyyhintäkokeita
- Näiden standardien avulla pyritään varmistamaan valmistettujen umpilähteiden säteilyturvallisuus sekä käyttöturvallisuus koko umpilähteen elinkaaren ajan

# Kapselien kestävyys ja käyttöikä vaikuttavat tekijät (1/2)

- Valmistusviat
  - Hitsisauman laatu
    - Hitsaus vaikuttaa hitsattavaan materiaaliin monella tavalla esimerkiksi lämmöntonnoin, sisäisten jännitysten synnyn ja käytettävien lisäaineiden kautta
    - Materiaalin epäjatkuvuuskohdat alttiita mekaanisten ja korroosio-ominaisuuksien heikentymiselle
  - Pintavirheet
    - Vahingoittavat terästä suojaavaa passiivikalvoa ja teräksen pinta voi altistua paikalliselle korroosiolle
- Mekaaninen rasitus
  - Tärinä
  - Kuljetukset ja käsittely
    - Mahdollisuuksien mukaan tulee välttää liiallista voimaa tai kapselin pintaa vahingoittavien työvälineiden tai kemikaalien käyttöä



# Kapselien kestävyys ja käyttöikä vaikuttavat tekijät (2/2)

- Paikallinen korroosio
  - Austeniittiset ruostumattomat teräkset vastustavat pääsääntöisesti hyvin yleistä korroosiota, mutta ovat alttiita paikalliselle korroosiolle etenkin happamia tai kloridipitoisia liuoksia sisältävissä olosuhteissa
  - Pistekorrosio on erityisen vaarallista, koska se on vaikea huomata ja paikallinen korroosionopeus on tavallisesti suuri
  - Tavallisesti pistekorrosio pysähtyy saavutettuaan tietyn syvyyden, mutta ohuiden seinämien tapauksessa pistekorrosio voi jopa puhkaista seinämän
  - Erityisesti hitsisaumojen läheisyydessä pistekorrosio voi edetä nopeasti



Kuva: Passinox

## Yhteenveto

- Umpilähteiden radioaktiivisen aineen kemiallinen ja fysikaalinen olomuoto sekä kapselimateriaalit valitaan sovellukseen ja käyttöolosuhteisiin sopiviksi
- Muutokset käyttöolosuhteissa/korroosioympäristössä voivat vaikuttaa umpilähdekapselin ikääntymiseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin
- Umpilähdekapseleiden käsittelyssä tulee noudattaa varovaisuutta etenkin kapselin pinnan vioittumisen estämiseksi
- Vaikka kapselimateriaali onkin ruostumaton teräs, materiaali voi silti olla altis paikalliselle korroosiolle etenkin happamia tai kloridipitoisia liuoksia sisältävissä olosuhteissa
- Tällaisissa sovelluksissa kiinnitettävä erityistä huomiota umpilähteen käsittelyyn ja muutenkin umpilähteen hyvään kuntoon

KIITOS!