

Mikael Lehtinen

OL1 ja OL2 päämuuntajatilojen sepeliarinnan
muutostyön suunnittelu

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2014

OL1 JA OL2 PÄÄMUUNTAJATILOJEN SEPELIARINAN MUUTOSTYÖN SUUNNITTELU

Lehtinen, Mikael
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2014
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 44
Liitteitä: -

Asiasanat: muutostyö, suunnittelu, ydinvoimalaitos, päämuuntaja, sepeliarina

Opinnäytetyön aiheena oli luoda muutossuunnitelma sekä muutostyön toteutuksessa tarvittavat asiakirjat Teollisuuden Voima Oyj:lle. Tavoitteena oli luoda käyttökelpoiset ja tarkat suunnitelmat Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 laitossuunnitelmissa suoritettavalle muutostyöprojektille. Muutostyö tehdään laitossuunnitelmissa päämuuntajasuojissa ja se kattaa lattiarakenteen muutoksen sekä uuden oven lisäyksen. Muutostyön suunnitteluvaihe sisältää rakenteiden valinnat sekä uusien rakennepiirustusten piirtämisen. Suunnittelun jälkeen luotiin urakan toteutusta varten urakkaohjelma sekä turvallisuussuunnitelma.

Ennen muutossuunnittelun aloitusta perehdyttiin TVO:n muutostyöprosessin kulkuun ja siitä kirjoitettiin opinnäytetyön teoreettinen osa. Tämän jälkeen perehdyttiin tarkemmin muuntajasuojan vanhoihin rakenteisiin sekä muutostyöhön. Tavoitteena oli selvittää uusittavan lattiarakenteen toteutusta sekä käytettäviä rakenteita ja materiaaleja. Rakenteiden valinnan jälkeen tehtiin uudet rakennepiirustukset, joiden avulla muutostyö voidaan suorittaa. Rakenteiden valinnassa käytettiin apuna eri rakennusmateriaalivalmistajien ohjeita ja esitteitä.

Muutossuunnittelun jälkeen paneuduttiin tarkemmin urakan konkreettiseen toteutukseen laatimalla urakan hankinta- ja kilpailutusvaihetta varten urakkaohjelma. Urakkaohjelmaan kirjattiin urakan tiedot, erityispiirteet sekä yleisiä toimintaperiaatteita ja sopimusehtoja. Lopuksi muutostyölle luotiin vielä turvallisuussuunnitelma urakan turvallisen toteutuksen varmistamiseksi. Suunnitelma sisältää kaikki huomiota vaativat turvallisuusasiat ja se on tärkeä ohje urakoitsijalle työn suorituksen aikana.

Lopputuloksena todettiin sekä muutossuunnitelman että urakkaohjelman ja turvallisuussuunnitelman olevan käyttökelpoisia muutostyön toteutusvaiheessa.

PLANNING OF THE FIRE GRATE'S ALTERATION WORK IN OL1 AND OL2 GENERATOR TRANSFORMER SHELTERS

Lehtinen, Mikael

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

March 2014

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 44

Appendices: -

Keywords: alteration work, planning, nuclear power plant, generator transformer, fire grate

The purpose of this thesis was to create the ground plan and the documents needed in the alteration work in Teollisuuden Voima's nuclear power plant. The main target was to make usable and exact plan for the alteration work project in Olkiluoto 1 and Olkiluoto 2 plant units. Alteration work is made in plant unit's generator transformer shelters and it encompasses changes in the floor construction and adding a new door. Planning stage includes choosing the right structures and designing the new construction drawings. A contract program and a safety plan were created after the planning stage.

The theoretical part of the thesis includes the theory of the alteration work process in Olkiluoto nuclear power plant. When the theory was assimilated became time to familiarize to old structures in the transformer shelters. The aim was to clarify and search the structures and materials which are needed in the new floor construction. After choosing the right structures, was time to design the new construction drawings. With the exact drawings the alteration work can be made properly and safety. Construction material manufacturer's instructions and brochures were used in structure choosing process.

After the planning were started to think a concrete realization of the contract. This stage includes creating a contract program for purchasing department. The program contains basics of the contract, special characteristics, general principles and contractual stipulations. The final part of the project was to create the safety plan for the contract. Safety plan includes all the notable safety issues and it's extremely important for a contractor when carrying out the project.

In conclusion, it can be mentioned that both the plans and the other documents were workable and exploitable when realizing the alteration work.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ	7
2.1	Yritysesittely	7
2.2	Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2	7
2.3	Olkiluoto 3 ja Olkiluoto 4	8
2.4	KU8 - Kiinteistöpalvelut.....	9
3	MUUTOSTYÖ PROSESSI.....	10
3.1	Tietojärjestelmät	10
3.2	Muutostyön luokitus ja YVL -ohjeet	10
3.2.1	Turvallisuusluokitus	11
3.2.2	Muutostyön tekninen laajuus	12
3.2.3	Muutostyön tyyppi	12
3.2.4	YVL –ohjeen velvoitteet	13
3.3	Prosessin kulku	13
3.3.1	Muutostyön aloitus	14
3.3.2	Toimenpide-ehdotus.....	14
3.3.3	Esisuunnittelu	15
3.3.4	Toteutussuunnittelu	16
3.3.5	Projektin toteutus.....	17
3.3.6	Lopetus ja dokumentointi.....	18
4	TYÖN LÄHTÖTILANNE	19
4.1	Päämuuntajatilat.....	19
4.2	Muuntajatilojen lattiarakenne	20
4.3	Työn taustat.....	21
4.4	Muuntajasuojan puutteet ja parannukset.....	22
5	MUUTOSSUUNNITTELU	23
5.1	Projektin aloitus	23
5.2	Muutossuunnitelma.....	24
5.2.1	Sepeliarinan rakenne	25
5.2.2	Ontelolaattalattia	27
5.2.3	Muuntajasuojan ovi	29
5.3	Rakenteiden valinta ja mitoitus.....	30
5.3.1	Ritilöiden valinta ja mitoitus	31
5.3.2	Betonilattian tasoitusvalu	33
5.3.3	Ontelolaattojen valinta ja mitoitus	33
5.3.4	Ontelolaattakannakkeiden valinta ja mitoitus	34

5.3.5 KK -nostoankkurijärjestelmä	35
5.4 Rakennepiirustukset	36
6 URAKAN TOTEUTUS	36
6.1 Urakkaohjelma	37
6.1.1 Töiden toteutus	37
6.1.2 Valvonta ja ympäristö	38
6.1.3 Urakan vastuuvuorot	38
6.1.4 Työmaan hallinto ja vastaanotto	39
6.1.5 Tarjous ja maksuvelvollisuus	39
6.2 Turvallisuussuunnitelma	39
6.2.1 Vastuualueet	40
6.2.2 Työmaan ja tulitöiden turvallisuus	40
6.2.3 Sähköturvallisuus	41
7 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	43

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Teollisuuden Voima Oyj:lle ja sen kohteena oli Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ydinvoimalaitosyksiköiden päämuuntajajiloja koskeva rakenteellinen muutostyö. Muutostyö sisältää päämuuntajajilojen lattiarakenteen korjaamisen ja rakenteelliset muutokset sekä seinärakenteen muokkauksen uuden oven asennusta varten. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda suunnitelmat muutostyön toteutukselle sekä selvittää projektiin liittyviä asioita, kuten rakenteita, töiden toteutusta ja turvallisuutta.

Opinnäytetyössä kuvataan ensin muutostyöprosessin kulkua yleisesti ja sen jälkeen perehdytään tarkemmin päämuuntajajilojen muutostyön taustoihin, itse suunnittelu prosessiin ja kohteessa käytettäviin rakenteisiin sekä niiden valintaan. Työprosessin aikana luotiin muutostyölle muutossuunnitelma, jonka avulla muutostyö sekä tarvittavat materiaalien ja rakennustarvikkeiden hankinnat pystytään toteuttamaan. Muutossuunnittelun aikana selvitettiin kohteeseen soveltuvat rakenteet ja niiden mitoitus sekä laadittiin uudet piirustukset Autocad -ohjelmalla.

Muutossuunnitelman laatimisen jälkeen muutostyölle laadittiin urakkaohjelma, jonka avulla urakka voidaan kilpailuttaa ja toteuttaa. Lopuksi luotiin vielä turvallisuussuunnitelma muutostyön turvallisen toteutuksen takaamiseksi.

2 TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ

2.1 Yritysesittely

Teollisuuden Voima Oyj perustettiin vuonna 1969 Eurajoelle tuottamaan sähköenergiaa suomalaisille yrityksille omakustannusperiaatteella. Olkiluodon käynnissä olevat ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 (OL1) ja Olkiluoto 2 (OL2) kattavat kuudennesosan Suomen sähköntarpeesta. Sähköntuotanto Olkiluodossa alkoi vuonna 1978, kun OL1 tahdistettiin valtakunnanverkkoon. Olkiluoto 2 aloitti sähköntuotannon kaksi vuotta myöhemmin vuonna 1980. Parhailaan Olkiluotoon on myös rakenteilla kolmas ydinvoimalaitosyksikkö (OL3), joka tulee käynnistyessään lähes kaksinkertaisemaan TVO:n sähköntuotantokapasiteetin. Rakenteilla ja tuotannossa olevien laitosyksiköiden lisäksi Teollisuuden Voima sai vuonna 2010 myönteisen periaatepäätöksen neljännen ydinvoimalaitosyksikön (OL4) rakentamisesta Olkiluotoon.

Vuoden 2012 lopussa yhtiön palveluksessa oli 879 työntekijää ja lisäksi keväisin tapahtuvien vuosihuoltojen aikana yhtiö työllistää noin 1000 ulkopuolista työntekijää. Vuosien 2008 – 2012 aikana yhtiön palvelukseen on palkattu yli 250 uutta työntekijää ja OL3:n valmistuttua se tulee tarjoamaan työpaikan 150 - 200 uudelle työntekijälle. Vuonna 2012 yhtiön liikevaihto oli 347 miljoonaa euroa ja OL1 sekä OL2 toimittivat sähköä valtakunnanverkkoon yhteensä yli 14 000 GWh. Koko TVO -konserni muodostuu Teollisuuden Voima Oyj:stä ja sen tytäryhtiöistä, jotka ovat TVO Nuclear Services Oy (TVONS), Perusvoima Oy sekä Olkiluodon Vesi Oy. TVO omistaa myös osakkuuden Meri – Porin hiilivoimalaitoksesta sekä 60% TVO:n ja Fortumin yhteisyrityksestä Posiva Oy:stä, jonka vastuulla on ydinjätteen loppusijoitus. (TVO:n www-sivut 2013.)

2.2 Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2

Olkiluodon käyvät laitosyksiköt OL1 ja OL2 ovat kiehutusvesireaktorityyppisiä ja ne ovat keskenään identtisiä eli molempien yksiköiden nettoteho on sama 880 MW. Kiehutusvesireaktorissa vettä kiehutetaan reaktorissa polttoainesauvoissa olevan uraanin energian avulla. Veden kiehuessa reaktorissa muodostuu höyryä, joka johde-

taan pähöyryputkilla turpiineille. Molemmilla laitosyksiköillä on yksi korkeapaineturpiini sekä neljä matalapaineturpiinia. Turpiineihin kulkeutunut höyry pyörittää turpiineita ja turpiinit puolestaan generaattoria, joka on kytketty samalle akselille. Generaattori tuottaa sähköä, joka johdetaan muuntajan kautta valtakunnanverkkoon. Turpiineilta höyry johdetaan lauhduttimeen, jossa se lauhtuu jäähdytysvetenä toimivan meriveden avulla takaisin vedeksi. Syöttövesipumput pumppaavat lauhtuneen veden takaisin reaktoriin ja lauhduttimessa lämmennyt merivesi johdetaan takaisin mereen. (OL1 & OL2 Ydinvoimalaitosyksiköt 2013, 9.)

Laitosyksiköt pidetään uudenveroisina pitkäntähtäimen suunnittelulla sekä keväisin tapahtuvilla vuosihuolloilla. Joka toinen vuosi suoritetaan kahden viikon pituinen huoltoseisokki, jossa tehdään polttoaineen vaihdon lisäksi korjaus-, muutos- ja modernisointitöitä sekä tarkastuksia. Joka toinen vuosi on puolestaan lyhyempi polttoainenvaihtoseisokki. Vuosihuoltojen lisäksi TVO toteuttaa noin kerran kymmenessä vuodessa molemmilla laitosyksiköillä kattavat ja suuria laitosmuutoksia sisältävät huoltoseisokit. Muutos-, modernisointi- ja huoltotöillä on parannettu paitsi laitosyksiköiden tehoa sekä kestävyyttä, myös pyritty takaamaan mahdollisimman häiriötön sähköntuotanto. (OL1 & OL2 Ydinvoimalaitosyksiköt 2013, 10.)

2.3 Olkiluoto 3 ja Olkiluoto 4

Teollisuuden Voima sai vuonna 2002 valtioneuvostolta myönteisen periaatepäätöksen ja Olkiluoto 3 päätettiin rakentaa kattamaan sähkönkulutuksen kasvua, edesauttamaan hiilidioksidipäästöjen vähentämistä sekä takaamaan luotettavan sähköntuotannon ja jakelun Suomeen. Olkiluoto 3 on tyypiltään 1600 MW:n painevesireaktori (EPR) ja se tilattiin avaimet käteen -toimituksena AREVA NP:n ja Siemensin muodostamalta yhteenliittymältä. Olkiluoto 3:n rakennustyöt alkoivat vuonna 2005, ja tällä hetkellä TVO varautuu siihen, että sähköntuotannon aloitus voi siirtyä vuoteen 2016.

Painevesireaktori toimii kahden erillisen piirin yhteistoiminnalla. Primääripiirissä kiertävä vesi luovuttaa reaktorissa tuotetun lämpöenergian höyrystimessä sekundääripiirille. Sekundääripiirin vesi höyrystyy ja höyry johdetaan ensin korkeapainetur-

piinille ja sitten kolmelle matalapaineturpiinille. Turpiinit pyörittävät sähköä tuottavaa generaattoria ja merivedellä lauhdutettu höyry johdetaan vetenä takaisin höyrystimeen. Kahden erillisen piirin etuna on, että turpiinipuolelle ei kulkeudu lainkaan säteilyä eli siellä voidaan työskennellä myös tehoajon aikana. (Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3 2010, 4.)

Vuoden 2010 heinäkuussa eduskunta vahvisti periaatepäätöksen, jossa valtioneuvosto totesi Olkiluoto 4 hankkeen olevan Suomen edun mukaista ja näin ollen antoi myönteisen päätöksen. Olkiluoto 4 projekti on tällä hetkellä tarjousvertailuvaiheessa ja se toteutetaan joko kokonaistoimituksena tai hajautettuna hankintana. Laitosyksikölle on Olkiluodossa kaksi vaihtoehtoista sijoituspaikkaa ja laitostoimittajavaihtoehtoja on yhteensä viisi. TVO:n tulee jättää OL4:n rakentamislupahakemus 1.7.2015 mennessä ja sen tavoitteena on aloittaa sähköntuotanto OL4:lla 2020-luvun alussa. (OL4 sähköä tulevaisuuden Suomelle 2012, 5.)

2.4 KU8 - Kiinteistöpalvelut

KU8-kiinteistöpalvelut -ryhmä kuuluu Tuotanto-osaston (K) Mekaanisen kunnossapito toimiston (KU) alaisuuteen yhdessä muiden kunnossapito-organisaatioiden kanssa. KU8:n henkilöstössä on neljä TVO:n toimihenkilöä ja 8 työntekijää sekä alihankkijoiden henkilöstöä eri yrityksistä. KU8:n vastuulla on ydinvoimalaitosten rakenteellinen kunnossapito, rakenteiden korjaukset sekä rakennustöiden toteutukset. Ryhmä hoitaa kaikkien TVO:n omistamien kiinteistöjen kunnonvalvonnan ja ennakko-ohuollot, kuten esimerkiksi ovihuollot, huonetilatarkastukset ja maalaustyöt. Olkiluodossa tehtävien rakennus- ja muutostöiden sekä korjausten toteutukset kuuluvat KU8:n henkilöstölle. Kiinteistöpalvelut -ryhmä hoitaa myös nosturikuljetukset sekä haalaukset, jotka molemmat työllistävät erityisesti vuosihuoltojen aikana. Lisäksi vastuualueelle kuuluvat timanttioraukset ja -sahaukset, telinetyöt, ovet ja lukitukset, puusepäntyöt sekä muuttojen toteutukset. (Kuusisto 2013.)

3 MUUTOSTYÖ PROSESSI

3.1 Tietojärjestelmät

Muutostöiden seuranta ja tietojen tallennus toteutetaan Muutostöiden hallintajärjestelmällä (MUHA). Järjestelmällä tehdään kaikki hallinnolliset tehtävät, joita ovat projektin avaus ja ositukset, tehtävien seuranta, resurssien suunnittelu, aikataulutus sekä raportoinnit. Jokaiselle Olkiluodossa tehtävälle muutostyölle annetaan projekti-numero, joka tämän opinnäytetyön projektissa on M4429. Numeron avulla voidaan varmistua siitä, että muun muassa kaikki töiden suunnittelut, resurssit ja kustannukset menevät oikealle työlle. Järjestelmän ehdoton etu on, että eri organisaatiot pääsevät samanaikaisesti ja reaaliajassa tarkastelemaan muutostyön tietoja ja tekemään muokkauksia, mikä nopeuttaa muutostyön käsittelyä.

Muutostöiden hallinta järjestelmän lisäksi projektissa tarvitaan myös muita tietojärjestelmiä. Työtilausjärjestelmään (TTJ) luodaan kaikille projektissa tehtäville töille työnumerot, joihin työn konkreettisesti toteuttavat henkilöt leimaavat työtuntinsa. Töiden leimaustiedot tallentuvat automaattisesti Työajanseurantajärjestelmään (TAIKA), jota kautta toteutuneet työtunnit ja töidensuorittajien tiedot saadaan haettua töiden raportointia varten takaisin TTJ:hin. Muutostöiden hallintajärjestelmään tallennettujen kustannustunnisteiden ja työajanseurantajärjestelmän kautta tulevien tietojen avulla projektin kustannukset saadaan eroteltua ja dokumentoitua KULA -budjetointi ja raportointijärjestelmään. Laitostietojärjestelmän (LATU) kautta tehdään kohdistukset laitoksiin, voidaan tarkistaa laitevastualueet ja luokitukset sekä tehdä mahdolliset muutokset laitostietoihin. (Iso-Trykkäri 2013)

3.2 Muutostyön luokitus ja YVL -ohjeet

YVL -ohje eli ydinvoimalaitosohje on Säteilyturvakeskuksen (STUK) laatima ohjeisto, jonka avulla se ohjaa ja valvoo ydinvoiman käyttöä ja rakentamista. Säteilyturvakeskus on sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön kuuluva elin, joka valvoo kaikkea säteilyn käyttöä ja ydinturvallisuutta Suomessa. YVL -ohjeen kohdassa YVL 2.1 "Ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuus" on esitetty muutos-

töiden turvallisuusluokat ja kohdasta YVL 1.8 "Muutos-, korjaus-, ja ennakkohuolto-työt ydinlaitoksissa" löytyy ohjeistoa muutostyöprosessiin. Ohjeen kohdat 4.1, 4.2 ja 4.3 sisältävät rakennustekniikkaan liittyvää ohjeistoa. YVL -ohje määrittelee muutostyön seuraavasti: "Muutostyö on järjestelmän, laitteen tai rakenteen muuttamista siten, että se ei enää vastaa aikaisempia suunnitelmia". Säteilyturvakeskus on parhaillaan valmistelemassa uutta YVL -ohjetta, josta on tällä hetkellä saatavilla luonnos-versio STUK:n verkkosivuilla. Uusi ohje tulee olemaan rakenteeltaan hieman erilainen ja ohjeisiin tulee muutoksia sekä päivityksiä, esimerkiksi turvallisuusluokitukset muuttunevat hieman. TVO:lla tehtävien muutostöiden käsittelylaajuus sekä muutostyöaineiston vaadittava määrä riippuvat muutostyöluokasta, johon vaikuttavat turvallisuusluokka, muutostyön tyyppi sekä tekninen laajuus. (Säteilyturvakeskuksen www-sivut 2013.)

3.2.1 Turvallisuusluokitus

"Ydinvoimalaitoksen turvallisuuden varmistaminen perustuu siihen, että laitos toimii luotettavasti ja sitä huolletaan ja käytetään asianmukaisesti. Luotettavan toiminnan takaamiseksi on kiinnitettävä erityistä huomiota laitoksen ja sen eri osien suunnitteluun, valmistukseen, käyttöönottoon ja käyttöön" (Ydinvoimalaitosohjeet, YVL 2.1 3/11). Muutostyön turvallisuusluokka kertoo, mitä projektin suunnittelussa, toteutuksessa ja valvonnassa tulee ottaa huomioon. Turvallisuusluokkia ovat 1, 2, 3, 4 ja EYT eli ei ydinteknisesti luokiteltu. Turvallisuusluokka 1 on korkein ja siihen lukeutuvat työt, joiden merkitys ydinturvallisuuteen on merkittävä. Viranomaisvalvonnan laajuus määräytyy turvallisuusluokan perusteella. Turvallisuusluokitus määrittellään aina tapauskohtaisesti ja siinä tulee ottaa huomioon myös ydinvoimalaitoksen rakenne. Luokitusta varten ydinvoimalaitokset on jaettu rakenteellisiin ja toiminnallisiin järjestelmiin, esimerkiksi rakennuksittain. Ydinvoimalaitoksen kaikilla rakenteilla ja laitteilla on turvallisuusluokka, muutoin ne kuuluvat luokkaan EYT. Ydinvoimalaitosohjeen kohdan YVL 2.1 kappaleessa neljä sekä sen liitteen kappaleessa kaksi on esitetty eri järjestelmien sijoittuminen turvallisuusluokkiin. Tarkemmat turvallisuusluokitusperusteet löytyvät YVL -ohjeesta tekniikanaloittain jaoteltuna. Valmisteilla olevien, uusien ohjeiden luonnoksissa turvallisuusluokitukset löytyvät kohdasta YVL B.2. Opinnäytetyön aiheena olevan muutostyön turvallisuusluokka on EYT ja muu-

tostyön kohteena on Z-rakennuksen eli muuntaja-alueen huonetila Z01.01. (Ydinvoimalaitosohjeet, YVL 2.1.)

3.2.2 Muutostyön tekninen laajuus

Muutostyöt jaetaan teknisen laajuuden perusteella pieniin, normaaleihin ja suuriin muutostöihin. Pienet muutostyöt ovat töitä, jotka ovat toteutukseltaan selkeitä ja yksinkertaisia eivätkä ne vaadi esisuunnittelua. Normaaleille muutostöille on laadittava esisuunnitelma ja ne vaativat laajan käsittelyn. Suuret muutostyöt ovat laajoja projekteja ja järjestelmämuutoksia, joissa on mukana eri tekniikanaloja. Ne vaativat yleensä poikkeusjärjestelyjä, ovat merkittäviä taloudelliselta kannalta ja voivat vaatia erillisen projektiryhmän perustamisen. Suurille muutostöille, jotka kuuluvat turvallisuusluokkiin 1, 2 ja 3 täytyy laatia periaatesuunnitelma. Säteilyturvakeskus tarkastaa ja hyväksyy periaatesuunnitelman sekä voi tarvittaessa esittää korjausvaatimuksia suunnitelmiin. Opinnäytetyön aiheena olevan muutostyön tekninen laajuus on normaali. (Koskinen 2011, 10.)

3.2.3 Muutostyön tyyppi

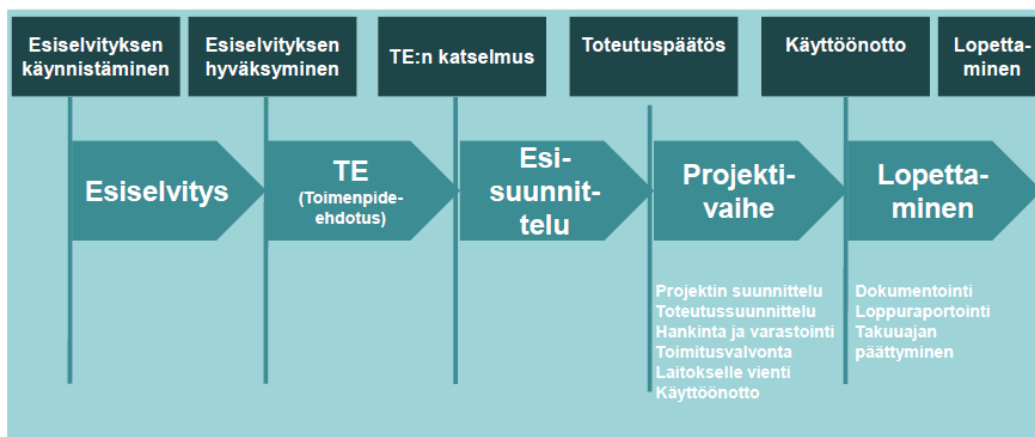
Muutostyötyyppejä on kolme: Ydinvoimalaitoksen rakenteellinen muutostyö (R), Ydinvoimalaitoksen varaosamuutos (V) ja muu työ (M). Rakenteellisiin muutoksiin kuuluvat kaikki työt, joilla muutetaan laitossyksiköiden rakenteita, laitteita tai ohjelmistoja siten, etteivät ne enää vastaa virallisia asiakirjoja. Varaosamuutoksella tarkoitetaan muutostyötä, jossa selvitetään jonkin uuden osan tai komponentin soveltuvuutta ja ominaisuuksia. Jos jokin osa on todettu huonosti toimivaksi tai osan valmistus on lopetettu, joudutaan tekemään varaosamuutos. Muihin töihin lukeutuvat kaikki muutostyöt, jotka eivät liity ydinvoimalaitossyksiköihin. Tällaisia töitä ovat laitosaidan ulkopuoliset rakenteelliset muutokset ja rakennustyöt. Opinnäytetyön aiheena oleva muutostyö on tyypiltään ydinvoimalaitoksen rakenteellinen muutostyö (R). (Koskinen 2011, 9.)

3.2.4 YVL –ohjeen velvoitteet

Ydinvoimalaitosohjeen kohdassa YVL 1.8 Muutos-, korjaus- ja ennakkohuoltotyöt ydinlaitoksissa on kuvattu muutostöille asetettuja vaatimuksia sekä ydinvoimayhtiölle asetettuja velvoitteita. Ohje velvoittaa, että ydinvoimayhtiöllä on olemassa tarkat toimintaperiaatteet ja ohjeet koskien muutostyön suunnittelua sekä toteutusta. TVO:lla on käytössä ohjeen vaatima vikailmoitus- ja työtilausjärjestelmä, jonka avulla kaikki viat eli mahdolliset muutostyökohteet tulevat esille. YVL -ohje velvoittaa voimayhtiötä käyttämään muutostyöprojektissa pätevää henkilökuntaa, huolehtimaan turvallisuus-, säteily- ja palosuojelusta sekä hallinnoimaan ja pitämään asiakirjat ajan tasalla. Mekaanisia laitteita ja rakenteita koskevat velvoitteet on kuvattu kappaleessa 6.1 ja sähkö- ja instrumentointilaitteita koskevat kappaleessa 6.3. Teräs- ja betonirakenteita koskeville muutostöille on omat ohjeet kohdissa YVL 4.1 Ydinlaitosten betonirakenteet sekä YVL 4.2 Ydinlaitosten teräsrakenteet. (Ydinvoimalaitosohjeet, YVL 1.8.)

3.3 Prosessin kulku

Muutostyöprosessi noudattaa tarkkaa kaavaa, joka sisältää tietyt päävaiheet sekä päätöksentekopisteet. Tarkastus- ja käsittelypisteitä on useita, mikä varmistaa saumattoman tiedonkulun ja koko yrityksen osaaminen tulee huomioiduksi. Tavoitteena on, että kaikki organisaatiot, joihin projekti vaikuttaa, tietävät mitä ollaan tekemässä ja pystyvät tuomaan oman ammattitaitonsa esille sekä esittämään omia näkemyksiään. Prosessin tarkka kulku ja seuranta mahdollistavat myös muutostyön tarkan raportoinnin ja dokumentoinnin.



Kaavio 1. Muutostyöprosessin kulku. (TVO)

3.3.1 Muutostyön aloitus

Muutostyöprosessi lähtee liikkeelle konkreettisesta tarpeesta, turvallisuusasioiden tai esiselvityksen kautta. Opinnäytetyön kohteena oleva muutostyö lähti liikkeelle Kelpo-laadunhallintajärjestelmään kirjatusta turvallisuushavainnosta, jonka jälkeen muutostarvetta kartoitettiin KU8:n organisaation henkilöstön voimin. Konkreettinen tarve muutostyölle voi olla esimerkiksi pysyvän kulkureitin puute laitoksen katolle tai puutteellinen kulkureitti johonkin huonetilaan, jolloin muutostyössä suunnitellaan esimerkiksi kierreportaat katolle tai oviaukon laajennus. Isoista projekteista ja pääasiassa PTS:n hankkeista tehdään aluksi esiselvitys, jonka hyväksymisen jälkeen aloitetaan muutostyö. (Koskinen 2011, 4.)

3.3.2 Toimenpide-ehdotus

Muutostyö aloitetaan aina toimenpide-ehdotuksen (TE) laatimisella Muutostöiden hallintajärjestelmään. Toimenpide-ehdotuksen voivat laatia kaikki TVO:n henkilökuntaan kuuluvat. Toimenpide-ehdotuksessa kuvaillaan kirjallisesti ongelma, työ tai toimenpide, joka pitäisi suorittaa. Ehdotuksen laatijan pitää myös tehdä ehdotus ja kuvaus tarvittavista toimenpiteistä ongelmien ratkaisemiseksi tai työn suorittamiseksi. Lisäksi ehdotus sisältää aikatauluehdotuksen, alustavan kustannusarvion, kohdistukset laitoksiin ja laitteisiin sekä käyttötilavaatimukset asennuksille. Toimenpide-ehdotus voi olla suppea ongelman kuvaus tai laaja, pitkälle sekä tarkasti hahmoteltu ja se voi sisältää myös liiteaineistoa. Ehdotuksen laatija voi myös esittää henkilöitä muutostyövastaavaksi ja suunnittelijoiksi. (Koskinen 2011, 7.)

Toimenpide-ehdotuksen laatija lähettää valmiin ehdotuksen arvioitavaksi esimiehelleen. Esimiehen lisäksi sen arvioivat myös ryhmäpäällikkö, toimistopäällikkö ja tarvittaessa eri alojen asiantuntijat. Arviointien jälkeen toimenpide-ehdotus joko hylätään tai se siirretään muutostyökokouksen käsiteltäväksi. Muutostyökokouksessa muutostyön laatineen organisaation päällikkö esittelee ja perustelee toimenpide-ehdotuksen. Kokous arvioi muutostyön tarpeellisuuden ja kannattavuuden. Kokoukseen osallistuu henkilöt kaikista organisaatioista, joita muutostyö koskee sekä lisäksi eri toimistojen päälliköitä. Muutostyökokous voi hylätä, hyväksyä tai pyytää lisäsel-

vityksiä toimenpide-ehdotukseen. Kaikki muutostyökokouksessa käsitellyt ehdotukset menevät myös toimenpide-ehdotusten katselmuskokoukseen, jossa tarkastetaan lähtötiedot, annetaan suunnittelijalle lisätietoja, käsitellään jo tehtyjä esisuunnitelmia sekä luokitellaan muutostyöt. Virallinen esisuunnittelu voidaan aloittaa katselmuksen jälkeen, kun muutostyölle on luotu projekti. (Koskinen 2011, 8.)

3.3.3 Esisuunnittelu

Esisuunnittelu tehdään muutostöille, jotka on luokiteltu tekniseltä laajuudelta normaaliksi tai suureksi. Muutostyövastaava tekee tai teettää muutostyön esisuunnittelun henkilöstöllään tai muilla toimistoilla. Suunnitelma sisältää projektin lähtötietojen ja taustojen kuvauksen sekä muutostyön tavoitteet. Esisuunnittelija selvittää muutostyön vaikutukset eri järjestelmiin ja laitteisiin sekä tarkastaa muutostyön luokituksen oikeellisuuden. Muutostyön jatkopäätösten tekemiseksi esisuunnitelmassa tulee selvittää toteutusvaihtoehdot, suunnitteluperusteet, ympäristövaikutukset sekä laatia aikataulu ja kannattavuuslaskelmat. Muutostyön esisuunnittelua jatketaan myönteisen investointipäätöksen jälkeen tarkentamalla toteutusta ja lähtötietoja. Esisuunnitteluvaiheessa laaditaan myös periaatesuunnitelma sekä tarkastusaineistot, mikäli muutostyön luokitus sitä vaatii. Esisuunnittelun tehtävä on tuottaa riittävät lähtötiedot sekä selvittää projektin toteutuskelpoisuus varsinaista toteutussuunnittelua varten. Valmis esisuunnitelma käsitellään esisuunnitelman katselmuksessa. (Wahlman 2011, 3-6.)

Esisuunnitelman katselmuksessa muutostyövastaava esittelee tehdyt suunnitelmat toimistojen päälliköille sekä asiantuntijoille. He arvioivat suunnitelmien tietoja ja esitettyjä toteutusvaihtoehtoja. Katselmuksen tarkoitus on tuoda asiantuntijoiden näkemykset esiin ja kerätä lisätietoa toteutussuunnittelussa huomioon otettavista asioista. Tarvittaessa esisuunnitelma lähetetään ulkopuoliselle tarkastajalle tai pyydetään lausunto TVO:n ulkopuoliselta asiantuntijalta. Esisuunnitelman katselmuksen ja tarkastusten jälkeen tehdään muutostyöntoteutus päätös tai projekti suljetaan ja suunnittelu lopetetaan. Myönteisen toteutus päätöksen jälkeen voidaan aloittaa projektivaihe eli toteutussuunnittelu ja varsinainen toteutus. (Wahlman 2011, 7 - 8.)

3.3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitelma esittää muutostyöllä tehtävät muutokset ja kaikki asennuksissa ja käyttöönotossa tarvittavat aineistot. Toteutussuunnitteluvaiheessa muutostyö jaetaan osaprojekteihin, joille määritellään suunnittelijat. Muutostyön toteutussuunniteluaineisto kootaan muutostyöpakettiksi eli kansioksi, jonka perussisältö on valmiiksi määritelty rakenteellisissa muutoksissa seuraavasti:

1. Muutosmääräys, käsittelytarpeet
2. Muutossuunnitelma
3. Toimenpide-ehdotus
4. Asiakirjavalvonta
5. TTJ
6. Piirustukset
7. Liitteet

Muutostyöpaketti sisältää piirustukset rakenteista tai laitteista, joihin projektissa tehdään muutoksia, esimerkiksi opinnäytetyön aiheena olevan muutostyön rakennepiirustukset, mitoitus ja suunnittelu. Toteutussuunnittelun tavoitteena on luoda riittävä ja kattava aineisto muutossuunnitelman hyväksyttämistä ja toteutusta varten. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään myös alustavaa töiden suunnittelua työtilausjärjestelmään sekä luodaan projektille lopullinen kustannusarvio. Muutossuunnitelmassa esitetään projektin taustat ja lähtötilanne sekä kuvaillaan mahdollisimman tarkasti työn toteutus. Muutossuunnitelmaan kirjataan muutostyössä huomioon otettavat ohjeet ja määräykset, eri työvaiheiden vastuu organisaatiot, kustannusarvio, poistuvat materiaalit, ympäristöasiat ja lisäksi muita yksittäisiä tietoja, jotka selviävät tarkemmin opinnäytetyön kappaleesta viisi sekä liitteenä olevasta muutossuunnitelmasta. Suunnittelija tekee suunnittelun edetessä järjestelmäkohdistukset muutostöiden hallintajärjestelmään. Mikäli muutostyön toteutukseen tulee muutoksia tai joihinkin asiakirjoihin lisäystarpeita, esimerkiksi kunnossapitosuunnitelmiin tai turvallisuusasiakirjoihin, ne luodaan ja hyväksytetään ennen muutoksen käyttöönottoa. Asiakirjoihin tehtävät muutokset selviävät muutostyökansion kohdasta asiakirjavalvonta. (Koskinen 2011, 17 - 19.)

Suunnitelmat laatinut organisaatio tarkastaa suunnitteluasiakirjat, jonka jälkeen ne lähetetään tarkastus- ja hyväksyttämiskiertoon vaadittaviin toimistoihin ja tarpeen vaatiessa myös turvallisuustoimistoon. Merkittävien muutostöiden toteutussuunnitelmille voidaan pitää myös erillinen toteutussuunnitelman katselmus. Tarkastuskierrossa jokaisella organisaatiolla on omat arviointi- ja tarkastusperiaatteet. Suunnittelijan tehtävä kierrossa on hyväksyä laatimansa suunnitelmat. Tarkastustoimistot arvioivat muutostyökansion sisältöä, aineiston riittävyttä ja kattavuutta sekä tarkastavat käsittelyn riittävyyden. Hyväksyvät organisaatiot arvioivat muutostyön taloudellisesti, tarkastavat käsittelyn riittävyyden, suunnitteluvaatimusten täyttymisen sekä antavat teknisen hyväksynnän muutostyön toteutukselle. Laatu ja ympäristö -toimisto (RQ) suorittaa QA -tarkastuksen eli laadunvarmistustarkastuksen. Laajoihin muutostöihin tarvitaan lisäksi hyväksyntä tuotanto-osaston (K) johtajalta. Kuten esisuunnitteluvaiheessa, myös toteutussuunnitelmat tarkastutetaan tarvittaessa ulkopuolisilla asiantuntijoilla. Toimistot kuittaavat suunnitelmien hyväksymisen tai hylkäämisen muutostyökansioon. Kierron aikana mahdollisesti tulevat muutokset ja lisäykset tehdään suunnitelmat laatineessa toimistossa, jonka jälkeen kansio lähetetään uudelleen kiertoon. Mikäli kaikki tarkastuskiertoon kuuluvat toimistot hyväksyvät suunnitelmat, muutostyöpaketti lähetetään muutostyön toteuttavalle organisaatiolle ja osaprojekti kuitataan hyväksytyksi muutostöiden hallintajärjestelmään. (Koskinen 2011, 19 - 21.)

3.3.5 Projektin toteutus

Muutostyön toteutuksen vaatimat resurssit, materiaalit, laitteet ja muut hankinnat tehdään toteutussuunnitelman pohjalta sekä hankintaohjeita noudattaen. Muutostyön toteuttava organisaatio ja TVO:n tarkastuslaitos suorittavat materiaalien ja laitteiden tarkastukset ennen asennusta. Muutostyövastaavan tehtävä on valvoa, että muutostyö toteutetaan suunnitelmien mukaan. Projektin toteutustavat ja työmenetelmät on kuvattu toteutussuunnitelmassa ja niitä pyritään noudattamaan myös konkreettisesti työmaalla. Muutostöiden toteutukset kuuluvat yleensä kunnossapito-organisaatioiden vastuulle tai ulkopuolisille urakoitsijoille ja toimittajille.

Varsinaista töiden toteutusta voidaan alkaa valmistella jo toteutussuunnitteluvaiheessa, mikäli aineiston kattavuus sen sallii. Vasta lopullisen muutostyökansion saavuttua toteuttavalle organisaatiolle voidaan aloittaa muutostyön toteutus. Toteuttava organisaatio tekee töiden suunnittelun työtilausjärjestelmään, laatii lopullisen toteutusaikataulun ja tekee tarvittavat materiaalihankinnat. Mikäli työt suorittaa ulkopuolinen urakoitsija, TVO hoitaa projektin valvonnan. Ennen varsinaista asennusta tulee suorittaa tarvittavat viranomaishyväksynät sekä pitää projektin aloituskokous, jossa sovitaan projektin toteutuksen käytännöistä. (Koskinen 2011, 22.)

Asennus- ja rakennusvaiheiden aikana mahdollisesti tulevat merkittävät muutokset tulee hyväksyttävä ennen niiden käyttöönottoa. Muutosten hyväksynnän ja muutostyökansion päivytyksen suorittaa projektin muutostyövastaava. Pienet muutokset voidaan sopia valvovan organisaation kanssa työmaalla, mutta myös ne tulee merkitä selvästi suunnitelmiin. Tarkastuksia ja koestuksia suoritetaan aina tarpeen vaatiessa niin esivalmistus- kuin asennusvaiheessakin. Kaikki tarkastukset kuuluvat tarkastuslaitosten tai TVO:n omien tarkastustoimistojen vastuulle. Ennen virallista käyttöönottoa muutostöille suoritetaan tarvittaessa koekäyttö, joka valvotaan ja raportoidaan. (Koskinen 2011, 23.)

3.3.6 Lopetus ja dokumentointi

Kun projektin kaikki työt on kokonaisuudessaan saatu valmiiksi, alkaa projektin raportointi ja dokumentointi vaihe. Dokumentoinnin tarkoituksena on pitää kaikki asiakirjat ja ohjeet ajan tasalla sekä arkistoida muutostyöaineistot talteen. Tiettyihin asiakirjoihin, esimerkiksi PI-kaaviot, virtapiirikuvat ja käyttöturvallisuustiedot, tehtävät muutokset tulee päivittää välittömästi työn valmistuttua. Kaikki muut asiakirjat, esimerkiksi kunnossapito-ohjeet ja laitostiedot tulee päivittää mahdollisimman nopeasti. Esisuunnitelmat ja toteutussuunnitelmat arkistoidaan kansioina ja sähköisinä versioina. Töiden valmistuttua ne raportoidaan työtilausjärjestelmään. Kun kaikki osaprojektin työt on raportoitu valmiiksi, osaprojekti suljetaan ja osaprojektien valmistuttua myös muutostyöprojekti suljetaan. Muutostyövastaavan tehtävä on laatia vaadittavat raportit sekä muutostyön loppuraportti, joka sisältää myös projektin kustannukset. Lisäksi muutostyövastaava hoitaa mahdolliset takuuasiat toimittajien

kanssa sekä huolehtii, että takuutarkastukset tulevat suoritetuksi. (Muutostyön loppuraportointi -muistio.)

4 TYÖN LÄHTÖTILANNE

4.1 Päämuuntajatilat

OL1 ja OL2 611-päämuuntajat sijaitsevat laitostyöyksiköiden pohjoispäissä olevissa muuntajasuojissa eli muuntajabunkkereissa, jotka ovat molemmilla yksiköillä samantyyppiset. Muuntajasuojan huonetilatunnus OL1:llä on 1.Z01.01 ja OL2:lla 2.Z01.01. Päämuuntajan tehtävä on muuttaa laitoksen generaattorin tuottama 20 kV sähkö valtakunnan verkon 400kV tasolle. Päämuuntajajärjestelmään kuuluu varsinainen päämuuntaja 611T101 sekä sen varusteet ja suojalaitteet eli venttiilisuojat ja nollapistekuristin. Päämuuntajan turvallisuusluokitus on EYT, ne sijaitsevat laitostyöyksiköiden ulkopuolella ja niille päästään myös laitoksen tehoajon aikana. Muuntajat ovat öljyeristeisiä kolmivaihemuuntajia ja niiden jäähdytys hoidetaan öljyvirtauksella. Muuntajassa on öljyä kaikkiaan noin 113 000 litraa. Mahdollisen öljyvuodon sekä öljypalonvaaran takia muuntajatilat on varustettu lattiarakenteen alla olevilla öljynerotuskaivoilla sekä sprinklerijärjestelmällä. Päämuuntajat kuuluvat säännöllisen tarkkailun piiriin ja niiden kuntoa sekä toimintaa tarkkaillaan päivittäin. Joka vuosi laitostyöyksiköiden vuosihuoltojen aikana suoritetaan myös muuntajahuollot. Bunkkereissa ei ole kattorakenteita ja ne on varustettu teräsbetonisilla suojaseinillä. Osa pohjoisseinästä on koottu yksittäisistä nosturilla siirrettävistä elementeistä ja länsiseinällä on henkilökuulun tarkoitettu ovi. (Teollisuuden Voima Oyj 2013.)



Kuva 1. 611 Päämuuntaja. (TVO)

4.2 Muuntajatilojen lattiarakenne

Päämuuntajien muuntajasuojat ovat kooltaan 21,5*13,5 m² ja suojaseinien korkeus on 12m. Tilojen pinta-alasta noin 40 % on betonilattiaa. Betonilattiat on rakennettu muuntajasuojien itä- ja länsisivuille ja niissä on kallistus tilojen keskelle päin. Betonilattiat ovat noin 120mm paksuja, ne on rakennettu maanvastaisesti ja niiden päällä on sepelikerros. Loput noin 60 % muuntajasuojien lattiarakenteesta on sepeliarinaa, jonka alla on valuma-altaat. Rakenne on toteutettu kyseisellä tavalla, jotta muuntajasta mahdollisesti valuva öljy pääsee vapaasti kulkeutumaan öljynerotuskaivoihin eikä näin ollen aiheuta haittaa ympäristölle. Lisäksi rakenne toimii tulipalotilanteessa siten, että muuntajassa palamaan syttynyt öljy pääsee valumaan sepeliarinan läpi ja sammumaan.

Sepeliarina koostuu neljästä pohjois-etelä- sekä kolmesta itä-länsisuunnassa kulkevasta betoniseinästä, joihin on kiinnityslevyillä kiinnitetty primääripalkeiksi U-palkkeja. Lisäksi rakenteessa on seitsemän teräspilaria, joihin U-palkit on kiinnitetty pulttiliitoksella. U-palkkien päälle on hitsaamalla kiinnitetty 100mm jaolla L40*4 -

kulmateräksiä, joiden jänneväli on 1100mm. Kulmaterästen päälle on laitettu sinkitty teräsverkko, jonka päällä on 200mm raidesepeliä sekä 100mm pienempi rakeista sepeliä. Sepelilattian sekä pohjois-eteläsuuntaisten betoniseinien yläpinta ovat samassa tasossa ympäröivän maanpinnan kanssa. Sepeliarinan alla on noin metrin korkuinen ryömintätila, joka toimii valuma-altaana. Ryömintätilan pohjalla on 200mm paksu maanvastainen betonilattia. Sepelilattian koillis- ja luoteiskulmissa on teräksiset tarkastusluukut valuma-altaisiin.

4.3 Työn taustat

Keväällä 2013 suoritettussa OL1:n polttoaineenvaihtoseisokissa R113 muuntajasuojan 1.Z01.01 sepelilattia sortui noin neliömetrin alalta muuntajahuollossa mukana olleen asentajan alta. Lattiarakenteen teräsverkko sekä kulmateräkset olivat ruostuneet niin pahasti, etteivät ne enää kantaneet asentajan painoa. Lattian pettämisestä tehtiin turvallisuushavainto (nro 4172) TVO:n Kelpo -järjestelmään. Tapahtuman seurauksena molemmilla laitosyksiköillä suoritettiin lattiarakenteen välittömät tarkastustoimenpiteet. Lisäksi OL1:llä muuntajasuojan lattiarakenteen päälle asennettiin vanerilevyjä turvallisen kulkemisen takaamiseksi. Molempien laitosyksiköiden muuntajasuojissa kaivettiin sepelilattiaan koekuoppia, joista voitiin tarkastaa teräsrakenteiden kunto. Tarkastuksissa todettiin, että välitöntä sortumisvaaraa ei ollut, mutta etenkin kulmateräkset olivat ruostuneet erittäin pahasti. Koska teräsrakenteet olivat selvästi menettäneet lujuuttaan korroosion seurauksena, sepeliarinan uusimisesta molemmilla laitosyksiköillä tehtiin toimenpide-ehdotus: TE nro 7199.



Kuva 2. OL1 sepeliarinan sortuminen. (TVO)



Kuva 3. OL1 sepeliarinan sortuminen. (TVO)

4.4 Muuntajasuojan puutteet ja parannukset

Toimenpide-ehdotusta laadittaessa otettiin huomioon myös muuntajatilojen ongelmakohdat sekä mahdolliset tarpeet, joiden toteutus voitaisiin lisätä samaan projektiin. Muuntajahuolloissa sähköpuolen kunnossapidolla on tarve päästä päämuuntajatilaa henkilönostimella. Tällä hetkellä tilaan ei ole tarpeeksi suurta pysyvää kulkureittiä eikä sepelilattia ole ihanteellinen alusta henkilönostimen käyttöön. Lattiarakenteen korjaamisen kattavaan toimenpide-ehdotukseen lisättiin myös tarvittavat toimenpiteet henkilönostimen käytettävyyden parantamiseksi päämuuntajajaloissa. Päämuuntajan ja muuntajasuojan pohjoisseinän väliin päätettiin tehdä betonilattia henkilönostimen turvallista käyttöä varten sekä takaamaan lattiarakenteen kestävyys. Lisäksi muuntajasuojan länsiseinällä olevan henkilökulkuun tarkoitetun oven tilalle päätettiin asentaa isompi pariovi. (Toimenpide-ehdotus TE 7199 -muistio 21.5.2013.)

5 MUUTOSSUUNNITTELU

5.1 Projektin aloitus

Päämuuntajatilojen muutokset kattavan toimenpide-ehdotuksen käsittelyssä kirjattiin korjaustoimenpide suoritettavaksi ja todettiin korjaustyön parantavan työ- ja henkilöturvallisuutta. Myönteisen toteutuspäätöksen jälkeen projektista tehtiin muutostyö: OL1/2 huonetilan Z01.01 sepeliarinan muutokset sekä oven lisäys. Muutostöiden hallintajärjestelmään luotiin muutostyölle oma projektinumero M4429 sekä osaprojektit rakentamiselle M4429-01 ja sähköistykselle M4429-02. Opinnäytetyö käsittää rakennuspuolen osaprojektin muutossuunnitelman laatimisen sekä uusien rakennepiirustusten laatimisen. Muutostöidenhallinta järjestelmään (MUHA) tallennettiin kaikki perustiedot projektista:

- | | |
|------------------------------------|---|
| • Projektinumero | M4429 |
| • Otsikko | OL1/2 huonetilan Z01.01 sepeliarinan muutokset sekä oven lisäys |
| • Pääteknikanala | R, rakennus |
| • Laitostilavaatimus | EK, Ei laitoksen käytöstä riippuva |
| • Muutostyötyyppi | R, Ydinvoimalaitoksen rakenteellinen muutostyö |
| • Tekninen laajuus | N, Normaali |
| • Muutostyövastaava | Kuusisto Kari |
| • Vastaava organisaatio | KU8 -kiinteistöpalvelut |
| • Aikataulu | Kesä 2014 |
| • Karkea kustannusarvio | € |
| • Budjettinumero | X |
| • KULA-koodi eli kustannustunniste | X |

Osaprojektille M4429-01 tallennettiin myös vastaavat perustiedot kuin koko projektillekin ja lisäksi osaprojektille määriteltiin seuraavat tiedot:

- | | |
|--|--|
| • Kohdistukset järjestelmiin | 1.128 ja 2.128 muuntajien suojaseinät |
| • Luokitukset | EYT, Ei Ydintekninen turvallisuusluokka |
| • Laitevastualueet | 12, Voimalaitos rakennukset ja rakenteet |
| • Asiakirjavalvonta eli merkitään asiakirjat, joihin muutostyö aiheuttaa muutoksia | |

- Käsittelytarpeet eli kuinka laajasti muutostyö käsitellään
- Hyväksymiskierto eli muutostyökansion tarkastukset eri toimistoissa

(Kupi 2010.)

5.2 Muutossuunnitelma

Projektin luomisen ja tietojen kirjaamisen jälkeen aloitettiin varsinainen muutostyön toteutuksen suunnittelu. Toteutussuunnittelu aloitettiin perehtymällä ja tutkimalla nykyisiä rakenteita. Koska lattian kantavat rakenteet ovat piilossa sepelikerroksen alla, apuna käytettiin pääasiassa piirustuksia, mutta myös paikan päällä tehtyjä mittauksia sekä työkollegoiden tietoja käytettiin rakenteen tarkempaan tutkimiseen. Piirustuksista tarkistettiin samalla myös molempien laitosten omakäyttömuuntajien huonetilojen lattiarakenne ja todettiin, että tiloissa ei ole käytetty vastaavanlaista rakennetta kuin päämuuntajasuojissa.

Kirjallinen muutossuunnitelma laaditaan valmiiseen muistiopohjaan eli muutossuunnitelman perusrakenne on aina samanlainen. Aluksi suunnitelmaan kuvattiin projektin taustat sekä perustietoa työkohteesta ja kohteen rakenteista, mitkä on kuvattu tarkemmin jo opinnäytetyön kappaleessa neljä. Seuraavana suunnitelmaan kuvailtiin kirjallisesti projektin toteutus sekä käytettävät rakenteet ja rakenneosat. Tarkemmat selvitykset ja kuvaukset rakenteista sekä rakenteiden mitoituksista löytyvät opinnäytetyön seuraavista kappaleista. Muutossuunnitelmaan luetteloiitiin työssä huomioon otettavat ohjeet ja määräykset seuraavasti:

- EYT -teräsrakenteet TVO:n ohje 114112
- TVO:n metallipintojen maalausohje 137178
- Rakennusmääräyskokoelma B1 (Rakenteiden varmuus ja kuormitukset)
- RakMk B2 (Kantavat rakenteet)
- RakMk B4 (Betonirakenteet)
- RakMk B7 (Teräsrakenteet)
- RYL, rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
- Mahdolliset toimittajien työselitykset ja ohjeet

Seuraavat kohdat muutossuunnitelmassa sisältävät tietoa projektin toteutuksesta ja TVO:n organisaatioiden vastuista. Muutostyön suunnittelu on KU8-kiinteistöpalvelut ryhmän vastuulla. Projektin asennus- ja rakennustyöt ovat sekä KU8:n että KU2 - hitsaus- ja koneistuspalvelut ryhmän vastuulla. Esivalmistusta tekevät tavarantoimitajat eli ontelolaattavalmistaja, teräsosien valmistaja sekä ritilöiden valmistaja. Urakoitsija tulee hoitamaan kaikki rakennustekniset työt, haalaustyöt sekä rakennusvaiheen hitsaus työt. Muutossuunnittelutoimisto tekee töiden päätyttyä projektin loppudokumentoinnin sekä asiakirjojen arkistoinnin. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

Muutossuunnitelma sisältää myös karkean kustannusarvion sekä projektin kustannustunnisteet. Muutossuunnitelmaan kirjattiin työn aikana käytöstä poistettavat materiaalit ja osat. Sepeliarinan sepelikerros poistetaan ja lattian korjauksen jälkeen tilalle tuodaan uutta sepeliä. Lattiarakenteen kaikki teräsosat puretaan pois ja romutetaan. Oviaukon suurentamisen johdosta vanha teräksinen ovi poistetaan käytöstä ja samalla syntyy pieni määrä jätebetonia. Suunnitelma sisältää myös kappaleet ympäristö ja energiatehokkuudelle sekä työturvallisuudelle. Suunnitelmaan kirjattiin, että suunnittelussa ja työssä pyritään mahdollisuuksien mukaan huomioimaan ympäristö- ja energiatehokkuusnäkökohdat. Työturvallisuudesta todettiin, että muutostyö tulee parantamaan työturvallisuutta sekä helpottamaan kunnossapitotöiden suorittamista päämuuntajasuojissa. Lisäksi todettiin, että muutostyön toteutusvaiheessa tulee huomioida työturvallisuusasiat sekä muuntajasuojan erityispiirteet rakennusympäristönä. Ohjeet asennusmuutosten käsittelyyn kirjattiin suunnitelmaan seuraavasti: "Mikäli muutostyön toteutus poikkeaa suunnitelmasta, on otettava yhteyttä muutostyövastavaan ja/tai suunnittelutoimistoon. Muutokset käsitellään TVO:n ohjeiden mukaisesti. Toteutuksen valvojalla on oikeus sopia vähäiset muutokset asennuspaikalla". (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

5.2.1 Sepeliarinan rakenne

Päämuuntajatilojen uuden lattiarakenteen tulee olla ominaisuuksiltaan vanhan rakenteen kaltainen, jotta se toimii tarkoituksen mukaisesti öljyvuoto- tai tulipalotilanteessa. Rakenne tullaan purkamaan, betoniseiniin valettuja kiinnityslevyjä sekä pilareita.

den alla olevia teräskiiloja lukuun ottamatta, kokonaan pois. Sepelikerros poistetaan suurtehoimautolla, jonka jälkeen U-palkit, teräspilarit, kulmateräkset sekä teräsverkko puretaan pois ja romutetaan.

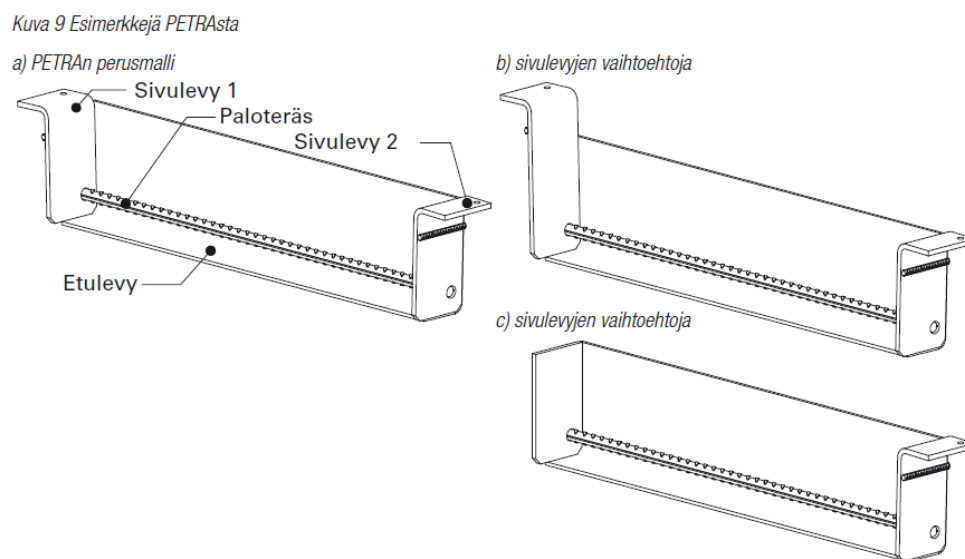
Lattiarakenteen palkit (UNP 120x55) sekä pilarit (UNP 80x45) tulevat olemaan täysin vanhan rakenteen kaltaisia, mutta nykyisestä poiketen ne tulevat olemaan kuumasinkittyjä. Palkit asennetaan piirustuksissa osoitetulla tavalla siten, että kiinnityslevyihin hitsataan 100 mm pitkä L-teräs (75x55x7), jonka päälle U-palkki kiinnitetään pulttiliitoksella (M12x45). Teräspilarin yläpään hitsataan 100x60x8 kokoinen teräslevy, johon palkki kiinnitetään pultilla. Myös teräspilarin alapään hitsataan vastaavanlainen levy ja pilari asetetaan lattiassa olevien vanhojen teräskiilojen päälle. Teräslevyt hitsataan ennen asennusta kiinni U-palkkeihin ja L-teräkset hitsataan työmaalla kiinni kiinnityslevyihin. Kaikissa hitsausliitoksissa käytetään 4 mm:n pienahitsiä ja liitosten paikkamaalaukset tehdään TVO:n metallipintojen maalausohjeen 137178 mukaan. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

Maalausohjeen perusteella kohteen maalausluokka on P4-ulkoilmarasitus eli soveltuvia pinnoitemateriaaleja ovat esimerkiksi Teknos Oy:n valikoimasta Teknozinc 90 SE, Inerta 51 MIOX sekä Teknodur 90 ja esimerkiksi Tikkurilan valikoimasta Temazinc 88, Temacoat GPL-S MIO sekä Temadur 50. (Kallio 2011, 22 - 24.)

Kulmateräksistä ja teräsverkosta koostuva rakenne korvataan kuumasinkityllä hoitotasoritulällä, joka kiinnitetään palkkeihin ritilätoimittajan valmistamilla ritiläkiinnikkeillä. Ritilöiden jänneväli vaihtelee rakenteen eri kohdissa ja tulee olemaan maksimissaan 1300 mm. Ritilöiden kantavuuden tulee olla riittävä kyseisen rakenteen toteuttamiseen ja ritilöiden mitoitus sekä valinta on esitetty kappaleessa 5.3.1. Ritilöiden päälle tulee 300 mm paksu raidesepelikerros, jonka yläpinta tasataan betoniseiniin, ontelolaattalattian sekä maanpinnan kanssa samaan tasoon. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

5.2.2 Ontelolaattalattia

Päämuuntajan ja muuntajasuojan pohjoisseinän väliltä sepelilattia puretaan kokonaan pois ja tilalle rakennetaan betonilattia henkilönostimen käyttöä varten. Lattiarakenteen toteutus ontelolaatoilla todettiin kannattavammaksi kuin valetun lattian rakentaminen. Ontelolaattaelementtien käytölle haasteena oli miettiä niille järkevä kannakointitapa. Vaihtoehtoja kannattimiksi olivat betoniseiniin kiinnitettävät puu- tai teräspalkit sekä ontelolaattakannakkeet. Ontelolaatat asennetaan olemassa olevien betoniseinien väliin siten, että laattojen yläpinta tulee samalle tasolle betoniseinien ja sepelilattian kanssa. Jotta koko lattiapinta saadaan samaan tasoon, tehdään muuntajasuojan luoteiskulmaan betonivalu. Valu tehdään olemassa olevan kallistetun betonilattian päälle siten, että henkilönostin saadaan ajettua ovelta tasaista pintaa pitkin ontelolaattalattian päälle. Olemassa olevan lattian betonipinta karhennetaan ja lattiaan tehdään tartunnat, joiden päälle asetetaan raudoitusverkko tasoitusvalun tekemistä varten. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)



Kuva 4. PETRA -ontelolaattakannake. (Peikko Group)

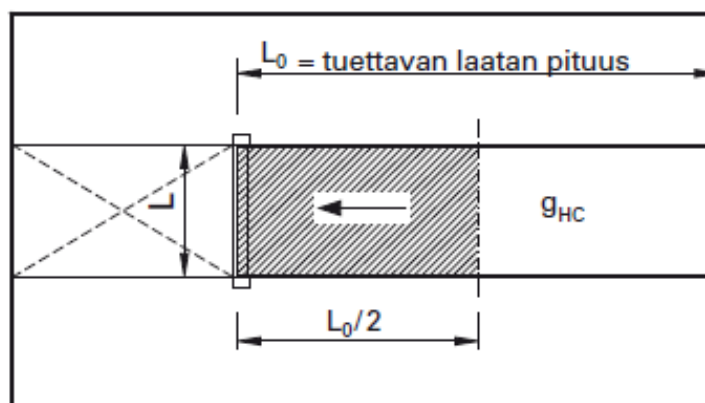
Ontelolaattakannakkeet on tarkoitettu käytettäväksi pääasiassa ontelolaataston aukkojen toteutuksessa. Kannake toimii valmiissa rakenteessa tuettuna palkkina, joka siirtää kannakkeelle tulevat kuormat viereisille rakenteille. Kannakkeen ja ontelolaatan saumat valetaan tavallisesti umpeen ontelolaattojen saumavalun yhteydessä, jolloin kuormat jakautuvat laatoille saumojen kautta. Kannakkeessa on erillinen paloteräs, joka toimii palotilanteessa yhdessä saumavalubetonin kanssa. Ontelolaattakan-

nakkeita valmistetaan vakiomittaisille ontelolaatoille, mutta niitä voi tilata myös erikoismitoilla. (Petra ontelolaattojen tuki laataston aukoissa 2012, 2-5)

Ontelolaattakannakkeen käyttöön päätettiin perehtyä tarkemmin ja asian tiimoilta oltiin yhteydessä kannakkeita valmistavan Peikko Groupin tekniseen asiakaspalveluun. Yhtenä ehtona rakenteelle oli, että päämuuntajatilassa ontelolaatat tulisi jättää saumaamatta, jotta muuntajasta mahdollisesti valuva öljy pääsee kulkeutumaan öljynerotuskaivoihin. Koska kannakkeita ei valettaisi kiinni viereisiin rakenteisiin, ne täytyisi kiinnittää muulla tavalla betoniseiniin. Peikon asiakaspalvelun kautta tiedusteltiin kannakkeiden kiinnitystä sivulevyjen ylälaipoista betoniseiniin kiila-ankkureita käyttämällä. Kannakkeiden tulee kestää myös henkilönostimen aiheuttama suuri muuttuvakuorma, joten kannakkeet täytyy suunnitella yksilöllisesti Peikon teknisessä laskennassa.

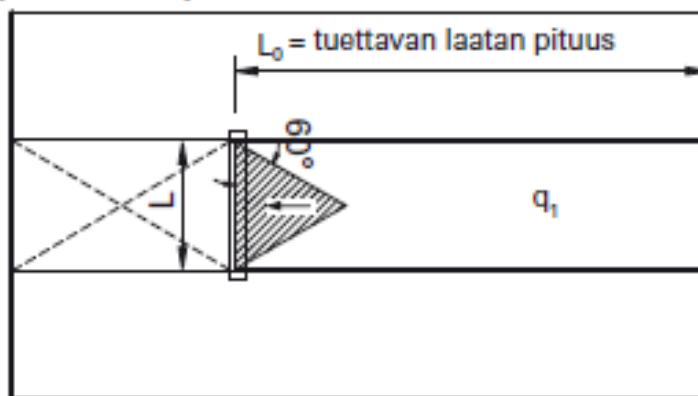
Peikon tekninen laskenta perehtyi rakenteeseen ja teki alustavat mitoituslaskelmat. Peikon valmistama PETRA -ontelolaattakannake todettiin soveltuvaksi rakenteen toteutukseen. Kannake voidaan kiinnittää sivulevyjen ylälaipoista kiila-ankkureilla betoniseiniin, jolloin rakenne on myös helposti purettavissa tarpeen vaatiessa. Ontelolaattakannakkeet toimivat ja kestävät myös ilman saumavaluja, jolloin saumavalut eivät siirrä kuormaa betoniseinille vaan kuormat siirtyvät ainoastaan kannakkeiden kautta. Normaalissa tapauksessa PETRA:lle tuleva kuormitus jakautuu saumavalujen ansiosta kolmiomaisesti, mutta tässä tapauksessa kuormitus tulee tasaisena koko tuettavan laatan alueelta.

Kuva 2 Kuormien jakautuminen asennusaikana



Kuva 5. PETRA -ontelolaattakannakkeen kuormien jakautuminen asennusaikana. (Peikko Group)

Kuva 4 Saumojen kovettumisen jälkeen lisättyjen kuormien jakautuminen käyttötilassa



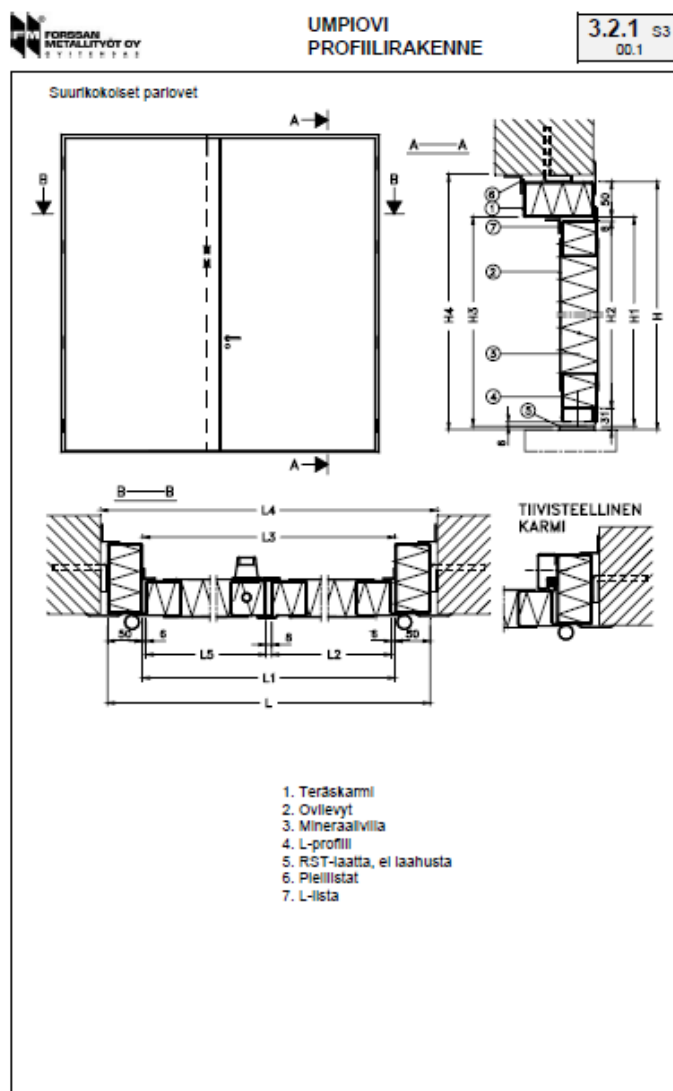
Kuva 6. PETRA -ontelolaattakannakkeen kuormien jakautuminen saumavalun jälkeen. (Peikko Group)

Peikon tekninen laskenta ehdotti, että valu voitaisiin tehdä vain ontelolaatan päihin tai vaihtoehtoisesti siten, että kannakkeet valettaisiin kiinni ontelolaattoihin. Tilanteessa, jossa ontelolaattakannakkeet valetaan kiinni ontelolaattoihin, laatat varustetaan kk-nostoankkureilla ja ontelolaattojen päät valetaan syvällä valulla ja hakaraidoituksella kiinni kannakkeeseen. Tällöin koko rakenne on yhtenäinen, sen asennus on helppoa ja sen voi nostaa tarvittaessa helposti pois. Rakenne päätettiin toteuttaa valamalla ontelolaattakannakkeet sekä nostoankkurit tehtaalla kiinni ontelolaattoihin ja samalla kiila-ankkurikiinnityksestä luovuttiin. Todettiin, että betoniseinien reunat saattaisivat murtua tai halkeilla kiila-ankkureita porattaessa ja toisaalta rakenne toimii ja pysyy paikallaan myös ilman ankkurikiinnitystä. Petra -kannakkeet on suunniteltu sisätiloissa käytettäväksi, joten kannakkeet vaativat kuumasinkityksen ennen asennusta.

5.2.3 Muuntajasuojan ovi

Muuntajasuojan länsiseinällä oleva teräksinen henkilökulkuun tarkoitettu ovi vaihdetaan isompaan, jotta sähköpuolen kunnossapitoryhmä pääsee sitä kautta ajamaan henkilönostimen sisään muuntajatilaan. Uudeksi oveksi asennetaan teräksinen umpiovi. Oviaukko timanttisahataan isommaksi ja työstä syntyy pieni määrä jätebetonia hävitettäväksi. Ovi tulee olemaan tyypiltään pariovi ja kooltaan 2,5 m * 2,5 m. Asen-

nus ja kiinnitykset tehdään valmistajan ohjeiden mukaan muuntajasuojan betoniseinään. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)



Kuva 7. Teräksinen umpiovi. (Forssan metallityöt)

5.3 Rakenteiden valinta ja mitoitus

Koska sepeliarinan kantavat teräsrakenteet tullaan korvaamaan uusilla samanlaisilla, niiden mitoitukseen ei tule muutoksia. Muiden rakenteiden lopulliset mitoitukset tehdään tavarantoimittajien toimesta. Mitoituksia varten selvitettiin kullekin rakenteelle mitoituksen lähtötiedot sekä kuormitukset.

5.3.1 Ritilöiden valinta ja mitoitus

Sepeliarinnan ritilöitä päätettiin etsiä tutun ja hyväksi todetun toimittajan, Oy Finnraști Ab:n valikoimista. Finnraști maahantuo ja markkinoi ritilä-, porras- ja terästuotteita Suomessa. Kaikki tuotteet valmistaa Finnraștin ruotsalainen emoyhtiö Weland Ab. Ritilöille oli ehtona, että niiden tulee olla kuumasinkittyjä, silmäkoon tulee olla riittävän pieni ja niiden tulee kestää vaadittavat kuormitukset. Ritilöiden jännevälit sekä koot eivät ole vakioita, joten ritilät sekä myös ritiläjako vaativat Finnraștin teknistä suunnittelua. Ritilän maksimi jänneväli on 1300 mm ja kantavuus selvitettiin sen mukaan. Finnraștin Weland N6-tasoritilä todettiin erinomaisesti soveltuvaksi kohteeseen. N6-ritilä on kuumasinkitty, puristehitsattu, sen silmäkoko on 17*75 mm ja vakioleveys on 1000 mm. Ritilämalli täyttää myös standardin SS-EN ISO 14122-2 vaatimuksen, jonka mukaan 20 mm halkaisijaltaan oleva kuula ei saa mahtua reikien läpi. Tämän ansiosta ritilä soveltuu käytettäväksi muuntajajaloissa, koska edellytyksenä on, ettei 32...64 sepeli mahdu ritilöiden läpi. Soveltuvat ritilävaihtoehdot selvitettiin seuraavien tietojen perusteella käyttäen Finnraștin taulukoita sekä normeista saatuja kuormituksia. (Käsikirja 5.painos 2012, 12 - 16.)

- Lähtötiedot:
 - Kuumasinkitty hoitotasoritilä ulkokäyttöön
 - Asennus ritilävalmistajan omilla kiinnikkeillä
 - Maksimi jänneväli 1300 mm
 - Riittävän pieni silmäkoko, jotta 32...64 sepeli ei mene ritilän läpi

- Kuormat:
 - Omapaino, $g = 1,0 \text{ kN/m}^2$
 - Sepelin paino, $g_s = 3,0 \text{ kN/m}^2$
 - Lumikuorma, $q_L = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (Eurajoki)
 - Hyötykuorma, $q_1 = 6,0 \text{ kN/m}^2$

- Vaihtoehdot:
 - Ensisijainen: Finnraști Weland N6 (25/3mm, 17*75mm), kantavuus 1300mm jännevälillä 15 kN/m².
 - Toinen vaihtoehto: Finnraști Weland N6 (30/3mm, 17*75mm), kantavuus 1300mm jännevälillä 22 kN/m².

Ritilän N kuormitustaulukko

Q(maks.) Suurin jaettu kuorma (kN/m²) murtorajalla.

Q(L/200) Suurin jaettu kuorma (kN/m²) käyttörajalla, sallittu taipuma = L/200

Kantoteräksen mitat (mm)		Jänneväli mm																	
		300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400
20x2 (cc17)	Q(maks.)	120	97	43	30	22	17	13	11	8.9	7.5	6.4	5.5	4.8	4.2	3.3	2.7	2.2	1.9
	Q(L/200)	120	97	43	29	18	12	8.7	6.3	4.8	3.7	2.9	2.3	1.9	1.5	1.1	0.8	0.6	0.5
20x3 (cc17)	Q(maks.)	180	101	65	45	33	25	20	16	13	11	9.6	8.3	7.2	6.3	5.0	4.1	3.3	2.8
	Q(L/200)	180	101	65	44	28	18	13	9.5	7.1	5.5	4.3	3.5	2.8	2.3	1.6	1.2	0.9	0.7
25x2 (cc17)	Q(maks.)	187	105	67	47	34	26	21	17	14	12	10	8.6	7.5	6.6	5.2	4.2	3.5	2.9
	Q(L/200)	187	105	67	47	34	24	17	12	9.3	7.1	5.6	4.5	3.7	3.0	2.1	1.5	1.2	0.9
25x3 (cc17)	Q(maks.)	281	158	101	70	52	40	31	25	21	18	15	13	11	9.9	7.8	6.3	5.2	4.4
	Q(L/200)	281	158	101	70	52	36	25	18	14	11	8.4	6.8	5.5	4.5	3.2	2.3	1.7	1.3
30x2 (cc17)	Q(maks.)	270	152	97	67	50	38	30	24	20	17	14	12	11	9.5	7.5	6.1	5.0	4.2
	Q(L/200)	270	152	97	67	50	38	29	21	16	12	9.7	7.8	6.3	5.2	3.7	2.7	2.0	1.5
30x3 (cc17)	Q(maks.)	405	228	146	101	74	57	45	36	30	25	22	19	16	14	11	9.1	7.5	6.3
	Q(L/200)	405	228	146	101	74	57	44	32	24	18	15	12	9.5	7.8	5.5	4.0	3.0	2.3
35x3 (cc16)	Q(maks.)	586	329	211	146	108	82	65	53	44	37	31	27	23	21	16	13	11	9.2
	Q(L/200)	586	329	211	146	108	82	65	53	41	31	25	20	16	13	9.3	6.8	5.1	3.9
40x3 (cc16)	Q(maks.)	765	430	275	191	140	108	85	69	57	48	41	35	31	27	21	17	14	12
	Q(L/200)	765	430	275	191	140	108	85	69	57	47	37	29	24	20	14	10	7.6	5.8
45x3 (cc16)	Q(maks.)	968	545	349	242	178	136	108	87	72	60	52	44	39	34	27	22	18	15
	Q(L/200)	968	545	349	242	178	136	108	87	72	60	52	42	34	28	20	14	11	8.3
50x3 (cc16)	Q(maks.)	1196	672	430	299	220	168	133	108	89	75	64	55	48	42	33	27	22	19
	Q(L/200)	1196	672	430	299	220	168	133	108	89	75	64	55	47	38	27	20	15	11

5 kN/m² kuormitusvaatimus ja sallittu taipuma L/200 eivät täyty harmaalla alueella

Taulukko 1. Finnraști kuormitustaulukko ritilälevytyyppi N. (Finnraști)

5.3.2 Betonilattian tasoitusvalu

Betonivalu tehdään olemassa olevan kallistetun betonilattian päälle alueelle, jonka koko 3,4 m * 4,0 m eli 13,6 m². Tasoitusvalun paksuus on pienimmillään 48 mm ja suurimmillaan 200 mm. Tilavuus on näin ollen noin 1,8 m³. Vanhan lattian betonipinta karhennetaan ja lattiaan asennetaan tartuntarautoitus, jonka päälle asetetaan rautoitusverkko. Tartuntarautoitukseen käytetään 10 mm:n harjatangosta katkaistuja ja taivutettuja erikokoisia hakoja. Tartuntahaat kiinnitetään kemiallisilla ankkureilla vanhaan lattiaan porattaviin reikiin siten, että rautoitusverkko saadaan asetettua tasanaisesti tartuntarautoituksen päälle. Valettavan lattian sekä olemassa olevan lattian saumakohtaan syntyy valun seurauksena 48 mm korkea kynnyks, joka suojataan kulmaraudalla betonipinnan lohkeamisen estämiseksi. Tasoitusvaluun tehdään pieni kallistus muuntajasuojan keskelle päin, jotta vesi ei jäisi makaamaan lattiarakenteen päälle. Betonilattian tasoitusvalua varten määritettiin seuraavat tiedot:

- Betonin lujuusluokka: C35/45
- Suurin sallittu raekoko: 16 mm
- Suojaetäisyys: min. 30mm
- Rasitusluokkayhdistelmä: XC2; XD1; XF3
- Suunniteltukäyttöikä: 100 vuotta
- Tartuntarautoitus: Harjatangosta taivutetut haat T10
- Tartuntarautoituksen kiinnitys: Esim. Hilti HIT-RE 500 -massa
- Rautoitusverkko: 8 - 150

(Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

5.3.3 Ontelolaattojen valinta ja mitoitus

Käytettäväksi ontelolaattatyypiksi valittiin 400 mm paksu ontelolaatta O40, jonka palonkesto on jo ilman toimenpiteitä REI60. Kyseinen laatta soveltuu erittäin hyvän kantokyvyn ansiosta käytettäväksi varasto- ja teollisuuskohteissa sekä liikennöidysissä tiloissa. Ontelolaattojen vakioleveydet ovat 1200 mm ja 2400 mm. (Elementti-suunnittelu.fi:n www-sivut, 2013.)

Muuntajatiloihin tulevat laatat asennetaan 1200 mm ja 2400 mm leveisiin aukkoihin, joten laattoja joudutaan kaventamaan molemmilta pitkiltä sivuilta noin 10 - 25 mm. Pieni kavennus jouduttaisiin joka tapauksessa tekemään laattojen päihin, koska asennus tehdään ontelolaattakannakkeilla. Isompiin laattoihin tulee lisäksi 600*600 mm² kokoinen aukko valuma-altaan tarkastusluukkuja varten. Ontelolaattojen punos- ja tuotantosuunnittelun tulee hoitamaan ontelolaattojen toimittaja. Suunnittelua varten määritettiin lähtötiedot sekä kuormitukset käyttämällä apuna Parma Oy:n ontelolaattojen suunnitteluohjetta. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

Ontelolaattojen suunnittelun lähtötiedot:

- Lähtötiedot:
 - Mitat: 6 kpl 1200*3250mm², 2 kpl 2400*3250mm²
 - Laattojen reunoista viistetään n. 5 - 25 mm molemmilta puolilta ja isompiin laattoihin tulee lisäksi aukotus, 600*600 mm²
 - Kuormaluokka: E (varastotilat / liikennöidyt tilat).
 - Seuraamusluokka: CC2
 - Rasitusluokka: XF3 (Sateelle ja jäätymiselle alttiit vaakasuorat betonipinnat)
 - Paloluokka: R60
 - Asennus tehdään kuumasinkityillä PETRA -ontelolaattakannakkeilla

- Kuormat:
 - Laatan omapaino, $g = 4,35 \text{ kN/m}^2$
 - Lumikuorma, $q_L = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (Eurajoki)
 - Hyötykuorma, $q_1 = 8,0 \text{ kN/m}^2$ (henkilönostin)

(Parman ontelolaatatot -suunnitteluohje 2013.)

5.3.4 Ontelolaattakannakkeiden valinta ja mitoitus

Ontelolaattakannakkeiden suunnittelun ja mitoituksen hoitaa Peikon tekninen laskenta, joka mitoittaa kannakkeiden kestävyys-, sivulevyjen paksuudet sekä kannak-

keen mitat. Kannakkeiden mitoituksessa käytetään samoja kuormien arvoja kuin ontelolaattojenkin mitoituksessa. Rakenteessa käytetään 400 mm paksuja O40 ontelolaattoja, muuttuvat kuormat ovat suuria ja laattoja ei saumata. Tällöin kannake pienemmille laatoille tulee olemaan PETRA strong 400-1200 ja suuremmille PETRA strong 400-2400. Ensimmäinen luku kuvastaa kannakkeen korkeutta, toinen luku kertoo kannakkeelle tulevan ontelolaatan leveyden ja strong -termi puolestaan kertoo vakiokannaketta suuremmasta kuormituskestävyydestä. (Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio 10.1.2014.)

5.3.5 KK -nostoankkurijärjestelmä

KK -nostoankkurijärjestelmä on Peikko Groupin valmistama pikalukittava elementtien nostojärjestelmä. Järjestelmä sisältää valettavat ankkurit, nostolukot sekä kolomuotit. Nostoankkuri valetaan elementtiin käyttäen puolipallonmuotoista varauskumia. Ankkurin pää jää tällöin elementin yläpinnan alapuolelle eikä ole tiellä tilassa työskenneltäessä. Nostolukko kiinnitetään ankkurin päähän ja nostolukon lenkki puolestaan nosturin nostorakseihin. Elementtien asennuksen jälkeen nostolukot irrotetaan ja varauskoloihin laitetaan varauskumit tai ne valetaan umpeen. Järjestelmä soveltuu hyvin muutostyökohteeseen, koska nostolukot ovat uudelleenkäytettäviä ja rakennetta voidaan tarpeen vaatiessa nostella. (KK -nostoankkurijärjestelmä 2009.)



Kuva 8. KK -nostoankkuri ja nostolukko. (Peikko Group)

5.4 Rakennepiirustukset

Muuntajasuojien piirustukset ovat alkuperäisiä laitousyksiköiden rakennusaikaisia piirustuksia, joihin tulee muutostyön seurauksena muutoksia. Muutokset ovat merkittäviä, joten muutostyötä varten kohteeseen piirrettiin uudet rakennepiirustukset. Uudet piirustukset luotiin käyttämällä apuna vanhoja piirustuksia, työmaalla tehtyjä mittauksia sekä muutossuunnitelmaa. Rakennekuvien piirtämiseen käytettiin Autodeskin Autocad 2013 -ohjelmaa. Ydinvoimalaitousyksiköiden rakennepiirustukset ovat luotamuksellista materiaalia, joten ne jäävät ainoastaan opinnäytetyön tausta-aineistoksi.

Muuntajasuojista piirrettiin pohja- ja kokoonpanopiirustus, jonka avulla lattiarakenne sekä oven asennus pystytään toteuttamaan. Pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaisista leikkauspiirustuksista selviävät tarkemmin lattian rakenteet sekä sepeliarinan että ontelolaatta- ja betonilattian osalta. Detaljipiirustuksia laadittiin kaikkiaan neljä ja lisäksi niistä tehtiin myös erilliset detaljileikkaukset selventämään rakenteiden liitoksia. Ensimmäisestä detaljista selviää pilarin alapäänliitos sekä pilarin liitos palkkiin. Toisesta detaljista puolestaan selviää palkin liitos L-teräkseen, L-teräksen liitos kiinnityslevyyn sekä kiinnityslevyn liitos betoniseinään. Kolmas detalji kuvaa ontelolattian liitosta ontelolaattakannakkeeseen sekä kannakkeen liitosta betoniseinään. Neljäs detalji piirrettiin tarkentamaan tarkastusluukun ympärille tulevaa palkki rakennetta ja palkkien välisiä liitoksia. Rakennepiirustusten lisäksi luotiin mittapiirustukset kaikista palkeista ja pilarista. Kaikista muutostyössä tarvittavista teräsosista tehtiin myös Excel -taulukko, josta selviää rakenneosien mitat, painot sekä kappalemäärät.

6 URAKAN TOTEUTUS

Muutostyö toteutetaan kokonaishintaurakkana, jonka toteutuksesta vastaa urakoitsija. Urakoitsijan valintaa sekä töiden ohjausta varten laadittiin urakkaohjelma. Urakkaohjelmassa kuvataan urakan tiedot, joiden avulla urakoitsijat voivat tehdä tarjouksen urakasta. Päämuuntajajaloissa täytyy töitä tehtäessä huomioida turvallisuusasiat erittäin tarkkaan ja lisäksi yleiset työturvallisuusasiat sekä TVO:n ohjeet ja luvat tulee

tuoda urakoitsijan tietoon. Työ- ja henkilöturvallisuuden takaamiseksi sekä urakoitsijan ohjeistamiseksi muutostyölle laadittiin turvallisuussuunnitelma.

6.1 Urakkaohjelma

Urakkaohjelma laaditaan aina erikseen jokaiselle urakalle, jolloin urakan tiedot, ehdot sekä erityispiirteet tulevat kaikkien urakan osapuolien tietoon. Urakkaohjelman avulla tilaaja pystyy kilpailuttamaan urakan ja urakoitsija puolestaan antamaan siitä tilaajalle tarjouksen. Urakkaohjelmaan tulee kuvata kaikkien osapuolien vastualueet sekä urakkaehdot, jotta jokainen tietää omat vastuunsa ja säännöt, miten tulee toimia. Urakkaohjelman laatimisessa käytettiin apuna Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja YSE 1998.

Urakkaohjelmaan kirjattiin aluksi rakennuspaikan yhteystiedot sekä yleistiedot rakennuskohteesta ja tehtävästä muutostyöstä. Jotta urakoitsija pystyisi antamaan tarkkaan suunnitelmien mukaisen tarjouksen, kirjattiin urakkaohjelmaan vaatimus rakennuskohteeseen tutustumisesta sekä suunnitelmien ja mittojen tarkastamisesta työmaalla. Seuraavaksi kuvattiin urakan perustiedot eli urakkamuoto ja urakan sisältö. Urakka toteutetaan kokonaishintaurakkana ja se kattaa koko muutostyön suorituksen eli vanhojen rakenteiden purkutyöt, materiaalien hankinnat sekä rakennustyöt. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.1.1 Töiden toteutus

Työn toteutus -kappaleeseen listattiin kaikki asiat, jotka urakoitsijan pitää ottaa huomioon sekä urakoitsijan vastualueet. Urakoitsijan on laadittava urakka-aikataulu sekä suunnitelmat työmaajärjestelyistä ja työturvallisuudesta. Urakoitsija vastaa työmaa-alueen merkitsemisestä sekä turvallisuudesta, mutta myös tilaajalla (TVO) on oikeus puuttua työturvallisuusasioihin. Tilaajan vastuulla on tarjota urakoitsijalle työmaapalvelut eli sähkö, vesi, yleisvalaistus, vartiointi sekä sosiaalityöt. Työn toteutukseen liittyvät myös lupa-asiat, jotka urakoitsijalla tulee olla kunnossa ennen töiden aloitusta. Urakoitsijan henkilöstöllä tulee olla käytynä TVO:n tulokoulutus, työturvallisuuskortti -koulutus sekä tulityökortti -koulutus. Kulku- ja ajolupien myöntämi-

seksi urakoitsijan tulee toimittaa kulkulupa toimistoon työntekijöidensä sekä käytettävien ajoneuvojen tiedot. Lisäksi TVO:n sähköalan ammattihenkilö pitää urakoitsijan henkilöstölle perehdytyksen päämuuntajatiloiissa työskentelystä. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.1.2 Valvonta ja ympäristö

Projektin laadunvalvonta kuuluu urakoitsijan vastuulle. Urakoitsija suorittaa laadunvalvontaa Yleisten sopimusehtojen YSE 1999 sekä Rakennustöiden yleisten laatuvaatimusten RYL mukaan. Lisäksi urakoitsija vastaa siitä, että työt tehdään suunnitelmien mukaan ja materiaalit ovat oikeanlaisia. Myös tilaaja valvoo työmaan ja töiden laatua, nimeämällä omasta henkilöstöstään muutostyölle rakennustöiden valvojan. Tilaajan vastuulla on jätteiden käsittely sekä jätehuolto ja lajittelupisteiden toimittaminen sekä tyhjennykset. Urakoitsijalla on kuitenkin velvollisuus huolehtia työmaalla syntyvien jätteiden lajittelusta, palosuojelusta sekä siitä, että ympäristölle ja luonnolle ei aiheuteta tarpeetonta haittaa. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.1.3 Urakan vastuovelvoitteet

Vastuovelvoitteisiin kirjattiin Yleisten sopimusehtojen mukaiset urakkasopimus-, vakuus- ja takuuasiat. Urakkasopimus laaditaan tilaajan ja urakoitsijan välille TVO:n käytäntöjen mukaan ja lisäksi urakassa noudatetaan Yleisiä sopimusehtoja. Urakkaohjelmaan kirjoitettiin myös, että urakkasopimus sekä kaikki urakka-asiakirjat ovat luottamuksellista materiaalia. Urakoitsijan tulee myöntää muutostyölle Yleisten sopimusehtojen perusteella 24 kuukauden takuu, luovuttaa takuuasiakirjat tilaajalle sekä vastata takuuajana havaittujen virheiden korjaamisesta. Urakoitsija asettaa TVO:lle vakuuden, joka on rakennusaikana 10 % ja takuuajana 2 % arvonlisäverottomasta urakkahinnasta. Palovakuutuksen ottaminen sekä vakuutuslaitokselle tiedottaminen kuuluvat puolestaan tilaajan vastuulle, mutta urakoitsijan tulee ottaa rakennuskohteelle erillinen rakennustyövakuutus. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.1.4 Työmaan hallinto ja vastaanotto

Työmaan hallinto kohtaan lueteltiin TVO:n asettamat vaatimukset urakoitsijan henkilöstöä sekä työmaan järjestelyjä kohtaan. Urakoitsijan tulee siis huolehtia työmaan hallinnosta eli nimetä urakalle riittävän kokenut vastaava työnjohtaja sekä turvallisuudesta vastaava henkilö. Urakoitsijan vastuulla on varmistaa henkilöstönsä riittävä ammattitaito ja osaaminen. TVO edellyttää urakoitsijaa pitämään projektin aikana työmaapäiväkirjaa sekä tarvittaessa työmaakokouksia tilaajan edustajien kanssa. Työmaanvastaanotto suoritetaan Yleisten sopimusehtojen mukaan, jolloin urakoitsija myös luovuttaa mahdolliset käyttö- ja huolto-ohjeet. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.1.5 Tarjous ja maksuvelvollisuus

Urakka toteutetaan kokonaishintaurakkana ja tilaaja sekä urakoitsija sopivat maksueristä keskenään urakkasopimuksen laatimisen yhteydessä. Laskujen ja maksuerien suoritukset tehdään sen jälkeen, kun TVO on todennut laskussa esitetyt työvaiheet tehdyiksi. Mikäli muutostyön toteutuksen aikana ilmenee lisä- tai muutostöitä, niiden maksuvelvollisuudet suoritetaan urakkasopimuksen ja Yleisten sopimusehtojen mukaan. Urakkaohjelmaan kirjattiin urakoitsijalle ohjeet tarjouksen antamista varten. Lisäksi ohjelmaan kirjattiin, että tilaaja valitsee tarjouksista itselleen kokonaistaloudellisesti kannattavimman vaihtoehdon. (Urakkaohjelma -muistio 30.1.2014.)

6.2 Turvallisuussuunnitelma

Muutostyölle laadittiin turvallisuussuunnitelma, jossa käsitellään ja tuodaan esille kaikki turvallisuuteen liittyvät asiat. Turvallisuussuunnitelma ohjaa sekä tilaajan että urakoitsijan toimintaa urakan aikana. Urakoitsija saa suunnitelman avulla käsityksen TVO:n ohjeista ja säännöistä sekä selvityksen muutostyön ja rakennuskohteen erityispiirteistä. Turvallisuussuunnitelmaan listattiin aluksi yleiset ohjeet ja TVO:n ohjeet, joita urakan aikana tulee noudattaa. Työn aikana tulee noudattaa yleistä työturvallisuus lakia, Tulityöstandardia SFS 5900 ja Tulityöt suojeluohje 2011:sta sekä li-

säksi TVO:n työsuojeluohjetta, tulityösuunnitelmaa ja urakalle laadittua turvallisuussuunnitelmaa. (Turvallisuussuunnitelma -muistio 14.2.2014.)

6.2.1 Vastuualueet

Turvallisuussuunnitelmaan kirjattiin eri osapuolten vastuualueet ja tehtävät turvallisuuden varmistamiseksi. Päävastuu urakan työ- ja tulityöturvallisuudesta kuuluu urakoitsijalle, mutta myös tilaaja nimeää henkilöstöstään urakalle turvallisuus- ja tulityövastaavat sekä puuttuu tarvittaessa turvallisuusasioihin. Tilaajan vastuulle kuuluu perehdytysten järjestäminen urakoitsijan henkilöstölle sekä tarvittavien työ- ja tulityölupien laatiminen. Urakoitsijan vastuulla on noudattaa annettuja ohjeita, toimia perehdytyksissä ohjeistetulla tavalla sekä huolehtia suojavarusteiden käytöstä töiden aikana. Urakoitsijan kuuluu tehdä myös työmaan turvallisuustarkastukset eli tarkastaa työmaan siisteys, kulkureittien turvallisuus, laitteiden toimivuus sekä työtapojen oikeellisuus. (Turvallisuussuunnitelma -muistio 14.2.2014.)

6.2.2 Työmaan ja tulitöiden turvallisuus

Työmaan turvallisuuden takaamiseksi suunnitelmaan kirjattiin mahdolliset riskit sekä ennako- ja hätätoimenpiteet. Suunnitelmassa on omat kappaleet turvalliselle liikkumiselle, työmaan rajaukselle, esineiden ja työkalujen säilytykselle ja hitsaustöille. Lisäksi tilaaja toimittaa urakoitsijalle TVO:n puhelimet urakoitsijan käyttöön kommunikaatioyhteysien takaamiseksi. Myös työmaan siisteydestä, jätehuollosta sekä suojavarusteiden käytöstä luotiin ohjeistukset.

Koska muutostyö sisältää runsaasti tulitöitä ja muuntajajaloissa tulityöturvallisuus pitää huomioida erityisen tarkkaan, turvallisuussuunnitelmaan luotiin erillinen kappale tulitöille TVO:n palokunnan avustuksella. Tulityöturvallisuus sekä tulityöohjeiden noudattaminen ovat urakoitsijan vastuulla. Turvallisuussuunnitelmaan luotiin ohjeet urakoitsijalle tulitöiden suorittamiseen liittyvistä toimenpiteistä ja vaatimuksista, kuten kipinäsuojauksesta, sammutuskalustosta, palokuormasta, ilmoittamisesta sekä vartioinnista. Urakoitsijan tulee myös nimetä henkilöstöstään työmaalle palovartija, jonka tehtävänä on valvoa tulitöiden suorittamista ja huolehtia jälkivartioin-

nista. Tilaajan vastuulle puolestaan kuuluu tulityöluopien laatiminen sekä sammutuskaluston toimittaminen tulityöpaikalle. (Turvallisuussuunnitelma -muistio 14.2.2014.)

6.2.3 Sähköturvallisuus

Muutostyö on suunniteltu tehtäväksi laitousyksiköiden tehoajon aikana, jolloin päämuuntaja on jännitteinen. Tästä syystä sähköturvallisuus tulee huomioida erityisen tarkkaan. Sähköturvallisuusasioista ja työmaanturvallisuudesta keskusteltiin TVO:n sähköpuolen kunnossapidon ryhmäpäällikön kanssa. Koska muuntaja on jännitteinen, tulee työmaalla pitää viiden metrin turvaetäisyys muuntajan jännitteisiin tukieristimiin. Tästä syystä työskentelykorkeus rajattiin muuntajan jäähdytyspattereiden tasoon. Urakoitsijan tulee myös ennakkoon hyväksyttää käytettävät työmenetelmät TVO:n sähköalan ammattihenkilöllä sekä huolehtia työmenetelmien turvallisesta suorittamisesta, esimerkiksi muuntajan riittävästä suojaamisesta tulitöiden aikana. Päämuuntajasuojat ovat sähkötiloja, joten töitä tehtäessä paikan päällä tulee olla henkilö, jolla on voimassa TVO:n sähköavainlupa. Työmenetelmistä riippuen, tarvittaessa työmaalla tulee olla myös sähköalanammattihenkilö valvomassa. Jotta päämuuntajatilojen erityispiirteet sekä turvallisuusohjeet tulisivat urakoitsijan tietoon, pitää TVO:n sähköalanammattihenkilö urakoitsijan henkilöstölle myös erillisen perehdytyksen ennen töiden aloitusta. (Turvallisuussuunnitelma -muistio 14.2.2014.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyöprosessin aikana luotiin Teollisuuden Voima Oyj:lle asiakirjat ja suunnitelmat Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 laitosisyksiköiden päämuuntajasuojissa tehtävälle muutostyölle. Työt aloitettiin perehtymällä muutostyökohteeseen ja rakenteisiin, minkä jälkeen voitiin aloittaa muutostyönsuunnittelu. Muutossuunnittelun aikana selvitettiin käytettävät rakenteet ja materiaalit, joiden pohjalta laadittiin työlle muutossuunnitelma. Muutossuunnitteluun kuului myös uusien rakennepiirustusten laatiminen. Muutostyölle saatiin laadittua toteutuskelpoinen suunnitelma, jonka pohjalta työ voidaan suorittaa ja siihen voidaan tarvittaessa vielä tehdä muutoksia.

Opinnäytetyö sisälsi muutossuunnittelun lisäksi myös urakkaohjelman sekä turvallisuussuunnitelman laatimisen. Ensimmäiseksi laadittiin urakkaohjelma, jota voidaan hyödyntää urakan osto- ja kilpailutusvaiheessa. Lopuksi luotiin vielä turvallisuussuunnitelma, joka sisältää tarvittavat tiedot muutostyön aikana huomioonotettavista turvallisuusasioista. Tarkoituksena oli, että opinnäytetyön aikana luotuja suunnitelmia ja asiakirjoja voidaan hyödyntää projektin konkreettisessa toteutuksessa. Lopputuloksena voidaan todeta, että suunnitteluprosessi sekä muut työt tehtiin suunnitellusti ja työn tuloksia voidaan hyödyntää muutostyön toteutuksessa.

LÄHTEET

Teollisuuden Voiman www-sivut. Viitattu 15.10.2013. <http://www.tvo.fi/>.

*OL1 & OL2 Ydinvoimalaitosyksiköt -tekninen esite. 4/2013.
Eurajoki: Teollisuuden Voima Oyj.*

*Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3 -tekninen esite. 12/2010.
Eurajoki: Teollisuuden Voima Oyj.*

*OL4 sähköä tulevaisuuden Suomelle -esite. 6/2012.
Eurajoki: Teollisuuden Voima Oyj.*

Kuusisto, K. 2013. KU8 kunnossapito. Diaesitys KU8 -kiinteistöpalvelut ryhmästä.

Iso-Tryckäri, T. Rakenteellisten muutosten toteuttaminen Olkiluodon ydinvoimalaitoksella. 3.10.2013. [TVO:n koulutusmateriaali -esitys].

Säteilyturvakeskuksen www-sivut. Viitattu 24.10.2013. <http://www.stuk.fi/>.

Ydinvoimalaitosohjeet. 26.6.2000. YVL2.1 Ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus.

Koskinen, P. Rakenteellisten muutosten toteutus Olkiluodon ydinvoimalaitoksella. 24.3.2011. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 103321].

Ydinvoimalaitosohjeet. 2.10.1986. YVL 1.8 Muutos-, korjaus-, ja ennakkohuoltotyöt ydinlaitoksissa.

*Wahlman, J. Muutostyön esisuunnittelu. 9.3.2011.
[TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 103332].*

Muutostyön loppuraportointi -muistio. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 103367].

Teollisuuden Voima Oyj. 2013. 611 Päämuuntaja. Diaesitys 611 Päämuuntajista.

Toimenpide-ehdotus TE 7199 -muistio. 21.5.2013.

Kupi (version 10.0). 2010. Teollisuuden Voima Oyj.

Lehtinen, M. Muutossuunnitelma M4429-01 -muistio. 10.1.2014.

*Kallio, A. TVO:n metallipintojen maalausohje. 24.1.2011.
[TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 137178].*

*Petra ontelolaattojen tuki laataston aukoissa -tekninen käyttöohje. 1/2012.
Suomi: Peikko Finland.*

Käsikirja 5.painos. 12.3.2012. Pori: Oy Finnraști Ab.

Elementtisuunnittelu.fi:n www-sivut. Viitattu 19.12.2013.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi>

Parman ontelolaatatot -suunnitteluohje. 3.12.2013. Nummela: Parma Oy.

KK -nostoankkurijärjestelmä -tekninen käyttöohje. 10/2009. Suomi: Peikko Finland.

Lehtinen, M. Urakkaohjelma -muistio. 30.1.2014.

Lehtinen, M. Turvallisuussuunnitelma: OLI ja OL2 huonetilan Z01.01 sepeliarinnan muutokset sekä oven lisäys -muistio. 14.2.2014.