

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2012

Arto Aaltonen

URAKOINTI ÖLJYSÄILIÖALUEELLA

Betonivallin saneeraus



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu
Tekniikka, ympäristö ja talous
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikka
Arto Aaltonen

Opinnäytetyö

URAKOINTI ÖLJYSÄILIÖALUEELLA
Betonivallin Saneeraus

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2012

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. tri. Raimo Vierimaa

Arto Aaltonen

URAKOINTI ÖLJYSÄILIÖALUEELLA

Betonivallin saneeraus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää öljysäiliöalueen urakoinnin erityispiirteitä ja mitä se urakoitsijalta edellyttää. Tavoitteena on tuoda näkyville urakointiin liittyvää hiljaista tietoa. Tieto kerätään haastattelemalla, sekä ennen kaikkea havainnoimalla urakoitsijan ja jalostamoalueen omia työntekijöitä ja johtohenkilöitä. Tutkimus toteutettiin Neste Oilin Naantalin jalostamolla työskentelyn pohjalta. Urakointi tapahtui Tupavuoren säiliöalueella, noin reilun kilometrin päässä jalostamon prosessialueesta. Alueella on useita kymmeniä säiliöitä, jotka on rajattu maa- tai betonivalleilla. Saneerauskohde on säiliön numero 29 ympärillä oleva vanha tukimuuri. Kyseisen urakan Tupavuoren alueella aloitti vuoden 2011 kesäkuussa YIT Rakennus Oy Infrapalvelut, ja tilaajana urakassa toimi Neste Jacobs Oy.

Opinnäytetyössä selvitetään urakoitsijan työnjohdon näkökulmasta suunnittelun ohjauksen ja talouden hallinnan keinoja. Urakoinnin pääasiallisen rungon muodostaa urakoitsijan oma toimintamalli, mutta osan myös jalostamoalueen johdon edellyttämät omat käytännöt. Kaikki käsiteltävät asiat ovat merkittäviä, koska vain niiden toteuttaminen mahdollistaa sujuvan työskentelyn. Laadunvalvonnassa ja mittauksissa kerrotaan, mitä niissä on erityisesti huomioitavaa, ja vaadittavat työturvallisuustoimenpiteet kuvataan auki. Yleisten velvollisuuksien läpi käynnin jälkeen käsitellään betonivallin saneerauksen toimenpiteet.

Urakointi onnistuu ainoastaan, kun alueen säännöt ja erityispiirteet on sisäistetty. Erityisesti isot urakat vaativat työjohdolta riittävää kokemusta alueella työskentelystä. Työ on sujuvaa, kun yrityksen oman toimintamallin toteuttamistavat saadaan yhdistettyä jalostamon johdon edellyttämään toimintaan. Nämä velvoitteet koskevat etenkin lupa-asioita, työturvallisuutta, yleisen järjestyksen ylläpitoa sekä työn valvontaa. Jatkuva raportointi projektin valvojan kanssa on olennaista, koska se helpottaa molempien osapuolten työtä. Tyypillistä on, että suunnitelmiin tulee usein isoja muutoksia. Vahinkoja ei pääse tapahtumaan, kun laaditaan asianmukaiset työsuunnitelmat, käytetään oikeanlaista kalustoa ja noudatetaan alueen ohjeita.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering, Community Infrastructure Engineering

2012 59 pages

Instructors: Pirjo Oksanen, Maarit Järvinen

Arto Aaltonen

CONTRACTING IN OIL CONTAINER AREA

Rebuilding of concrete wall

The objective of this thesis was to combine existing written knowledge of earthworks contracting with tacit knowledge. The purpose was to bring forth the characteristics of an oil refinery area from the viewpoint of working there. The study was based on several interviews with the employees as well as constant observation of employees and their working methods. As a result of this thesis a summary was compiled of the most important issues to be observed when working as a foreman contractor in a refinery area. The summary is intended to be utilized as a universal instruction but most importantly as a check list for the crucial phases of larger contracting. The aim of conducting such listed tasks together is to create a solid and strong basis for a successful stint and to guarantee the satisfaction from the client's point of view.

Together with design practice control and management of economy, also quality supervision, measuring work, work safety precautions, and the most practical work stages of the concrete wall contract itself were taken into consideration in the thesis process. Some of the subjects discussed, such as the measuring work, do not play a significant part in this thesis but are mentioned as part of the contractor's model of action plan.

Only the rebuilding of a concrete wall was discussed as part of the actual construction process. The intention was to cover extensively also other issues which need to be observed when working in the area and which also the contractor's foremen have to acknowledge and implement. The focus was on planning control methods and responsibility issues which the contractor's foremen have to take care of to enable safe and high quality work performance. Furthermore, methods for monitoring the internal economy of the contract process are discussed. Moreover, rules and permission issues and their effects on the contractor's work are dealt with.

SISÄLTÖ

KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO	11
2 SUUNNITTELUN OHJAUS JA TALOUDEN HALLINTA	14
2.1 Urakan pakolliset asiakirjat	14
2.2 Määräykset ja ohjeet	14
2.3 Aikataulut	15
2.3.1 Yleisaikataulu	15
2.3.2 Viikkoaikataulu	16
2.3.3 Työvaiheiden hallintasuunnitelma	16
2.4 Työntekijöiden seuranta	17
2.4.1 Vahvuuslista	17
2.4.2 Työn ja työtuntien seuraaminen	17
2.5 Lupakäytäntö	18
2.5.1 Tulityöt	18
2.5.2 Ajoluvat	18
2.5.3 Koneiden ja nostimien käyttö	19
2.6 Vuorovaikutus ja viestintä	19
2.7 Talouden hallinnan keinot	20
2.7.1 Työpäällikön osa urakassa	20
2.7.2 Laskennat	20
2.7.3 Litterataulukko	20
2.7.4 Aliurakkasopimukset	21
2.7.5 Hankinnat ja kuormien kirjaus	21
3 LAADUNVALVONTA	22
3.1 Laatusuunnitelma	22
3.2 Laatudokumentit	22
3.3 Pätevyudet	22
4 MITTAUSTYÖT	24
5 ALUEEN TYÖTURVALLISUUSTOIMENPITEET	26
5.1 Nimetty koulutus ja määräykset	26
5.2 Raportointi valvojalle	27
5.3 Pehdytys	27
5.4 Aluevalvonta	27
5.5 Koneiden ja työmaan kirjalliset tarkastukset	28

5.6 Suunnitelmat	28
5.7 Vahvuus- ja turvallisuusilmoitukset	29
5.8 Suojaimet ja ensiaputarvikkeet	29
5.9 Käyttöturvallisuustiedotteet	29
6 BETONIVALLIN SANEERAUKSEN TOIMENPITEET	30
6.1 Soveltuvuus	30
6.2 Katselmointi	32
6.3 Puhdistus	34
6.4 Paikkaaminen ja korroosiosuojaus	39
6.5 Halkeamien injektointi	45
6.6 Liikuntasauvojen kunnostus	48
6.7 Pinnoitus ja viimeistelytyöt	51
6.8 Vaihtoehtoja ja huomioitavaa	54
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	57
LÄHTEET	58
KUVAT	59

KÄSITTEET

Aluesuunnitelma

Aluesuunnitelman laadinta on projektissa pakollinen ja sitä on hyvä käyttää muun muassa työntekijöiden perehdyttämisen yhteydessä selventämään työmaan toimintaa ja kunkin asian sijaintia. Suunnitelmassa tulee selvittää vähintään työmaa-alueen rajaus, työmaatilat, ensiapuvälineet, alkusammutuskalusto, veden saanti, poistumis- ja pelastautumistiet, jätehuolto, maanrakennusmateriaalien vastaanotto- ja varastoimispaikat, vioittuneiden maanrakennusmateriaalien sijoituspaikka, logistiikka, työmaatiet, sähkönjakelu, koneiden huoltopaikat ja palavien nesteiden varastot.

Ennakoilmoitus rakennustyöstä työsuojelupiiriin

Tehtävä, kun työ kestää yli kuukauden ja työmaalla työskentelee vähintään 10 työntekijää - tai työ kestää yli 500 henkilötyöpäivää.

Hankintasuunnitelma

Suunnitelma sisältää mm. hankintakohteen, määrät ja hinnat ja ajankohdan, jolloin asia pitäisi olla hankittuna. Se on pohjana myös tarjouspyynnöille, määrälaskennalle ja kustannusseurannalle.

Hiljainen tieto

Ihmisillä on paljon tietoisuutta, jota he eivät osaa ilmaista, mutta joka näkyy heidän toiminnassaan erilaisina tapoina, rutiineina, käytäntöinä ja tuntemuksina. Hiljaisella tiedolla on monia merkityksiä, mutta yleisesti sillä tarkoitetaan intuitiivista, ei-sanallista tietämystä, joka karttuu ihmisille toiminnallisen kokemuksen kautta. (jyu/sanasto.2008.)

Infra RYL-ohjeet

Infra-alan Rakennustöiden Yleiset Laatuvaatimukset. Ohjeet kattavat erittäin laajasti maanrakennustyöhön liittyviä selvityksiä, ja tähän urakkaan liittyy erityisesti RYL:n ohje betonirakenteista.

Intranet

Yhteisön tai organisaation sisäiseen käyttöön tarkoitettu, Internet-tekniikkaan perustuva verkkopalvelu tai verkkosivusto, joka löytyy jo lähes kaikista suurista organisaatioista Suomessa ja ulkomailla. Intranetejä käytetään organisaation sisäisenä viestintä- ja työvälineenä. (www.kielijelppi.fi. 2010.)

Kemikaaliluettelo

Sisältää mm. käyttötarkoituksen ja -paikan sekä suurimman käyttömäärän ja varastoidun määrän. Pidettävä ajan tasalla ja työntekijöiden nähtävillä.

Kulkuluvat

Lupien tarkoitus on estää asiattomien pääsy työmaalle. Tämä toteutetaan tavallisesti kuvallisin henkilökortein, joihin on merkitty voimassaolon päivämäärä, mihin asti saa liikkua työmaalla. Elektroniset kortit ovat kätevät, kun työmaalla on läpikulkuportteja.

Operaattorit

Neste Oilin omia valvoja, joiden työkuvaan kuuluu työlupien myöntäminen, monitorien tarkkailu jalostuksen onnistumisen varmistamiseksi sekä alueen yleinen järjestyksenpito ja valvonta. Operaattoreilla on omat toimistotilat prosessialueella ja tehdasalueella.

Piirustusten hankinta, tarkastus ja esillepano

Suunnittelijan laatimat tärkeimmät piirustukset tulee laittaa työmaatoimiston seinille, mutta osa on myös hyvä laittaa miehistön koppiin havainnoimaan aluesuunnitelman tavoin. Piirustukset tulee tarkastaa silmämääräisesti, ja jos löytyy virheitä, niin niistä tulee ilmoittaa. Etenkin kaapelilinjat ja kalliopinnat voivat sijaita piirustuksista poiketen eri lailla, mikä voi johtaa koko rakennustavan muutokseen. Aina pitää varautua siihen, että piirustuksiin tulee mitta- ym. muutoksia kesken urakankin.

Projektin perustietolomake

Sisältää projektin tärkeimmät tiedot organisaatiosta työtehtäviin.

SFS-EN Standardit

SFS-EN tarkoittaa kaikkia eurooppalaisia standardeja, jotka on vahvistettu Suomessa SFS-standardeiksi. Urakkaan liittyy useampia standardeja, joista tärkein on kuitenkin SFS3350, joka koskee vallitilan fysikaalisia vaatimuksia. (Rastas. 2010. Työmäärittely, 1.) Itse saneerauksen työvaiheisiin liittyen löytyy ainakin ruiskubetonoinnin laatuun ja toteuttamiseen liittyviä standardeja.

SILKO-ohjeet

SILKO- eli Siltojen Korjausohjeet suuntautuvat pääosin juuri betonirakentamiseen sekä teräsrakentamiseen. SILKO-ohjeet ottavat urakassa vahvasti kantaa, koska ne sisältävät paljon korjaukseen liittyvää materiaalia, teknisiä työselostuksia ja

laatuvaatimuksia. Juuri toteutettaviksi annettujen ohjeiden laatuvaatimukseen urakoitsijan tulee kiinnittää tarkasti huomiota, jotta päästään haluttuihin arvoihin. Urakassa noudatettavat SILKO-ohjeet liittyvät seuraaviin työvaiheisiin; halkeamien injektointi, puhdistus vesipiikkaamalla, mahdollinen tartuntaterästys ja ruiskubetonointi, laadunvarmistuskokeet, paikkaus laastilla ilman muottia, paikkaus muottia käyttäen, pinnoitustyö sekä liikuntasaumojen tiivistys (Lähdeviita. 2010. s.1,2,3).

Tietoliikenneyhteys työmaalle

Lomaketta käytetään työmaan tai toimipisteen perustamisessa, siirrossa ja lopettamisessa.

Tulospalkkioperiaatteet ja kertoimet

Selvittävät miten työmaatoimihenkilön tulospalkkion suuruus määritetään.

Tulospalkkiosopimus

Työpäällikkö tai vastaava työnjohtaja laatii sopimuksen viimeistään kuukauden kuluessa työn aloituksesta.

Tuotannon aloituksen asialista

Ennen urakan alkua läpi käytävä muistio kaikista urakkaan liittyvistä tärkeistä asioista.

Työmaan turvallisuusriskien ja -vaarojen arviointi

Selvitetään merkityksen, esiintymisen todennäköisyyden ja löydettävyyden avulla riskiluku.

Työmaan turvallisuussuunnitelma

Kattaa työsuojelutoimintojen ja työmaa-alueen järjestelyn, turvallisuusmääräykset ja riskianalyysin.

Työturvallisuusmittaukset

Suoritetaan viikoittain ja saatava pisteytys kertoo työmaan turvallisuustilanteen. Tavallisesti havainnointikierroksen tekee työsuojeluvaltuutettu tai vastaava työnjohtaja, mutta mahdollisesti mittauksen voi suorittaa sopimuksen mukaan myös valvoja.

Urakan riskiarviointi

Lomake sisältää sekä tarjous- että toteutusvaiheen riskiarvion.

Ympäristölupa

Ympäristöluvassa annetaan määräyksiä mm. toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Ympäristölupahakemus tehdään kirjallisesti ympäristönsuojeluasetuksessa määrätyle lupaviranomaiselle. (ymparisto.fi. 2011.)

1 JOHDANTO

Neste Oilin omistama Naantalın öljyjaloſtamo on Porvoon jaloſtamon jälkeen maan suurin jaloſtamo. Se sijaitſee vajaan 10 km pääſtä Turuſta ja Raisuon on alle 6 km. Jaloſtamoalue on jaettu oſa-alueiſiin; proſeſſi-, tehdas- ja ſäiliöalueeſeen. Alueella on liſäksi erillinen palokunta, urakoitſijoiden alue, valvonta- ja laboratoriotilat. Jaloſtamon omia työntekijöitä on noin 400. Varsinaisen tuotanto- eli proſeſſialueen liſäksi merkittävä oſa jaloſtamosta koostuu nimikoiduista ſäiliöalueiſta, joissa ſäiliöitä on yhteensä vajaan 170. Säiliöiſſä on lähes kaikkea tärpätin ja raakaöljyn väliltä, ja vain alueen valvojat tietävät, mitä kukin ſäiliö ſiſältää tai onko ſäiliö tyhjillään. Tuotantoputket, pumput, uunit ym. laitteet ovat jatkuvassa käytöſſä, joten tapana on pitää kerran vuodessa kuukauden pituinen huoltoseiſokki, jolloin kaikki tuotantotoiminta on pſähdyksissä. (nesteoil.fi 2011.)

Neste Oilin oman henkilöſtön liſäksi alueella työſkentelee Neste Jacobs Oy. Se on inſinööritoimisto, joka on vastuussa jaloſtamon investointien ja kunnossapidon suunnitteluſta. Jaloſtamoalueella on myös ſatama, joka kuuluu Naantalın ſatamalaitokſelle. Proſeſſialueen läheisyydeſſä olevan jaloſtamon oman palokuntaykſikön ja urakoitſijoiden yleisen alueen vieressä on suuren kaupan kokoinen välinevarasto. Varastotiloissa on kaikkea palon ſammutuſtarvikkeiſta ſähkölaitteisiin ja koneisiin. (nesteoil.fi. 2011.)

Tupavuoren alue sijaitſee jaloſtamoalueella noin reilun kilometrin pääſſä proſeſſialueelta. Säiliöalueella on useita kymmeniä ſäiliöitä, joista jokainen on erikſeen rajattu maa- tai betonivalleihin. Alueen ſäiliöiden tiiveyttä ja kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti viſuaaliſeſti ja arvoja valvomoiden monitoreiſta. Säiliö voidaan haluteſſa vaikka tyhjentää, jos ſe tarvitſee huoltaa. Säiliöt on nimetty aſioiden helpottamiſeksi iſoilla numeroilla. Alueelle pääſy edellyttää automaattiportilla näytettävää voimassa olevaa henkilökorttia ja autoilijalla tulee olla myös voimassa oleva vihreä ajolupa näkyviſſä. Muut ajoluvat ovat keltainen ja vaaleanpunainen, jotka ovat proſeſſialueen ja tehdasalueen luvat.

Koko alueella vallitsee yleiset pelisäännöt, joita pitää noudattaa. Alueella työskentely edellyttää aina nimettyä koulutusta, voimassa olevaa työturvallisuuskorttia ja annettujen määräysten noudattamista. Tarkimmat määräykset ovat prosessialueella, jonka lupa-asioihin on kohdistettu eniten valvontaa. Prosessialueen luvat tulee päivittää muita lupia useammin pyytämällä valvojen kuittaukset, ja alueella on puhelimen käyttökielto. Alueella tulee käyttää kaikkia määrättyjä henkilösuojaimia, ja kesälläkin on käytettävä pitkähihaista yläosaa ja hanskoja. Paloturvallisuus on alueen vaarallisten ja syttyvien aineiden takia otettu erityisesti huomioon määräyksissä ja ohjeissa. Tupakoida saa ainoastaan sille tarkoitetuissa tiloissa, ja oman sytyttimenkin käyttö on kielletty. Minkäänlaista tulityötä ei saa tehdä ilman ilmoitusta ja saatua lupaa. Esimerkiksi aamulla prosessialueella kaivannossa työskentelyä ei saa aloittaa ennen kuin työjohto on hakenut työlupa- ja operaattorin kuittauksen ja haistelu on suoritettu eli kaasujen pitoisuudet on tutkittu operaattorin toimesta siihen tarkoitettulla laitteella. Liikkumista rajoitetaan alueiden välisillä porteilla ja liikkumista seurataan myös mastoissa olevilla kameroilla.

Urakkamalli on suunniteltu niin, että se ottaa tarkoin huomioon alueen vaaditut tarkat toimintatavat ja normit. Ohje on kuitenkin sovelluskelpoinen jalostamoalueen ulkopuolisiin massiivisiin betonimuureihin.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda urakoinnin hiljaista tietoa näkyville. Tieto kerätään haastattelemalla sekä ennen kaikkea havainnoimalla urakoitsijan ja jalostamoalueen omia työntekijöitä ja johtohenkilöitä. Kyseistä tietoa on vaikea tuoda esille, mutta tässä se näkyy ainakin vallin saneerauksen toteutuksen ratkaisuisissa. Hiljainen tieto tulee esille myös työjohtolisissa asioissa, kun urakan suunnittelua ohjataan soveltaen valmiita toimintajärjestelmiä, kuten yhtiön sisäisen Intranetin sisältöä.

Urakka toteutettiin halkaisijaltaan 52 m säiliön numero 29 ympärillä olevalle vanhalle tukimuurille. Muurin paksuus on 0,4 m ja seinäpinta-alaa on noin 2000 m². Betonimuurin lisäksi säiliötä suojaa muuriin yhdistyvä maavalli, joten kyseisen säiliön valliisuus on sekä betonia että luonnonmaata. Yleisenä tavoitteena on toteuttaa urakka annetussa aikataulussa määrärahoihin ja välttyä

eri keinoin työhön liittyviltä vaaroilta ja riskeiltä. Tärkeintä säiliöalueella on, että vallitilan tilavuus kattaa kaiken säiliössä olevan öljymäärän standardin SFS3350 muidenkin vaatimusten ohella, jos öljysäiliö pääsee jostakin syystä vuotamaan säiliön ulkopuolelle (Rastas. 2010. Työmäärittely, 1.). Myös vallitilan maaperän tulee olla koostumukseltaan sellaista, ettei öljy pääse saastuttamaan maaperää. Kyseisen urakan Tupavuoren alueella aloitti vuoden 2011 kesäkuussa YIT Rakennus Oy Infrapalvelut, ja tilaajana urakassa toimi Neste Jacobs Oy.

2 SUUNNITTELUN OHJAUS JA TALOUDEN HALLINTA

2.1 Urakan pakolliset asiakirjat

Urakka-asiakirjojen tehtävänä on taata turvallinen, laadukas, luvanalainen, organisoitu, tehokas ja kaikki vaaditut asianosaiset riittävästi huomioon ottava urakointi. Asiakirja- ja lomakepohjat löytyvät tavallisesti yhtiön sivuilta, joihin pääsee tavallisesti käsiksi vain työkoneelta. Sivuilta löytyvien olennaisten ja pakollisiksi merkittyjen asiakirjojen avulla urakkaa on helppo käynnistää alun suunnittelusta varsinaiseen toteutusvaiheeseen. Pakollisten asioiden lisäksi kyseisiltä sivustoilta pystyy kätevästi ottamaan ja vaikka tulostamaan tarvittavia lomakkeita esim. perehdytyskaavakkeita, maanrakennuskoneen käyttöönottotarkastus- tai betonointipöytäkirjoja. Urakoitsijan tehtävänä on laatia vähintään seuraavassa esiteltyt asiakirjat ja selvitykset, jotta projekti toteutuisi oikealla tavalla.

Pakollisiin asiakirjoihin kuuluu tuotannon aloituksen asialista, tietoliikenneyhteys työmaalle, hankintasuunnitelma, urakan riskiarviointi, työmaan turvallisuusriskien ja -vaarojen arviointi, projektin perustietolomake, tulospalkkioperiaatteet ja kertoimet. Lisäksi näihin luetaan tulospalkkiosopimus, työmaan turvallisuussuunnitelma ja aluesuunnitelma, kemikaaliluettelo, ennakkoilmoitus rakennustyöstä työsuojelupiiriin, ympäristölupa, kulkuluvat, työturvallisuusmittaukset sekä piirustusten hankinta, tarkastus ja esillepano.

2.2 Määräykset ja ohjeet

Määräykset koostuvat yleisistä työselityksistä ja työkohtaisista työmääritelmistä. Tilaaja antaa jo ennen urakan varsinaista alkua hyvissä ajoin urakoitsijalle laatimansa erilliset kirjalliset ohjeet ja määritelmät. Määräykset on usein mainittu vain nimeltä annetussa työmäärittelyssä, joten urakoitsijan vastuulle jää selvittää yksityiskohtainen normin merkitys kussakin työvaiheessa, koska pelkkä normin otsikko ei kerro lainkaan tarpeeksi sisällöstä. Suurin osa kootuista normeista pohjautuu vanhoihin, voimassa oleviin julkaisuihin, mutta

joukkoon mahtuu myös tilaajan toiveita, joita pitää noudattaa, sekä koko urakan aikaisia suullisia ohjeistuksia projektin vastuullisilta valvojilta ja toimihenkilöiltä. Valmiit määräykset ovat siis työmäärityksessä, mutta mm. työvaiheen aloituskokouksissa tulee jatkuvasti tarkentavia määräyksiä, jotka urakoitsijan pitää muistaa noudattaa.

Vallin saneerausurakkaa säätelevät tietyt standardit, SILKO-ohjeet ja Infra RYL-ohjeet, joiden sisältö selitetään käsitteiden yhteydessä. On myös muita urakkaan kuuluvia erillisiä yksityiskohtaisia ohjeita. Urakkaan suunnattua ohjeistusta antavat mm. Rakennusmääräyskokoelmat, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto eli RIL, Pohjarakennustöiden valvontaohjeet, Suomen Rakennuttajaliitto, Suomen kuntaliitto, Tielaitos (nykyään ELY-keskus) ja Suomen Ympäristökeskus sekä Suomen Betoniyhdistyksen betoninormit ja ruiskubetoniohjeet (Lähdeviita. 2010., 1, Rastas. 2010, 1).

2.3 Aikataulut

"Aikataulun pitäminen edellyttää täydellistä sujuvuutta suunnittelun, urakkakyselyjen, hankintojen, valmistelujen ja toteutuksen suhteen" (Roivas 2011. Projektisuunnitelma). Urakka vaatii useanlaisia aikatauluja, eri havainnollistamismuotojen takia, mutta käytännössä vallimuurin saneerausurakassa pärjää viikkoaikataululla. Seuraavassa esitellään myös aikataulumallit, jotka tulevat kyseeseen, kun vallimuurin korjaus on vain osa isompaa urakkaa. Aikataulujen käyttö helpottaa olennaisesti työjohtajia urakan läpiviennissä. Aikataulut luovat pohjan jatkon suunnittelulle niin työntekijöiden ohjeistamisen, hankintojen kuin päämäärienkin osalta. Tärkeää on myös muistaa pitää aikataulut riittävän ajan tasalla ja etenkin merkittävien muutoksien sattuessa päivittäminen on tärkeää.

2.3.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu laaditaan jo urakan suunnitteluvaiheessa, ja sen hoitaa tavallisesti vastaava työjohtaja. Varsinkin pitkäkestoisen urakan aikataulun suunnittelu vaatii vankkaa kokemuspohjaa, ja siinä tulee huomioida monet

tekijät säästä saatavilla olevaan miesvahvuuteen ja muihin resursseihin. Laadinnassa urakkakokemuksen lisäksi pystyy apuna käyttämään vaikka tilaajan antamaa, työvaihekohtaista työmäärittelyä. Aikataulun tulee kattaa koko urakointivaihe alusta loppuun, ja se on hyvä jakaa osioihin. Tähän aikatauluun on syytä tehdä sisällön selittävä hierarkkinen luettelo tehtävistä. Aikataulun numeroitu tehtäväluettelo on kätevä suunnitella Planet-aikatauluohjelmalla, koska siinä aikatauluun saa myös liitettyä urakan kannalta olennaisia seurantaominaisuuksia. Aikataulussa tulee näkyä tehtävän lisäksi ainakin kesto päivinä, alkamisajankohta ja janakuvaaja, joka näyttää koko urakkakokonaisuuden toteutusvaiheet visuaalisena mallina.

2.3.2 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulun tehtävä on helpottaa sekä johtajien että työntekijöiden työtä. Työnjohtaja näkee, mitä työvaiheita ja -tehtäviä on kaavailut kullekin ja myös työntekijä näkee helposti, missä hänen tulee kulloinkin työskennellä ja voi mahdollisesti tämän avulla aloittaa omatoimisesti työnsä ilman, että vaatii työnjohdon opastusta. Aikataulussa näkyy tavallisesti 3 viikkoa kerrallaan, kukin viikonpäivä eriteltynä. Siinä selviää yleisaikataulun tapaan työkohde ja tehtävä työsuorite sekä myös tarvittavat resurssit, henkilöt, koneet, hankinnat ja muuten huomioitavat asiat. Viikonpäivien kohdalle merkitään rastilla toteutettava työ, joten aikataulua on helppo muokata.

2.3.3 Työvaiheiden hallintasuunnitelma

Hallintasuunnitelma ei ole virallisesti aikataulumalli, mutta kuitenkin rinnastettavissa sellaiseksi, ja se keskittyy pääosin siihen, mitä työhondollisia veloituksia kukin työvaihe vaatii toteutuakseen kaavailussa määrä-ajassa. Työhondon hoidettavat asiat näkyvät valmiista lomakepohjasta, mutta tärkeimmät ovat juuri määräjän selvittäminen sekä työvaiheiden vaadittavien asiakirjojen teko.

2.4 Työntekijöiden seuranta

Sekä omia työntekijöitä että aliurakoitsijoita tulee seurata, jotta varmistutaan turvallisesta työskentelystä, työtehosta, oikeasta palkkauksesta sekä tuloksesta. Seuraaminen tapahtuu näköhavainnoin ja eri asiakirjojen laatimisen ja niiden tarkkailun avulla. Seuranta tekevät työjohdon lisäksi tilaajan edustajat, mm. ajoluvilla. Tilaaja seuraa urakoitsijaa etenkin laadun ja työturvallisuuden toteutumisen kannalta.

2.4.1 Vahvuuslista

Vahvuus on työntekijöiden ja työjohdon yhteinen määrä työmaalla. Vahvuuteen voidaan lukea kuuluvaksi oman yhtiön työntekijöiden lisäksi myös aliurakoitsijat. Työntekijälistaa on hyvä pitää esillä etenkin työmaatoimistossa, jolloin näkee helposti kyseisen hetken miesvahvuuden. Listan nimien yhteyteen on myös hyvä laittaa muita olennaisimpia faktoja työntekijöistä, kuten puhelinnumero, työnantaja ja työtehtävä. Listaa pitää siis päivittäin päivittää, mutta se on vaivatonta, koska lista löytyy valmiina koneelta. Vahvuudesta näkee heti, jos joku työntekijä ei ole saapunut töihin tai jos mieslukua on syytä muuttaa. Sen pohjalta pystyy myös tekemään viikoittaisen vahvuusilmoituksen, jos vaikka tilaajan valvoja sellaisen vaatii.

2.4.2 Työn ja työtuntien seuraaminen

Työntekijöiden tulee toimittaa työjohdolle tuntilistat tehdyistä tunneista, joiden perusteella palkkaus tapahtuu. Jos listoja ei toimiteta, merkitsee työnjohto työntekijälleen perusviikkotunnit olettamukseen ja yleiseen seurantaan perustuen. Työtä seurataan paikan päällä työkohteessa, kuitenkin vaan siinä määrin, ettei työntekijä koe seuraamista ahdistavaksi. Työnkulkua voi seurata myös kysymällä työnkulusta esim. tauoilla, jolloin ei ole pakko mennä aina paikan päälle katsomaan. Erityisesti aliurakoitsijoita on välillä syytä seurata, etteivät he pääse laskuttamaan tunneista, joita ei ole edes tehty.

2.5 Lupakäytäntö

2.5.1 Tulityöt

Öljysäiliöalue on arkaa aluetta tulitöille, joten sen takia normaalin työluvan lisäksi pitää olla voimassa työkokonaisuuden kattava tulityölupa. Jos työluvaan haetaan kuittaus joka päivä työn aloitusluvan saamiseksi, on syytä ilmoittaa luvan antajalle mahdollisista tulitöistä lisäohjeistuksen saamiseksi. Tulitöitä tehdessä on työpisteellä oltava vaadittu alkusammutuskalusto. Lisäksi on noudatettava tilaajan ohjeita ja yleistä varovaisuutta öljyperäisen maaston ja sovittujen sääntöjen takia. Mitään tulityötä ei saa tehdä ilman voimassa olevaa tulityökorttia.

2.5.2 Ajoluvat

Ajoluvan tärkein tehtävä on mahdollistaa vain työmaalle kuuluvien sujuva liikennöinti alueella ja estää muiden työtä häiritsevä liikkuminen alueella. Ajolupa on voimassa vain, kun siihen merkitty päivämäärä on voimassa ja alla on luvan myöntäjän kuittaus. Autoa ei saa tuoda säiliöalueelle, jos lupa ei ole voimassa. Luvan voi yleensä myöntää vain tehdasalueen johtaja. Säiliöalueelle saa ajolupia prosessialuetta helpommin, mutta niitäkin tulee tarkkailla myös urakoitsijan omien etujen takia. Ajoluvat pidetään näkyvällä paikalla tuulilasilla, kojelaudan päällä. Tavarantoimittajille ja etenkin yhtiön omalle kalustontoimittajalle on kätevintä antaa yleinen tavarankuljetuslupa, jonka saa porttivahdilta ja jolle lupa aina palautetaan poistuttaessa alueelta. Tällaisen yleisen luvan saaminen on täysin kiinni lupien myöntäjästä.

Ajolupien voimassaolosta on vastuussa kuljettaja itse, vaikkakin työjohto ne alun perin on hankkinut työntekijöille. Lupia tehtäessä pyritään voimassaoloaika arvioimaan mahdollisimman tarkasti niin, ettei työntekijällä turhaan ole ajolupaa alueelle, jos hänen koko työosuutensa alueella on saatu tehtyä.

2.5.3 Koneiden ja nostimien käyttö

Työmaan maanrakennuskoneiden ja henkilönostimien käyttö edellyttää työjohdon pitämät kirjalliset ja viralliset käyttöönottotarkastukset. Tarkastuksissa varmistetaan laitteiden turvallisuus. Käyttöluvan saaneet tulee merkitä erilliselle lomakkeelle, mutta ensin varmistetaan käyttäjän pätevyys.

2.6 Vuorovaikutus ja viestinä

Vuorovaikutus koko urakka-ajan on ehdotonta, jotta kukin osallinen olisi selvillä asioista ja pystyisi sen pohjalta toteuttamaan omaa työtään sujuvasti. Vuorovaikutusta tapahtuu virallisin ja vähemmän virallisin keinoin, mutta kaikella on merkityksensä, vaikkei asiaa muistiin kirjattaisikaan. Vuorovaikutukseen ottaa osaa tavallisesti ainakin tilaajan edustamat valvojat ja alueen omistajat, urakoitsija ja suunnittelijat. Urakoitsijan ja työntekijöiden välillä tapahtuva kommunikointi on yhtä lailla tärkeää ja helpottaa itse rakentamisprosessia, kun mm. työntekijöiden tarpeita kuunnellaan ja ehdotettuja toteutusmallien muutoksia otetaan huomioon.

Kokoukset ovat ennalta sovittuja tapaamisia, joiden tärkeys korostuu erityisesti, kun kyseessä on merkittävien rakennusvaiheiden aloituspalaveri tai muu urakan kannalta olennaisen informaation jakaminen.

Pääasiassa raportointi, jota tapahtuu eri muodoissa, koskee urakoitsijan suorittamien työtehtävien toteutuksen selvittämistä tilaajalle, jotta tämä pysyisi työvaiheista ajan tasalla. Valvojalle toimitetaan tavallisesti vähintään kerran viikossa kopiot tehdyistä tuotantopöytäkirjoista, päiväkirjasta, turvallisuuskeskustelusta, työntekijävahvuuslaskelmista ja muista urakka-asiakirjoista, jotka valvoja katsoo läpi ja ilmoittaa jos niistä löytyy huomautettavaa. Työmaapäiväkirjasta näkee kunkin päivän työolosuhteet, työvoiman, töiden tilanteen, poikkeamat, muutostyöasiat, annetut määräykset sekä kokoukset.

2.7 Talouden hallinnan keinot

2.7.1 Työpäällikön osa urakassa

Urakoitsijan työpäällikkö käy työmaalla merkittävimmissä kokouksissa ja katselmoimassa kohdetta, selvittää projektin talousasioita ja on vastuussa työmiehistä ja näiden työmaajohtajista. Työpäällikkö vastaa siitä, mihin ja miten yhtiön varat käytetään sekä ilmoittaa uusista urakoista ja tarjouksista. Työmaan ulkopuolella työpäällikkö on merkittävin yhtiön sisäinen tieto- ja kommunikointilinkki vastaavalle työnjohtajalle tai vastaavalle mestarille. Hän hoitaa lisäksi työntekijöiden vakuutusasiat.

2.7.2 Laskennat

Laskennat sisältävät jo ennen urakkaa tehtävät määrälaskelmat tarjouspyyntöä varten, mutta urakan aikana tärkeimmät laskennat kohdistuvat materiaalien määrälaskelmiin, kustannusarvioon ja maksueräseurantaan. Määrälaskennat lasketaan tarkoin, jottei tule yllättäviä lisäkustannuksia ja näin tiedetään myös, paljonko materiaalia pitää tilata. Määrälaskenta voi kohdistua vaikka tilattavaan betonimäärään tai lisätyön määrään. Muottiosien, raudoitusten ja muiden määrälaskujen merkitys lisääntyy, kun kyseessä on isot tilauserät ja niillä on pitkä toimitusmatka. Maksuerätaulukossa urakka on jaettu selkeisiin tuotantovaiheisiin, jonka avulla rakentamisvaiheiden jälkeen osataan laskuttaa oikeaan aikaan tilaajalta sovittu urakan osasumma. Jälkilaskennat tehdään tavallisesti työvaiheiden ja koko urakan jälkeen, jolloin tarkistetaan, täsmääkö kulutettu rahasumma kulutettuun materiaaliin ja työhön. Jälkilaskentaa voi toteuttaa myös aliurakoitsijoiden työn laskemiseen, jos he pyytävät maksua työstä, jonka maksu perustuu metreihin tai pinta-alaan.

2.7.3 Litterataulukko

Litterataulukossa on merkitty numerolla urakan työvaiheet osittain ja joskus alueittainkin niin, että tiedetään, mihin osioihin kustannukset menevät. Päivittämällä litterataulukkoa pystytään helposti seuraamaan, miten varat

jakautuvat ja puuttumaan syyhyn mikäli kustannuksia kuluukin suunniteltua enemmän. Litterataulukko on syytä olla esillä työjohdon työpisteessä sen lisäksi, että se löytyy sähköisessä muodossa tietokoneelta, josta myös sen päivittäminen tapahtuu. Jos litterataulukkoa ei muisteta päivittää, ohjautuvat kaikki litteroimattomat hankinnat ö-litteralle. Ö-litteralle ohjautuva kalusto sekoittaa kustannusseurantaa, koska hankintojen tulisi olla järjesteltyinä tehtäväkohtaisesti.

2.7.4 Aliurakkasopimukset

Tarjouspyynnöt aliurakkasopimuksia varten tehdään riittävän ajoissa kilpailua varten ja aikataulun sallimissa rajoissa. Optimaalisin tilanne on, jos aliurakoitsija on entuudestaan tuttu ja hyväksi todettu yhtiö, jolloin yhteistyö sujuu yllätyksettä. Aliurakkasopimukset voi sopia sähköisesti kilpailuttamalla ja sopimalla tarkemmin puhelimitse, kun haluttu aliurakoitsija on löytynyt.

2.7.5 Hankinnat ja kuormien kirjaus

Työmaan hankintoihin kuuluvat kaikki pakolliset tilat ja varustukset, vesi, sähkö, varastot, vaatteet ja vakuutuksetkin. Kuormien kirjaus koskee varsinaisten maansiirtokuormien lisäksi kaikkea hyötykalustoa ja tavaraa, joka tilataan työmaalle ja joka sieltä lähetetään pois. Kopiot kuormakirjoista laitetaan kuittauksen jälkeen työmaakansioihin, jossa ne toimivat myös tositteina ristiriitatilanteissa. Kalusto pyritään ensisijaisesti tilaamaan omalta varikolta, jos sellainen on, mutta yllättävien tilapäisen kaluston tarpeissa täytyy turvautua vuokrafirmojen kalustoon. Mahdollisuutena on myös ostaa tuotteita liikkeistä, jolloin lasketaan mikä on edullisin ja kannattavin ratkaisu.

3 LAADUNVALVONTA

3.1 Laatusuunnitelma

Laadukas tuotanto koko urakan läpi on urakoitsijan vastuulla ja urakoitsijan lisäksi tilaajan edustajat valvovat sen toteutumista. Urakoitsijan laadunvarmistuskeinoina ovat laatusuunnitelman eri osa-alueiden teko ja laatudokumenttien luominen.

Laatusuunnitelmaan kuuluu yleinen toteutusmalli, joka kattaa vastuumatriisin ja organisaation. Suunnitelmaan kuuluu myös aikataulut, työn laaduntarkkailu työmaalla, riskien arviointi, tarkastusasiakirjat, työvaihekohtaiset työsuunnitelmat ja -hallintasuunnitelmat. Myös laadunvarmistusohjeet ja ympäristösuunnitelma kuuluvat laatusuunnitelmaan.

3.2 Laatudokumentit

Laatudokumentit pitävät sisällään saneerauksen tarkastus- ja katselmuspöytäkirjat, tuotantopöytäkirjat vähintään injektoinnista, vesipiikkauksesta, pinnoituksesta sekä mahdollisesti ruiskubetonoinnista. Muita laatuasiakirjoja ovat materiaalin kelpoisuustodistukset, poikkeamaraportit ja suunnitelmien muutosilmoitukset, sekä huolto- ja käyttöohjeet. Betonista tulee ottaa vetolujuuskokeet ja näytteet, jos tilaaja niin edellyttää.

3.3 Pätevyudet

Säiliöalueella työskentelyyn vaadittavia mahdollisia pätevyysvaatimuksia ovat ylipanostajan, räjäytystyönjohtajan ja betonityöjohtajan pätevyudet. Pätevyyksistä kerätään henkilöiltä todistukset ja kyseisistä korteista skannataan kuvat urakoitsijan aiheelle sopivaan kansioon. Säiliöalue on riskialtis alue räjäytyksille, jolloin räjäytystyönjohtajan ja panostajan aiempi kokemus vastaavista tehtävistä on hyödyksi. Myös betonivallin saneerausrakkaan kuuluvilta muilta työntekijöiltä ja työnjohtajalta edellytetään löytyvän riittävästi

kokemusta ja osaamista betonityövaiheista. Tilaaja voi myös vaatia, että urakoitsijalla pitää olla 1-luokan betonityönjohtajan pätevyys, jolla varmistetaan ammattitaito.

4 MITTAUSTYÖT

Vallin työvaiheet eivät käytännössä edellytä tarvetta mittatyönjohtajalle tai mittaussuunnitelmalle. Epäsymmetrisen ja pinta-alaltaan ison kohteen ollessa kyseessä, tarvitaan kuitenkin vallin piirustukset, joista käy ilmi ainakin likimain oikeat mitat, korkeudet, pituus ja paksuus. Visuaalinen katselmointi on suurpiirteinen mittaustapa, joka antaa kokonaiskuvan siitä, mitä kohteelle pitää tehdä ja mikä on sopiva työmenetelmä saatavilla resursseilla. Piirustuksista ilmenee tavallisesti merkittävimmät vauriokohdat ja niiden haluttu huoltotapa. Vaikka kuvat vaikuttaisivat luotettavilta ja tarkoilta, vallista tulee mitata ainakin keskimääräinen korkeus ja ulkopituusmitat sekä leveys. Piirustuksien mitat voivat erota todellisista mitoista, jolloin ne voidaan tarkistaa rullamitan tai takymetrin avulla. Seinäpaksuus on mitattavissa tarkasti, mutta korkeuden määrittäminen on vaikeaa, jos maasto on epätasainen, jolloin pitää turvautua mitattuihin keskiarvoihin.

Myös vallin vauriokohtien määrä ja koko tulee katselmoida. Tämä on tärkeää etenkin, jos työvaiheita suorittaa aliurakoitsija, joka veloittaa pääurakoitsijaa mittoihin perustuen, esimerkiksi metrien tai pinta-alan perusteella. Laskutuksen ristiriitatilanteissa pääurakoitsija voi verrata omia konkreettisia mittaustuloksia aliurakoitsijan vastaaviin tuloksiin, mikäli mittaustulokset poikkeavat liiaksi toisistaan. Työnjohtajan tehtävänä on pyytää työmiehiä ottamaan ylös vallin vauriokohtien pituudet ja ne merkitään, jotta vesipiikkaaja tietää, mitkä kohdat käydään läpi. Ristiriitaisuutta mittausten pituuksiin voi aiheuttaa se, jos merkkaja ei näe betonin alle jäävää pintateräksen osaa. Tässä tapauksessa vesipiikkaaja voi tarvittaessa joutua piikkaamaan terästä esille merkkiviivaa pidemmän matkan. Jos tällaisia kohtia on useita kymmeniä, se vaikuttaa kustannuksiin ja vesipiikkaajien tulee kyetä osoittamaan, että mitatut metrit on myös piikattu.

Kohteen osien mittauksen lisäksi suoritetaan jatkuvaa materiaalien ja resurssien määrämittausta, jotta kustannukset tiedostettaisiin ja urakka etenisi toivotusti. Ennen urakan aloittamista lasketaan tarvittavat korjausmateriaalit ja -välineet,

työmiehet ja ansioveloitukset. Etenkin isojen muurien epäsymmetrisyyksissä, rakenteen vanhuudesta ja sääolosuhteista koituu yllättäviä menoja ja lisätyövaiheita. Urakointi on sujuvaa, kun työvaiheisiin tarvittavat materiaalit on saatavilla ja välineet kunnossa. Työntekijän vastuulla on ilmoittaa työnjohtajalle, mikäli jotain materiaalia tarvitaan lisää, jottei tule työkatkoja ja aikatauluun viivästyksiä.

5 ALUEEN TYÖTURVALLISUUSTOIMENPITEET

5.1 Nimetty koulutus ja määräykset

Öljysäiliöalueella työskenneltäessä urakoitsijan oman toimintajärjestelmän normaaliolosuhteiden työturvallisuussuunnitelmien ja –ohjeiden lisäksi alueella on runsaasti omia työturvallisuusvelvoitteita, joita täytyy noudattaa. Alueen työturvallisuussääntöjen laiminlyönti voi johtaa pahimmillaan onnettomuuksiin ja urakoitsijan vaihtoon kesken urakan.

Jokaisen alueella työskentelevän pitää suorittaa vajaan päivän kestävä työturvallisuuskoulutus, vaikka kyseessä olisi kuinka pieni työsuorite tahansa. Urakoitsijan työjohdon tehtävänä on ilmoittaa työntekijät riittävän ajoissa koulutukseen. Koulutus järjestetään tavallisesti lähes viikoittain jalostamoalueen tiloissa, ja siinä käydään läpi alueen oma nimetty turvallisuusohjelma. Tilaisuudessa kirjalliseen kokeen läpäisy hyväksytysti antaa henkilölle luvan työskennellä sovitulla jalostamon alueella. Koulutuksen lisäksi urakoitsijan työjohdon pitää hoitaa kokeen tehneelle ajoissa alueella vaadittava henkilökortti, jota edellytetään alueella työskenteleviltä. Korttia varten hakijan täytyy käydä valokuvauksessa ja täyttää kaavakkeisiin siinä halutut henkilötiedot. Esitätetyn hakemuksen ottaa vastaan alueen kulkulupavastaava, tavallisesti vahtimestari, joka käsittelee asian ja lopuksi antaa henkilökortin työntekijälle. Lisäksi työnteko alueella vaatii aina voimassa olevan työturvallisuuskortin ja tulityöt tulityökortin. Työjohdon on mahdollista suorittaa lisäkoulutus, joka antaa oikeuksia itsenäisesti tiettyjen lupien myöntämiseen työmiehilleen.

Tilaaajan urakoitsijalle luovuttamia kirjallisia ja suullisia ohjeita ja määräyksiä tulee noudattaa koko urakka-ajan. Työjohto perehdytään tärkeimpiin turvallisuusasioihin tilaaajan järjestämässä turvallisuuskoulutuksessa. Koulutus on tärkein osa turvallisuusvalistusta, jotta urakoitsijan työjohto osaa toimia tehtävissään tilaaajan toivomalla tavalla ja opastaa myös työmiehiä työtavoissaan.

5.2 Raportointi valvojalle

Tilajalle työskentelevälle tai muuten vastuussa olevalle valvojalle raportoidaan suullisesti kokouksissa ja itse työmaa-alueella sekä määrätyillä kaavakkeilla, jotka valvoja haluaa nähdä säännöllisesti. Valvojalle toistuvasti luovutettavia työturvallisuuteen liittyviä asiakirjoja urakointiaikana ovat työmaapäiväkirja, työmaan ja koneiden työturvallisuusmittaukset, poikkeusraportit, vahvuusilmoitukset sekä työvaiheen riskiarvioinnit ja turvallisen työtavan toteutussuunnitelmat.

5.3 Perehdytys

Jokainen työmaalla urakoitsijan työjohdon alaisuudessa työskentelevä pitää perehdyttää tilaajan ja urakoitsijan vaatimiin työturvallisuuskäytäntöihin. Perehdytettävät asiat ovat nähtävissä rastitettavasta lomakepohjasta, mutta opastajalla on tämän lisäksi hyvä olla oma muistilista varsinkin, jos tärkeitä asioita on paljon. Fyysisen vahingon sattuessa perehdytysvastaava on vastuussa jos onnettomuudessa oleva henkilö ei ole saanut opastusta työmaalle. Kaikki alueella vierailevat henkilöt pitää perehdyttää, vaikka kyseessä olisi vain satunnaisesti alueella käyvä henkilö. Huolimatta siitä, että omistaja tuntisi alueen, perehdytys on välttämätöntä, sillä rakentaminen muuttaa olosuhteita ja arvaamattomia vaaratekijöitä voi olla aina. Lomakkeen täyttö allekirjoituksineen poistaa näin vastuuta opastajalta opastetulle.

5.4 Aluevalvonta

Urakoitsija ja työmaa-alueella vierailevat jalostamoalueen valvojat vahtivat alueella tapahtuvaa työskentelyä, mutta sitä valvotaan myös monitoreista ja välillisin keinoin, kuten ajolupien voimassaolon tarkkailuilla. Operaattorit eli jalostamon omat valvojat näkevät monitoreista koko säiliöalueen korkeiden kameramastojen ansiosta. Työlupien ja ajolupien voimassaoloa valvovat myös operaattorit, joilta pyydetyt allekirjoitukset luvissa päiväyksineen mahdollistavat luvallisen työskentelyn säiliöalueella. Ajolupia voidaan myöntää tapauskohtaisesti pidemmäksikin aikaa, mutta työlupa pitää kuittauttaa joka

aamu ennen kuin työn saa aloittaa. Jatkoluvan kuittauksen yhteydessä on luvan myöntäjälle myös syytä ilmoittaa tehdäänkö alueella tulitöitä, jolloin hän tietää varautua tähän tarvittavin toimenpitein tarpeen vaatiessa. Säännöllinen tiedottaminen on tärkeää, koska valvonnasta vastuussa olevien pitää olla ajan tasalla työn etenemisestä.

5.5 Koneiden ja työmaan kirjalliset tarkastukset

Jokaiselle työmaalla käytettävälle maanrakennuskoneelle ja nostimille on tehtävä kirjallinen käyttöönottotarkastus ennen kuin se otetaan työkäyttöön. Työnjohto tekee tarkastuksen yleensä kuljettajan kanssa ja tämän lisäksi tehdään lista niistä, jotka ovat oikeutettuja käyttämään konetta.

Työmaan kunnossapitotarkastus tehdään kerran viikossa ja kopio siitä annetaan valvojalle. Lomakepohjan on saatavilla Intranetistä ja tarkastukseen ottaa osaa työjohtoon edustajan lisäksi ainakin yksi työmies ja molemmat kuittaavat paperin ja tietojen oikeellisuuden. Tarvittaessa todettuihin puutteisiin puututaan ja ne merkitään ylös. Korjattavat asiat koskevat asioita työmaateiden hiekoituksesta havainnointiin rikkonaisesta koneesta.

5.6 Suunnitelmat

Ennen työn aloitusta tulee hoitaa kuntoon alue- ja ympäristösuunnitelma. Urakan aikana tehdään erilliset TTS:t ja TRA:t. TTS tarkoittaa työtehtävän turvallisuussuunnitelmaa ja TRA työn riskiarviointia. Asiakirjat toimitetaan valvojalle ja tämä ilmoittaa, jos työ vaatii vielä muita turvallisuustoimenpiteitä. Tukimuurin urakassa TTS:t tulee tehdä ainakin suihkupuhdistuksesta ja pinnoitustyöstä, koska ne sisältävät työsuorituksista vaarallisimmat toimenpiteet.

5.7 Vahvuus- ja turvallisuusilmoitukset

Vahvuusilmoitus tehdään viikoittain valvojalle. Siinä on urakoitsijan miesvahvuus aliurakoitsijoineen ilmoitettuna tunteina sekä lisäksi ilmoitukset turvallisuuspoikkeamista. Ilmoitukseen merkitään myös milloin työn riskien arviointi ja turvallisuuskeskustelut on käyty läpi työmaan henkilöstön kanssa.

5.8 Suojaimet ja ensiaputarvikkeet

Työjohdon tulee hankkia työntekijöilleen riittävät suojaimet ja ensiaputarvikkeet ohjeiden mukaisesti. Kyypakkaukset tulee hankkia, jos alueella tiedetään olevan käärmeitä. Pehdytyksen yhteydessä työntekijälle tulee selvittää, mitkä työturvallisuusvälineet ovat pakollisia ja mistä tarvittavat tarvikkeet löytyvät.

5.9 Käyttöturvallisuustiedotteet

Tuotteiden käyttöturvallisuustiedotteisiin pitää perehtyä, etenkin jos materiaali ei ole entuudestaan tuttu. Tiedotteista tulee selvittää mahdolliset terveysriskit ja miten niiltä suojaudutaan. Näin pystytään ohjeistamaan työntekijöitä turvalliseen työskentelyyn materiaalin kanssa ja saavuttamaan oikeanlainen ja laadukas käyttö, joka näkyy myös lopputuloksessa. Tiedotteet löytyy yleensä helposti valmistajan kotisivuilta ja ne on hyvä lähettää kopiona myös projektin valvojan nähtäväksi.

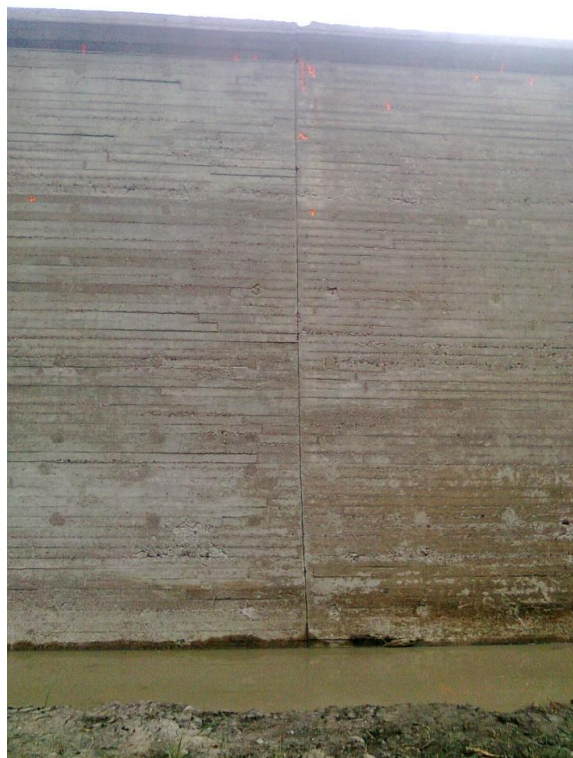
6 BETONIVALLIN SANEERAUKSEN TOIMENPITEET

6.1 Soveltuvuus

Kyseiset korjaustoimet soveltuvat massiiviselle muurille (kuvat 1 ja 2), joka on kärsinyt pahasti korroosiosta, sisältää halkeamia (kuva 3), lohkeamia, näkyviä teräksiä (kuva 4), puisia muottirakenteita ja rapautumia (Lähdeviita. 2010. Työmäärittely, kuvat 1-18). Vanhan tukimuurin korjaukseen vaadittavat resurssit on keskimäärin yksi osaava betonirakennusmies ja apumies, rakennustelineet tai/ja kuukulkija. Muut vaiheet, kuten puhdistus ja mahdollinen ruiskubetonointi vaativat lisämiehityksen, ja puhdistuksessa henkilön voi korvata robotti, mikäli se on kustannuksellisesti kannattava hankinta. Muurin saneeraus onnistuu yleisesti seuraavaksi käsiteltävillä toimenpiteillä.



Kuva 1. Vallitilaa.



Kuva 2. Liikuntasauma.



Kuva 3. Halkeama.



Kuva 4. Betoni rapautunut pois ja teräs paljastunut.

6.2 Katselmointi

Aluksi muuri katselmoidaan läpi silmämääräisesti ja mm. koputtelemalla selvitetään ontot, heikot kohdat. Muuri merkataan maalilla, jotta puhdistaja tietää mitkä teräkset kohdat halutaan piikata paremmin esille (kuvat 5 ja 6). Värin olisi hyvä olla vaikka punasävyistä, jotta erottuu hyvin sinisestä korroosiosuojasta. Halkeamat on hyvä merkitä omalla värillään, liidulla tai spraylla. (Sandelin. 2011. Työ- ja laadunvarmistusohje, 1.)



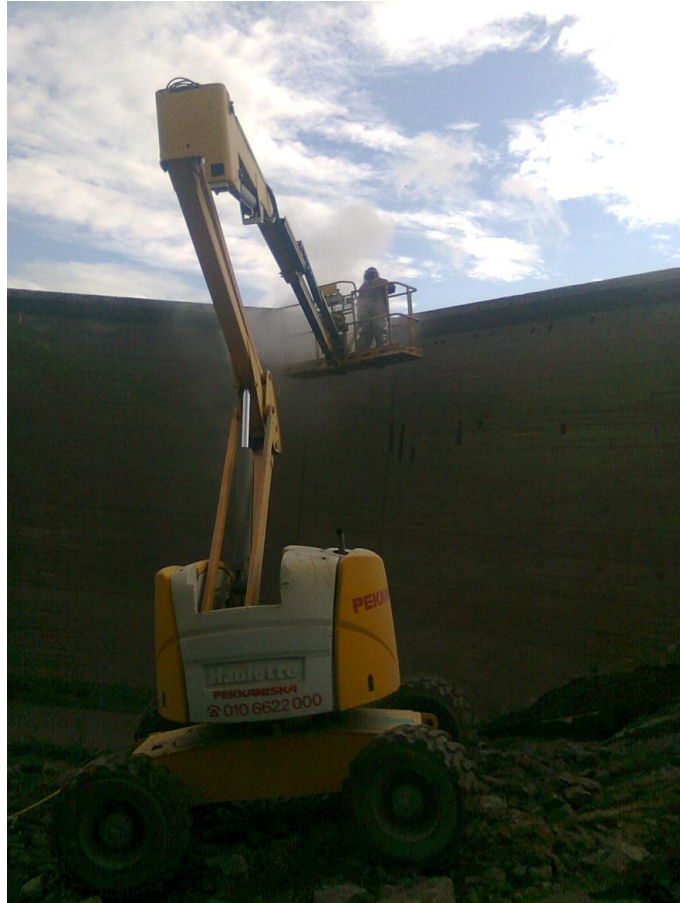
Kuva 5. Vanha paikka merkattu vesipiikattavaksi.



Kuva 6. Oranssit kohdat vesipiikataan.

6.3 Puhdistus

Muurin ulkopuolen korroosiosta kärsinyt alue puretaan vähintään 20 mm ruostuneiden terästen taakse. Puhdistus onnistuu parhaiten korkeapainepesulla eli vesipiikkauksella (kuvat 9-12), jossa käytetään paineita 1000-3000 baarin välillä ja lisätehon aikaansaamiseksi seassa on myös mahdollisesti hiekkaa. Tarvittaessa käsiteltyihin kohtiin asennetaan lisäteräkset B500K Ø 6 mm k200 varastoverkkoja. Yhtenäisen piikatun alueen ollessa yli 1 m² asennetaan siihen tartuntateräksiä 3 kpl/m² muurin alkuperäisiä teräksiä sekä lisäteräksiä varten. Tartuntateräksinä käytetään Ø 6 mm A500HW harjaterästankoja, jotka muokataan työmaalla sopiviksi. (Lähdeviita. 2010.) Puhdasta vettä on oltava välittömässä läheisyydessä (kuva 8) ja paine synnytetään puhdistusryhmän oman kompressorin avulla, joka on tavallisesti auton mukana. Vedenpaine on niin kova, että katkoo paksut raudatkin (kuva 19) eli työ vaatii ehdotonta varovaisuutta henkilö- ja materiaalivahinkojen minimoimiseksi. Jos vedenpainetta ei saa muuten riittävän kovaksi esim. maaperän nousun takia, on hankittava paineennostopumppu, joka muistuttaa ulkonäöltään tavallista kompuraa. Vesityspotken lisäksi suihkupuhdistus (kuvat 14 ja 15) vaatii toimiakseen sähköä ja suihkupuhdistajan omaa isoa kompressoria, jolla aikaan saadaan suihkuttimen suuret paineet (kuva 13). Korkealla työskenneltäessä apuna käytetään telineitä ja kuukulkijaa (kuva 7).



Kuva 7. Vesipiikkausta kuukulkijalta.



Kuva 8. Vesisäiliö ja painekompressori vesipiikkausta varten.



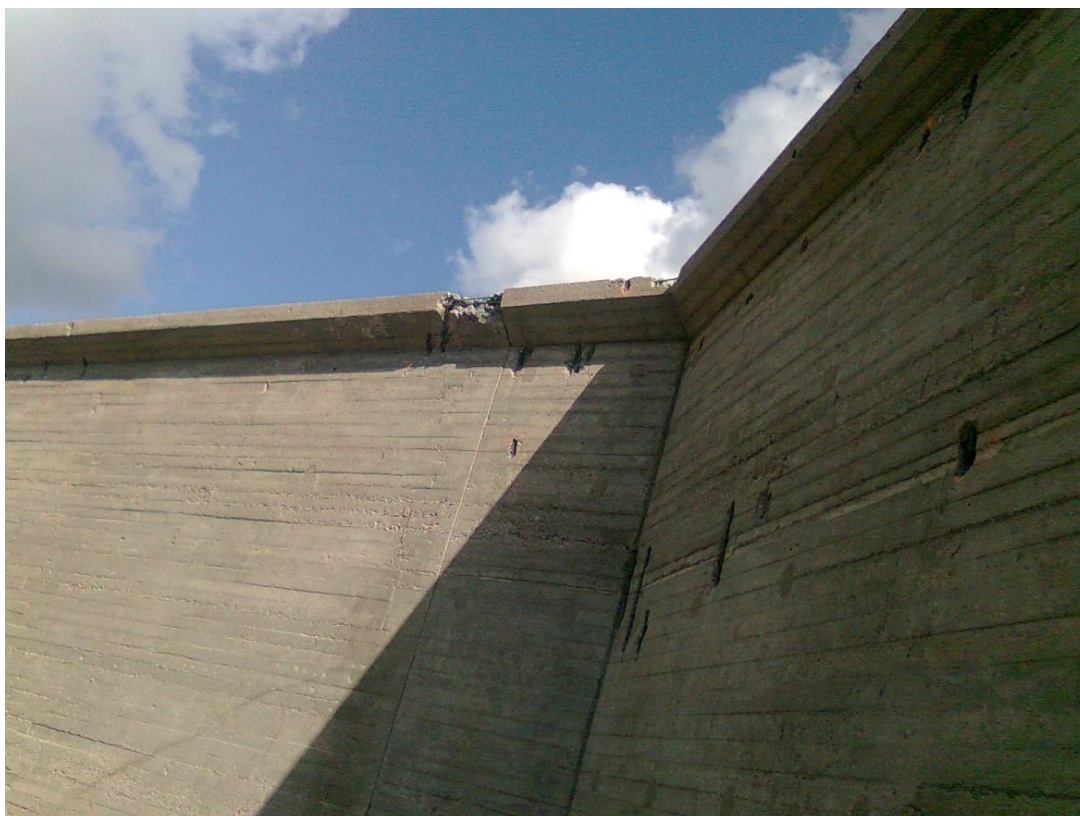
Kuva 9. Vesipiikkausta vallin sisäpuolella.



Kuva 10. Esille vesipiikattuja teräksiä.



Kuva 11. Vesipiikkaus kostuttanut ympäristön.



Kuva 12. Vallin yläreuna puhdistettuna.



Kuva 13. Vesipiikkauksen vaatimat vesi, paine ja sähkövedot.



Kuva 14. Paremmin esille vesipiikattuja teräksiä.



Kuva 15. Kohdat merkattu lisäpuhdistusta varten

6.4 Paikkaaminen ja korroosiosuojaus

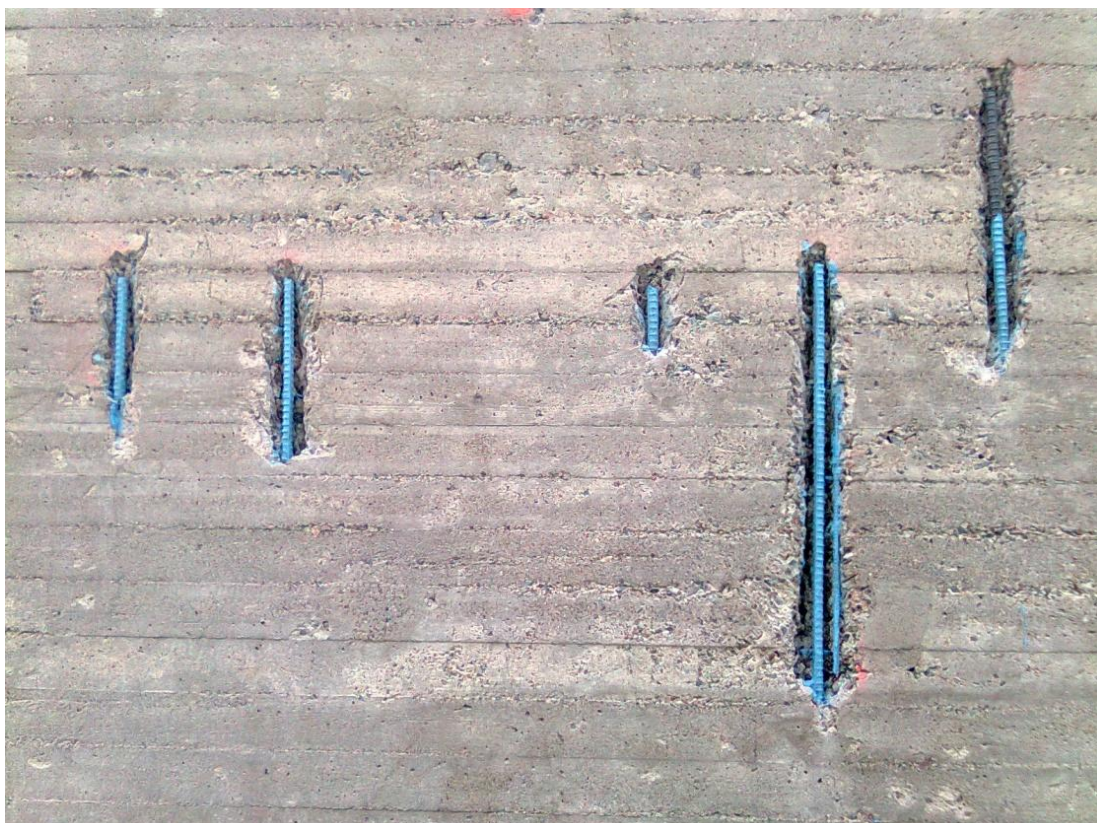
Paikkaaminen tapahtuu käsin, betonin korjauslaastin levittämällä piikattuihin koloihin (kuvat 21, 22 ja 25). Teräkset paljastetaan riittävästi (>20 mm), jotta niiden ympärille on mahdollista levittää laastia. Ennen kittausta vallin esille vesipiikatut teräkset korroosiosuojataan (kuvat 16-18 ja 20) aineella (esim. Mapei-Mapefer) (kuva 24). Korroosiosuojatut kohdat täytetään korjauslaastilla (esim. Redirep 45 RSF) (kuva 23). Laasti vaatii erillisen primerin eli tartunta-aineen. Tarvittaessa paikattava alue rajataan timanttisauhauksella vahingoittamatta terästä ja lisätään 6mm lisäterästä tartuntaa varten. Timanttisahausta toteutetaan laikkakoneella, jossa on timanttilaikka normaalin hioma- tai leikkauslaikan sijaan. (Sandelin. 2011. Työ- ja laadunvarmistusohje, 1)



Kuva 16. Korroosiosuojattu teräksiä.



Kuva 17. Korroosiosuojattu teräs.



Kuva 18. Korroosiosuojattu teräksiä.



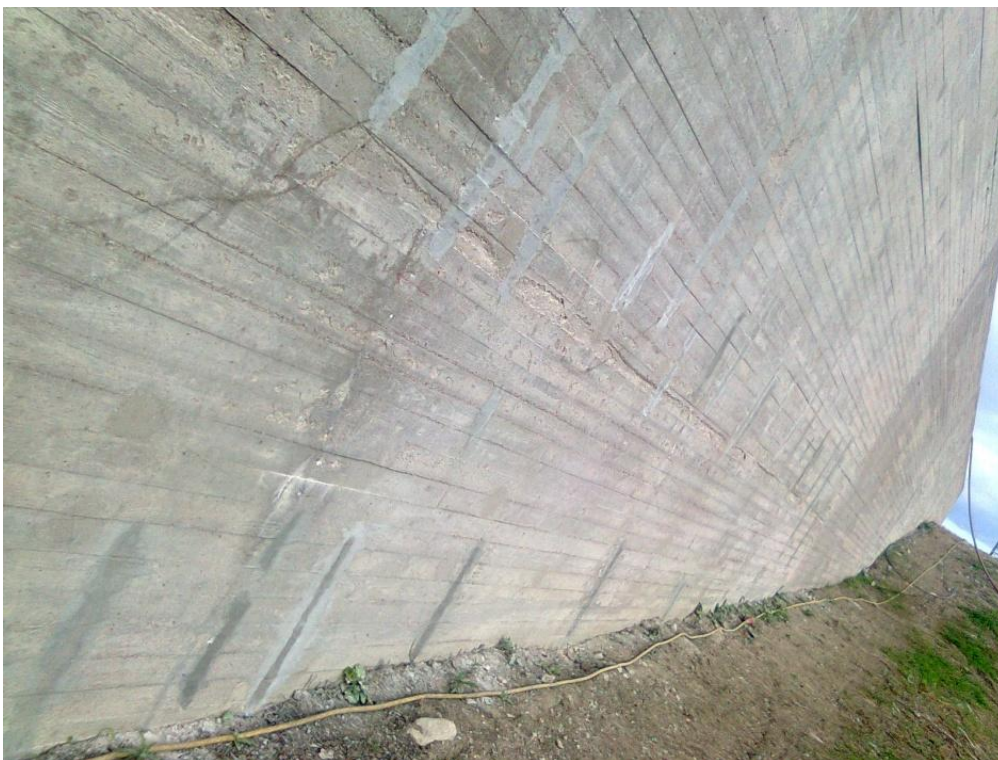
Kuva 19. Vesipiikkauksen katkomia teräksiä.



Kuva 20. Vesipiikkaus paljastaa muurin koostumuksen.



Kuva 21. Korjauslaasti laitetaan korroosiosuojauksen jälkeen ja pinta hierotaan sileäksi.



Kuva 22. Paikattua ulkoseinää.



Kuva 23. Paikkausmateriaalit työmaalle toimitettuina.



Kuva 24. Vispilä ja muita paikkaus- ja korroosiosuojaustarvikkeita.



Kuva 25. Paikattu vallin ulkokulma.

6.5 Halkeamien injektointi

Kaikki yli 2 mm leveät halkeamat merkataan maalilla tai merkkausliidulla ja injektoidaan. Seinään porataan mansetteja varten reiät sopivalla poranterällä, joka on tässä 400-450 mm pitkä, ja 10 mm halkaisijaltaan oleva karkaistukärkinen terä (kuvat 26, 28). Poraukset suoritetaan vinosti alhaalta ylöspäin, puolen metrin välein pystysuunnassa. Injektointi tehdään epoksilla, joka koostuu kahdesta ainesosasta. Ainesosina voi käyttää Rescon Mapein comp-a ja comp-b ainesosia (kuva 31). Comp-a on 25 kg:n säkeissä ja comp-b valkoista piimämäistä ainetta, joka n 10 kg:n purkeissa. Sopiva sekoitussuhde on 1 kg yhtä litraa kohden. Injektointia jatketaan kunnes aine tulee injektointireiästä (kuva 30), jolla varmistetaan halkeaman täyttyminen. Epoksin injektoinnissa on pidettävä turvallisuuden takia nitrili-käsineitä. Epoksipistoolin jumittuessa sen saa tarvittaessa puhdistettua asetyleenillä. Injektoinnin jälkeen mansettien päihin asennetaan avaimilla kiristettävät holkit (kuva 27 ja 29), esim. V10DL, jotka poistetaan, kun epoksi on lujittunut seinän sisällä. Injektointi käydään läpi seinän molemmin puolin, koska pystyhalkeamat voivat olla eri syvyisiä, eivätkä välttämättä koko seinän läpäiseviä. (Sandelin. 2011. Työ- ja laadunvarmistusohje, 1)



Kuva 26. (vas.) Injektointia varten porattu viistosti reikä.
Kuva 27. (oik.) Injektointi tehty.



Kuva 28. Injektointiin tarvittava Mansetti.



Kuva 29. Injektoinnin jälkeen mansetin päähän asennettava holkki.



Kuva 30. (vas.) Halkeamista seinän läpi tullutta injektointimassaa.
Kuva 31. (oik.) Injektointitarvikkeita.

6.6 Liikuntasauvojen kunnostus

Vanha liikuntasauva (kuvat 32 ja 33) sahataan tarvittaessa paremmin auki timanttilaikalla (kuvat 34, 36) niin, että siihen mahtuu tarvittava muovinen kulmalista (kuvat 35, 37). Parhaiten listan saa pysymään liikuntasauvan raossa asennusliimalla, jota saa ainakin Wurth:n liikkeistä. Pinnoituksen jälkeen liikuntasauvat tiivistetään koko matkaltaan, myös yläpuolinen osa, Sikaflex PRO-3 WF tai ominaisuuksiltaan vastaavalla tuotteella (Lähdeviita. 2010. Työmääritys, 4).



Kuva 32. Vanha liikuntasauva.



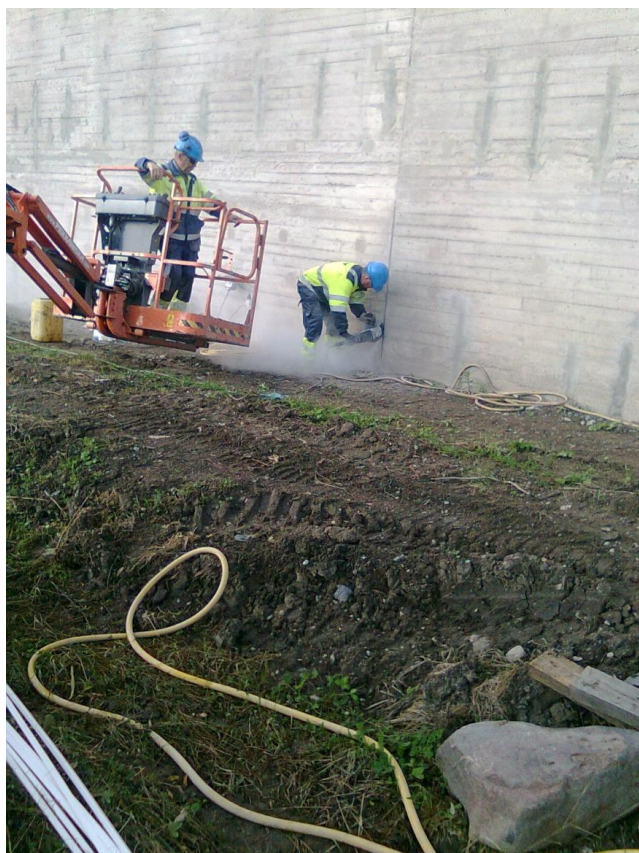
Kuva 33. Vanha liikuntasauma ylhäältä.



Kuva 34. Liikuntasauman timanttisahausta.



Kuva 35. Liikuntasamaan liimattu muovilista ja paikattu lohkeama.



Kuva 36. Liikuntasauaman timanttisahausta laikkakoneella.



Kuva 37. Liikuntasaumaan koko vallin korkeudeltaan asennettu muovilista.

6.7 Pinnoitus ja viimeistelytyöt

Viimeisenä muuri pinnoitetaan (kuvat 39-41). Pinnoitusmateriaalin halutun ulkonäön määrää usein tilaaja ja sen lopputuloksesta saa pinnoitteen toimittajilta ainakin väri vaihtoehdot. Väri vaihtoehdot vaihtelevat tumman- ja vaaleanharmaan välillä. Tartuntapohja varmistetaan vetokokein ennen pinnoitusta. Ensimmäinen pinnoituskerta hoidetaan telalla ja toisella kertaa ruiskutetaan päälle erillisellä ruiskulla. Pinnoitusainetta, Cem-Elastic, joka on joustavaa, halkeamia silloittavaa ainetta, kuluu keskimäärin $2,5 \text{ kg/m}^2$. Esikäsitteilyn jälkeen pinnoite levitetään ruiskulla tai telalla ja tämä tehdään

kahteen kertaan. Laastiruisku on sopiva sementtipohjaiseen pinnoitustyöhön (kuva 38). On huomioitava, että vesisade estää pinnoitustyöt.



Kuva 38. Pinnoituskalustoa.



Kuva 39. Valmiin muurin pintaa.



Kuva 40. Kahteen kertaan pinnoitettu, valmiiksi saneerattu muuri.



Kuva 41. Valmis pinta liikuntasäuran kohdalta.

6.8 Vaihtoehtoja ja huomioitavaa

Ruiskubetonointi on vaihtoehtoinen toteutus betonin pinnoitukselle telan avulla. Pinnan teon valintatapaan vaikuttavat eniten vaadittu jälki, kustannukset, resurssit, aikataulu, maasto ja työturvallisuuskin. Paikkaus- ja injektointimateriaaleja on useita, mutta Rescon Mapei-tuotteet on todettu sopivan erinomaisesti kyseisiin työvaiheisiin. Jos vallin halkaisee putkiläpivienti (kuva 44), pitää putkien läheisyydessä noudattaa varovaisuutta eli varoa osumasta niihin varsinkin, kun liikutaan kuukulkijalla, vesipiikatessa tai tehtäessä telinetöitä. Maaperästä riippuen työtä tehdään korkeammalla telineiltä tai kuukulkijalta ja nämä resurssit suunnitellaan käytettäväksi tehokkaasti useammallekin työvaiheelle (kuva 45). Vesipiikkaus telineiltä vaatii vähintään 0,5 m etäisyyden seinästä ja myös paikkaustyö onnistuu samalta telineeltä. Jotta

seinä tulisi käsiteltyä koko pinta-alaltaan, tulee sen alareunaa tarvittaessa kaivaa esiin. Maastosta tulee vaikeakulkuista ja pehmeää, jos vettä sataa kaivettuun uraan (kuva 43). Kuukulkijalla vaikeassa maastossa liikkuesssa pitää muistaa kaatumisvaaran mahdollisuus. Jos vanhan muurin rakenteesta tulee esille kasvillisuutta, niin tilanne korjataan tekemällä rakenteesta tiivis ja jos sallittua, niin käytetään rikkaruohokarkotetta esim. Roundupia (kuva 42).



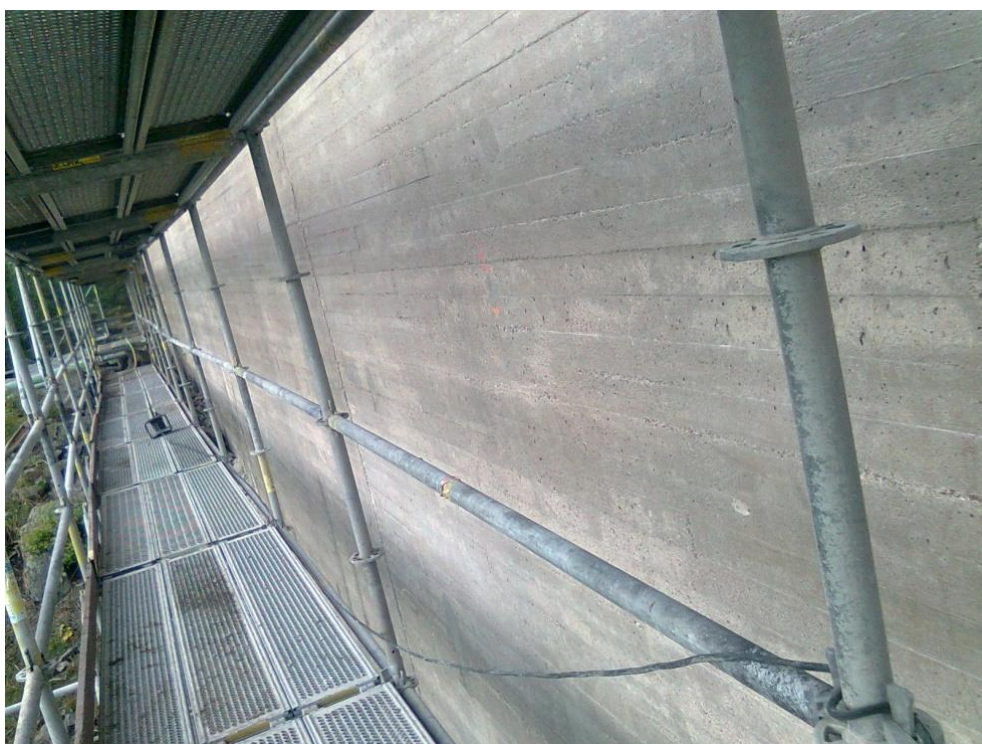
Kuva 42. Kasvustoa vallin alareunassa.



Kuva 43. Vetinen maa tekee liikkumisen ja työn hankalammaksi.



Kuva 44. Aktiivisesti toimiva putkiläpivienti lävistää vallin.



Kuva 45. Telineet vesipiikkausta varten.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Öljysäiliöalueella maarakennusurakointi onnistuu ainoastaan, kun alueen säännöt ja erityispiirteet on sisäistetty. Tämän lisäksi erityisesti laajemman mittakaavan urakointi vaatii työjohdolta riittävää kokemusta alueella työskentelystä. Työ on sujuvaa, kun yrityksen oman toimintamallin toteuttamistavat saadaan yhdistettyä jalostamon johdon edellyttämään toimintaan. Nämä velvoitteet koskevat etenkin lupa-asioita, työturvallisuutta, yleisen järjestyksen ylläpitoa sekä työn valvontaa. Toimintatavat ovat usein sujuvasti yhteen sovitettavissa, mutta jos kuitenkin urakoitsijan yleinen toimintatapa tai esimerkiksi asiakirjapohja eroaa jalostamon johdon toivomasta mallista, pitää se varautua hylkäämään ja korvata alueen omalla mallilla. Tavallisten asiakirjojen, kuten työmaapöytäkirjan lisäksi projektin valvojille tulee toimittaa heidän toivomansa asiakirjat, jotka ovat vain kyseiselle alueelle tyypillisiä. Yleisen urakan valvonnan lisäksi työjohdon tulee pitää ajan tasalla myös alueen vaatimia toimintaedellytyksiä, jotta työ olisi luvallista. Päivitettäviä asioita ovat kaikki luvat, kuten ajoluvat ja työluvut sekä vahvuusilmoitukset valvojille. Jatkuva raportointi projektin valvojan kanssa onkin olennaista, koska se helpottaa molempien osapuolten työtä, jakaa vastuuta ja varmistaa työturvallisuuden oikean toteuttamisen.

Säiliöalueella urakoinnille hyvin ominaista on myös, että suunnitelmiin tulee usein isoja muutoksia. Muutoksia aiheuttavat tavallisesti suunnitelman ero varsinaiseen rakenteeseen, kuten kallion taso, maakaapelien suuri määrä ja rakennusvaiheessa todettu käytännön toiminnallisuus. Tyypillistä jalostamoalueen urakoinnille onkin aikataulupidennykset, jolloin pitää erityisesti huomioida resurssien saatavuus. Säiliöt, putket ja muut alueen laitteet pitää huomioida vahinkoherkkinä kohteina, koska niiden vioittaminen aiheuttaisi mahdollisesti vuodon tai ison toimintahäiriön. Urakointi prosessialueella vaatii vielä säiliöalueella työskentelyäkin enemmän varovaisuutta mahdollisten kaasuvuotojen ja vaarallisten kemikaalien takia. Vahinkoja ei pääse tapahtumaan, kun laaditaan asianmukaiset työsuunnitelmat, käytetään oikeanlaista kalustoa ja noudatetaan alueen ohjeita.

LÄHTEET

Hiljainen tieto 2008. JYU. Viitattu 10.12.2011. [Http://kans.jyu.fi/sanasto/sanat-kansio/hiljainen-tieto](http://kans.jyu.fi/sanasto/sanat-kansio/hiljainen-tieto).

Intranet 2010. Kielijelppi. Viitattu 10.12.2011. [Http://www.kielijelppi.fi/verkkoviestinta/intranet](http://www.kielijelppi.fi/verkkoviestinta/intranet).

Lähdeviita Jarno. 2010. Työmäärittely-Vallimuurin NFB-29 korjaus. Neste Oil Oyj.

Neste Oil 2011. Viitattu 10.12.2011. [Http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271](http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271).

Rastas Arto. 2010. Työmäärittely, Vallitilojen NFB29-31 Saneeraus. Neste Jacobs Oy.

Roivas Timo. 2011. Projektisuunnitelma. NFB-29-31 vallitilojen rakentaminen. Neste Jacobs.

Sandelin Mika. 2011. Vanhan tukimuurin korjaus. Työ- ja laadunvarmistusohje.

YIT Intranet-toimintajärjestelmä 2011.

Ympäristölupa 2011. Viitattu 10.12.2011. [Www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=47724](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=47724).

KUVAT

Kuva 1. Vallitilaa.	30
Kuva 2. Liikuntasauama.	31
Kuva 3. Halkeama.	31
Kuva 4. Betoni rapautunut pois ja teräs paljastunut.	32
Kuva 5. Vanha paikka merkattu vesipiikattavaksi.	33
Kuva 6. Oranssit kohdat vesipiikataan.	33
Kuva 7. Vesipiikkausta kuukulkijalta.	35
Kuva 8. Vesisäiliö ja painekompressori vesipiikkausta varten.	35
Kuva 9. Vesipiikkausta vallin sisäpuolella.	36
Kuva 10. Esille vesipiikattuja teräksiä.	36
Kuva 11. Vesipiikkaus kostuttanut ympäristön.	37
Kuva 12. Vallin yläreuna puhdistettuna.	37
Kuva 13. Vesipiikkauksen vaatimat vesi, paine ja sähkövedot.	38
Kuva 14. Paremmiin esille vesipiikattuja teräksiä.	38
Kuva 15. Kohdat merkattu lisäpuhdistusta varten	39
Kuva 16. Korroosiosuojattuja teräksiä.	40
Kuva 17. Korroosiosuojattu teräs.	40
Kuva 18. Korroosiosuojattuja teräksiä.	41
Kuva 19. Vesipiikkauksen katkomia teräksiä.	41
Kuva 20. Vesipiikkaus paljastaa muurin koostumuksen.	42
Kuva 21. Korjauslaasti laitetaan korroosiosuojauksen jälkeen ja pinta hierotaan sileäksi.	42
Kuva 22. Paikattua ulkoseinää.	43
Kuva 23. Paikkausmateriaalit työmaalle toimitettuina.	43
Kuva 24. Vispilä ja muita paikkaus- ja korroosiosuojaustarvikkeita.	44
Kuva 25. Paikattu vallin ulkokulma.	44
Kuva 26. Injektointia varten porattu viistosti reikä.	46
Kuva 27. Injektointi tehty.	46
Kuva 28. Injektointiin tarvittava Mansetti.	46
Kuva 29. Injektoinnin jälkeen mansetin päähän asennettava holkki.	47
Kuva 30. Halkeamista seinän läpi tullutta injektointimassaa.	47
Kuva 31. Injektointitarvikkeita.	47
Kuva 32. Vanha liikuntasauama.	48
Kuva 33. Vanha liikuntasauama ylhäältä.	49
Kuva 34. Liikuntasauaman timanttisahausta.	49
Kuva 35. Liikuntasauamaan liimattu muovilista ja paikattu lohkeama.	50
Kuva 36. Liikuntasauaman timanttisahausta laikkakoneella.	50
Kuva 37. Liikuntasauamaan koko vallin korkeudeltaan asennettu muovilista.	51
Kuva 38. Pinnoituskalustoa.	52
Kuva 39. Valmiin muurin pintaa.	53
Kuva 40. Kahteen kertaan pinnoitettu, valmiiksi saneerattu muuri.	53
Kuva 41. Valmis pinta liikuntasauaman kohdalta.	54
Kuva 42. Kasvustoa vallin alareunassa.	55
Kuva 43. Vetinen maa tekee liikkumisen ja työn hankalammaksi.	55
Kuva 44. Aktiivisesti toimiva putkiläpivienti lävistää vallin.	56
Kuva 45. Telineet vesipiikkausta varten.	56