



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ALLASPEITTAUS

Selvitys Caverion Industria Oy:n Leppävirran konepajalle

TEKIJÄ: Riku Puittinen

| | | | |
|---|-----------|--------------------|----|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | | | |
| Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma | | | |
| Työn tekijä(t) Riku Puittinen | | | |
| Työn nimi Allaspeittäus | | | |
| Päiväys | 11.5.2017 | Sivumäärä/Liitteet | 31 |
| Ohjaaja(t) Heikki Salkinoja, Seppo Ryyänen | | | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Caverion Industria Oy, Leppävirran konepaja, Marko Mikkonen | | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Ruostumaton teräs on rautaseos, johon on seostettu vähintään 10,5 % kromia ja enimmillään 1,2 % hiiltä. Seostamisen ansiosta ruostumattoman teräksen pinnalle muodostuu itsekorjautuva kromista rikastunut kerros, joka suojaa korroosiolta. Tämä on ruostumattoman teräksen normaalitila, ja sitä kutsutaan passiivitilaksi.</p> <p>Joissakin olosuhteissa tämä kerros kuitenkin rikkoontuu, mikä altistaa teräksen korroosiolle. Peittäus on tavallisin kemiallinen menetelmä, jolla poistetaan korroosiota aiheuttavat oksidit ja rautakontaminaatiot ruostumattoman teräksen pinnalta. Se palauttaa ruostumattoman teräksen itseparantavan ominaisuuden ja palauttaa aktiivitilassa olevat alueet takaisin passiivitilaan.</p> <p>Caverion Industria Oy:n Leppävirran konepajalla on käytössä ruiskupeittäusjärjestelmä. Pienempiä kappaleita kuten putkistoiesivalmisteita yms. peitatessa, allaspeittäus tulisi kuitenkin tehokkaammaksi ajallisesti ja kustannusmieles- sä. Tämän työn tarkoituksena on selvittää allaspeittäuksen prosessia, vaatimuksia ja kustannuksia Leppävirran konepajalle.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selvitys allaspeittäusprosessista, allaspeittäuksen vaatimuksista, kokemuksia peittäusaltaan käytöstä toiselta konepajalta, sekä tarjoukset allaspeittäusjärjestelmästä kolmelta eri yritykseltä.</p> | | | |
| Avainsanat Ruostumaton teräs, Peittäus, Allaspeittäus, | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|-----------|------------------|----|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering | | | |
| Author(s) Riku Puittinen | | | |
| Title of Thesis Pickling bath | | | |
| Date | 11.5.2017 | Pages/Appendices | 31 |
| Supervisor(s) Heikki Salkinoja, Seppo Ryyänen | | | |
| Client Organisation /Partners Caverion Industria Ltd., Leppävirta Works, Marko Mikkonen | | | |
| <p>Abstract</p> <p>Stainless steel is a ferrous alloy with a mixture of at least 10.5% of chromium and up to 1.2% of carbon. Due to the alloy, the stainless steel surface is made of a self-refining chrome-enriched layer that protects the steel against corrosion. This is the normal state of stainless steel surface and is called a passive state.</p> <p>In some circumstances, however, this layer breaks, which exposes the steel to corrosion. Pickling is the most common chemical method to remove corrosion-causing oxides and iron contamination from the stainless steel surface. It restores the self-enhancing feature of stainless steel and restores active areas to the passive state.</p> <p>Caverion Industria Ltd.'s Leppävirta work shop has a spray pickling system. However, when pickling smaller pieces, for example piping pre-fabrications etc., bath pickling would be more efficient in time and cost. The purpose of this thesis was to study about the process, requirements and costs of the bath pickling process for Leppävirta work shop.</p> <p>As a result of the study Leppävirta workshop receiver a report of the bath pickling process, requirements of the pickling bath, user experiences from another workshop, and quotations for bath pickling system from three different companies.</p> | | | |
| Keywords Stainless steel, Pickling, Bath pickling | | | |
| | | | |

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | TOIMEKSIANTAJA | 7 |
| 2.1 | Caverion Oyj | 7 |
| 2.2 | Caverion Teollisuuden ratkaisut | 7 |
| 2.3 | Leppävirran konepaja | 8 |
| 3 | RUOSTUMATON TERÄS..... | 9 |
| 3.1 | Austeniittiset ruostumattomat teräkset | 10 |
| 3.2 | Ferriittiset ruostumattomat teräkset | 10 |
| 3.3 | Duplex-teräkset..... | 11 |
| 3.4 | Martensiittiset teräkset..... | 11 |
| 4 | RUOSTUMATTOMAN TERÄKSEN JÄLKIKÄSITTELY | 13 |
| 4.1 | Peittäus..... | 13 |
| 5 | ALLASPEITTAUS..... | 16 |
| 5.1 | Käsittelyn eri vaiheet | 16 |
| 5.2 | Kustannukset | 18 |
| 5.3 | Turvallisuus ja ympäristö..... | 19 |
| 5.3.1 | Henkilökohtaiset suojavälineet | 19 |
| 5.3.2 | Peittäusalueen ilmanvaihto | 19 |
| 5.3.3 | Huuhtelussa syntyvä jätevesi | 20 |
| 5.3.4 | Peittäusaineiden varastointi | 20 |
| 5.3.5 | Ympäristölupa | 20 |
| 5.4 | Allaspeittäus vai ruiskupeittäus | 21 |
| 6 | ALLASPEITTAUKSEN LAITTEISTO..... | 22 |
| 6.1 | Allas..... | 23 |
| 6.1.1 | Altaan koko ja materiaali | 23 |
| 6.1.2 | Hapon kierrätys altaassa..... | 25 |
| 6.2 | Mekaaniset suojat | 25 |
| 6.3 | Henkilökohtaiset suojavälineet | 26 |
| 6.4 | Tilan tarve ja peittäusalueen layout..... | 26 |
| 6.5 | Käryn poisto | 26 |

| | |
|--------------------------------|--------|
| | 5 (31) |
| 7 HAPON JÄLKIKÄSITTELY | 28 |
| 7.1 Peittaushapon vaihto | 28 |
| 7.2 Sakan käsittely | 28 |
| 8 INVESTOINTISUUNNITTELU | 29 |
| 9 LOPPUSANAT | 30 |
| LÄHTEET | 31 |

1 JOHDANTO

Caverion Industria Oy:n Leppävirran konepaja valmistaa tuotteita kirkkaista teräksistä teollisuuden tarpeisiin. Yhtenä osana konepajan prosessia on peittäus, eli ruostumattomien terästen pintakäsittely. Tällä hetkellä tehtaalla on käytössä peittäusmenetelmistä ainoastaan ruiskupeittäus ja tahnapeittäus, mutta jonkinlaisia suunnitelmia ja selvityksiä allaspeittauksen mahdollisuuksista on tehty useita kertoja, ja jo vuosikausia sitten.

Viimeisen reilun vuoden aikana allaspeittauksen mahdollisuus ruiskupeittauksen rinnalla on noussut jälleen ajankohtaiseksi, huomattavasti lisääntyneen putkistoiesivalmistuksen myötä. Allaspeittäus nopeutaisi ja helpottaisi huomattavasti putkistoiesivalmisteen ja muiden pienempien konepajan tuotteiden peittäystä. Haasteena peittäusaltaan toteuttamisen kannalta on nykyisen peittäusalueen pienehkö koko, josta peittäusallas ja sen vaatima laitteisto ei saa viedä liikaa tilaa ruiskupeittaukselta.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää kattavasti allaspeittauksen prosessia ja työvaiheita, tarvittavia laitteistoja, allaspeittäushapon ominaisuuksia ja kestoja, investointikustannuksia sekä kaikkea olennaista, mitä allaspeittaukseen liittyy.

2 TOIMEKSIANTAJA

2.1 Caverion Oyj

Caverion syntyi kesäkuussa 2013 kiinteistöteknisten ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT-konsernista itsenäiseksi konsernikseen. Kaupankäynti Caverionin osakkeella alkoi Helsingin pörssissä 1.7.2013. (Mikkonen, 2017a.)

Caverion suunnittelee, toteuttaa, huoltaa ja ylläpitää käyttäjäystävällisiä ja energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille Pohjois-, Keski- ja Itä-Euroopassa.

Caverionin vuoden 2016 liikevaihto oli noin 2,4 miljardia euroa. Caverion Oyj on Euroopan johtavia teknisiä ratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle tarjoavia yhtiöitä. Caverionilla on kaksi liiketoimintayksikköä: Projektit ja Palvelut. (Mikkonen, 2017a.)

Caverionilla on noin 17 000 työntekijää 12 toimintamaassa. Pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Caverionin osake on listattu Nasdaq Helsingissä. (Mikkonen, 2017a.)

Vuonna 2016 Caverion oli viiden suurimman toimijan joukossa kaikissa suurimmissa toimintamaissaan: Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa ja Itävallassa. Lisäksi Caverion on Suomen johtava teollisuuden ratkaisuja tarjoava yhtiö ja Ruotsin johtavia teollisuuden ratkaisujen tarjoajia. Suurimmat teollisuuden asiakassegmentit ovat metsäteollisuus ja energiateollisuus. (Mikkonen, 2017a.)

2.2 Caverion Teollisuuden ratkaisut

Caverion tarjoaa teollisuusasiakkaille erikoisosaamista, konsepteja ja ratkaisuja, jotka perustuvat vuosikymmenien kokemukseen. Caverion toimittaa teknisiä järjestelmiä ja johtaa prosesseja kaikilla teollisuudenaloilla. Lisäksi Caverion suunnittelee ja valmistaa teollisia komponentteja, kuten putkistoja, kattiloita ja säiliöitä. (Mikkonen, 2017a.)

Caverionilla on laaja valikoima teollisuuden kunnossapitopalveluja tuotantoprosessien, kunnossapitokumppanuuksien ja ulkoistuspalvelujen yksittäisistä projekteista kokonaisvaltaiseen ylläpitoon. Työterveys, työturvallisuus ja ympäristö ovat ensisijaisia kaikissa projekteissa. Caverion painottaa työterveyden, ennakoivan turvallisuustyön ja hätävalmiuden tärkeyttä sekä ympäristövaikutusten vähentämistä ja ympäristösäädösten noudattamista. (Mikkonen, 2017a.)

Caverionin Teollisuuden ratkaisuisa työskentelee 3000 ammattilaista Suomessa, Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa ja Saksassa. (Mikkonen, 2017a.)

2.3 Leppävirran konepaja

Caverion Industria Oy:n Leppävirran konepajalla on erityisosaaminen suunnittelussa ja valmistuksessa kirkkaisiin materiaaleihin. Projektitoimitukset perustuvat suunnittelun erikoisammattitaitoon ja kattavaan esivalmistukseen. Materiaalit vaihtelevat ruostumattomista-, haponkestävistä- ja eri Duplexeräk-sistä aina titaaniin saakka. (Mikkonen, 2017b.)

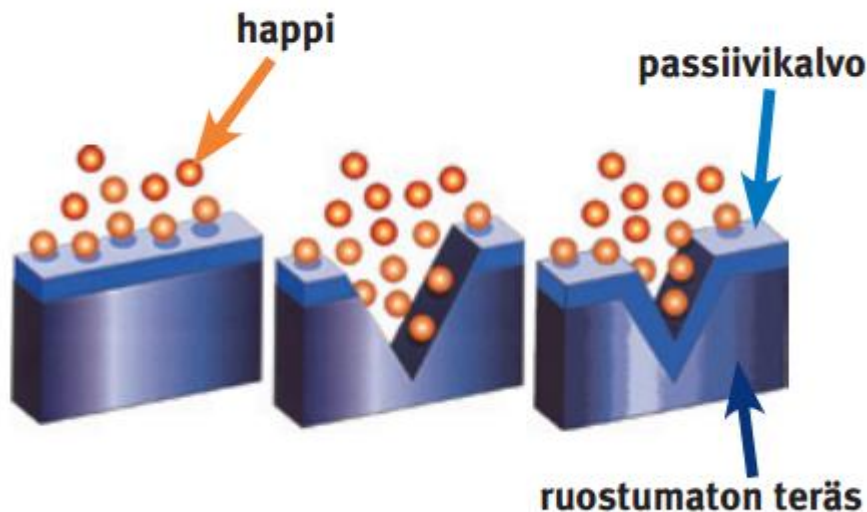
Leppävirran konepajan tuotteita ovat putket ja putkistot, säiliöt ja kolonnit, massatornit, savukaasu-pesurit, paineastiat, kanavat ja prosessilaitteet. Materiaaleja voidaan valmistaa standardien EN 10296-2, EN 10253-3 ja EN 10253-4 mukaisesti. (Mikkonen, 2017b.)

Konepajalla työskentelee noin 50 henkilöä ja projektikohtaisissa lisätarpeissa käytössä on Caverionin resurssipankki. Tuotantotilaa on noin 6000m²:n verran. Palveluihin kuuluvat projektinhallinta, suunnit-telu, materiaalihankinta, valmistus ja asennus. (Mikkonen, 2017b.)

3 RUOSTUMATON TERÄS

Ruostumaton teräs on rautaseos, johon on seostettu vähintään 10,5 % kromia ja enimmillään 1,2 % hiiltä. Tämä on ruostumattomien terästen määritelmä EN 10088-1-standardissa. Seostamisen ansiosta ruostumattoman teräksen pinnalle muodostuu itsekorjautuva kromista rikastunut passiivikerros, joka suojaa korroosiolta. Tämä on ruostumattomien teräksien pinnan tavallinen olotila, ja sitä kutsutaan passiivitilaksi. (EuroInox, 2004.)

Ruostumattoman teräksen puhdas pinta passivoituu itsestään, kun se on olosuhteissa, joissa on riittävästi happea kromista rikkaan kerroksen muodostumiseksi. Passiivikerros kasvaa ajan kuluessa sen syntymisen jälkeen, ja luonnolliset olosuhteet, kuten ilma tai ilmastoitunut vesi, ylläpitää korroosiolta suojaavaa passiivista pinnan tilaa. Tämän takia ruostumattomat teräkset kykenevät pitämään korroosionkestävyytensä, vaikka pintaa vaurioitetaisiin mekaanisesti. (EuroInox, 2004.)



KUVA 1. Passiivikerroksen syntyminen (EuroInox, 2017.)

Ruostumattomien terästen korroosion kestävyttä voidaan lisätä seostamalla teräkseen sellaisia alkuaineita kuten nikkeli, molybdeeni, typpi, titaani tai niobi. Tämä tarjoaa laajan valikoiman teräksia eri käyttöolosuhteisiin parantaen käyttöominaisuuksia, kuten muovattavuutta, lujuutta ja kuumankestävyyttä. (EuroInox, 2004.)

Kaikissa käyttöolosuhteissa ruostumattomat teräkset eivät kuitenkaan kestä korroosiota. Teräslajista riippuen, on erityisiä olosuhteita, joissa teräksen pinnalla oleva passiivikerros murtuu ja uuden syntyminen estyy. Tällöin teräksen pinnasta tulee "aktiivinen". Näitä pieniä "aktiivitasia" olevia alueita voi ruostumattomalla teräksellä esiintyä niukasti happea sisältävillä alueilla, kuten mekaanisessa liitoksessa, terävissä kulmissa ja virheellisesti tai heikoisti viimeistellyissä hitseissä. (EuroInox, 2004.)

Ruostumattomat teräkset voidaan jakaa mikrorakenteensa mukaan neljään pääryhmään: austeniittiset, ferriittiset, austeniittis-ferriittiset duplex-teräkset ja martensiittiset teräkset. Kemiallinen koostumus määrää pääasiassa, mihin ryhmään teräs kuuluu. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

3.1 Austeniittiset ruostumattomat teräkset

Austeniittisten terästen perustyyppi on 18/8-kromi-nikkeli-teräs, esim. X5CrNi18-10 (EN 1.4301, AISI 304). Molybdeeniseoksella voidaan parantaa korroosionkestävyyttä, jolloin saadaan esimerkiksi tyyppiä X3CrNiMo17-13-3 (EN 1.4436, AISI 316) oleva teräs, jota kutsutaan myös haponkestäväksi teräkseksi. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Kromi- ja molybdeenipitoisuuksia nostettaessa teräs kestää yhä paremmin syövyttäviä olosuhteita. Samalla on kuitenkin nostettava myös nikkelpitoisuutta austeniittisen mikrorakenteen säilyttämiseksi. Runsaasti seostetut austeniittiset erikoisteräkset voivat sisältää jopa 7-8 % molybdeenia. Näissä teräksissä käytetään myös tyypiseostusta austeniittisen mikrorakenteen ja hyvän korroosionkestävyyden varmistamiseksi. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Erinomaisen hitsattavuutensa ja muovattavuutensa ansiosta austeniittiset vakioteräkset sopivat mitä moninaisimpien tuotteiden valmistukseen. Hyvä ulkonäkö, hygieenisuus, sitkeys ja muuttumaton pinta lievissä korroosio-olosuhteissa ovat austeniittisten vakioterästen käyttöetuja. Korroosio-olosuhteiden ollessa lievät, voidaan käyttää tavallista ruostumatonta 18/10 terästä (esim. EN 1.4301, AISI 304). Kun olosuhteet vaativat enemmän korroosionkestoa, käytetään ns. haponkestäviä 2-3 % molybdeenillä seostettuja vakioteräksiä (esim. EN 1.4436, AISI 316). Kun korroosio-olosuhteet edelleen vaikeutuvat, kuten prosessi ja selluloosateollisuudessa, tai merivesiteknologiassa, tarvitaan runsaammin seostettuja austeniittisiä ruostumattomia teräksiä (esim. EN 1.4547, ASTM S31254). (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

3.2 Ferriittiset ruostumattomat teräkset

Ferriittiset teräkset ovat kromi- tai kromi-molybdeeni-teräksiä, joiden nikkelpitoisuudet ovat yleensä alle 0,5 %. Ferriittisten terästen perustyyppi on 17Cr-teräs, esim. X6Cr17 (EN 1.4016, AISI 430). Toimintutilassaan tämä teräs on ferriittinen, mutta lämpötilan noustessa korkeaksi (yli 900 °C) se voi sisältää kymmeniä prosentteja austeniittia. Näin ollen teräs on osittain karkeneva. Lisättäessä tällaiseen teräkseen ferriittisiä sisältävää seosainetta, esim. titaania, on teräs korkeissakin lämpötiloissa ferriittinen. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Ferriittisiä teräksiä käytetään Suomessa melko vähän. Uusien ja paremmin hitsattavien teräslaatuojen ansiosta niiden käyttö on kuitenkin lisääntymässä. Pääasiassa ferriittisistä teräksistä on valmistettu erilaisia kotitaloustarvikkeita, autojen pakokaasulaitteistoja (mm. katalysaattorit), linja-autojen korirakenteita ja lämminvesivaraajia. Ainesvahvuudet näissä kohteissa ovat yleensä ohuita, 0,5-2,5 mm. Ferriittisten terästen tulenkestäviä versioita käytetään myös hyvää hapettumisen kestävyyttä vaativissa kohteissa, kuten kuumennuslaitteissa. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

3.3 Duplex-teräkset

Austeittis-ferriittiset teräkset, eli duplex-teräkset, ovat kromi-nikkeli- ja kromi-nikkeli-molybdeeni-teräksiä. Pääseosaineiden pitoisuudet näissä on tasapainotettu niin, että tuloksena on mikrorakenne, jossa on austeniittia ja ferriittiä suhteessa noin 50/50 %. Austeniitin riittävä osuus mikrorakenteessa takaa teräksen hitsausliitosten sitkeyden. Nykyaikaisen hyvin hitsattavan duplex-teräksen tyypillinen koostumus on esim. 22 % Cr – 5 % Ni – 3 % Mo (EN 1.4462). Duplex-teräksissä käytetään myös yleensä tyypiseostusta (0,1-0,2 %). Kuten austeniittisten, myös austeniittis-ferriittisten terästen korroosion kestävyyttä voidaan parantaa seostamalla teräkseen enemmän molybdeenia ja typpeä. Näitä teräksiä kutsutaan super-duplex-teräksiksi. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Duplex-terästen hyviin ominaisuuksiin kuuluu suuri lujuus, hyvä jännityskorroosionkestävyys kloridipitoisessa käyttöympäristössä ja hyvä hitsattavuus. Yksinkertaistaen duplex-teräksistä voidaan sanoa, että ferriitti antaa teräkselle jännityskorroosionkestävyyden, austeniitti sitkeyden ja kaksifaasirakenne lujuuden. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Tyypillisiä käyttökohteita duplex-teräksille ovat merivesitekniikka, kemikaalitankkerit, offshore-teollisuus ja raakaöljyn tuotanto sekä kemian-, paperi- ja selluloosateollisuus. Tyypillinen korroosioympäristö on kloridipitoinen. Suomessa duplex-teräksiä on käytetty suuriin hitsattuihin rakenteisiin, kuten selluloosan keittokattilat, paperiteollisuuden massasäiliöt ja jätepaperin kuidutusrummut. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

3.4 Martensiittiset teräkset

Martensiittiset ruostumattomat teräkset käsittävät laajan joukon kromiteräksiä. Kromipitoisuudet martensiittisissä teräksissä ovat 12-18 %. Nikkeliä niissä voi olla aina 4 % saakka ja molybdeenia hiukan. Martensiitin rinnalla esiintyessä ferriittiä tai austeniittia, voidaan teräkset jakaa seostuksen perusteella kolmeen ryhmään (Kyröläinen & Lukkari, 1999):

- Ferriittis-martensiittiset teräkset (niukkahiiliset 13 % Cr-teräkset)
- Martensiittiset teräkset (runsahiiliset 13 % Cr- ja 17 % Cr-teräkset)
- Martensiittis-austeniittiset teräkset (erittäin niukkahiiliset 13 % Cr – 4 % Ni-, 13 % Cr – 6 % Ni- ja 16 % Cr – 5 % Ni –teräkset).

Martensiittisten terästen hiilipitoisuudet ovat usein ferriittisiä korkeampia, sillä ne ovat tarkoitettu karikaistaviksi. Martensiittisen mikrorakenteen ja korkean hiilipitoisuuden ansiosta näillä teräksillä päästään suuriin lujuuksiin ja kovuuksiin sekä hyvään kulumiskestävyyteen. Martensiitin päästöhehkuksella saadaan teräksiin hyvä lujuus-sitkeys -yhdistelmä. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Martensiittisten terästen hitsattavuus on rajoitettua ja hitsaus vaatii lähes aina erityistoimenpiteitä. Martensiittis-austeniittiset teräkset ovat yleensä valuteräksiä, joiden tärkein käyttökohde ovat suuret vesiturbiinit. Myös nämä ovat lujia teräksiä, mutta mikrorakenteensa ansiosta huomattavasti sitkeämpiä ja paremmin hitsattavia kuin runsahiiliset teräkset. Martensiittis-austeniittisten terästen mikrorakenteessa voi olla jäännösausteniittia 5-25 %. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

Erilaisia martensiittisiä teräksiä käytetään mm. työkaluissa, turbiineissa, muoteissa, venttiileissä ja ruokailuvälineissä. (Kyröläinen & Lukkari, 1999.)

4 RUOSTUMATTOMAN TERÄKSEN JÄLKIKÄSITTELY

Ruostumattoman teräksen pinnan tulisi olla puhdas, sileä ja virheetön. Tämä on ilmeistä, kun terästä käytetään julkisivun pinnoitteena tai olosuhteissa, jossa hygienia on ensiarvoisen tärkeää, mutta teräksen pinnanlaadulla ja viimeistelyllä on myös suuri vaikutus sen korroosionkestokykyyn. Pinnan vauriot ja epäpuhtaudet, jotka ovat syntyneet valmistusprosessin aikana, voivat heikentää voimakkaasti ruostumattomalle teräkselle ominaista passiivikalvon tuomaa itseparantavaa ominaisuutta. Tämän vuoksi usein tarvitaan jälkikäsitteilyä parantamaan korroosionkestokyvyn kannalta hyväksyttävä pinnanlaatu. Jälkikäsitteilytoimenpiteiden määrä ja menetelmät määräytyvät käyttöolosuhteiden korroosiovaikutuksista, teräslaadun korroosion kestävydestä, hygieniavaatimuksista tai pelkästään esteettisistä syistä. Hyvä suunnittelu, esivalmistelu ja valmistusmenetelmän valinta voi vähentää jälkikäsitteilyn tarvetta ja siten alentaa kustannuksia. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

Sekä kemialliset että mekaaniset jälkikäsitteilymenetelmät ovat käyttökelpoisia, mutta tämä opinnäyte työ keskittyy pelkästään yhteen kemialliseen menetelmään, peittaukseen.

4.1 Peittaus

Kemialliset menetelmät pystyvät poistamaan lämpöoksidit ja rautakontaminaatiot vahingoittamatta pinnanlaatua. Nämä menetelmät poistavat pintakerroksen hallitun syövyttämisen avulla, ja näin ollen kemikaalit voivat myös valikoivasti poistaa heikommin korroosiota kestävät kohdat, kuten kromiköyhät alueet. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

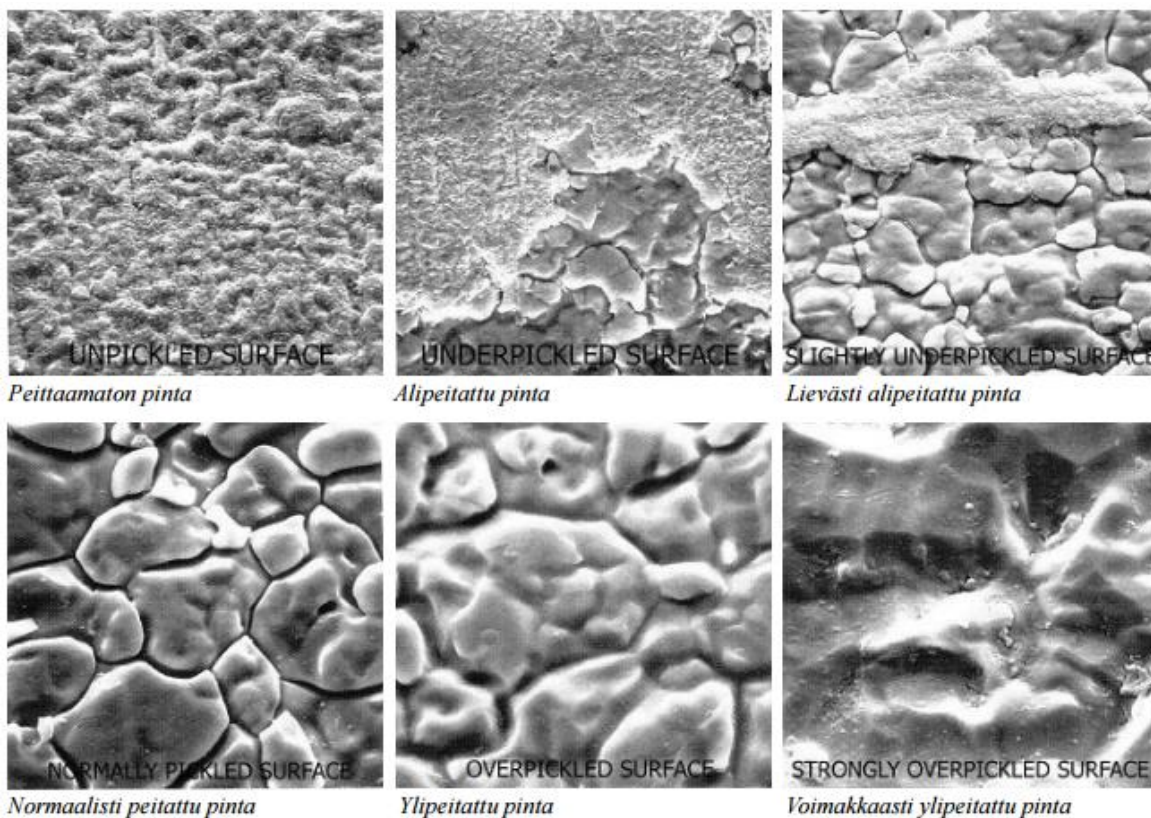
Peittaus on tavallisin kemiallinen menetelmä, jolla poistetaan oksidit ja rautakontaminaatiot. Peittauksessa tapahtuu hapettumisprosessi, joka liuottaa oksidikerroksen ja oksidin alla olevan kromista köyhtyneen kerroksen. Terästyypistä, peittausolosuhteista ja hitsausmenetelmästä riippuen 45-240 minuuttia kestävä peittauksen jälkeen peitattava rakenne on huuhdeltava painepesurilla. Huuhtelu poistaa teräksen pinnalta peittausainejäämät ja jäämäoksidin. Puhtaaksi huuhtelu on erittäin tärkeä osa oksidikalvon uudelleen muodostumista varten. Peittausainejäämien poishuuhtelu on myös tärkeää, etteivät ne kuivu teräksen pintaan aiheuttaen värivirheitä. Peitattu rakenne on puhtaaksi huuhtelun jälkeen jätettävä kuivumaan ilmassa niin, että oksidikalvo muodostuu uudestaan. Tämä tapahtuu yleensä tunnin sisällä siitä, kun rakenne on kuivunut. (Esab, 2004.) Tärkeimmät ruostumattomien terästen peittaus tuotteiden kemikaalit ovat fluorivetyhappo ja typpihappo (EuroInox, 2004).

| Teräs-ryhmä | Outokumpu teräs-nimike | Tyypillinen peittausaika (min.) | | | Peittaustuote |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|---|
| | | 10 °C | 20 °C | 35 °C | |
| 1 | 4301 4401 4404 4571 4436 | 150 | 75 | 60 | GreenOne™ 220 RedOne™ 240 Ruiskupeittaus- aine 204 |
| 2 | SAF 2304™ 2205 4439 904L | 2 x 140* | 200 | 120 | RedOne™ 240 Ruiskupeittaus- aine 204 |
| 3 | SAF 2507™ 254 SMO® 654 SMO® | 2 x 200* | 300 | 180 | RedOne™ 240 Ruiskupeittaus- aine 204 |

*Harjaus/huuhtelu ennen seuraavaa käsittelyä

KUVA 2. Avesta ruiskupeittausaineiden tyypilliset peittausajat. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

Peittaustulos ja -aika on useamman tekijän summa. Teräksen pinnan tulisi olla puhdas orgaanisista epäpuhtauksista. Myös pinnan laatu (Pinnankarheutta mittaavat Ra- ja Rz-arvot) vaikuttavat peittau-
lokseen. Peittausaikaan vaikuttaa myös hitsausmenetelmä. Eri hitsausmenetelmät antavat eri paksuisen oksidikerroksen, jolloin ne vaativat myös eripituiset peittausajat. Teräslaatu vaikuttaa sekä peittausai-
kaan, että -lämpötilaan. Mitä seostetumpi teräs on, sen pidempi on peittausaika ja/tai lämpötila. (Esab, 2004.)



KUVA 3. Pinnan rakenne (peittaamattomasta pinnasta voimakkaasti ylipeitattuun). (Esab, 2004.)

Kuvasta 3 nähdään (Esab, 2004):

- Peittaamaton: Pintaoksidin peittäjä (hitsauksen hapettama) pinta.
- Alipeitattu: Peittäjä rikkonut oksidia ja osia alla olevasta teräspinnasta on paljastunut.
- Lievästi alipeitattu: Teräksen raerajat ja rakeet erottuvat selvästi. Oksidia esiintyy kuitenkin vielä paikka paikoin.
- Normaalisti peitattu: Kaikki oksidi on poissa raerajoilta. Myös kromiköyhä kerros on poistettu.
- Ylipeitattu: Peittäjä on kestänyt liian kauan. Raerajoille on ilmestynyt kuoppia ja rakeet ovat reunoiltaan pyörityneet. Ylipeittäytymisen huomaa silmin pinnan paikoittaisena harmaana "värivirheenä".
- Voimakkaasti ylipeitattu: Peittäjä on edennyt niin pitkälle, että jotkut rakeista ovat irronneet perusaineesta. Materiaali menettää sille ominaisen pintarakenteen. Voimakkaasti ylipeittäytymiseen pinnan tunnista harmaasta "värivirheestä".

Peittäusaineen teho kasvaa nopeasti lämpötilan noustessa ja vastaavasti lämpötilan laskiessa peittäusajat pitenevät. Korkeammissa lämpötiloissa riski peittäusaineen kuivumisesta peitettävän kappaleen pintaan kasvaa ja tästä syntyvät värivirheet voidaan korjata vain uudelleen peittäämällä. Allaspeittäyksessä lämpötilan nosto lisää haihtumista ja sitä kautta altaan kunnon seurannan tarvetta. (Esab, 2004)

Peittäustuotteita voidaan käyttää kolmella eri tavalla (Bornmyr & Holmberg, 2006):

- Sivelemällä, käyttäen peittäustahnaa/geeliä
- Ruiskuttamalla, käyttäen ruiskupeittäusainetta
- Upottamalla peittäuskylpyyn, eli allaspeittäys

Sopivan peittäusajan jälkeen kappaleet tulisi aina huuhdella huolellisesti puhtaaksi peittäusaineesta käyttämällä korkeapainepesuria. Allaspeittäyksessä kappale voidaan käyttää erillisessä vedellä täytetyssä huuhtelualtaassa ennen korkeapainepesua. Kaikki huuhtelussa syntyvä jätevesi on happopitoista ja raskasmetallien, erityisesti kromin, raudan ja nikkelin saastuttamaa. Jätevesi on siksi neutraloitava ja käsiteltävä voimassa olevien ympäristö- ym. säädösten mukaisesti. (Bornmyr & Holmberg, 2006; Esab, 2004.)

5 ALLASPEITTAUS

Allaspeittäus tapahtuu yleensä "off-site" työnä valmistajan peittaamossa tai peittaukseen erikoistuneen yrityksen tiloissa (EuroInox, 2004). Allaspeittäus tuottaa parhaan peittäustuloksen, sillä happokylvyn lämpötila ja koostumus ovat hallittavissa. Se on suositelluin peittäustapa kaikenlaisille ruostumattoman teräksen kappaleille, kunhan vain kappaleen koko ja muoto sen sallii. Allaspeittäuksessa olosuhteet ovat huomattavasti helpommin kontrolloitavissa, kuin ruisku- ja tahnapeittäuksessa, ja allas on helppo esimerkiksi lämmittää nopeamman ja paremman peittäustuloksen saavuttamiseksi. Kuitenkin yli +35 °C lämpötiloissa altaan hyvä ja oikeaoppinen ilmanvaihto on tärkeää, sillä silloin happoaltaasta alkaa kehittyä vaarallisia typen oksideja. (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg. 2000.)

| Teräs-ryhmä | Outokumpu teräs-nimike | Tyypillinen peittäusaika (min.) | | |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| | | 20 °C | 30 °C | 45 °C |
| 1* | 4301 4401 4404 4571 4436 | 20 | 10 | 5 |
| 2** | SAF 2304™ 2205 4439 904L | 120 | 90 | 60 |
| 3*** | SAF 2507™ 254 SMO® 654 SMO® | 240 | 120 | 90 |

* 1 osa 302:ta 3:een osaan vettä.

** 1 osa 302:ta 2:een osaan vettä.

*** 1 osa 302:ta 1:een osaan vettä.

KUVA 4. Avesta peittäuskylpy 302:n tyypilliset peittäusaajat (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

Yllä olevan kuvan peittäusaajat ovat viitteellisiä. Peittäusaika voi samalla teräksellä vaihdella pinnan viimeistelyn ja hitsausmenetelmän perusteella. Tässä tapauksessa perusaineena on ollut kylmävalssattu ruostumaton teräslevy 2D-pinnalla ja hitsaus on suoritettu hitsauspuikolla. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

5.1 Käsittelyn eri vaiheet

Ennen peittäusta kappaleesta on poistettava mahdollisimman paljon kuonaa, oksidia ja hitsausvirheitä. Poistaminen on helpompaa, kun hitsi on vielä lämmin ja oksidikerros pehmeä. Tarvittaessa on poistettava myös kaikki lika, öljy, rasva ja maali. Ennen peittäusta hitsin on annettava jäähtyä alle +40 °C lämpötilaan.

Kappaleet upotetaan peittäuskylpyyn nosturin tai muun vastaavan avulla. Peitattavat kappaleet eivät saa nojata tai olla kosketuksissa toisiinsa, vaan niiden väliin on jätettävä tilaa. Peitattavan kappaleen suositeltava kylvetyaika altaassa vaihtelee altaan lämpötilan, kappaleen teräslajin ja käytetyn hitsaus-

menetelmän mukaan. Altaan lämpötilan noustessa riski ylipaattautumiselle kasvaa, joka aiheuttaa peittavalle kappaleelle karhean pinnan. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

Kun peittava kappale poistetaan peittausaltaasta, on siitä valutettava happoylijäämät peittausaltaan päällä. Peittausaineen huuhtelun kappaleen pinnalta voi suorittaa joko laskemalla peitattun kappaleen vedellä täytettyyn huuhtelualtaaseen, ja sen jälkeen pesemällä vielä kappaleeseen jääneet happojäämät korkeapainepesurilla, tai pestä kappaleen suoraan korkeapainepesurilla ilman erillistä huuhteluallasta. Paras pesutulos saadaan useimmiten keinolla, jossa kappale käytetään ensin huuhtelualtaassa, mutta toisaalta yleensä pelkkä korkeapainepesurilla huuhtelu kuluttaa vähemmän vettä. Huuhteluveden on oltava puhdasta ja vähäkloridista. Huuhteluvesi, jossa on korkea kalsiumpitoisuus, voi aiheuttaa tahroja, ja joskus lopullinen huuhtelu olisikin hyvä tehdä deionisoidulla vedellä. Peittausliuosta tai sen jäämiä ei saa esiintyä kappaleen pinnalla huuhtelun jälkeen. (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg. 2000.)

Huuhtelun jälkeen kappaleen annetaan kuivua, jolloin passiivikerros muodostuu uudelleen kappaleen pinnalle. Kuivumisen voidaan antaa tapahtua omalla vauhdillaan ilmastoidussa kuivassa tilassa, eikä tähän tarvita erityisempiä laitteita.

1. Poista oksidit, kuona ja hitsausvirheet mekaanisesti, mieluiten silloin, kun hitsit ovat vielä lämpimiä ja hitsausoksidit eivät ole täysin kovettuneet.
2. Anna peitattavan alueen jäähtyä alle 40 °C (hitsauksen jälkeen).
3. Poista rasvat ja muut orgaaniset kontaminaatiot Avesta Classic Cleaner 401 puhdistusaineella.
4. Laimenna peittauskylpytiiviste vedellä. **Muista lisätä happo veteen eikä päinvastoin.** Kierrätä peittauskylpyliuosta pumppulaitteen avulla, jotta hapot sekoittuisivat mahdollisimman tasaisesti.
 
5. Tarkista kylvyn lämpötila. Katso taulukko 4.
6. Upota työkappale kylpyyn. Tyypilliset peittausajat on esitetty taulukossa 4. Vältä ylipeittausta, koska se tuottaa karheen pinnan.
 
7. Kun työkappale poistetaan kylvystä anna siihen tartuneelle peittausaineelle valumisaikaa kylpyaltaan yläpuolella.
8. Ensimmäinen huuhtelu tulisi suorittaa kastamalla työkappale vedellä täytettyyn huuhtelualtaaseen. Sen jälkeen huutele huolellisesti käyttämällä korkeapainepesua. Varmista, että pinnoille ei jää peittausainejäämiä. Käytä deionisoitua vettä arkojen pintojen loppuhuuteluissa.
 
9. Ota huuhtelun jätevesi talteen neutralointia varten. Katso myös luku 4.
10. Peittauskylvyn hapon ja metalli-ionien säännöllinen analysointi on tärkeää, koska peittausainetta kuluu jatkuvasti ja samalla kylpyyn liukenee metalleja, jotka vaikuttava haitallisesti peittaus tapahtumaan. Katso myös 2.2.3. Avesta Welding AB:llä on mahdollisuus tarvittaessa tarjota asiakkailleen näitä analyysipalveluja.

KUVA 5. Avesta peittauskylvyn käyttö (Bornmyr & Holmberg, 2006, 11).

5.2 Kustannukset

Kustannuslaskelmat ovat esitelty liitteessä 1, joka on luottamuksellinen.

5.3 Turvallisuus ja ympäristö

Allaspeittaus Happotiivisteessä on n. 40-50 % typpihappoa ja 10-15 % fluorivetyhappoa. Valmiissa vedellä laimennetussa seoksessa typpihappoa on noin 15-20 % ja fluorivetyhappoa 4-6 %. Koska molemmat näistä hapoista ovat voimakkaasti syövyttäviä, on peittäustyössä noudatettava tarkasti turvallisuusmääräyksiä. Etenkin fluorivetyhappo on erittäin vaarallista, ja se syövyttää mm. lasia, kuparia ja lyijyä. Se imeytyy helposti ihon ja kudosten läpi, mutta ei syövytä niitä, vaan vasta luuta, ja aiheuttaa siten hengenvaarallisen veren kalsiumkadon. Näiden seikkojen takia peittäusaineiden käsittely tulisi rajoittaa vain niiden henkilöiden suoritettavaksi, joilla on näihin kemikaaleihin liittyviä terveysvaaroja koskevat olennaiset tiedot. Tämä tarkoittaa huolellista tutustumista käyttöturvallisuustiedotteisiin ja tuote-etikettiin.

5.3.1 Henkilökohtaiset suojavälineet

Peittäustyöntekijöiden suojavarusteiden olisi hyvä olla henkilökohtaisia, eli yksiä suojavarusteita käyttää vain yksi työntekijä. Näin varusteiden huolto ja sopivuus on todennäköisesti parempaa. Peittäustyöntekijällä tulee olla suojattuna kaikki ne ihon alueet, jotka joutuvat alttiiksi roiskeille, haponkestävällä materiaalilla, kuten PE (polyeteeni), PVC (polyvinyylikloridi) tai PP (polypropyleeni). Käytännössä tämä tarkoittaa suojanaamaria, suojahanskoja, kumisaappaita ja haalaria. Suojanaamari tulee olla varustettu hengityslaitteella. Peittäustyöpisteellä tulee olla myös ensiapusumutetta tai kalsiumglykonaattigeeliä siltä varalta, että peittäushappoa joutuu iholle. Mikäli peittäushappoa joutuu iholle, silmiin, tai sitä nielee, tai hengittää höyryjä, on toimittava käyttöturvallisuustiedotteen ohjeiden mukaisesti. Lähes aina kuitenkin on käytävä lääkärissä. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

5.3.2 Peittäusalueen ilmanvaihto

Peittäusprosessi tuottaa vaarallisia kaasuja, ja peittäusalueella tulee olla vaarallisten kaasujen ja höyryjen poistoon tarkoitettu ilmanvaihtojärjestelmä. Paras vaihtoehto tähän on kohdeilmanvaihto, jolla poistetaan ilman epäpuhtaudet suoraan muodostumispaikalta, eli peittäusaltaalta ennen niiden leviämistä muualle työympäristöön. Peittäusalueella olisi hyvä olla jatkuvasti pieni alipaine. Poistoilma tulisi puhdistaa, ettei vaarallisia epäpuhtauksia leviä ympäristöön. Peittäusallas tulisi olla suljettuna kannella aina, kun se on mahdollista.

- Peittäusaltaan ilmaaasteet syntyvät pääasiassa kolmesta lähteestä (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg. 2000):
- Altaasta roiskuvista, tai peitattavasta kappaleesta esimerkiksi ennen huuhtelua tippuvista pisa-roista haihtuvat epäpuhtaudet. Näillä höyryillä on sama koostumus, kuin altaasta lähtevillä epäpuhtauksilla, ja ne leviävät ilmavirtojen mukana.
- Helposti haihtuvien komponenttien, kuten fluorivetyhapon, haihtuminen ilmaan
- Kaasujen muodostuminen kemiallisen reaktion seurauksena, kuten typen oksidit

Altaasta tuleva ilman epäpuhtauksien määrä vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon allasta käytetään. Ilmaan pääsevien saasteiden määrä riippuu altaan koostumuksesta sekä koosta, altaassa peitattavien kappaleiden tavaravirrasta, altaan sekoitustavasta, pintajännityksestä ja ilmavirrasta altaan pinnalla. Ilmaan tulevien epäpuhtauksien määrää voidaan vähentää järkevällä prosessin suunnittelulla. (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg, 2000.)

5.3.3 Huuhtelussa syntyvä jätevesi

Peitattavan kappaleen huuhtelussa syntyvä jätevesi on happopitoista ja sisältää raskasmetalleja, kuten esimerkiksi rautaa, kromia sekä nikkeliä, jotka ovat liuenneet teräksestä. Myös huuhteluveden pH laskee voimakkaasti. Tämän takia käytetty huuhteluvesi on neutraloitava emäksisellä neutralointiaineella, sammutetulla kalkilla, tai soodalla yhdessä sakkautusaineen kanssa. Tällä tavoin jäteveden pH voidaan nostaa arvosta 1-2 arvoon 7-10, riippuen käytetyn huuhteluveden määrästä. Tämän jälkeen raskasmetallit voidaan erottaa sakkana neutraloidusta kirkkaasta vedestä. Sakka tulee käsitellä raskasmetallijätteenä ja hävittää sen mukaisesti.

5.3.4 Peittäusaineiden varastointi

Peittäusaineita sisältävät astiat ja kontit tulee varastoida sisätiloissa noin 20 °C lämpötilassa, pystyasennossa kansi tiukasti suljettuna. Varastoalue tulee olla selvästi merkitty ja suljettu ulkopuolisilta henkilöiltä. Vaikka standardipeittäuskemikaalien varastointiaika on kaksi vuotta (sisätiloissa 20 °C lämpötilassa, avaamattomassa astiassa kansi tiukasti suljettuna) tulisi turhaa säilöntää välttää. Peittäuskemikaalit ovat kuitenkin helposti vanhenevia ja ne antavat parhaan peittäustuloksen ollessaan tuoreita. Peittäustuotteiden koostumus ja peittäusteho vaihtelee säilytysajan ja -lämpötilan vaikutuksesta. Varastointilämpötilaa, joka on yli 45 °C, tulee välttää, sillä se kiihdyttää vanhenemisprosessia ja pilaa tuotteen. (Bornmyr & Holmberg, 2006.)

5.3.5 Ympäristölupa

Tällä hetkellä Leppävirran konepajalla on ympäristölupa ruiskupeittäustyölle. Jos kuitenkin todetaan, että allaspeittäuslaitteistoon investointi ei ole kannattavaa, eikä näin ollen peittäusallasta rakenneta, niin tämän hetkisen tiedon mukaan erillistä ympäristölupaa ei enää ruiskupeittäuksellekaan tarvita.

Mikäli peittäusallas kuitenkin todetaan kannattavaksi investoinniksi, ja se päätetään rakentaa, on ympäristölupa uusittava, mikäli altaan tilavuus on yli 5 m³. Jos allas on tilavuudeltaan alle 30 m³, ympäristöluvan myöntää kunnallinen ympäristöviranomaisena. Mikäli altaan tilavuus on yli 30 m³, ympäristölupaa tulee hakea aluehallintoviranomaiselta.

Leppävirran konepajalle suunnitellun altaan kokoluokka olisi noin 15 m³, ja näin ollen ympäristöluvan myöntäjäksi riittää kunnan oma ympäristöviranomaisena.

5.4 Allaspeittäus vai ruiskupeittäus

Allaspeittäus ja ruiskupeittäus ovat käytetyimpiä suurten pintojen ja kokonaisten kappaleiden peittäusmenetelmiä. Käytännössä altaassa peittäminen kuitenkin on aina parempi vaihtoehto kuin ruiskupeittäus, mikäli se vain on mahdollista. Allaspeittauksen etuna ovat tasainen peittäustulos ja siten optimaaliset korroosio-ominaisuudet tuotteelle. Altaassa peitattaessa myös olosuhteet, kuten lämpötila ja peittäushapon koostumus ovat paremmin kontrolloitavissa, sekä sen terveys- ja turvallisuusriskit ovat ruiskupeittäusta pienemmät. Ruiskupeittaukseen nähden allaspeittäus on myös huomattavasti vähemmän työläs prosessi.

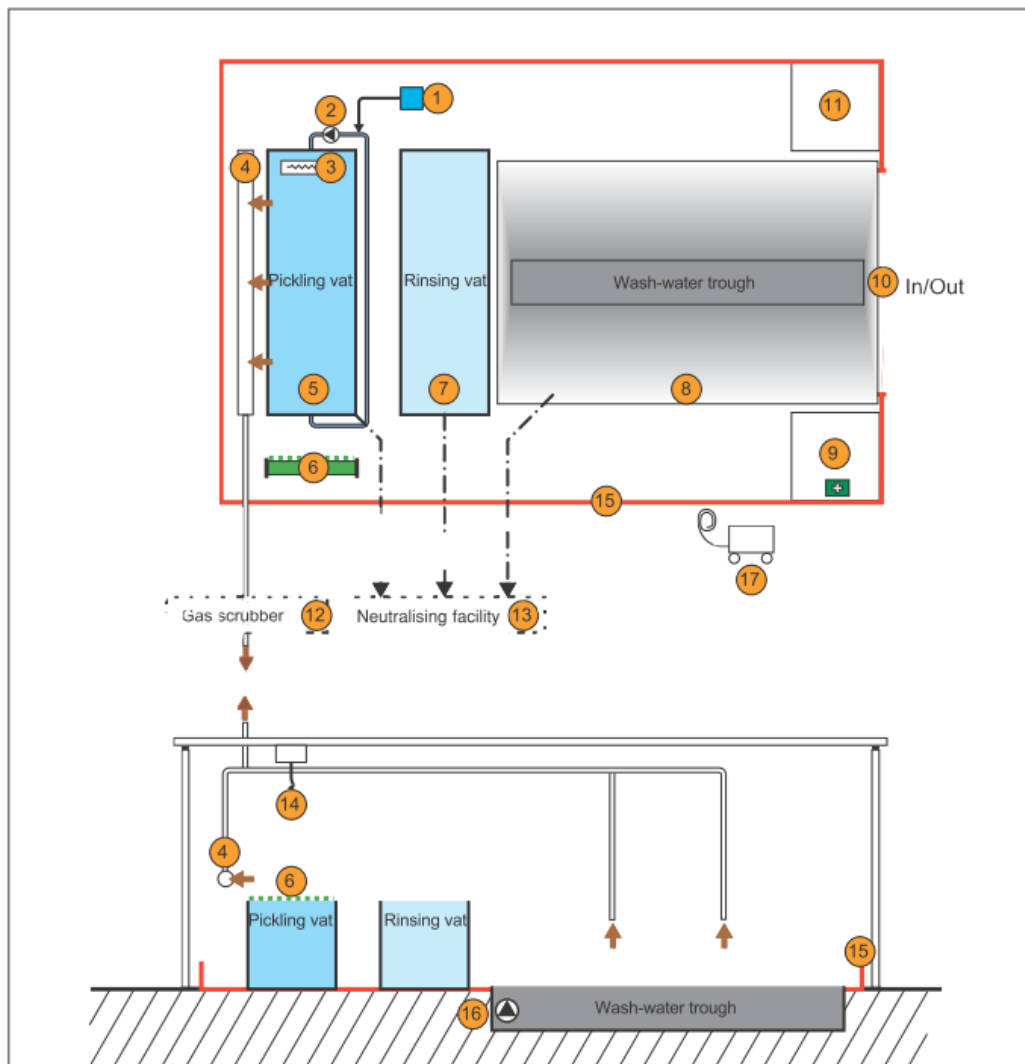
Kuitenkin suuria kappaleita, kuten säiliöt ja reaktorit, peitattaessa ruiskupeittäus on parempi vaihtoehto, sillä konepajan ei ole järkevää rakentaa tarpeeksi suurta peittäusallasta tällaisille kappaleille.

Mahdollinen ongelmakohta toimeksiantajan tapauksessa on myös peittäusalueen koko, ja kuinka paljon suunniteltu peittäusallas ja sen laitteisto vie tilaa. Tällä hetkellä konepajassa on ruiskupeittäusalue, johon allaspeittäuslaitteisto olisi tarkoitus sijoittaa. Mikäli todetaan, että allaspeittaukseen tarvittava laitteisto vie liikaa tilaa ruiskupeittäukselta, ei sitä ole järkevää rakentaa.

6 ALLASPEITTAUKSEN LAITTEISTO

Allaspeittauksen laitteisto voi koostua peittausaltaasta, huuhtelualtaasta, putkistosta, pumpuista, mahdollisista sekoittajista ja veden puhdistus/neutralointilaitteistosta. Sen lisäksi tarvitaan asianmukaiset ilmanvaihtolaitteet vaarallisten kaasujen poistoon. Peittausaltaassa voi myös olla lämmitin, jolloin altaan lämpötilaa voidaan säädellä ja näin lyhentää peittausaikaa. Peittausaltaassa tulee olla myös kansi, joka estää haihtumista, ilman epäpuhtauksien leviämistä ja vähentää kunnossapidon tarvetta. Huuhteluallas ei ole välttämätön, mutta vähentää huomattavasti korkeapainepesurilla tehtävän peittausainejäämien pesemisen tarvetta, sekä helpottaa peittausaltaan säännöllistä puhdistusta, kun peittausaltaan hapon voi puhdistuksen ajaksi siirtää huuhtelualtaaseen.

Vedenpuhdistamoon tai neutralointilaitteistoon ei tässä työssä oteta kantaa, sillä ruiskupeittauksen myötä sellainen löytyy konepajalta jo valmiiksi, ja siihen on joka tapauksessa tulossa lähiaikoina remontti.



KUVA 6. Esimerkki allaspeittausalueesta (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg, 2000, 5.)

Kuvan 6 numeroinnit tarkoittavat seuraavaa:

1. Annostelupumppu Anti-NOx-aineelle, jolla pyritään vähentämään peittausaltaan typpioksidipäättöjä.
2. Pumppu peittaushapon kierrolle
3. Lämmönsiirrin peittaushapon lämpötilan säätämiseksi
4. Ilmanvaihtokanava peittausaltaan yläpuolella happoaltaan myrkköhöyryjen poistamiseksi
5. Peittausallas. Altaan koko määräytyy kohteen käyttötärpeen mukaan.
6. Peittausaltaan kansi
7. Huuhteluallas
8. Huuhtelualue, jossa tehdään loppuhuuhdeltu painepesurilla.
9. Ensiapualue, jossa on hätäsuihku, silmähuuhtelupullo ja vasta-aine hapoille, mikäli happoa joutuu kosketuksiin paljaan ihon kanssa.
10. Peittausalueen ovi, jota tulisi pitää mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman paljon suljettuna. Esimerkiksi veto-ovi on hyvä vaihtoehto tähän.
11. Varastointialue peittauskemikaaleille.
12. Kaasunpuhdistusjärjestelmä. Peittaamosta lähtevät kemikaalihöyryt tulee puhdistaa, ennen kuin niitä voi päästää ulkoilmaan.
13. Happopitoisen jäteveden neutralointilaitteisto
14. Nosturi peitattavien kappaleiden siirtämiseksi
15. Ympäröivä seinä
16. Pumppu, joka pumpkaa happopitoisen huuhteluveden neutralointilaitteistolle
17. Korkeapainepesuri peittaushapon huuhteluun kappaleen pinnalta

6.1 Allas

6.1.1 Altaan koko ja materiaali

Altaan koko on määriteltävä niin, että pituudeltaan siihen mahtuu kokonainen kuuden metrin salko putkea, jonka päissä on esimerkiksi t-kappale, käyrä, kauluslaippa tai muita putken osia. Konepajalla aiemmin tehdyissä selvityksissä ja alustavissa suunnitelmissa allaspeittauksen mahdollisuudesta on altaan pituudeksi suunniteltu 7000 mm, ja näillä kriteereillä se on sopiva pituus.

Peittausaltaan muoto voi olla periaatteessa mitä vain. Tässä tapauksessa kuitenkin tilankäytön ja kustannusten kannalta paras vaihtoehto on suorakaiteen muotoinen allas. Altaan on oltava riittävän leveä, jotta siinä voi peitata putkistoiesivalmisteita, joissa tulee sekä sivuttais-, että korkeusheittoa. Kuitenkaan allas ei saa viedä liika tilaa ruiskupeittaukselta, eikä liian leveän altaan rakentaminen ole kustannustehokasta.

Peittausaltaan reunan tulisi olla vähintään metrin korkeudella työtilan lattiatasosta, tai turva-kaiteiden olla estämässä tapaturmat, joissa esimerkiksi työntekijä tippuisi altaaseen. Allas tulisi varustaa haponkestävästä materiaalista valmistetulla kannella tai vaikkapa altaan päälle vedettävällä "suojaverholla",

joka estää ylimääräisten kappaleiden tai roskien pääsyn altaaseen ja samalla minimoi työtilassa hapoista ilmaan haihtuvat epäpuhtaudet.

Altaan rungon materiaali voi käytännössä olla esimerkiksi betoni, hiiliteräs, tai ruostumaton teräs. Mikäli allas päätettäisiin rakentaa konepajalla omin voimin, on luonnollisin rungon materiaali ruostumaton tai haponkestävä teräs. Hapon kanssa kosketuksissa olevat pinnat hapotusaltaassa tulisi olla polyeteeniä (PE).

6.1.2 Hapon kierrätys altaassa

Peittausliuoksen kierto altaassa on tärkeää hyvän peittautuloksen takaamiseksi. Kun happoliuos kiertää altaassa, se reagoi jatkuvasti peitattavan pinnan kanssa.

| Steel grade | Improvement |
|---------------------------|-------------|
| Standard, 304, 316, 316Ti | 30–40 % |
| 904L | 25–30 % |
| 2205 | 12–20 % |
| 254 SMO® | 5–10 % |

KUVA 7. Voimakkaan happokierron vaikutus peittautulokseen (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg, 2000.)

Altaaseen voi liittyä putkia, mikäli peittausahon sekoitus halutaan tehdä kierrättämällä happoa. Tällöin esimerkiksi altaan toisesta päästä lähtee putki toiseen päähän, ja välissä on pumppu pitämässä happoa liikkeellä. Putkien ja pumppujen materiaalina käytetään yleensä polypropyleeniä (PPR). (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg. 2000.)

Happoliuoksen sekoituksen voi toteuttaa myös asentamalla altaan pohjaan poresuuttimet, jotka sekoittavat happoliuosta nimensä mukaisesti poreiden avulla. Tämä kuitenkin lisää altaasta ilmaan haihtuvien myrkyllisten typpioksidien määrää.

6.2 Mekaaniset suojat

Altaassa olisi hyvä olla kansi. Tämä estää osaltaan happoliuoksen haihtumisen, epäpuhtauksien leviämisen ilmaan sekä ylimääräisen lian ja roskien pääsemisen altaaseen. Periaatteessa kansi ei kuitenkaan ole pakollinen, mikäli peittausalue olisi kokonaan oma hallinsa, tai eristetty muista työtiloista täysin. Koska toimeksiantajan tapauksessa peittausalue on katosta avonainen ja yhteydessä muihin työtiloihin, on kannen asentaminen altaaseen kuitenkin hyvin suositeltavaa.

Vierailulla eräällä toisella konepajalla tuli idea kanteen liitettävästä imujärjestelmästä. Tällöin kannen pitäisi olla kiinteä, ja materiaalin esimerkiksi lasikuitua tai muovia. Kannen imujärjestelmää käsitellään lisää luvussa 6.5.

Altaan ympärillä tulisi olla valumakaukalo peittausahon läikkymisen tai altaan vuotamisen varalta. Valumakaukalon tilavuus pitäisi olla vähintäänkin yhtä paljon kuin altaan tilavuus. (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg. 2000.)

Todennäköisesti tässä tapauksessa, mikäli allas päätetään rakentaa, tulee altaasta sen verran korkea, että altaan viereen tarvitsee hoitotason tai korokkeen. Tämä koroke voi olla rakennettu esimerkiksi samasta materiaalista kuin itse allas, puusta tai teräksestä.

6.3 Henkilökohtaiset suojavälineet

Henkilökohtaisiin suojavälineisiin kuuluu käytännössä samat suojat, kuin ruiskupeittauksessa. Näitä ovat suojahaalari, suojahanskat, kumisaappaat ja raitisilmamaski. Nämä suojavälineet löytyvät konepajan peittausalueelta jo ruiskupeittauksen takia. Henkilökohtaisista suojavälineistä kerrottiin enemmän kappaleessa 5.3.1.

6.4 Tilan tarve ja peittausalueen layout

Peittausalueen layout-kuvassa, joka on luottamuksellisessa liitteessä 2, on peittausalueen layout peittaus- ja huuhtelualtaan kanssa. Kuvassa sinisellä värillä on hallin ulkoseinä, ja punaisella peittausalueen muusta tuotantotilasta erottava korkea sermi. Peittausallas on sijoitettu peittausalueen lyhyemmälle sivulle hallin ulkoseinää vasten, sillä tämä on tilankäytön kannalta paras vaihtoehto. Pitkittäin ollessaan allas veisi liikaa tilaa leveyssuunnassa esimerkiksi suuremmalla halkaisijalla olevien säiliöiden ruiskupeittaukselta. Peittausaltaan vieressä on huuhteluallas, jossa peitattavat kappaleet kastetaan ennen lopullista korkeapainehuuhtelua. Huuhtelualtaan ja peittausaltaan väliin on jätetty tila huoltotasolle, että peittausaltaalla työskentely helpottuisi. Säiliöiden ja muiden altaaseen mahtumattomien tuotteiden peittaukselle jää tilaa pituussuunnassa noin 16 metriä.

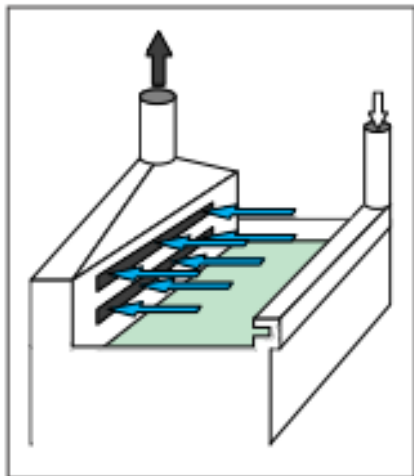
Mahdollisen altaan toimittajan vierailun yhteydessä syntyi idea siirrettävästä huuhtelualtaasta. Tarvittaessa lisää peittausalaa pituussuunnassa (esimerkiksi jokin pidempi säiliö) voisi huuhtelualtaan tyhjentää, ja siirtää siltanosturilla peittausalueen ulkopuolelle. Tällöin ruiskupeittaukselle syntyisi lisätilaa n. 2,5 metriä, ja kokonaisuudessaan pituussuunnassa tilaa olisi 18,7 metriä. Layout-kuva tästä on luottamuksellisessa liitteessä 2.

Mahdollinen ratkaisu on myös rakentaa pelkkä peittausallas ilman huuhteluallasta. Tällöin altaassa peitattavat kappaleet huuhdellaan korkeapainepesurilla peittauksen jälkeen samalla tavalla, kuin ruiskupeitattut tuotteet.

6.5 Käryn poisto

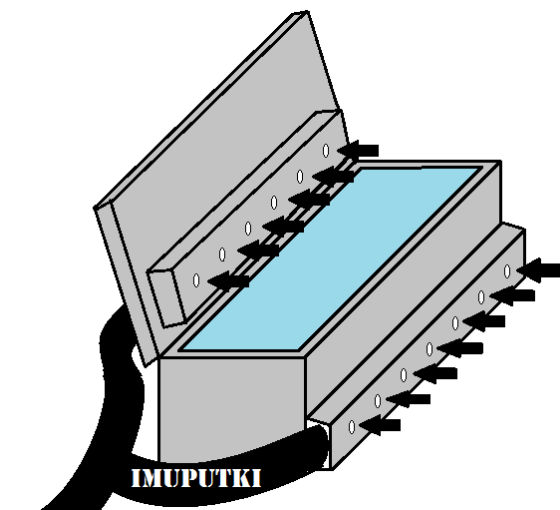
Pajan peittausalueella on jo jonkinlainen ilmanvaihtojärjestelmä ruiskupeittauksessa syntyvälle kärylle. Mikäli peittausalueelle kuitenkin rakennetaan peittausallas, tämä ei enää riitä, vaan ilmanvaihtojärjestelmää on päivitettävä.

Altaalle on tehtävä oma kohdeilmanvaihtojärjestelmänsä. Yksi hyvä vaihtoehto tämän kokoluokan altaalle on kuvan 8 mukainen järjestelmä, jossa syöttöilma tulee toiselta sivulta, ja poistoilma lähtee toiselta sivulta. Kuvassa syötettävä ilma tulee oikealta sivulta, ja poistoilma on vasemmalla sivulla.



KUVA 8. Peittausaltaan ilmanvaihto (Bornmyr, Leffler, Lunner & Holmberg, 2000.)

Vierailulla eräällä toisella konepajalla syntyi kuitenkin ajatus erilaisesta kärynpoistojärjestelmästä. Tässä mallissa imuputket liitetään peittausaltaan kanteen, johon on tehty kiinteä imukotelo, joka jakaa imun altaan leveydelle. Myös altaan ulkoreunaan latiantasoon oli tehty samanlainen imukotelo, joka oli liitetty samaan imuputkistoon. Tämä poistaa altaan ulkopuolelle esimerkiksi huuhtelun mukana tulevasta haposta lähtevän käryn. Tämä malli toimi ainakin em. konepajalla erittäin hyvin, eikä altaassa olevan hapon hajua huomannut millään tavalla, eikä imun ääntä, tai minkäänlaista vetoa tuntunut. Tämän kokemuksen perusteella kanteen liitettävä imujärjestelmä altaan ilmanvaihdossa tuntuisi kaikkein parhaalta ratkaisulta.



KUVA 9. Havainnollistava kuva kannen ja lattiatason imujärjestelmästä

Ilmanvaihdon tarvetta käsiteltiin luvussa 5.3.2.

7 HAPON JÄLKIKÄSITTELY

7.1 Peittaushapon vaihto

Riippuen altaan käyttömäärästä ja -tavasta sama peittaushappo voi kestää altaassa useita vuosia. Peit-
tausaine kuitenkin kuluu käytön aikana haihtumalla ja kappaleiden pinnalla nostettaessa happoaltaasta,
ja sen tehoaika riippuu happojen ja liuenneiden metallien määrästä altaassa. Tämän vuoksi seos tulisi
analysoida säännöllisin väliajoin ja happoja lisätä tarvittaessa peittaustehon ylläpitämiseksi. Koska typ-
pihappo ja fluorivetyhappo haihtuvat eri nopeudella, on altaaseen lisättävä sopiva erikoisseos happo-
tasapainon optimoimiseksi. (Tikkakoski, 2017.)

Normaaliolosuhteissa happoaltaasta tarvitsee analysoida 6-12 kuukauden välein. Kuitenkin silloin, kun
peitattavaa tuotetta menee todella paljon läpi, on allas hyvä analysoida jopa kerran kuukaudessa. Ylei-
sesti ottaen kun peittaussajat alkavat pitenemään tai peittaustaatu huononemaan, olisi allas hyvä analy-
soida ja optimoida. Kun altaan liuoksessa on metallia enemmän kuin 22 g/litra, peittaushappo alkaa
menettää tehojaan. (Tikkakoski, 2017.)

Normaalioloissa itse peittaushappo tarvitsee vaihtaa kokonaan uuteen hyvin harvoin, sama happo kes-
tää altaassa useamman vuoden oikealla huolenpidolla. (Tikkakoski, 2017.)

Kaikki edellä käydyt asiat kuitenkin riippuvat siitä, miten peitattavat kappaleet esikäsitellään ennen peit-
tausta ja kuinka paljon ylimääräistä kuonaa altaaseen päätyy. Peitattavat kappaleet tulisi aina esipestä
hyvin, niin ettei kappaleiden mukana altaaseen päätyisi kuonaa, rasvaa, orgaanista jätettä yms. Muu-
tenkaan liuoksen kestävyydelle, sakanpoistoväleille ja analysointiväleille ei oikein voi antaa mitään tark-
kaa aikaa, vaan tarvittavia toimenpiteitä on tehtävä silloin, kun peittaustulos alkaa heikentyä ja -aika
pidentyä. (Tikkakoski, 2017.)

7.2 Sakan käsittely

Happoaltaan analysoinnissa todetaan myös altaaseen liuenneiden metallien määrä. Kun metallipitoisuus
altaassa ylittää 22 g/l, alkaa peittaushappo menettää tehojaan ja allas olisi hyvä puhdistaa (Tikkakoski,
2017). Puhdistus tapahtuu tyhjentämällä allas peittaushaposta, ja tämän jälkeen lapioimalla pohjalle
jäänyt sakka pois. Allas pestään, jonka jälkeen peittaushapon voi siirtää takaisin altaaseen ja tarvittaes-
sa (yleensä) optimoida liuoksen happotasapainon. Altaasta lapioitu sakka kuivatetaan ja tämän jälkeen
toimitetaan ongelmajätteiden käsittelyyn erikoistuneelle yritykselle.

8 INVESTOINTISUUNNITTELU

Investointisuunnittelu on esitelty liitteessä 3, joka on luottamuksellinen.

9 LOPPUSANAT

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Caverion Industria Oy:n Leppävirran konepajalle sopiva allaspeittausprosessin laitteisto, sen vaatimukset ja kustannukset sekä allaspeittausliuoksen ominaisuudet ja vaatimukset.

Työn tuloksena saatiin selvitys allaspeittauksesta, sen vaatimasta laitteistosta ja peittausliuoksista, sekä peittausaltaan käyttökokemuksia toiselta konepajalta.

LÄHTEET

BORNMYR, A., HOLMBERG, B. 2006. Avesta Welding Peittauskäsikirja; Ruostumattoman teräksen peittaus ja puhdistaminen. Revisio 2. Avesta Welding AB

BORNMYR, A., LEFFLER, B., LUNNER, S., HOLMBERG, B. 2000. Guidelines for Planning and Designing a Pickling Workshop. Avesta Welding AB

Esab. 2004. Peittausopas ruostumattomien terästen hitseille.

Haettu 20.3.2017 osoitteesta:

http://www.esab.fi/fi/fi/support/documentation/educational/upload/peittausopas_2004.pdf

EuroInox. 2004. Ruostumattoman teräksen peittaus ja passivointi (Materiaalit ja niiden käyttösovellukset -sarja, Julkaisu 4)

Haettu 13.3.2017 osoitteesta: http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Passivating_Pickling_FI.pdf

EuroInox. Mikä on ruostumaton teräs?

Haettu 13.3.2017 osoitteesta: http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/What_is_Stainless_Steel_FI.pdf

Kyröläinen, A., Lukkari, J. 1999. Ruostumattomat teräkset ja niiden hitsaus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1999. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

MIKKONEN, M. 2017a. Konepajapäällikkö, Caverion Industria Oy, Leppävirran konepaja, sähköpostiviesti 6.4.2017. Vastaanottaja: Riku Puittinen. Tietoa konsernista yrityseshittelyä varten.

MIKKONEN, M. 2017b, Konepajapäällikkö, Caverion Industria Oy, Leppävirran konepaja, sähköpostiviesti 10.5.2017. Vastaanottaja: Riku Puittinen. Tietoa toimipisteestä yrityseshittelyä varten.

TIKKAKOSKI, L. 2017, IWS, voestalpine Böhler Welding Nordic AB, sähköpostiviesti 7.4.2017. Vastaanottaja: Riku Puittinen. Tarkentavaa tietoa allaspeittausliuoksesta ja sen käsittelystä.