

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

JONNE PAAVOLA

# **Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnan kehittäminen**

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2025

## TIIVISTELMÄ

Paavola, Jonne: Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnan kehittäminen

Opinnäytetyö, AMK

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Elokuu 2025

Sivumäärä: 40

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli prosessikuvauksen luominen Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta, sekä vastaanottoaseman laitteiston ja toiminnan kehittäminen. Kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehdään materiaalien käsittelyyn liittyviä työtehtäviä ja kapselikomponenttien tarkastuksia. Opinnäytetyö tehtiin Teollisuuden Voima Oyj:n mekaanisten laitteiden laadunohjausorganisaatiolle.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä ja sen tekemisessä käytettiin laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Tietoa hankittiin keskusteluina yrityksen asiantuntijoiden kanssa ja vastaanottoaseman toimintaan liittyvien dokumenttien tutkimisella. Kapselikomponenttien vastaanottoaseman kehityskohteita kartoitettiin myös havainnoimalla.

Työn tuloksena luotiin prosessikuvaukset kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta ja kehitysehdotukset vastaanottoaseman laitteille ja toiminnalle.

Avainsanat: Prosessikuvaus, loppusijoitus, ydinpolttoaineet, vastaanottoasema, tarkastus

## ABSTRACT

Paavola, Jonne: Development of the function of Posiva's canister component receiving station  
Bachelor's thesis  
Mechanical engineering  
August 2025  
Number of pages: 40

The goal of this thesis was to create a process description of Posiva's disposal canister component receiving station functions and improve receiving station's equipments and operations. Tasks related to material handling and disposal canister component inspections are being carried out at the disposal canister component receiving station. This thesis was created for Teollisuuden Voima Oyj mechanical quality control organisation.

This thesis was conducted as a practice-based thesis and qualitative research methods were used in its creation process. Information was collected by using discussions with the company's experts and by studying documents about receiving station's operations. Development targets for the disposal canister component receiving station was also searched by observation.

Process descriptions about Posiva's disposal canister component receiving station functions and development proposals for receiving station's equipments and operations were made as result of the thesis.

Keywords: Process description, final disposal, nuclear fuels, receiving station, inspection

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Teollisuuden Voima Oyj:n mekaanisten laitteiden laadunohjausorganisaatiolle. Työn ohjaus toteutettiin yhdessä TVO:n ja Posivan henkilöstön toimesta.

Haluan kiittää TVO:n ja Posivan henkilöstöä opinnäytetyön tekemisen mahdollisuudesta ja asiantuntevasta työn ohjaamisesta ja opastamisesta. Haluan kiittää myös opinnäytetyön ohjaajaani hyvin sujuneesta yhteistyöstä opinnäytetyön tekemisen aikana. Kiitokseni kuuluvat myös kaikille opinnäytetyöni tekemisessä avustaneille ja kehitysideoita antaneille.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	8
2 YRITYKSET .....	8
2.1 TVO .....	8
2.2 Posiva.....	9
3 KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOITUS .....	10
4 LOPPUSIJOITUSKAPSELI .....	12
4.1 Kapselin käyttötarkoitus.....	12
4.2 Kapselin komponentit .....	13
5 KAPSELIKOMPONENTTIEN VASTAANOTTOASEMA.....	15
5.1 Kapselikomponenttien vastaanottoaseman työt .....	15
5.2 Kapselikomponenttien vastaanottoaseman laitteet .....	15
6 NDT-TARKASTUSMENETELMÄT .....	16
6.1 NDT-tarkastusmenetelmien perusteet .....	16
6.2 Pyörrevirtatarkastus.....	17
6.3 Ultraäänitarkastus .....	17
7 RAKENNETARKASTUS .....	18
8 VASTAANOTTOTARKASTUS.....	19
9 TYÖN MENETELMÄT JA AINEISTON HANKKIMINEN .....	19
10 TYÖN TOTEUTUS JA TULOS.....	21
10.1 Työn toteuttaminen.....	21
10.2 Kokonaisprosessikuvaus .....	22
10.2.1 Prosessit.....	22
10.2.2 Prosessien kuvaamisen hyödyt .....	22
10.2.3 Prosessien kuvaamisen haasteet .....	23
10.2.4 Prosessikaaviot.....	23
10.2.5 Prosessien kuvaaminen sanallisesti .....	23
10.2.6 Valurautaisen sisäosan prosessikuvaus .....	24
10.2.7 Teräskannen prosessikuvaus .....	24
10.2.8 Kupariputken prosessikuvaus .....	25
10.2.9 Kuparikannen prosessikuvaus .....	26
10.2.10 Kuparipohjan prosessikuvaus .....	27
10.2.11 Kuparikapselin prosessikuvaus pohjan hitsauksen jälkeen ...	27
10.3 Kehitysehdotukset laitteille ja toiminnalle .....	28
10.3.1 Varastoinnin kehitys.....	28
10.3.2 Laitteiston kehitys .....	29

10.3.3 Komponenttien puhtaustason kehitys .....	33
11 POHDINTA .....	34
LÄHTEET.....	36

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

EPR	European Pressurized Water Reactor, eurooppalainen paine- vesireaktori
ET	Eddy Current Testing, pyörrevirtatarkastus
LT	Leak Testing, vuototarkastus
MT	Magnetic Particle Testing, magneettijauhetarkastus
NDT	Non-Destructive Testing, rikkomaton aineenkoetus
PMI	Material Identification, materiaalitunnistus
PT	Penetrating Testing, tunkeumanestetarkastus
QC	Quality Control, laadunohjaus
RT	Radiography Testing, radiografinen tarkastus
STUK	Säteilyturvakeskus
TVO	Teollisuuden Voima Oyj
UT	Ultrasonic Testing, ultraäänitarkastus
VT	Visual Testing, silmämääräinen tarkastus

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnan ja laitteiston kehittäminen. Opinnäytetyön aihe on rajattu koskemaan toimintoja, jotka käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa käytettäville kapselikomponenteille tehdään kapselikomponenttien vastaanottoasemalla. Työn tekeminen on tarpeellista, jotta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen alkaessa vastaanottoasemalla tehtävät työt saadaan tehtyä turvallisesti ja joustavasti. Työn toimeksiantajana toimii Teollisuuden Voima Oyj ja työ tehtiin TVO:n mekaanisten laitteiden laadunohjausorganisaatiolle.

Tavoitteena opinnäytetyössä on prosessikuvauksen luominen koko kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta. Prosessissa kuvataan turvallinen ja joustava toimintatapa tehtävien suorittamiselle. Kokonaisprosessikuvauksen tarkoituksena on selkeyttää vastaanottoasemalla tehtävien töiden kokonaisuutta ja tarjota mahdollinen toimintatapa tehtävien suorittamiselle. Opinnäytetyössä luodut prosessikaaviot tehtiin vain organisaation käyttöön, joten niitä ei julkaista. Opinnäytetyön tavoitteena on myös löytää kehityskohteita vastaanottoaseman toiminnasta ja laitteistosta, sekä tarjota näihin ratkaisuja.

## 2 YRITYKSET

### 2.1 TVO

TVO on osakeyhtiö, joka tuottaa sähköä ydinvoimalla. Yritys perustettiin vuonna 1969. Alun perin TVO:n tehtävänä oli Suomen teollisuuden sähköntarpeisiin vastaaminen. Nykyisin TVO tuottaa sähköä koko yhteiskunnan käytettäväksi. TVO:n ydinvoimalaitos sijaitsee Eurajoen Olkiluodossa. (TVO, n.d.-a.)

Teollisuuden Voiman ydinvoimalaitokseen kuuluu kolme laitosesikettä, jotka ovat Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 ja Olkiluoto 3 (Pohjolan Voima, n.d.).

Laitosesiköistä Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat kiehutusvesireaktoreita. Niiden molempien teho on 890 megawattia. Olkiluoto 1 aloitti sähköntuotannon vuonna 1978 ja Olkiluoto 2 vuonna 1980. (TVO, n.d.-b.) OL1- ja OL2- laitosesiköiden toimittajana oli ruotsalainen AB Asea Atom (TVO, n.d.-c, s.9).

Olkiluoto 3- laitosesikkö on EPR-tyyppinen painevesilaitos, jonka säännöllinen sähköntuotanto alkoi vuonna 2023. Olkiluoto 3- laitosesikön teho on noin 1600 megawattia. Sen laitostoimittajina toimivat AREVA GmbH, AREVA NP SAS ja Siemens AG. (TVO, n.d.-d.)

TVO:n omistajiin kuuluvat EPV Energia Oy (6,6 %), Fortum Power and Heat Oy (25,8 %), Kemira Oyj (0,9 %), Oy Mankala Ab (8,2 %) ja Pohjolan Voima Oyj (58,5 %) (TVO, n.d.-e). TVO:n toiminta perustuu siihen, että sähköä tuotetaan yhtiön omistajille omakustannushintaan. Yhtiön omistajat maksavat TVO:n toimintaan liittyvät kustannukset ja saavat vastineeksi oman osuutensa tuotetusta sähköstä. (TVO, n.d.-f.) Vuonna 2024 TVO:n henkilöstömäärä oli 1095 ja liikevaihto 897 miljoonaa euroa (Kauppalehti, n.d.-a).

## 2.2 Posiva

Posiva on vuonna 1995 perustettu osakeyhtiö, jonka tehtävänä on omistajiensa Suomessa olevien ja Suomeen rakennettavien uusien ydinvoimalaitosesiköiden käytetyn ydinpolttoaineen ja muun korkea-aktiivisen ydinjätteen huolto, johon kuuluu myös loppusijoitus. (Kauppalehti, n.d.-b). Posivan toimintaan kuuluvat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvä tutkiminen, kehittäminen ja suunnittelu. Tämän lisäksi Posiva vastaa kapselointi- ja loppusijoituslaitosten rakentamisesta, käyttämisestä ja sulkemisesta. (Posiva, n.d.-a.) Posivan omistajat ovat Teollisuuden Voima Oyj (60 %) ja Fortum Power and Heat Oy (40 %) (Posiva, n.d.-b). Vuonna 2024 Posivan henkilöstömäärä oli 91 ja liikevaihto 80 miljoonaa euroa (Kauppalehti, n.d.-b).

### 3 KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOITUS

Radioaktiivisiksi jätteiksi luokitellaan hyödyttömät materiaalit, rakenteet ja esineet, jossa on radioaktiivisia aineita. Tällaiset jätteet pitää tehdä haitattomaksi niiden radioaktiivisuuden vuoksi. Niitä ei kuitenkaan pystytä yleensä hävittämään, joten niiden pääseminen ympäristöön pitää estää. Radioaktiivisten jätteiden eristämisen ehtoihin vaikuttavat jätteiden aktiivisuustaso ja radioisotooppien puoliintumisaika, eli se kuinka nopeasti aineen radioaktiivisuus puoliintuu. Radioaktiivinen hajoaminen aiheuttaa jätteiden radioaktiivisuuden heikkenemistä ilman muita aktiivisuuteen vaikuttavia asioita. (STUK, n.d.-a.)

Radioaktiiviset jätteet jaetaan niiden aktiivisuuden mukaan kolmeen luokkaan, jotka vaikuttavat niiden käsittelyyn ja säilyttämiseen. Nämä luokat ovat matala-, keski- ja korkea-aktiivinen jäte. Radioaktiiviset jätteet jaetaan yleensä myös lyhyt- ja pitkäikäisiin jätteisiin sen mukaan, että kuinka kauan radioaktiivisten aineiden puoliintumisessa kestää aikaa. Tämä jako vaikuttaa niiden loppusijoitukseen. (STUK, n.d.-a.)

Ydinvoimalla sähköä tuottaessa muodostuu radioaktiivista jätettä, jota kutsutaan ydinjätteeksi. Ydinvoimaloiden toiminnasta muodostuvat ydinjätteet ovat esimerkiksi käytetty ydinpolttoaine ja huolloista aiheutuva jäte. Suomessa käytetty ydinpolttoaine on luokiteltu korkea-aktiiviseksi jätteeksi. (STUK, n.d.-a.) Radioaktiivisuuden lisäksi käytetystä ydinpolttoaineesta vapautuu paljon lämpöä. Nämä asiat on huomioitava käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä ja säilyttämisessä. (TVO, n.d.-g.)

Uraanista valmistettu ydinpolttoaine on sijoitettu ydinreaktoriin polttoainenippuina, jotka koostuvat polttoainesauvoista. Uraani on pakattu polttoainesauvojen sisälle keraamisten nappien muodossa. Yhden polttoainenipun korkeus vaihtelee 3–5 metrin välillä ja uraanin määrä 120-540 kilogramman välillä. Suomessa oli vuoden 2022 lopussa ydinvoiman tuottamaa käytettyä ydinpolttoainetta noin 16 100 polttoainenipun verran. (Työ- ja elinkeinoministeriö, n.d.)

Monissa ydinvoimaa sähkön tuottamiseksi hyödyntävissä maissa on toiminnassa loppusijoituslaitoksia, joissa varastoidaan matala- ja keskiaktiivisia jätteitä. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisua ei kuitenkaan ole vielä otettu käyttöön missään maassa. Suomessa ollaan muita maita edellä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa, sillä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on määrä alkaa Posivalla 2020-luvulla. (Posiva, n.d.-c.)

Loppusijoitukseksi kutsutaan toimintaa, jossa käytetyn polttoaineen pääseminen elinympäristöön estetään, kunnes sen radioaktiivisuudesta ei ole enää haittaa. Posiva Oy hoitaa Suomessa Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n ydinjätteen loppusijoituksen Olkiluodon kallioperään. Käytetyn ydinpolttoaineen reaktorista poistamisen jälkeen polttoaineen annetaan jäähtyä neljä vuotta ydinvoimalaitoksen reaktorihallissa sijaitsevilla vesialtailla. Reaktorihallin vesialtaista käytetty polttoaine siirretään ydinvoimalaitoksen alueella olevan välivaraston vesialtaisiin, jossa polttoaineen annetaan jäähtyä vuosikymmeniä ennen loppusijoituksen alkua. (TVO, n.d.-h.)

Välivarastosta käytetty ydinpolttoaine siirretään kapselointilaitokselle, jossa käytetty ydinpolttoaine suljetaan ilmatiiviiseen suojakapseliin. Kapseloinnin jälkeen käytetyllä polttoaineella täytetyt suojakapselit siirretään noin 420 metrin syvyyteen kallioperässä sijaitsevaan loppusijoitustunneliin, jossa ne sijoitetaan tunneliin porattuihin reikiin. Suojakapselin reikään sijoittamisen jälkeen kapseli ympäröidään bentoniittisavikerroksella, jonka tarkoituksena on taata kapselin hyvän eristämiskyvyn säilyminen pitkään. Bentoniittisavikerros ja peruskallio eristävät loppusijoituskapselin säteilyn siten, että se ei ole havaittavissa loppusijoitustunnelissa tai maankamaralla. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen loputtua kaikki maan alla sijaitsevat alueet, tunnelit ja kuilut täytetään ja suljetaan. (Fortum, n.d.) Loppusijoitustunneleiden täyttö tullaan toteuttamaan loppusijoituksen aikana käyttäen granuliseosta (Posiva, n.d.-f).

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisen turvallisuuden mahdollistavat vapautumisesteet, jotka varmentavat toisiaan. Näitä vapautumisesteitä ovat ydinpolttoaineen olomuoto, loppusijoituskapseli, puskuribentoniitti, tunnelien täyttäminen ja peruskallio. (Posiva, n.d.-d.) Loppusijoituksen

turvallisuus ei saa vaarantua, vaikka joidenkin vapautumisesteiden toiminta loppuisi. Säteilyturvakeskus on asettanut turvallisuusmääräyksiä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle, joiden mukaan radioaktiivisten aineiden pääsy kallioperään pitää estää teknisten vapautumisesteiden avulla vähintään 10 000 vuoden ajaksi. (STUK, n.d.-b.) Kuvassa 1 on esitetty käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen vapautumisesteet.

## Vain turvallinen loppusijoitus on mahdollista

- Loppusijoituksen moniesteperiaate:  
Useat toisiaan varmentavat vapautumisesteet varmistavat pitkäaikaisturvallisuuden



**Posiva**

Kuva 1. Vapautumisesteet (Posiva, n.d.-d.)

## 4 LOPPUSIJOITUSKAPSELI

### 4.1 Kapselin käyttötarkoitus

Loppusijoituskapseli on yksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa käytettävistä teknisistä vapautumisesteistä (Posiva, n.d.-d). Käytetty ydinpolttoaine pakataan ja suljetaan tiiviiseen loppusijoituskapseliin. Tarkoituksena on estää pohjaveden kontakti käytetyn ydinpolttoaineen kanssa. Tällä tavoin pystytään estämään radioisotooppien leviäminen pohjaveden kautta ympäristöön.

(Posiva, n.d.-e.) Tämän lisäksi loppusijoituskapselin pitää rajoittaa säteilyn vaikutuksia ympäristöön. Loppusijoituskapselissa olevat käytetyt ydinpolttoaineniput saavat aiheuttaa pelkästään lämpöä tai matalaa säteilyä ympäristöönsä. Kapseleilta vaaditaan korkeaa korroosionkestävyyttä ja mekaanista kestävyttä. (Posiva, 2009, s.3.)

#### 4.2 Kapselin komponentit

Posivalla käytettävien loppusijoituskapseleiden pituus määräytyy käytetyn ydinpolttoaineen mukaan. Kapseleiden pituudessa on kolme eri vaihtoehtoa, jotka ovat 4,75 metriä, 3,6 metriä ja 5,2 metriä. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 käytetylle polttoaineelle suunniteltu kapseli on 4,75 metriä pitkä ja siihen mahtuu yhteensä 12 polttoainenippua. Loviisa 1 ja Loviisa 2 käytetyn polttoaineen loppusijoituskapselin pituus on 3,6 metriä ja siihen mahtuu yhteensä 12 polttoainenippua. Olkiluoto 3 käytetylle polttoaineelle suunnitellussa kapselissa on tilaa yhteensä neljälle polttoainenipulle ja sen pituus on 5,2 metriä. Loppusijoituskapselin halkaisija ei kuitenkaan muutu, vaan se pysyy aina 1,05 metrissä. Loppusijoituskapselien paino vaihtelee eri laitosten käytetylle ydinpolttoaineelle tarkoitettujen kapselien välillä. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 loppusijoituskapseleiden paino on kokonaisuudessaan 24,5 tonnia. (Posiva, n.d.-e.)

Loppusijoituskapselin komponentit ovat pallografiittivaluraudasta valmistettu sisäosa, teräskansi, kuparivaippa ja kuparikansi. Valurautainen sisäosa on kapselin kuormaa kantava osa, johon käytetyn ydinpolttoaineen elementit asetetaan. Teräskannen tarkoituksena on sulkea loppusijoituskapselin sisärakenne. Kuparivaipan ja kuparikannen tehtävänä on estää korroosion tapahtumista valurautaisessa sisäosassa. (Posiva, n.d.-e.) Kuvassa 2 on nähtävissä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapselin komponentit.



Kuva 2. Loppusijoituskapseli (Posiva, n.d.-e.)

Pallografiittivalurauta on yksi valuraudan laji. Grafiitti on pallografiittivaluraudassa pallomaisina sulkeumina. Sen ominaisuuksiin kuuluvat hyvä lujuus, sitkeys, kulutuskestävyys, valettavuus ja koneistettavuus. Sen käyttökohteita ovat esimerkiksi moottoreiden osien ja valssien valmistus. (Camcut, n.d.)

Kupari on metalli, jolla on erittäin hyvä lämmön- ja sähkönjohtavuus. Tämän lisäksi kuparilla on hyvä korroosionkesto ja se soveltuu hyvin taottavaksi. Tämän seurauksena kuparista voidaan valmistaa monimutkaisen muotoisia kappaleita. Kuparin ominaisuuksien ansiosta kuparia käytetään monilla teollisuuden aloilla, joista tärkein on elektroniikkateollisuus. (AA-Tuotanto, n.d.) Seostamattomana kupari on suhteellisen pehmeää, mutta sen lujuutta ja sitkeyttä voidaan kasvattaa seostamalla. Kupari on myös joustavaa, kestävä ja antibakteerista. Kupari soveltuu hyvin hitsattavaksi ja juotettavaksi. Kuparin käyttö on alkanut yli 10 000 vuotta sitten, jonka seurauksena sitä on opittu käyttämään hyvin monilla eri tavoilla. Vanhetessaan kupari patinoituu ensin tumman ruskean väriseksi ja myöhemmin vihreäksi. Kuparin kierrätys pystytään toteuttamaan siten, että kaikki kupari voidaan kierrättää uudelleen

käytettäväksi. Sen ominaisuudet eivät muutu uudelleensulatuksen seurauksena, vaan se säilyttää ominaisuutensa. (Cupori, n.d.)

## 5 KAPSELIKOMPONENTTIEN VASTAANOTTOASEMA

### 5.1 Kapselikomponenttien vastaanottoaseman työt

Tässä kappaleessa on tarkoituksena esitellä kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävät työt, jotka toimivat myöhemmässä vaiheessa tehtävien kehitysehdotusten ja prosessikuvausten perustana.

Kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehdään materiaalien käsittelyyn liittyviä työtehtäviä. Komponenttien kuljetusten vastaanotto ja purkaminen tapahtuu vastaanottoasemalla. Tämän lisäksi vastaanottoasemalla tehdään kuljetuspakkausten purkuja ja kapselikomponenttien siirtoja eri työpisteiden välillä. Kapselikomponenttien vastaanottoasemalla myös varastoidaan, pakataan ja lähetetään eteenpäin komponentteja, sekä suoritetaan kapselikomponenttien puhdistuksia.

Vastaanottoasemalla tehdään myös kapselikomponenttien tarkastuksia. Näitä tarkastuksia ovat kapselikomponenttien vastaanottotarkastukset, rakennetarkastukset ja NDT-tarkastukset. Kuparista valmistetuille putkille, kansille ja pohjille suoritetaan ultraäänitarkastus, pyörrevirtatarkastus ja visuaalinen tarkastus. Valurautaiselle sisäosalle suoritetaan pelkästään ultraäänitarkastus. Teräskannelle ei suoriteta vastaanottoasemalla mitään tarkastuksia, vaan ne on suoritettu jo valmistuksen aiemmissa vaiheissa.

### 5.2 Kapselikomponenttien vastaanottoaseman laitteet

Tässä kappaleessa on tarkoituksena esitellä Posivan kapselikomponenttien vastaanottoasemalla olevat laitteet ja koneet, joilla suoritetaan

kapselikomponenteille tehtävät työt. Vastaanottoasemalla on siltanosturi, jonka avulla kapselikomponentteja käsitellään. Tämän lisäksi alueelta löytyy myös trukki, jota voidaan käyttää kuparikansien ja teräskansien kuljettamiseen.

Kapselikomponenttien vastaanottoasemalla on myös kolme NDT-tarkastuslaitetta, joilla suoritetaan kapselikomponenttien NDT-tarkastukset, pois lukien teräskannen tarkastukset. Kupariputken tarkastuslaitteella pystytään suorittamaan ultraäänitarkastus ja pyörrevirtatarkastus. Kuparikannelle ja kuparipohjalle on oma tarkastuslaite, jolla tehdään ultraäänitarkastus ja pyörrevirtatarkastus. Valurautaisen sisäosan tarkastukset suoritetaan omassa tarkastuslaitteessaan, jossa tehdään ultraäänitarkastus.

## 6 NDT-TARKASTUSMENETELMÄT

### 6.1 NDT-tarkastusmenetelmien perusteet

NDT-tarkastus tarkoittaa rikkomatonta aineenkoetusta. Rikkomatonta aineenkoetusta käytettäessä tarkastuksen kohdetta ei rikota. NDT-menetelmiä käytetään esimerkiksi tuotekehityksessä, valmistuksen valvonnassa ja laadunvarmistuksessa. Niitä hyödynnetään myös paljon kunnonvalvonnassa ja huoltojen yhteydessä. Yleisiä käyttökohteita NDT-menetelmien käyttämiselle ovat painelaitteet, mekaaniset laitteet ja tärkeät komponentit, joilla on vaikutusta turvallisuuteen ja toimivuuteen. (Kiwa, n.d.)

Rikkomaton aineenkoetus auttaa varmistamaan asetettujen vaatimusten täytymisen laitoksilla ja laitteilla. NDT-menetelmiä käyttämällä pystytään vaikuttamaan turvallisuuteen ja luotettavuuteen. NDT-menetelmien etuja ovat laatu- poikkeamien löytäminen, laadunseurannan varmuus ja vaikeiden kohteiden tarkastusten toteutettavuus. Sen avulla pystytään löytämään viat ja virheet varhaisessa vaiheessa, sekä pystytään luomaan kunnossapitosuunnitelmia ja

asettamaan huoltotehtävät tärkeysjärjestykseen. NDT-menetelmät helpottavat hankintojen ja huoltojen ajoittamista ja kohdistamista. (Kiwa, n.d.)

Rikkomaton aineenkoetus koostuu monista eri menetelmistä, joita ovat esimerkiksi silmämääräinen tarkastus (VT), magneettijauhetarkastus (MT), tunkeumanestetarkastus (PT), radiografinen tarkastus (RT), ultraäänitarkastus (UT), pyörrevirtatarkastus (ET), vuototarkastus (LT) ja materiaalitunnistus (PMI). (Kiwa, n.d.)

## 6.2 Pyörrevirtatarkastus

Pyörrevirtatarkastus (ET) on NDT-tarkastusmenetelmä, jonka toiminta perustuu sähkömagnetismiin. Pyörrevirtatarkastuksen hyviä puolia ovat esimerkiksi sen tehokkuus ja nopeus, sekä mahdollisuus tarkastaa hyvin erilaisten muotojen omaavia kohteita. Pyörrevirran avulla viasta saadaan selville hyvin tarkasti sen sijainti ja mitat. Pyörrevirtatarkastuksen avulla saadaan löydettyä pienetkin halkeamat. Se soveltuu käytettäväksi ferromagneettisille ja ei-ferromagneettisille aineille. Pyörrevirtatarkastus on käytössä esimerkiksi ydinvoimateollisuudessa ja muissa energiateollisuuden aloissa. (Dekra, n.d.-a.) Pyörrevirtatarkastus soveltuu johtavien materiaalien tarkastamiseen ja sillä voidaan havaita pinnan läheisyydessä olevia virheitä ilman pinnoitteen poistamista (MME Group, n.d.).

Pyörrevirtatarkastuksen käytön rajoittavia tekijöitä ovat esimerkiksi se, että sitä ei voida käyttää johtamattomille materiaaleille. Tarkastettavan kappaleen pinnalla olevat pienet epätasaisuudet ja pinnan viimeistelyn taso voivat aiheuttaa virheitä tarkastuksen tuloksen suhteen. Pyörrevirtatarkastuksen rajoitteena on myös heikko tunkeutumissyvyys. (MME Group, n.d.)

## 6.3 Ultraäänitarkastus

Ultraäänitarkastus on yksi NDT-menetelmistä, jota voidaan käyttää materiaalin sisällä olevien virheiden löytämiseen. Sitä on käytetty jo yli 40 vuotta ja sen

käyttäminen on yleistä teollisuudessa. (NDT-Team Oy, n.d.) Pinnanalaisten ja sisäisten virheiden lisäksi ultraäänitarkastuksella voidaan löytää joissakin tapauksissa myös materiaalin pinnalla olevia vikoja. Ultraäänitarkastuksessa käytetään hyödyksi ultraäänitekniikkaa kappaleen tilavuuden testauksessa ja pyritään löytämään mahdolliset epäsäännöllisyydet tilavuudessa. Sen avulla voidaan löytää valmistusvikoja ja käytön aikana aiheutuneita vikoja. Sen käyttökohteita ovat esimerkiksi hitsausseamojen tarkastukset, ohutlevyjen testaaminen ja paksuusmittaukset. Ultraäänitarkastuksella löydettäviä vikoja ovat liitosvirheet, sulkeumat, huokokset, tasomaiset epäjatkavuudet, halkeamat ja kuona. (Dekra, n.d.-b.)

Ultraäänitarkastus (UT) soveltuu hyvin metallien testaamiseen, mutta se soveltuu käytettäväksi myös keraameille, muoveille, komposiiteille ja betonille. Sen hyviä puolia ovat esimerkiksi korkea tunkeutumiskyky, tarkkuus ja herkkyys. Ultraäänitarkastuksen avulla pystytään suorittamaan testauksia kohteelle, vaikka kohteen toiselle puolelle ei päästäisikään käsiksi. Sen avulla pystytään myös arvioimaan virheiden kokoa, suuntaa ja muotoa. Tulokset tarkastuksesta on mahdollista saada välittömästi tarkastuksen jälkeen, joka tekee mahdolliseksi nopeiden päätösten tekemisen. Ultraäänitarkastuksesta ei aiheudu haittoja lähellä oleville ihmisille, koneille tai materiaaleille. (TWI, n.d.)

Ultraäänitarkastuksella on myös huonoja puolia ja rajoituksia. Näitä ovat esimerkiksi väärät tulokset, joita voivat aiheuttaa esimerkiksi tarkastettavan kappaleen muoto. Ultraäänitarkastus soveltuu huonosti karkeiden, pienten ja epähomogeenisten kohteiden tarkastukseen. (TWI, n.d.)

## 7 RAKENNETARKASTUS

Rakennetarkastus käsitteenä pitää sisällään tarkastuksia ja kokeita. Niiden tarkoituksena on varmistaa, että laitteen tai rakenteen valmistus, korjaus, muutostyö ja laaduntarkastus noudattaa hyväksytyä rakennesuunnitelmaa ja

hyväksytyjä toteutustapoja. Tämän lisäksi todennetaan se, että laitteen tai rakenteen käsittelytapa ei ole aiheuttanut haittaa sen kestävyydelle tai toiminnalle. Rakennetarkastukseen kuuluu valmistukseen ja tarkastuksiin liittyvän tuulosaineiston tarkastaminen, sekä kohteen tarkastus ja mittatarkastuksen suorittaminen tai sen suorittamisen todentaminen. Tämän lisäksi tarkastettavalle kohteelle tehdään tarvittaessa painekoe, painekokeen jälkeiset tarkastukset, kuormituskokeet, tiiveyskokeet ja toimintakokeet. Rakennetarkastus suoritetaan tavallisesti laitteen tai rakenteen valmistuttua ennen sen lähetystä tai asennusta. Tarkastettavalle kohteelle pitää tehdä osatarkastuksia eri valmistusvaiheissa tilanteessa, jossa tarkastusten suorittaminen vaikeutuu valmistuksen etenemisen tai kokoonpanon takia. (STUK, 2008, s. 3-4.)

## 8 VASTAANOTTOTARKASTUS

Vastaanottotarkastuksia tehdään materiaali- ja laitetoimituksille toimitusten saapuessa tilaajalle. Niiden tarkoituksena on löytää mahdollisesti kuljetuksesta aiheutuneet vauriot ja varmistaa, että toimitus on tilauksen mukainen. Vastaanottotarkastuksessa verrataan toimituksen ominaisuuksia sille asetettuihin vaatimuksiin. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota toimituksen laajuuteen, merkintöihin, mittoihin, muotoihin ja laatuun. Tämän lisäksi tarkastetaan aineistodistukset ja laadunvalvontaan liittyvät dokumentit. (TVO, 2008, s.2.)

## 9 TYÖN MENETELMÄT JA AINEISTON HANKKIMINEN

Tämän opinnäytetyön tyyppinä on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallisessa opinnäytetyössä perustana on tehtävä, joka pyritään ratkaisemaan opinnäytetyön tekemisellä. Sen tavoitteena on ohjeistaa, kehittää, järjestää tai tehostaa toimintaa. Toiminnallisen opinnäytetyön lopputuloksena voi syntyä esimerkiksi suunnitelma, ohje tai palvelun toteuttaminen. (Satakunnan

ammattikorkeakoulu, n.d.) Tässä opinnäytetyössä lähtökohtana oli Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnan ja laitteiston kehittäminen, sekä prosessikuvausten luominen kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta. Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi prosessikuvaukset Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta ja kehitysehdotukset, joiden avulla vastaanottoaseman toimintaa ja laitteistoa pystyttäisiin mahdollisesti kehittämään.

Tutkimusmenetelmät ovat tärkeä osa opinnäytetyötä, sillä niiden avulla kerätään ja analysoidaan opinnäytetyön aineistoa. Niitä on useita erilaisia ja onkin tärkeää valita niistä kyseessä olevaan opinnäytetyöhön soveltuva menetelmä. Tutkimusmenetelmät valitaan vasta, kun opinnäytetyön aihe, tarkoitus ja tutkimuskysymykset ovat tiedossa. Kaikilla tutkimusmenetelmillä on omat ominaisuutensa ja käyttökohteensa. Tavallisimpia opinnäytetyöissä käytettäviä menetelmiä ovat laadullinen tutkimus, määrällinen tutkimus, kirjallisuuskatsaukset ja kehittämismenetelmät. (Kivelä, 2024.) Tässä opinnäytetyössä on käytetty laadullisen tutkimuksen menetelmiä.

Laadullisessa tutkimuksessa on tarkoituksena ymmärtää tarkasteltavan kohteen laatua, piirteitä ja merkityksiä (Jyväskylän yliopisto, n.d.). Laadullisessa tutkimuksessa voidaan kerätä tietoa esimerkiksi haastatteluista, tapaustutkimuksista, asiantuntijoiden mielipiteistä, kohderyhmistä ja havainnoivasta tutkimuksesta (SurveyMonkey, n.d.). Tietoa voidaan kerätä myös asiakirjojen analysoinnilla. Laadullisen tutkimuksen hyviä puolia ovat esimerkiksi sen mukautuminen ja joustaminen, jonka ansiosta menetelmiä pystytään muuttamaan uusien ja ennakoimattomien havaintojen seurauksena. (Abbadia, 2023.)

Tässä opinnäytetyössä tietoa kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta, laitteista ja kehityskohteista on haettu yrityksen asiantuntijoiden kanssa pidetyistä keskusteluista. Vastaanottoaseman toimintaan on perehdytty myös kapselikomponenttien tarkastussuunnitelmien analysoinnilla. Nämä tiedot ovat toimineet pohjana opinnäytetyössä luoduille prosessikuvauksille ja kehitysehdotuksille. Kapselikomponenttien vastaanottoaseman kehityskohteita on pyritty löytämään myös tekemällä havaintoja vastaanottoaseman

toiminnasta ja laitteista. Tämän lisäksi opinnäytetyön aiheesta on hankittu yleistä tietoa aihetta käsittelevistä kirjoista ja verkkosivuista.

## 10 TYÖN TOTEUTUS JA TULOS

### 10.1 Työn toteuttaminen

Opinnäytetyön prosessi alkoi aiheen valinnalla ja rajauksella. Tämän jälkeen opinnäytetyölle laadittiin suunnitelma, jonka perusteella työ myöhemmin toteutettiin. Seuraavana vaiheena oli aiheeseen tutustuminen ja lähteiden etsiminen. Kapselikomponenttien vastaanottoasemaan tutustuminen toteutettiin käytännössä käymällä keskusteluja yrityksen työntekijöiden kanssa ja lukemalla vastaanottoaseman toimintaan liittyviä dokumentteja. Keskusteluissa käytiin läpi vastaanottoaseman laitteita, toimintaa ja toteutustapoja. Lisäksi vastaanottoaseman tiloihin ja laitteisiin käytiin tutustumassa paikan päällä.

Ensimmäisenä toiminnallisena osuutena oli prosessikuvausten luominen kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta. Tämän toteuttamiseksi prosessikuvauksista ja niiden luomisesta etsittiin tietoa kirjoista ja verkossa olevista lähteistä. Tiedon etsimisen lisäksi tässä vaiheessa tehtiin päätökset prosessien kuvaamisen tavoista, rajaamisesta ja tarkkuudesta. Prosessien kuvaamisen tavoiksi valikoitui prosessikaaviot ja sanallinen kuvaus, jotta kuvaaminen olisi selkeää ja kattavaa. Prosessit rajattiin siten, että prosessikuvaukset pysyisivät helppolukuisina ja yksinkertaisina. Yksinkertaisuuden ja helppolukuisuuden säilyttämiseksi prosessien kuvaamista ei yritetty tehdä kovinkaan yksityiskohtaisesti.

Prosessien kuvaamisen jälkeen vuorossa oli kehitysehdotusten laatiminen kirjalliseen muotoon. Kehitysehdotusten kartoitusta oli tehty opinnäytetyön tekemisen aikana aina kehityskohteiden ilmaantumisen myötä. Käytännössä

kehityskohteita oli ilmaantunut yrityksen työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen ja opinnäytetyön tekemisen aikana tehtyjen havaintojen myötä.

## 10.2 Kokonaisprosessikuvaus

### 10.2.1 Prosessit

Prosessi on ryhmä keskenään sidostuneita toimintoja, jotka johtavat hyödylliseen tulokseen. Prosessi eroaa projektista siten, että se on toistuva. (Lecklin, 2006, s. 123-124.) Prosessia voidaan kuvata myös toimintaohjeeksi tai muistilistaksi toistuvista tehtävistä (Koivula, 2016). Prosessien koot vaihtelevat ja niillä on merkitystä työntekijöiden toimintaan ja muihin prosessin osapuoliin (Laamanen, 2022).

### 10.2.2 Prosessien kuvaamisen hyödyt

Prosessien kuvaaminen on kannattavaa, koska se auttaa kehityskohteiden ymmärtämistä ja on osa riskienhallintaa (Laamanen, 2022). Prosessien kuvaamiselle onkin erilaisia syitä, joita ovat esimerkiksi toiminnan ymmärtäminen ja kehittäminen (Laamanen, 2001, s. 79). Prosessin kuvaamisesta on hyötyä aikatauluttamisessa ja se vähentää muistin varassa olevia asioita. Sen seurauksena sillä on stressiä vähentävä vaikutus ja se lujittaa tunnetta tehtävien hallittavuudesta. Prosessikuvausta voidaan käyttää myös ohjeistuksena, jota voidaan hyödyntää henkilöiden perehdytyksessä, tehtävien uudelleen jakamisessa ja toiminnan ulkoistamisessa. Tämän seurauksena perehdytys pystytään toteuttamaan nopeammin ja vähemmällä henkilömäärällä. Prosessien tarkastelu kokonaisuuksina auttaa löytämään toiminnot, joita pystytään tehostamaan esimerkiksi turhien vaiheiden poistamisella. Näin pystytään säästämään kustannuksissa ja käytettävässä ajassa. (Koivula, 2016.) Yleisimpiä menetelmiä prosessin kuvaamiselle ovat prosessikuvaajat, prosessikartat, työohjeet ja toimintaohjeet (Laamanen, 2022).

### 10.2.3 Prosessien kuvaamisen haasteet

Prosessien kuvaamisessa ilmenee haasteita, jos sen lähtökohtana on pakko. Tällaisessa tilanteessa ei tiedetä prosessikuvauksen tekemisen syytä tai siitä seuraavia etuja. Prosessikuvauksen tason valinnan epäonnistuminen aiheuttaa myös ongelmia. Liian tarkasti kuvatut prosessit aiheuttavat sen, että työntekijät eivät voi käyttää omaa harkintaansa. Liian epätarkasti kuvatut prosessit saattavat aiheuttaa sen, että kuvaus ei ole päämäärän kannalta hyödyllinen. Yhtenä prosessien kuvaamisen ongelmana on se, että kuvauksessa yritetään kuvata jokainen poikkeama. Tämän seurauksena kuvauksesta tulee liian vaikeaselkoinen. (Lehto, 2015.)

### 10.2.4 Prosessikaaviot

Prosessikaavion tehtävänä on esittää prosessikuvaus piirroksena. Piirrookseen kuuluvat prosessin vaiheiden, töitä tekevien ihmisten ja toimintojen havainnollistaminen. Prosessikaavion tulee olla yksinkertainen ja mahtua yhdelle sivulle, jotta sen ymmärrettävyys ja luettavuus säilyvät. Kaavion tehtävien pitäisi olla laajuudeltaan keskenään samanlaisia. Prosessikaavio voi sisältää myös prosessin vaiheisiin liittyvää tietoa. Prosessikaaviossa kuvataan prosessin keskeisimmät vaiheet ja niistä poikkeavat tapaukset esitetään työhjeissa. (Lecklin, 2006, s. 140-141.)

### 10.2.5 Prosessien kuvaaminen sanallisesti

Prosessista kannattaa tehdä kuvaus myös sanalliseen muotoon, jossa selostetaan prosessiin kuuluvat tärkeät tiedot. Kuvausten muotojen pitää olla keskenään yhdenmukaiset. (Lecklin, 2006, s. 138.) Hyvä prosessikuvaus sisältää prosessin tärkeät asiat ja havainnollistaa niiden välisiä yhteyksiä toisiinsa. Tämän lisäksi kuvauksen pitää helpottaa kokonaisuuden hahmottamista ja oman osuuden ymmärtämistä. Sen pitää myös parantaa yhteistyötä prosessiin osallistuvien ihmisten välillä. Hyvä prosessikuvaus mahdollistaa joustavan toiminnan tilanteen mukaisesti. Prosessikuvauksen pitää olla ytimekäs ja noudattaa

prosessikaaviota. Kuvauksen tulee olla ymmärrettävästi kirjoitettu, eikä se saa sisältää ristiriitoja. Tämän lisäksi kuvauksessa pitää olla tunnistetiedot. (Laamanen, 2001, s. 76.)

#### 10.2.6 Valurautaisen sisäosan prosessikuvaus

Tässä kappaleessa esitellään valurautaisen sisäosan prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta sanallisessa muodossa.

Kuljetuksen saavuttua kapselikomponenttien vastaanottoasemalle varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät valurautaisen sisäosan varastoon. Tämän jälkeen varastotyöntekijät avaavat sisäosan pakkauksen, jotta QC-tarkastaja pääsee suorittamaan vastaanottotarkastuksen, johon kuuluu silmämääräinen tarkastus ja dokumenttien tarkastus. Vastaanottotarkastuksen jälkeen sisäosa suojataan inhibiittimuovilla varastotyöntekijöiden toimesta. Seuraavaksi varastotyöntekijät poistavat sisäosan suojaukset ja siirtävät sisäosan NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa sisäosalle suoritetaan ultraäänitarkastus NDT-tarkastajan toimesta. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastuksen suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastukseen halutessaan. NDT-tarkastuksen jälkeen varastotyöntekijät siirtävät sisäosan tilaan, jossa he kuivaavat ja puhdistavat sisäosan. Tämän jälkeen varastotyöntekijät siirtävät sisäosan varastoon ja suorittavat sisäosan suojauksen inhibiittimuovilla. Seuraavaksi varastotyöntekijät suorittavat suojausten poiston, jotta QC-tarkastaja ja STUK:n tarkastaja pystyvät suorittamaan rakennetarkastuksen sisäosalle. Rakennetarkastuksen jälkeen sisäosa pakataan ja siirretään kapselointilaitokselle menevään kuljetukseen varastotyöntekijöiden toimesta.

#### 10.2.7 Teräskannen prosessikuvaus

Tässä kappaleessa esitellään teräskannen prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta sanallisessa

muodossa. Lähtökohtaisesti teräskannet lähetetään valmistajalta suoraan kapselointilaitokselle, jonka seurauksena ne eivät saavu ollenkaan kapselikomponenttien vastaanottoasemalle. Tarvittaessa teräskannet kuitenkin voidaan välivarastoida kapselikomponenttien vastaanottoasemalle. Tällaisessa tilanteessa niille tehdään tämän prosessin mukaiset toimenpiteet.

Kuljetuksen saavuttua kapselikomponenttien vastaanottoasemalle varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät teräskannen varastoon. Tämän jälkeen varastotyöntekijät avaavat teräskannen pakkauksen ja puhdistavat teräskannen tarvittaessa. Seuraavaksi QC-tarkastaja suorittaa vastaanottotarkastuksen teräskannelle. Vastaanottotarkastuksen jälkeen varastotyöntekijät pakkaavat teräskannen. Lopuksi varastotyöntekijät siirtävät pakatun teräskannen kapselointilaitokselle menevään kuljetukseen.

#### 10.2.8 Kupariputken prosessikuvaus

Tässä kappaleessa esitellään kupariputken prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta ennen pohjan hitsausta sanallisessa muodossa.

Kuljetuksen saavuttua kapselikomponenttien vastaanottoasemalle varastotyöntekijät suorittavat kuljetuksen purun ja siirtävät kupariputken varastoon. Tämän jälkeen varastotyöntekijät avaavat kupariputken pakkauksen ja siirtävät kupariputken NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa kupariputkelle suoritetaan ultraäänitarkastus ja pyörrevirtatarkastus NDT-tarkastajan toimesta. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastusten suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastuksiin halutessaan. NDT-tarkastusten jälkeen varastotyöntekijät siirtävät kupariputken tilaan, jossa he kuivaavat ja puhdistavat putken. Tämän jälkeen kupariputki siirretään varastoon ja suojataan inhibiittimuovilla varastotyöntekijöiden toimesta. Seuraavaksi kupariputken suojaukset poistetaan varastotyöntekijöiden toimesta, jotta QC-tarkastaja ja STUK:n tarkastaja voivat suorittaa rakennetarkastuksen.

Rakennetarkastuksen jälkeen varastotyöntekijät pakkaavat kupariputken ja siirtävät sen pohjan hitsaukseen menevään kuljetukseen.

#### 10.2.9 Kuparikannen prosessikuvaus

Tässä kappaleessa esitellään kuparikannen prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta sanallisessa muodossa.

Kuljetuksen saavuttua kapselikomponenttien vastaanottoasemalle varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät kuparikannen varastoon. Varastoinnin jälkeen varastotyöntekijät avaavat kuparikannen pakkauksen ja siirtävät kannen NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa suoritetaan ultraäänitarkastus ja pyörrevirtatarkastus NDT-tarkastajan toimesta. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastusten suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastuksiin halutessaan. NDT-tarkastusten suorittamisen jälkeen varastotyöntekijät kuivaavat ja puhdistavat kuparikannen. Tämän jälkeen varastotyöntekijät siirtävät kuparikannen takaisin varastoon, jossa he pakkaavat kuparikannen. Lopuksi varastotyöntekijät siirtävät kannen loppukoneistukseen menevään kuljetukseen.

Loppukoneistuksen jälkeen kuparikansi saapuu uudestaan kapselikomponenttien vastaanottoasemalle. Varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät kuparikannen varastoon. Varastoinnin jälkeen varastotyöntekijät suorittavat pakkauksen avauksen ja siirtävät kuparikannen NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa NDT-tarkastaja tekee uudelleen koneistetulle alapinnalle pyörrevirtatarkastuksen. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastuksen suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastukseen halutessaan. NDT-tarkastuksen jälkeen varastotyöntekijät kuivaavat ja puhdistavat kuparikannen. Tämän jälkeen varastotyöntekijät siirtävät kuparikannen varastoon ja suojaavat kannen inhibiittimuovilla. Varastoinnin jälkeen varastotyöntekijät poistavat kuparikannen suojaukset, jotta QC-tarkastaja ja STUK:n tarkastaja voivat suorittaa rakennetarkastuksen. Rakennetarkastuksen jälkeen

kuparikansi pakataan ja siirretään kapselointilaitokselle menevään kuljetukseen varastotyöntekijöiden toimesta.

#### 10.2.10 Kuparipohjan prosessikuvaus

Tässä kappaleessa esitellään kuparipohjan prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta sanallisessa muodossa.

Kuljetuksen saapumisen jälkeen varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät kuparipohjan varastoon. Varastoinnin jälkeen varastotyöntekijät avaavat kuparipohjan pakkauksen ja siirtävät kuparipohjan NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa NDT-tarkastaja suorittaa ultraäänitarkastuksen ja pyörrevirtatarkastuksen. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastusten suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastuksiin halutessaan. NDT-tarkastusten jälkeen varastotyöntekijät kuivaavat ja puhdistavat kuparipohjan. Tämän jälkeen varastotyöntekijät siirtävät kuparipohjan varastoon ja suojaavat pohjan inhibiittimuovilla. Seuraavaksi varastotyöntekijät poistavat pohjan suojaukset, jotta QC-tarkastaja ja STUK:n tarkastaja pystyvät suorittamaan rakennetarkastuksen. Rakennetarkastuksen jälkeen varastotyöntekijät pakkaavat kuparipohjan ja siirtävät sen hitsaukseen menevään kuljetukseen.

#### 10.2.11 Kuparikapselin prosessikuvaus pohjan hitsauksen jälkeen

Tässä kappaleessa esitellään kuparikapselin prosessikuvaus kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden osalta pohjan hitsauksen jälkeen sanallisessa muodossa. Tässä vaiheessa kuparipohja ja kupariputki on liitetty toisiinsa hitsaamalla.

Kuljetuksen saavuttua kapselikomponenttien vastaanottoasemalle varastotyöntekijät purkavat kuljetuksen ja siirtävät kuparikapselin varastoon. Seuraavassa vaiheessa varastotyöntekijät avaavat kuparikapselin pakkauksen ja siirtävät kuparikapselin NDT-tarkastuslaitteeseen. NDT-tarkastuslaitteessa

suoritetaan ultraäänitarkastus ja pyörrevirtatarkastus hitsaussaumalle NDT-tarkastajan toimesta. Kolmas osapuoli valvoo NDT-tarkastusten suorittamisen. QC-tarkastaja ja STUK voivat osallistua NDT-tarkastuksiin halutessaan. Tämän jälkeen varastotyöntekijät siirtävät kuparikapselin tilaan, jossa he kuivaa- vat ja puhdistavat sen. Seuraavaksi kuparikapseli siirretään varastoon ja suo- jataan inhibiittimuovilla varastotyöntekijöiden toimesta. Varastoinnin jälkeen varastotyöntekijät poistavat kuparikapselin suojaukset, jotta QC-tarkastaja ja STUK:n tarkastaja pystyvät suorittamaan rakennetarkastuksen. Rakennetar- kastuksen jälkeen varastotyöntekijät pakkaavat kuparikapselin ja siirtävät sen kapselointilaitokselle menevään kuljetukseen.

### 10.3 Kehitysehdotukset laitteille ja toiminnalle

#### 10.3.1 Varastoinnin kehitys

Kapselikomponenttien varastoinnissa havaittiin kehitettävää, jotta vastaanot- toaseman työt saadaan tehtyä sujuvasti ilman aikaa kuluttavia häiriöitä. Vas- taanottoasemalla tullaan varastoimaan samaan aikaan kapselikomponentteja, jotka ovat tarkastuksien ja muiden töiden suhteen eri vaiheissa. Tämä aiheut- taa haasteita siinä mielessä, että komponenteille tehdyt tarkastukset saadaan selville vain komponenttien tunnistenumeroiden avulla löydettävistä dokumen- teista. Komponentit säilytetään vastaanottoasemalla pakattuina laatikoihin tai käärittynä muuhun pakkausmateriaaliin. Komponenteille tehtyjen tarkastusten selvittäminen vaatisi siis pakettien avaamista, tunnistenumeroiden katsomista ja tarkastusdokumenttien etsimistä. Tämä veisi hyvin paljon aikaa tilanteessa, jossa vastaanottoasemalla on suuri määrä eri vaiheissa olevia komponentteja, eikä ole varmuutta niille tehdyistä tarkastuksista. Tällainen tilanne voisi päästä syntymään esimerkiksi vastaanottoasemalla työskentelevien henkilöiden vaih- tumisen seurauksena.

Pakkausmerkintöjen tehtävänä on tuotteiden tunnistamisen, käsittelyn ja jälji- tettävyyden parantaminen. Pakkausmerkintöjä tulee olla tarpeeksi, mutta ei liian paljon. Merkintöjen liian suuri määrä voi aiheuttaa tärkeiden merkintöjen

huomiotta jäämisen. (Ritvanen ym., 2011, s. 70-71.) Yhtenä ratkaisuna varastoinnin kehittämiseen voisi olla kapselikomponenttien pakkauksiin liimattavat pakkausmerkinnät, jotka kertoisivat komponenteille tehdyt tarkastukset. Tällä tavalla tehtyjen tarkastusten selvittäminen pystyttäisiin suorittamaan nopeasti ilman pakettien avausta. Tämän ratkaisun haasteena olisi kuitenkin mahdollisuus siitä, että pakkausmerkintä jää päivittämättä tehtyjen tarkastusten jälkeen tai pakkausmerkintään tulee muita virheitä.

### 10.3.2 Laitteiston kehitys

Kapselikomponenttien vastaanottoaseman laitteistoa voisi olla kannattavaa täydentää, jotta kapselikomponenttien rakennetarkastuksissa päästäisiin näkemään komponentit paremmin. Tällä hetkellä valurautaisen sisäosan ja kuparikapselin rakennetarkastuksissa ei ole mahdollista nähdä komponentin kaikkia pintoja. Tämä johtuu siitä, että komponentit ovat vastaanottoasemalla makuuasennossa matalien tukien varassa, jolloin osa ulkopinnasta osoittaa kohti maata. Turvallisuussyistä komponenttia ei kuitenkaan voida nostaa alapuolella olevan pinnan tarkastuksen ajaksi. Valurautaisen sisäosan polttoainekanavien ja kuparikapselin sisäpuolen tarkastaminen rakennetarkastuksessa pystytään tällä hetkellä toteuttamaan pelkästään katsomalla komponentin toisesta päästä sisälle. Syynä tähän on se, että kapselikomponenttien vastaanottoasemalla ei ole laitteita, joilla päästäisiin katsomaan komponenttien sisäpuolelle. Kuparikapselin sisäpuolelle ei myöskään voi mennä, koska tämä aiheuttaisi haasteita kapselin puhtauden kannalta. Valurautaisen sisäosan polttoainekanavien sisäpuolelle ei ihmisen olisi edes mahdollista mahtua.

Ulkopinnan tarkastuksissa apuna voisi olla laite, jonka avulla kuparikapselia ja valurautaista sisäosaa olisi mahdollista pyörittää. Komponentteja pyörittämällä olisi mahdollista nähdä komponenttien kaikki pinnat turvallisesti. Tähän tarkoitukseen soveltuvia laitteita on monia erilaisia. Laitteiden valintaan vaikuttavat käsiteltävien komponenttien painot ja halkaisijat. Kuparikapselin ja valurautaisen sisäosan pyörityslaitteesta olisi hyötyä myös komponenttien

puhdistuksessa, koska sen avulla päästäisiin helposti ja turvallisesti puhdistamaan kaikkia kapselin ja sisäosan pintoja.

Loviisa 1 ja Loviisa 2 loppusijoituskapselin sisäosan ulkohalkaisija on 949mm ja kuparivaipan ulkohalkaisija on 1050mm. Kapselin rauta- ja teräsosien paino on yhteensä 10 600kg ja kupariosien paino on 5800 kg. (Posiva, 2023a, s.12-14.) Olkiluoto 3 loppusijoituskapselin sisäosan ulkohalkaisija on 949mm ja kuparivaipan ulkohalkaisija on 1050mm. Kapselin rauta- ja teräsosien paino on yhteensä 17 900kg ja kupariosien paino on 8200 kg. (Posiva, 2023b, s.12-14.) Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 loppusijoituskapselin sisäosan halkaisija on 949mm ja kuparivaipan ulkohalkaisija on 1050mm. Kapselin rauta- ja teräsosien paino on yhteensä 13 400kg ja kupariosien paino on 7400kg. (Posiva, 2009, s.5-16.) Kuparikapselin ja valurautaisen sisäosan pyörityslaitteen pitäisi siis kestää 17 900 kilogramman kuorma ja halkaisijan pitäisi olla säädettävissä 949mm ja 1050mm välillä, jotta samaa laitetta voitaisiin käyttää kaikkien kapselien tarkastamisessa.

Komponenttien pyörytykseen sopiva laite voisi olla esimerkiksi Besteam Oy:n Rollis pyöritusrullasto. Rollis pyöritusrullastot ovat laitteita, jotka ovat tarkoitettu lieriömäisten kappaleiden pyörittämiseen ja käsittelyyn. Rollis pyöritusrullaston etuna on hyvä työskentelyasento, joka parantaa tuottavuutta, turvallisuutta ja ergonomiaa. Rollis pyöritusrullastoja on kaksi eri mallia, jotka ovat normaalirullasto ja itsestäänsäätävä rullasto. Itsestäänsäätävä malli mahdollistaa normaalirullastoon verrattuna suuremman epäkeskeisyyden ja halkaisijan muuttumisen. Rollis T40 on itsestäänsäätävä pyöritusrullasto, jonka maksimikuormitus on 40 000kg ja kuorman halkaisija voi vaihdella 300-5500mm välillä. (Besteam, n.d.) Rollis T40 soveltuisi siis hyvin maksimikuormituksen ja halkaisijan säädettävyyden kannalta kuparikapselien ja valurautaisten sisäosien pyörittämiseen. Kuvassa 3 on Besteam Oy:n itsestäänsäätävä pyöritusrullasto.



Kuva 3. Rollis T pyöritysrullasto (Besteam, n.d.)

Kuparikapselin sisäpuolen ja valurautaisen sisäosan polttoainekanavien tarkastamisessa voitaisiin käyttää apuna teleskooppivarrella varustettua kameraa. Sen avulla komponenttien sisäpuolen tarkastaminen pystyttäisiin suorittamaan komponentin ulkopuolelta. Tällä olisi myös vaikutusta työergonomiaan ja tarkastettavan kohteen luoksepäästävyYTEEN.

Kuparikapselin sisäpuolen ja valurautaisen sisäosan polttoainekanavien sisäpuolen tarkastamisessa hyödynnettävä teleskooppivarrella varustettu kamera voisi olla ISEC Monitoring Systems RADCAM Loki, jossa on 6 metrin varsi. Sen avulla pystytään katsomaan ja tallentamaan videokuvaa kohteesta. (ISEC Monitoring Systems, n.d.) Kuvassa 4 on ISEC Monitoring Systems RADCAM Loki kamera.



Kuva 4. ISEC Monitoring Systems RADCAM Loki (ISEC Monitoring Systems, n.d.)

Laitteiden käytöllä olisi kuitenkin mahdollisesti myös negatiivisia vaikutuksia. Pyöritysrullaston pyörät saattaisivat aiheuttaa tarkastettavien komponenttien pintaan likaa tai jälkiä. Olisikin hyvin tärkeää huolehtia siitä, että pyörien materiaali ei olisi kuparia vahingoittavaa. Pyörien puhtaudesta huolehtiminen olisi myös tärkeää, jotta kupariin ei tartu likaa. Teleskooppivarrella varustettua kameraa on hyvin vaikea pitää vakaana sen pitkästä varresta johtuen. Tämä aiheuttaisi kameran kuvan heikkenemistä ja tekisi tarkastuksen tekemisestä haasteellista. Kaikki laitteiston kehitysideat myös hidastaisivat rakennetarkastuksien tekemistä.

Kuparikapselin sisäpuolen ja valurautaisen sisäosan polttoainekanavien sisäpuolen tarkastamisessa voisikin toimia parhaiten kyseiseen tarkoitukseen räätälöidyt kameralaitteet. Tällaisen ratkaisun toteuttaminen vaatisi huomattavasti enemmän resursseja verrattuna teleskooppivarrella varustetun kameran käyttämiseen. Räätälöidyt ratkaisut kuitenkin helpottaisivat huomattavasti tarkastuksen suorittamista ja parantaisivat tarkastuksen laatua.

Kuparikapselin sisäpuolen tarkastamisessa voisi olla laite, jossa olisi eteenpäin ja taaksepäin liikkuva varsi, joka olisi kiinnitetty pyörillä liikutettavaan telineeseen. Varren päässä olisi kamera, jonka avulla päästäisiin näkemään kapselin sisäpuolelle. Tällainen laite mahdollistaisi sen, että kamera liikkuisi aina samalla kohdalla kapselin sisäpuolella ja kamera pysyisi vakaana. Kameran liikkuminen samalla kohdalla kapselin sisäpuolella varmistaisi sen, että kapselin kaikki pinnat käytäisiin läpi kaikissa tarkastuksissa ja tarkastusten suorittaminen olisi identtistä keskenään.

Valurautaisen sisäosan polttoainekanavien sisäpuolen tarkastuksessa voitaisiin käyttää pitkällä varrella varustettua kameraa. Varressa olisi kameran takana levy, joka olisi ulkomitoiltaan polttoainepipun kanssa saman kokoinen. Levy helpottaisi kameran työntämistä polttoainekanaavaan ja varmistaisi sen, että kamera olisi aina keskellä polttoainekanaavaa. Levyn ansiosta kamera

pysyisi vakaana ja kuvan laatu hyvänä. Samalla pystyttäisiin testaamaan se, että polttoaineniput aikanaan mahtuvat sisäosan polttoainekanaviin.

### 10.3.3 Komponenttien puhtaustason kehitys

Kapselikomponenttien puhtauden säilyttämisessä on havaittu kehitettävää. Komponenttien pinnoilla on ollut epäpuhtauksia kapselikomponenttien vastaanottoasemalla tehtävien toimenpiteiden jälkeen.

Laatuun vaikuttavat aina ihmisen toiminta. Laadukasta toimintaa tukevat parhaiten motivoituneet, koulutuksen saaneet ja kokeneet työntekijät. Työntekijöiden pitää kokea korkean laadun saavuttaminen tavoitteena. Laadun kehittämiseksi työntekijöiden pitää pystyä luopumaan aikaisemmista toimintamalleista. Monissa tehtävissä onkin mahdollista saavuttaa taso, jossa toiminta on lähes virheetöntä. Tämä vaatii motivoituneita ja ammattitaitoisia työntekijöitä. Työntekijöiden pitääkin ymmärtää oman työn kuulumisen kokonaisuuteen ja millä tavoilla he pystyvät omalla työllään kehittämään laatua. (Lecklin, 2006, s. 213-215.) Työntekijöiden toiminnalla onkin suuri merkitys kapselikomponenttien puhtauden säilymisen kannalta. Tämän takia onkin tärkeää, että kapselikomponenttien vastaanottoaseman toimintaan kiinnitetään erityistä huomiota varsinkin toiminnan alkuvaiheilla. Jokaisen työntekijän on tärkeää miettiä omaa toimintaansa ja sen vaikutuksia kapselikomponenttien puhtaudelle, sekä puuttua mahdollisiin epäkohtiin. Oikeiden toimintatapojen ja puhtauden tärkeyden esille tuominen on myös tärkeää, jotta kaikki ovat tietoisia asiasta.

Laadun kehittäminen ei kuitenkaan saa aiheuttaa virheiden tekemisen pelkoa, joka poistaisi työntekijöiden aloitteellisuuden ja uskalluksen aloittaa uusia ja haasteellisia asioita. Uudessa toimintaympäristössä virheiltä ei pystytä täysin välttymään. Laatu merkitseekin sitä, että virheistä opitaan. Virheiden tapahduttua virhettä tutkitaan ja toimintaa kehitetään, jotta virhe ei tapahtuisi uudelleen. (Lecklin, 2006, s. 215.)

Kapselikomponenttien puhtauden säilymistä voitaisiin pystyä parantamaan työntekijöille suunnatun ohjeen avulla. Ohje olisi kaikkien työntekijöiden nähtävissä kapselikomponenttien vastaanottoasemalla ja siinä kerrottaisiin toimintaohjeet kapselikomponenttien käsittelylle. Sen avulla työntekijät voisivat helposti varmistua oikeiden työtapojen noudattamisesta. Työntekijöiden perehdytyksellä on myös suuri merkitys kapselikomponenttien puhtauden kannalta.

## 11 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena kokonaisprosessikuvauksen luominen Posivan kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta, sekä vastaanottoaseman laitteiston ja toiminnan kehittäminen.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi prosessikuvaukset kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta, joita voidaan hyödyntää työtehtävien suorittamisessa. Tämän lisäksi työssä löydettiin kehityskohteita ja tarkasteltiin vaihtoehtoja niiden ratkaisemiseksi. Opinnäytetyössä ei kuitenkaan kehitetty täysin valmiita ratkaisuja kehityskohteisiin, vaan ratkaisut vaativat vielä kehitystä ja käytännön toteutusta mikäli ne halutaan ottaa käyttöön. Opinnäytetyötä tehdessä todettiin, että vastaanottoaseman laitteiston päivittäminen saattaisi hidastaa rakennetarkastusten tekemistä. Laitteiston päivittämisestä ei siis välttämättä saada vastaavaa hyötyä suhteessa tarvittaviin investointeihin ja rakennetarkastusten hidastumiseen. Kapselikomponenttien vastaanottoaseman toimintaan ja laitteistoon liittyviä kehityskohteita saattaa löytyä myös opinnäytetyön tekemisen jälkeen. Onkin tärkeää, että vastaanottoaseman toimintaa ja laitteistoa kehitetään myös jatkossa aina tarpeen vaatiessa.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja opettavaista. Opinnäytetyössä pääsin syventämään osaamistani käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvissä asioissa. Pääsin erityisesti oppimaan lisää loppusijoituskapselista ja kapselikomponenttien vastaanottoaseman toiminnasta. Tämän lisäksi pääsin

tutustumaan kapselikomponenteille tehtäviin tarkastuksiin ja erilaisiin tarkastusmenetelmiin, sekä komponenttien valmistukseen. Uutena asiana itselleni tuli prosessien kuvaaminen, jota pääsin oppimaan työn tekemisessä.

Opinnäytetyössä on pyritty käyttämään monipuolisesti lähteitä, joiden luotettavuutta on arvioitu niiden valinnan yhteydessä. Lähteissä olevien tietojen luotettavuutta on tarkastettu etsimällä tietoa myös muista lähteistä. Tällä tavalla on varmistuttu siitä, että opinnäytetyössä käytetyt tiedot ovat oikeita.

Työn eettisyyden varmistamiseksi opinnäytetyön raportissa on viitattu lähteisiin Satakunnan ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti. Lähteistä peräisin olevat tiedot on pyritty kertomaan opinnäytetyössä omin sanoin. Ennen opinnäytetyön palautusta työtä on käyty yhdessä läpi yrityksen työntekijöiden kanssa mahdollisten virheiden poistamiseksi. Tällä tavalla on myös varmistuttu siitä, että julkaistussa työssä ei ole mitään luottamuksellista tietoa.

## LÄHTEET

AA-Tuotanto. (n.d.). Kupari. Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.aa-tuotanto.fi/kupari/>

Abbadia, J. (24.7.2023). Mitä eroa on: Kvalitatiivinen vs. kvantitatiivinen tutkimus? Mind the Graph Scientific Blog.  
<https://mindthegraph.com/blog/fi/kvalitatiivinen-vs-kvantitatiivinen-tutkimus/>

Besteam. (n.d.). Rolliksella hommat rullaamaan. Haettu 14.7.2025 osoitteesta <https://besteam.fi/rollis/>

Camcut. (n.d.). Pallografiittivalurauta. Haettu 22.6.2025 osoitteesta <https://www.camcut.fi/tuki/konepajasanasto/pallografiittivalurauta/>

Cupori. (n.d.). Tietoa kuparista. Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.cupori.com/fi/tietoa-kuparista/>

Dekra. (n.d.-a). Metallien pyörrevirtatarkastus (ET). Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.dekra.fi/fi/pyorrevirta-tarkastus-et/>

Dekra. (n.d.-b). Materiaalien ultraäänitarkastus. Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.dekra.fi/fi/ultra-aani-tarkastus-ut-paksuusmittaus/>

Fortum. (n.d.). Ydinvoiman käytetyn polttoaineen loppusijoitus hoidetaan Suomessa huolella. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://www.fortum.com/fi/media/2016/11/ydinvoiman-kaytetyn-polttoaineen-loppusijoitus-hoidetaan-suomessa-huolella>

ISEC Monitoring Systems. (n.d.). RADCAM Loki. Haettu 23.7.2025 osoitteesta <https://www.isec.se/radiation-tolerant-cameras/radcam-loki/#Related-products>

Jyväskylän yliopisto. (n.d.). Laadullinen tutkimus. Haettu 16.7.2025 osoitteesta <https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Kauppalehti. (n.d.-a). Teollisuuden Voima Oyj. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/01966560>

Kauppalehti. (n.d.-b). Posiva Oy. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/10292588>

Kivelä, S. (29.8.2024). Tutkimusmenetelmät opinnäytetyössä – Mistä ja miten valita? OppariBoost. <https://oppariboost.fi/tutkimusmenetelmat-opinnaytetyossa/>

Kiwa. (n.d.). NDT-tarkastus eli rikkomaton aineenkoetus (NDT, Non-Destructive Testing). Haettu 24.6.2025 osoitteesta <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelu-tyyppi/ndt-ja-dt-tarkastus/ndt-tarkastus-eli-rikkomaton-aineenkoetus-ndt-non-destructive-testing/>

Koivula, E. (2016). Prosessikuvaukset pienissä yrityksissä. Tiski. <https://www.tiski.fi/prosessikuvaus/>

Laamanen, A. (25.6.2022). Miten ja miksi kuvata prosessi?. <https://teamlaa-manen.fi/prosessien-kuvaaminen/>

Laamanen, K. (2001). Johda liiketoimintaa prosessien verkkona : ideasta käytäntöön. Suomen Laatukeskus Koulutuspalvelut.

Lecklin, O. (2006). Laatu yrityksen menestystekijänä (5., uudistettu painos). Talentum Media.

Lehto, K. (2015). Prosessit – kirous vai siunaus?. Kara Kuumana – Johtamisen Jyväsiä. <http://www.karakuumana.fi/2015/02/prosessit-kirous-vai-siunaus.html>

MME Group. (n.d.). Eddy Current Testing (ET). Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.mme-group.com/non-destructive-testing/eddy-current-testing/>

NDT-Team Oy. (n.d.). Ultraäänitarkastukset (UT) teollisuuden tarpeisiin Tampereelta. Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.ndt-team.fi/ndt-menelmaet/ultraaenitarkastus>

Pohjolan Voima. (n.d.). Olkiluoto. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.pohjolanvoima.fi/voimalaitokset/olkiluoto/>

Posiva. (2009). P.271 Loppusijoituskapseli (OL1-2), järjestelmäkuvaus. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Posiva. (2023a). P.272 Loppusijoituskapseli (LO1-2), järjestelmäkuvaus. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Posiva. (2023b). P.273 Loppusijoituskapseli (OL3), järjestelmäkuvaus. Yrityksen sisäinen tietokanta.

Posiva. (n.d.-a). Yhtiö. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/yhtio.html>

Posiva. (n.d.-b). Omistajat. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/yhtio/omistajat.html>

Posiva. (n.d.-c). Loppusijoitusratkaisu. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/loppusijoitusratkaisu.html>

Posiva. (n.d.-d). Vapautumisesteet. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/loppusijoitusratkaisu/vapautumisesteet.html>

Posiva. (n.d.-e). Loppusijoituskapseli. Haettu 22.6.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/loppusijoitusratkaisu/vapautumisesteet/loppusijoituskapseli.html>

Posiva. (n.d.-f). Tunnelin täyttö ja tulppa. Haettu 15.8.2025 osoitteesta <https://www.posiva.fi/loppusijoitusratkaisu/vapautumisesteet/tunnelintayttoja-tulppa.html>

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. (2011). Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Reijo Rautauoman säätiö.

Satakunnan ammattikorkeakoulu. (n.d.). Kirjallisten töiden ja opinnäytetyön ohjeet. Haettu 16.7.2025 osoitteesta <https://www.samk.fi/opiskelijalle/kirjallisten-toiden-ja-opinnaytetyon-ohjeet/>

STUK. (2008). Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Rakennetarkastus. [https://ohjeisto.stuk.fi/YVLold/YVL1.15fi\\_2008-04-28.pdf](https://ohjeisto.stuk.fi/YVLold/YVL1.15fi_2008-04-28.pdf)

STUK. (n.d.-a). Tietoa ydinjätteistä. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://stuk.fi/tietoa-ydinjatteista>

STUK. (n.d.-b). Ydinjätteen loppusijoitus. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://stuk.fi/ydinjätteen-loppusijoitus>

SurveyMonkey. (n.d.). Laadullisen tutkimuksen tekeminen. Haettu 16.7.2025 osoitteesta <https://fi.surveymonkey.com/mp/conducting-qualitative-research/>

TVO. (2008). Olkiluodon ydinlaitokset – mekaanisten laitteiden saapumistarkastuksen yleinen toimintaohje. Yrityksen sisäinen tietokanta.

TVO. (n.d.-a). Yhtiö. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.tvo.fi/yhtio.html>

TVO. (n.d.-b). OL1 ja OL2. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.tvo.fi/tuo-tanto/laitosyksikot/ol1jaol2.html>

TVO. (n.d.-c). OL1 & OL2 tekninen esite.

[https://www.tvoy.fi/material/sites/tvoy/pdf/k9su4vcbz/OL1 ja OL2 -laitosyksikot. Tekninen esite.pdf](https://www.tvoy.fi/material/sites/tvoy/pdf/k9su4vcbz/OL1_ja_OL2_laitosyksikot_Tekninen_esite.pdf)

TVO. (n.d.-d). OL3. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.tvoy.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>

TVO. (n.d.-e). TVO-konserni. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.tvoy.fi/yhtio/hallintojajohtaminen/tvokonserni.html>

TVO. (n.d.-f). Talous ja rahoitus. Haettu 17.6.2025 osoitteesta <https://www.tvoy.fi/yhtio/talousjarahoitus.html>

TVO. (n.d.-g). Polttoaine voimalaitoksessa. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://www.tvoy.fi/tuotanto/ydinjatehuolto/kaytettyydinpolttoaine/polttoainevoimalaitoksessa.html>

TVO. (n.d.-h). Käytetty ydinpolttoaine. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://www.tvoy.fi/tuotanto/ydinjatehuolto/kaytettyydinpolttoaine.html>

TWI. (n.d.). What is ultrasonic testing and how does it work?. Haettu 23.6.2025 osoitteesta <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/ultrasonic-testing>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (n.d.). Käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Suomessa. Haettu 20.6.2025 osoitteesta <https://tem.fi/kaytetty-ydinpolttoaine>