

Mikko Raisio

Alavesisäiliön kannen uusiminen

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohto

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennus

Tekijä: Mikko Raisio

Työn nimi: Alavesisäiliön kannen uusiminen

Ohjaaja: Arto Saariaho

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä: 4

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Rakennus-Yliselä Oy:n kanssa syksyllä 2015. Työn teoriaosuudessa käsitellään aluesuunnittelua ja työturvallisuussuunnittelua saneerauskohteessa. Työ on tarkoitettu auttamaan turvallisen rakentamisen suunnittelussa ja toteutuksessa erikoisrakennuskohteissa. Työssä esitetään ratkaisutapoja muottityön ja putoamissuojauksen suunnitteluun, sekä toteutukseen.

Opinnäytetyössä käytetään esimerkkitapausta Seinäjoen Jouppilanvuoren alavesisäiliön saneeraushanketta. Kohteen teräsbetonirakenteiden muutos ja korjaustoimenpiteiden kulku ja toteutus käsitellään työvaiheittain. Opinnäytetyön valmistuessa alavesisäiliön saneeraushanke oli vielä käynnissä, joten koko hankkeen kulkua työssä ei käsitellä.

Avainsanat: Aluesuunnittelu, työturvallisuus, teräsbetonirakenteet, korjausrakentaminen, alavesisäiliö.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Mikko Raisio

Title of thesis: Renovation of lower water reservoir deck

Supervisor: Arto Saariaho

Year: 2015

Number of pages: 44

Number of appendices: 4

The thesis was made in concert with Rakennus-Yliselä Oy in the autumn 2015. The theory part of the thesis focuses on area planning and occupational safety planning in renovation work. The thesis aims to help in planning and carrying on job safety in special construction sites. The thesis represents solutions for planning and implementation of formwork and fall protection.

In the thesis, the renovation project of Seinäjoki Jouppilanvuori water reservoirs is used as an example. The modification of reinforced concrete structures and the course and execution of the renovation of the object are handled stage by stage. When the thesis was accomplished, the renovation project was still in progress, so the thesis does not handle the implementation of the whole project.

Keywords: Area planning, occupational safety, reinforced concrete structure, renovation, lower water reservoir.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva ja kuvioluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 KOHDE	9
1.1 Kunto.	10
1.1.1 Yläpohja.....	11
1.1.2 Pilarit.....	11
1.1.3 Ulko- ja väliseinä.....	12
1.1.4 Palkit ja ympyrälaatta.....	13
1.1.5 Alapohja.....	14
1.2 Korjaustoimenpiteet	15
2 ALUESUUNNITELMA	16
2.1 Työmaatilat	16
2.2 Sähköistys ja liittymät.....	17
2.3 Purku-, lastaus-, varastointi ja työskentelyalueet	18
2.4 Nosto- ja siirtojärjestelyt.....	19
2.5 Työmaa-alueen rajaus ja jätteenlajittelu.....	20
3 TYÖTURVALLISUUS.....	22
3.1 Putoamissuojaus ja telineet	22
3.2 Nostotyö ja henkilönostot.....	24
3.3 Betonointi.....	25
3.4 Rakennuskoneet.....	26
4 TYÖVAIHEET	27
4.1 Purku..	27
4.2 Rakenteiden epätasaisuuksien ja korroosiovaurioiden korjaus.....	28
4.3 Pilareiden vahvistaminen	29
4.4 Kantavien rakenteiden tukipinnan lisääminen ja korotus ontelolaatoille....	31
4.5 Ontelolaattojen asennus	34

4.6 Paikallavalettavat holvinosat.....	36
4.7 Vedeneristys	39
4.8 Yläpohjan lämmöneristys ja pintalaatta.....	39
4.9 Muut työt	39
5 YHTEENVETO.....	40
LÄHTEET	43
LIITTEET.....	45

Kuva ja kuvioluettelo

Kuva 1. Vanhasäiliö.....	9
Kuva 2. Väliseinän vaurioita.....	13
Kuva 3. Pyörillä liikuteltava sääsuoja.....	19
Kuva 4. Alumiiniaita.....	21
Kuva 5. Ulkoseinän keskeneräinen muotitus, sekä suojakaide.....	24
Kuva 6. Säiliön kansi.....	28
Kuva 7. Säiliö TT-laattojen poiston jälkeen.....	28
Kuva 8. Pilareiden alaosan manttelointi.....	30
Kuva 9 Pilareiden yläosan manttelointi.....	31
Kuva 10 Keskeneräinen muotti.....	33
Kuva 11. Ympyräpalkin muotti.....	34
Kuva 12. Ontelolaattoja, sekä työtaso.....	36
Kuva 13. Valmiita holvimuotteja.....	37
Kuva 14. Holvinosan raudoitus.....	38
Kuva 15. Säiliön ja laajennusosan vesieristeen liitos.....	39
Kuva 16. Uusiyläpohja sisältä kuvattuna.....	41
Kuva 17. Vahvistettupalkki ja pilarit.....	41
Kuvio 1. Ulkoseinän pinnoite.....	10
Kuvio 2. TT-laatan tukipinta	11

Kuvio 3. Rapautumaa pilarissa.	12
Kuvio 4. Ympyräpalkki	14
Kuvio 5. Pilarimantteli	30
Kuvio 6. Väliseinän korotuksen rakenne	32
Kuvio 7. Periaatekuva väliseinämuotista.....	33

Käytetyt termit ja lyhenteet

Saneeraus	Korjausrakentaminen eli saneeraus tarkoittaa olemassa olevan rakennuksen tai muun rakennelman laajaa yhdellä kertaa tapahtuvaa korjaamista tai muuttamista.
Manttelointi	Manttelointi on perinteinen betonirakenteiden vahvistamiseen tai suojaamiseen käytetty menetelmä, jossa rakenteen poikkileikkausta kasvatetaan kiinteästi alkuperäisen rakenteen ympärille tai sivuille asennettavalla materiaali-kerroksella. Puristettujen rakenneosien mantteloinnilla pyritään kasvattamaan ennen kaikkea niiden puristuskapasiteettia.
Korroosio	Korroosio on ympäristön vaikutuksesta tapahtuvaa materiaalin muuttumista käyttökelvottomaan muotoon. Vahingoittuva materiaali liukenee tai muuten reagoi ympäristön aineiden kanssa. Korroosion aiheuttaja on kemiallinen ilmiö, mutta ympäristö voi vaikuttaa myös mekaanisesti korroosioilmiön syntymiseen ja nopeuteen.
Valu	Valamisella tarkoitetaan nestemäisen aineen kaatamista. Tässä työssä sanalla valu tarkoitetaan betonin tuomista muottiin joko pumppaamalla tai valuastiasta kaatamalla.

1 KOHDE

Seinäjoen Jouppilanvuorella sijaitseva teräsbetonirakenteinen alavesisäiliö, joka on valmistunut vuonna 1972. Säilön kapasiteetti on 5000 kuutiota. Säiliölle suoritettuja tutkimuksia, tai korjaustoimenpiteitä ei ole tiedossa ennen vuotta 2015, eikä kohteesta ollut saatavilla rakennekuvia. Alavesisäiliön halkaisija on 35 m ja syvyys vaihtelee 5,5- ja 6 metrin välillä. Säiliön kantavat pystyrakenteet koostuvat maanvastaisesta jälkijännitetystä betoniulkoseinästä, betonirakenteisesta väliseinästä ja pilareista. Kantavana yläpohjana toimii säteen suunnassa asennetut, kiilamaiset TT-laatat kahdella uloimmalla kehällä ja sisimmässä osassa erilliset betonipalkit ja -laatat. Yläpohja tukeutuu ulkoseinään, väliseinään ja pilarien välisiin palkkeihin sekä keskipilarin yläpuoliseen ympyrälaattaan. Alapohjana on maanvarainen betonilaatta. Tehtyjen havaintojen perusteella vedenpinta on normaalisti noin puolimetriä kannen alapinnan alapuolella.

Alavesisäiliön (5000m³) laajennus valmistui toukokuussa 2015, joka kaksinkertaisti Jouppilanvuoren vesikapasiteetin. Laajennusosan yläpohjan kosteus-, ja lämmöneristeiden saumattoman liittämisen mahdollistamiseksi ja pintalaatan huonon kunnon johdosta saneeraus oli välttämätön. Kuvassa 1 on vanhasäiliö ennen laajennusosan rakentamista.



Kuva 1. Vanhasäiliö.

1.1 Kunto

Ramboll Finland Oy tekemästä kuntotutkimuksesta selviää betonirakenteiden kunto ennen korjaustoimenpiteitä. Betonirakenteita tutkittiin kohteessa aistinvaraisesti, vasaroimalla, mittaamalla betonipeitteitä ja ottamalla jauhe- ja poralieriönäytteitä. Osa ulkoseinästä on käsitelty pinnoitteella veden tulo- ja menoputkien läheisyydestä (kuvio 1). Pinnoitteesta otettiin näyte PCB ja lyijyanalyysiä varten. Jauhe- näytteistä tutkittiin laboratoriossa betonin kloridipitoisuus. Poranäytteistä tutkittiin laboratoriossa osasta vetolujuus ja osasta poranäytteistä teetettiin laboratoriossa mikrorakenne- eli ohuthietutkimukset. Yhdestä väliseinästä ja kahdesta TT-laatasta irronneista betonikappaleista teetettiin mikrorakennetutkimukset. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 2-5.)



Kuvio 1. Ulkoseinän pinnoite

Vetolujuuskoe suoritettiin kahdeksalle koekappaleelle, jotka otettiin säiliön eriosista. Tuloksista kaksi alapohjasta otettua koepalaa alittivat vaurioitumattoman betonin vetolujuudelle yleisesti asetetun raja-arvon 1,5 MPa ja muut ylittivät raja-arvon. Kloridinäytteissä ei löydetty haitallisena pidettyjä määriä klorideja, eikä PCB- ja lyijynäytteessä pitoisuus ylittänyt haitallisen määrän raja-arvoa. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 5.)

1.1.1 Yläpohja

Tutkimuksen perusteella yläpohjan betonirakenteet olivat pääosin hyvässä kunnossa lukuun ottamatta TT-laattojen ripojen päitä, joissa havaittiin betonin lohkeilua, rapautumista ja raudotteiden korroosiovaurioita. TT-laattojen kannatuksessa oli puutteita tukipituuksissa ja laakeroinnissa (kuvio 2). Tarkastuskohdissa ulkoseinän sisennyksen päältä tuettujen TT-laattojen ripojen alla oli liikkeet mahdollistava neopreenilaakerikerros. Muilla tuilla ei havaittu laakerikerrosta, vaan ne tukeutuivat suoraan betonirakenteeseen. Ulompien ja muutamien sisempien TT-laattojen tukipituus oli väliseinän tuella paikoitellen alle 50 mm, mutta ulkoseinällä mitatuissa kohdissa noin 100 mm. Yläpohjan laattojen saumakohdissa havaittiin kosteusjälkiä rakenteen yläpuolisen kosteuseristeen vaurioista. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 7.)



Kuvio 2. TT-laatan tukipinta

1.1.2 Pilarit

Silmämääräisten havaintojen perusteella pilareiden nurkissa oli havaittavissa kohtalaista rapautumaa (kuvio 3), joka ei vielä vaikuta kantavuuteen kriittisesti. Pilareissa ei havaittu merkkejä raudotteiden korroosiosta. Ajan kuluessa rapautuminen heikentää pääraudoitteiden tartuntaa ja pienentää pilarin poikkileikkausta. Pilareista ei otettu näytteitä, minkä vuoksi betonin kunnosta ja laadusta ei ole tietoa.

Ei myöskään voitu arvioida, onko karbonatisoitumisvyöhyke edennyt teräsiin saakka ja korroosio alkanut. Pilareihin tehtyjen betonipeitemittausten perusteella suurin osa teräksistä sijaitsi 20–50 mm syvyydellä ulkopinnasta. Pilarit ovat pääosin ja pääosan ajasta veden alla, joten karbonatisoituminen on hyvin hidasta tai ei etene lainkaan. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 9.)



Kuvio 3. Rapautumaa pilarissa.

1.1.3 Ulko- ja väliseinä

Ulko- ja väliseinien yläosissa havaittiin useita kohtia, joissa betoni oli lohjennut TT-laatan rivan kohdalta (kuva 2). Seinässä havaittiin valmistuksessa aiheutunutta epätasaisuutta ja vähäistä pinnan rapautumaa epätasaisuuskohdissa. Seinien yläosissa havaittiin joitakin korroosiovaurioita, mutta ei merkittäviä kantavuuteen vaikuttavia vaurioita. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 9.)



Kuva 2. Väliseinän vaurioita

Mikrorakennetutkimuksen tulosten mukaan betonin suojahuokostus on onnistunut, minkä perusteella betoni voidaan luokitella pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa. Merkkejä pakkasrapautumisesta, tai muusta rapautumisesta ei löydetty. Havaittu mikrosäröily arvioitiin kuivumiskutistuman aiheuttamaksi, eikä se merkittävästi alenna betoninlujuutta. Betonivetolujuuskokeissa näytteiden vetolujuudet olivat hyviä, eivätkä viittaa betoninrapautumaan. Ulkoseinästä mitattiin betonipeitepaksuuksia sekä alapinnan tasosta että yläosasta. Mittausten perusteella teräkset sijaitsivat pääasiassa 20–50 millimetrin syvyydellä. Karbonatisoitumisvyöhyke on mikrorakennetutkimusten perusteella 0,5 mm ulkopinnasta. Tutkimushetkellä teräksistä 0 % oli karbonatisoitumisvyöhykkeellä ja alttiina korroosiovaurioille. Arviolta vyöhyke on n. 2 mm syvyydellä 20 vuoden kuluttua, eikä terästen tilanne ole muuttunut nykyisestä. Rakenteen ollessa veden alla, on betoninkarbonatisoituminen hyvin hidasta ja ajanmyötä eteneminen myös hidastuu. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 15.)

1.1.4 Palkit ja ympyrälaatta

Sisimmän kehän palkeissa ja ympyrälaatatassa havaittiin joitakin haka-, ja reunauradotteiden korroosiojälkiä. Yläpohjan erilliset betonipalkit ovat tuettu palkkien-

päältä. Toisesta päästä erilliset palkit ja laatat ovat tuettu ympyrälaatan päältä. Ympyrälaatan kulman betoni oli lohjennut muutamasta kohdasta yläpohjapalkin kohdalta (kuvio 4). Ympyrälaatan keskiosa on täytetty kevytsoralla ja erotettu kovalevyllä allastilasta. Kovalevy on kerännyt kosteutta ja vaurioitunut. Seurauksena kevytsoraa pääsee valumaan betonilaatan päälle, sekä allastilaan. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 10.)



Kuvio 4. Ympyräpalkki

1.1.5 Alapohja

Silmämääräisten havaintojen perusteella alapohjan kunto oli hyvä. Alapohjan betonilaatta on tasainen ja ehjä. Joitakin halkeamia havaittiin pilarien läheisyydessä, mutta rakenteessa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Alapohjan ja seinien välinen 45° viiste oli ehjä. Alapohjan betoni on epätasalaatuista, tiivistyminen ei ole täysin onnistunut eikä se ole pakkasenkestävää. Pakkasrapautumisesta ei kuitenkaan havaittu merkkejä, vaan näytteessä havaittiin runsaan kosteusrasituksen aiheuttamaa pintarapautumista. Betonin vetolujuuskokeissa molempien näytteiden vetolujuudet olivat kohtalaisia, eivätkä viittaa betonin rapautumaan. (Juutinen & Jyrkiäinen 2015, 8.)

1.2 Korjaustoimenpiteet

TT-laattojen huonon kunnon, sekä puutteellisten laakeroinnin ja tukipinnan perusteella tilaaja päätyi uusimaan yläpohjan kaksi ulointa kehää. Uusimisen tarkoituksena on lisätä rakennuksen käyttöikää kannenosalta 50- vuodella. Yläpohja päädyttiin toteuttamaan ontelolaatoilla, joten kantavien rakenteiden tukipinta täytyi kasvattaa riittävän tuen varmistamiseksi elementeille. Pilareiden lujuutta päädyttiin parantamaan mantteloimalla ne 100mm. teräsbetonikerroksella. Kaikki rakennusosien korroosioauriot korjattiin. Saneerauksen yhteydessä myös pääosa pumpusalin tekniikasta ja sähköistyksestä uusittiin.

2 ALUESUUNNITELMA

Rakennustyömaanaluesuunnittelu on hankkeen toteutuksen ajan jatkuva vaiheittain etenevä toimintasarja. Aluesuunnitelmaa tulee ylläpitää hankkeen edetessä ja siitä tulostetaan keskeiselle paikalle kaikkien nähtäville suunnitelmat rakentamisen eri vaiheita ja tehtäviä varten. Rakentamispäätöksen jälkeen toteutuksen tuotannon suunnitteluvaiheessa suunnitellaan työmaa-alueen käyttö toteutuksen ajaksi ja laaditaan yleisaluesuunnitelma. Aluesuunnitelmaa täydennetään ja muutetaan rakentamisvaiheittain työmaan edetessä. Aluesuunnitelmasta tulee selvitä työmaan: liikennejärjestelyt, nostojärjestelyt, työmaatilat, työskentely-, jätteenlajittelu ja varastoalueet, rakennusaikaiset LVIAS-asennukset sekä työmaa-alue. Saneerauskohteissa aluesuunnitelman merkitys korostuu, koska etenkin rakennus jätettä syntyy usein huomattavasti enemmän uudiskohteeseen verrattuna. Korjauskohteissa työmaan koko on usein hyvin rajallinen ja alueen ympäristöön täytyy kiinnittää erityistä huomiota. (Ratu C2-0299 2007, 1-5.)

Kokonsa kannalta Jouppilanvuoren työmaa-alue ei ollut ongelma. Työmaan välitömmässä läheisyydessä ainoa rakennus on vesilaitos ja työmaata sivuaa harvakseltaan liikennöidyt soratiet ja lenkkipolut. Työturvallisuuteen ja putoamissuojaukseen täytyi kiinnittää erityistä huomiota, koska suurin osa työstä tehtiin yli viisi metriä lattiapinnan yläpuolella. Kohteen aluesuunnitelma on esitetty liitteessä 1.

2.1 Työmaatilat

Henkilöstötilat suunnitellaan rakennustyömaalle työntekijämäärän mukaan. Määrittäviä perusteita ovat työntekijöiden suurin yhtäaikainen vahvuus sekä mahdolliset poikkeustilanteet. Työntekijämäärässä on otettava huomioon myös ali- ja sivu-urakoitsijoiden työntekijät. Tilojen tarkoituksenmukainen sijoittelu on osa rakennustyömaa-alueen käytönsuunnittelua. Henkilöstö-, toimisto- ja varastotilat pyritään sijoittamaan siten, että ne eivät häiritse rakennustyön sujuvaa etenemistä. Henkilöstötilat eivät saa olla nostoreittien alla, vaan niiden sijoittelussa on huomioitava työturvallisuusmääräykset. Rakennustyömaiden henkilöstötiloja koskevat määräykset perustuvat työturvallisuuslain sosiaalituloja koskeviin säännöksiin. Sosiaali-

tilojen on oltava lämmitettyjä ja ilmavaihdon tulee olla tehokas. Henkilöstötilojen korkeuden on oltava vähintään 2,2 metriä ja käymälöiden vähintään 1,9 metriä. Naisille ja miehille on järjestettävä omat käymälä-, pukeutumis- ja peseytymistilat tai mahdollisuus käyttää niitä erikseen. Jokaiselle on oltava neliometri ruokailutilaa, sekä henkilökohtainen lukittavakaappi ja mahdollisuus vaatteiden sekä välineiden kuivaamiseen. (Ratu 01-3033 1996, 3-5.)

Kohteen sosiaalityilat on mitoitettu suurimman työntekijävahvuuden mukaan kahdeksalle hengelle, jolloin yksi peseytymispaikka ja käymälä ovat vähimmäisvaatimukset. Sosiaalityilat on varustettu lämminvesivaraajalla ja vesi on juomakelpoista. Ruoansäilytykseen, lämmitykseen ja nauttimiseen on asianmukaiset varusteet. Jokaiselle työntekijälle on lukittavakaappi ja mahdollisuus vaatteiden kuivatukseen. Työmaatoimisto sijaitsee sosiaalitylojen välittömässä läheisyydessä, josta löytyvät ensiaputarvikkeet. Työmaakokouksiin käytetään vesilaitoksentiloja.

2.2 Sähköistys ja liittymät

Työmaansähköistäminen käsittää: sähköhankinnan, työmaan sähköverkonsuunnittelun ja rakentamisen sekä laitteiden liittämisen verkkoon. Työmaalle voidaan syöttää sähköä myös kiinteillä tai siirrettävillä generaattorilaitteistoilla. Työmaansähköistystä suunniteltaessa työmaan tehontarve täytyy määrittää. Tehon määrittely voidaan tehdä pienellä työmaalla karkeasti laskemalla työmaan tulevan kaluston nimellistehot kilowatteina yhteen ja kertomalla summa 1,5:llä. Näin saadaan selville työmaalla tarvittavan pääsulakkeen ampeerimäärä. Pääsulakkeeksi valitaan olemassa olevista seuraavaksi suurin koko. Ison työmaan tehontarve lasketaan tarkemmin. Korjausrakennus kohteissa kohteen sähköverkkoa voidaan useimmiten käyttää niin, että osa kohteen sähköistyksestä hoidetaan väliaikaisilla laitteilla ja kaapeleilla. Käytännössä työmaalla kaikki koneet eivät ole koskaan yhtä aikaa käytössä. Talvirakentamisessa betonin lämmittäminen voidaan jättää huomioimatta tehontarvetta laskettaessa, jos se tapahtuu iltaisin ja öisin. Aliurakoitsijoiden tarvitsemat koneet otetaan huomioon. Rakennustyömaiden olosuhteet edellyttävät sähkölaitteilta ja -johdoilta suurempaa mekaanista lujuutta, mikä on otettava huomioon laitteiden ja johtojen valinnassa. Laitteiden on oltava vähintään rois-

keveden pitäviä, joka selviää arvokilven IP- merkinnästä tai tunnuksesta, jossa on pisara kolmion sisällä. Käytössä olevat laitteet ja johdot tulee tarkistaa vähintään silmämääräisesti säännöllisin väliajoin. (Ratu 02-3037 2003, 1-6.)

Työnaikaiset vesi- ja viemäriasennukset suunnitellaan koko hankkeen ajaksi, niin että ne eivät haittaa työnetenemistä. Viemäröinti tulee liittää asianmukaisesti viemäri verkostoon tai kaivoon. Uudisrakennuksissa lopulliset LVI-asennukset kannattaa suunnitella niin, että niitä voidaan hyödyntää rakennusaikana. Korjausrakennuskohteissa rakennuksen olemassa olevia LVI-järjestelmiä voidaan usein käyttää hyödyksi työnaikaisia asennuksia suunniteltaessa. Sosiaalituloihin on järjestettävä puhdas ja juomakelpoinen vesi koko hankkeen ajaksi. (Ratu 1210-S 2004, 14-16.)

Jouppilanvuoren kohteessa tilaaja maksaa sähkön ja veden. 63 ampeeritunnin työmaakeskukselle tulee virta vesilaitoksen sähkökaapista, josta virta jaetaan työmaailloille, työstökoneille ja alakeskuksille. Lisäksi pumppusalista on mahdollisuus ottaa toinen 63A lähtö tarvittaessa. Vesilaitoksella on käytössä oma varavirta-generaattori, joka mahdollistaa työskentelyn myös sähkökatkon aikana. Sähkökatkon aikana työmaalla käytetään virtaa kuitenkin vain välttämättömiin tarpeisiin, ettei generaattori ylikuormitu. Työmaalla tarvittava vesi otetaan sosiaalituloista ja suuremman vedentarpeen aikana laajennusosan pumppusalista saadaan toinen vesipiste. Sosiaalitulojen viemäröinti johdetaan suoraan verkostoon ja säiliön viemäröinti on käytössä työn aikana, jonka kautta sadevedet poistetaan työmaalta.

2.3 Purku-, lastaus-, varastointi ja työskentelyalueet

Rakennustarvikkeiden vastaanottoa, kuormienpurkua ja lastausta varten tulee työmaalle mitoittaa riittävät ja keskeisesti sijoittuvat purku- ja lastauspaikat, joista tavarat jaetaan sisäisin siirroin työkohteisiin. Purku- ja lastauspaikoille varataan koneille ja laitteille riittävä liikkumistila. Purku- ja lastauspaikat sijoitetaan työmaavarastojen ja varastoalueiden läheisyyteen. Työmaan kuljetustieverkko suunnitellaan ja sijoitetaan tavaroiden ja materiaalien vastaanottopaikat, nostolaitteiden sijainnit ja nousutiet huomioonottaen. Rakennustarvikkeiden säilytystä ja varastointia varten varataan riittävät tarvittaessa lukittavat varastot. Varastoalueiden

koot sekä paikat työmaalla suunnitellaan riittäväksi käytettävän tilan puitteissa. Rakennustyössä syntyvien maa-ainesten sijoittamisen ja varastoimiseen varataan työmaalla läjitysalueet. Palaville nesteille ja kaasuille varataan eristetyt säilytys ja varastopaikat, sekä räjähdysaineille eristetyt ja lukitut säilytys- ja varastopaikat. Rauditus-, kirvesmies- ja LVIS-töiden työskentelytilojen, alueiden ja varastotilojen tarve työmaalla selvitetään ennen töiden alkamista. Työ- ja varastotilojen koot, -paikat, -pohjien vahvistamistarve, -alueiden aitaaminen, -suojien ja työhallien rakentaminen suunnitellaan koko hankkeen ajalle toimivaksi. Työtilojen varustelu suunnitellaan riittäväksi yhdessä käyttäjien kanssa. (Ratu C2-0299 2007, 7.)

Kohteen työmaa-alueen koon ansiosta varasto- ja työskentelytilojen järjestäminen helpottui. Varastoalueet sijaitsevat nostopaikkojen läheisyydessä. Kohteessa on varattu työskentelyalueet puun- ja betoniterästen käsittelyyn ja ne on varustettu asianmukaisesti betoniterästen katkaisuun ja -taivuttamiseen tarvittavin laittein, sekä puunkäsittelyyn pöytäsiirkeli. Työmaan sähköpääkeskus on työskentelyalueiden läheisyydessä. Syksyn sääolosuhteiden pakosta kannenvesieristystöihin vuokrattiin siirrettävä alumiinirakenteinen suojateltta, joka näkyy kuvassa 3.



Kuva 3. Pyörillä liikuteltava sääsuoja.

2.4 Nosto- ja siirtojärjestelyt

Aluesuunnittelun yhteydessä selvitetään nostokaluston tarve ja mitoitetaan riittäväksi kaikille työmaan nostoille. Vuokrattavia autonostureita käytettäessä kunkin

työvaiheen nosturikapasiteetin tarve on hyvä selvittää etukäteen kustannusten minimoimiseksi. Nosturin valinnassa määräävät tekijät ovat taakan paino ja nostoetäisyys. Nosturin sijoituksessa maapohjan kantavuus on selvitettävä ja tarvittaessa kantavuutta on lisättävä. Nostoalueet pyritään sijoittamaan niin, että näköyhteys säilyy koko noston ajan. Ympäröivän luonnon ja rakennusten vaikutus täytyy huomioida. Näköyhteyden puuttuessa on aina käytettävä perehdytettyä merkinnäyttäjää, tai radiopuhelinyhteyttä. (Ratu C2-0299 2007, 6.)

Jouppilanvuoren kohteessa käytetään nostoissa autonostureita. Suurin nostoihin vaikuttava ympäristötekijä kohteen välittömässä läheisyydessä oli harustettutietoliikennemasto. Harukset rajasivat nostojen liikeratoja. Suurimman nostokapasiteetin kohteessa vaati TT-laattojen purku ja uloimpien ontelolaattojen asennus, joihin käytettiin 120-tonnin mobiilinnosturia. Sisemmän ontelolaattakehän asennukseen käytettiin 80-tonnin nosturia. Säiliön pohjalle tehtävät nostot suunniteltiin niin, että voitiin käyttää mahdollisimman pieniä nostureita. Säiliön sisälle taakkoja laskettaessa ja nostettaessa käytettiin radiopuhelinyhteyttä. Kohteen sisäisissä siirroissa voidaan käyttää haarukkavaunuja betonialapohjan ansiosta.

2.5 Työmaa-alueen rajaus ja jätteenlajittelu

Työmaa-alueen rajaus on järjestettävä niin, ettei ympäristölle tai ulkopuolisille aiheudu rakennustöistä vaaraa. Työmaa-alueen rajaus voidaan suorittaa aitauksella, kulkusilloilla tai lippusiimalla kohteesta riippuen. Alueen rajojen yhteyteen on lisättävä työmaa-aluemerkinnät. (Ratu C2-0299 2007, 5.)

Jätehuollon hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella parannetaan rakennustyön kustannustehokkuutta ja työturvallisuutta. Työmaan jätehuoltojärjestelmä suunnitellaan koko hankkeen ajaksi. Jätehuoltoa muutetaan rakennusvaiheiden edetessä. Saneerauskohteissa purkuvaiheessa jätettä syntyy usein huomattavasti enemmän. Keräys- ja lajittelualueille, sekä jäteastioille ja lavoille varataan sijoituspaikat ja ne merkitään aluesuunnitelmaan. (RT 69-1183 2015, 1.)

Jouppilanvuoren kohteessa työmaan rajaus on toteutettu verkkoaidalla ja lippusiimalla. Kuvassa 3 näkyvä laajennusosan ympärille pystytetty kiinteä alumiiniaita on

osa työmaa-aitausta. Putoamisvaarasta johtuen on erittäin tärkeää, ettei ulkopuoliset pääse työmaa-alueelle. Työmaalla suljettiin kululta osia työmaasta hankkeen edetessä niin, ettei putoamisvaaraa syntynyt.



Kuva 4. Alumiiniaita.

Purkuvaiheen rakennusjäte läjitettiin osittain säiliönvierelle ja osittain suoraan kuorma-autonlavalle. Rakennusajan kohteessa on jätelavat energijätteelle, puulle ja metallille.

3 TYÖTURVALLISUUS

Rakennushankkeen kaikkia osapuolia koskevat työturvallisuuslain velvoitteet riippumatta heidän asemastaan rakennustyömaalla. Lähtökohtana on, että kukin työnantaja vastaa oman henkilöstönsä turvallisesta työskentelystä. Hankkeessa kaikkien osapuolten: rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisentyönsuorittajan, tulee yhdessä ja jokaisen omalta osaltaan huolehtia siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työntekijöille tai muille työn vaikutuspiirissä oleville. Rakennuttajilla on taloudellisten perusteiden lisäksi myös viranomaisvaatimukset hyvälle turvallisuusjohtamiselle ja siten syy vaatia hankkeeseen liittyvien riskien ennakointiin ja torjumiseen tähtäävää turvallisuussuunnittelua rakennustyössä. Hyvään rakennuttamistapaan kuuluu rakennusalanyhteisesti hyväksymien asiakirjamallien ja ohjeidenkäyttö. Näiden avulla rakennuttajan ja rakennushankkeeseen osallistuvien osapuolten työturvallisuustehtävät määritellä selkeästi ja synnyttää osapuolten välille aktiivista yhteistyötä ja tiedonsiirtoa. Pää toteuttaja vastaa rakennustöiden työturvallisuuden suunnittelusta ja turvallisesta toteutuksesta. Pää toteuttajan tulee huolehtia työpaikalla toimivien urakoitsijoiden toimintojen yhteensovittamisesta. Pääurakoitsija vastaa työpaikan yleisestä turvallisuuden ja terveellisuuden edellyttämisestä järjestyksestä ja siisteydestä, sekä yleissuunnittelusta, työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä. (RT 10-10982 2010, 1.)

3.1 Putoamissuojaus ja telineet

Lähtökohtana putoamissuojauksen ja työtelineiden suunnittelussa on, että suojarakenteet on asennettava kaikkiin sellaisiin paikkoihin, joista voi pudota yli kahden metrin korkeudesta. Rakennustyönturvallisuutta koskeva valtioneuvostonasetus VNa 205/2009 astui voimaan 1.6.2009 joka kumosi aiemmin käytössä olleen kolmen metrin rajakorkeuden. Lisäksi asetus korostaa ensisijaisesti rakenteellisten suojaratkaisujen käyttöä, jos suojarakenteita ei, voida käyttää on työntekijöiden käytettävä suojavaljaita. Tilastojen mukaan joka viides rakennusalan tapaturmista sattuu telineillä työskennellessä. Erityisesti tukemattomat nojatikkaat ja vapaasti seisovat yhdistelmätikkaat ovat aiheuttaneet tapaturmia. Tämän johdosta työtur-

vallisuusmääräyksissä nojatikkaiden käyttö työalustana on kielletty ja A-tikkaiden työskentelykorkeus on rajattu kahteen metriin. (RIL 142-2010 2010, 11-13.)

Työtelineiden valmisosat suunnitellaan ja valmistetaan SFS-EN-standardien mukaan. Telineet luokitellaan rakenteen lisäksi toteutustavan mukaan elementti ja paikallarakennettuihin, sekä materiaalin mukaan puu-, teräs- ja alumiinitelineisiin. Telinekalustonmyyjää ja vuokraajaa koskevat samat määräykset: *”Markkinoille luovutetun teknisen laitteen edelleen luovuttajan on osaltaan varmistettava, että laite on turvallisuuden kannalta siten vaatimustenmukainen kuin se oli markkinoille luovutettaessa.”* (RIL 142-2010 2010, 13-22.)

Telineet on suunniteltava ja rakennettava niin, ettei haitallisia painumia synny riittävälujuus on varmistettava kaikissa vaiheissa. Telineiden työtasot ja kulkutiet on oltava turvalliset. Työtason vähimmäisleveys on 0,6 metriä, kun telinettä käytetään vain työskentelyyn. Silloin kun telineellä säilytetään tavaraa työtason olla leveämpi. Kulkuteiden tulee olla riittävän leveitä ja tarvittaessa valaistuja. *”Työnaikaisten nousuteiden rakenteen, sijainnin ja askelmien on oltava sellaiset, että nousutien ja työtason välillä voidaan siirtyä turvallisesti ja että nousutietä käytettäessä telineen seisontavakavuus ei vaarannu.”* Työtelineiden riittävästä tuennasta ja ankkuroinnista on huolehdittava. (RIL 142-2010 2010, 34-36.)

Suojakaiteen pitää luotettavasti estää sekä henkilöiden putoaminen, että tavaroiden ja työkalujen putoaminen työtasolta ihmisten päälle. Suojakaiteen on oltava riittävän yhtenäinen ja lujuudeltaan riittävä. Yleisesti kaiteen korkeutena käytetään 1,1 metriä joka varustetaan riittävän lujalla käsijohteella, välijohteella ja jalkalistalla. Kaiteen aukot saa olla korkeintaan 25 senttimetriä. (RIL 142-2010 2010, 129-130.)

Kohteessa käytettiin telineinä elementtirakenteisia teräs- ja alumiinitelineitä säiliön osissa, joihin henkilönostimella ei päässyt. Porraskuiluna säiliön pohjalle käytettiin Haki- teräselementeistä tehtyä nousutietä. Kulkutiet väliseinän ja ympyräpalkin työtasoille tehtiin Haki-telineistä. Haki- telineiden vahvuus on rakenteellinen luotettavuus ja kestävyys, mutta ne ovat huomattavasti alumiinitelineitä hitaampia ja raskaampia koota, purkaa ja siirtää. Muottien työtasojen suojakaiteet tehtiin käyttämällä Doka- holvimuotteihin suunniteltuja kaidekonsoleita, joiden johteet valmis-

tettiin sahatavarasta. Muottien työtasona käytettiin 15mm vanerilevyä, joka täyttää vanerityötasolle asetetun 12mm vähimmäisvaatimuksen. Säiliön ulkoseinän suoja-kaide toteutettiin muotin yhteydessä sahatavarasta ja vanerista (Kuva 2). Ontelolaattojen asennuksen jälkeen kansi suljettiin kululta siirrettävillä aitaelementeillä. Aitaelementtejä siirrettiin onteloiden alapuolisen muottityön valmistumisen tahdissa, jolloin putoamisvaaraa ei syntynyt paikallavalettavien holvinosien raudoituksessa ja betonoinnissa.



Kuva 5. Ulkoseinän keskeneräinen muotitus, sekä suoja-kaide.

3.2 Nostotyö ja henkilönostot

Nostotyöalue tulee rauhoittaa aina muilta toimilta, niiden aiheuttamien muiden vaaratekijöiden vuoksi. Nostoapuvälinettä josta puuttuu nimelliskuorman osoittava merkintä, ei saa käyttää. Taakka on osattava kiinnittää turvallisesti siten, ettei nostoväline pääse luiskahtamaan tai vaurioitumaan terävää kulmaa vasten. Taakkojen putoamiset johtuvat usein nostoapuvälineiden asennus- ja kiinnitysvirheistä. Sään vaikutus on otettava huomioon nostotöissä. Erityisesti tuulella, jäällä ja lumella on suuri vaikutus nostettavaan taakkaan ja noston turvallisuuteen. Sääolosuhteiden mahdollisesti aiheuttaessa vaaratilanteita nostoja ei saa suorittaa. Taakkaan koh-

distuva tuulivaikutus voi käytännössä alentaa nosturille käyttöohjeissa asetettua tuulirajaa. (Ratu 1182-S 1998, 1-3.)

Henkilönostosuunnittelu on tärkeä osa työmaan turvallisuussuunnittelua. Suunnittelun lähtökohtana on varmistaa henkilönostoissa käytettävien laitteiden määräysten ja asetusten mukaisuus. Henkilönostosuunnitelmassa esitetään tehtävät tarkastukset ja kohteet, joihin henkilönostinta tarvitaan. Henkilönostimen on oltava kyseessä olevaan nostotyöhön soveltuva. Ennen henkilönostimen käyttöä on varmistettava nostimen rakenteellinen kunto, sekä työskentelyalustan ja maapohjan kantavuuden säilyminen. Henkilönostimen työalue pyritään rauhoittamaan muilta toiminnoilta mahdollisuuksien mukaan nostimesta putoavien esineiden ja materiaalien varalta. Työmaalla tulee olla henkilönostimien käyttöohjeet ja työnjohdon on varmistettava, että työntekijät osaavat käyttää henkilönostinta turvallisesti sen käyttöohjeiden mukaisesti. Henkilönostimia käytettäessä on aina käytettävä turvalajaita. Ennen nostimen käyttöä on kokeiltava hallinta- ja turvalaitteiden toiminta. (Ratu 1182-S 1998, 7.)

Jouppilanvuoren kohteeseen vuokrattiin kolme akkukäyttöistä henkilönostinta säiliön sisäisten töiden ajaksi. Nostimien kunto tarkastettiin päivittäin. Suuriosa kohteen töistä tehtiin nostimilla yli viiden metrin korkeudessa. Henkilönostinten käyttöä lisäsi rakenteiden kaarevuus ja korkeus, jotka hankaloittavat telineiden työturvallista rakentamista ja käyttöä.

3.3 Betonointi

Ennen betonoinnin aloittamista varmistetaan, että kaikilla työhön osallistuvilla on tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet. Käytettävien telineiden, kaiteiden, koneiden ja kaluston työturvallisuus täytyy tarkastaa ennen työnaloitusta. Työkohde pyritään pitämään siistinä työnaikana. Betonipumppua käytettäessä letkun läheisyydessä täytyy noudattaa erityistä varovaisuutta mahdollisen letkun tukkeutumisen sattuessa. Betonointityössä työergonomiaan tulee kiinnittää huomiota. (Koski & Mäkelä 2006, 57.)

3.4 Rakennuskoneet

Rakennuskoneiden ja laitteiden käyttäjän tiedoilla, taidoilla ja asenteilla on huomattavamerkitys työturvallisuuteen rakennustyömaalla. Koneiden oikeaoppinen käyttö on turvallisen ja tuottavan työn edellytys. Viranomaismääräysten mukaan työnantaja on veloitettu huolehtimaan työssä käytettävien koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden säännösten mukaisuudesta sekä siitä, että ne ovat kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia. Koneita, laitteita ja työvälineitä on käytettävä, hoidettava, puhdistettava ja huollettava asianmukaisesti. Työnantajan on myös annettava ohjeita ja opastusta työntekijälle koneiden ja laitteiden turvallisesta käytöstä. Rakentamisen suunnitteluvaiheessa ennen työmaan tai työvaiheen aloitusta on tärkeää selvittää käytettäviin työmenetelmiin ja kalustoon liittyvät ongelmat ja vaaratilanteet. Oleellista on löytää turvallisimmat työtavat ja laitteet töihin, joissa tapaturmia sattuu paljon. Vaaratekijöiden kartoituksella pyritään löytämään vaarallisimmat ja ongelmallisimmat käyttötilanteet ja mahdollisuuksien mukaan poistamaan ne ennakkoon. (Lehtinen & Olenius 2011, 5-7.)

Koneiden ja laitteiden valmistajalta edellytetään lainsäädännössä ottamaan turvallisuuden huomioon koneen suunnittelussa. Kone on suunniteltava niin turvallisesti, ettei suojuksia ja turvalaitteita tarvita, jos tässä ei onnistuta valmistajan on tehtävä vaarakohdan suojaamiseksi turvalaiteratkaisuja. Viimeisimpänä keinona valmistaja varoittaa niistä vaaroista, joita ei suojuksilla ja turvalaitteilla ole pystytty poistamaan. (Lehtinen & Olenius 2011, 11-12.)

4 TYÖVAIHEET

4.1 Purku

Peruskorjaustyömailla purkuun liittyvät riskit lisääntyvät, kun vain osarakenteista on tarkoitus purkaa. Purettavan rakennuksen vanhat rakennepiirustukset ja muut tiedot, ovat ensiarvoisen tärkeitä purkutöitä suunniteltaessa. Purkutyösuunnitelmassa on huomioitava lähialueille mahdollisesti aiheutuvat melu- ja pölyhaitat sekä ympäristönsuojelu. Purkutyön suunnitteluvaiheessa tulee vertailla työmenetelmiä parhaan vaihtoehdon löytämiseksi. Lisäksi on purkutyökohteen homepöly, kivihiilipiki, asbesti yms. riskit selvitettävä. Purkutyösuunnitelma tulee laatia aina kirjallisena. Purkutyösuunnitelman tekee purkutyöstä vastaavahenkilö yhdessä purkutyön suorittajan ja rakennesuunnittelijan kanssa. Purkutyöhön liittyvät riskitekijät kartoitetaan ja laaditaan purkutyösuunnitelma, jossa esitetään purkausjärjestys, väliaikaiset tuennat ja sidonnat, rakenteiden kuormittaminen, työntekijöiden putoamissuojaus, putoavien ja kaatuvien rakenneosien vaarattomaksi tekeminen, rakenteiden ennen aikaisen luhistumisen mahdollisuus, purkujätteen käsittely- ja sijoituspaikat sekä ympäristön pöly- ja meluhaittojen ehkäisy. (Ratu 1221-S 2009, 1-2.)

Säiliön ollessa käytössä työkohteessa purettiin yläpohjan n. 1200m² teräsbetonipintalaatta, sekä lämmöneristeet. Säiliön pintarakenteiden purkamiseen käytettiin apuna Avant- pienkuormaajaa. Rakenteiden kuormituskestävyydestä ei ollut tarkkaa tietoa, joten suurempia ja tehokkaampia koneita ei voitu käyttää. Säiliön laajennusosan käyttöönoton jälkeen vanhasäiliö tyhjennettiin ja poistettiin kannen vesieristeet, sekä kaksi silmämääräisesti huonokuntoisinta TT-laattaa, jotta voitiin nostaa henkilönostimet sisälle säiliöön ja rakentaa työturvallinen porraskuilu kulkemiseen säiliöpohjalle. Kuvassa 6 on säiliön kansi kyseisessä purkuvaiheessa. Korjaustoimenpiteiden laajuuden selvittyä TT-laattoja poistettiin noin 900m²(kuva 7). Liitteessä 2 on yläpohjan rakennekuva.



Kuva 6. Säiliön kansi.



Kuva 7. Säiliö TT-laattojen poiston jälkeen.

4.2 Rakenteiden epätasaisuuksien ja korroosiovaurioiden korjaus

Rakenteiden kaikki korroosiovauriot korjattiin piikkaamalla ruosteiset teräkset esiin, jonka jälkeen ne puhdistettiin ja käsiteltiin juomavesialtisiin hyväksytyllä Vandex corrosion protection M korroosiosuojalla. Kaikki reiät, kolot ja pahimmat epätasaisuudet paikattiin juomavesialtisiin hyväksytyllä Vandex Uni Mortar 1 kor-

jauslaastilla. Betonipintaa kohteen seinärakenteissa on karkeasti noin 2000 neliömetriä. Korroosioaurioiden esiintyminen vaihteli säiliön eri osissa huomattavasti.

4.3 Pilareidenvahvistaminen

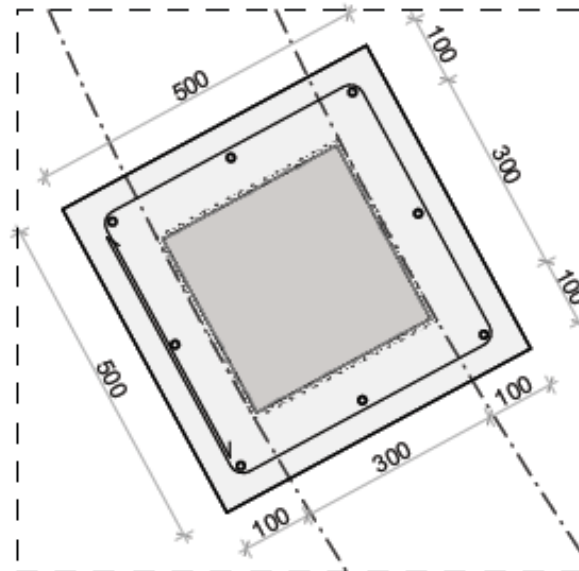
Ympyräpalkkia kantavien pilareiden lujuutta parannettiin mantteloimalla. 100 millimetrin teräsbetonivahvistuksella pilarien puristuskestävyys arviolta kaksinkertaistui (kuvio 5). Muotteina käytettiin Doka Framax Xlife- muottijärjestelmää. Manttelit betonoitiin kahdessa osassa itsetiivistyvällä betonilla (kuvat 8 ja 9). Muottien pystytyksessä apuna käytettiin autonosturia. Säilytettävään kannen osaan tehtiin reiät muottien pystysuoraan nostamisen mahdollistamiseksi. Betonoinnissa apuna käytettiin henkilönostimia, sekä betonipumppua.

NYKYISTEN PILARIEN MANTTELOINTI

NYKYISEN PILARIN PÄÄTERÄKSET arvio: 4 T16

MANTTELIN PÄÄTERÄKSET 8 T12, haat T8 k200

- nykyisen pilarin teor. puristuskestävyys (plastinen) ~1625 kN
- manttelin puristuskestävyys (plastinen) 3113 kN
- lasketaan toimivaksi 60% -> 1867 kN



Kuvio 5. Pilarimantteli



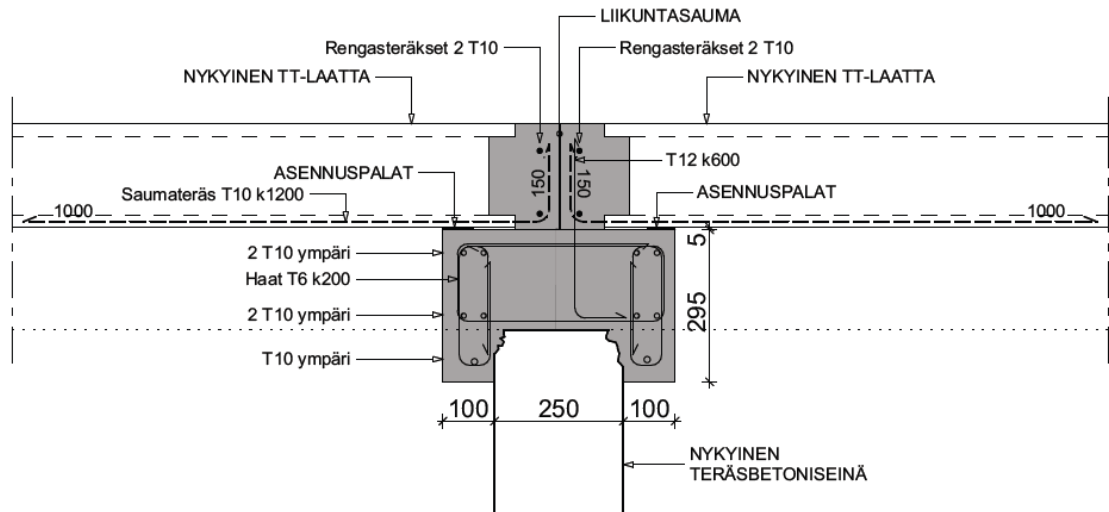
Kuva 8. Pilareiden alaosan manttelointi



Kuva 9 Pilareiden yläosan manttelointi

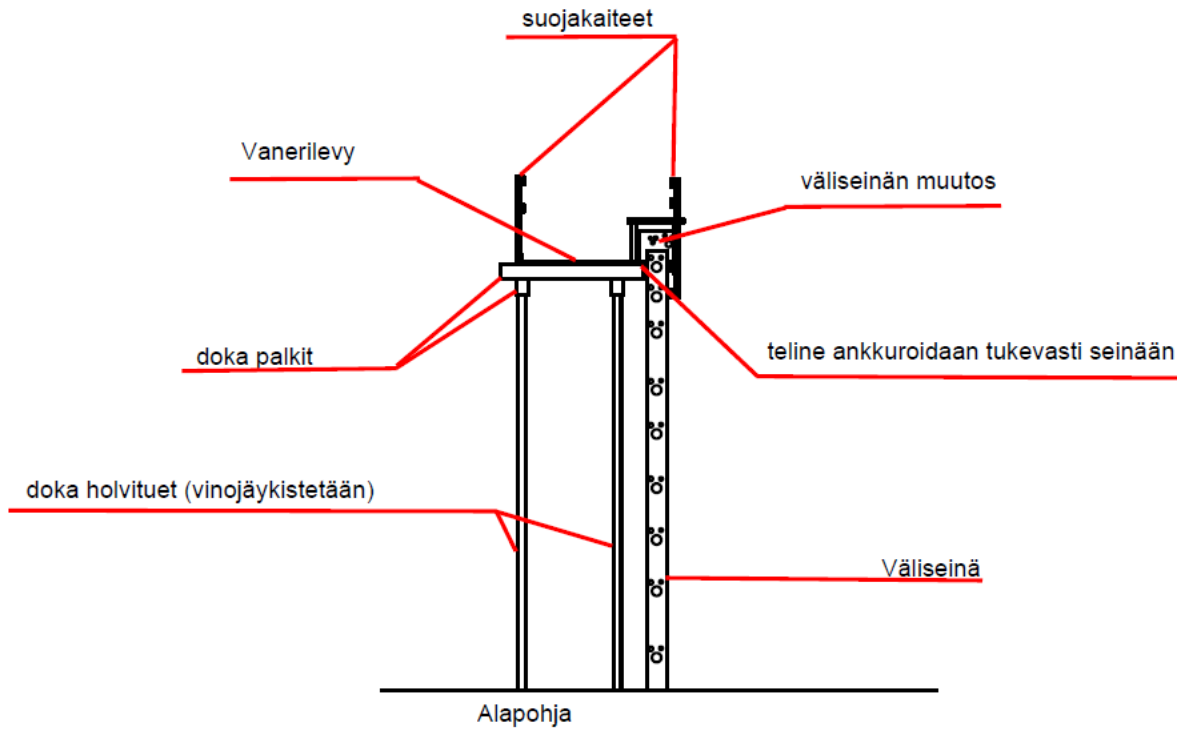
4.4 Kantavien rakenteiden tukipinnan lisääminen ja korotus ontelolaatoille

Kaikki yläpohjan kantavat rakenteet korotettiin niin, että uuden kannen yläpinta tuli vanhan kannen tasoon. Ulkoseinän sisennyksen muotitusta on esitetty aiemmin kuvassa 2. Vanhassa kannessa TT-laattojen vahvuus oli 470 millimetriä ja nykyisten ontelolaattojen vahvuus on 200mm. Korotuksen yhteydessä väliseinällä ja ympäräpalkilla tukipintaa lisättiin. Väliseinän muutosten rakenne on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. Väliseinän korotuksen rakenne

Väliseinän ja palkin muotit, sekä työtasot tehtiin käyttämällä apuna Dokaflex 1-2-4 holvimuottijärjestelmää. Muotit ankkuroitiin betonirakenteisiin ja jäykistettiin vinoreevoja käyttämällä. Periaatekuva väliseinän muottirakenteesta on kuviossa 7. Holvitukia käytettiin karkeasti 1,2 työteline-/ muottijuoksumetriä kohden. Karkea yhteiskuormitustelinejuoksumetrille kahden rakennustyöntekijän 3kN ja betonin 1kN/m yhteisvaikutuksesta saadaan 4 kN, jolloin käytettävien holvitukien kantavuus 36kN telinometriä kohden oli riittävä. Sahatavaralle tarkoitetut reevakiinnikkeet ovat osa Dokaflex järjestelmää. Kuvassa 8 on keskeneräinen väliseinän muotti ja kuvassa 9 on ympyräpalkin valmis muotti.



Kuvio 7. Periaatekuva väliseinämuotista



Kuva 10 Keskeneräinen muotti



Kuva 11. Ympyräpalkin muotti.

Altaan betonirakenteen vaatimuksina on vesitiivis eurokoodien lujuusluokan C35/45 betoni. Rasitusluokat kohteen märän ja kuivan välillä vaihteleville rakenteille ja suuren vedellä kyllästymisen ilman jääsulatusaineita on XC3, XC4 ja XF3 (Hietanen, Silvennoinen & Tikanoja 2009, 4). Betonin suojapeitteenä rakenteissa käytettiin 40mm.

4.5 Ontelolaattojen asennus

Ennen ontelolaattojen asennuksen aloittamista suoritetaan työntekijöiden perehdyttäminen ja varmistetaan henkilökohtaisten suojainten, sekä turvavaljaiden käyttö. Asennustyöhön varatun nosturin ja nostoapuvälineiden asianmukaisuus varmistetaan. Työkohde tarkastetaan ja varmistetaan edeltävien vaiheiden olevan elementtiasennuksen vaatimassa valmiudessa. Työskentelyalue rauhoitetaan elementtiasennukselle muilta töiltä. Ontelolaattojen paikat mitataan suunnitelmien mukaisiksi. Asennustyön yhteydessä elementtien korkeus säädetään sopivan korkeuksilla ruostumattomilla asennuspaloilla. Nostosaksia käytettäessä tulee aina käyttää varmuusketjua. Nostolaite asennetaan siten, että varmuusketju voidaan avata holvin puolelta. Varmuusketjut poistetaan elementin ollessa oikealla kohdal-

la ja elementti lasketaan paikalleen asennuskankia käyttäen. Ennen nostolaitteen poistamista varmistetaan, että elementin tukipinta on riittävä. Ontelolaattoja ei saa kuormittaa ennen kuin saumavalu on saavuttanut riittävän lujuuden. (Ratu 0389 2012, 5-9.)

Kohteen elementtiasennusta hidasti ja vaikeutti paikallavalettavat holvin osat. Kannen rakennekuva liitteessä kolme. Elementtien paikkojen mittaukseen täytyi kiinnittää erityistä huomiota, että myös kehän viimeiset elementit sopivat paikalleen. Lähes kaikkien elementtien päät on sahattu vinoon kaarevasta tukipinnasta johtuen. Liitteessä 4 on elementtikuva yhdestä kohteen ontelolaatasta. Laatat asennettiin kahdessa osassa ensiksi ulompi kehä ja myöhemmin sisäkehä, josta yksi laatta jätettiin pois muottimateriaalien ja henkilönostinten säiliöstä pois saamiseksi. Uloimpien laattojen asennusta helpotti väliseinälle muottitöiden yhteydessä tehty työtaso. Kuvassa 12 on uloimpia ontelolaattoja, sekä osittain purettu työtaso.



Kuva 12. Ontelolaattoja, sekä työtaso.

4.6 Paikallavalettavat holvinosat

Paikallavalettavien holvinosien muotitukseen käytettiin Dokaflex 1-2-4 muottijärjestelmää. Muotit rakennettiin kannen alapuolelle henkilönostimia käyttäen. Yhden Doka Eurex 20 top 550 holvitukien laskennallinen kantavuus on 30kN (Muottimesarit 2014, 10). Holvimuotit suunniteltiin kahden paikallavalu välin kokonaisuuksina, eli muotti tehtiin yhteensä 33 kertaa (kuva 13). Yhden paikallavalukaistan tilavuus on noin yksi kuutiometri onteloiden saumavalut mukaan lukien, tästä yhden muotin kuormitukseksi maksimi kuormitukseksi voitiin laskea 50kN. Yhden muotin yhdeksän holvituen kantavuus 270kN (9*30kN) oli siis riittävä kuormitukselle.



Kuva 13. Valmiita holvimuotteja.

Kannen suojakaiteita siirrettiin ja osia yläpohjasta avattiin työskentelylle muottityön valmistuttua. Ennen rauditustyön aloitusta muotit tarkastettiin ja hyväksyttiin. Raudoitukset valmistettiin rakennesuunnittelun mukaisesti A500HW lujuusluokan harjateräksestä. Ennen betonointia raudoitukset tarkastettiin ja hyväksyttiin. Paikallavälisin rauditus on nähtävissä kuvassa 14.



Kuva 14. Holvinosan raudoitus.

Betonointi suoritettiin kuudessa osassa, että muottimateriaalia voitiin kierrättää. Ontelolaattojen saumoihin käytettiin juotosbetonia ja paikallavalu osiin C35/45 lujuusluokan betonia. Betonoinnissa erityistä huomiota täytyi kiinnittää reunimmaisten onteloiden täyttymiseen. Sääolosuhteiden johdosta osassa valuista käytettiin lankalämmitystä, joka kiinnitettiin mekaanisesti raudoitteisiin ennen betonointia. Uusikansi jaettiin viiteen osaan liikuntasaumoilla, lisäksi säilytettykannen osa on erotettu uudesta kannesta liikuntasaumalla.

4.7 Vedeneristys

Yläpohjan vedeneristys toteutetaan kolmikerros bitumihuovalla aliurakoitsijan toimesta. Vesieristys liitetään saumattomasti laajennusosan eristeisiin (kuva 15). Valmiin vedeneristyksen päällä kulkua ja tavaroiden varastointia tulee välttää, ettei eristekerros vahingoitu.



Kuva 15. Vanhan säiliön ja laajennusosan vesieristeen liitos.

4.8 Yläpohjan lämmöneristys ja pintalaatta

Yläpohja lämmöneristetään 70 mm. SPU- eristekerroksella, joka liitetään saumattomasti laajennusosan lämmöneristeisiin. Koko alavesisäiliön lämmöneristeestä tulee saumaton pontattujen eristelevyjen ansiosta. Lämmöneristeen alapuolelle levitetään suodatinkangas ja valun alle asennetaan valukangas. Pintalaatta jaetaan noin 40m² osiin liikuntasauvoilla.

4.9 Muut työt

Kohteessa pumppusalin tekniikka uusittiin suuriltaosin. Saliin vaihdettiin muun muassa uudet vesipumput, joita varten vanhat konepedit poistettiin ja valettiin uudet. Samalla pumppusalia ehostettiin maalauskorjauksin.

5 YHTEENVETO

Rungon muutostyöt aloitettiin TT-laattojen poistamisen jälkeen heinäkuun lopussa. Suurin tahdistavatekijä kohteessa oli muottien teko ja purku. Aikataulun suunnittelu etukäteen oli haastavaa kaarevien muotojen ja korkealla tehtävän työn johdosta. Tämän opinnäytetyön valmistumisajankohtana marraskuussa 2015 säiliön sisäiset työt on saatu päätökseen, mutta kannen vedeneristys ja säiliön desinfiointi on vielä kesken. Kuvassa 16 on yläpohja alapuolelta kuvattuna. Kuvassa näkyy myös seinärakenteiden paikkauksia tummina pisteinä. Valmis ympyräpalkki ja pilareiden vahvistus on esitetty kuvassa 17. Toteutunut aikataulu on esitetty liitteessä 5. Säiliö otetaan käyttöön heti vesieristyksen ja desinfioinnin valmistuttua, jonka jälkeen tehdään yläpohjan lämmöneristys sekä pintalaatta.



Kuva 16. Uusiyläpohja sisältä kuvattuna.



Kuva 17. Vahvistettupalkki ja pilarit.

Työturvallisuussuunnittelu voidaan todeta onnistuneeksi, koska ilman vakavia tapaturmia on selvitty hankkeen loppupuolelle. Erikoisrakentamisessa hankkeen suunnittelun ja toteutustapojen merkitys kasvaa huomattavasti.

LÄHTEET

Hietanen, T., Silvennoinen, K., Tikanoja, T. 2009. Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan: Osa 2: Betonirakenteiden suunnitteluperusteet. [verkkójulkaisu]. Helsinki: Rakennustuoteteollisuus RTT ry. Saatavana: http://www.eurocodes.fi/1992/paasivu1992/sahkoinen1992/Leaflet_2_Betonirakenteiden_suunnitteluperusteet.pdf

Juutinen, H. & Jyrkiäinen, K. 2015 Seinäjoen alavesisäiliön betonirakenteiden kuntotutkimusraportti. 6.7.2015. Raportti.

Koski, H. & Mäkelä, T. 2006. Rakennustöiden turvallisuusohjeet: Raturva 2. 2. tark. p. Helsinki: Rakennustieto.

Lehtinen, R. & Olenius, A. 2011. Rakennuskoneiden käyttöturvallisuus. 3. uud. p. Helsinki: Rakennustieto.

Muottimestarit. 2014. Dokaflex 1-2-4: Käyttäjätietoa. [Verkkójulkaisu]. Amstetten: Doka Industrie GmbH. Saatavana: http://www.doka.com/ext/downloads/downloadcenter/999776011_2014_06_online.pdf

Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 01-3033. 1996. Työmaatilat: Sunnitteluohje. Helsinki: Rakennustieto

Ratu 02-3037. 2003. Työmaan sähköistys. Helsinki: Rakennustieto

Ratu 0389. 2012. Ontelo- ja TT- Laattaelementtityö. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 1182-S. 1998. Nostotöiden turvallisuus. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 1210-S. 2004. Työnaikaiset rakennukset ja asennukset: Työmaarakennukset, työmaatiet ja varastoalueet, aitaukset, työmaa- ja mainoskilvet sekä työnaikaiset vesijohdot, viemärit ja sähköasennukset – asennus, käyttö ja purku. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 1221-S. 2009. Purkutöiden suunnittelu: Purkusuunnitelma ja purkutöiden tehtäväsuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

RIL 142-2010. 2010. Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL ry.

RT 10-10982. 2010. Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteet rakennushankkeessa. Helsinki: Rakennustieto.

RT 69-1183. 2015. Rakentamisen jätehuolto. Helsinki: Rakennustieto.

LIITTEET

Liite 1. Aluesuunnitelma

Liite 2. Rakennekuva

Liite 3. Ontelolaattakuva

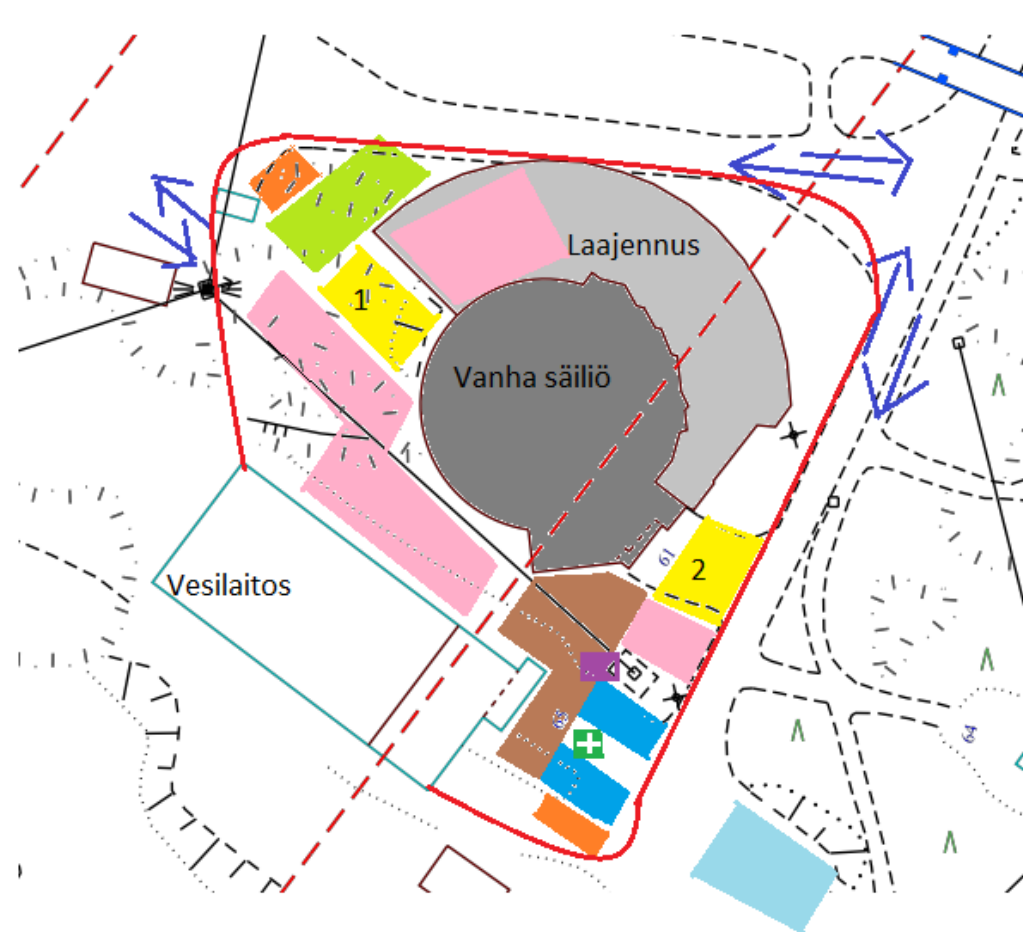
Liite 4. Toteutunut aikataulu

LIITE 1. Aluesuunnitelma

Aluesuunnitelma

Selitteet:

- Henkilöstötilat
- + Ensiapu
- Nostoalueet 1 & 2
- Työskentelualueet
- Purku- /lastausalue
- Jätelavat
- Varastointi alueet
- Parkkialue
- Sähkökeskus
- Työmaa-alueen rajaus



Tarkennukset:

Nostoalue 1: Käytetään pääasiassa, betoni pumppu sijoitetaan pääasiassa nostoalueelle 1 nostoalue kaksi varalla. Etäisyys Säiliön takareunaan 45m.

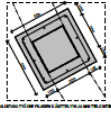
Harustettu masto: Huomioitava nostotöissä!

Varastointi alue 2: Käytetään vain lämmöneristeiden varastointiin!

LIITE 2. Rakennekuva

NYKYISTEN PILARIN MÄNTÖLOINTI

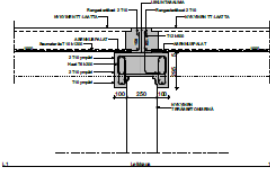
NYKYISEN PILARIN MÄNTÖLOINTI on suoritettu 1:100 mittakaavassa. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm). Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).



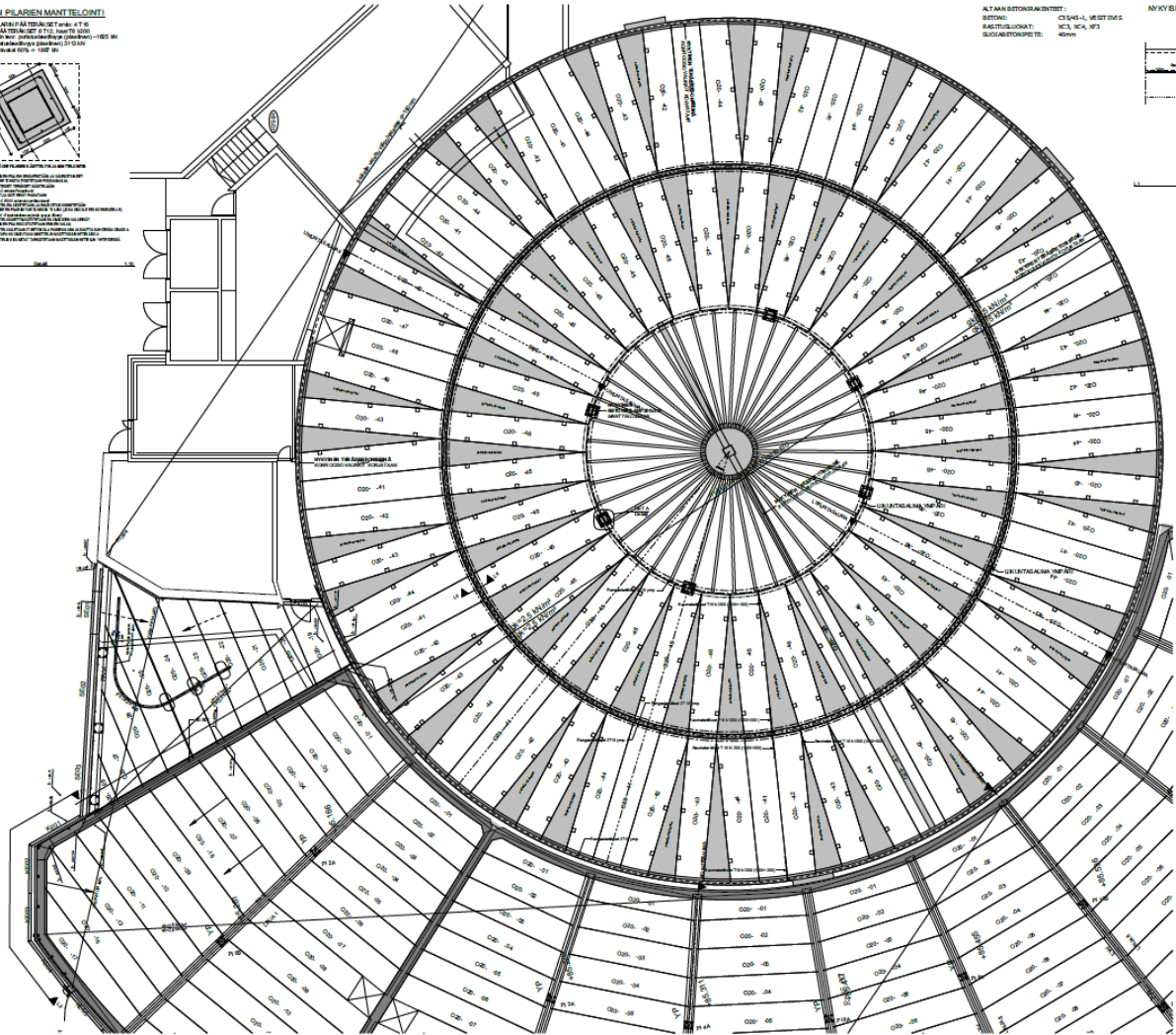
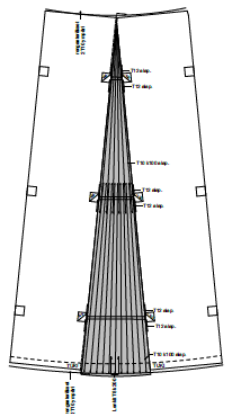
1. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 2. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 3. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 4. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 5. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 6. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 7. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 8. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 9. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).
 10. Mäntölointia on tehty 1000 mm levyisillä mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm) ja mäkyläpöydillä (pöytälevy 1100 mm).

ALTAAN BETONIKÄYTIKKEET:
 BETONIKÄYTIKKEET: C20/25, VESTIÖSSÄ
 RAKETUSLUOKAT: X3, X4, X5
 SUOJAETOPISKE: 40mm

NYKYISEN TERÄSBETONISEINÄN TUUPPINNAN LEVITYS JAKOROTUS



PAIKALLAVALLIKASTOJEN PERSAATERAUKOTUS



	Projekti:	27.10.2019
	Yhteistyökumppani:	RAKENTAMISEN OY
	Asiantuntijajärjestelmä:	RAKENTAMISEN OY
	Asiantuntijajärjestelmä:	1:50, 1:100, 1:200
ARK 262 - 05		

Liite 3. Ontelolaattakuva

