



Tampereen vanhan tavara-ase- man siirto

Suunnittelu ja toteutus

Eleonora Pecoraro

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

Eleonora Pecoraro
Tampereen vanhan tavara-aseman siirto
Suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyö 54 sivua, joista liitteitä 5 sivua
05 2021

Tämä opinnäytetyö kuvaa rakennesuunnittelun etenemistä ja monien rakennusteknisten kysymysten ratkaisemista vanhan tavara-aseman siirron yhteydessä. Työ tarkastelee toteutusvaiheen suunnitelmia ja rakennusteknistä toteutusta. Työn tarkoituksena on tuottaa dokumentaatio historiallisen siirto-operaation suunnittelun vaiheista ja toteutuksesta.

Vanhan tavara-aseman kohtalo joko purettuna tai siirrettynä Ratapihankadun oikaisun tieltä on herättänyt jo vuosikymmenen kiivasta keskustelua. Vuoropuhelu aiheesta on ollut vahvasti puolesta tai vastaan.

Vanhan rakennuksen siirto päätettiin toteuttaa. Siirtohanke sai useat asiantuntijat ja laajan yleisön jännittämään työn onnistumista. Hanke toi näkyvästi esille, mitä insinööritö konkreettisesti sisältää. Onnistunut siirto vaati laajaa rakennusteknistä osaamista ja olemassa olevan tiedon soveltamista sekä suunnittelussa että toteutuksessa.

Työtä varten tutkittiin laajasti julkaisuja rakentamistavoista ja työtapamenetelmiä eri aikakausilta. Pohjana tutkimuksen taustaselvityksessä toimivat hankkeesta saatavilla olevat katselmukset ja historiaselvitykset sekä Tampereen kaupungin aineisto kaavoituksesta ja hankesuunnittelusta. Hankkeen toteutusvaiheen empiirinen tutkimustyö toteutui Eleonora Pecoraron osallistuessa urakoitsijan roolissa työnjohtotehtäviin.

Asiasanat: rakennesuunnittelu, kulttuuriympäristö, kaavoitus, rakennuksen siirto

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

Eleonora Pecoraro
The Relocation Project of the Old Freight Station Building in Tampere
Planning and Implementation

Bachelor's thesis 54 pages, appendices 5 pages
May 2021

This thesis describes the progress of structural design, and the solution to a number of construction technical issues during the transfer process of the old goods station, and surveys the plans of the implementation phase and technical construction implementation from the design perspective. The purpose of this work is to produce documentation on the planning stages and implementation of a historical transfer operation.

The fate of the old freight station, either dismantled or relocated from the path of the rectification of street of Ratapiha, has been the subject of heated debate for a decade. The dialogue on the topic has been strongly for or against it.

The old building was decided to be moved. The transfer project stunned both experts and the general public. The project highlighted what the engineering work concretely entails. The successful implementation required extensive construction engineering expertise, and the application of existing knowledge in both design and implementation.

Publications on construction methods and working methods from different eras were extensively studied for the work. The available reviews and historical reports on the project, as well as the material on zoning and project planning of the City of Tampere, served as the basis for the background study of the thesis. The empirical research work of the implementation phase of the project was carried out by participating in work management tasks in the role of the contractor.

Key words: Structural design, cultural environment, zoning, relocation of the building

SISÄLLYS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | HANKKEEN ESITTELY | 8 |
| | 2.1 Toteutusorganisaatio..... | 8 |
| | 2.2 Kulttuurihistoriallinen näkökulma | 8 |
| | 2.2.1 Tavara-aseman säilyttäminen | 10 |
| | 2.2.2 Purettavat ja säilytettävät rakennukset | 11 |
| | 2.3 Asemakaava | 12 |
| | 2.3.1 Keskustan kehittäminen | 14 |
| | 2.3.2 Liikenneverkon kehittäminen | 15 |
| 3 | SUUNNITTELUN PERUSTEET..... | 17 |
| | 3.1 Hankkeen aloitus..... | 17 |
| | 3.2 Siirron edellyttämät suunnitelmat ja työvaiheet | 17 |
| | 3.3 Lähtötilanne | 18 |
| | 3.3.1 Alkuperäinen perustamistapa | 18 |
| | 3.3.2 Seinien rakenne ja vaikutus..... | 19 |
| | 3.4 Riskien hallinta | 22 |
| | 3.5 Vaihtoehdot suunnittelun aikana | 22 |
| | 3.5.1 Rakennuksen kokonaispainon arvio – vaihtoehdot A-C | 23 |
| | 3.5.2 Siirtoratojen määrän lisäys | 23 |
| | 3.6 Käytetyt mitoitusperusteet..... | 24 |
| 4 | VALITUT TOTEUTUSSUUNNITELMAT | 25 |
| | 4.1 Purkutyö..... | 25 |
| | 4.1.1 Rakennuksen purkuvaiheen aikainen tuenta..... | 28 |
| | 4.1.2 Ennallistettavat purettavat rakennusosat..... | 28 |
| | 4.1.3 Luonnonkiviperustusten kivien lohkominen | 28 |
| | 4.2 Sokkelipalkin rakentaminen | 30 |
| | 4.2.1 Luonnonkiviladelman perustuksen vahvistaminen..... | 31 |
| | 4.2.2 Teräsbetonipalkkiperustuksen vahvistaminen | 33 |
| | 4.3 Maarakennustyö..... | 35 |
| | 4.4 Siirtoratojen rakentaminen | 35 |
| | 4.5 Nostopisteiden rakentaminen..... | 37 |
| | 4.5.1 Työaikainen rakennuksen tuenta..... | 39 |
| 5 | RAKENNUKSEN SIIRTOVAIHE | 40 |
| | 5.1 Yleistä | 40 |
| | 5.2 Rakennuksen siirron aikainen tuenta | 40 |
| | 5.3 Rakennuksen nosto | 41 |

| | |
|--|----|
| 5.3.1 Nostokalusto..... | 41 |
| 5.3.2 Noston aikaiset kuormat..... | 43 |
| 5.4 Rakennuksen siirto..... | 44 |
| 5.4.1 Siirron aikaiset kuormat..... | 45 |
| 5.5 Toimenpiteet uudella sijaintipaikalla..... | 46 |
| 6 POHDINTA..... | 48 |
| LÄHTEET..... | 49 |
| LIITTEET..... | 50 |
| Liite 1. Rakennuksen kokonaispainon arviointi, VA A..... | 50 |
| Liite 2. Rakennuksen kokonaispainon arviointi, VA B..... | 51 |
| Liite 3. Rakennuksen kokonaispainon arviointi, VA C..... | 52 |
| Liite 4. Seinän siirronaikainen riskianalyysi, vauriot lähtötilanteessa .. | 53 |

SANASTO

| | |
|---------------------|--|
| muistutus | julkisesti nähtäville asetetusta kaavasta esitetty mielipide |
| lausunto | kirjallinen mielipidepalaute julkisesti nähtäville asetetusta kaavasta |
| CC2 | rakennuksen seuraamusluokka |
| GL2 | geotekninen luokka |
| PTL2 | paalutustyöluokka |
| Eurokoodi | kantavien rakenteiden eurooppalainen suunnittelustandardi |
| ristilimitys | Tiiliseinän ladontatapa |

MARA-asetus 843/2017 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa

1 JOHDANTO

Tavara-aseman siirron toteuttamiseen vaadittiin rakennesuunnitelmia, joiden tekemisestä ei ollut Suomessa aiempaa kokemusta. Historiallisen 103-vuotiaan tiilirakennuksen siirtäminen vanhalta sijainniltaan uudelle sijainnille vaati noston perustuksineen 1,4 m korkeuteen, ja edelleen vaakasuuntaisen siirron 27 metrin matkalta. Samanlaista tiilirakennuksen siirtohanketta ei ole Suomessa aikaisemmin toteutettu.

Siirto toteutettiin onnistuneesti, ja siihen on monta syytä. Projektin toteutusmuoto, ST-urakointi, mahdollisti monialaisen ja kansainvälisen yhteistyön suunnittelijoiden ja hankkeen urakoitsijan välillä. Rakennesuunnittelua oli vietävä eteenpäin tahdikkaasti ymmärtäen fysikaaliset lainalaisuudet mitä kyseisen työn toteuttamiseen vaaditaan. Rakennusteknisen toteutuksen osalta myös työn johtamisen toteuttamiseen vaadittiin innovatiivista ja rohkeaa insinööriosaamista.

Rakennesuunnittelun aihetta tässä yhteydessä on tärkeä käsitellä. Suomessa on paljon erimuotoista rakennuskantaa, jonka käyttöikä on päättymässä, ellei tarvittavia kunnostustoimenpiteitä tehdä. Korjaustoimenpiteiden ja niitä käsittelevien hankkeiden dokumentaatiota on syytä kirjata tarkasti muistiin, jotta saadaan tulevaisuuden hankkeisiin arvokasta tietoa rakennesuunnittelusta ja sen vaiheista sekä onnistuneesta toteutuksesta.

2 HANKKEEN ESITTELY

2.1 Toteutusorganisaatio

Tampereen vanhan tavara-aseman makasiinin siirtoa nykyiseltä sijainniltaan on suunniteltu vuodesta 2009. Siirrossa tarvittavat toimenpiteet ovat rakennesuunnitelmien laatiminen siirtotoimenpiteestä ja siirron toteuttaminen. Uuden sijainnin perustusten suunnittelu ja toteutus kuuluivat työkokonaisuuteen.

Hankkeen tilaajana toimi Tampereen kaupunki ja urakoitsijana Kreate Oy. Kreate Oy:n urakkaan katsottiin sopimuksen mukaan kuuluvaksi työmaapalvelujen lisäksi myös suunnitteluttaminen ja toteutus. Suunnittelun toteutti Kreate Oy:n suunnittelunohjauksen alaisena A-Insinöörit Civil Oy. Rakennesuunnittelun osalta rakennushanke kokonaisuudessaan kuului erityismenettelyn piiriin, jolloin rakennesuunnitelmien tarkastukseen vaaditaan kolmannen osapuolen tarkastuslausunto.

Siirtoon johtavat syyt ovat kaavoituksessa sekä kulttuurihistoriallisten arvojen ylläpitämisessä. Tampereen kaupunki on investoinut voimakkaasti kehityspäätöksissään keskustan alueen ja liikenneverkon kehittämiseen.

2.2 Kulttuurihistoriallinen näkökulma

Tampereen vanhan tavara-aseman rakennushistoriallista merkitystä ja arvoa on selvitetty 2000-luvun alkupuolelta saakka. Tampereen tavara-asemasta on tehty rakennushistoriaselvitys, jonka lähdeaineistona on käytetty sekä kohdeselvitystä että kirjallisuus- ja arkistokartoitusta. Selvitys valottaa Ratapihankadulla sijaitsevien rakennushistoriallisesti merkittävien vanhojen VR:n rakennusten kulttuurihistoriallista arvoa tulevaisuuden kehittämisen ja rakentamisen näkökulmasta. Hanna Lyytisen toimittamassa rakennushistoriaselvityksessä arvioidaan, että säilyttämällä kulttuurihistoriallisesti merkittäviä rakennuksia, arvotetaan Ratapihankadun rakennetun historian merkitys yhdyskunnan historian tallentajana. (Rakennushistoriaselvitys; Arkkitehtitoimisto Hanna Lyytinen Ky)

Tampereen rautatieaseman seutu rakentui Kyttälän ja Tammelan ympärille 1900-luvun alussa. Tampereen sijainti ratkaisi kaupungin sisämaan kaupan keskuksiksi ja rahdin lisääntyttä tarve tavara-aseman kaltaiselle välivarastolle asemalaitureineen oli perusteltu.



Kuva 1. Tavara-asema ja laiturit kuvattuna 1930-luvulla. (Kuva: Aarne Pietinen Oy, Tampereen museoiden kuva-arkisto)

Suunnittelutyö oli valtion keskusjohtoisesti suunnitteluttamia ja asemat olivat luokiteltu koon ja merkityksen mukaan. Samalla rataverkolla käytettiin yhteneväistä suunnittelua ja näin Tampereen ratapihan alueen kaikki punatiilliset rautatieläisrakennukset kuuluvat rakennusarkkitehtonisesti yhteneväiseen kokonaisuuteen. Tampereen tavara-asema on Bruno Granholmin vuonna 1905 suunnittelema rakennus. Rakennus valmistui vuonna 1907. Rakennusta on vuosien varrella laajennettu; K. Anderssonin suunnitelmien mukaan vuonna 1922 ja tilojen käytön muuttuessa, viimeksi vielä 1980-luvulla.

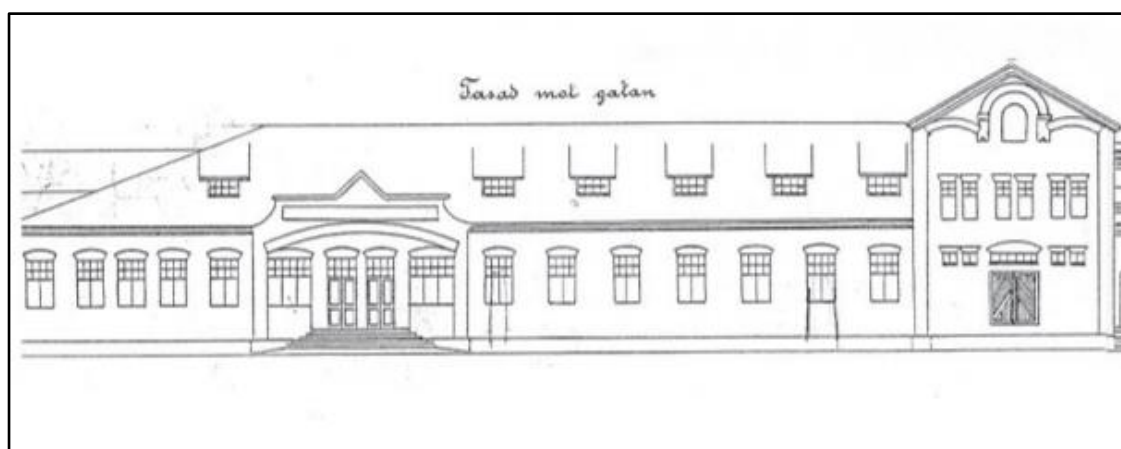
Museovirasto määrittelee ratapihan alueesta seuraavasti; ”Punatiillinen asema- ja veturitallirakennusten sarja liittyy itäpuolella olevaan Tullinaukion rakennuskantaan ja sillä on suuri kaupunkikuvallinen merkitys.” Tampereen tavara-asema kuuluu kiistattomasti rautatielaitoksen rakennusperintöön ja toteuttaa ratapihankadun ympäröivää kulttuuriperintöä. (Rakennushistoriaselvitys; Arkkitehtitoimisto Hanna Lyytinen Ky)

Kuvassa 2 on esitetty alkuperäinen tavara-aseman pohjapiirustus vuodelta 1905.

desta, joka on osittain perustettu kiviladelmalle ja osittain teräsbetoniselle sokkelipalkille. Sokkelipalkki jatkuu korkeaan osaan rakennusta, jossa palkit ovat tuettuna massiivisiin betonisiin kaivinpaaluihin muodostaen yhtenäisen arinarakenteen.

Rakentamisen ajankohta huomioiden, Suomeen on tuolloin ollut rantautumassa teräsbetonirakentaminen. Historiaselvitysten mukaan tavara-aseman perusrakenteissa olevat betoniteräspalkit ovat olleet ensimmäisiä Suomessa rakennettuja teräsbetonirakenteita. (Tampereen vanhan tavara-aseman siirtoselvitys, Megasteel Oy, Erkki Mäki 7.4.2014)

Julkisivumateriaali on muurattu punatiili. Tiili on näkyvissä pilastereissa ja koristeosissa, muutoin tiiliseinissä on vihreä rappauspinta. vesikatto on matalan osan kohdalta huopakate ja korkealta osalta saumattua peltiä. Rakennuksen sokkelit ovat tumman harmaata lohkottua graniittia. Pääsisäänkäynnin massiivikiviporaitikko on harmaata graniittia. Kuvassa 3 on esitetty alkuperäinen julkisivun suunnitelmakuva.



Kuva 3. Bruno Granholmin alkuperäissuunnitelma tavara-asemasta vuodelta 1905. Kuva on julkisivu idän suuntaan. (VR-arkisto, Helsinki)

2.2.2 Purettavat ja säilytettävät rakennukset

Vanhan tavara-aseman välittömään läheisyyteen sijoittuu 2 puurunkoista VR:n vanhaa rakennusta; seuraintalo Morkku ja asuinrakennuksena toiminut rautatie-läistalo, joka käsittää 6 asuinrakennusta.

Seuraintalo Morkku oli rakennussuojeluesitysprosessissa mutta rakennuksen vaarantamiskielto kumottiin keväällä 2020. Päätös mahdollisti rakennuksen purkamisen tavara-aseman tieltä. Siirrettävän tavara-aseman uusi perustuspaikka oli seuraintalo Morkun sijainnilla. Rautatieläistalo jää sijainnilleen ja kehystää Murtokadun reunalta tulevaa tonttia.

Seuraintalo Morkun katsotaan olevan rakennushistoriallisen kulttuuriarvon näkökulmasta vähäinen, sillä se on monimuotoisten muunnos- ja korjaustoimenpiteiden johdosta menettänyt kansallisromanttisen arvonsa. (H.Lyytinen)

Rautatieläistalo on puurakenteinen kuuden asunnon käsittävä asuinrakennus, jonka arvioitu rakennusvuosi on 1902. Rakennus on säilynyt alkuperäisasuunsa pieniä muutoksia lukuun ottamatta lähes 120 vuotta. Rakennus säilytetään ja entisöidään. Kuva nro 4. esittää tontilla tapahtuvat muutokset.

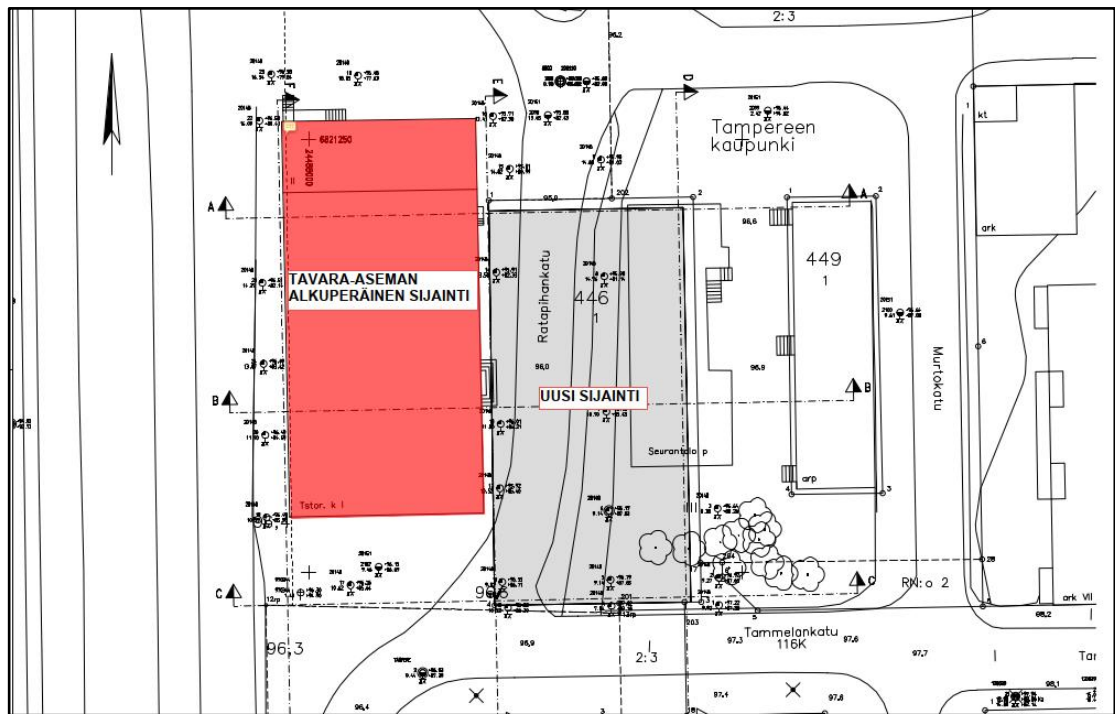


Kuva 4. Ilmakuva lähtötilanteesta, jossa näkyvät purettavat, säilytettävät ja siirrettävät rakennukset.

2.3 Asemakaava

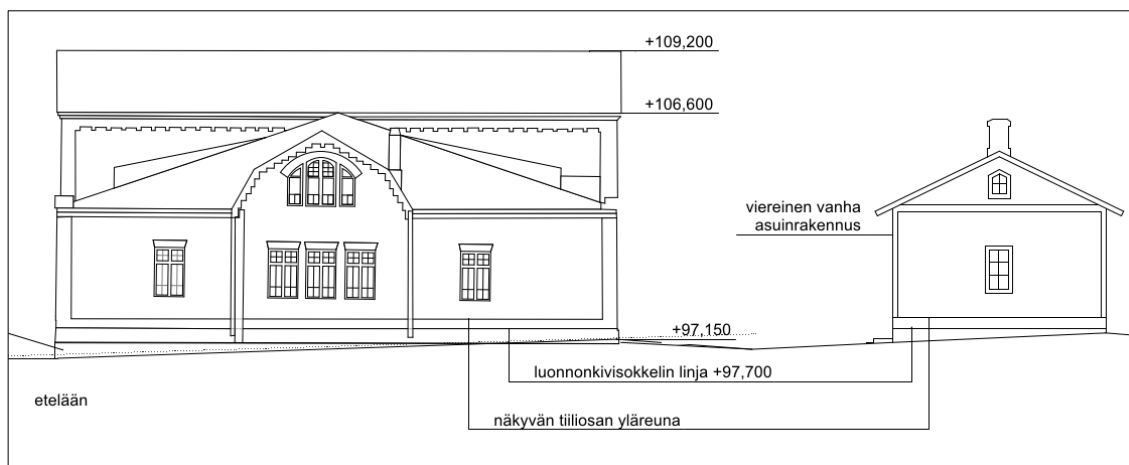
Ratapihankadun pohjoisosan Asemakaava nro 8330 on ollut vireillä vuodesta 2009. Valittuun kaavaehdotukseen päädyttiin, koska kaavaehdotus linjasi tavara-aseman säilyttämisen vanhalla sijainnillaan aiheuttavan lähialueiden viihtyvyyteen merkittävää haittaa liikenneturvallisuuden ja toimivuuden kannalta.

Kaavan mukaisella maankäytöllä on merkittäviä vaikutuksia kaupunkikuvaan, kulttuuriperintöön, keskustan elinvoimaan ja yhdyskuntarakenteen toimivuuteen. Asemakaavalla suojellaan viisi kulttuurihistoriallisesti arvokasta vanhaa rakennusta ja asemakaavan toteutuessa seuratalo Morkku puretaan. (8330_kaavaselustus_140415_WSP_Finland_Oy) Kuvassa xx. on havainnollistettu tavara-aseman rakennuksen uusi sijainti seuraintalo Morkun sijainnilla. (kuva 5.)



Kuva 5. Tavara-aseman sijainti alkuperäisellä paikalla punaisella ja harmaalla uusi perustussijainti puretun Morkun paikalla. (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

Vanhan tavara-aseman korkeusasema ja sijainti uudella rakennuspaikalla suunniteltiin vastaamaan laadittuja katu- ja ympäristösuunnitelmia. Rakennuksen merkittävä 1,3 metrin nosto siirsi rakennuksen samalle tasolle kuin viereinen rautatieläistalo ja tonttia sivuava Peltokadun tasaus. Kuvassa 6 on esitetty tavara-aseman uusi korkoasema säilytettävän rautatieläistalon vieressä.



Kuva 6. Tavara-aseman uusi korkoasema uudella sijainnillaan. (Vanha Tavara-asema; Pääpiirustus, Arkkitehtitoimisto Ahonen & Kangasvieri)

Maakuntamuseon lausunto tavara-aseman säilyttämisen ja Morkun seuraintalon purkamisen osalta linjaa purettavien rakenteiden dokumentoinnin vaatimuksen. Vanhan tavara-aseman osalta korostetaan rakennuksen ominaispiirteiden säilyttämistä ja rakenteiden dokumentoimista korjaussuunnittelun tarpeisiin. (Pirkanmaan Maakuntamuseo, lausunto DIAR:128/2016)

2.3.1 Keskustan kehittäminen

Alueen maankäyttö- ja ympäristötavoitteet kulkevat tiiviisti yhteistyössä muun alueen kehittämisen yhteydessä. Tavoitteena on alueen kaupunkikuvan eheys ja kulkuyhteyksien yhteneväisyys. Muutokset tuovat viereisen kaupunginosaan, Tammelaan, kaivattua rauhallisuutta liikennemelun ja päästöjen hallinnan muodossa. Rakenteilla oleva Morkun Aukio on puistomainen julkinen kaupunkitila, joka luo yhteiskäytöllisiä mahdollisuuksia yhdessä säilytettävien tavara-aseman ja rautatieläisasunnon jatkokäytön kannalta.



Kuva 7. Havainnekuva Morkun Aukiolle Ratapihankadulta. Oikealla siirretty Tavara-asema uudella sijainnillaan. (8330_kaavaselostus140415_WSP_Finland Oy)

2.3.2 Liikenneverkon kehittäminen

Ratapihankadulla on Tampereen kaupungille suuri liikenteellinen merkitys, ja tavoitteet pohjoisen Ratapihankadun liikenneverkon parannuksille ovat selkeät. Siirron toteutuessa voidaan katu rakentaa suoraviivaisesti, jolloin siitä muodostuu ydinkeskustaa kiertävä kehätie.

Ratkaisu parantaa lähialueiden liikenteen turvallisuutta merkittävästi, kun läpiajoliikennettä ei johdeta kiertoreitille vaan kadun linjaus kulkee radan vierustaa suoraan etelän suuntaan. Rakennettu kevyenliikenteen kulkuyhteys Rongankadun alikulku on muodostanut tärkeän yhteyden ydinkeskustan ja Tammelan kaupunginosan välille, jota ratapiha on erottanut. Yhteys on parantanut merkittävästi kevyen liikenteen yhteyttä länsi-itä suunnassa. Kuvassa 8 on kuvattu tavara-aseman uusi sijainti ja sen ympärille rakennettu Morkun Aukio ja Pohjoinen Ratapihankatu. (8330_kaavaselostus140415_WSP_Finland Oy)



Kuva 8. Havainnekuva Ratapihankadusta tielinjaus suoristettuna.
(8330_kaavaselostus140415_WSP_Finland Oy)

3 SUUNNITTELUN PERUSTEET

3.1 Hankkeen aloitus

Tavara-aseman siirron suunnittelu on ollut monimuotoinen ja haastava prosessi. Rakennuksen ikä, huono kunto ja puutteelliset suunnittelun lähtötiedot ovat olleet syy siihen miksi siirtoa varten laadittavia mitoitusperusteita on ollut haastava määrittellä. Kansainvälinen yhteistyö siirtourakoitsijan kanssa lisäsi yhteensovittamisen ja suunnittelun tarvetta. Tästä seurasi toteutussuunnitelmien muutoksia rakennushankkeen suunnittelun aikana vielä työvaiheiden aloitusten jälkeen.

Vanhan tavara-aseman siirron toteutus aloitettiin helmikuussa 2020. Suunnittelunohjaus ja suunnittelu alkoi siirtoa valmistelevilla vaiheilla kahta kuukautta aiemmin. Rakennustekniset työt tehtiin noin kuuden kuukauden aikana aikataulun mukaisesti.

Lähtötilanteen arvioimiseksi on käytetty Tavara-aseman riskianalyysiä. Rakenteiden vaurioitumisen riskiä työturvallisuuden ja siirron kannalta on tehty empiirisiin tutkimuksiin sekä käytetty rakennuksen rakennusaikaisten työmenetelmien tutkimusta, joista on päätelty rakennusmateriaalien, kuten tiilen lujuutta.

Tärkeimmiksi tutkimuskohteiksi suunnittelun kannalta työn lopputuloksen onnistuminen huomioon ottaen voidaan nostaa seuraavat maininnat:

1. Rakennuksen perustusosat sekä seinät ja niiden kokonaiskuorman määrittäminen
2. Kuormien hallittu siirtymä noston ja siirron aikana
3. Siirtoratojen ja rakenteen muodonmuutosten hallinta

Nämä tekijät vaikuttivat suurimmaksi osaksi siihen, miten siirto saatiin toteutettua onnistuneesti.

3.2 Siirron edellyttämät suunnitelmat ja työvaiheet

Kokonaiskuvan ymmärtämiseksi suunnittelusta ja toteutuksesta seuraavassa on luetteloitu rakennuksen noston ja siirron vaatimat päätyövaiheet:

1. Purkutyöt
2. Työnaikainen rakennuksen tuenta
3. Paalutustyöt
4. Jatkuvan perustuspalkin rakentaminen – sokkelipalkki
5. Rakennuksen nostopisteiden rakentaminen, yhteensä 13 kpl
6. Rakennuksen siirtoratojen rakentaminen, yhteensä 9 kpl
7. Siirron aikainen tuenta
8. Uuden sijainnin perustusten rakentaminen
8. Rakennuksen siirto

Tavara-aseman siirron vaatimat työvaiheet ovat tarkemmin esitetty kappaleessa 5. Valitut toteutussuunnitelmat.

3.3 Lähtötilanne

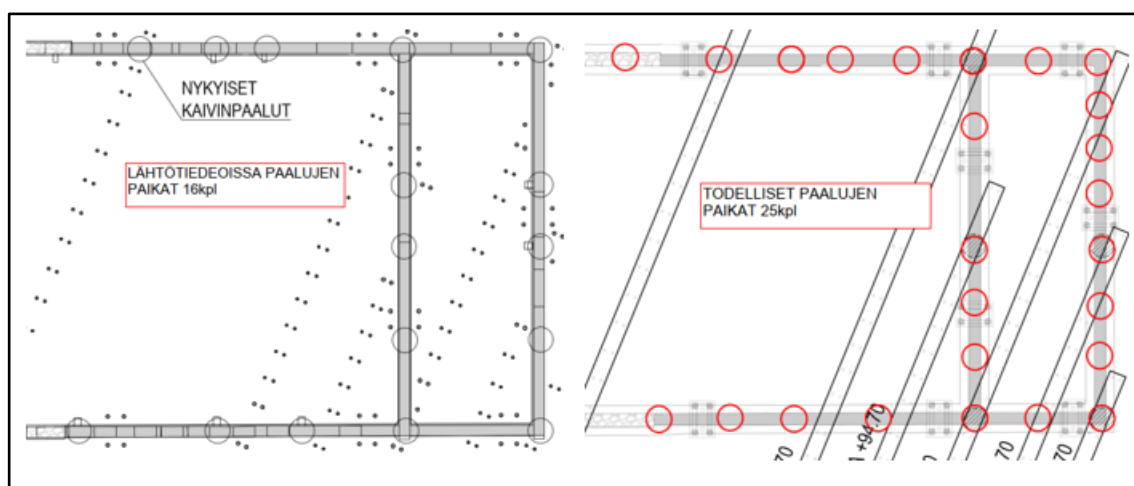
Siirrettävän rakennuksen ikä vaikutti lähtötietojen saatavuuteen merkittävästi. Suunnitelmia tehdessä tutustuttiin kirjallisuuslähteisiin ja tehtiin riittävällä laajuudella pohjatutkimuksia ja rakenteita avaavia toimenpiteitä, jotta lähtötilanteen arvioiminen olisi parhaalla mahdollisella pohjalla. Kohteesta on tehty siirtoselvitys Megasteel Oy yrityksen toimesta, joka vastaa edellä mainittuihin lähtöselvitysaineiston määrityksen kysymyksiin.

Rakennuksesta on myös tehty haitta-ainekartoitus, josta selvisi merkittävä haitta-aineiden määrä. Tämä vaikutti purkutyösuunnitteluun ja aiheutti merkittävän kustannusvaikutuksen.

Rakenteen nykyhetken vaurioiden arvioinnissa keskityttiin rakenteen ehyenä pysymiseen purku- ja siirtotoimenpiteiden aikana. Tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa siihen mitkä ovat jatkotoimenpiteiden vaatimat korjaustoimenpiteet rakennuksen tiiliseinille siirron jälkeen.

3.3.1 Alkuperäinen perustamistapa

Rakennuksessa on käytetty kahta eri perustamistapaa. Rakennus on perustettu eteläosaltaan kiviladelman päälle, jonka pituus on 46 m ja leveys 22 m. Pohjoinen osa sen sijaan on perustettu kaivinpaaluihin tukeutuvan teräsbetonipalkin varaan. Perustuspalkki toimii yhdessä kiviladeldaosan perustuksen kanssa rakenteen primäärisenä kantavana rakenteena. Palkki on jatkuva palkkirakenne ja se tukeutui vanhalla sijainnillaan lyhyihin betonisiin kaivinpaaluihin, joita oli lähtötiedoista poiketen 16 kappaleen sijaan 25 kappaletta. Suurin osa kaivinpaaluista jouduttiin purkamaan uuden sokkelipalkin rakentamisen tieltä mutta 5 kaivinpaalua jätettiin tukemaan siirtoratoja. Kuvassa 9 on esitetty rinnakkaiset kuvat pohjoisen osan teräsbetonipalkista ja sen tukeutumisesta kaivinpaaluihin. Vertailu todentaa lähtötietojen analysoinnin haasteen.



Kuva 9. Suunnittelun lähtötieto kaivinpaaluista verrattuna todelliseen lähtötilanteeseen. (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

Rakenteessa ei ollut havaittavia liikuntasauvoja. Muita syitä halkeamien syntyyn saattavat olla perustusten epätasaiset painumat sekä epäjatkuvuuden kohdat perustuksissa ja liikuntasauvojen puute niiden kohdalla.

3.3.2 Seinien rakenne ja vaikutus

Ulkoseinät ovat massiiviset tiilirakenteet, jotka ovat muurattu umpinaisiksi. Ulkoseinän paksuus on 600 mm ja rakenne on jäykkä. Rakennuksen seinissä on runsaasti ikkuna- ja oviaukkoja, jotka ovat tiiliholvattu. Tiililadonnassa käytetty liimitys on ollut ristilimitys. Tiilien ladontatapaa on käytetty kantavien seinärakenteiden rakentamisessa. Puretussa rakenteessa kantava rakenne rikkoutuu ja

seinä toimii siirron aikana ainoastaan jäykisteenä, kun seinät ovat tuetut. Lähtötilanne siirron näkökulmasta tiiliseinälle on kuitenkin se, että purettuna rakenteena runko ja jäljelle jäänyt tiiliseinä kuormittuu pysty akselin suunnassa omasta painostaan, joka aiheuttaa puristusta, ja vain vähäisesti vaakasuuntaisesta tuuli-kuormasta, jota rakennelaskelmissa ei ole tässä tapauksessa huomioitu. Vaakavoimien vaikutuksesta rakenteeseen kohdistuu vaakasaumojen suuntaista leikkausrasitusta. Leikkauslujuuteen vaikuttaa tiilen ja laastin välinen tartunta ja kitka.

A-Insinöörit Oy:n teettämän seinärakenteen siirronkestävyyden riskiarvioinnin mukaan seinien rapautumista ja halkeilua on kaikilla julkisivuilla ja se vaikuttaa rakennusteknisiin töihin, siirron aikaiseen rakennuksen vaurioitumisriskiin ja työturvallisuuteen. Raportissa ei varsinaisesti oteta kantaa vaurioiden mahdolliseen syntyyn.

Seinät olivat paikoitelleen pahoin vaurioituneet johtuen kunnossapidon laiminlyönneistä ja rakenteen iästä johtuen. Kaikilla seinillä havaittiin alhaalta ylös asti ulottuvia halkeamia. Kosteusrasitus oli päässyt vaurioittamaan rakenteita aiheuttaen tiilien kiinnityslaastien irtoamista ja edelleen tiilien irtoamista. Tiilien kiinnityslaasti oli paikoitellen pahoin rapautunut ja jopa kokonaan kulunut pois. Irtonaisia tiiliä oli havaittavissa alapuolisissa osissa, päätykolmioiden koristeosissa sekä kattorakenteissa syöksytorvien ympärillä. Seinien päällä sijaitseva rappaus hankaloitti halkeamien vaurioiden havainnointia. Liitteessä 5 on kuvattuna kaikki lähtötilanteessa havaitut ulkoseinien vauriot. Kuvassa 10 on havaittavissa seinän halkeama matalan osan aukkojen kohdalla ja alaosan tiilien kiinnityksen puuttuminen kuvassa 11.



Kuva 10. Seinän halkeama aukon kohdalla.



Kuva 11. Seinien tiilien laasti oli rapautunut kokonaan pois alaosistaan.

Laastin puuttuminen heikensi seinän lujuutta, sekä oli haasteena uuden sokkeli-palkin rakentamiselle ja rakenteen vakaalle kiinnittymiselle. Julkisivun näkyvillä osin esiintyvät teräsosat olivat pahoin korroosiovaurioituneet ja korroosion vaikutus on saattanut heikentää niitä ympäröivien tiilien lujuutta. Työn edetessä teräsosien kiinnittyvyys varmistettiin.

3.4 Riskien hallinta

Työkohde sijaitsi radan välittömässä läheisyydessä ja huomionarvoista oli suunnitella rakennuksen purku ja paalutustyö rataliikenteen kannalta mahdollisimman häiriöttömästi ja radanpidon turvallisuusohjeet huomioon ottaen.

Rakennuksen siirtoon kohdistui useita riskejä rakenteen rikkoutumisen ja työturvallisuuden näkökulmasta. Laaditut riskinarviot toimivat suunnittelun ohjaavana materiaalina, kun riskien hallinnan suunnitelmat toteutettiin. Riskit tunnistettiin ja tuotiin esille toimenpiteitä, joilla riskit minimoitiin. Rakennuksen painumat ja rakenteiden murtuminen purku- ja kaivuutöiden aikana sekä siirron aikana olivat merkittävimmät riskit. Rakennukseen kohdistui tärinähaittaa paalutuksesta johtuen, joten tärinän hallintaa seurattiin tärinämittareiden avulla. Reaaliaikainen mittausdata oli saatavilla koko hankkeen ajan ja näin oli helposti saatavilla tieto mahdollisista riskeistä paalutuksen aikana. Junarata ja sen tavaraliikenne aiheuttivat tärinää rakenteille suuremmassa määrin kuin paalutus ihan seinän vieressä.

Olemassa olevien halkeamien muodonmuutoksia seurattiin työn ajan toteutetuilla kipsisilloilla. Se on menetelmä, jossa halkeaman päälle asennetaan kipsilaasti-paikkaus. Jos rakenteessa tapahtuu muodonmuutos, aiheuttaa se paikkauksessa halkeaman, ja näin ollen syntynyt muodonmuutos on heti aistinvaraisesti havaittavissa.

Rakennekohtainen tarkempi tarkastelu riskien hallinnan toimenpiteistä on esitetty osiossa 5, Valitut toteutussuunnitelmat.

3.5 Vaihtoehdot suunnittelun aikana

Suunnittelun alkuvaiheessa kriittisiä vaiheita olivat rakennuksen siirtopainon määrittäminen. Rakenteen kunto oli huono ja perustusten vallitseva todellinen tila oli epäselvä. Nämä kriteerit osaltaan määrittivät noston ja siirron aikaisien kokonaiskuormien laskentaa ja vaikeuttivat mitoituskuormien määrittelyä ja näin ollen varautumista muodonmuutosten syntymiseen rakenteissa.

Tarkastelun edetessä havaittiin riskejä nostorakenteille ja siirtoratoja päätettiin lisätä suunnitellusta seitsemästä siirtoradasta yhdeksään. Suunnitelmamuutoksia tehtiin projektin edetessä tarpeen mukaan ja niihin oli koko toteutusorganisaatio varautunut.

3.5.1 Rakennuksen kokonaispainon arvio – vaihtoehdot A-C

Vaihtoehdoissa A, B ja C kuvataan rakennuksen kokonaispainoa eri purkuvaihtoehtojen osalta. Vaihtoehdoissa vertaillaan rakenteen omapainon jakautumista eri nostopisteille. Kaikissa laskelmissa on sisällytetty uusi siirtorakenteena käytettävä sokkelipalkki.

Arvioidessa rakennuksen kokonaispainoa vaihtoehdossa A, (liite 1., Suunnitteluperusteet, A-Insinöörit suunnittelu Oy) rakennuksesta on purettu alapohjarakenteet, kevyet väliseinät, kantamattomat tiiliseinät sekä ylä- ja välipohjan eristeet. Poikkeuksena muihin vaihtoehtoihin, tässä vaihtoehdossa on 18 nostopistettä. Tässä nostopisteille aiheutuvat pistemäiset kuormat rakenteen omasta painosta ovat 2774 kN – 1102 kN.

Vaihtoehto B (liite 2., Suunnitteluperusteet, A-Insinöörit suunnittelu Oy) arvioi rakennuksen kokonaispainoa niin että vain ulkoseinät ovat jätetty purkamatta. Rakennuksen nosto on arvioitu tehtäväksi suunnitelmassa B ja C 13 nostopisteen avulla. Vaihtoehdossa B nostopisteille aiheutuvat kuormat ovat 347 kN – 3047 kN ja nämä laskennalliset arviot kohdistuvat ongelmallisesti vierekkäisille nostopisteille pohjoisen korkealla osalla, aiheuttaen riskin vaurioitumiselle siirron aikana.

Vaihtoehto C (liite 3., Suunnitteluperusteet, A-Insinöörit suunnittelu Oy) sisältää purkamattomina rakenteina ulkoseinät, sekä väliseinän korkean ja matalan osan välillä. Vaihtoehdossa C nostopisteille aiheutuvat pistemäiset kuormat ovat 780 kN – 3286 kN.

3.5.2 Siirtoratojen määrän lisäys

Suunnittelun edetessä havaittiin riskirakenteita eteläisen seinän aukotuksen osalta ja pohjoisen korkean osan suhteen. Suunnittelun muutoksena päätettiin lisätä kolme uutta siirtorataa. Lisättyjen siirtoratojen sijainnit määriteltiin kriittisimpiin kohtiin, pohjoiselle rakennuksen korkealle osalle, joissa rakenteiden jännepöydät olivat liian suuria. Näin saatiin noston ja siirron aikaisia rasituksia tasattua rakenteen muodonmuutosten ehkäisemiseksi. Kuva 12. esittää siirtoratojen sijainnin rakennuksen asemointiin nähden. Lisätyt siirtoradat ovat nro 2, 5 ja 8.

3.6 Käytetyt mitoitusperusteet

Suunnittelu piti sisällään sekä työnaikaisia rakenteita että pysyviä rakenteita. Mitoitusperusteet määräytyivät näiden lähtökohtien perusteella. Mitoitusmenetelmänä käytettiin eurokoodia ja siihen viitattavia kansallisia liitteitä. Rakennuksen seuraamusluokka oli CC2, rakennuksen toteutusluokka 2, geotekninen luokka GL2 ja paalutustyöluokka PTL2.

Rakennuksen uusien perustusten suunniteltu käyttöikä on 100 v, ja rungon suunniteltu käyttöikä oli 50 v. (suunnitteluperusteet, A-Insinöörit suunnittelu Oy)

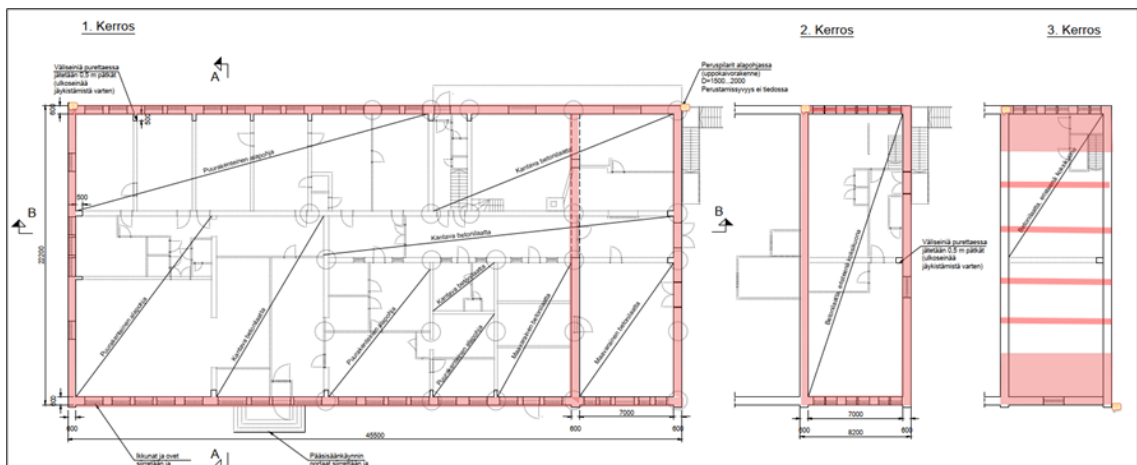
4 VALITUT TOTEUTUSSUUNNITELMAT

4.1 Purkutyö

Rakennuksen purkutyö oli tehtävä tarkoin suunnitellusti vaurioiden ehkäisemiseksi sekä työturvallisuuden näkökulmasta. Purkutöiden suorittaminen oli merkittävä riski rakenteen vaurioitumiselle. Ulkoseinät eivät saaneet vaurioitua sillä niitä koskee maakuntamuseon suojelupäätös. Rakennuksesta tehtyjen haitta-ainetutkimusten perusteella rakenteessa ilmaantui raja-arvoja ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, joten osa purkutöistä tehtiin asbestipurkutyönä ja rakennusjätteet kierrätettiin ja toimitettiin asianmukaisesti rakennusten purkujätteen jälkikäsittelylaitoksiin.

Purkutöiden laajuudeksi määritettiin suunnitteluvaiheessa vesikatto ja kaikki sisäpuoliset ei-kantavat rakenneosat. Siihen vaikuttivat sekä rakennuksen tavoittelun siirtopainon saavuttaminen että työn turvallinen suorittaminen siirron vaatimukset huomioon ottaen. Siirrettäviksi rakenteiksi täsmentyivät perustukset; teräsbetoninen palkki ja kiviladeldaosa, sekä ulkoseinät sekä korkean ja matalan osan väliseinä perustuspalkkeineen. Muita rakennuksen ympäristöön kohdistuvia purkutöitä olivat LVIS – tekniikan purkaminen sekä rakennuksen välittömässä läheisyydessä sijaitsevien vanhojen asemalaiturien betonirakenteiden purkutyö.

Kuva 12 havainnollistaa purkutöiden laajuuden. Kuvassa on nähtävillä korkean osan säilytetyt ripalaatat. Niiden avulla saatiin hallittua korkeiden seinien kaatumisen riskiä purun ja siirron aikana. Päätykolmiot saatiin tuettua vinositein purkamattomalle laatan osuudelle.



Kuva 12. Säilytettävät ulkoseinät ja perustukset merkittynä pohjakuvassa.
(Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

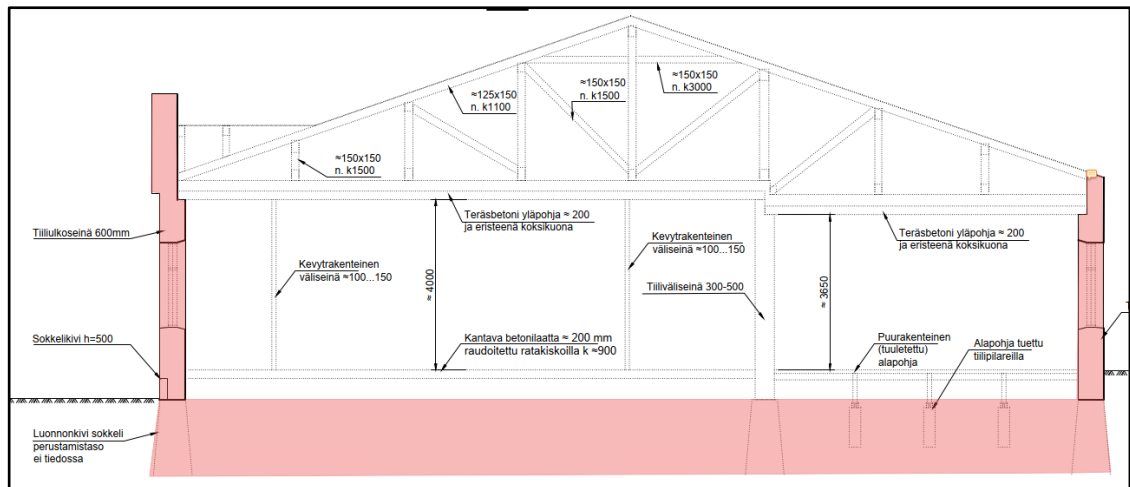
Purkutöiden aikataulutus oli turvallisuussyistä tärkeää. Asbestipurkutyöt tehtiin alipaineistetuissa tiloissa ensin, jotta voitiin siirtyä turvallisesti matalan osan sisäpurkutöistä rakennuksen vesikaton purkuun. Työ aloitettiin sisäpuolisten eikantavien rakenteiden purulla. Väliseinistä jätettiin noin 0,5 m mittaiset tyngät jäykistämään ulkoseiniä purkutyön ajaksi. Matalan osan välikaton holvi purettiin viimeisenä matalasta osasta. Korkean osan purkutöihin siirryttiin matalan osan purkutöiden jälkeen. Viimeisenä purettiin betonipalkistorakenne matalasta osasta. Kuvassa 13 havaitaan purkutöiden etenemä matalan osan suhteen ja käynnissä oleva kivilademaalmaosan kivien lohkomistyö. Keskellä on sisäpuolen betonirakenteita ja lohkotuja kivilademaalmaosuuden kiviä. Väliseinien tyngät ovat purettu pois matalan osan purkutöiden päätteeksi. Ulkoseinien yläpää on suojattu kosteusrasitukselta rakennusmuovilla, jotta kosteus ei pääse vaurioittamaan tiili-seinän rakennetta.



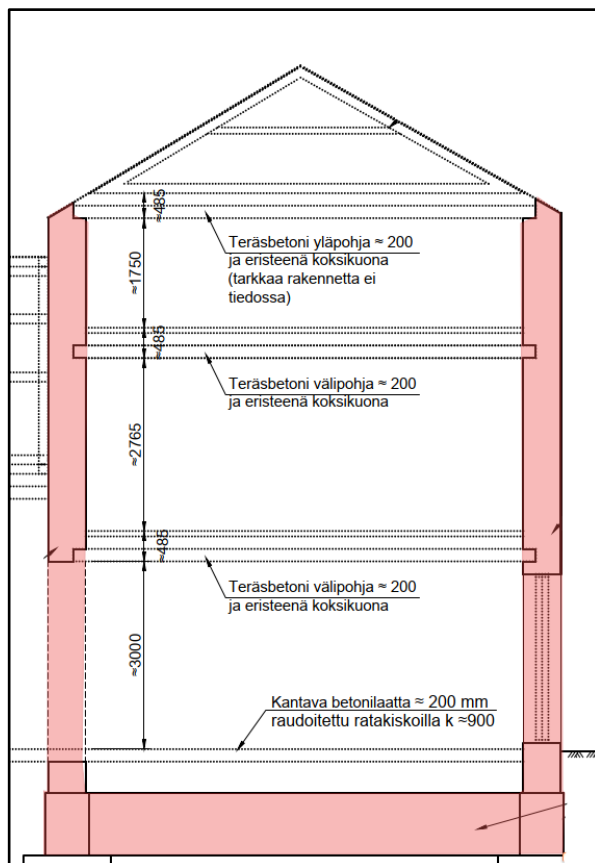
Kuva 13. Sisäpuoliset purkutyöt käynnissä.

Kuvat 14 ja 15 havainnollistavat purettavien rakenteiden määrän rakennuksen sisäpuolelta. Punaisella on merkitty siirtoon valmisteltavat rakenteet. Haasteena suunnittelussa ja valmisteluissa olivat lukuisat korjaus- ja muutosrakentamisen aiheuttamat muutokset. Tarkat rakenteelliset yksityiskohdat selvisivät purkutyön edetessä. Haasteena oli ylä- ja välipohjien hallittu purku ja hallittu rakennuksen

tukeminen purkutöiden edetessä. Rakennuksen pohjoispään pilarien tukeutuessa kaivinpaaluihin, oli ehdottoman tärkeää olla purkamatta näitä tukirakenteita ennen uuden sokkelipalkin rakentamista.



Kuva 14. Matalan osan rakenne (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)



Kuva 15. Korkean osan rakenne (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

Purkutyössä käytettävät laitteet ja kaivinkoneet nostettiin nosturia apuna käyttäen rakennuksen sisälle.

4.1.1 Rakennuksen purkuvaiheen aikainen tuenta

Purkamisen aikana rakenteisiin kohdistui rasituksia, joita hallittiin purun- ja siirron aikaisella tuentasuunnitelmalla. Ikkuna- ja oviaukot oli tuettava tuentasuunnitelman mukaisesti muodonmuutosten välttämiseksi. Karmit jätettiin purkamatta ja puutavaralla tuettiin seinän molemmin puolin ikkuna- ja oviaukot. Pui- nen tuki sidottiin kiinni toisiinsa muottilukoilla alumiinisiteitä käyttäen. Purkuvaiheen aikainen seinien ulkopuolinen tuenta toteutettiin 4 metrin välein asennettavilla elementtitiilla, jotka tukeutuivat 1 tonnin painoisiin vastapainoihin.

4.1.2 Ennallistettavat purettavat rakennusosat

Siirtoa edeltäviä purkutyövaiheita olivat kiviportaikon purkaminen ja säilyttäminen. Luonnonkiviportaatt ennallistetaan uudella rakennuspaikalla ja ne kuuluvat suojellun julkisivun kokonaisuuteen. Rakennuksen alkuperäiset ikkunat ja ovet ovat irrotettu ehjänä ja säilytetty rakennuspaikalla uudelleen kunnostusta ja ennallistamista varten. Korkean osan pienemmät alkuperäiset pikkuruutuiset ikkunat jätettiin paikalleen siirron ajaksi.

4.1.3 Luonnonkiviperustusten kivien lohkominen

Erytystä huomiota vaadittiin luonnonkiviladelman osuudella. Siirtoa varten rakennettava uusi perustuspalkki määrittä mittatoleranssit vanhalle rakenteelle. Suunnitteluvaiheessa ei kivien koko ollut tiedossa, mutta kaivuutöiden edetessä havaittiin perustuskivien ulottuvan etäälle, jopa 70 cm seinälinjasta ulospäin. Kivet oli lohkottava sekä ulkopuolelta, sisäpuolelta että perustuksen alta perinteisin kivenlohkomismenetelmin.

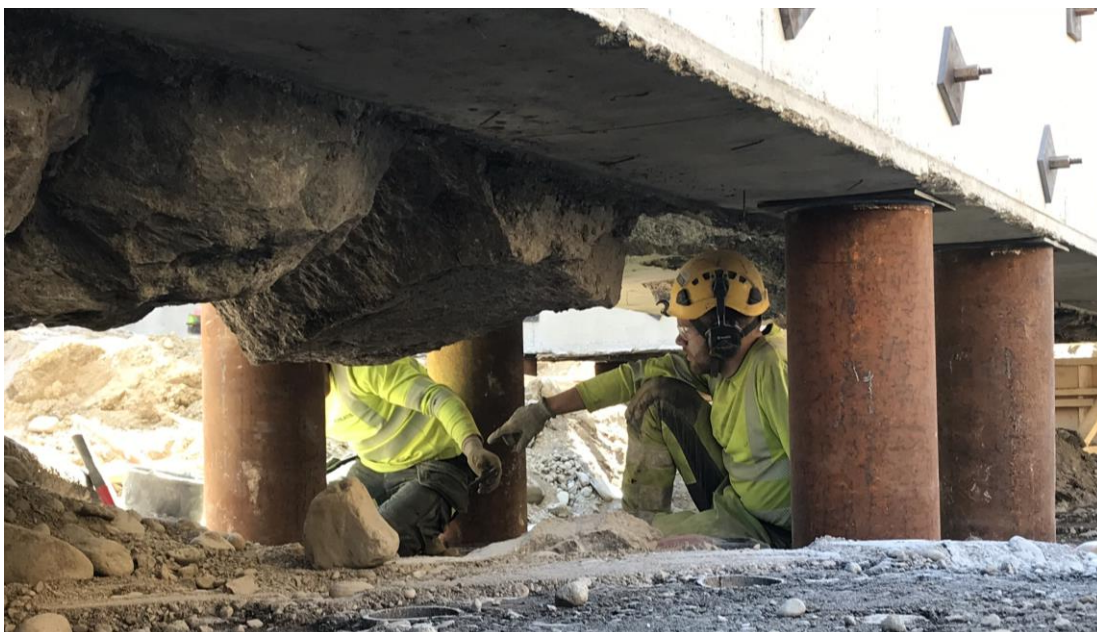
Kiviin porattavat reiät kiilattiin teräskiiloin, ja käsin lekaa ja moskaa käyttäen kiilaa hakattiin yhä syvemmälle. Lyönti aiheuttaa särön syntymisen ja lopulta kiven lohkeamisen. Kiilauksen etuna oli koneellisen kiven muokkauksen verrattuna se, että kiilauksen jättää halkaisupinnan täysin puhtaaksi. Tulevan sokkelipalkin rakentamisen takia tämä oli tärkeää, jotta varmistettiin palkin kiinnittyminen lohkottuihin perustuskiviin.

Kuvissa 16 ja 17 on sisäpuolinen kiviladelman tilanne ja oikealla kuvassa ulkopuolen kiviladelma. Kivirykelmä oli puhallettava puhtaaksi paineilmalla ja huuhdeltava vedellä, jotta saatiin rakennettavan sokkelipalkin betonoinnille mahdollisimman varma kiinnittyvyys ja leviämä myös kiviladelman sisäpuolelle.



Kuva 16. ja 17. Vasemmalla sisäpuoliset, ja oikealla ulkopuolelta lohkottavat perustuskivet.

Kivien lohkominen perustusten alta toteutettiin rakennuksen sokkelipalkin rakentamisen jälkeen, kun rakennus oli tuettu väliaikaisesti teräspaaluin nostoperustuksille. Nostotunkin vaatima työala määrittä rakennuksen alapuolisten perustuskivien mittatoleranssin. Työ vaati erittäin tarkat turvallisuustoimet, sillä työskentely tuettujen kiviladelman perustusten alla oli suuri työturvallisuusriski. Lohkomista toteutettiin työporeittain kolmannen osapuolen valvonnassa. Kuvassa 18 on käynnissä kivien lohkominen kiviladelman perustuksen alta, kun sokkelipalkki on jo rakennettu.

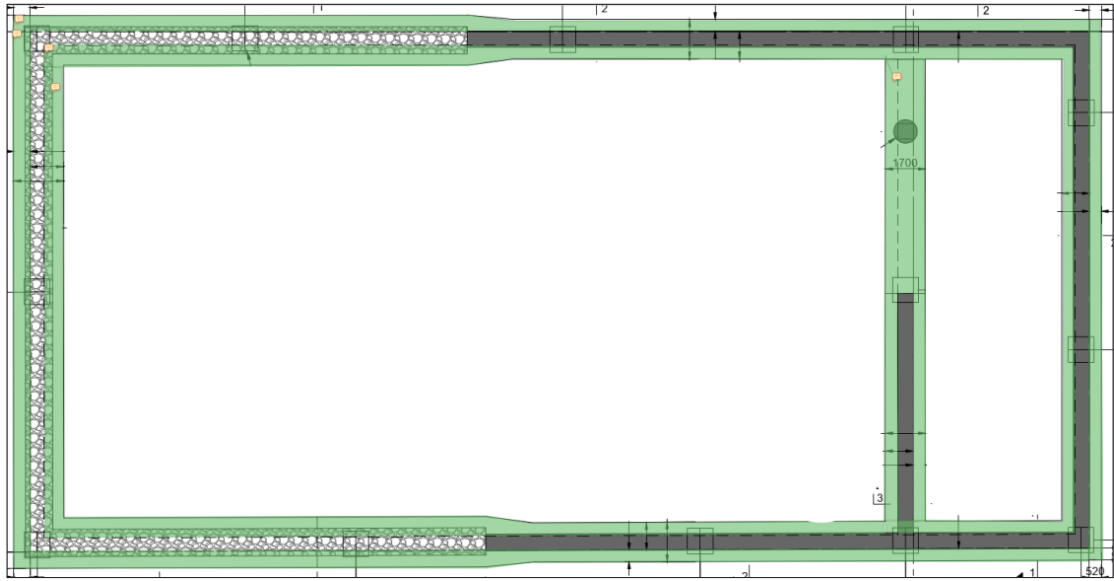


Kuva 18. Työpari toteuttamassa kivien lohkomista perustusten alapuolella.

4.2 Sokkelipalkin rakentaminen

Rakennuksen siirto toteutettiin rakentamalla teräsbetoninen sokkelipalkki rakennuksen ulkoseinän ja korkean osan väliseinän perustuspalkkien tueksi. Siirron aiheuttamat pakkovoimat määrittivät palkin rakenneratkaisun. Vanhoja perustusrakenteita ei voitu hyödyntää kokonaisvakavuudessa, koska teräsbetonipalkin kestävyyttä ei voinut arvioida. Palkki integroitiin uusien kantavien rakenteiden sisään. Vanhoja rakenteita ei voitu purkaa työnaikaisen kuormituksen hallitsemiseksi.

Palkkien rakennustekninen suunnittelu tarkentui kaivuutöiden edetessä. Esiin saatiin todellinen perustusrakenne ja korkotaso mittoineen. Kuva 19 esittää kivilatomusosan ja vanhan teräsbetonipalkin sijainnin, jossa vihreällä on rasteroitu uuden sokkelipalkin sijainti.



Kuva 19. Siirtoa varten rakennettava sokkelipalkki vanhojen perustusrakenteiden ympärille. (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

Teräsbetonilla toteutettava palkin manttelointi oli yksinkertainen ja selkeä ratkaisu. Lisäämällä palkin poikkipinta-alaa ja lisäämällä vetorausoitusta saatiin taivutuskapasiteettiä kasvatettua. Palkin pääraudoitteet ylä- ja alapinnassa porattiin vanhoista perustuksista läpi (kuva 21), jolloin palkki saatiin rakennettua ja toimimaan jatkuvana palkkirakenteena. Etuna tässä valinnassa oli myös rakennuksen suojeltavan julkisivun ilme, se on helposti ennallistettavissa graniittikivin betonipalkin osalta uudella rakennuksen sijainnilla. Huomionarvoista siirron yhteydessä on rakennuksen uuden sijainnin muutos 1,3 metriä ylemmäksi kuin alkuperäisellä sijainti. Sokkelipalkin ennallistamisella on merkittävä vaikutus.

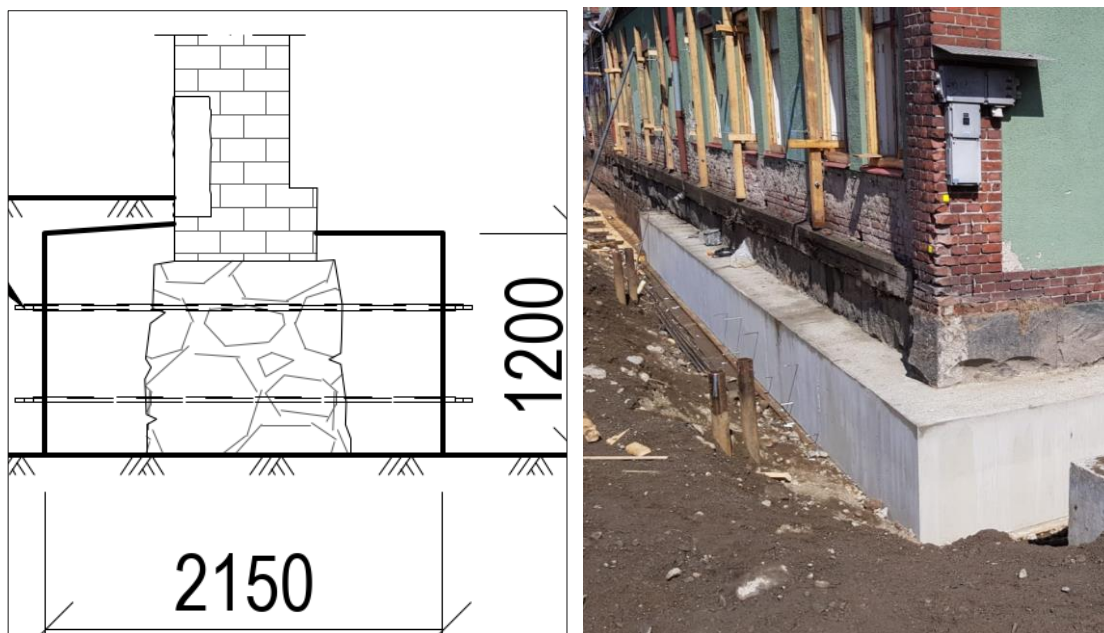
Alkuperäisen perustustavan alapinnan korkomuutos aiheutti mittapoikkeamia palkin kokoon kiviladelman osalla ja vanhan teräsbetonipalkiston kohdalla. Väliseinän kaivinpaalua ei voitu purkaa, joten kaivinpaalu ohennettiin ja se mantteloitiin sokkelipalkilla. Sokkelipalkin rakentamista tehtiin osissa, sisä- ja ulkopuolella yhtäaikaaisesti.

4.2.1 Luonnonkiviladelman perustuksen vahvistaminen

Kivien lohkomisen jälkeen valmisteltiin sokkelipalkin rakentaminen. Palkin korkeus tällä osuudella oli 1200 mm ja mantteloinnin leveys molemmin puolin 700 mm. Kuvissa 20 ja 21 voidaan nähdä lohkotut kiviladelmat sekä palkin alapuolinen muotti. Muottilevy on muotoiltu kuviosahaa käyttäen mukailemaan puhdistettua ja huuhdeltua perustuksen reunaa. Kuvassa 22. on esitetty kivilatamusosan betonimanttelin mittapiirustus. Sokkelipalkki viettää rakennuksen ulkopuolella rakennuksen seinustalta poispäin, jotta valumavedet eivät jää rakenteeseen palkin päälle.



Kuva 20. ja 21. Kivilatamusosan pohjamuotti asennettuna vasemmalla, ja oikealla sokkelipalkin pääteräkset lävistävät kivilatamusosan perustusrakenteen.



Kuva 22. ja 23. Vasemmalla kivilatomusosan perustusten sokkelipalkin mitta-kuva. (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020) Oikealla betonoitua sokkelipalkkia rakenteilla.

Kuvan 22 suunnitelmapiirustuksesta voidaan havaita sokkelipalkin lävistävät kaksi terästankorakennetta. Nämä ovat Gewi – vetotangot, jotka asennettiin betonoinnin jälkeen sokkelipalkkiin jätettyyn suojaputkeen. Tankojen suunnittelupeusteena oli synnyttää kitkapintaa uuden ja vanhan rakenteen väliin. Kitkapinnalla varmistettiin rakenteen koossapysyvyyttä ja integroitumista. Siirron jälkeen tangot irrotettiin sokkelin pinnasta ja sokkelin pinta tasoitettiin.

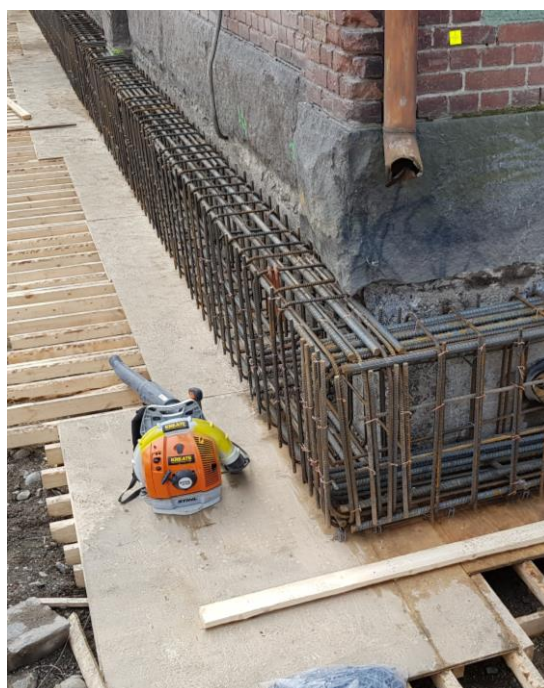
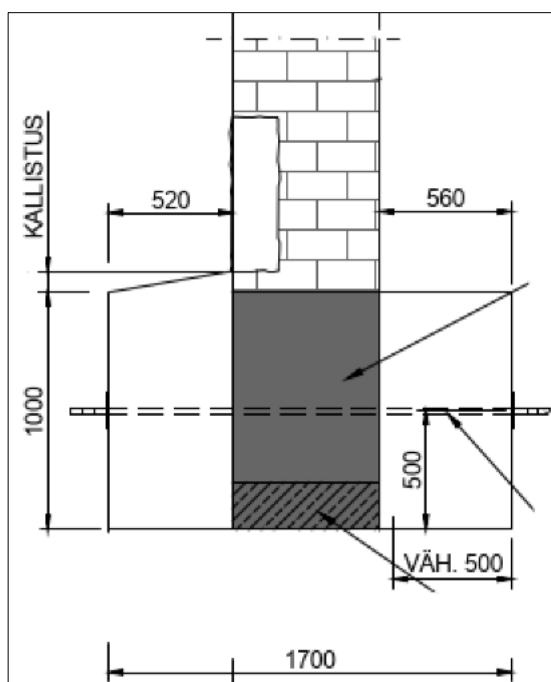
4.2.2 Teräsbetonipalkkiperustuksen vahvistaminen

Rakennuksen alkuperäiset teräsbetoniset perustuspalkit mantteloitiin kivilademaalmaosaa matalammalla rakenteella. Perustusrakenteena pohjoispuolella rakennusta oli peruspilarit, jotka tukeutuivat kaivinpaaluihin. Osa kaivinpaaluista oli ohennettava ja uusi sokkelipalkki oli valettava epätasaisen palkiston alapinnan vuoksi läpi vanhan rakenteen. Kuvassa 24 on hyvin havaittavissa tilanne missä betonointi ulotetaan palkin alle. Kuvassa 25 on käynnissä korkean ja matalan osan väliseinän osuuden sokkelipalkin rakentaminen.



Kuva 24. ja 25. Vasemmalla teräsbetonipalkiston vahvistaminen sokkelipalkilla, oikealla väliseinän sokkelipalkin osan valutyö käynnissä.

Teräsbetonipalkiston osuudella sokkelipalkki oli matalampi. Mittaero tasattiin sokkelipalkin alapintaan kivilademaalmaosan ja teräsbetonipalkiston liitoskohdissa. Kuvassa 26 on mittapiirustus sokkelipalkista teräsbetonipalkiston osuudella.



Kuva 26. ja 27. Vasemmalla sokkelipalkin mittakuva (Suunnitteluaineisto; A-Insiinööri Suunnittelu Oy 2020) Oikealla kapeamman sokkelipalkin rakentamista korkean osan väliseinän vanhan perustuspalkin sivuille.

4.3 Maarakennustyö

Tavara-aseman siirron hankkeessa tehtiin merkittävä määrä erityyppisiä maarakennustöitä. Töiden samanaikaisuuden vuoksi työvaiheiden aikatauluttamien järjestyksellä oli tärkeää töiden sujuvuuden ja turvallisuuden vuoksi. Tärkeimpiä työvaiheita olivat perustusten esiin kaivuu, sekä siirtoratojen ja nostopisteiden kaivuu- ja paalutustyö, jotka aloitettiin purkutöiden kanssa samanaikaisesti. (kuva 28.)



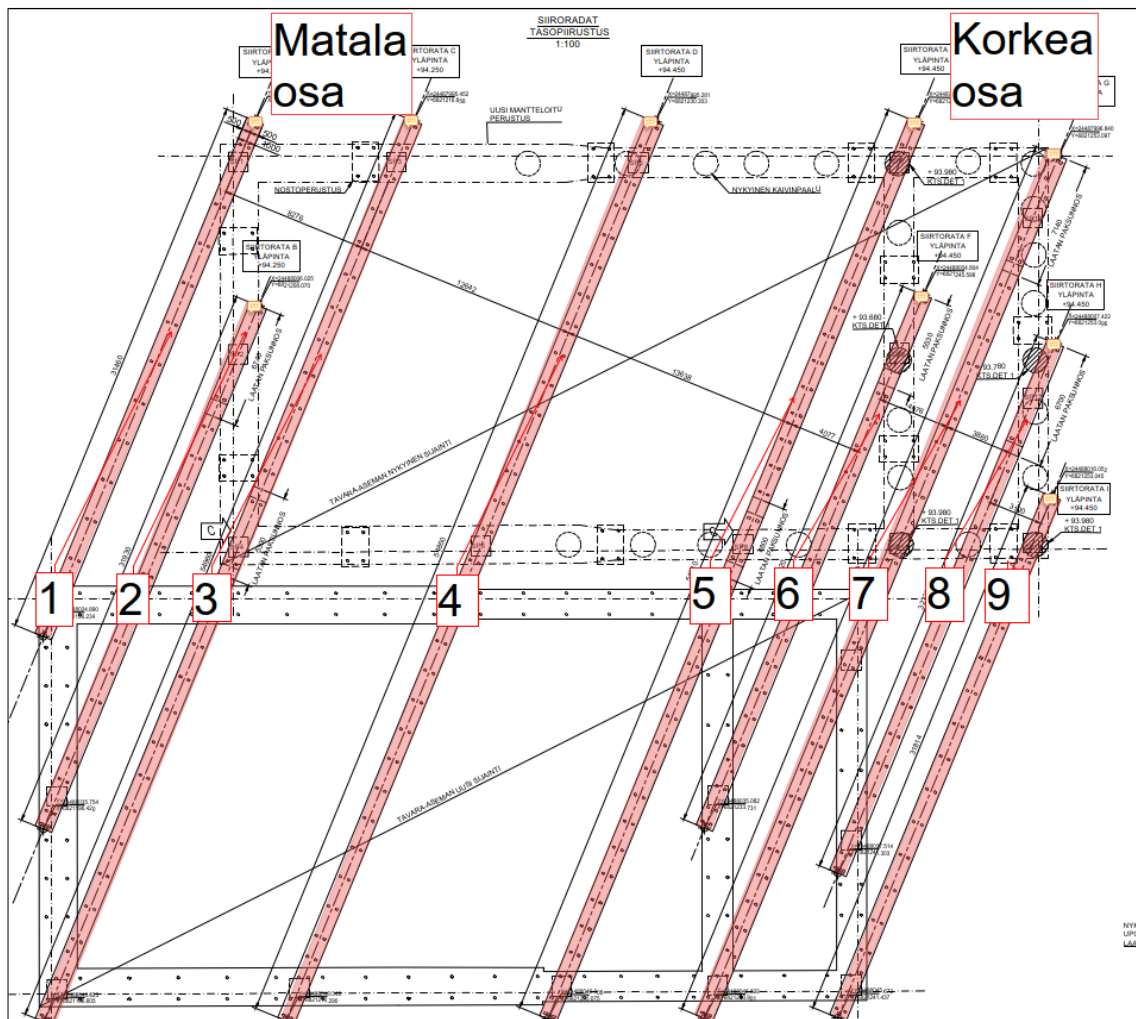
Kuva 28. Uusien perustusten maarakennustyö käynnissä.

Rakennuksen ympäristössä tehtiin tavara-aseman purkujätteen hallinnoitua lajittelua ja purkumassojen toimittaminen jälleenkäsittelylaitoksiin tehtiin koneavusteisesti. Samaan aikaan rakennuksen sisällä ja ulkopuolella tehtiin kaivuutöitä. Erityisen haasteen työvaiheisiin toivat töiden yhteensovittaminen sekä liikkuminen alati muuttuvan ulkopuolisen kaivuu- ja siirtoratojen rakentamisen ehdoilla.

4.4 Siirtoratojen rakentaminen

Siirtourakoitsijan kalusto ja sen toimintamekanismit sekä rakennuksen siirron vaatima muodonmuutosten hallinta määrittivät siirtoratojen rakennustavan. Teräsbetoniset työnaikaiset siirtorakenteet tuettiin teräspaaluin. Teräspaalujen koko vaihteli riippuen laskennallisesta kuormituksesta koosta RR 140 x 8 kokoon RR 170 x 10 mm. Paalut lyötiin kantavaan pohjaan (kallio tai moreeni). Alkuperäisten seinien kohdalle siirtoratoihin suunniteltiin vahvennokset, sillä näihin paikkoihin paaluja ei voitu asentaa.

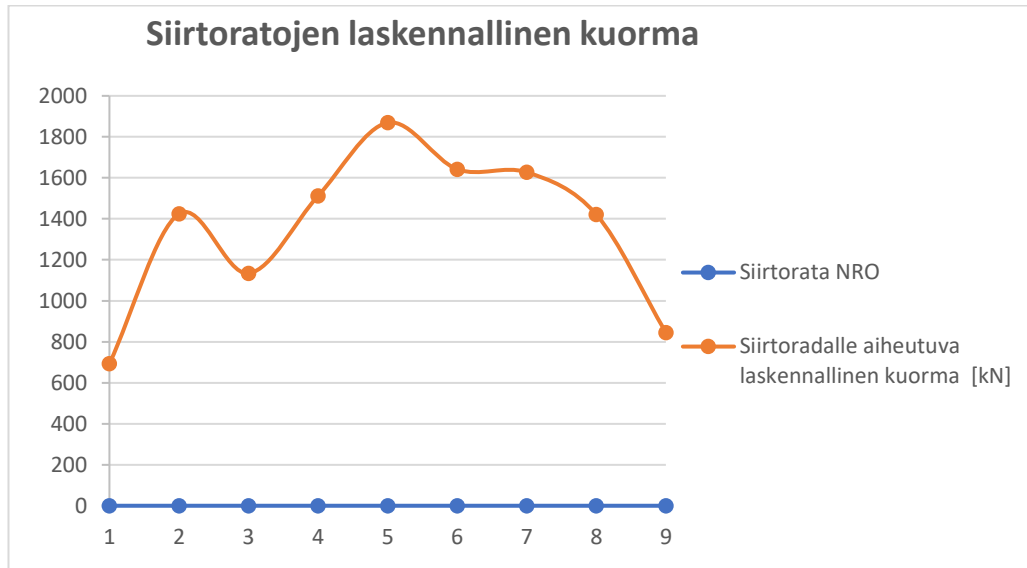
Mitoitusperusteiden määräytyttyä suunnittelussa edettiin siirtoratojen suunnitteluun. Hanksuunnitteluvaiheessa siirtoratojen määrä oli vakiintunut seitsemään. Hankkeen käynnistymisen jälkeen haluttiin poistaa korkean ja matalan osan päätyjen pitkien jännevälien vuoksi riski rakenteen muodonmuutokselle. Riskin minimoimiseksi suunnitelmiin lisättiin kaksi siirtorataa. Siirtoradoille numero 5 ja 8, jotka sijaitsivat korkean osan pisimpien jännevälien kohdalla, lisättiin paalun vahvuutta 170x10 mm. Yhteensä siirtoratoja tuli rakennuksen siirtämistä varten yhdeksän. Kuvassa 29 on esitetty 9 siirtorataa ja niiden sijainnit.



Kuva 29. Siirtoratojen sijainti (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)

Rakennusta ei haluttu siirtää ylä- tai alamäkeen yhtäältä siirtopainojen hallinnan vuoksi ja toisaalta välttämään seinien suuntakulman muutoksia. Siirtoradat rakennettiin suoraan. Kuviossa 1. on esitetty siirtoradoille aiheutuva laskennallinen kuorma. Suurin laskennallinen kuorma sijoittuu siirtoradalle nro 5, 1869 kN.

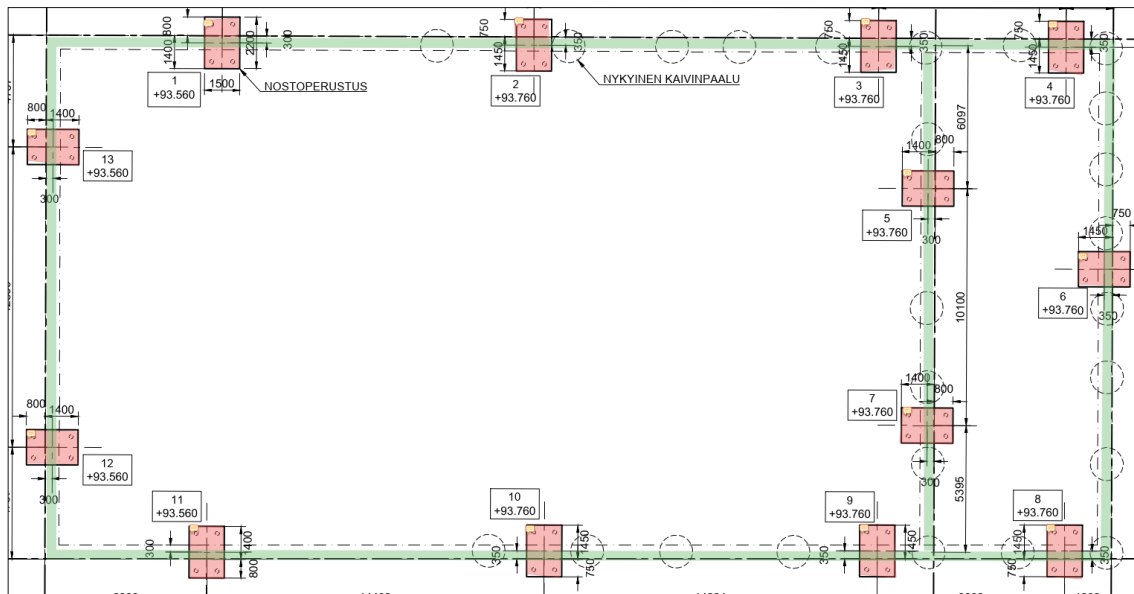
Kuvio 1. Siirtoradoille aiheutuva laskennallinen kuorma



4.5 Nostopisteiden rakentaminen

Rakennuksen nostoa varten suunniteltiin rakennettavaksi 13 nostopistettä. Siirtourakoitsijan kalusto, rakennuksen kokonaispaino ja muodonmuutosten hallinta siirron aikana toimivat ratkaisevina tekijöinä nostopisteiden kantavuuden, koon ja sijainnin määrittelyssä.

Nostopisteet olivat kukin neljän teräsputkipaalun varassa. Teräsputkipaalun koko ja teräslaatu määrittyi sille tulevan kuorman mukaan. Nostopisteiden ja sokkeli-palkin korkeuseron piti olla sopiva nostotunkille ja nostotunkin vaatimalle kuor-mantasauslevylle, joten perustuslaatan oli oltava sijoitettuna riittävän alas. Tämä aiheutti haasteen kaivuutyölle, sillä kiviladelman osalta vierustäyttö toimi perus-tuksen tukena. Kuvassa 30 kuvataan 13 nostopisteen sijainti rakennukseen näh-den punaisella rasterilla. Kuvat 31 ja 32 kuvaavat nostopisteiden rakentamisen haastetta perustusten alla.



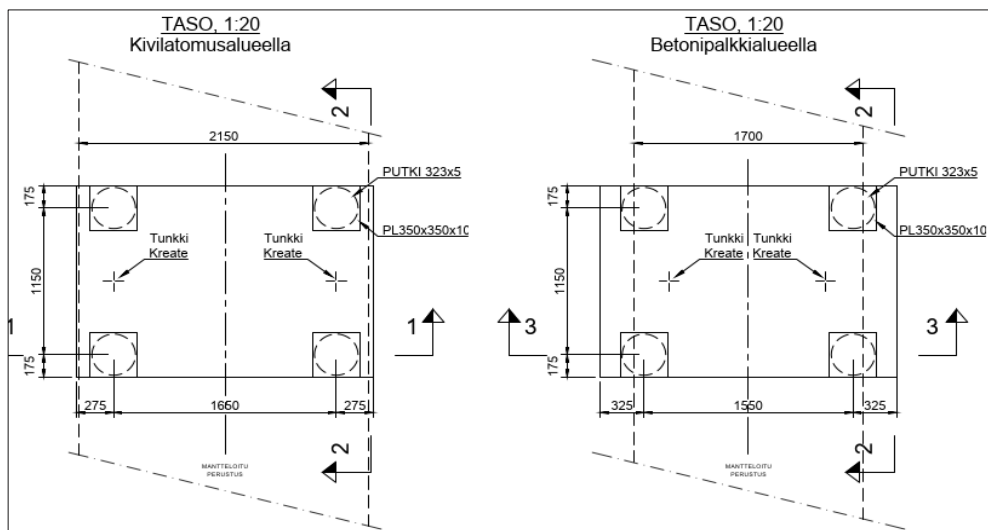
Kuva 30. Nostopisteiden sijainti (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020, muokattu)



Kuvat 31. ja 32. Vasemmalla nostopisteen kaivuutyö on käynnissä sekä oikealla nostopisteen muotti raudoitettuna teräselementillä.

4.5.1 Työaikainen rakennuksen tuenta

Nostopisteiden rakentamisen jälkeen rakennuksen työaikainen tuenta oli mahdollista tehdä. Tuenta tehtiin käyttäen teräspukkeja 350x350x10. Jokaiselle nostoperustukselle sijoitettiin neljä teräspukkia. Sokkelipalkkia nostettiin kahdella tunkilla nostopisteeltä, jolloin teräspukit saatiin kiilattua sokkelipalkin ja nostoperustuksen väliin. Kuva 33. esittää nostopisteiden koon kivilatamusosalla ja betonipalkkiosalla. Kuvassa on esitetty myös väliaikaisen tuen teräspaalujuen sijainti ja laatu, sekä tunkkien sijainnit nostoa varten.



Kuva 33. Mittapiirustus nostoperustuksen koosta ja periaatekuva väliaikaisen tuen rakentamisen periaatteesta. (Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020)

Rakennuksen tuki oli siirrettävä väliaikaisille tuille, jotta loput siirtoa valmistelevat työvaiheet saatiin tehtyä. Esimerkiksi siirtoratojen rakentaminen sokkelipalkin alapuoliselle osalle voitiin suorittaa vasta kun rakennuksen kuormansiirto väliaikaisille tuille oli tehty ja maa-aines poistettu sokkelipalkin alta. Kuvassa 34 rakennus on väliaikaisten tukipisteiden varassa sekä kaivuutyö suoritettuna.



Kuva 34. Rakennus on väliaikaisten tukipisteiden varassa.

5 RAKENNUKSEN SIIRTOVAIHE

5.1 Yleistä

Rakennuksen siirron toteutti hollantilainen yritys Mammoet, Europe BV; joka on vaativiin siirto-operaatioihin erikoistunut yritys. Yrityksen kalusto ja asiantuntijuus olivat hankkeeseen paras mahdollinen vaihtoehto. Nosto- ja siirtokaluston mitat, asennus ja käyttö vaikuttivat nostopisteiden ja siirtoratojen suunnitteluun. Nostourakoitsijan työvelvoite oli kaluston toimittaminen asennuspaikalle, noston ja siirron valmistelevat työvaiheet, sekä siirto- ja nostotyö.

5.2 Rakennuksen siirron aikainen tuenta

Rakennuksen jäykisteenä siirron aikana käytettiin kuvan 35. mukaista teräsristikkorakennetta. Ristikot kiinnitettiin jäykästi uuteen sokkelipalkkiin sekä seinät ja päätykolmiot tuettiin vinotuilla teräsristikkoon. Pohjoisen korkean osan päätykolmio, sekä ulkoseinän rakenteen vakavuuteen saatiin varmuutta jättämällä ylimmän holvin reunimmat laatat purkamatta ja kiinnittämällä vinotuet laattaan.



Kuva 35. Siirron aikaiset teräsristikot rakenteen jäykisteenä.

5.3 Rakennuksen nosto

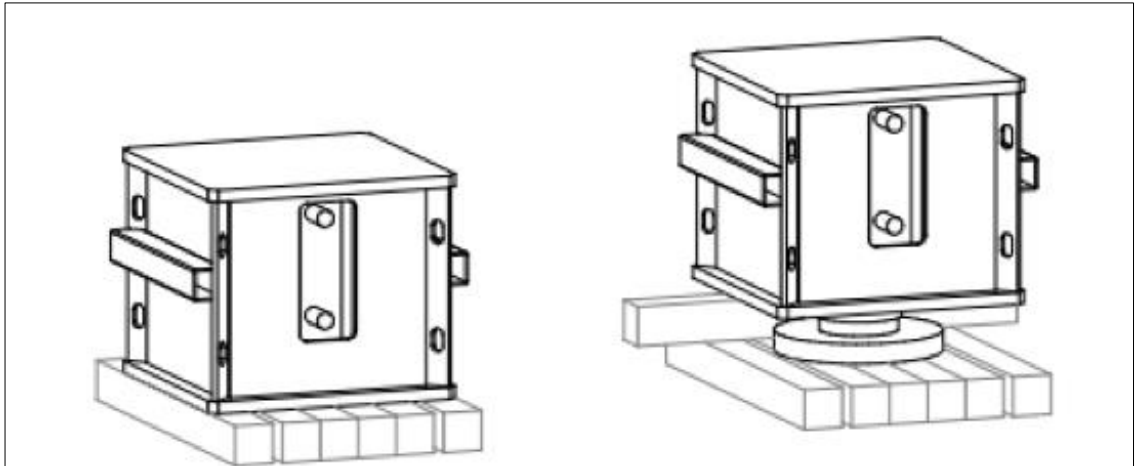
Rakennuksen nostoon käytettävä kalusto sisälsi 13 hydraulista nostotunkkia. Nostoperustukset mitoitettiin nostotunkeille ja kuorman tasaisen jakautumisen vuoksi sokkelipalkin alapintaan asennettiin kuormantasauslevy. Kuvassa 36 on nostopiste valmiina nostoa varten. Nostokorkeus rakennuksella oli 1350 mm. Rakennuksen nostolla saavutettiin siirtokorkeus.



Kuva 36. Kuormantasauslevy asennettuna sokkelipalkin alapintaan.

5.3.1 Nostokalusto

Siirtourakoitsijalla oli laaja osaaminen oman kaluston vaatimista tarpeista. Nostoperustuksen oli oltava teräshierretty, sileä betonipinta. Alustan vaade oli painumaton, tasainen ja vesipesty nostoperustus. Kalustona käytettiin kuvan 37 mukaista hydraulista nostotunkkia.



Kuva 37. Nostokalusto vasemmalla, oikealla nostoperiaate. (Mammoet Europe BV)

Nostotunkin sylinteri kiipeää ylös mahdollistaen kovapuukappaleen asentamisen tunkin alle. Näin toistamalla saavutetaan tavoiteltu nostotaso. Nostotunkin asennuksen jälkeen rakennusta nostettiin tunkeilla, jotta työnaikaiset väliaikaiset tukirakenteet saatiin purettua. Kuvassa 38 nähdään kuinka nostotunkki työntää rakennusta ylöspäin. Nostotunkin nostaessa kuormaa ylös, tunkin alapintaan asetetaan bambusta tehdyt puupatikat. Nostoa jatketaan haluttuun korkeuteen ja lisätään patikoita tunkin alapintaan, jolloin tavoitekorkeus rakennukselle saavutettiin. Nostotunkkeja ohjattiin digitaalisen toimintayksikön avulla, jolloin jokaisen nostopisteen kuormitusta voitiin seurata reaaliaikaisesti ja nosto voitiin suorittaa hallitusti siirtymiä seuraten.

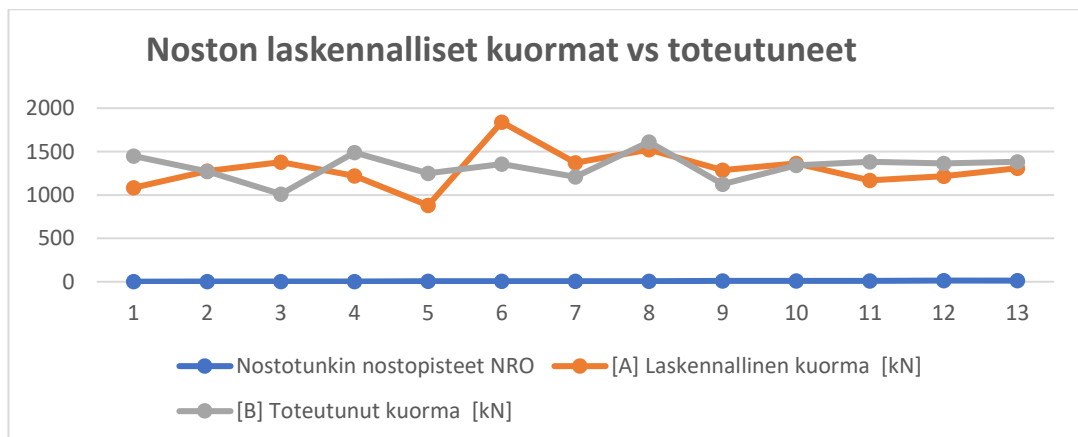


Kuva 37. Nostotunki on aloittanut rakennuksen noston, väliaikainen tuki on saatu purettua.

5.3.2 Noston aikaiset kuormat

Noston aikaiset kuormat nostopisteille olivat kuvion 2. mukaan hyvin lähellä laskennallisia kuormia. Rakennuksen laskennallinen nostopaino oli kokonaisuudessaan 16 914 kN ja toteutunut nostopaino 17 237 kN.

Kuvio 2. Noston toteutuneet kuormitukset.



5.4 Rakennuksen siirto

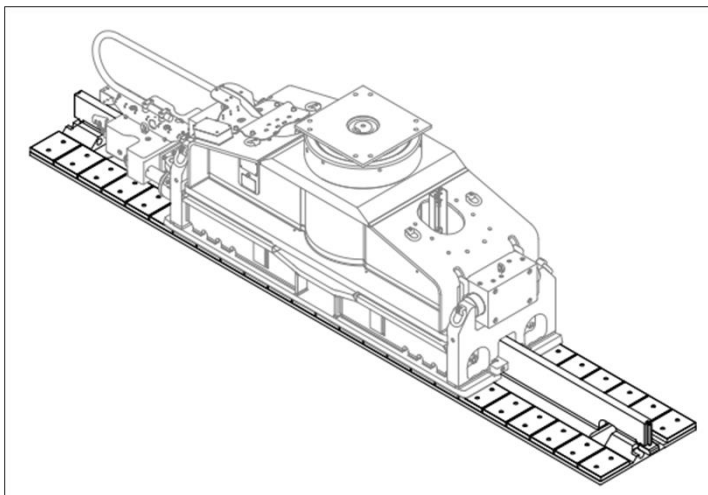
Siirto alkoi rakennuksen nostolla 13 siirtotunkkia käyttäen. (Kuva 37) Siirtotunkit liikkuivat teräksistä teflonkappalein muokattua kiskoa pitkin, jotka asennettiin ennen siirtotunkkien nostamista siirtoradan päälle. Siirtotunkit asetettiin sokkelipalkin alle ja niitä käytettiin nostamaan rakennusta 13 nostopisteestä siirtoradalla, jotta saatiin nostotunkeilta kuormitus siirtokengille. Kuvassa 38 näkyy siirtotunkkien asennus siirtoradalle. Kuormantasauslevy asetellaan tunkin yläpinnan päälle. Siirtotyön aikana tunkkien välinen korkeusero sai olla enintään 5 mm. Kuva 39 esittää käynnissä olevan siirtotyön siirtotunkkien avulla. Siirron lopussa siirtotunkit laskivat rakennuksen uusien perustusten päälle. Paaluperustuksen ja sokkelipalkin väli kiilattiin teräslevyillä ja valettiin painevaluna yhtenäiseksi perusrakenteeksi. (kuva 41.)



Kuva 38. Siirtotunkin eli siirtokengän asennus



Kuva 39. Siirto käynnissä.

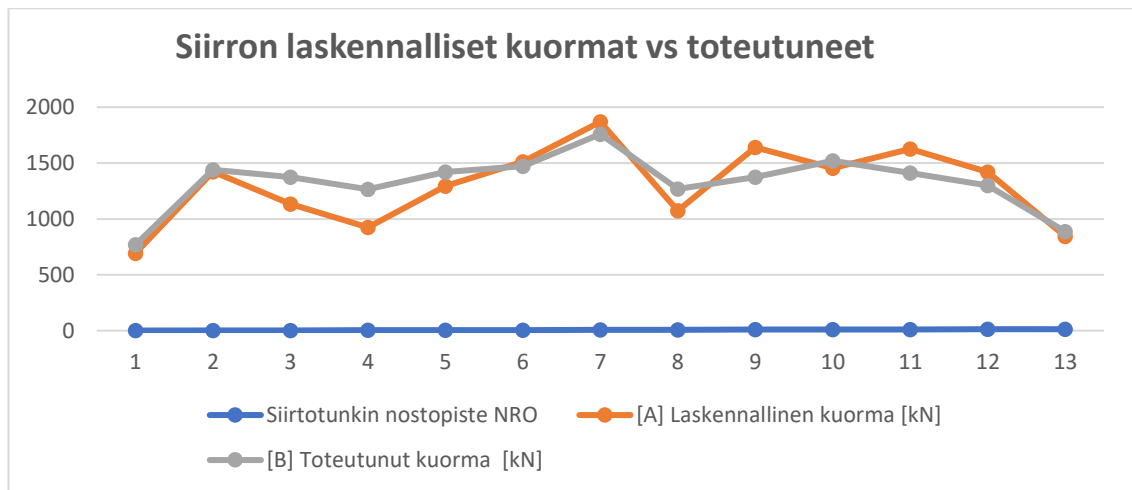


Kuva 40. Siirtokalustona käytettävä siirtotunkki. (Mammoet, Europe BV)

5.4.1 Siirron aikaiset kuormat

Rakennuksen siirron aikaiset kuormat mukailivat laskennallisia kuormia. Vertailu laskennallisista ja toteutuneista kuormista on esitelty kuviossa nro 3. Laskennallinen siirtokuorma kokonaisuudessaan oli 16 914 kN. Toteutunut siirtokuorma oli 17 256 kN. Alla olevassa kuvassa siirtopisteiden laskennallista ja toteutunutta kuormaa voi verrata janakaaviosta, jossa oranssi jana kuvaa laskentakuormaa ja harmaa toteutunutta kuormaa siirtotunkille.

Kuvio 3. Siirron aikaiset toteutuneet kuormat.



5.5 Toimenpiteet uudella sijaintipaikalla

Uudella sijainnilla paikoilleen laskettuna Tavara-aseman rakennus oli viimeisteltävä perustuksien ja sokkelipalkin yhtymän liitoskohdista. Perustustasoon rakennettiin teräsbetoniset tukimuurit, jotka yhtenäistettiin olemassa oleviin paalulaattoihin juotosvaluna. (kuva 41.)



Kuva 41. Tavara-aseman uusi perustus; sokkelipalkki ja paalulaatta juotosvalun jälkeen.

Rakennus oli suojattava säärasitukselta vesikaton puutteen vuoksi. Rakennuksen sisäpuoliset täytöt ja ulkopuolinen sivustan täyttö salaojineen asennettiin siirron viimeisinä työvaiheina ennen rakennuksen sääsuojien asennusta.

Projektin työnaikaiset rakenteet purettiin siirron toteuduttua. Niitä olivat nostopisteet, siirtoradat, sekä näiden perustusten paalutukset. Myös rakennuksen teräsristikot, jotka toimivat jäykistysrakenteena siirron ajan, purettiin pois siirron jälkeen.

Ratapihankadun oikaisun toteutus käynnistyi välittömästi siirron jälkeen. Teräsbetonirakenteista nostopisteet ja siirtoradat purettiin. Teräsbetonipaalut nostettiin ylös, sillä ne olisivat haitanneet kadunrakennustyön etenemistä. Kaikki teräspaalut ja betonirakenteiden teräs kierrätettiin jälleenkäsittelylaitoksiin. Betoni murskattiin tien jakavan kerrokseen MARA-asetuksen 843/2017 mukaisesti ilmoitusmenettelyn mukaan. (www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843)

Tampereen kaupunki järjesti tontinluovutus- ja konseptikilpailun tontista, jolla tavara-asema sijaitsee. Kilpailun voitti Jatke Oy ja yritys tulee hallinnoimaan rakennuksen uudelleenkäyttöönottoa ja tekemään suunnitelmat ja toteutuksen peruskorjausrakentamisen osalta Tavara-aseman kiinteistössä. Rahoittajana toimii Ahlström Capital. Tavara-aseman siirron toteutuksen aikana Jatke Oy toimi aktiivisesti ottaen osaa rakennuksen uuden sijaintipaikan perustussuunnitelmiin, sekä suojauksien suunnitteluun jatkorakentamisen osalta. Jatke Oy jatkaa siirretyn vanhan tavara-aseman jälleenrakennustyötä elokuussa 2021.

6 POHDINTA

Tavara-aseman siirto osoitti monella tapaa uudenlaista suhtautumista insinööri-työskentelyyn ja kaupunkirakentamisen ratkaisuihin. Hanke osoitti historiallisten rakennusten säilyttämisen mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Rakennetun historian säilyttäminen kaupunkirakenteeseen integroituna tuo monikerroksisuutta kaupunkikuvaan. Tulevaisuudessa voidaan odottaa enemmän innovatiivisia ratkaisuja rakentamiseen, sillä Tampereella toteutettu siirtohanke antaa siihen hyvän kannustimen.

Insinööriosaaaminen yhdyskuntarakenteellisesta näkökulmasta luo ammattikunnan yhteisen velvollisuuden tuottaa laadukkaasti kestäviä rakenteita. Nykyiseen insinööri-työskentelyyn luovat painetta monet rakennusalaalla tapahtuvat muutokset. Muutoksena aiempiin rakennustapoihin, 2020-luvulla kiinnitetään huomiota kestäväen kehityksen kysymyksiin ja ympäristönsuojelun näkökulmaan. Rakennusmateriaaleissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Betonin käytössä muutokset vaikuttavat osaltaan rakenteiden suunnitteluun. Näissä toimintamallien muutoksissa tarvitaan riittävä siirtymäaika. Muutokset lisäävät osaamisen suhteen vaatimuksia sekä oppilaitoksiin, että insinöörien työkentälle. Insinööriosaaamisen tietotaidon vahvistaminen ja siirtäminen sukupolven vaihtuessa seuraavaan, on merkittä osa tulevaisuuden osaamista. Pedagogisesta näkökulmasta haasteen tuo koulutukseen käytettyjen resurssien määräytyminen, tarvittavan tietotaidon syntyminen alalla toimivien insinöörien keskuuteen riippuu myös koulutuspoliittisista päätöksistä.

Tavara-aseman siirron toteuttaminen oli rakennusinsinööritaidon kehittämistä vaatimusten mukaisesti rakennesuunnitelmiin parhaimmillaan. Hankkeessa onnistuttiin yhteistyössä eri toimijoiden välillä. Esimerkillinen toimiminen rakennusinsinööri-työn toteutuksessa kasvattaa alan mainetta ja tuo näkyvyyttä positiivisessa valossa rakennusalan ympärille. Suomen Rakennusinsinöörien Liiton toimesta vuosittain palkitaan rakennushanke, joka osaltaan on osoittanut erittäin vankkaa ja innovatiivista rakennusinsinööriosaaamista. Tampereen vanhan tavara-aseman siirto - hanke sai jaetun toisen sijan innovatiivisesta suunnittelusta ja hankkeen toteutumisesta menestyksekkäästi.

LÄHTEET

Rakennushistoriaselvitys; Arkkitehtitoimisto Hanna Lyytinen Ky
Tampereen tavara-asema ja muut VR:n rakennukset Itsenäisyydenkadun pohjoispuolella 17.12.2003

Tampereen Tavara-aseman siirto – dokumentti; haastatteluaineisto, Bermuda 10/ 2020

VR-arkisto, Helsinki

Tampereen museoiden kuva-arkisto

Suunnitteluaineisto; A-Insinöörit Suunnittelu Oy 2020

Vanha Tavara-asema; Pääpiirustus, Arkkitehtitoimisto Ahonen & Kangasvieri

Pirkanmaan Maakuntamuseo, lausunto DIAR:128/2016

8330_kaavaselostus140415_kaupunkiympäristön-kehittäminen_WSP Finland Oy

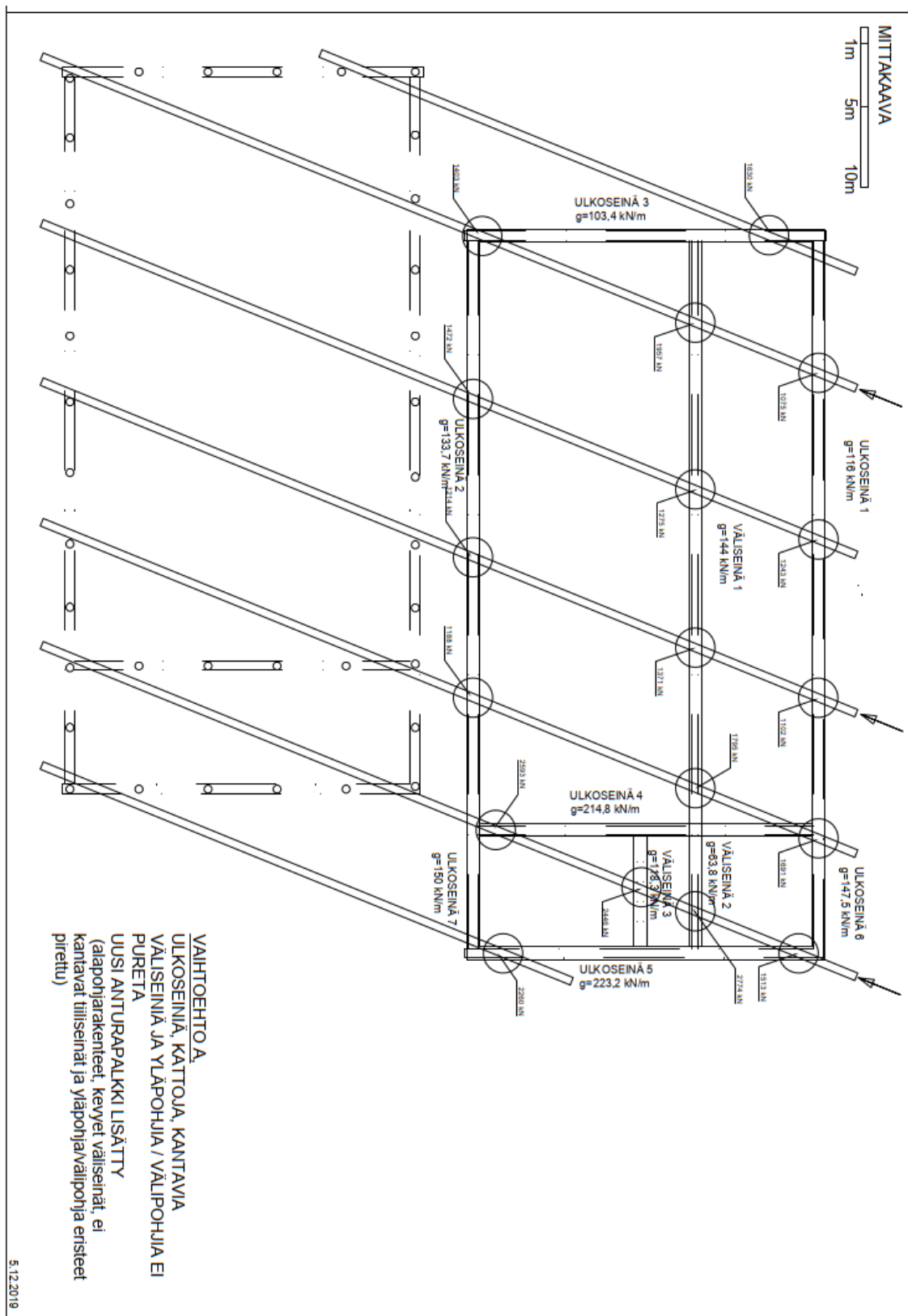
Siikanen, Unto. 1986. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennuskirja Oy

Tampereen vanhan tavara-aseman siirtoselvitys, Megasteel Oy, Erkki Mäki 7.4.2014

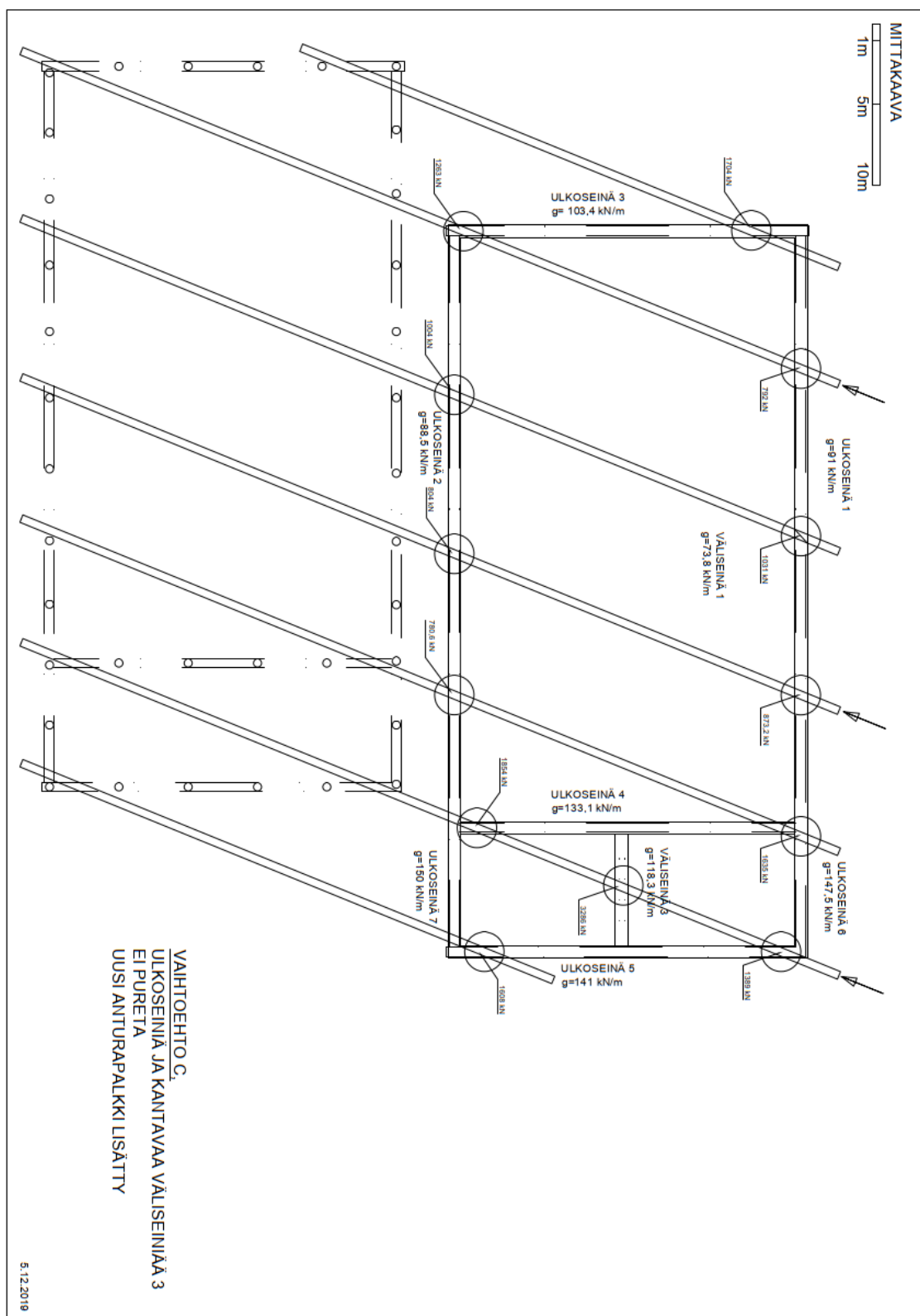
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843> luettu 16.4.2021

LIITTEET

Liite 1. Rakennuksen kokonaispainon arviointi, VA A



Liite 3. Rakennuksen kokonaispainon arviointi, VA C



Liite 4. Seinän siirronaikainen riskianalyysi, vauriot lähtötilanteessa

