

# **Sompasaaren laiturielementtien valmistaminen työmaalla sekä niiden vedenalainen asennustyö**

Graniittirakennus Kallio Oy



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennustekniikka

Visamäki, kevät, 2017

Samuli Jalonen

Rakennustekniikka  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Samuli Jalonen	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Sompassaaren laiturielementtien valmistaminen työmaalla sekä niiden vedenalainen asentamistyö	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Jari Mustonen	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tilaajana toimi tuusulalainen infrarakentamiseen erikoistunut Graniittirakennus Kallio Oy. Yhtiöllä oli tarve saada lisää tietoa elementtien valmistamisesta työmaaolosuhteissa sekä elementtien vedenalaisesta asennustyöskentelystä. Graniittirakennus Kalliolla oli tavoitteena löytää toimiva menetelmä valmistaa massiivisia laiturielementtejä työmaalla. Elementit tuli valmistaa annetun työmaa-alueen sisällä niille suunnitelluilla valmistusalueilla. Elementit siirrettiin välivarastoalueisiin valmistusprosessin edetessä. Opinnäytetyössä pyrittiin saamaan tehokas keino valmistamaan elementtejä työmaalla.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdyttiin elementtien laatuvaatimukseen materiaalien, muototoleranssien sekä oikeaoppisten työvaiheiden osalta. Lisäksi teoriaosuudessa perehdyttiin myös asennustyön työturvallisuuteen ja vaadittuihin asennustoleransseihin.

Opinnäytetyössä törmättiin muutamiin haasteisiin, jotka vaikuttivat elementtien valmistusnopeuteen, laatuun ja kustannuksiin. Haasteina olivat jalattomien elementtien valaminen vaakatasossa, raudoitteen mahtuminen toleranssien sisäpuolelle, muottien korvaaminen PERille, valmisteluvassa vaiheessa elementtien asennusalustan pohjien teko noin tasolle -4 metriä sekä verhoilukivien toimitusongelmat.

Opinnäytetyössä suunniteltiin toimiva työohje ja työvaihekohtainen suunnitelma perustuen vaadittaviin laatutekijöihin ja työmaalla koettuihin tilanteisiin. Opinnäytetyössä ei ole tarkoitus selvittää kustannuksia eurotasolla, vaan pohtia, mistä kustannuksia syntyy.

**Avainsanat** elementti, laatu, talvibetonointi, toleranssit

**Sivut** 51 sivua, joista liitteitä 16 sivua

Degree Programme in Construction Engineering  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Samuli Jalonen	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Manufacturing of Sompasaari dock elements on site and their underwater installation	
<b>Supervisor/s</b>	Jari Mustonen	

---

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by Graniittirakennus Kallio Oy in Tuusula specialized in infrastructure construction. The company had a need to get more information about manufacturing elements on site and how to install elements under water surface. The company's goal was to find a proper method to manufacture massive dock elements on site. The elements needed to be manufactured inside a given space at the construction site. While the manufacturing process was continuing, the finished elements were moved to a storage site. The aim of the thesis was to achieve a working method for the manufacture of elements.

The theoretical part of this thesis discussed the quality requirements of materials, shape tolerances and orthodox working phases. The safety of installation and given installation tolerances were also studied.

Some challenges affecting the rate, quality and costs of manufacturing the elements were encountered. These included casting of legless concrete elements horizontally, fitting reinforced steel bars inside the casting mold and compensating molds for PERI. Other challenges were also making the installation surface for the element at four meters below water surface at the preparing phase and delivery problems of surfacing stone.

Proper working instructions and a work phase plan were produced in the thesis based on the required quality factor and experiences at the construction site. No accurate cost analysis was provided, but the causes of costs were considered.

**Keywords** Element, quality, winter concreting, tolerances

**Pages** 51 pages including appendices 16 pages

## MÄÄRITELMÄT

Harjateräs	Betonin raudoituksessa käytettävä tankoteräs, jossa on poikittaisia harjakkeita
Elementti	Rakentamisessa käytettävä valmisosa
Karbonatisoituminen	Betonin neutraloitumisreaktio, jonka seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee
Korroosio	Kemiallinen ilmiö, joka syövyttää metallia
Kuumavalssaus	Metallin kuumamuokkaamista metallirullilla
Rakentamistoleranssi	Valmiin rakenteen tietyn mitan sallittu vaihtelu
Toleranssi	Tuotteen teknisen tai kaupallisesti merkittävän ominaisuuden suurin sallittu poikkeama nimellisarvosta
Valmistustoleranssi	Esivalmisteisen elementin suurin sallittu poikkeama nimellisarvosta

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	ELEMENTTIEN LAATUVAATIMUKSET.....	4
2.1	Betonin laatuvaatimukset.....	5
2.1.1	Peruslaatta meressä.....	6
2.1.2	Tukirakenteet meressä.....	6
2.2	Teräksen laatuvaatimukset.....	7
2.3	Elementtien valmistustoleranssit.....	7
3	ELEMENTTIEN VALMISTAMINEN TYÖMAALLA.....	9
3.1	Valmistelevat työt.....	9
3.2	Raudoittaminen.....	10
3.3	Elementtien muotittaminen.....	11
3.4	Talvibetonointi.....	13
3.5	Suunnitelmat betonointitöihin.....	16
3.5.1	Betonointisuunnitelma.....	17
3.5.2	Betonointipöytäkirja.....	18
4	ELEMENTTIEN ASENTAMISEN LAATUVAATIMUKSET.....	19
4.1	Työturvallisuuden vaatimukset.....	19
4.2	Nostotyön vaatimukset.....	20
4.3	Vedenalaisen työn vaatimukset.....	22
4.4	Asentaminen ja asennustoleranssit.....	22
5	KUSTANNUSRAKENNE.....	25
6	KEHITYSTOIMENPITEET.....	26
7	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET.....	29

## Liitteet

Liite 1	Elementtien mittaus ja laadunvarmistussuunnitelma
Liite 2	Betonointisuunnitelma
Liite 3	Betonointipöytäkirja
Liite 4	Verhoilukivien työvaihekohtainen suunnitelma
Liite 5	Nostotyösuunnitelma

## 1 JOHDANTO

Sompasaari oli 1960-luvulle saakka korkea saari Kruunuvuorenselällä. 1960-luvulla aloitettiin Sörnäisten sataman laajentaminen merelle päin, joten Sompasaari louhittiin tasaiseksi ja se yhdistettiin osaksi manteretta. Nykyisin Sompasaari on ihmisen muokkaama niemi. (Helsingin kaupunki n.d.)

Ennen saaren louhimista tasaiseksi saari toimi helsinkiläisten huviretkien kohteena. Vuonna 1921 osuusliike Elanto hankki saaren omistukseensa ja järjesti siellä kesäsiirtolaisilleen tapahtumia, kuten Sompasaaren olympialaiset. Olympialaiset keräsivät katsojajoukkoja kannattamaan kisaajia. (mt.)



Kuva 1. Sompasaari vuonna 1937 (Ilmavoimat 1937).

Kun Sompasaari yhdistettiin kiinni mantereeseen, alettiin Sompasaaren nimeä käyttää, kun kuvailtiin koko Sörnäisten satamaa. Sompasaaren nimeä käytettiin myös ohjaamaan liikennettä tienviitoissa. Sompasaari toimi jonkin aikaa myös autolauttasatamana. (mt.)



Kuva 2. Sompasaari 1960-luvulla (Grünberg 1966).

1970-luvulla Sörnäisten satamaa laajennettiin lähinnä Sompasaassa. Sörnäisten satama oli Vuosaaren sataman avaamiseen asti Helsingin ro-ro-satama, eli satama, missä aluksien kuormaaminen tapahtuu aluksien keulasta, sivusta tai perästä rullaten eli ilman nosturia. Termi ro-ro tulee englannin kielen sanoista *"roll on roll off"*. (Logistiikan maailma n.d.) Satama toimi myös Suomen hedelmä- ja vihannestuotteiden tuontikeskuksena. (Helsingin kaupunki n.d.)

Sörnäisten satama toimi Kruunuvuorenselän rannalla vuodesta 1863 vuoteen 2008 saakka. Satama jäi pois käytöstä 24. marraskuuta 2008. Sen toiminnot siirrettiin Vuosaareen. Alueelle jäi ainoastaan Hanasaaren voimalaitoksen hiilisatama. (mt.)



Kuva 3. Sompasaari ennen sataman alasajoa (Scan-Foto 1999).

Kalasadamaan rakennetaan uutta asuinalueita noin 21 000 asukkaalle; uusi asuinalue tulee tarjoamaan 8 000 uutta työpaikkaa. Alueen rakentaminen tulee kestäväksi 2030-luvun loppuun saakka. Sompasaari on jaettu kahteen osaan, Sompasaaren pohjois- ja eteläosaan. Sompasaaren eteläosa on nimetty Nihdiksi. Pohjoisosaa rakennetaan vuodesta 2015 vuoteen 2023, ja Nihdin osaa rakennetaan vuosina 2021–2026. (Helsingin Kaupunki 2016.)

Tämä opinnäytetyö käsittää Sompasaaren pohjoisosan vanhojen laiturirakenteiden uusimisen betonisilla laiturielementeillä, jotka tullaan valmistamaan työmaa-alueella. Työn tarkoituksena on hankkia tietoa kyseisten elementtien oikeaoppisesta valmistamisesta työmaalla sekä niiden asentamisesta veden pinnan alapuolelle. Työn tavoitteina on saada työn tilaajalle tietoa satamarakentamisesta ja elementtien valmistamisesta työmaan olosuhteissa. Muita tavoitteita on saada selvitettyä, mistä syntyy ylimääräisiä kustannuksia ja aikatauluviiveitä. Tarkoitus on pystyä karsimaan ylimääräiset kustannukset sekä selvittämään, mistä aikatauluongelmat voivat syntyä.





Kuva 4. Havainnekuva Kalasatamasta (Helsingin taidemuseo HAM 2015).

Urakassa valmistetaan yhteensä 108 kappaletta laiturielementtejä. Elementit koostuvat jalallisista, noin 100 tonnin painoisista elementeistä, jatlattomista, noin 50 tonnin painoisista seinäelementeistä sekä muutamista kulmaelementeistä. Laiturirakenteita valmistetaan vuoden 2016 syksystä kevääseen 2017 saakka. Elementit valetaan talviaikana, ja elementit asennetaan mereen kevään 2017 aikana.

## 2 ELEMENTTIEN LAATUVAATIMUKSET

Tilaaajan valitsema suunnittelija on määritellyt urakassa käytettävät materiaalit olosuhteiden mukaan. Suunnittelija valitsee elementtien rakenteiden rasitusluokat seuraavien rasitustekijöiden suhteen:

1. karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio
2. kloridien aiheuttama korroosio
3. merivedessä olevien kloridien aiheuttama korroosio
4. jäätymis-/sulamisrasitus
5. kemiallinen rasitus.

Rakenne voi kuulua useampaan eri rasitusluokkaan samanaikaisesti. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä laiturielementti sisältää yhteensä viittä eri rasitusluokkaa. (Suomen betoniyhdistys 2011.)

Tässä urakassa elementtien laadunvarmistus perustuu InfraRYL:n kohtiin 41110 Paikalla valettu betonirakenne ja 41120 Betonielementtirakenne. Laadunvarmistuksen osana työmaalla on käytössä mittaus- ja laadunvarmistussuunnitelma, johon on merkitty mitattavat/raportoitavat kohdat sekä tiedot, millä menetelmällä mitataan ja kuka on vastuussa mittaamisesta tai raportoisesta.

Mittaus- ja raportointikohteita ovat mm. elementtien kulmien sijainti, betonipeitteen paksuus, betonin puristuslujuus sekä betonointipöytäkirja ja raudoitustarkastus. Elementtien kulmat mitataan takymetrillä, ja mittaaja on mittamies. Raudoitustarkastus tehdään yhdessä suunnittelijan kanssa. Tarkastuksessa varmistetaan raudoituksen suunnitelmien mukaisuus, sijainti ja etäisyys muottiin. Samalla poistetaan ylimääräiset tavarat, jos sellaista on jäänyt raudoitteeseen tai muottiin.

Betonipeitettä mitataan betonipeitemittarilla. Mittari toimii sähkömagneettisella tavalla, ja se tunnistaa halutun teräksen etäisyyden laitteesta. Pääasiassa mitataan pääteräksen etäisyyttä betonin pinnasta. Tässä urakassa on kuitenkin määritelty betonipeitteen mittaaminen työteräksistä, jos työteräksiä on käytetty. Puristuslujuutta voidaan mitata 28 päivän koekappaleilla tai kimmovasaralla. Kimmovasaralla mitattu puristuslujuus on suuntaa-antava. Betonointipöytäkirja tulee tehdä jokaisen valun yhteydessä. Betonointipöytäkirjaan merkitään tarvittavat tiedot valusta, kuten sääolosuhteet ja betonimassan tiedot. Betonin lämmönkehitystä on seurattava talvibetonoitaessa. Mittaus- ja laadunvarmistussuunnitelman osa betonirakenteista löytyy liitteistä.

## 2.1 Betonin laatuvaatimukset

Tässä työssä valmistettavat betonielementit luokitellaan Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohje Betonirakenteiden suunnittelu NCCI 2:ssa kahteen luokkaan, peruslaatat meressä sekä tukirakenteet meressä. Molempien rakenteiden minimivaatimukset on annettu kyseisessä julkaisussa vuodelta 2014. Elementtien eri osien laatuvaatimuksista kerrotaan tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

Jos elementit tehtäisiin elementtitehtaalla, elementtien laatuvaatimusten pitäisi olla vähintään EN 13369 Betonivalmisteiden yleiset säännöt -standardin mukaiset. Kyseinen standardi on elementtien perustandardi, ja se käsittelee tehdasvalmisteisia valmisteita.

Rasitusluokkaryhmät ryhmitellään neljään luokkaan:

- Rasitusluokkaryhmä R1: ”Päällysrakenteen kansirakenne, maatuet, reunapalkit, siivet ja siirtymälaatat silloissa, jotka sijaitsevat valta- tai kantatiellä tai muulla tiellä, jonka talvihoidossa käytetään suolaa säännöllisesti (KVL < 1500, esim. kaupunkien sisääntulotiet, talvihoito-luokka Is tai I) sekä betonirakenteet silloissa, joiden alitse kulkee jokin

edellä mainituista teistä ja jotka sijaitsevat kuutta metriä lähempänä tien reunaa.”

- Rasitusluokkaryhmä R2: ”Päällysrakenteen kansirakenne, maatuet, reunapalkit, siivet ja siirtymälaatat silloissa, jotka sijaitsevat tiellä, jonka talvihoidossa käytetään suolaa (KVL>350, talvihoitoluokka Ib tai Tlb) sekä betonirakenteet silloissa, joiden alitse kulkee jokin edellä mainituista teistä ja jotka sijaitsevat kuutta metriä lähempänä tien reunaa.”
- Rasitusluokkaryhmä R3: ”Siltarakenteet meren rannalla.”
- Rasitusluokkaryhmä R4: ”Siltarakenne ei kuulu mihinkään muuhun ryhmään.” (Liikennevirasto 2014.)

Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohje Betonirakenteiden suunnittelu NCCI2:n taulukon 4.2 mukaan elementin molemmat osat luokitellaan rasitusluokkaryhmän R4 mukaan.

### 2.1.1 Peruslaatta meressä

Peruslaatta meressä eli elementin jalka-/antura-betonimassalle on vaadittu seuraavat rasitusluokat: XC2, XS2.

Rasitusluokka XC2 estää karbonatisoitumisen aiheuttamaa korroosiota, kun betoni on märkä ja harvoin kuiva. Rasitusluokka XS2 estää meriveden kloridien aiheuttaman korroosion, kun betoni on pysyvästi veden alla. (Silvennoinen, Hietanen & Tikanoja 2009, 4.)

Peruslaatta meressä vaatii lujuudeltaan vähintään C30/37-betonimassan (Liikennevirasto 2014), mutta suunnittelija on valinnut massaksi C35/45, koska elementin toisen osan tulee olla lujuusvaatimuksilta edellä mainittua massaa. Täten on selkeämpää käyttää yhtenäistä betonimassaa elementissä. Elementin käyttöikäksi on suunniteltu 100 vuoden minimikäyttöikä.

Elementin betonipeitteen nimellisarvo on 60 mm, paitsi maata vasten valettaessa 100 mm.

### 2.1.2 Tukirakenteet meressä

Elementin tukirakenteilta eli toisin sanoen elementin etuseinältä ja rivoilta vaaditaan seuraavat rasitusluokat: XC4, XS3 sekä XF4. Rasitusluokka XC4 estää karbonatisoitumisen aiheuttaman korroosion, kun rakenne vaihtelee märän ja kuivan välillä. XS3 estää meriveden kloridien aiheuttamaa korroosiota, kun tukirakenteet altistuvat vuorovedelle ja meriveden roiskeelle. Rasitusluokka XF4 auttaa tukirakenteita jäädytys-sulatusrasitusta vastaan. Elementtien seiniä ja rivoja valettaessa massan tulee olla p-lukubetonia eli betonia, joka kestää toistuvaa jäätymis-sulamisrasitusta sekä suolarasitusta. Tässä osassa elementtiä on käytettävä massaa, jonka p-luku on 70.

P-lukumassat jaetaan neljään pakkasenkestävyysluokkaan P20, P30, P50 ja P70. Pakkasenkestävyys on parempi, mitä suurempi betonin pakkasenkestävyysluku on. (Liikennevirasto 2013.)

Elementin tukirakenteiden minimilujuusvaatimus on C35/45, ja se on määritelty Liikenneviraston eurokoodien sovellusohje betonirakenteiden suunnittelu NCCI 2:n mukaan.

## 2.2 Teräksen laatuvaatimukset

Elementti raudoitetaan teräksellä, sillä elementin tulee kestää laiturirakenteisiin kohdistuvia erilaisia kuormituksia. Kuormituksia ovat mm. maanpaine elementin toisella puolella ja vedenpaine toisella puolella, jääkuormat sekä veneiden ja muiden pienalusten laiturointi. Elementti ilman teräsraudoitusta ei kestäisi erilaisista kuormituksista aiheutuneita rasituk-  
sia. Tästä syystä elementti tulee raudoittaa.

Elementtien teräksinä käytetään teräslaatu B500B. Tämä teräslaatu on Suomen Standardisoimisliiton SFS 1268 -standardin mukainen. SFS 1268 -standardi on eurooppalaisessa standardisoimisjärjestössä CENissä vahvistetun standardin EN 10080 alainen.

B500B-teräs on hitsattavaa kuumavalssattua terästankoa. Sen tunnuksessa ensimmäinen b-kirjain tarkoittaa, että tuote on betoniterästä ja sitä käytetään betonin raudoittamisessa. Tunnuksen numerosarja tarkoittaa teräksen myötölujuutta megapascalleissa (MPa). Viimeinen kirjain tunnuksessa tarkoittaa teräslaadun sitkeysluokkaa. Betoniteräksellä on kolme eri sitkeysluokkaa, A-, B- ja C-luokka. (Marttila 2009.)

## 2.3 Elementtien valmistustoleranssit

Betonelementtejä luokitellaan kansallisella mittatarkkuusluokilla. Luokkia ovat Normaaliluokka (N) ja Erikoisluokka (E). Kantaville betonelementeille käytetään Suomessa SFS-EN 13369 -standardin liitteen C taulukon C.1 mukaisia tiukennettuja toleranssivaatimuksia esimerkiksi raudoitteen osalta. Mittatarkkuusvaatimukset raudoituksen suhteen löytyvät kyseessä olevasta tuotestandardista. (Siniranta 2011, 7.)

Rakentamistoleranssi koostuu elementin valmistus- ja asennustoleranssista. Tässä luvussa käydään läpi valmistustoleransseja. Asennustoleransseja käydään läpi elementtien asentamisen laatuvaatimuksissa.

Valmistustoleranssi on elementin muotoon liittyvä tila. Elementin kulmien, viivojen ja pintojen on sijaittava valmistuksen jälkeen tämän tilan rajojen sisällä.

Suomen Betoniyhdistys ry:n (2011, 136) mukaan elementtien raudoitteen aseman ja mittojen tulee täyttää määrätyt vaatimukset, ellei suunnittelija ole toisin esittänyt. Raudoitteen suuremmat mittapoikkeamat voidaan hyväksyä, jos voidaan osoittaa, ettei niistä ole haittaa rakenteen varmuudelle, toiminnalle tai muille rakenneosille.

Taulukko 1. Rakenteen poikkileikkauksen mittojen ja pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat (Suomen Betoniyhdistys ry 2011).

Rakenneluokka	a ≤ 200 d Δ [mm]	a 200 < d ≤ 500 Δ [mm]	a 500 < d ≤ 2000 Δ [mm]	a d > 200 Δ [mm]
1	5	10	20	30
2	10	20	30	50

a= poikkileikkauksen mitta tarkasteltavassa suunnassa

d= poikkileikkauksen tehollinen korkeus

Δ= sallittu poikkeama

Jos rakenteen poikkileikkauksen mitta tai tehollinen korkeus on pienempi kuin 40 mm, suunnittelijan on harkittava sallittavat mittapoikkeamat erikseen ja merkittävänä ne piirustuksiin. (Suomen betoniyhdistys ry 2011, 136.)

Ankkurointi-, jatkos- ja tartuntapituudet saavat alittua korkeintaan 20 mm, kun teräksen halkaisija on pienempi tai yhtä suuri kuin 16 mm ja 40 mm, kun halkaisija on suurempi kuin 16 mm. (mt.)

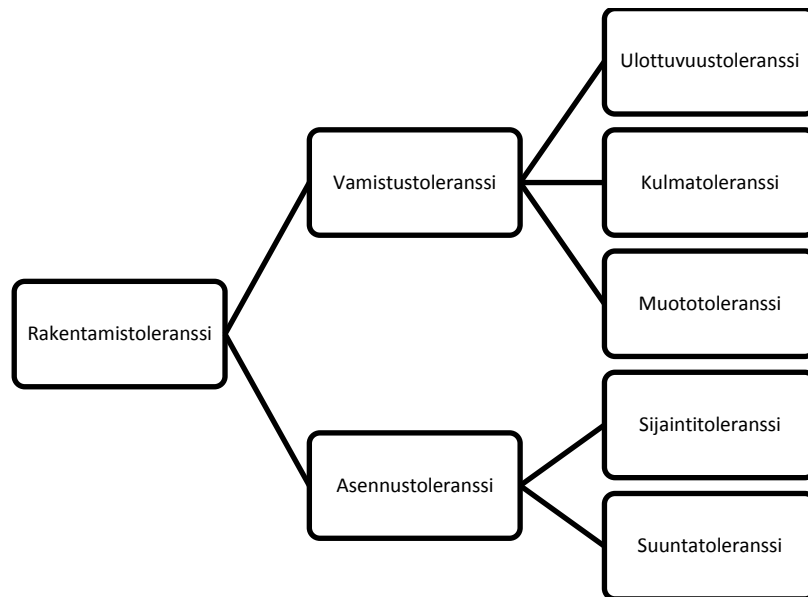
Betonipeitteen vähimmäisarvo (betonipeitteen nimellisarvo vähennettynä sen suurin sallittu mittapoikkeama) tulee ilmoittaa piirustuksissa. Betonipeitteen sallittu poikkeama on yleensä 10 mm. Betonipeitteen arvoon voidaan tehdä yksi 5 mm:n vähennys, jos XC2–XC4-rasitusluokissa by 50 -taulukon 4.7 mukaista lujuusluokkaa korotetaan vähintään 10 MN/m<sup>2</sup>. Elementtien valmistaja voi käyttää pienempää sallittua mittapoikkeamaa kuin 10 mm, jos se on varmennetun tehtaan sisäisen laadunhallinnan mukaan perusteltua. Alle viiden millimetrin sallittua mittapoikkeamaa ei saa käyttää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2011, 75.)

Taulukko 2. Betonipeitteiden vähimmäisarvo eri rasitusluokissa (Suomen Betoniyhdistys ry 2011, 75).

Rasitusluokka	Betonipeitteen vähimmäisarvo 50 vuoden käyttöiälle [mm]		Betonipeitteen vähimmäisarvo 100 vuoden käyttöiälle [mm]	
	Betoniraudointus	Korroosioherkkä raudointus	Betoniraudointus	Korroosioherkkä raudointus
X0	10	10	10	10
XC1	10	20	10	20
XC2	20	30	25	35
XC3, XC4	25	35	30	40
XS1, XD1	30	40	35	45
XS2, XD2	35	45	40	55
XS3, XD3	40	50	45	55

Elementtien toleranssivaatimukset kuuluu esittää mittauspituudesta riippumattomina lukuina. Reikien toleranssivaatimukset koskevat reiän sijaintia ja kokoa. Sijaintitoleranssilla tarkoitetaan mitta reiän reunoista. Nostolenkit eivät ole osa teräsosien toleransseja. (Siniranta 2011, 8.)

Kuvio 1. Rakentamistoleranssin muodostuminen (Siniranta 2011, 8).



### 3 ELEMENTTIEN VALMISTAMINEN TYÖMAALLA

#### 3.1 Valmistelevat työt

Elementtien valmistaminen tehdään työmaalla niille varatuilla alueilla. Alueen alustan on oltava tasainen, sillä elementtien pohjat tehdään alustaa vasten. Alustan ja elementin pohjan väliin asennetaan 22 x 100 x 4980

mm raakalautaa ja suodatinkangas asennetaan raakalaudan päälle. Suodatinkangasta käytetään yhteen elementtiin 40 m<sup>2</sup>. Tämä vaihe kattaa vain jalallisten laiturielementtien valmistamisen.

Raakalautaa laitetaan 200 mm:n välein, toisin sanoen raakalautaa asennetaan yhden elementin pohjaan 140 metriä. Raakalaudan tarkoitus on tehdä elementin pohjaan tartuntapinta paalulaatan päälle tulevaan suoja täyttöön. Elementit asennetaan aikaisemmassa rakennusvaiheessa valmistetun paalulaataston päälle. Paalulaataston on tarkoitus kannatella elementtien paino sekä muut syntyvät kuormat.

Suodatinkankaalla vähennetään betonin hukkaa. Sillä saadaan myös tasaisempi pohjan pinta, eikä betonia pääse maaperään. Lautoja pystytään myöhemmin käyttämään uudelleen.

Samaan aikaan työmaalla valmistetaan paalulaatastoja. Paalulaatat koostuvat teräspaaluista, raudoittajien valmiiksi hitsatusta raudoitteesta, betonimassasta sekä valmiin laatan päälle tulevasta murske- tai sepelisuojatäytöstä. Raudoitteet tulevat valmiiksi hitsattuina, sillä raudoite lasketaan sukellustyöllä paalujen päälle meren pinnan alapuolella yli neljän metrin syvyyteen.

### 3.2 Raudoittaminen

Raudoitustyöt aloitetaan kulmien merkitsemisellä. Mittamiehen tulee merkitä kulmat, jotta työt päästäisiin aloittamaan mahdollisimman tarkasta lähtötilanteesta. Jos raudoittajat mittaavat kulmat itse, vaarana on, että raudoitteessa on heittoa sallittuja toleransseja enemmän.

Raudoitemateriaalina käytetään kuumavalssattua betoniterästä B500B. Elementissä käytetään 12–25 mm paksuja betoniteräksiä. 25 mm:n paksuinen betoniteräs on jalallisen elementin pääteräs. Yhteen jalalliseen elementtiin käytetään reilut 7500 kilogrammaa teräsradoitetta. Seinäelementteihin tulee 3100 kilogrammaa per elementti teräsradoitetta. Seinäelementeissä käytetään pääteräksenä halkaisijaltaan 20 mm paksua betoniterästä.

Ensimmäisessä raudoitusvaiheessa raudoitetaan pohjalaatta ja asennetaan tartuntateräksiset seiniä varten. Myös tämä vaihe koskee ainoastaan jalallisia elementtejä. Jalattomien elementtien raudoitus koostuu ainoastaan seinäosan raudoittamisesta. Raudoitus tehdään kahdessa osassa, sillä elementti myös valetaan kahdessa osassa. Jos elementti raudoitettaisiin kokonaan, niin raudoitteen osat, joita ei valettaisi, tulisi suojata betoniroiskeelta, jota roiskuu valettaessa. Kuitenkin elementti raudoitetaan niin, että jatkospituudet ovat vähintään minimipituuden ylittäviä.



Kuva 5. Elementin pohja-osan valmis raudoitus ja nostolenkit.

Raudoitteessa käytetään riittävää määrää väliskeitä, jotta taataan riittävä betonipeite. Väliskeet kiinnitetään raudoitteeseen sinkityllä sidelangalla tai alumiininauloilla. Betoniterästankojen tartuntojen sijainnit ja tuennat tarkastetaan ennen valua. Raudoitteesta poistetaan kaikki sinne kuulumaton tavara, kuten ylimääräiset sidelangat, harjateräksen pätkät tai kivet. Ennen valua varmistetaan raudoitus ja nostolenkkien sijainti. Suunnittelijan tulee tarkastaa raudoitus, ennen kuin elementtien valua voidaan aloittaa.



Kuva 6. Elementin loppuosa raudoitetaan pohja-osan valun jälkeen.

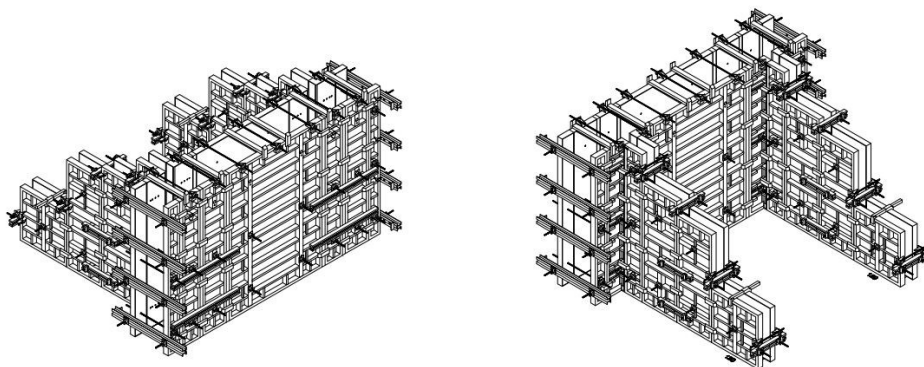
### 3.3 Elementtien muotittaminen

Elementtien muotittamisessa käytetään PERin valmismuotteja. PERin muottijärjestelmät valittiin elementtien muotittamiseen, koska PERillä on laaja valikoima erilaisia muotteja ja he pystyvät toimittamaan muotteja eri-



koisimpiinkin ratkaisuihin. PERIn muottien hyviä puolia ovat niiden helppous ja niiden asentaminen on yleensä nopeaa muottikohteesta riippuen. PERI on myös mitoittanut muotit kestämään betonin maksimipainetta, jolloin riski muottien pettämiseen valun aikana on pienempi kuin käyttämällä työmaalla rakennettuja muotteja, joita ei ole mitoitettu. Tämänkaltaisissa kohteissa työmaalla rakennetut muotit tehtäisiin kuitenkin erillisen muotitus suunnitelman mukaisesti, jolloin muotit on suunniteltu kestämään yhtä lailla betonin maksimipaine.

PERIn tuotteet ovat vuokratuotteita, ja edellä mainittujen asioiden ansiosta ratkaisun pitäisi toimia kustannustehokkaana, edellyttäen että muotit säilyvät ehjänä läpi urakan.



Kuva 7. PERIn tuottama 3D-mallinnus elementtien muoteista (PERI 2016).

Muotit tulee öljytä tarkoitukseen sopivalla muottiöljyllä, ja muotteihin pitää merkata valupinta. Ennen valua on tarkistettava, että muoteissa ei ole lunta ja jäätä; tarvittaessa muotit tulee puhdistaa. Jää ja lumi sulatetaan sille tarkoitetulla kalustolla, ja ylimääräinen vesi pyritään pumppaamaan pois muotista ennen valua.



Kuva 8. PERI-muottien käyttö on yleensä helppoa ja nopeaa.

Muottien toimittajalta tulee asennusohje muoteille, ja asennusohjeita noudattamalla elementit saadaan muotitettua mahdollisimman hyvin. Muotitettaessa seiniä tulee muottityön apuna olla asianmukaiset työtasot, kaiteet, portaat yms.



Kuva 9. Muottien viimeistelyssä tarvitaan myös aputasoja, jotta päästään käsiksi elementtien yläosiin.

### 3.4 Talvibetonointi

Elementtien valut ajoittuvat syksystä kevääseen, jolloin valutöissä tulee varautua talvibetonointiin ja sen tuomiin lisätöihin. Talvibetonointikausi alkaa, kun lämpötila laskee vuorokauden aikana alle +5 °C:een. Ensimmäinen vuorokausi on betonin lujuudenkehityksen kannalta tärkeä, joten on tärkeä varmistaa vuorokauden mittainen luotettava lämpötilaennuste. Ennuste antaa varmuutta betonointiin ja vähentää epäonnistumisen riskiä. Lämpötila tulee myös varmistaa hyvissä ajoin ennen valua ja juuri ennen valua. (Sahlstedt, Koskenvesa, Lindberg, Kivimäki, Palolahti & Lahtinen 2013, 29.)

Lumi ja jää ovat myös valua haittaavia ja hidastavia tekijöitä. Valettaviin rakenteisiin ei saa päästä lunta ja jäätä ennen valua. Tämän vuoksi valettavat rakenteet tulisi suojata esimerkiksi edellisenä päivänä. Pelkkään suojaamisen varaan valukohdetta ei voi jättää, jolloin tulee varautua lumen ja jään poistokalustoon. Sulatettu lumi ja jää tulee poistaa muotista esimerkiksi uppopumpulla. (Sahlstedt ym. 2013, 31.)

Talvella tuuli vaikuttaa lähinnä työntekijöihin, mutta myös betonin plastiiseen kutistumiseen. Tuuli kasvattaa suojaamattoman pinnan veden haihtumista, mikä puolestaan lisää plastista kutistumista. Voimakas tuuli aisti-

taan todellista kylmempänä, esimerkiksi talvella -5 °C:n lämpötilassa tuulen ollessa 13 m/s ihminen tuntee lämpötilan samana kuin -15 °C:n lämpötilan sään ollessa tyyni. (Sahlstedt ym. 2013, 33.)

Talvibetonointi vaatii aina rakenteiden suojaamisen lämmitystavasta ja muottitekniikasta riippumatta. Suojauksen tarkoitus on varmistaa riittävä lujuudenkehitys. Muita syitä suojaukseen ovat lumen ja jään kertymisen ehkäiseminen, lumen puhdistus- ja sulatustyön vähentäminen sekä lämpösuojaus. (Sahlstedt ym. 2013, 36.)

Suojausmenetelmät valitaan sen mukaan, miltä halutaan suojautua. Tyyppillisesti suojaudutaan kylmältä, lumelta ja tuulelta. Työmaan sähköistys ja valaistus kannattaa suunnitella samalla suojauksen kanssa. (mt.)

Kyseisessä urakassa elementit suojataan pääasiallisesti peitteillä (routamatto). Elementtien valun ensimmäisessä vaiheessa valetaan elementtien pohja. Pohjan yläpinta suojataan routamatoilla. Tarvittaessa elementit myös huputetaan myöhemmässä valuvaiheessa, ja valun lämmitystä lisätään. Betonin lämmönkehitystä tulee seurata.

Ennen valua muotit tarkastetaan ja lisätään lämmitystä tai höyrytetään muotti pari tuntia ennen valua. Ohuisiin rakenteisiin lisätään lämmityslankaa, jota kiinnitetään raudoituksen ulkopintaan. Se kytketään päälle valun jälkeen. Muotit poistetaan vasta, kun betoni on saavuttanut sille määrätyn purkulujuuden, joka on vähintään 60 prosenttia betonin nimellislujudesta.

Jalallisten elementtien ensimmäinen valuvaihe on peruslaatan eli ns. jalan valaminen. Betonimassa on talviaikana valmiiksi lämmitettyä. Betonimassa siirretään muottiin betonipumppuautolla ja massa tiivistetään suurtaajuustäryttimillä. Valun jälkeen suoritetaan asianmukainen jälkihoito, työsaumat viimeistellään ja kohde suojataan peittämällä. Betonin laadunvarmistus tapahtuu työmaalla p-luku-massojen ilmamäärien mittauksella, ja valuista otetaan tarvittavat koekappaleet. (Loikkanen, haastattelu 4.5.2017.)

Elementtien valun toinen vaihe eli elementtien seinät valetaan yhtämittaisena normaalivaluna. Aluksi elementtien seinät valetaan asennettavien kivien alapintaan. Kivien asennuksen jälkeen elementit valetaan lopulliseen korkoonsa. Tämä vaihe toteutetaan samana myös jalattomissa elementeissä, mutta valuvaiheena tämä on ensimmäinen vaihe jalattomille elementeille.





Kuva 10. Elementtiin on asennettu koristekivet veden pinnan vaihtelun mukaisesti.

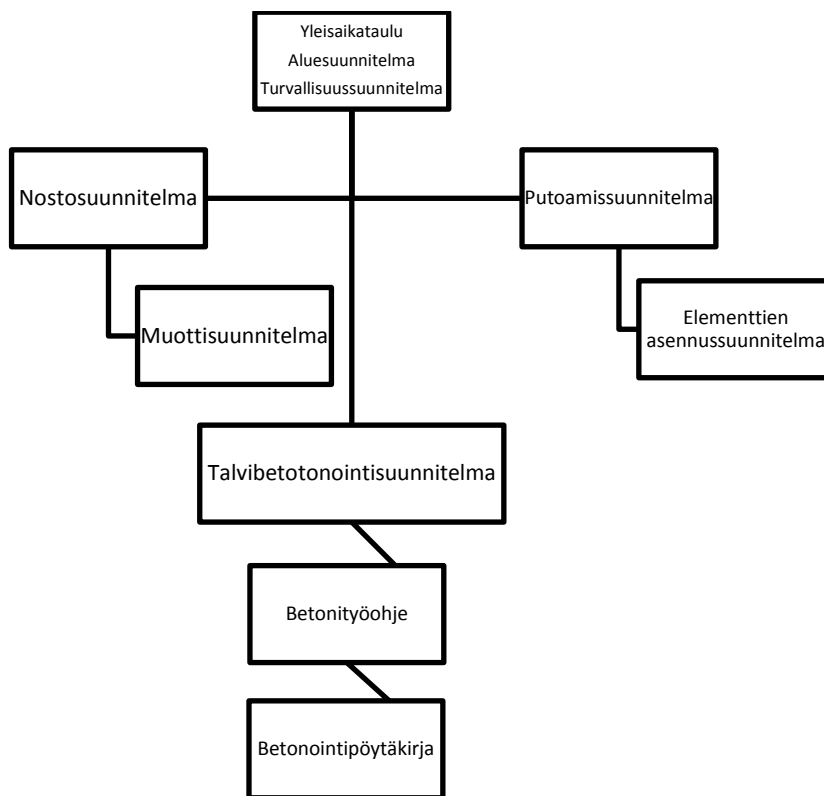
Betonointi suoritetaan siten, että rauditus ja muotti pysyvät paikoillaan. Muotin täyttymisen tulee olla tasaista, ja maksimipudotuskorkeus betonimassalle on yksi metri. Betonointi suoritetaan noin 300 millimetrin tasaisina kerroksina suurtaajuustäryttimellä tiivistäen niin, että betonimassa ei erotu.

Aina valun aikana muotteja pitää tarkkailla mahdollisten häiriöiden varalta, ja betonipeitteen paksuus tarkastetaan kaikilla näkyvillä pinnoilla. Betonin lujuuden kehittymistä seurataan aika-/lämpötilamittauksin pakkasten aikana; jälkivibraus eli betonin tiivistäminen suurtaajuussauvalla noin 45 minuutin kuluttua valun suorittamisesta. Jälkivibrauksen tarkoitus on estää betonin plastista kutistumaa. Jälkivibraukset tulee tehdä erityisesti, kun rakenne valetaan useissa kerroksissa, kuten seiniä valettaessa.

Valuun tehdään suunnitelmien mukainen suoja-ainekäsittely, ja siihen levitetään jälkihoitoaine tai se peitetään rakennusmuovilla. Betonin lujuusominaisuudet tarkastetaan kimmovasarakokein käyttäen kolmea mitausta per arvosteluerä.

Rakentamismääräyskokoelma B4 edellyttää, että työmaan betonitöistä täytyy tehdä betonityösuunnitelma. Betonityösuunnitelmaa tulee tarkentaa tarvittaessa. Jos betonointityö tehdään talviaikana, tulee tehdä talvibetonointisuunnitelma. Talvibetonoinnissa suunnitelmat on tehtävä hyvissä ajoin, jotta osataan varautua talvibetonoinnissa tarpeellisiin varusteisiin ja laitteisiin. (Sahlstedt ym. 2013, 50.)

Kuvio 2. Kuvaus urakan betonoinnin suunnittelun vaiheista (Sahlstedt ym. 2013, 50).



### 3.5 Suunnitelmat betonointitöihin

Suunnitelmat ovat oleellinen osa betonointityötä, ja huolella tehdyillä suunnitelmilla voidaan välttyä viivästymisiltä tai tarvittavien laitteiden puuttumiselta. Suunnitelma ei kuitenkaan takaa varmaa onnistumista betonoitaessa.

Viranomaisohje RakMK B4 edellyttää, että betonitöitä varten tehdään betonityösuunnitelma, jota tarkennetaan tarvittavin osin ennen jokaista betonointityötä. Betonointisuunnitelma on tehtävä ennen betonitöiden aloittamista, ja suunnitelma olisi hyvä käydä läpi niiden kesken, joita betonointityö koskee. Suunnitelmien toteutumista seurataan betonointipöytäkirjalla, jota täydennetään jokaisen valun aikana. Betonointipöytäkirjaan merkitään tehdyt toimenpiteet ja mahdolliset poikkeamat suunnitelmista sekä yleiset tiedot betonoitavasta kohteesta, kuten sää ja lämpötila.

Jos on vähäinenkin mahdollisuus, että betonointi joudutaan edes osin tekemään kylmän sään vallitessa, tulee myös tehdä talvibetonointisuunnitelma. Talvibetonointisuunnitelma on laadittava hyvissä ajoin, jotta voidaan varautua tarpeellisiin materiaali- ja laitehankintoihin. (Sahlstedt ym. 2013, 50.)

Elementtejä valmistaessa tulee laatia myös elementtien asennussuunnitelma. (Sahlstedt ym. 2013, 50.)

### 3.5.1 Betonointisuunnitelma

Betonointisuunnitelma laaditaan valutyön ohjeeksi valutyöntekijöille, ja se toimii myös tarkastuslistana betonityönjohtajalle. Betonointisuunnitelma perustuu urakan suunnitelmiin ja asiakirjoihin. Betonointisuunnitelma tulisi laatia yhteistyössä rakennesuunnittelijan kanssa. Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu huolehtia, että suunnitelmissa ja asiakirjoissa määritetyt materiaalit ja lopputuotteet täyttävät normeissa ja erikoisohjeissa asetetut vaatimukset. Talvikautena tulisi panostaa betonointisuunnitelman laatimiseen yhteistyössä suunnittelijan ja betonintoimittajan kanssa. (Sahlstedt ym. 2013, 52.)

Betonoitaessa talviaikana tai sellaisena ajankohtana, jolloin sää muuttuminen kylmäksi on mahdollista, tulee laatia betonityösuunnitelman yhteydessä yleissuunnitelma talvibetonitoimenpiteistä. Tätä toimenpidesuunnitelmaa kutsutaan talvibetonointisuunnitelmaksi. (mt.)

Taulukko 3. Tärkeimmät toimenpiteet rakennekohtaisessa suunnittelu- vaiheessa talvibetonoitaessa (Sahlstedt ym. 2013, 52).

Alue	Toimenpide
Työsisältö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonoitavan kohteen tietojen selvittäminen</li> <li>• varautuminen häiriöihin</li> </ul>
Muotit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muottien tuennan ja purkujärjestyksen suunnittelu</li> </ul>
Suojaus ja lämmitys	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eri lämmitys- ja suojausvaihtoehtojen vertaileminen ja soveltaminen kohteeseen</li> <li>• rakenteiden, muottien sekä suojauksen yhteensopivuuden varmistaminen käytettävän lämmitysjärjestelmän kanssa</li> <li>• tarvittavan lämmityskaluston määrän ja varakaluston varmistaminen</li> <li>• olosuhteiden muutoksiin varautuminen</li> <li>• lämmityksen ja lämpötilan seurannan suunnittelu</li> </ul>
Kalusto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tarvittavien laitteiden ja tarvikkeiden sekä niiden hankinnan selvittäminen</li> </ul>
Työntekijät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opastaminen kohteeseen, työturvallisuuden läpikäyminen, oikeaoppinen työtap</li> </ul>

Taulukko 4. Tärkeimmät toimenpiteet talvibetonoinnin rakennekohtaisessa suunnitteluvaiheessa (Sahlstedt ym. 2013, 52).

Tarkistetaan/ käydään läpi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonointiosan betonin vaadittava muottien purkulujuus</li> <li>• suunniteltu muottikierto</li> <li>• työsauman paikka; jos saumalle tarve, voidaan varmistaa tarvittaessa suunnittelijalta</li> <li>• muottien kunto, tuenta sekä riittävyys</li> <li>• sopivat betonilaadut yhdessä valmisbetonitoimittajan kanssa</li> </ul>
Lasketaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunniteltua muottien purkuajankohtaa vastaava kovettumislämpötila betonille</li> <li>• lämmitystarve betonille</li> </ul>
Suunnitellaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betonoitavan rakenteen lämmitys, lämpösuojaus sekä lämpötilaseuranta</li> <li>• suojaus- ja jälkihoitotoimenpiteet sekä mahdollisesti rakenteen jäähtymistä hidastavat toimenpiteet</li> <li>• aikataulu ja betonointijärjestys</li> <li>• häiriöihin ja olosuhteiden muuttumiseen varautuminen</li> </ul>
Varmistetaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lämmityskaluston kunto sekä kaluston määrä että niihin tarvittavat luvat</li> <li>• lämpösuojausten määrä ja laatu</li> <li>• riittävä suojaus ennen valua, valun aikana ja valun jälkeen</li> </ul>

### 3.5.2 Betonointipöytäkirja

Osana betonointitöiden laadunvarmistusta on betonointipöytäkirjan laatiminen. Betonointipöytäkirjassa esitetään valusta vastaavan henkilön tiedot, betonimassan tiedot ja betonimassan määrä. Betonointipöytäkirjaan tulee kirjata huomiot ja havainnot työn edistymisestä, massan silmämääräisestä laadusta, muottien kunnosta, samoin tiedot koekappaleista ja jälkihoitosta. (Sahlstedt ym. 2013, 53.)

Betonointipöytäkirjan tulee käsittää talvibetonoinnissa mm.

- kohteen perustiedot
- valuryhmän ja valvojan tiedot
- betonoinnin ajankohta
- ilman määrä ja betonimassan lämpötila valun alussa ja lopussa
- käytettävä valukalusto
- lämpötilan kehitys
- jälkihoito ja käytettävät aineet sekä menetelmät
- arviot jäätymislujuudesta ja muottien purkulujuuden saavuttamisesta.

## 4 ELEMENTTIEN ASENTAMISEN LAATUVAATIMUKSET

Elementtien asennus vaatii huolellisen asennussuunnitelman, jotta asennuksessa välttyttäisiin turhilta virheiltiltä. Tämän opinnäytetyön kohteessa on tekijöitä, jotka lisäävät elementtiasennuksen haastavuutta. Niitä ovat maatalalla olevat voimalinjat, elementtien muoto, elementtien massiivisuus, nostokaluston massiivisuus sekä merenalainen asennustyö.

### 4.1 Työturvallisuuden vaatimukset

Työturvallisuus lähtee huolellisesta työvaihekohtaisesta suunnittelusta. Tässä opinnäytetyössä pyritään saamaan sivutuotteena hyödyllinen työvaihekohtainen suunnitelma vaativiin nostotöihin.

Vaaratilanteiden ja tapaturmien ehkäisemiseksi on työmaalla oltava kirjallinen elementtiasennussuunnitelma, jota tulee noudattaa koko asennustyön ajan. Suunnitelman tehtävänä on saada työnjohto miettimään työvaiheen riskejä. Suunnitelma pitää myös saada kerrottua työmaalla työskenteleville henkilöille.

Asennussuunnitelmassa tulisi käydä ilmi ainakin seuraavat asiat:

- kohdetiedot työmaasta
- mitä elementtejä asennetaan
- nostokalusto ja apuvälineet
- tiedot elementtien kuljetuksesta työmaalla
- purku-, vastaanotto- ja varastointipaikat
- nostot, asennustapa ja -järjestys
- asennustoleranssit ja seurantamittaukset
- asennuksen aikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat
- elementtien lopulliset kiinnitykset
- asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset
- suunnittelun varmistukset.

Lisäksi on otettava huomioon kohteen erityispiirteet, joihin ei ole otettu kantaa yleisessä asennussuunnitelmassa. Tässä tapauksessa on otettava huomioon esimerkiksi merenalainen asentaminen. (Betoniteollisuus ry n.d.)





Kuva 11. Nostotöissä käytettävä nostolaite on Liebherrin LR 1300.

#### 4.2 Nostotyön vaatimukset

Betonielementtien valmistajalta tulee tavanomaisesti ohjeet elementtien asentamiseen. Valmistettaessa elementit itse tulee elementtien asennuksessa soveltaa yleisiä asennusohjeita. Elementtien asennuksessa oleellisenä osana toimivat elementtien nostot.

Elementtien nostot tulee suunnitella elementtien asennussuunnitelmassa, ja nostot tulee toteuttaa suunnitelman mukaisesti. Nostoissa on aina huomioitava, että elementti on nostettaessa tasapainossa. Jos elementtejä ei pystytä nostamaan suunnitelmien mukaisesti, tulee arvioida muutosten vaikutus työn toteutumiseen ja turvallisuuteen. Muutos tulee hyväksyttäväksi kyseisen suunnitelman laatijalla ennen kuin töitä saa jatkaa. Vaikeissa elementtien nostotöissä tulee erikseen laatia nostosuunnitelma. (Palolahti, Lahtinen & Mäki 2010, 7.)

Elementtien asennuksessa on käytettävä suoritusarvoltaan riittävää ja ominaisuuksiltaan siihen tarkoitettua nosturia, kuten torninosturia tai ajoneuvonosturia (mt.). Tässä tapauksessa käytettävänä laitteena toimii Liebherrin tela-alustainen LR 1300 -ristikkopuominosturi, jonka maksimikapasiteetti on 300 tonnia ja maksimiradius 115 metriä. Elementtien nosto- ja siirtoapuvälineiden tulee olla myös käyttöönsä soveltuvia ja tarvittavilla tarkastusmerkeillä varustettuja.

Nosturinkuljettajalla tai asennustyötä ohjaavalla työntekijällä on oltava esteetön näköyhteys elementtien varastointipaikkaan ja asennuskohteeseen. Tässä työssä on todettava, ettei ole mahdollista nähdä suoraan asennuskohtaa, koska asennus tehdään pinnan alla ja alueen vesi on sen verran sameata, ettei suoraa näköyhteyttä saavuteta. (Palolahti ym. 2010, 7.)

Nostojen ohjaus tapahtuu radiopuhelimilla, käsimerkeillä tai asianmukaisilla nosturikameralaitteistoilla siten, että nostot pystytään tekemään turvallisesti. Radiopuhelimia käytettäessä kanavien pitää olla varattu vain nostotyötä ohjaaville. Merkinantaja on nimettävä ja on varmistettava, että merkinantaja osaa hyväksytyt merkinannot. (mt.)

Nosturin ergonomian ja nosturin kulkutien tulee olla sillä tasolla, että nosturin kuljettaja voi työskennellä ergonomisesti ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti. (mt.)

Erillinen kirjallinen nostotyösuunnitelma on tarvittaessa laadittava, jos nostotyö on vaikea. Nostotyösuunnitelma on aina laadittava, kun käytetään samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia taakan nostamiseen. Vaikeilla nostotöillä tarkoitetaan esimerkiksi erityisen painavia ja massiivisten elementtien nostoja haastavissa sääolosuhteissa. (Palolahti ym. 2010, 9.)

Nostosuunnitelman laatimiseen osallistuvat nostotöiden urakoitsija, nosturin toimittaja ja tarvittaessa rakennesuunnittelija. Nostosuunnitelman tarkoituksena on laatia kirjallinen suunnitelma, jossa selvitetään olosuhteet, elementtien nostokohdat, tarvittavat maapohjan tai rakenteiden vahvistukset, turvallisuustoimenpiteet, nostotyövaiheet, opastukset ja ohjeet työntekijöille sekä nimetään vastuuhenkilöt. Lähtötietoina käytetään suunnittelijan esittämiä tietoja elementistä, työmaan aluesuunnitelmaa ja nostokoneen nostotietoja. (mt.)

Nostosuunnitelmassa tasapainoisen noston varmistamiseksi on selvitetävä taakan paino, muoto, nostoasento ja painopiste. Tehdaselementeissä nämä tiedot löytyvät piirustuksista. Noston aikana elementin on oltava joka tilanteessa tasapainossa, ja noston tulee olla sen suorittajan hallinnassa. Nostoon tulee valita taakkaan sopiva nostoapuväline, ja siihen tulee varata riittävästi tilaa. Kappaleen laskualusta ja tuenta tulee varmistaa, jotta nostoapuvälineet voidaan irrottaa turvallisesti. (mt.)

Nostosuunnitelmassa tulee huolehtia, ettei taakan alla tai sen vaara-alueella liikuta noston aikana. Lopuksi varmistetaan riittävä nostolaite. On myös varmistettava, ettei noston tiellä ole esimerkiksi sähkölinjoja (mt.).

Jos nostoalueella on sähkölinjoja, tulee erikseen tehdä erillinen suunnitelma nostoista kyseisen sähkölinjan omistajan kanssa ja huolehtia, että nosto tapahtuu turvallisesti. (mt.)

### 4.3 Vedenalaisen työn vaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen (Valtioneuvoston asetus rakennustyötä tekevän sukeltajan pätevydestä ja turvallisuussuunnitelmasta 2011/1088 § 2.) mukaan sukeltajalla täytyy olla ammattisukeltajan ammatitutkinto tai soveltuva kevytsukeltajan tutkinto.

Sukellustyö on ryhmitetty sen mukaan, missä syvyydessä sukeltajat työskentelevät. Kevytsukeltajan työskentelysyvyys on enintään 30 metrin syvyydessä, ammattisukeltaja saa työskennellä yli 30 metrin syvyydessä. (Työsuojeluhallinto 2016.)

Urakoitusijan pitää tarkistaa sukeltajan tehtävänmukainen pätevyys ennen sukellustyön tilaamista tai viimeistään ennen sukellustyön aloittamista. (tm.)

Kevytsukeltaja todistaa pätevyytensä osoittamalla, että hänellä on kevytsukeltajan tutkinnosta annettu todistus. Ammattisukeltaja todistaa pätevyytensä osoittamalla, että hänellä on ammattisukeltajan tutkinnosta annettu todistus. (mt.)

Jos sukeltaja on ulkomainen, hänen pätevyyden kelpoisuuden määrittää Suomessa Etelä-Suomen aluehallintovirasto. Ulkomaisen sukeltajan tulee tehdä hakemus aluehallintovirastoon. Ennen päätöstä aluehallintovirasto voi kuulla valtakunnallista sukellusalan tutkintotoimikuntaa. (mt.)

Sukeltajien työnantajan on laadittava sukellustyötä varten työturvallisuuslain (2002/738) 10 §:n 1. momentissa tarkoitetun työn ja työympäristön vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella työpaikka- ja työvaihekohtainen kirjallinen turvallisuussuunnitelma (Valtioneuvoston asetus rakennustyötä tekevän sukeltajan pätevydestä ja turvallisuussuunnitelmasta 2011/1088 § 3.)

Urakkaa varten tehdyssä turvallisuussuunnitelmassa on määritelty, että sukellusryhmän tulee koostua vähintään kolmesta henkilöstä, sukeltajasta, turvasukeltajasta ja sukellusavustajasta. Kaikilla sukeltajilla tulee olla ammattisukeltajan pätevyyskirja, ja työhön osallistuvilla tulee olla seuraavat pätevyydet: EA1 tai vastaava pätevyys, esimerkiksi DAN-hapenankurssi, tulityökortti tarvittaessa sekä työturvallisuuskortti.

### 4.4 Asentaminen ja asennustoleranssit

Elementit asennetaan mereen tekemällä valmistelevat työvaiheet valmiiksi eli paalulaatasto suojatäytetään murskeella/sepelillä. Suojatäyttö tehdään pitkäpuomisella kaivinkoneella, ja suunniteltuun korkoon päästään käyttämällä koneohjausta. Kun paalulaattojen suojatäyttöjä on tehty, voidaan aloittaa elementtien asennus.

Elementtien asentaminen alkaa elementtien tarkastamisella. Elementeistä on tarkastettava mm. elementtien mitat ja kunto. On myös varmistettava, ettei elementeissä ole ylimääräisiä betonipaakkuja, jotka voivat estää asennusta. Sukeltajat tarkastavat laitteensa ja ohjaavat aluksensa elementin asennuspaikan kohdalle. Nosturin kuljettaja varmistaa nosturin kunnon sekä nosto- ja apulaitteet.

Nostoissa käytettäviä apulaitteita ovat mm. teräsköysiraksit (vaijerit) ja sakkelit eli yleensä hevosenkengän muotoinen metallinen, erillisellä kierretapilla varustettu suljettu lukkohela. Sakkelit kiinnitetään nosturin nostovaijerien lenkkeihin ja elementtien nostolenkit kiinnitetään sakkeleihin. Jotta sakkelit saadaan elementtien nostolenkkeihin, tarvitaan apuna henkilönostinta. Työntekijät nostetaan elementtien ylätasoon käyttäen henkilönostinta. Koska vaijerit ovat raskaita käsitellä, pitää työntekijöiden nousta ulos henkilönostimen kyydistä, jolloin työntekijöiden tulee käyttää valjaita, jotta pystytään estämään työntekijöiden putoaminen maahan. Valjaat kiinnitetään henkilönostimen koriin, sillä ilman kiinnitystä valjaista ei ole hyötyä.

Sukeltajien käyttämään alukseen on tehty tätä urakkaa varten metallinen kehikko, joka toimii sabluunana eli mallinne. Kehikko mallintaa seinäelementtiä, jolloin sabluunaa pystytään käyttämään jalallisten elementtien asentamisessa. Sabluuna ohjaa elementin oikealle paikalle. Ensimmäisen jalallisen elementin asennuksessa ei pystytä käyttämään sabluunaa, sillä se vaatii yhden jalallisen elementin, johon sabluuna laitetaan nojaamaan. Ensimmäinen jalallinen elementtiasennus vaatii mittamieheltä tarkkuutta.

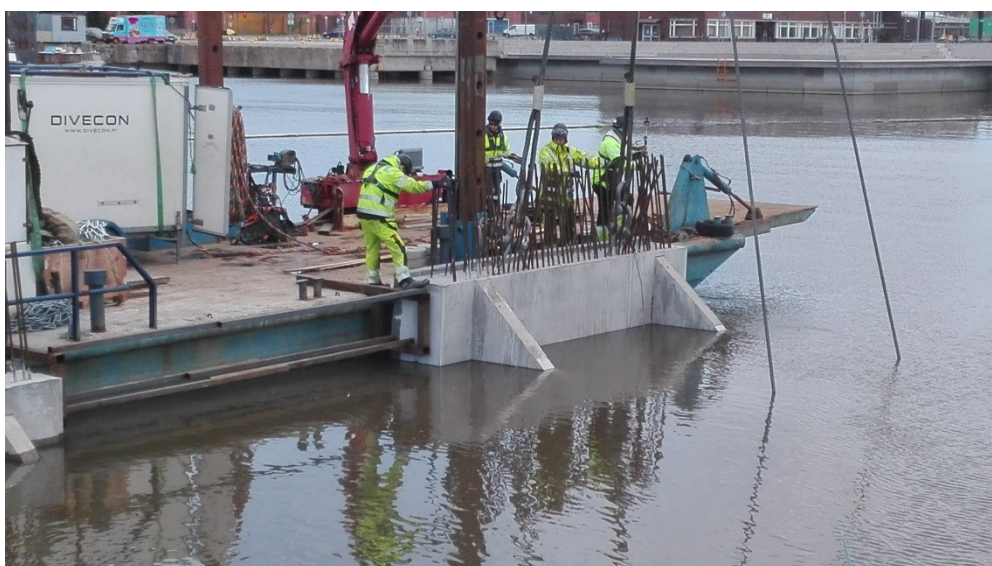


Kuva 12. Sabluuna on seinäelementin levyinen. Elementtien asennus käy nopeammin.

Nostovaijereihin kiinnitetään riittävän pitkät propeeniköydet. Köysillä pystytään ohjaamaan ja hienosäätämään elementti paikoilleen. Kun mittamies toteaa elementin olevan toleranssien sisällä, voidaan sakkelit irrottaa

nostolenkeistä. Elementtien yläosan nostolenkit sijaitsevat meren pinnan yläpuolella, mutta elementin jalkaan kiinnitetyt nostolenkit ovat meren pinnan alapuolella. Sukeltajia tarvitaan nostolenkkien irrottamiseen elementin jalasta.

Urakan aikana kävi välillä niin, että elementtien asennusalusta ei ollutkaan enää asennusvaiheessa korossaan, jolloin elementti jouduttiin nostamaan pois merestä ja pitkäpuominen kaivinkone ylettyessään kohteeseen joko lisäämään tai vähentämään mursketta/ sepeliä elementin asennusalustasta. Jos pitkäpuominen kaivinkone ei ylety tasaamaan asennusalustaa, on sukeltajien tasattava se. Sukeltajilla on työssä apunaan moottoriruisku, jolla pystytään joko imemään kiviainesta tai puhaltamaan sitä lisää asennusalustaan.



Kuva 13. Jalallisten elementtien välissä on sabluuna. Samalla mittamies tarkastaa elementin aseman.

Elementtien asennustoleransseiksi on määrätty

- korko -50 mm / +20 mm
- sivusuunta -20 mm/ +50 mm
- pystysuoruus -1° / +1°.

Seinäelementit lasketaan jalallisten elementtien väliin. Aikaisemmassa vaiheessa käytetty sabluuna vastaa mitoiltaan seinäelementtiä, joten kun elementti on tehty toleranssien mukaisesti, saadaan seinäelementti mahtumaan jalallisten elementtien väliin. Tässäkin vaiheessa tulee varmistaa elementin korko, sivusuunta ja pystysuoruus.

Kun jalalliset elementit ja seinäelementit on asennettu paikoilleen, saumat tulee valaa juotomassalla. Juotomassan suurin sallittu raekoko on 3 millimetriä. Elementtien välinen pystysauma tulee täyttää alhaalta alkaen esimerkiksi valusukkaa apuna käyttäen.



Saumauksen jälkeen elementtien tausta täytetään työselostuksen mukaisesti kerroksittain tiivistäen urakkarajan mukaiseen korkoon. Täyttöjä ei kuitenkaan saa tehdä, ennen kuin piiloon jäävät rakenteet on tarkastettu. Tässä tapauksessa tarkoitetaan elementtien saumauksia, sillä elementit itsessään on tarkastettu jo ennen veteen asentamista.



Kuva 14. Elementtejä asennettuna Parrulaiturin ja Junonkadun risteykseen.

## 5 KUSTANNUSRAKENNE

Kustannusrakenne-termillä tarkoitetaan tässä yhteydessä tuotteen eli elementin menoja, jotka on otettava huomioon tuotteen tarjoamisessa.

Yhden elementin valmistuskustannukset koostuvat materiaalien hinnoista, muottien vuokrasta, kuljetuskustannuksista sekä työntekijöiden palkoista. Lisäkustannuksina tulevat elementin asennuskustannukset, jotka koostuvat nostolaitteen vuokrasta ja sukeltajien palkkioista. Muita kuluja tulee työnjohdon tekemistä pakollisista suunnitteluista.

Betoniteräksiset, betonimassa ja sen lisäaineet, suodatinkankaat ja muotit ovat osa materiaalikustannuksia. Muotit ja suodatinkankaat ovat uudelleenkäytettäviä materiaaleja.

Laadunvarmistuksessa syntyy kustannuksia. Mittamiestä tarvitaan raudoittamisen lähtöpisteiden merkinnässä ja elementtien asennuksessa. Betonin lujuuden kehittymistä tulee talvibetonointikautena seurata mittareilla. Betonista tulee ottaa koekappaleet. Koekappaleet otetaan jokaisesta valuerästä. Betonin jälkihoito vaatii työntekijöitä ja jälkihoitoaineita.

Elementtejä asennetaan sukeltajien ja nosturikuljettajan yhteistyönä. Jotta elementit saadaan asennettua toleranssien sisään, tulee työtä ohjata mittamies, jonka vastuulla on varmistaa elementtien sijainti toleranssien sisälle.

Työn aikana on mennyt vuokrattuja muotteja rikki, ja rikkoontuneet muotit joudutaan lopuksi hyvittämään muottien vuokraajalle. Vuokratuotteiden rikkoontumiset tuovat ylimääräisiä kuluja, mutta näin suuressa urakassa on odotettavaa, etteivät kaikki materiaalit kestä läpi urakan. Elementtejä kuitenkin valmistettiin kaiken kaikkiaan yli sata kappaletta.

## 6 KEHITYSTOIMENPITEET

Työt ovat työmaalla sujuneet ilman suurempia ongelmia. Haastattelujen perusteella on tullut ilmi, että suurimmat ongelmakohdat ovat liittyneet jalattomien elementtien valmistamiseen.

Jalattomien elementtien valu oli suunniteltu siten, että valu suoritettaisiin lappeellaan, mutta kiviverhous on lohkopintainen ja sen asentaminen murskeeseen on mahdotonta, joten ajatuksesta tuli luopua. Lisäksi elementin nostaminen pystyyn olisi vaatinut lisäterästyä tai toisen nosturin. Myös kivien taustan valuun olisi tullut epävarmuustekijöitä, koska betonin tiivistystä ei olisi saatu tehtyä kunnolla. Myös elementin pinnan teko olisi ollut haasteellista. (Loikkanen, haastattelu 4.5.2017)

Jarkko Loikkasen (mt.) mukaan tulisi varmistaa verhoilukivien saatavuus ennen urakan aloittamista. Urakassa oli tilattu aliurakoitsijan kautta verhoilukivien hankinta ja asentaminen. Aliurakoitsija oli todennut, että lohkopintaisten kivien tekeminen on hankalaa ja tästä syystä verhoilukivien saanti työmaalle tuotti ongelmia. Urakkaneuvotteluissa tulisi ottaa puheeksi, että verhoilukivien saanti voi tuottaa ongelmia ja kysyä, voisiko verhoilukivien vaatimuksia helpottaa, jotta saataisiin urakkaan sellainen verhoilukivi, jonka toimittaminen ei olisi yhtä haasteellista.

Työn aikana huomattiin, että valu-alueita ei ollut suunniteltu ajatellen muottikiertoa. Jatkossa muottikierto tulisi huomioida paremmin valu-alueita suunniteltaessa. Muottien kiertoa haittasi verhoilukivien toimitusongelmat. Järjestelmän negatiivinen puoli oli juuri verhoilukivien saanti. Verhoilukivien toimitusongelmat nostivat muottien vuokratukustannuksia, ja osa muoteista joudutaan myös korvaamaan muotteja palautettaessa. (Örnhjelm, haastattelu 8.5.2017.)

Jarkko Loikkasen (haastattelu 4.5.2017) mukaan nostokaluston suunnitteleminen ja valintaa urakan alkuvaiheessa olisi ollut varaa parantaa. Verhoilukivien saantiongelmien vuoksi telineet ja muotit seisoivat turhaan työmaalla, mikä kasvatti vuokratukustannuksia.

Ollessani työmaalla seuraamassa nostotöitä huomasin muutamia asioita, joista ei ollut huolehdittu omasta mielestäni riittävän ajoissa. Elementteistä, joita oltiin nostamassa mereen, ei ollut vielä kaikkia muotteja purettu, ja muottien purun jälkeen piti piikata ylimääräiset betoniklimpit, jotka estäisivät asennuksen. Osassa jalallisia elementtejä oli jätetty laudat elementtien pohjaan kiinni. Lautojen irrottaminen kesti noin 15 minuuttia. Aika ei itsessään ole pitkä, mutta samaan aikaan työmaalla odottelivat sukeltajat ja mittamiehet, jolloin hukka-aika alkaa jo vaikuttaa ylimääräisinä kustannuksina.

Samana päivänä jo ensimmäistä elementtiä paikoilleen nostaessa nosturin kuljettaja huomasi, ettei nosturi ole riittävän lähellä meren rantaa. Tällöin jouduttiin taas odottamaan asennustyön alkamista, kun nosturin kuljettaja joutui siirtämään nosturiaan lähemmäksi rantaa. Viimein elementti saatiin paikoilleen, kunnes mittamies huomasi, että murskepeti oli jäänyt elementin toiselta puolelta liian kapeaksi, jolloin elementin korko ei pysynyt enää toleranssien sisäpuolella. Tässä tapauksessa työmaalla oli käytössä pitkäpuominen kaivinkone, jolla pystyttiin elementin asennusalustaan lisäämään mursketta/sepeliä. Noin puolen tunnin päästä saatiin ensimmäinen elementti asennettua paikoilleen.

Parannuskeinona ehdotan muottien ja lautojen irrottamista hyvissä ajoin ennen varsinaista asennuspäivää. Laudat tulisi irrottaa siinä vaiheessa, kun elementtejä siirretään varastointialueelle. Muotteja irrottaessa muottien irrottajan tulisi myös varmistaa, että kaikki muotit on irrotettu ja että ylimääräiset betonit muottien saumakohdista irrotetaan asianmukaisesti piikkaamalla.

Mahdollisuuksien mukaan tulisi elementtien asennusalusta varmistaa mieluiten edellisenä työpäivänä. Tämä vaatisi pitkäpuominen kaivinkoneen olemista työmaalla. Pitkäpuominen kaivinkoneen pitäminen työmaalla toisi lisäkustannuksia etenkin, jos koneelle ei ole muuta tarvetta kuin varmistaa asennusalustojen suoruus. Toisaalta, jos asennusalustat varmistetaan edellisenä päivänä ennen nostoja, pystyttäisiin parantamaan elementtien asentamisen onnistumisen todennäköisyyttä.

## 7 YHTEENVETO

Urakassa valmistettiin yhteensä 108 erilaista elementtiä. Pääasiassa ne olivat jalallisia elementtejä ja niiden väliin tulevia seinäelementtejä, ns. jalatomia elementtejä. Elementtien muotteina käytettiin PERIn muotteja, jotka oli suunniteltu elementtejä varten. PERI lupaa muoteillaan helppoa ja nopeaa asentamista, mutta tässä työssä muottien asentaminen ei ollut nopeaa. Muottien asentaminen itsessään oli suhteellisen helpohkoa,



mutta nopeata se ei ollut. Nopeuteen vaikuttivat varmasti muottien mas-  
siivisuus ja se, että muotit tuli tukea useasta eri kohdasta. Se ei siis ollut-  
kaan samanlaista kuin esimerkiksi anturamuottien asentaminen.

Talvibetonointi ei tuottanut työssä ongelmaa, vaikka se tuokin työmaalle  
omat haasteensa. Työmaalla oli varauduttu jo ennalta siihen, että valut  
suoritetaan talvibetonointiaikana, joten siihen osattiin varautua ennalta  
tarvittavilla laitteilla ja välineillä.

Verhoilukivien saatavuudessa oli ollut ongelmia, ja sen vuoksi elementtien  
asentaminen veteen viivästyi ja työmaan vuokrakulut kasvoivat, koska te-  
lineet ja muotit seisoivat käyttämättöminä.

Elementtien asentaminen paikoilleen sujui vaihtelevasti. Elementeille oli  
määrätty tiukat toleranssit. Etenkin elementtien suoruus tuotti työmaalla  
päänvaivaa, sillä elementtien täytyi olla +/- 1°:een suoruudessa, element-  
tien alustat tehtiin koneohjauksella noin -4 metrin syvyyteen ja näkyvyys  
oli lähes nolla. Elementtejä saatiin yleensä päivän aikana asennettua kolme  
kappaletta. Jos elementtien asennusalusta ei ole onnistunut kunnolla, ele-  
menttejä on pystytty asentamaan vain yksi päivässä huonoimmassa ta-  
pauksessa. Uskon, että jos valmisteltavat vaiheet suoritetaan huolellisem-  
min ja elementtien asennusalustat pystyttäisiin tarkastamaan edellisenä  
päivänä, päästäisiin 3-5 elementin asennusvauhtiin.

Asennusalusta tulisi tarkastaa mahdollisuuksien mukaan pitkäpuomisella  
kaivinkoneella, sen ulottuvuuden mukaisesti ja tapauksissa, joissa pitkä-  
puominen kaivinkone ei ylety mittaamaan asennusalustaa, tulisi mittamie-  
hellä olla käytössä vene/ lautta ja metallinen sauva, jonka toinen pää on  
neliön muotoinen ja riittävän suuri, että se kuvaisi tarkemmin pohjan ta-  
saisuutta. Sauvan olisi oltava myös riittävän pitkä, että sauvan varsi tulisi  
veden pinnan yläpuolelle. Mittamies pystyisi tarkastamaan sauvan päästä  
pohjan koron.

## LÄHTEET

Betoniteollisuus ry (n.d.). Asennusohjeet. Haettu 22.2.2017 osoitteesta <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet>

Grünberg, C. (1966). Sompasaari. Haettu 3.5.2017 osoitteesta <https://www.helsinkikuvia.fi/search/record/?search=sompasaari&page=1>

Helsingin kaupunki (n.d.). Kalasatama. Perustietoa. Historia. Haettu 22.2.2017 osoitteesta <http://www.uuttahelsinkia.fi/fi/kalasatama/perustietoa/historia>

Helsingin kaupunki (2016). Tervetuloa Kalasatamaan! Haettu 22.2.2017 osoitteesta <http://www.uuttahelsinkia.fi/sites/default/files/inline-attachments/2016-11/kalasatama-asukaspaketti-marraskuu-2016-aukeamat.pdf>

Helsingin taidemuseo HAM (2015). Kalasataman taidekilpailu käynnistyy 14.9. Haettu 3.5.2017 osoitteesta <https://www.hamhelsinki.fi/2015/09/07/sompasaaren-kutsukilpailu-kaynnistyy-14-9/>

Ilmavoimat (1937). Sompasaari ja Sörnäisten satama. Haettu 3.5.2017 osoitteesta <https://www.helsinkikuvia.fi/search/record/?search=sompasaari&page=47>

Liikennevirasto (2014). *Eurokoodien soveltamisohje Betonirakenteiden suunnittelu NCCI 2*. Liikenneviraston ohjeita 25/2014.

Liikennevirasto (2013). *Siltabetonien P-lukumenettely*. Liikenneviraston ohjeita 37/2013.

Logistiikan maailma (n.d.). Satamatyyppit. Haettu 23.2.2017 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Satamatyyppit>

Marttila, U. (2009). Betonirakenteiden materiaaliominaisuudet. A-Insinööri Suunnittelu Oy. Haettu 22.2.2017 osoitteesta [http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/64349/Marttila\\_Materiaaliominaisuudet.pdf/8f6d8893-622c-4bb2-b127-d8046a2a95bf](http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/64349/Marttila_Materiaaliominaisuudet.pdf/8f6d8893-622c-4bb2-b127-d8046a2a95bf)

Palolahti, T., Lahtinen, M. & Mäki, T. (2010). *Betonielementtien nostot*. Helsinki. Betoniteollisuus ry.

PERI (2016). Aallonhalkoja AL3...AL44. Etumuurin ja ripojen muotit. Alustava suunnitelma.

Sahlstedt, S., Koskenvesa, A., Lindberg, R., Kivimäki, C., Palolahti, T. & Lah-  
tinen, M. (2013). *Talvibetonointi*. Helsinki. Betonteollisuus ry.

Scan-Foto (1999). Sörnäinen, Sörnäisten satama, Sompasaari. Haettu  
3.5.2017 osoitteesta [https://www.helsinkikuvia.fi/search/re-  
cord/?search=sompasaari&page=53](https://www.helsinkikuvia.fi/search/record/?search=sompasaari&page=53)

Silvennoinen, K., Hietanen, T. & Tikanoja T. (2009). *Rakenteiden suunnit-  
telu eurokoodien mukaan. Osa 2: Betonirakenteiden suunnitteluperusteet*.  
Helsinki. Rakennusteollisuus RT ry.

Siniranta, J. (2011). *Betonielementtien toleranssit 2011*. Helsinki. Betonte-  
ollisuus ry.

Suomen betoniyhdistys ry (2011). *Betoninormit 2012*. By50.

Työsuojeluhallinto (2016). Sukeltajan pätevyys rakennustyössä. Haettu  
6.5.2017 osoitteesta [http://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/asiointi/lu-  
vat-ja-ilmoitukset/sukeltajien-patevyys](http://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/asiointi/lu-<br/>vat-ja-ilmoitukset/sukeltajien-patevyys)

Valtioneuvoston asetus rakennustyötä tekevän sukeltajan pätevydestä ja  
turvallisuussuunnitelmasta  
2011/1088. Haettu 6.5.2017 osoitteesta [http://www.finlex.fi/fi/laki/al-  
kup/2011/20111088](http://www.finlex.fi/fi/laki/al-<br/>kup/2011/20111088)

Haastattelut

Loikkanen, J. 2017. Työnjohtaja. Graniittirakennus Kallio Oy. Haastattelu  
4.5.2017.

Örnhjelm, S. 2017. Työmaainsinööri. Graniittirakennus Kallio Oy. Haastat-  
telu 8.5.2017.

## ELEMENTTIEN MITTAUS JA LAADUNVARMISTUSSUUNNITELMA

Rakennustekniset rakennusosat (InfraRYL 40000)								
Betonirakenteet (InfraRYL 41000)								
Koeistus / mittaus / laatu- toimenpide	Mittaus- ptk/rap.	Silmäm. Tar- kastus	Mittaus- menetelmä	Mittaus-ajan- kohta	Materiaali doku- mentti	Mit- taus- vastuu	Huomiot / mit- tausmenetelmä tarkennukset	Mitattu/ tarkas- tettu
Paikalla valettu betonirakenne (InfraRYL 41110)								
Materiaalin vastaanotto		X	tarkastus	ennen asen.	X	työn- johto		
Telineen tarkastus	X	X	mittanauha	enne käyttöä		työn- johto		
Muotin tukirakenne	X	X	tarkastus	ennen valua		työn- johto	Betonointipöy- täkirja	
Muotin sijainti ja valukunto		X	mittanauha	ennen asen.		työn- johto	Tiiviys ja mitat	
Valmiin rakenteen sijainti vaaka- ja pystytasossa	X		takym/gps	työn jälkeen		mitta- mies		
Betonipeitteen paksuus maata vasten	X		mittanauha	asen. aikana		työn- johto	Ennen valua	
Betonipeitteen paksuus muottia vasten / päällä	X		elektroninen	työn jälkeen		työn- johto	Betonipeitemit- tari	
Tartuntojen sijainti	X		mittanauha	asen. aikana		työn- johto	Raudoitustar- kastus	
Raudoituksen sijainti ja suunnitelmanmukaisuus	X		mittanauha	asen. aikana		työn- johto	Raudoitustar- kastus	
Betonointi	X		pöytäkirja	työn aikana	X	työn- johto	Kuormakirjat, betonin suhteu- tus	
Betonin lujuus	X		puristuskoe	28 vrk jälkeen		tilaus- työ	Tehtaan laadun- varmistus	
Valupinnat		X	tarkastus	työn jälkeen		työn- johto		
Pintojen halkeilu		X	tarkastus	työn jälkeen		työn- johto		

Betonilementtirakenteet (InfraRYL 41120)								
Materiaalin vastaanotto		X	tarkastus	ennen asen.	X	työn- johto	Elementin mittojen ja kunnan tarkas- tus, tehtaan tarkas- tusasiakirjat	
Juotosvalut		X	tarkastus	asen. jälkeen		työn- johto	Silmämääräinen tarkastus	
Elastiset saumaukset		X	tarkastus	asen. jälkeen		työn- johto	Silmämääräinen tarkastus	
Sijainti vaaka- ja pystyta- sossa	X		mittan./takym.	asen. jälkeen		mitta- mies		
Elementtisaumojen ham- mastus		X	tarkastus	asen. jälkeen		työn- johto		
Materiaaliluettelo	X		luettelo	työn aikana	X	työn- johto	CE-merkintä tarkas- tus	

## BETONOINTISUUNNITELMA

<b>TYÖVAIHEKOHTAINEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA</b>				versio: v01_06.06.2013 /	
Graniittirakennus Kallio Oy					
Urakka:	Sompassaari 1				
Työvaihe:	Elementtien anturan valu			Työselitys:	InfraRYL 42210
Laatija:		Tarkastanut:			
Laadittu:		Päivitetty:		Työnumero:	
<b>Resurssit</b> -Käytettävä kalusto -Työryhmä -Käytettävät materiaalit	<p>Työnjohto, jolla tarvittavat pätevyudet</p> <p>Rakennusmies / timpuri 2 kpl / raudoittaja 2-3 kpl/kivimiehet 2 kpl</p> <p>Valumies 2 kpl</p> <p>Mittamies, Koneen- kuljettajat</p> <p>betonintärysauvoja, betonilapioita, hiertimiä</p> <p>Muottimateriaalit: lautamuotti/verhoilukivi</p> <p>Raudoitteet suunnitelmien mukaan</p> <p>Betoni suunnitelmien mukaan: XC4, XD3, XF4 K45-1 P70</p> <p>cmin 60mm Betonin siirtokalusto:</p> <p>Betonin toimittaja:</p>				
<b>Valmistava vaihe</b> -Edelliset työvaiheet -Ilmoitukset ja muu informointi -Muut	<p>Varmistetaan piirustusten oikeellisuus ja päivämäärä. Merkitään muottien kulmapisteet ja pystytetään muotti. Varmistetaan betonilaatu toimittajalta ja suunnittelijalta.</p> <p>Varmistetaan muottien kunto, talvibetonoitaessa varauduttava lämmitykseen ja lumen sekä jään poistoon.</p> <p>Varmistetaan tarvittavien työvälineiden toimivuus.</p> <p>Toimitetaan materiaalien todistukset rakennuttajalle.</p> <p>Varmistetaan kaluston oikeellisuus ja toimintamahdollisuudet (pumppuauton työtäisyys).</p> <p>Karsitaan toimintaa häiritsevät ja rajoittavat tekijät.</p> <p>Ilmoitetaan työn alkamisesta valvojalle.</p> <p>Talvikautena sään tarkastaminen edellisenä päivänä.</p>				

<p><b>Työturvallisuus ja ympäristö</b> (Erytyspiirteitä, jotka tulee huomioida ko. työn suorittamisessa)</p>	<p>Henkilökohtaisten suojavälineiden käyttö. Varmistettava liikenteen sujuminen työmaalla ja yleisillä teillä. Varmistuttava mahdollisten varottavien rakenteiden sijainnista etenkin nostotöissä. Materiaalit varastoidaan oikein ja siten, että vältetään turhaa liikennettä työmaalla. Ilmoitukset vaaratilanteista valvojalle. Työkoneet ja autojen peruutusäänet tarkastetaan. Tehdään nostureiden pystytystarkastukset. Putoamissuojaus ja liukkaudentorjunta tarvittaessa. Pelastusliivit päälle, mikäli työskennellään lautalta.</p> <p><b>YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</b></p>
<p><b>Työn suoritus</b> -Menetelmät -Aikataulu -Vastuut -Informointi -Informointi</p>	<p><b>MUOTIT</b> Pystytetään muotti suunnitelmien mukaisesti. Muotit: lautamuotti/kivi merenpuolella. Muotit tarvittaessa höyrytetään lumesta ja jäädästä sekä puhdistetaan mahdollisista roskista.</p>
<p>-Muut</p>	<p>Muotit tarkastetaan ennen valua. muotteihin merkitään valupinta yläpään. Muotit puretaan, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden (60%). Talvibetonoitaessa seurattava massan lämmönkehitystä.</p> <p><b>RAUDOITUS</b> Raudoitus suoritetaan raudoitus suunnitelman mukaisesti siten, että betonin suojaetäisyydet ja sijainti toteutuvat. Raudoitteet rakennetaan työmaalla suunnitelmien mukaisesti. Välikkeitä käytetään riittävä määrä ja ne kiinnitetään sidelangoilla/ alumiininauloilla. Työssä käytetään sinkittyä sidelankaa. Betoniterästankojen tartuntojen sijainnit ja tuenta tarkastetaan ennen valua. Muottien pohjalle pudonneet siteet ja sinne kuulumattomat tavarat poistetaan ennen valua. Raudoitus tarkastetaan ennen valua. Raudoitteita ei saa lämpötaivuttaa ilman erillistä suunnittelua.</p>

**BETONOINTI**

Betonin laatu suunnitelmien mukaan.

Betonointi suoritetaan suunnitelmien mukaisesti yhtämittaisena normaalivaluna käyttäen 1 kpl pumppuautoja.

Betonointi suoritetaan siten, että raudoitus ja muotti pysyvät paikoillaan. Muotin täyttyminen on tasaista. Pudotuskorkeus max 1 m.

Valun aikana muotteja tarkkaillaan mahdollisten häiriöiden varalta.

Betonipeitteen paksuus tarkastetaan kaikilla näkyvillä pinnoilla.

Betonin lujuuden kehitystä seurataan aika/lämpötilamittauksin pakkasten aikana jälkivibraus suoritetaan noin 45min

valunpäätyttyä. jälkihoitoaika 7 vrk.

Betonin lujuusominaisuudet tarkastetaan kimmovasarakokein. Mittaus 3/arvosteluerä.

Olosuhdekoekappaleita otetaan tarvittaessa.

**MUUTA**

Muotti puretaan, kun betoni on saavuttanut sille määrätyn purkulujuuden väh 60 % betonin nimellislujuudesta.

**Talvibetonointi**

Sääkeli vaatiessa: Ennen valua huputetaan ja suojataan muotti ja lisätään lämmitystä tai höyrytetään muotti pari tuntia ennen valua, että jää ja lumet sulavat, valukohteet jossa on ohuita rakenteita, lisätään lämmityslankaa, jota kiinnitetään raudoituksen ulkopintaan ja kytketään päälle valun jälkeen. Valu suojataan pakkasmatolla ja suojapeitteellä, jos mahdollista niin suojataan huputuksella ja lisätään lämmitystä. Betonin lämmönkehitys seurantaa.

Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus							
Laatutekijä	Viite	Toleranssi	Mittausmenetelmä	Mittaustiheys	Mittausajankohta	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Betonipeitteen paksaus muottia vasten	Infra- RYL 42210.4 .3	alitus < 10 mm	Silmämääräinen arviointi / rullamitta		Työn jälkeen	Raudoitteen tarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Raudoiteteräs	Infra- RYL 42020.1 .7	Suunnitelmiin mukaan	Materiaalitodistukset	Toimittajittain	Ennen työtä	Materiaalitodistukset	Urakoitsija
Raudoituksen yhdensuuntaisten vedettyjen pääterästen keskinäinen etäisyys	Infra- RYL 42020.3 .3. 2	+/- 10 mm	Silmämääräinen arviointi / rullamitta		Raudoituksen jälkeen	Raudoitteen tarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Muiden yhdensuuntaisten terästen keskinäinen etäisyys	Infra- RYL 42020.3 .3. 2	+/- 50 mm	Silmämääräinen arviointi / rullamitta		Raudoituksen jälkeen	Raudoitteen tarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Yhdensuuntaisten tankojen vapaa väli	Infra- RYL 42020.3 .3. 2	vähimmäisarvo on alitus < 5 mm	Rullamitta		Raudoituksen jälkeen	Raudoitteen tarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Tangon pituussuuntainen poikkeama	Infra- RYL 42020.3 .3. 2	+/- 100 mm	Rullamitta		Raudoituksen jälkeen	Raudoitteen tarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Muotin mittatarkkuudet	Infra- RYL 41100, taulukko 41111:T 1	Rakenteen luokan mukaan	Silmämääräinen arviointi / rullamitta		Ennen raudoitusta	Muottitarkastuspöytäkirja	Urakoitsija
Betonin puristuslujuus	Infra- RYL 42020.1 .1. 5	Suunnitelman mukaan	Kimmovasara		7-28 vrk valun jälkeen	Kimmovasara ptk	Urakoitsija



## BETONOINTIPÖYTÄKIRJA



## Betonointisuunnitelma ja -pöytäkirja

Urakan tiedot		
Projekti	Työnumero	Työmaapäällikkö
Betonoitava rakenne ja työstä vastaavat henkilöt		
Betonoitava kohde	Betonoitava rakenneos	Betonointipäivämäärä
Betonyönjohtaja / -luokka	Betonilaborantti	Valuryhmän koko / henkilömäärä
Käytettävän betonimassan tiedot		
Betonimassan suunniteltu lujuus ja rakenne- neluokka	Vaaditut rasitusluokat	Maksimi raekoko
Sementin tyyppi / luokka	Notkeus	Lisäaineet / muut tiedot
Betonointityö	Suunnitelma	Pöytäkirja
Työmäärä / -aika	Suunniteltu	Toteutunut
Betonimäärä m <sup>3</sup> rtr		
Betonointinopeus m <sup>3</sup> rtr/h		
Nousunopeus m/h		
Valukorkeus (kerroksen paksuus) mm		
Betoinnin aloitus klo		
Betoinnin päättäminen klo		
Olosuhteet / valukeli	Ennuste / suunnitelma	Toteutunut
Ilman lämpötila		
Sääolosuhteet		
Betonimassan lämpötila työkohteessa		
Kalusto ja varakalusto	Suunnitelma	Toteutunut
Siirtokalusto		
Valulaitteisto		
Tiivistyskalusto		
Hiertokalusto		
Varakalusto		
Ennako / työnaikaiset tarkastukset	Ennakkotarkastukset	Valunaikaiset tarkastukset
Muotit	<input type="checkbox"/> kunnossa <input type="checkbox"/> korjattavaa	<input type="checkbox"/> Ei vuotoja <input type="checkbox"/> Muottia korjattu
Rauditus	<input type="checkbox"/> kunnossa <input type="checkbox"/> korjattavaa	<input type="checkbox"/> Korjattu ennen valua <input type="checkbox"/> Korjattu valun aikana
Betonipeite	<input type="checkbox"/> Muottia vasten OK <input type="checkbox"/> korjattavaa	<input type="checkbox"/> Yläpinta mitattu / OK <input type="checkbox"/> Mitataan myöhemmin
Hiertopinnat		<input type="checkbox"/> Näkyvät/eristettävät pinnat OK <input type="checkbox"/> Piiloon jäävät pinnat OK



Valutyön toteutus	Suunniteltu	Toteutunut
Muotin tiiviys ja puhtaus		
Teline ja muotintuennat		
Työsaumojen määrät ja tyypit		
Valutauot ja määrät		
Tiivistysaika [s]		
Jälkitiivistysajankohta ([min] tiivistyksestä)		
Hiertopintojen tyyppi/luokka		
Valumenetelmä (pumppaus, ränni, etc)		
Varustelut ja valuun asennettavat laitteet		
Jälkihoitotapa/menetelmä		
Jälkihoitoaika ja -määrät		
Valmiiden valupintojen suojaus		
Lämpökäsittelyt / lisälämmitys (talvalu)		
Muottien purku (lujuus, ikä, kypsyyt tms.)		
Häiriöt, poikkeamat, muutokset		

Muuta	
Muut tiedot, liitteet	

## VERHOILUKIVIEN TYÖVAIHEKOHTAINEN SUUNNITELMA

TYÖVAIHEKOHTAINEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA			
Graniittirakennus Kallio Oy			
Urakka	Sompasaari 1	Työnumero	100043
Työvaihe	Parrulaiturin Muurikiven asennus	Käytettävät suunnitelmat	29675/451 ja 463
Laatija		Laatimis pvm	
Tarkastaja		Versio nro	1
TYÖSUUNNITELMA			
Työhön varattavat resurssit	<input type="checkbox"/> Oma henkilöstö / kalusto <input type="checkbox"/> Aliurakoitsijan henkilöstö / kalusto		
	Koneet ja laitteet Hiab-auto, timanttisaha, nostotalja  Työryhmät ja henkilöt 2-3 kpl kiviasentaja 1 kpl Hiab-kuski Materiaalit RST-tanko Muurikivi		
Edeltävät työvaiheet ja valmistelevat työt	Edelliset työvaiheet ja niiden valmiusaste		
	Seinäraudoitukset tehty ja 1 muotti tehty		
	Työn edellyttämät luvat ja ilmoitukset		
	Ei tarvetta		
	Muut informoitavat osapuolet ja -tavat		
	Ei tarvetta		
	Työmaa- ja liikennejärjestelyt		
	Ei tarvetta		
Suojaukset			
Ei tarvetta			
Työn vaatimat merkinnät ja ennakkomittaukset			
Varmistanut lähtötarkeet ja seinän korko			

## Liite 4/2 (2. sivu)

Työturvallisuus- ja ympäristön suojele	<b>TYÖTURVALLISUUS</b>
	Käytettävät suojavälineet
	Heijastavat vaatteet, suojakengät, kypärä, suojalasit ja pelastusliivit(paukkuliivit) Sahatessa kivet käytetään pölysuojaa ja kuulosuojaimia.
	<b>Käyttöönottotarkastukset</b>
	Hiab:n käyttöönottotarkastus ja pystytyspöytäkirja.
	<b>Nostot ja putoamissuojaukset</b>
	Noston aikana ei liikuta puomin/nostetavan tavaralla. Alue rajataan lippusiimalla/nauhalla. Varottavat laitteet ja rakenteet
	<b>Terveydelle vaaralliset aineet ja materiaalit</b>
	Kivipöly sahattaessa graniittikiviä, Hengitys- /pölysuoja käytettävä.
	<b>YMPÄRISTÖ</b>
	<b>Liikenne ja liikenteenohjaus</b>
	Ei tarvetta
	<b>Työn osalta huomioon otavat rakennukset ja rakenteet</b>
	Ei tarvetta
	<b>Ympäristölle vaaralliset aineet</b>
	Ei tarvetta
	<b>Pohja- ja avovedet / suojaaminen</b>
Ei tarvetta	
<b>Melun, pölyn, värinän torjunnan toimenpiteet</b>	
Se joka suorittaa sahaukset hengitys-/pölysuoja.	

## Liite 4/3 (3. sivu)

Työvaiheeseen kohdistuvat riskit ja niiden hallinta	Työryhmään ja koneisiin kohdistuvat riskit
	Graniittikivi tippuu asennusvaiheessa, putoaminen työtason reunan yli.
	Rakenteeseen kohdistuvat riskit
	Ei tarvetta
Työn suoritus	Ympäristöön ja muihin alueen käyttäjiin kohdistuvat riskit
	Ei tarvetta
	Työvaiheet
	kivet nostetaan työtasolle/ seinälle rst-tartunnat liimataan kiven reikiin kiinni ja hitsataan olemassa olevaan raudoitukseen kiinni solunauha saumoihin. Seinä muotitetaan betonivalun tueksi. Muurikiviseinän saumat saumataan.
	Työn kuvaus
	Muurikiven jatkos olemassa olevien kivien liikuntasaumakohta on oletuksena, että edellisten urakoissa asennettu kivet ovat toleranssien sisäpuolella. Kivet nostetaan ensin lautalle ja sen jälkeen kiinnitetään taljaan kiinni, sen jälkeen nostetaan taljalla kivi seinämuurille. Kiven alle asennetaan muovivälkeitä, että saadaan kivi vaakatasoon ja saumapaksuus 15 mm täyttyy. Asennuksen jälkeen liimataan rst-tappi kiveen kiinni ja toinen pää hitsataan raudoitukseen kiinni. Kun kivet on asennettu paikoilleen, saumoihin asennetaan solumuovinauha 20-25 mm syvyyteen saumassa. Muurikivet tuetaan vielä muotilla ennen valua. Valun jälkeen poistetaan muotit ja solumuovinauhan, sen jälkeen katselmoidaan, että loppusaumaus syvyys n.20 mm saavutetaan, minkä jälkeen voidaan suorittaa saumaustyöt. Koko seinä valetaan kerrallaan paikalle.
	Työvaiheen aikataulu
	Vastuut
	Tarkastukset, katselmukset ja mittaukset
	Malli katselmus pidetään kun 2-3 riviä asennettu, betonivalun jälkeen katselmoidaan saumavälit, että sauma syvyys täyttyy.

## Liite 4/4 (4. sivu)

LAADUNVARMISTUS / - OSOITUS							
Laatutekijä	Viite	Toleranssi	Mittausmenetelmä	Mittaustiheys	Mittausajankohta	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Sauma	29675/451		mittanauha	jatkuva	työn aikana	Ei	
Seinän YP			täkymetri		ennen valua	kyllä	

## NOSTOTYÖSUUNNITELMA

## 1. NOSTOTYÖHÖN OSALLISTUVAT

## NOSTOTYÖN SUUNNITTELIJA

NIMI		PUHELIN	
YRITYS/TEHTÄVÄ	GRK/ Työnjohto	S-POSTI	

## NOSTOTYÖNJOHTAJA

NIMI		PUHELIN	
NIMI		PUHELIN	

## NOSTOTYÖN TEKIJÄ(T)

NIMI		TEHTÄVÄ	Nosturikuljettaja
NIMI		TEHTÄVÄ	Nosturikuljettaja
NIMI		TEHTÄVÄ	Lautta, sukellus (kapteeni)
NIMI		TEHTÄVÄ	Lautta, sukellus
NIMI		TEHTÄVÄ	Lautta, sukellus
NIMI		TEHTÄVÄ	taakkojen kiinnittäjä

## URAKAN MUUT OSAPUOLET

RAKENNUTTAJA	VALVOJA	TURVALLISUUSKOORDINAATTORI
HKR Rakennuttaja		

## 2. NOSTOTYÖ JA TAAKKA

## TAAKAN TIEDOT

URAKKA	/ Sompasaari 1, Aallonhalkojan paalulaatan raudoite-elementit sekä rantamurielementit			
NOSTOKOHDE	raudoite-elementit, betonielementit	KIINNITYSPISTEET NOSTOSUUNTA RAJ.	KYLLÄ	EI
TAAKKA / SISÄLTÖ	100tn		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KOKONAISPAINO max.	max. 12m X10m X 0,7m		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MITAT (PxLxS) m				
NOSTOTYÖN KUVAUS	Aallonhalkojan tulevan rantamuurin rakenteisiin nostetaan raudoite-elementtejä ja betonielementtejä.			
	Nostopaikat mantereen puolella, nostoetäisyydet 18m-44m. 100tn painavien elementtien nostoetäisyys max. 25m.			

## NOSTOTYÖN LIITTEET

<input checked="" type="checkbox"/>	Piirrokset nostureiden ja nostopaikkojen sijainneista (vaativat nostot)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Tarkennukset nostotyön suorittamisesta (kohta 6)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pystytyspöytäkirjat + katsastus ptk.	1 kpl

3. NOSTOYMPÄRISTÖ					
MAAPOHJA/KANTAVUUS					
ALUSTATYYPPI	KYLLÄ	EI	KANTAVUUS/TUENTA	KYLLÄ	EI
Pohjamaa (seka)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kantavuus mitattu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kallio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vakavuus tarkastettu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Massanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nostoalue kuiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stabiloitu alusta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nostoalue tasainen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Murskerakenne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maanalaisia rakenteita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betoni	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Maalevyt tukipisteisiin	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Asfaltti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muu pohjanvahvistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sito  
tar-  
kasta

TOIMENPITEET, (MIKÄLI TEHDÄÄN)	Ilmoitus työn aloittamisesta Helen Käyttökeskukseen.

SÄHKÖJOHDOT, KAAPELIT, LAITTEET						
	KYLLÄ	EI		SUOJATAAN	MERKITÄÄN	EI TOIMENPITEITÄ
Ilmajohtoja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toimenpide	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaapeleita	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toimenpide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Putkilinjoja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toimenpide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kanaaleita	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toimenpide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



## 4. NOSTOKALUSTO

NOSTURIT				
MERKKI	TYYPPI	SSK/ tonnia / m	Käyttöönottotark.	Pystytystark.
Liebherr	LR1300		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

HENKILÖNOSTIMET				
MERKKI	TYYPPI	SSK/ kg / hlö	Käyttöönottotark.	Määräaikaistark. tehty
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOSTOAPUVÄLINEET / - LAITTEET				
NIMIKE	KPL	SSK / tonnia / kpl	Tark. ennen nos- toa	Määräaikaistark. tehty
Teräsköysiraksit	4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sakkelit	4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PUTOAMISSUOJAUS / KIINNITYSPISTEET				
SUOJAUS / SUOJAIN	KPL / M	SSK / kg	Missä	Kiinnityspiste

## 5. NOSTOON LIITTYVÄT ASIAT

OHJAUS / MERKINANTO / KOMMUNIKOINTI				
Väline	KPL	HENKILÖT	KUVAUS	

Radiopuhelin	2		Nostotyönjohtaja ja nosturin kuljettaja	
--------------	---	--	---	--

TIEDOTUS JA ALUEEN RAJAUS				
TIEDOTTAMIEN		Väline/ tapa	ALUEEN RAJAAMINEN / MERKINTÄ	
Kenelle tiedotetaan			Suojattava kohde	
Rakennuttaja	<input checked="" type="checkbox"/>	Lippusiimalla	<input checked="" type="checkbox"/>	
Valvoja	<input checked="" type="checkbox"/>	Sulkulamellit	<input type="checkbox"/>	
Pääurakoitsija	<input type="checkbox"/>	Suoja-aita	<input type="checkbox"/>	
Aliurakoitsijat	<input type="checkbox"/>	Liikenteenoh- jaajat	<input type="checkbox"/>	
Tieliikennekeskus	<input type="checkbox"/>	Maalimerkinät	<input type="checkbox"/>	
Muu, 110 kV Valvomo	<input checked="" type="checkbox"/>	Kaide	<input type="checkbox"/>	

**MUUT HUOMIOITAVAT ASIAT**

Nosturi on maadoitettava työskentelyalueen ollessa johtoaukealla.

**6. TARKENNETTU NOSTOTYÖSUUNNITELMA (VAIHEISTUS)****TYÖVAIHEET**

Vaihe 1	Työn edessä olevat elementit siirretään pois tieltä
Vaihe 2	Paalulaatan raudoite-elementit asennetaan
Vaihe 3	Asennus tapahtuu pohjoisesta alkaen yksi kerrallaan
Vaihe 4	Jalallisten elementtien asennus
Vaihe 5	Seinäelementtien asennus

**HENKILÖKOHTAISET TEHTÄVÄT JA VASTUUT**

Nosturikuljettaja	
Lautta, sukellus (kapteeni)	
Lautta, sukellus	
Lautta, sukellus taakkojen kiinnittäjä	

**TAAKAN KIINNITÄMISEEN / IRROTTAMISEEN LIITTYVÄT ERITYISHUOMIOT**

Elementtien kiinnittämisessä käytettävä henkilönostinta sekä valjaita, Irrottamisesta meressä vastaa sukeltaja.

YMPÄRISTÖSSÄ OLEVAT VAARA-ALUEET JA NÄIHIN VARAUTUMINEN	
VAARA-ALUE / VAARALLINEN KOHDE	TOIMENPIDE
110 kV voimalinja	turvaetäisyys sivusuunnassa merkittävä lippusiimalla/nauhalla
110 kV voimalinja	turvaetäisyyden noudattamisesta valvoo yksi henkilö, jolla ei ole muuta tehtävää
	Helen Tekniset palvelut Oy:n kautta
	Turvamies ja yhteystiedot
TOIMINTA POIKKEUSTILANTEESSA	
Sähkötapaturma 110 kV voimalinjaan: valvomo/käyttökeskus PUHELINNUMERO 094195728, ilmoitus:	
TYÖKOHDE SUVILAHTI-HERTTONIEMI PYLVÄSVÄLI 3A-3B, SOMPASAARI	
YLEINEN HÄTÄNUMERO 112	

7. PEREHDYTTÄMINEN NOSTOSUUNNITELMAAN		
ALLEKIRJOITUKSET		
Olen tutustunut tähän nostosuunnitelmaan ja saanut käyttööni kaikki tarvittavat tiedot ja opastukset tehtävieni turvalliseen suorittamiseen		
Nimi	Tehtävä nostotyössä	Allekirjoitus
NOSTOTYÖN	Päiväys	Allekirjoitus
	<input type="text"/>	<input type="text"/>