

Tuomo Jasu

110kV KYTKINKENTÄN KUNTOKARTOITUS,
KORJAUSSUUNNITELMA JA KUNNONSEURANTAOHJELMA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2014

110kV KYTKINKENTÄN KUNTOKARTOITUS, KORJAUSSUUNNITELMA JA KUNNONSEURANTAOHJELMA

Jasu, Tuomo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Elokuu 2014
Ohjaaja: Virtanen, Laura
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 4

Asiasanat: betoni, maaperä,

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä Teollisuuden Voima Oyj:n 110kV kytkinkentän kuntokartoitus, mahdollinen korjaussuunnitelma ja kunnonseurantaohjelma. Kentällä olevista perustuksista oli muutamassa havaittu halkeilua ja rapautumista, jonka seurauksena tähän aiheeseen päätettiin perehtyä. Tavoitteena oli tutkia kentän perustusten ja maaperän kunto, sekä miettiä mahdollisesti vaurioituneiden perustusten korjaamistapoja. Näiden perusteella laaditaan korjaussuunnitelma ja kunnonseurantaohjelma.

Työssä tutkitaan betoniperustuksen eri korjaamismenetelmiä sekä maaperän ongelmia rakentamisessa. Johtavana ajatuksena oli, että korjaus suoritetaan mantteloimalla. Vastaan tuli kuitenkin ongelmia tartuntojen kanssa ja piti miettiä muita tapoja ehjän perustuksen saamiseksi. Kytkinkenttä on rakennettu vuonna 1983 ja sen aikaisia piirustuksia ei löytynyt, mutta työ pystyttiin tekemään olemassa olevilla tiedoilla. Työn aikana vastaan tuli useita ongelmia, jolloin korjaussuunnitelmaa jouduttiin muuttamaan ja miettimään vaihtoehtoisia tapoja.

Työn alussa keskitytään betoniin ja sen ominaisuuksiin, muun muassa miten se kestää Suomen lämmönvaihtelut, kovat pakkaset sekä roudan aiheuttamat rasitteet. Selvitetään myös, mitkä ovat yleisimmät syyt betonin halkeiluun ja rapautumiseen. Lisäksi keskitytään maaperään ja käydään läpi maaperän käyttäytymistä Suomen ilmastossa, sekä miten maaperää on käsiteltävä, ennen kuin siihen voidaan rakentaa. Korjaussuunnitelmassa esitetään kohteeseen sopivin korjaustapa ja käydään läpi, miten työ tultaisiin suorittamaan. Lopuksi laaditaan kunnonseuranta-aikataulu, josta nähdään kuinka usein rakenteita ja järjestelmiä tulisi tarkastaa, jotta toimenpiteet pysyisivät ennemmin pieninä huoltoina kuin isompina korjauksina.

110 kV SWITCHYARDS CONDITION SURVEY, REPAIR WORK SCHEDULE AND CONDITION MONITORING

Jasu, Tuomo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

July 2014

Supervisor: Virtanen, Laura

Number of pages: 30

Appendices: 4

Keywords: concrete, soil,

The purpose of this thesis was to do a condition survey, make a repair work schedule and a condition monitoring for a 110kV switchyard at Teollisuuden Voima Oyj. Some cracks and weathering had been detected in a few foundations in the switchyard, which lead us to familiarize with the subject. The aim was to inspect the condition of the switchyard foundations and soil and to consider different ways to repair the damaged foundations. On these bases, we began to draw up the repair work schedule and condition monitoring.

This thesis studies the different ways of repairing concrete foundations and the problems with soil in construction. The main idea was that the repair work would be done by encasing. However, this plan faced some problems and it didn't turn out to be a suitable solution for this target. This meant that a new plan had to be made to get an unbroken foundation. The switchyard was built in 1983 and there weren't really any original plans left, but this work was made with the existing information. The repair work schedule suffered many problems during the planning, which led to a change in the plans for a couple of times.

The beginning of this thesis concentrates on concrete and its features, including bearing the Finnish temperature variation, freezing cold winters and frost burdens. It also examines the main reasons for weathering and cracking in concrete. In addition to this, the thesis concentrates on the soil and studies its behavior in the Finnish climate and how the soil should be processed before it can be built on. The repair work schedule includes the most suitable means of repairing and how the work will be done. Finally, there is a schedule for the condition monitoring showing how often the systems and constructions should be inspected, in order to keep the incoming work as maintenance instead of repairing.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ | 6 |
| 3 | BETONIRAKENTEET | 8 |
| 3.1 | Betoni | 8 |
| 3.2 | Betonin korjaus | 9 |
| 4 | MAAPERÄ | 11 |
| 4.1 | Suomen maaperä ja routa..... | 11 |
| 4.2 | Routasuojaus..... | 12 |
| 4.2.1 | Routaeristys | 13 |
| 4.2.2 | Rakennuksesta tuleva lämmön hyväksikäyttö..... | 14 |
| 4.2.3 | Routimaton massan vaihto | 14 |
| 4.3 | Salaojat | 14 |
| 5 | KORJAUSSUUNNITELMA | 16 |
| 5.1 | Lähtötilanne | 16 |
| 5.2 | Korjaamispäätös..... | 19 |
| 5.3 | Korjaus vaihtoehdot..... | 20 |
| 5.3.1 | Korjaus mantteloimalla | 20 |
| 5.3.2 | Elementtiperustus | 21 |
| 5.3.3 | Uusi perustus paikalla rakentamalla..... | 22 |
| 5.4 | Korjaussuunnitelman eteneminen..... | 22 |
| 5.4.1 | Teräspilarin irrotus ja siirto | 23 |
| 5.4.2 | Maankaivu | 24 |
| 5.4.3 | Raudoitus ja muottityö | 25 |
| 5.4.4 | Betonointi ja jälkihoito..... | 25 |
| 5.4.5 | Muotin purku ja täyttötöyt..... | 26 |
| 5.4.6 | Teräspilarin asennus..... | 26 |
| 5.5 | Laadunvarmistus | 27 |
| 5.6 | Työturvallisuus | 28 |
| 6 | KUNNONSEURANTA | 28 |
| 7 | YHTEENVETO | 29 |
| | LÄHTEET..... | 30 |
| | LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Kuntokartoituksella tarkoitetaan rakenteiden kunnan selvittämistä, sekä mahdollisten vaurioiden vakavuuden arviointia. Kartoitus aloitetaan useimmiten silmäilemällä rakennetta, ilman suurempaa mekaanista tutkiskelua. Jos rakenteista löydetään vaurioita, aletaan miettiä korvaavia toimenpiteitä. Tällainen toimenpide haluttiin tehdä Teollisuuden Voima Oyj:n 110 kV kytkinkentälle, jossa oli havaittu joissain perustuksissa halkeilua ja rapautumista. Tämä 110 kV kytkinkenttä on alue, jonka kautta saadaan valtakunnanverkosta sähköä Olkiluodon saarelle, koska ydinvoimaloista syntyvää sähköä käytetään Olkiluodon alueella vain laitosten sisäisiin tarpeisiin. Sen toiminta ja kunto on hyvin tärkeä siksi, että Olkiluodon saarella pystytään työskentelemään.

Suomen ilmasto on suuri rasite maaperälle ja rakenteille. Suuret lämpötilaerot, lumi, jää ja routa vaikeuttavat rakentamista sekä kuluttavat rakenteita joskus jopa niin paljon, että on ryhdyttävä huoltaviin tai korjaaviin toimenpiteisiin. Betoni on kova materiaali ja sitä käytetään paljon rakentamisessa, saavat nämä edellä mainitut asiat sen halkeilemaan, rakoilemaan ja murtumaan ellei betonirakennetta ole tehty ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti. Ilman routaeristystä routa voi nostaa ja laskea maata rakennuksen alla, jolloin rakennus vääntyilee ja yleensä hajoaa jostain kohtaa, koska rakennus ei ole joustava. Routaa vastaan voidaan kuitenkin varautua muutamallakin eri keinolla. Kun betoni halkeilee ja joissain tapauksissa teräkset tulevat näkyviin, betonin ominaisuudet heikentyvät, eikä sen ominaisuudet aja enää samaa asiaa kuin ehjä betonirakenne. Tämän vuoksi halkeamat ja rapautumat pyritään korjaamaan mahdollisimman pian. Betonin korjaustapoja on monia ja niistä tulisi aina valita kohteeseen sopivin tapa. Korjaustavan valintaan vaikuttavat muun muassa aikataulu, vahingon suuruus ja kustannukset.

Kunnonseurantaohjelman tarkoituksena on selvittää, kuinka usein rakenteiden kunto on tarkastettava. Tämä aikaväli on arvioitu jokaisen materiaalin kohdalla erikseen niin, että niihin ei pääsisi syntymään suurempia vahinkoja, jolloin suurien korjausten sijaan pärjättäisiin pienemmillä huoltotoimenpiteillä.

2 TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ

Teollisuuden Voima Oyj eli TVO on vuonna 1969 perustettu yhtiö, joka tuottaa sähköenergiaa ydinvoiman avulla. TVO-konsernin muodostavat Teollisuuden Voima Oyj sekä sen tytäryhtiö TVO Nuclear Services (TVONS), joka myy ydinvoimaosaaamista ja -tietoa kansainvälisesti. Teollisuuden Voima Oyj on voittoa tavoittelematon yhtiö ja sen omistajina toimii energiayhtiöitä, joille sähköä myydään omakustannehintaan. Yhtiöllä on kaksi käyvää laitosta, Olkiluoto 1 (OL1) ja Olkiluoto 2 (OL2), sekä yksi rakenteilla oleva, Olkiluoto 3 (OL3), jonka rakentaminen aloitettiin vuonna 2005. Kuva 1 osoittaa, miten laitokset sijaitsevat Olkiluodon saarella Eurajoen kunnassa. TVO on saanut myönteisen periaatepäätöksen valtioneuvostolta myös neljännen voimalaitoksen rakentamisesta Olkiluodon saarelle. (TVO:n www-sivut 2014)

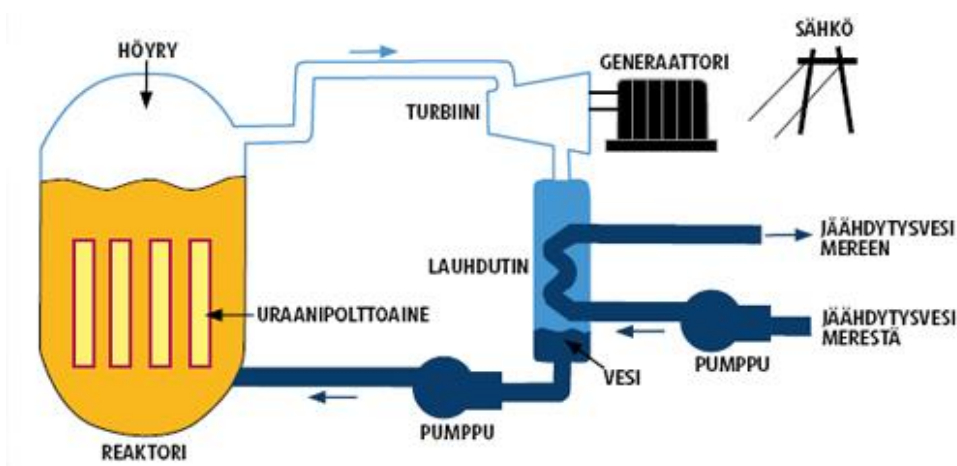


- | | | |
|----------------|--|--|
| 1. Olkiluoto 1 | 4. Olkiluoto 4 | 7. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen maanalainen tutkimusluola ONKALO |
| 2. Olkiluoto 2 | 5. Voimalaitosjäteluola VLJ | 8. Voimalinja |
| 3. Olkiluoto 3 | 6. Käytetyn polttoaineen välivarasto KPA | 9. Varavoimalaitos |

Kuva 1 TVO:n ydinvoimalat Olkiluodon saarella, sekä suunnitteilla oleva OL4 (TVO:n www-sivut, 2014)

Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat ruotsalaisen Oy Asea Atom Ab:n toimittamia, ja ne ovat alkaneet tuottaa sähköä vuosina 1979 ja 1980. Nämä kaksi laitosta ovat toiminnaltaan kiehutusvesireaktoreita, jossa vettä kierrätetään paineastiassa reaktorisydämen läpi jolloin vesi kuumenee niin paljon että se höyrystyy. Kuuma höyry johdetaan paineastian höyrynerottimen ja höyrynkuivaimen kautta höyrylinjoja pitkin korkeapaineturbiinille, sieltä välitulistimille ja lopuksi matalapaineturbiineille. Turbiinit

on kytketty akselin välityksellä generaattoriin, joka tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon, kuten kuvassa 2 osoitetaan. Höyry jäähdytetään meriveden avulla vedeksi, joka ohjataan takaisin reaktoriin. Nämä kaksi laitosta ovat identtisiä keskenään ja niiden nettotuotantoteho on 880 megawattia/laitos, jolloin ne tuottavat kuudesosan kaikesta Suomessa käytetystä sähköstä. Molemmilla laitoksilla tehdään vuosittain vuosihuolto, joissa tehdään kunnossapito- ja modernisointitöitä. Näiden ansiosta laitosten teho on noussut alkuperäisestä yli 200 megawattia ja käyttöikä voidaan pitää vähintään 60 vuotta. Rakenteilla olevan (Olkiluoto 3) voimalaitoksen TVO:lle toimittaa ranskalaisen AREVA:n ja saksalaisen Siemensin muodostama konsortio. OL3 tulee olemaan ensimmäisiä kolmannen sukupolven painevesilaitoksia ja sen teho tulee olemaan noin 1600 megawattia, eli lähes saman verran kuin OL1 ja OL2 yhteensä. TVO omistaa näiden kolmen laitoksen lisäksi 45 % Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta sekä heillä on yksi tuulivoimala, jonka teho on 1 megawatti. (TVO:n www-sivut 2014)



Kuva 2 Kiehuvesilaitoksen toimintaperiaate (Fortumin www-sivut)

Teollisuuden Voima Oyj työllistää hieman yli 800 työntekijää erilaisissa tehtävissä. Vuosittain työharjoittelussa sekä kesätöissä on noin 200 henkilöä. TVO:lla on lähes 400 alihankkijayritystä, joista osa työskentelee ympäri vuoden Olkiluodon saarella, ja osa on satunnaisesti yhtiön palveluksessa. Laitosten vuosihuollot työllistävät väliaikaisesti noin 800 TVO:n ulkopuolista työntekijää. OL3 tarjoaa valmistuttuaan pysyvän työpaikan hieman yli 150 työntekijälle. Yhtiön tavoitteena on toimintaohjeen mukaan toimia vastuullisesti, avoimesti, ennakkoiden ja jatkuvasti parantaen. (TVO:n www-sivut 2014)

Teollisuuden Voima Oyj ja Fortum Power & Heat Oy ovat perustaneet yhdessä vuonna 1995 ydinvoimalaitosten käyttämästä ydinpolttoaineesta huolehtivan Posiva Oy:n, joka on tutkinut perustamisestaan asti Olkiluodon kallioita ja maaperää. Vuonna 2001 Olkiluoto valittiin eduskunnan myönteisellä periaatepäätöksellä ydinjätteen loppusijoituspaikaksi. Vuonna 2004 Posiva alkoi louhia loppusijoitukseen tarkoitettua tutkimusluolaa, Onkaloa, Olkiluodon kallioon noin 450 metrin syvyyteen. Onkaloon tullaan sijoittamaan Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimaloissa käytetyt ydinpolttoaineet, jotka odottavat loppusijoitusta käytetyn polttoaineen välivarastossa, josta käytetään lyhennettä KPA. Polttoaineet tullaan sijoittamaan Onkaloon niin, etteivät ne aiheuta vaaraa elolliselle luonnolle. Tämä on varmistettu monella tavalla, kuten kova peruskalliolla, bentoniittipuskurilla ja kupari-valurauta-kapselilla. Ydinjätteen loppusijoitus on tarkoitus aloittaa vuonna 2022 ja sen on tarkoitus jatkua vuoteen 2112 asti. (TVO:n www-sivut 2014)

Jokaisella TVO:n alueella työskentelevällä henkilöllä on oltava käytynä TVO:n järjestämä tulokoulutus ja perehdytys alueelle. Nämä käytyään työntekijä saa kulkuluvan jossa on hänen nimi, kuva, työnantaja ja veronumero. Kulkuluvan avulla henkilö pääsee alueen pyöröporteista läpi ydinvoimalan alueella ja toimien samalla myös kellokorttina. Saadakseen kulkuluvan on työntekijällä oltava voimassa oleva työturvallisuuskortti, puhdas rikosrekisteri sekä huumetestit. Ydinvoimalan alueella on kiellettyä työskennellä minkään huumausaineen alaisena. (TVO:n www-sivut, 2014)

3 BETONIRAKENTEET

3.1 Betoni

Betoni on yksi vanhimmista ja käytetyimmistä rakennusaineista. Se koostuu normaalisti kolmesta pääraaka-aineesta, jotka ovat vesi, sementti ja runkoaines, joka on erikokoista kiviraetta. Betonin kestävyys ja muihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa säätämällä edellä mainittujen aineiden suhdetta. Ominaisuuksiin pystytään vaikuttamaan myös lisäaineilla, joilla voidaan muuttaa esimerkiksi pakkasenkestävyyttä,

kovettumista ja notkeutta. Kun nämä aineet sekoitetaan, ne reagoivat keskenään ja muodostavan kovan betonirakenteen. (Betoniteollisuus ry:n www-sivut, 2014)

Betonia käytetään useimmin pienkohteiden perustuksien ja sokkeleiden rakentamiseen ja lattialaattojen valamiseen. Suuremmissa kohteissa betoni on myös runkomateriaalina kuten padoissa ja kerrostaloissa. Kovan puristuskestävyytensä ansionsa sitä voidaan käyttää suurissa ja massiivissa rakenteissa. Kun betoniin lisätään vielä terästä antamaan vetolujuutta, saadaan rakennettua pitkän jännevälän omaavia ja ohuempia rakenteita. Jokainen betonirakenne on omanlaisena ja se tulee suunnitella juuri sitä kohdetta varten. Betoniin tulevat teräkset tulee laskea tarkasti. Huomioon tulee ottaa betonirakenteen käyttötarkoitus ja siihen kohdistuvat rasitukset. Terästen sijoittelu betoniin on hyvin tarkkaa, katkaistujen terästen jatkospituudet, terästen etäisyydet toisistaan ja betonin pinnasta ovat tärkeitä asioita betonirakenteen toimivuuden ja kestävyuden kannalta. (RIL 149–1995, s. 12)

Betonin äkillisen vaurioitumisen syynä on yleisimmin virhe suunnittelu- tai rakennusvaiheessa. Virheisiin johtavat tietämättömyys, ajattelemattomuus sekä piittaamattomuus. Henkilöistä riippumattomat syyt ovat betonin ikä ja ympäristötekijät, kuten myrsky tai kova pakkanen. Suomessa yleisimmät vauriot johtuvat pakkasrapautumisesta sekä raudotteiden korrosoitumisesta. (RIL 149–1995, s. 218)

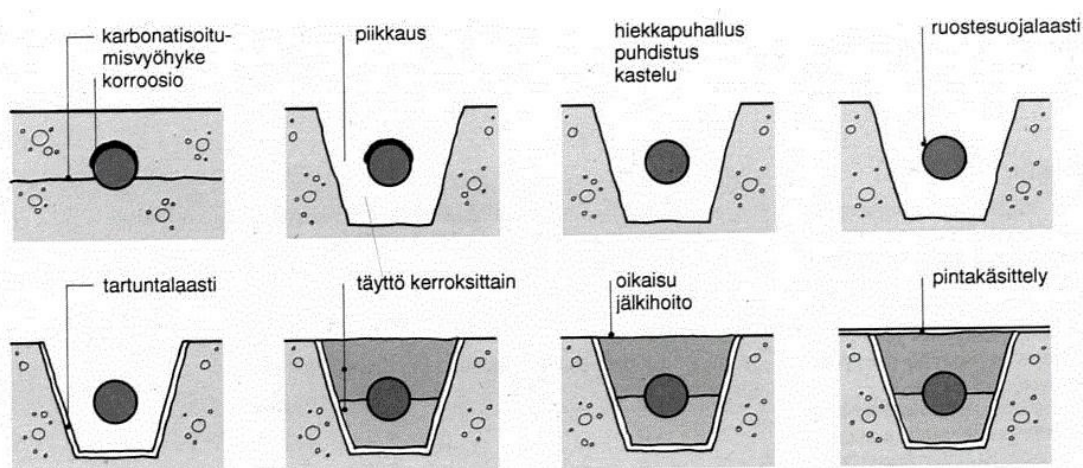
3.2 Betonin korjaus

Betonin korjausmenetelmiä on erilaisia, joista pienimpiin vaurioihin käytetään laasti-paikkausta ja suuremmat vauriot korjataan betonilla valaen tai ruiskuttaen. Jokainen menetelmä vaatii toimiakseen vanhan, pilaantuneen betonin poistamisen ennen varsinaista korjausta. Pilaantuneella betonilla tarkoitetaan rapautunutta tai raudotteita ympäröivää karbonatisoitunutta tai kloridipitoista betonia. Pilaantunut betoni poistetaan yleisimmin mekaanisella piikkauksella tai vesipiikkauksella. (BY 41 s. 21, 41)

Piikkauksella tarkoitetaan työtä jossa kovaa ainetta, työstetään voimalla ja teräsmeiselin tai -piikin avulla lohkaisemalla vähän kerrallaan. Voimana voidaan käyttää paineilmaa, sähköä tai raakaa käsivoimaa. Jokaiseen kohteeseen on erikseen valittava

oma työväline sen mukaan, mikä parhaiten sopii juuri siihen kohteeseen. Erimuotoisilla ja -kokoisilla päillä saadaan erilaista jälkeä sekä laajuutta purkutyöhön. Piikkaus voidaan suorittaa myös vesipiikkauksena, jossa vettä suihkutetaan 700–1200 baarin paineella kohdistettuna purettavaan pintaan. Kun vedestä syntyvä dynaaminen paine betonin sisällä ylittää betonin vetolujuuden, alkaa se halkeilla ja irtoilla. Vesipiikkauksen tehoa saadaan säädettyä veden määrällä ja suuttimen koolla. Veden avulla saadaan piikkattua varovaisuutta vaativia kohteita, eikä se vahingoita jäljelle jäävää betonia niin paljon kuin mekaaninen piikkaus. Vesipiikkaus puhdistaa myös teräkset epäpuhtauksista. (BY 41 s. 27)

Betonia poistetaan niin että saadaan raudoitus kunnolla näkymään, vähintään 1,5 kertaa raudoituksen halkaisijan verran, kuten nähdään kuvasta 3. Tarkoitus on saada raudoitus näkyviin niin hyvin, että sitä päästään huoltamaan/korjaamaan mahdollisimman vaivattomasti. Teräkset hiekkapuhalletaan vapaaksi mahdollisesta korroosiosta ja samalla puhalletaan betonin pinta puhtaaksi epäpuhtauksista, jotta uusi betoni saa hyvän tartuntapinnan. Tämän jälkeen voidaan betonoida kyseiset kohdat. Uuden betonoinnin paksuus pitää olla riittävän suuri raudoitusten suojaetäisyyttä varten.



Kuva 3 Laastipaikkauksessa tehtävät työvaiheet (RT 82-10604 1996, 9)

Kun korjattava vaurio on niin suuri, ettei ole taloudellisesti järkevää tai muuten perusteltua käyttää laastipaikkausta, voidaan korjaus suorittaa betonoinnilla. Betonointi voidaan suorittaa kohteen mukaan kahdella eri tavalla. Jos kohteen ympärille on

mahdollista rakentaa muotti, voidaan korjaus suorittaa normaalilla valubetonoinnilla. Toinen keino on ruiskubetonointi, jossa hiekka-sementti-vesiseos ruiskutetaan paineilman avulla korjattavan betonin pinnalle. Tällä keinolla saadaan aikaan lujaa betonia, jolla voidaan kasvattaa betonin paksuutta ja raudoitusten suojaetäisyyttä. Betonista saadaan laastiruiskutukseen verrattuna paljon lujempaa, tiiviimpää ja vähemmän kutistuvampaa. (BY 41 s. 53)

Betonin pienempiä halkeamia voidaan korjata myös injektoimalla, imeyttämällä tai pinnoittamalla. Injektoinnissa halkeamat täytetään voiman avulla nestemäisellä kovettuvalla aineella, joka on joko hienoa sementtilaastia tai yleensä kovettuvia muoveja kuten epoksia tai polyuretaania. Kovettuttuaan injektioaineesta tulee osa pysyvää rakennetta. Injektointi onnistuu, kun halkeama on yli 0,2 mm leveä, mutta sitä pienemmät yleensä korjataan imeyttämällä tai pinnoittamalla. Imeytyksellä korjaaminen on lähinnä vain näkyvän pinnan korjausta, jossa täyteaine liuotetaan painovoimaisesti tai kapilaarisesti halkeamaan. Imeytys ei siis korjaa rakennetta, vaan sillä voidaan estää veden ja muiden haitallisten aineiden joutuminen halkeamiin, ettei rakenne pääse vaurioitumaan enempää. Pinnoituksella voidaan käsitellä vain alle 0,2 mm kapeita halkeamia ja pieniä verkkohalkeiluja pysty- ja alapinnoissa. Nämä kolme korjaustapaa eivät sovellu rakenteen vaurioitumisesta, kuten raudoitteiden korroosiosta tai pakkasrapautumisesta, aiheutuneiden vaurioiden korjaamiseen. (BY 41, s. 84)

4 MAAPERÄ

4.1 Suomen maaperä ja routa

Suomessa rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa ongelmia tuottaa Suomen muuttuva ilmasto, jossa lämpötila voi vaihdella suuria määriä kosteasta ja lämpimästä kuiviin ja koviin pakkasiin. Kun kaikkiin ongelmiin varaudutaan etukäteen ja ammattitaitoisesti, saadaan aikaiseksi varma ja toimiva rakenne. Yksikin huono kohta voi vahingoittaa koko rakennetta. Yksi näistä ongelmista on maaperän routiminen, jonka hurja voima voi vaurioittaa rakennusta ja sen rakenteita. Routasuojaukseen on

kiinnitettävä huomiota suunnittelussa, sekä rakennusaikana. Maan routimisella tarkoitetaan, kun maaperässä olevien huokosten veden jäätyminen saa maan tilavuuden kasvamaan. Tämä saa maan nousemaan jopa kymmeniä senttejä, jolloin sen päällä oleva rakenne kärsii vaurioita. Roudan nousun määrän vaikuttaa se, kuinka syvälle maaperään routa pääsee. Tähän vaikuttavat muun muassa maalaji, pohjavedenpinnan syvyys, pakkasmäärä, vuoden keskilämpötila, lumen syvyys sekä sademäärä. Koska maaperässä olevat huokokset ja niissä jäätyvät vesimäärät ovat erilaisia, on routanousu hyvin epätasaista. (RIL 261–2103 s. 13, 15, 25, 32)

4.2 Routasuojaus

Routasuojauksella estetään maaperänmuutosten ja liikkeen siirtyminen perustuksiin niitä vahingoittaen. Lähtökohtaisesti perustukset pyritään rakentamaan roudattomaan syvyyteen. Tällä tarkoitetaan maaperän syvyyttä, johon pakkanen ja routa eivät yletä, eikä tällöin aiheuta vaurioita perustuksiin. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, ja tällöin perustukset tehdään matalaperusteisinä. Kun kohteena on routiva maa ja rakennus on tarkoitus perustaa roudattoman perustussyvyyden yläpuolelle, on käytettävä routasuojauksia, kuten kuvasta 4 näkyy, tarkoituksena on, ettei routa pääse perustusten alle aiheuttamaan vaurioita. Routasuojaus on muistettava hoitaa myös työn aikana. Yleisimpiä routasuojausmenetelmiä on kolme: routaeristys, rakennuksesta tulevan lämmön hyväksikäyttö ja routimattoman massan vaihto. (RIL 261–2013 s. 78)

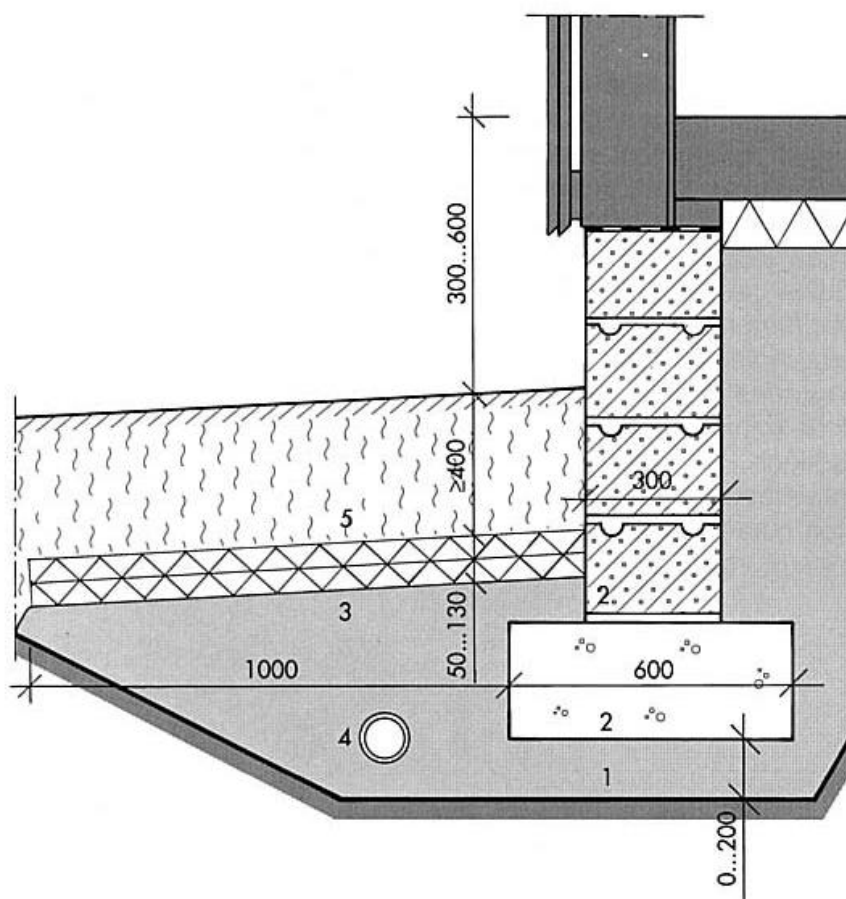


Kuva 4 EPS-lämmöneriste asennettu routasuojaksi perusmuurin viereen

(eps-eristeen www-sivut 2014)

4.2.1 Routaeristys

Routaeristys on eniten käytetty routasuojaustapa. Siinä asennetaan rakennusvaiheessa eristelevy perusmuurin viereen vaakasuoraan tai perustuksen alle estämään lämmön poistuminen maaperästä ja roudan pääsyn eristeeseen alle. Routaeristeinä yleisimmin käytetään paisutettuja (EPS) tai suulakepuristettuja (XPS) polystyreenisulomuovilevyjä. Eristelevyjä voidaan kasata päällekkäin, jolloin lämmöneristävyys paranee, kuten kuvassa 4. Menetelmä on hyvin toimintavarma, ei kuluta energiaa ja on hoitovapaa. Kuvassa 5 on rakennuksen perusmuurin viereen asennettu routaeriste, joka pitää sen alla olevan maan routimattomana. Routasuojaus toimii parhaiten mahdollisimman lähellä maanpintaa. (RIL 261–2013 s. 78)



Kuva 5 Routasuojauksen periaatekuva kevytsoraharkkoperustuksella
(RT81-10590 1995, 4)

4.2.2 Rakennuksesta tuleva lämmön hyväksikäyttö

Menetelmässä hyödynnetään alapohjan läpi virtaavaa rakennuksen lämpöä, joka pitää maaperän sulana. Tätä menetelmää on mahdollista käyttää vain lämmityksen omaavissa rakennuksissa. Alapohjaa eristetään ohjeiden mukaan niin, että annetaan rakennuksesta syntyvän lämmön kulkea sen läpi maaperään. Kun rakennuksen ympärillä on oikeanlainen routaeristys, rakennuksen lämpö pitää maan sulana kun routaeristys estää ilmasta tulevan pakkasen jäädyttää maata. Menetelmä vaatii toimiakseen oikeanlaisen routaeristyksen rakennuksen ympärille. Tässä ratkaisussa kuluu kuitenkin paljon energiaa hukkaan, joten se ei ole kovin suosittu. Eristämällä alapohja kunnolla ja lisäämällä rakennuksen ulkopuolista routaeristystä päästään normaaliin routaeristykseen, joka on paljon energiatehokkaampi. (RIL 261–2013 s. 78)

4.2.3 Routimattoman massan vaihto

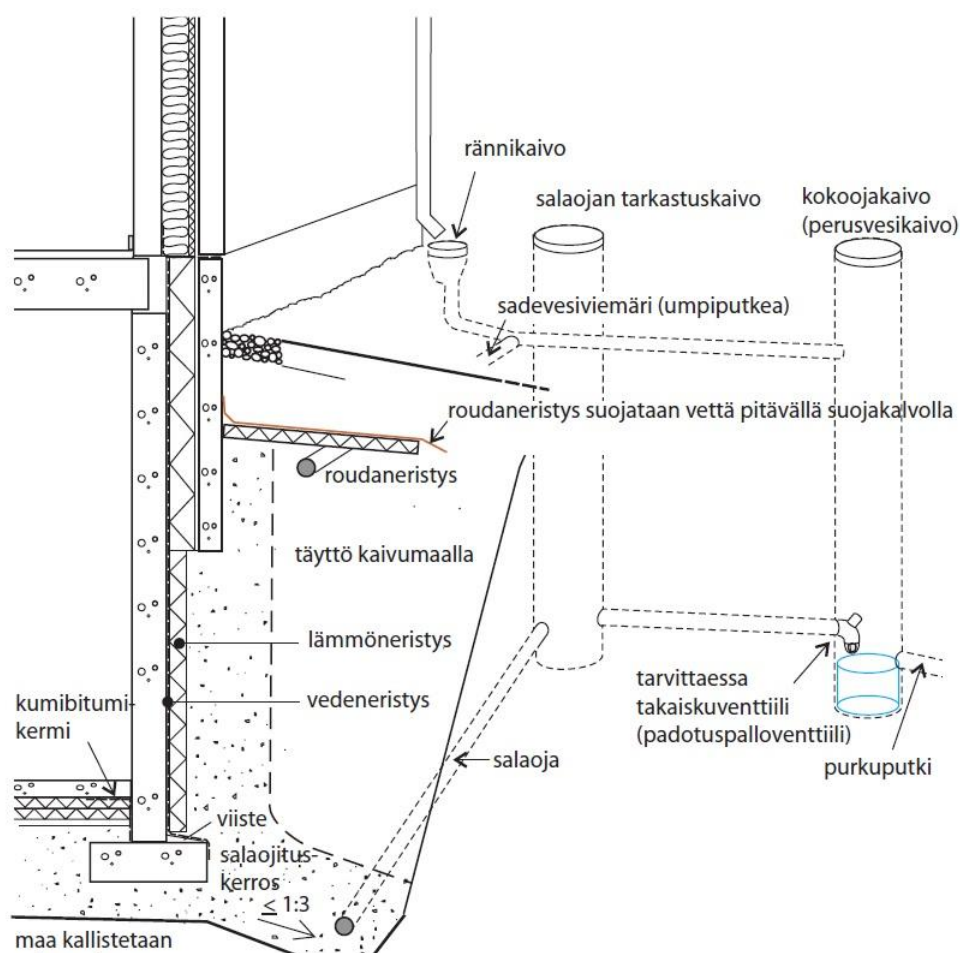
Routiva maa-aines kaivetaan pois routimattomaan syvyyteen asti ja se korvataan routimattomalla maa-aineksella. Maa-aines tulee poistaa laajemmalla alueelta niin että kaivanto on reilusti suurempi kuin valettava perustus. Kun maa-aines on vaihdettu, ei perustus tarvitse enää muuta eristettä, ellei se ole tarpeen jostain muusta syystä. Uusi maa-aines on yleensä mursketäyttö tai joku muu suurirakeinen kerros, joka ei roudi. Routimaton syvyys on aina tutkittava kunnolla, koska sijainnista, maalajista, perustustavasta, rakennuksen sisälämmöstä ja lisälämmönlähteistä riippuen syvyys voi vaihdella huomattavasti. (RIL 261–2013 s. 78)

4.3 Salaojat

Salaojien tehtävänä on kuivattaa rakennettavaa maaperää ja estää piha-alueen haitallisen lammikoitumisen. Tämän avulla varmistetaan, että maaperässä pysyy suunniteltu kantavuus, estetään haitallisen kosteuden pääsy rakenteisiin ja routimista pystytään hallitsemaan, kun maaperän kosteus pysyy pienissä määrissä. Salaoja tarvitsee toimiakseen oikeanlaisen soratäytön ympärilleen ja myös routaeristyksen, ettei putkissa kulkeva vesi pääse jäätymään. Rakenteiden alle tehdään myös kapilaarikatko-kerros, joka estää veden kapilaarisen nousun rakenteisiin. Tämä on kerros pelkästään

isorakeista soraa, millä varmistetaan, etteivät vesi ja kosteus pääse nousemaan ylöspäin. (RIL 261–2013 s. 100)

Vanha maa-aines kaivetaan pois ja se korvataan karkeammalla kiviaineksella jota kutsutaan salaojituskerrokseksi. Se on karkea sorakerros, joka ei sido itseensä kosteutta, vaan kosteus valuu kerroksesta läpi sen pohjalla olevaan salaojaputkeen. Kuvassa 5, salaojakaivannon reunat on kallistettu putkea kohti, jotta vesi kulkeutuisi helpommin putkeen. Salaojaputki on putki, joka on sisähalkaisijaltaan vähintään 90 mm ja siinä on pieniä reikiä, joista ympäriltä tuleva vesi tihkuu putkeen. Putkea pitkin vesi kulkee painovoimaisesti kunnan sadevesiviemäriverkoston kokoojakaivoon, kuten kuvassa 6, tai maastoon.



Kuva 6 Perusmuurin vedeneristysten ja salaojajärjestelmän periaatekuva (RT83-10955 2009, 3)

Sadevesiä ei saa liittää salaojaverkostoon, vaan ne pitää vetää omalla umpiniaisella putkella kokoojakaivoon. Salaojakaivoa ei saa liittää kokoojakaivoon ilman takais-

kuventtiiliä. Salaojaputki tulee sijoittaa alemmas kuin perustukset, mutta kuitenkin mahdollisimman lähelle, jotta ei tule turhaa kaivu- ja louhintatyötä. Putken alle on hyvä asentaa suodatinkangas, jolla erotetaan salaojakerros pohjamaasta. Salaojaverkostoon asennetaan tarkastuskaivoja kulmapisteisiin ja pitkille suorille pätkille tarkastusputket joista voidaan tarkistaa salaojan toimivuus ja vedenpinnan korkeus. Verkostossa on oltava toinen ulosmenoreitti vedelle, ettei se ala tulvia normaalin reitin mahdollisesti tukkeutuessa (RIL 261–2013 s.100, MaaRYL 2010 s.78)

5 KORJAUSSUUNNITELMA

5.1 Lähtötilanne

110 kV kytkinkenttä on verkko, jonka kautta saadaan Olkiluodon saarelle sähköä valtakunnan verkosta. Laitosten tuottamaa sähköä ei käytetä saarella muuhun kuin laitoksen sisäisiin tarpeisiin. Kytinkentän kautta voidaan myös syöttää laitoksille sähköä vieressä olevalta 100 MW kaasuturbiinilaitokselta, jos muut varajärjestelmät ovat tilapäisesti pois käytöstä. Kytinkenttä sijaitsee OL1 ja OL2 pohjoispuolella. (TVO:n www-sivut)

Kytinkentän pinta-ala on 9248 m². Siellä sijaitsee 148 kappaletta betonirakenteisia perustuksia, joihin on pultattu erikokoisia teräsrakenteisia pylväitä. Liitteessä 4 nähdään pylväät, jotka kannattelevat sähkökiskoja ja -lankoja, joita pitkin sähkö kulkee. Alueella on jännite päällä koko ajan, joka aiheuttaa ongelmia työvaiheeseen rajoittamattoman työkorkeutta. Ehdoton suojaetäisyys on 3 metriä, mutta suositusrajana pidetään 5 metriä. (Sähkökunnossapidon ryhmäpäällikkö P. Pietilä mukaan. Henkilökohtainen tiedonanto 4.4.2014)

Kytinkenttää on aikanaan rakennettu kolmessa osassa. Alkuperäinen rakennelma on vuodelta 1983, jolloin on rakennettu linjat 3.2 – 3.7. Vuonna 1993 aluetta laajennettiin rakentamalla linjat 3.8 ja 3.9, jotka näkyvät liitteessä 2. Viimeisin laajennus on tehty vuonna 2005, jolloin aluetta laajennettiin molemmista päistä rakentamalla linjat 3.1 ja 3.10 – 3.13. Parhaat dokumentaatiot ja suunnitelmat löytyvät viimeisimmästä

laajennuksesta, joten niiden avulla voitiin aloitella suunnittelua. Mukana on myös vanhempia asiakirjoja vahvistamassa tietoja.

Käyntikatselmus kytkinkentällä osoitti perustusten ja salaojien olevan yleisesti hyvässä kunnossa. Alueella oli kuitenkin muutamia perustuksia, joissa oli pahaa, silmin havaittavaa rapautumista ja halkeilua, kuten kuvissa 7 ja liitteessä 4. Liitteessä 3 on merkitty pohjapiirroksen korjattavat perustukset ja esitetty salaojien sijainnit. Nämä perustukset ovat alkuperäisiä 1980-luvulta. Maan pintaa on nostettu ajan saatossa niin, että perustukset ovat jääneet maanpinnan alapuolella. Kuvassa 8 nähdään niiden suojaksi tehdyt puukehikot, jotka estävät perustusten hautautumisen. Perustusten välissä oleva maa ei ole myöskään oikeanlaista. Kuvasta 7 sekä liitteestä 4 voidaan todeta, että niihin on muodostunut sammalta. Koska tämän kerroksen pinta on alempana kuin muun maan pinta, vesi lammikoituu helpommin ja ollen yhtenä syynä betonin vaurioihin liitteessä 4.



Kuva 7 Haljennut betoniperustus

Kävimme ohjaajien kanssa pikaisesti läpi eri vaihtoehtoja mitä vaurioituneelle perustukselle voitaisiin tehdä. Keskustelimme muutamasta yleisestä betonin korjausvaihtoehdoista, ja puhuimme mahdollisuudesta betoniperustuksen korvaamisesta valmiiksi valetulla elementillä,

jossa olisi ankkurointipultit ja muut raudoitukset valmiina tai kokonaan uuden perustuksen tekemisen alusta asti paikan päällä. Päädyimme siihen päätökseen, että perustuksen pintaa tulisi nostaa maanpinnan yläpuolelle, ettei perustusten ympärillä olevia puukehikkoja enää tarvittaisi.

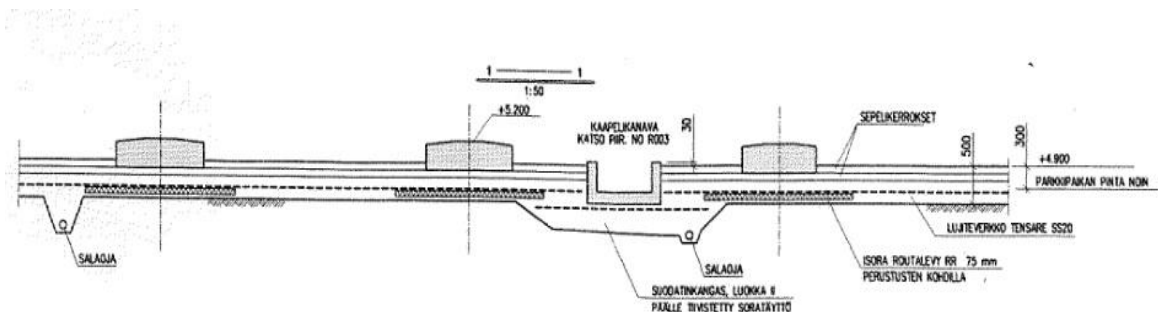


Kuva 8 Perustuksen ympärillä oleva puukehikko

Tämän sähköpylvään kannatuksessa olevia sähkölinjoja pitkin tulee sähköä valtakunnan verkosta Olkiluodon saarelle lähes kaikkialle muualle, kuin voimalaitosten sisäpuolelle. Linjoja tulee Olkiluotoon kaksi, OLT-RA A ja OLT-RA B. Korjattavat perustukset ovat linjan OLT-RA B pääte pilarin perustukset. Toinen linjoista voidaan ottaa jännitteettömäksi korjausten ajaksi, mutta mitä nopeammin se saadaan taas jännitteiseksi, sen parempi. Tämän takia korjauksen pitää olla ajallisesti hyvin tehokasta eikä siinä saa olla turhia viivästyksiä.

Suunnitelmia tarkasteltaessa todettiin, että rakennusvaiheessa maaperään on suunniteltu routaeristeet perustusten alle, jotka menevät joka suunnalta 500 mm yli perustuksen. Maaperän kerrokset ovat vaatimusten mukaiset, lukuun ottamatta puukehikkojen pohjia. Kuvasta 9 nähdään, että kentällä soratäyttö 100 mm 12...24 mm mursketta, jonka alla karkeampi 0...36 mm murskekerros. Näiden alla on vielä 300 mm sorakerros, jossa on Tensar SS20 lujiteverkko ja sen alla suodatinkangas käyttöluok-

kaa II. Näiden suunnitelmien tiedetään varmasti pitävän paikkaansa vain vuonna 2005 uusitulla alueella. Alkuperäisen kentän alla kulkee salaoja, joka jakautuu kolmeen osaan laajennuksen kohdalla. Kentän toisessa päässä salaojalinjaan on liitetty kentän laidoilta tulevat salaojat. Salaojista löytyy tarkistuskaivot, joiden avulla niiden toimivuus pystytään tarkistamaan.



Kuva 9 Poikkileikkauskuvaa maaperästä ja perustuksista vuonna 2005 tehdystä laajennuksesta (TVO)

Aivan alkuperäisistä 1980-luvun rakennelmista löytyi huonosti asiakirjoja, mutta viimeisimmästä 2000-luvun alussa tehdystä laajennuksesta löytyy erittäin hyvät suunnitelmat ja piirustukset. Näitä suunnitelmia tarkasteltaessa saatiin selville, että uusissa perustuksissa käytetty betoni on C30/37 säänkestävää, jossa säänvaikutuksille alttiille pinnoille suojahuokoisuusuhde on $> 0,2$. C30/37 tarkoittaa betonin lujuusluokkaa, jossa lieriölujuus on 30 MPa ja kuutiölujuus on 37 MPa. Teräksinä on käytetty A500HW, 35 mm suojaetäisyydellä. Maata vasten valettaessa on käytetty 50 mm suojaetäisyyttä. Ohjeissa käsketään noudattamaan BY45 vaatimuksia rakennusvaiheessa. Kuvan 9 poikkileikkaus kertoo vain maaperän rakenteen, sillä perustukset ovat pienempiin pilareihin tarkoitettuja.

5.2 Korjaamispäätös

Kaksi haljennutta ja vaurioitunutta perustusta päätettiin korjata. Perustukset nostetaan myös ylemmäs, etteivät ne jää enää maanpinnan alapuolelle, jolloin niitä suojanneet puukehikot voidaan poistaa. Perustukset nostetaan muiden perustuksien kanssa samaan tasoon, joka on +5.200. Pohjalla oleva maa-aines pitää vaihtaa kar-

keampaan, paremmin vettä läpäisevään maa-ainekseen, sekä mahdollinen orgaaninen maa poistetaan.

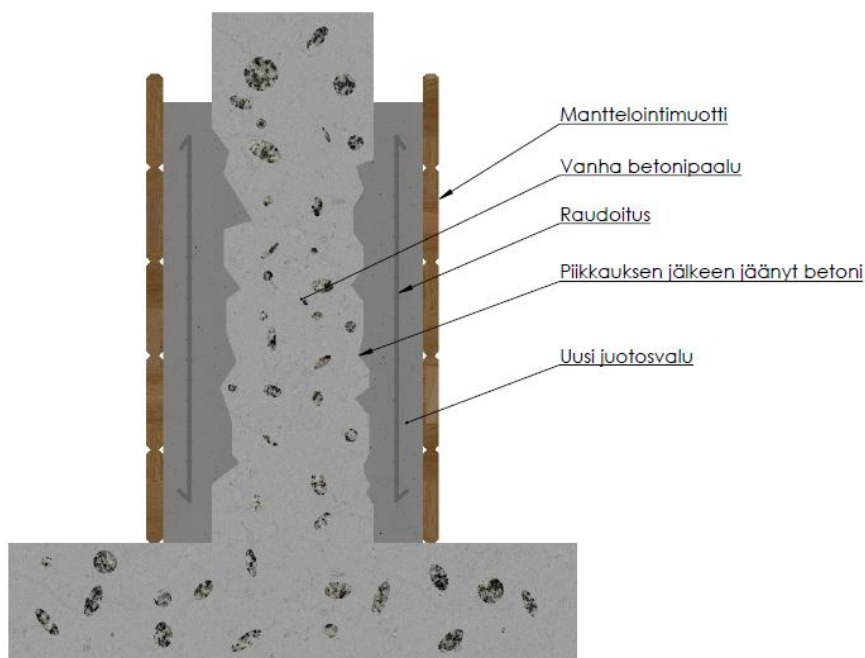
5.3 Korjausvaihtoehdot

Tämän kohteen perustuksille löytyi kolme eri vaihtoehtoa.

- Manttelointi, eli vesipiikkauksen avulla piikataan vaurioituneet betonit pois, valetaan vanhan betonin päälle uusi vahvistava betonikerros.
- Elementtiperustus, jossa vanha perustus kaivetaan kokonaan pois ja tehdään valmis elementti, joka nostetaan paikalleen vanhan tilalle.
- Uusi perustus, jossa vanha perustus kaivetaan kokonaan pois ja tehdään paikan päällä kokonaan uusi perustus vanhan tilalle

5.3.1 Korjaus mantteloimalla

Mantteloinnilla tarkoitetaan valmiin betoniperustuksen ympärille rakennettavaa, vahvistavaa betoniterästä. Tällä saadaan vahvistettua alkuperäistä perustusta joka on voinut ajansaatossa heikentyä, halkeilla tai sen päällä olevan rakennuksen kuorma tai käyttötarkoitus on muuttunut.



Kuva 10 Mantteloinnin periaatekuva (Saarivuori 2014)

Halkeillut ja pilaantunut betoni piikataan pois, raudoitus puhdistetaan ja rikkoutuneet teräkset korjataan. Vanhan perustuksen ympärille tehdään muotti ja uusi raudoitus tehdään raudoitussuunnitelman mukaan. Kuvassa 10 on esitetty mantteloinnin periaate, jossa huono betoni on piikattu pois ja uusi juotosvalu on valettu ympärille. Mantteli valetaan useimmiten pumppubetonoinnilla ja muotit voidaan purkaa, kun betoni on saavuttanut purkulujuuden. Mantteloinnin avulla voidaan jakaa perustuksesta maahan siirtyvät kuormat suuremmalle pinta-alalle. Hyötynä on, että koko perustusta ei tarvitse purkaa, vaan betonista puretaan vain huono osa pois ja sitä vahvistetaan uudella betonilla ja lisäraudoituksella. (Ratu F1-0370, 6)

5.3.2 Elementtiperustus

Elementtirakentamisen etuna on, että elementit tehdään ideaaliolosuhteissa siihen tarkoitetuissa tiloissa, jossa raudoitukset, peruspultit, muotit ja valaminen on helppoa tehdä tarkasti ja ohjeiden mukaisesti. Elementin valmistajan tiloissa betoni kovettuu juuri oikeissa olosuhteissa, eikä altistu kylmälle tai liian kuumalle, jolloin saadaan paras mahdollinen kovettunut betoni. Elementti tehdään hyvissä ajoissa ennen kuin se tuodaan työmaalle, joten se on ehtinyt kovettumaan oikeaan lujuteen, ja tällöin sen päälle voidaan heti asentaa teräspilari, kun sen on asennettu paikalleen maahan. Elementtirakentaminen nopeuttaa työtä tehokkaasti ja aikaa ei kulu muottien ja raudoitukseen tekemiseen paikan päällä eikä tarvitse odottaa betonin lujouden kehitystä, mutta hinta on suurempi kuin paikan päällä tehtynä. Huonoina puolina voidaan mainita suurempien elementtien paino, joka tekee niiden liikuttelusta hankalaa ja yleensä vaatii suuria nostureita. Nosturin hankkiminen ja käyttö työmaalla tulisi aina miettiä tarkkaan, koska sen seisottaminen työmaalla turhaan on erittäin kallista. Myös kuljetus työmaalle rajoittaa kokoa, koska elementin paino ei voi olla suurempi kuin sitä kuljettavan rekan kantavuus. (Sorvoja 2011, 36)

5.3.3 Uusi perustus paikalla rakentamalla

Paikalla rakennettaessa asennusta ei päästä aloittamaan niin nopeasti kuin edellisessä elementtiperustuksessa, mutta työkustannukset siirtyvät työmaalle. Työ on hieman hitaampaa ja sitä on enemmän kuin elementtityössä, mutta siihen ei tarvita suuria ja kalliita koneita. Perustuksen muodosta johtuen se joudutaan valamaan kahdessa osassa, joka hidastaa työtä. Alemman osan pitää antaa kovettua ensin, ja sitten vasta voidaan pilarit valaa sen päälle. Betonin jälkihoidosta on pidettävä huolta, ja koko perustuksen pitää olla kovettunut kunnolla, ennen kuin teräspylvästä voidaan asentaa sen päälle.

5.4 Korjaussuunnitelman eteneminen

Alkuperäinen suunnitelma oli korjata vanhat perustukset manttelointimenetelmällä, mutta perustuksen pinnan nostaminen yhdessä tartuntarautojen ja peruspulttien kanssa aiheuttivat ongelman. Vanhat tartunnat eivät tulisi tarpeeksi pitkälle uuteen korotusosaan, jotta pilarin voimat siirtyisivät kunnolla perustuksen laattaan asti. Uusien tartuntojen tekeminen vanhaan perustukseen olisi turhan työlästä hyötyyn nähden. Uudella perustuksella tulisi olemaan käyttöikä 50 vuotta, oikein tehtynä. Uutta perustusta ja sen raudoitusta suunniteltaessa on otettava monta asiaa huomioon. Koska pilari on noin 14 metriä korkea ja sähkölangat vetävät sitä vain toiseen suuntaan aiheuttaen suuren momentin, on pilarin perustusten oltava riittävän suuret pitämään pilari pystyssä. Toisena vaihtoehtona oli perustusten korvaaminen elementeillä, mutta tässä ongelmana tulisi olemaan niiden paino. Perustukset tulisivat olemaan noin 50 – 60 tonnia/kappale, joka hankaloittaa niiden liikuttelemista. Näin isoon nostoon tarvitaan suuri autonosturi, mutta maasto on hankalaa ja ympärillä on suurjännitteisiä sähkölinjoja, joihin pidettävä turvaetäisyys. Näiden päätelmien ja pohdintojen jälkeen päätettiin perustus tehdä paikan päällä. Koska myös hinta oli ratkaiseva, on paikalla tehtävä työ hyvä ratkaisu. Se ei ole nopein tapa, mutta se on perinteinen ja yhä toimiva ratkaisu jonka tuloksena saadaan käyttöältään noin 50 vuoden oleva perustus. (T. Salosen mukaan. Henkilökohtainen tiedonanto 4.6.2014)

5.4.1 Teräspilarin irrotus ja siirto

Sähköalan ammattilaiset kytkevät jännitteen pois kolmesta pylvääseen tulevasta sähkökiskosta, sähkölangat irrotetaan ja lasketaan pois pylvään kannatuksesta. Myös pylvääseen tulevat maadoitusjohdot, halogeenivaloille menevät valovirtajohdot ja muut kaapelit irrotetaan pylväästä. Pylväs ja siihen tulevat langat kuvassa 11.



Kuva 11 Teräspylväs

Kuvassa 12 olevat teräspylvään pultit irrotetaan ja pilari nostetaan pois paikoiltaan ja siirretään syrjään. Kiinnityspultteja pylväässä on yhteensä 24 kappaletta, 12 molemmissa perustuksissa. Koska pylväs on vain kaksijalkainen, on sen pystyssä pitäminen hankalaa korjauksien ajan, joten se kaadetaan varovasti maahan sellaiseen paikkaan, jossa se ei häiritse korjaustöitä.



Kuva 12 Teräspylvään kiinnityspultit

5.4.2 Maankaivu

Työmaalle tulee kaivinkone, joka kaivaa maata riittävästi pois perustuksen ympäriltä perustusten alapinnalle asti. Perustuksen alapinnasta ei ole suositeltavaa mennä alemmas, koska siellä kulkee maadoitusjohtoja ja salaojia. Kaivutyössä on noudatettava suurta varovaisuutta ja huolellisuutta. Pois kaivettu maa-aines voidaan käyttää uudestaan täyttötöissä. Kuvassa 8 oleva puinen kehikko poistetaan pilariosan ympäriltä, kun se saadaan näkyviin. Puukehikko ei ylety kovin syvälle maan sisään. Kun työtä tehdään kytkinkentällä, jossa osassa langoissa ja kiskoissa on jännite päällä, on kaivinkoneen kuljettajan oltava varovainen. Koska sähkö menee helpoiten mahdolliseen maadoittavaan paikkaan, voi se iskeä työntekijään kuolettavan sähköiskun. Tä-

män takia on kaikkien työntekijöiden oltava selvillä turvaetäisyydestä linjoihin. Suojaetäisyyden suosituksena on 5 metriä, mutta aivan ehdoton turvaetäisyys on 3 metriä. Suojaetäisyys koskee myös työkoneita. (Sähkökunnossapidon ryhmäpäällikkö P. Pietilä mukaan, henkilökohtainen tiedonanto 4.4.2014)

5.4.3 Raudoitus ja muottityö

Kun vanhan perustuksen tieltä on poistettu riittävästi maata, aletaan siihen rakentaa betonimuottia piirustusten mukaisesti. Muotti on rakennettava niin että se kestää betonista aiheutuvan valupaineen sekä pitää muotonsa koko valun ajan. Muottitavaran tulee olla myös ehjää, eikä siinä saa olla reikiä joista betoni valuisi pois. Muotin tultua valmiiksi, asennetaan raudoitukset muotin sisälle. Perustuksen laatta tulee olemaan syvällä maan sisällä, laatasta lähtee ylös kaksi betonipilaria johon teräspilarin jalat tulevat kiinni. Liitteessä 2 on periaatekuva perustuksesta. Betonipilarit pystytään tekemään vasta kun laatta on kovettunut riittävästi, ja sen päälle voi tehdä muotin, eli perustukset on valettava kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa laattaan asennetaan tartuntateräkset betonipilareille, joiden avulla voimat siirtyvät oikeaoppisesti laattaan ja sen kautta maahan.

5.4.4 Betonointi ja jälkihoito

Betonointi suoritetaan valubetonilla, joka on C35/45 säänkestävää, joka on hieman kestävämpää kuin muissa perustuksissa, joissa betoni on C30/37. Uuden betonin lie-riölujuus on 35 MPa ja kuutiolujuus 45MPa. Säänkestävällä betonilla tarkoitetaan betonia, joka kestää pakkasrasitusta sen joukossa olevien suojahuokosten avulla. Tällä ratkaisulla pyritään estämään jatkossa betonin kuluminen ja vahingoittuminen. Betoni asennetaan muottiin niin, ettei se vahingoita muottia eikä liikuta raudoitusta pois paikaltaan. Betoni valetaan tasaisina kerroksina muottiin ja valupaine on pidettävä sellaisena, että muottiin kohdistuva valupaine pysyy hallittavissa. Laserin avulla varmistetaan, että yläpinnan korkeus tulee vaadittuun +5.200 korkeuteen. Juokseva betoni on tiivistettävä hyvin, esimerkiksi sauvatäryttimellä, ettei betonin sekaan jää ilmaa ja että betoni menee muotin joka osaan. Tärytintä ei tule kuitenkaan käyttää liian kauan tai suurella voimalla niin, että muotti tai raudoitukset vahingoittuvat.

Esiin jäävät pinnat hierretään tasaisiksi mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa puulla tai teräksellä. Veden ja sementin käyttö on kielletty hierrettäessä, koska tämä saattaisi muuttaa betonin vesisementtisuhdetta. Betonin liian nopea kuivuminen ja jäähtyminen on estettävä lujuudenkasvun varmistamiseksi. Tämä hoidetaan kastelulla sumuttaen betonia ja levittämällä betonin päälle suoja, kuten muovi, joka estää lämmön ja kosteuden karkaamisen. Lämpötilan on pysyttävä 7 vuorokauden aikana +5...20 °C sisällä, jotta betoni kovettuu oikein. On myös huomioitava, että liika kasteleminen saattaa vaurioittaa betonia. Liitteessä 2 nähdään perustuksen muoto, laatta ja pilarit. Betonointi toteutetaan kahdessa osassa, ensin valetaan laatta ja sen jälkeen pilarit. Tämä johtuu siitä, että betoni tulisi valupaineen takia yli alamuotista, koska alamuotti on vain kehikko, joka tehdään alaosan ympärille, ei päälle. Myös pilari-muotin tekeminen ja kiinnittäminen mihinkään olisi hankalaa. (BY 41 s. 38)

5.4.5 Muotin purku ja täyttötööt

Muotit voidaan purkaa, kun betonin lujuus on 60 % nimellislujuudesta. Tämä tarkoittaa, että lieriölujuus on 21 MPa ja kuutiolujuus on 27 MPa. Lujuus pystytään laskemaan, kun tiedetään betonin lämpötila ja kovettumisaika. Tähän on myös kehitetty automaattisia kypsyysmittareita, jotka helpottavat työtä. Betonin lujuutta voidaan myös selvittää koekappaleiden ja puristuslujuuskokeiden avulla. Muotit puretaan betonia vahingoittamatta, muottitavara puhdistetaan betonista sekä naulat ja ruuvit ny-pitään pois, jotta niitä voidaan käyttää uudestaan. Kaikki metalli- ja betonijäte vi-
dään pois työmaalta. Täyttötööt tehdään myös kaivinkoneella. Pois kaivettu maa-
aines voidaan käyttää uudestaan, jos siinä ei ole joukossa multaa tai muuta orgaanisia
aineita. Lisättävä maa-aines on 12...24 mm mursketta, joka on vettä läpäisevää jol-
loin sadevedet valuvat kerroksen läpi salaojiin. Murskekerroksen yläpinta tasoitetaan
kentän muun murskekerroksen kanssa samaan korkoon, joka on +4.900. Korot ja
maa-aineksen tiedot ovat vanhoista piirustuksista peräisin. (RIL 149–1995, s. 55–56)

5.4.6 Teräspilarin asennus

Kun muotit on poistettu ja täyttötööt on tehty, nostetaan maahan kaadettu pilari pe-
rustusten päälle. Tätä ennen on varmistettava, että betoni on saavuttanut riittävän lu-

juuden teräspilarin asennusta varten. Pilari asennetaan ankkurointipultteihin ja pultataan kiinni vaaditulla momentilla. Sähkölinjat nostetaan takaisin pilarin kannatukseen ja jännite voidaan kytkeä takaisin päälle kaikkiin linjoihin.

5.5 Laadunvarmistus

Perustusta tehdessä työmaalla pidetään työmaapäiväkirjaa ja betonointipäiväkirjaa rakenteiden valmistuksesta ja valuun liittyvistä töistä. Asiakirjoilla dokumentoidaan työvaiheet ja niistä voidaan jälkeenpäin tarkistaa työmaan tapahtumat. Työmaalla betonityönjohtaja valvoo ja tarkistaa muun muassa:

- raudoituksen
- muotit
- betonoinnin
- tiivistämisen
- jälkihoidon

Kun betoni toimitetaan työmaalle, tarkistetaan kuormakirja ennen purkamista. Näin varmistetaan, että betoni on tilauksen mukaista. Valmis betoni valmistetaan betoniasemalla, jossa betonin valmistaja testaa säännöllisesti yleistä laatutasoaan. Työmaalla valutyön aikana betonista otetaan itse kolme näytettä jokaisesta valuosasta, jotta voidaan varmistua kyseisen erän laadusta. Tässä kohteessa laatan valun yhteydessä otetaan kolme näytettä, ja pilareiden valun yhteydessä kolme näytettä. Kustakin valuosasta tehdään kolme erillistä puristuslujuuskuutiota, joilla tehdään puristuslujuuskoe. Lämpömittauksien ja koepalojen avulla voidaan seurata betonin lujuuden kehitystä. Työmaalla betonista voidaan tehdä ennen valua vaadittaessa ilmamäärämittaus. Säänkestävyyttä voidaan varmistaa selvittämällä huokosjako ohut- tai pinta- hieesta hyväksytyssä testauslaitoksessa, tai jollain muulla menetelmällä, jonka korrelaatio suhteessa referenssimenetelmään on todettu testauslaitosten välisellä kokeella. Rakennuttaja esittää oman laatukäsikirjansa mukaisen laadunvarmistussuunnitelman ennen työn alkua, jonka mukaan työ tehdään. (BY 50 s.141, 148, 240)

5.6 Työturvallisuus

Työn aikana työntekijöiden on käytettävä kypärää, turvajalkineita, suojavaatetusta sekä työhön kuuluvia suojarusteita. Jännitteellisiin linjoihin on pidettävä 5 m turvaetäisyys. Tapaturmien estämiseksi nämä jännitteiset linjat on oltava kaikille työntekijöille selviä. Tulitöihin vaaditaan tulityölupa sekä tulitöiden tekijällä on oltava voimassa oleva tulityökortti. Tulitöiden aikana työmaalla on oltava ensisammutuskalusto, kuten vaahtosammutin, sekä tulitöiden jälkeen paikalla on oltava jälkivalvonta. (Henkilökohtaisten suojainten käyttö Olkiluodon alueella 2012)

6 KUNNONSEURANTA

TVO:lla tehtävät kunnossapitotoimenpiteet jaetaan kolmeen alueeseen jotka ovat ennakkohuolto, korjaava kunnossapito ja parantava kunnossapito. Kunnonseuranta on ennakkohuoltoa, eli kohteesta pyritään pitämään huolta niin, ettei tule korjattavaa. TVO:lla on oma kunnonseurantaohjelmansa, KUPI. Se on kunnossapidon ohjelma jonne merkitään kaikki kunnossapidot ja huollot. Ohjelman muistissa on tiedot huoltovälien pituuksista sekä mitä normaalissa huollossa tai kunnossapidossa on seuraavana vuorossa. Ohjelman muistiin jää aina tieto siitä, mitä on viimeksi tehty ja milloin on tehty, joten kenenkään ei tarvitse itse muistaa tällaisia asioita sekä se muistuttaa aina kun seuraava toimenpide on lähellä. Jokaisen kohteen kunnossapito ja huolto on suunniteltu pitkälle valmiiksi. (TVO:n ennakkohuollon yleisohje, 2012)

Kytäkinkentän rakenteissa ei ole erikseen huollettavia osia, joten kunnonseuranta on vain ulkoista rakenteiden tarkastamista. Betoniperustukset tarkistetaan silmämääräisesti 5 vuoden välein halkeamien ja muiden kulumisten varalta. Jos betoniosissa havaitaan vaurioita, ryhdytään mahdollisimman pian ehkäiseviin tai korjaaviin toimenpiteisiin. Salaojat tarkastetaan 2 vuoden välein avaamalla tarkastuskaivojen kansi ja silmämääräisellä tarkastuksella. 5 vuoden välein salaojat painehuuhdellaan tarvittaessa ja tarkastuskaivojen lietepesät tyhjennetään. (RT18-10922 2008, 3)

7 YHTEENVETO

Kytkinkentällä tehtiin kuntokartoitus maaperän ja betoniperustusten kunnosta. Maaperän ja sen kuivatusjärjestelmän todettiin olevan kunnossa, mutta yhden kaksijalkaisen teräspilarin molemmissa perustuksissa havaittiin halkeilua ja rapautumista, jonka takia ne päätettiin korjata. Perustukset olivat myös jääneet ajansaatossa nostetun maanpinnan alapuolelle, joten korjauksen lomassa perustuksen pinta haluttiin nostaa maanpinnan yläpuolelle. Perustusten korjaus oli alun perin tarkoitus tehdä mantteloimalla vanhojen perustusten päälle. Tätä korjaussuunnitelmaa tehdessä tuli kuitenkin eteen ongelma peruspulttien ja tartuntojen kanssa. Kun perustuksen pinta nostetaan maanpinnan yläpuolelle, jäävät vanhat peruspultit liian lyhyiksi. Uuteen betoniin ei saataisi tarpeeksi tartuntoja järkevällä työmäärällä, jolloin pylväästä tulevia voimia ei onnistuttaisi siirtämään alkuperäiseen perustukseen.

Seuraavana vaihtoehtona oli purkaa vanhat perustukset kokonaan pois ja tehdä elementtiperustukset, jotka vaihdettaisiin vanhojen perustusten tilalle. Perustusten koko tuli kuitenkin vastaan, koska elementeistä tulisi niin suuria ja painavia että niiden kuljetus ja liikuttelu olisi kallista ja hankalaa. Tämän jälkeen valittiin kokonaan uusi perustus vanhan tilalle paikalla tehden. Perustukseen saadaan oikean kokoiset raudoitukset ja peruspultit, kulut siirtyvät työmaalle eikä ole ongelmia suurten elementtien liikuttelussa. Kun korjaukset on tehty, kytkinkentän kuntoa tullaan seuraamaan tiettyin väliajoin tehtävillä kuntotarkastuksilla, ja vaurioiden tai ongelmien ilmetessä niitä ryhdytään mahdollisimman pian toimenpiteisiin.

LÄHTEET

Suomen betoniyhdistys r.y., 2007, By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2007, Helsinki: Suomen Betonitieto

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., 1995, RIL 149 Betonityöohjeet 1995, Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y., 2013, RIL 261 Routasuojaus 2013, Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

Teollisuuden Voiman www-sivut. Viitattu 21.5.2014. <http://www.tvo.fi>

RT81-11000. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 2010. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

RT81-10590. Routasuojusrakenteet. 1995. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

RT83-10955. Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. 2009. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

EPS-eristeen www-sivut. Viitattu 25.6.2014. <http://www.eps-eriste.fi/index.php>

Pietilä, P. 2014. Sähkökunnossapidon ryhmäpäällikkö, Teollisuuden voima oyj. Eurajoki. Henkilökohtainen tiedonanto 4.4.2014

Saarivuori, Lauri 2014

RT18-10922. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. 2008. Helsinki: Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

TVO:n ennakkohuollon yleisohje 30.10.2012

Henkilökohtaisten suojainten käyttö olkiluodon alueella 28.11.2012

Salonen, T. 2014. Business unit manager, Empower PN Oy, Eurajoki. Henkilökohtainen tiedonanto 4.6.2014

Suomen betoniyhdistys r.y., 2012. By 50 Betoninormit 2012. Helsinki: Suomen betonitieto

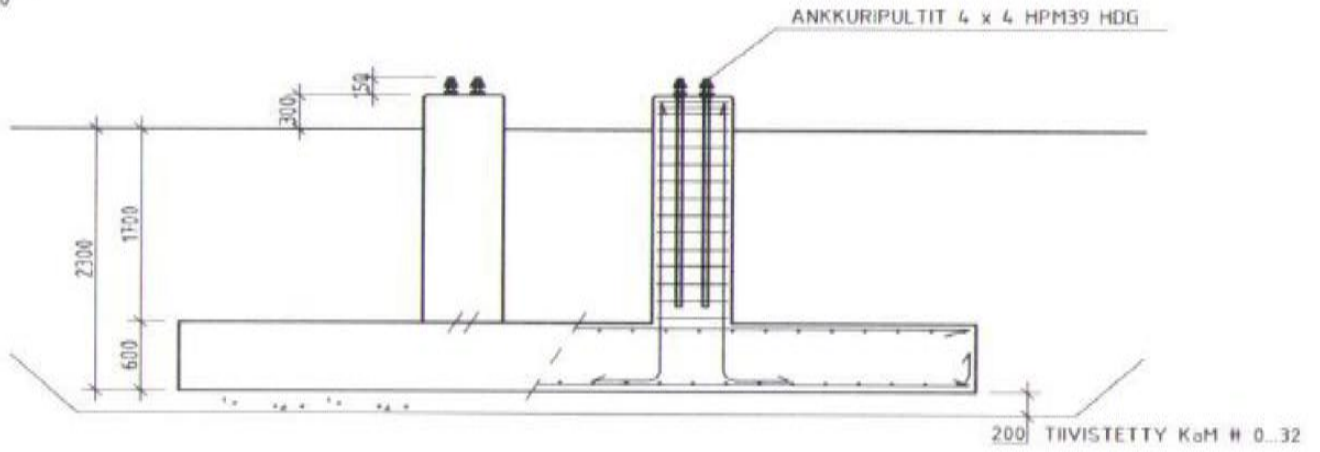
Sorvoja, M. 2011. Elementti- ja paikallavalurakentamisen kustannusvertailu. AMK-opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Viitattu 30.6.2014. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201201261642>

Fortumin www-sivut. Viitattu 4.8.2014. <http://www.fortum.com/>

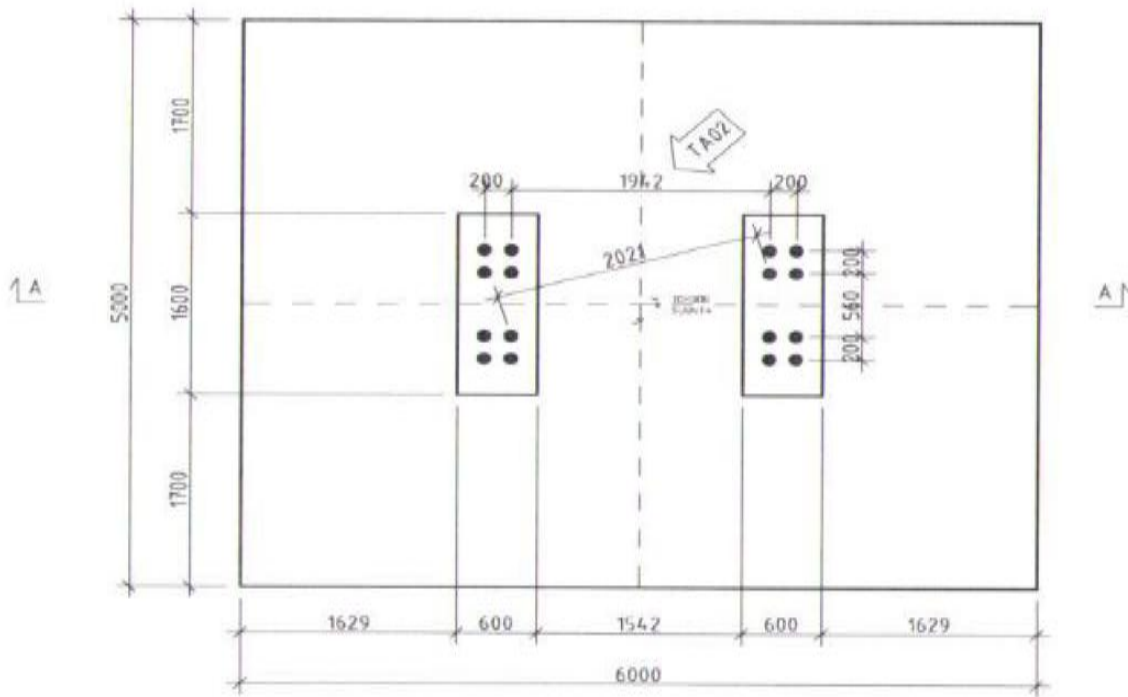


Liite 2 Periaatekuva perustuksesta (Salonen 2014)

A - A
1:50



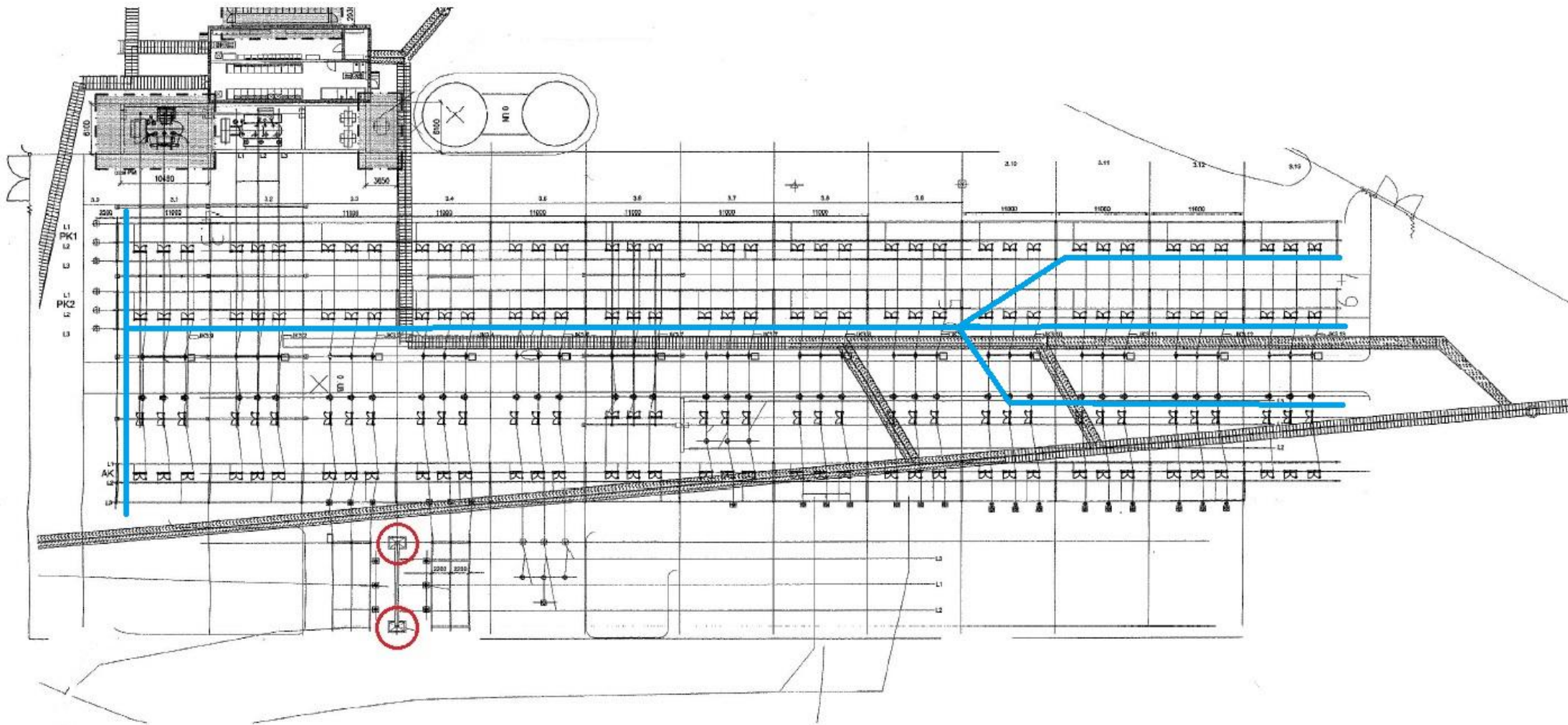
POHJA
1:50



LAATAN RAUDOITUS
1:75



Liite 3 110kV Kytkinkentän pohjapiirustus. Punaisella ympyrällä on merkitty korjattavat perustukset ja sinisellä viivalla salaojien paikat. (TVO)



Liite 4 Perustuksen rapautumista ja maan sammaloitumista (TVO)

