Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 25
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 25

Antti-Jussi Vaahtera, Arto Saari & Juha-Matti Junnonen

Korjaushankkeen epävarmuuden hallinta suunnitteluvaiheessa

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 2

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laboratorio.
Rakennustuotanto ja –talous. Raportti 25.
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 25.

Antti-Jussi Vaahtera, Arto Saari & Juha-Matti Junnonen

Korjaushankkeen epävarmuuden hallinta suunnitteluvaiheessa

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 2

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio
Tampere 2018

ISBN 978-952-15-4166-7 (painettu)
ISBN 978-952-15-4167-4 (PDF)
ISSN 2489-5717

TIIVISTELMÄ

ANTTI-JUSSI VAAHTERA, ARTO SAARI & JUHA-MATTI JUNNONEN: **KORJAUSHANKKEEN EPÄVARMUUDEN HALLINTA SUUNNITTELUVAIHEESSA**: VAATIVIEN KORJAUSHANKKEIDEN JOHTAMINEN -TUTKIMUKSEN OSARAPORTTI 2. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laboratorio. Rakennustuotanto ja –talous, raportti 25. 50 sivua.

Asiasanat: korjausrakentaminen, riskienhallinta, korjaussuunnittelu

Vaativissa korjaushankkeissa epävarmuus on läsnä koko hankkeen ajan; aina hankepäätöksestä vastaanottoon. Epävarmuus heijastuu päätöksentekoon eli valintojen tekemiseen; epävarmuudessa vaihtoehdot tiedetään, mutta seurausten todennäköisyydet ovat tuntemattomia. Vaativissa korjaushankkeissa keskeiset ongelmat kohdistuvat toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmiin ja suunnitteluratkaisuiden valintaan. Rakentamisen aikaisia yllätyksiä aiheuttivat eniten rakenteiden ennakoitua huonompi kunto ja maaperän pohjaolosuhteet.

Tämän tutkimuksen pilottikohteena oli vuonna 1934 valmistunut Aleksis Kiven koulu, jonka tekniset järjestelmät ovat vanhentuneet ja käyttöikänsä päässä. Lisäksi kohteessa on havaittu sisäilmaongelmia. Perusparannuksen yhteydessä tavoitteena on palauttaa kohde alkuperäisen rakennusajankohdan tyyliin. Tutkimusryhmä osallistui perusparannushankkeen kokouksiin sekä toi kokouksissa esiin omia havaintojaan ja antoi ehdotuksiaan suunnitelmien kehittämiseksi.

Hankkeen suunnitteluvaiheen aikana havaittiin seuraavia epävarmuuksia aiheuttavia tekijöitä:

- Hankesuunnitteluvaiheessa tehdyt kartoitukset ja niiden käyttämisestä aiheutuva epävarmuus
- Ilmanvaihtoratkaisuihin liittyvät epävarmuudet
- Välipohjiin liittyvät epävarmuudet
- Ikkunoihin liittyvät epävarmuudet
- Rappaukseen liittyvät epävarmuudet
- Louhintaan liittyvät epävarmuudet

Pilottikohteeseen laadittuja tutkimuksia ja selvityksiä oli tehty määrällisesti paljon, mutta niistä kuitenkin aiheutui epävarmuutta, jotka johtuvat tutkimusten ja selvitysten iästä, sisällöstä sekä hyödyntämisestä suunnittelussa. Lisäksi puutteita esiintyi haitta-ainekartoituksissa sekä julkisivun ja ikkunoiden kuntotutkimuksissa.

ALKUSANAT

Isoissa korjaushankkeissa on ongelmana, että suunnitteluvaiheessa ei arvioida tai suunnitella hankkeen tuotantoa riittävästi. Sen johdosta käynnistettiin Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laboratoriossa vuoden 2017 alussa Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -niminen tutkimus: Tutkimuksen tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä ottaa rakennustuotantotekninen näkökulma huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimuksen johtajana toimii prof. Arto Saari.

Tämä tutkimusraportti (osaraportti 2) käsittelee tutkimuksen toista vaihetta, jota tekemässä ovat olleet prof. Arto Saari ja tutkijoina TkL, KTM Juha-Matti Junnonen ja insinööri, tekn.yo Antti-Jussi Vaahtera. Tutkimusryhmä osallistui rakennuttajan tukena pilottikohteena olleen vaativan koulukorjaushankkeen suunnittelun ohjaukseen. Pilottikohteena oli Aleksis Kiven koulu Helsingin Kallion kaupunginosassa. Arto Saari on osallistunut suunnittelukokouksiin välillä 11.5.-22.8.2018 ja Antti-Jussi Vaahtera on osallistunut aikaväillä 23.5.- 22.11.2017 pilottihankkeen kokouksiin ja katselmuksiin. Lisäksi he ovat pitäneen erillisiä kokouksia projektin johdon ja kustannusasiantuntijoiden kanssa.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa (2017) selvitettiin kahdeksan hiljattain toteutetun korjaushankkeen toteutusvaiheessa havaitut ongelmat sekä etsitty keinoja miten tuotantoteknisiin ongelmiin olisi voitu varautua jo suunnitteluvaiheessa. Ensimmäisestä vaiheesta on julkaistu raportti: Aalto, Tuomas; Saari, Arto; Junnonen, Juha-Matti, 2017. Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio, 2017. Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 22.

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimus on tehty seuraavien organisaatioiden rahoituksella (suluissa ohjausryhmän jäsenet):

- Espoon kaupunki, Tilapalvelut liikelaitos, Rakennuttaminen (Vesa Pyy, Kimmo Martinsen)
- Helsingin kaupunki, tilakeskus (Sari Hilden, Jarmo Raveala)
- Helsingin yliopisto (Teppo Salmikivi, puheenjohtaja)
- Lahden Tilakeskus (Leena Pirttilä)
- Senaatti-kiinteistöt (Jonni Laitto)
- Vantaan kaupunki (Pekka Wallenius)
- Consti Yhtiöt Oyj (Juha Salminen, Jukka Mäkinen)
- Fira Oy (Joni Juutinen, Pekka Sipponen)
- NCC Suomi Oy (Vesa Ahlroos)
- A-Insinöörit Suunnittelu Oy (Seppo Raiski, Mikko Tarri)
- Granlund Oy (Kari Kaleva)
- Ramboll Finland Oy (Jarkko Heinonen, Diana Ponkkala)

Tutkimusryhmä kiittää Aleksis Kiven koulun perusparannushankkeen suunnitteluryhmän jäseniä hyvästä yhteistyöstä, etenkin projektinjohtaja Jarmo Kivistä (Helsingin kaupunki).

Tampereella 24.5.2018

Arto Saari, rakennustuotannon ohjauksen professori

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO....1
2. KORJAUSHANKKEISSA SUORITETTAVAT ESITUTKIMUKSET....2
   2.1 Lähtökohdat....2
   2.2 Tekniset lähtötiedot....3
      2.2.1 Rakennusten dokumentointi ja vanhat asiakirjat....3
      2.2.2 Kuntoarvio ja -tutkimus....4
      2.2.3 Pohjatutkimukset....5
      2.2.4 Haitta-ainekartoitus....6
   2.3 Mittaukset....9
      2.3.1 Sisämittaus....9
      2.3.2 Ulkomittaus....11
      2.3.3 Mittauksen virheet....12
   2.4 Rakennussuojelu....12
   2.5 Korjaushankkeen osapuolista johtuvat tekijät....15
      2.5.1 Käyttäjän vaatimukset....15
      2.5.2 Työturvallisuus....16
3. PILOTOINTITUTKIMUKSEN SUORITUS....17
   3.1 Pilottihanke....17
   3.2 Tutkimuksen kulku....20
4. PILOTOINTITUTKIMUKSEN TULOKSET....21
   4.1 Pilottihankkeen aikana tehdyt havainnot....21
   4.2 Tehtyjen kartoitusten epävarmuus....22
   4.3 Ilmanvaihtoratkaisuihin liittyvät epävarmuudet....27
   4.4 Välipohjiin liittyvät epävarmuudet....32
   4.5 Ikkunoihin liittyvät epävarmuudet....41
   4.6 Rappaukseen liittyvät epävarmuudet....43
   4.7 Louhintaan liittyvät epävarmuudet....44
5. YHTEENVETO....47
LÄHTEET....49

1. JOHDANTO

Suomessa korjausrakentamisen tarpeen voidaan ennakoida olevan tulevaisuudessa suurta, kun peruskorjaus tulee ajankohtaiseksi 1960-1980-luvuilla rakennetuissa taloissa. Suurissa ja vaativissa korjaushankkeissa ongelmana on, että tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä projektin hankkeen tavoitteisiin aikataulun, kustannusten ja laadun osalta.

Tämän tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa (Aalto, Saari, Junnonen 2017) kerättiin tietoa kahdeksasta hiljattain valmistuneesta tai rakennusvaiheen loppupuolella olleesta vaativasta korjaushankkeesta haastattelemalla niiden tilaajia ja pääurakoitsijoita sekä osasta hankkeista myös muita osapuolia. Tutkimuksen mukaan merkittävät ongelmat hankkeissa liittyivät toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmien valmistumiseen liian myöhään sekä rakentamisen aikana esiin nousseisiin yllätyksiin. Toteutussuunnitelmien myöhästymiseen vaikuttaneita syitä olivat muun muassa puutteelliset mittatiedot korjattavasta rakennuksesta, osapuolten yhteistoiminnan puutteellisuus ja suunnittelijoiden liian vähäinen läsnäolo työmaalla. Rakentamisen aikaisia yllätyksiä aiheuttivat eniten rakenteiden ennakoitua huonompi kunto sekä pohjaolosuhteet ja maarakentaminen. Myös rakennuksen työnaikainen sääsuojaus ja työmaan logistiikka aiheuttivat haasteita osassa hankkeista.

Nyt käsillä olevassa raportissa esitellään tuloksia pilottikorjaushankkeesta, jossa tutkimusryhmä osallistui rakennuttajan tukena suunnittelun ohjaukseen. Tutkimusryhmä toi pilottihankkeessa esille tekijöitä, jotka saattavat aiheuttaa ongelmia korjauksen toteutusvaiheessa. Samoin he antoivat suunnitteluryhmälle toimenpide-ehdotuksia ongelmien torjumiseksi.

2. KORJAUSHANKKEISSA SUORITETTAVAT ESITUTKIMUKSET

2.1 Lähtökohdat

Korjaushankkeiden suunnittelussa keskeisessä osassa ovat esitutkimukset, joilla tähdätään tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa kiinteistön lähtötason, eli kunnon ja toimivuuden tutkimiseen sekä tavoitetason määrittelyyn.

Rakennuksessa olevien vaurioiden korjaamisen edellytys on, että rakenteissa ja rakennusosissa ilmenevät vauriot sekä niiden syyt ja vaurioaste tulee selvittää. Tämän selvityksen perusteella saadaan selville rakennuksen korjaustarve. (Kallio 1990 s.20) Korjaustarpeen selvittämisen laiminlyönti hankkeen alussa, tulee väistämättä vastaan hankkeen myöhemmässä vaiheessa ja näkyy muun muassa yllätyksinä, lisätöinä ja aikataulu viivästyksinä, eli kustannuksina. Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään huomattava osa hankkeen lopputulokseen vaikuttavista päätöksistä, ja valtaosa hankkeen kustannuksista kiinnitetään myös tässä vaiheessa. Mitä tarkemmin esitutkimukset ja -selvitykset on tehty, sitä pienempi suunnitelmien muutostarve on seuraavissa suunnittelu- ja tuotantovaiheissa. (RT 96-10983) Esitutkimukset siis luovat pohjan koko suunnitteluprosessille.

Korjaushankkeen suunnittelun lähtötietojen hankinta on aikaavievä prosessi, jolle tulee varata riittävästi aikaa suunnittelun alkuvaiheessa. Korjauskohteen inventointia, lähtötietojen selvittämistä ja kokoamista vaikeuttaa lähtötietojen löytäminen sekä tiedon määrän ja laajuuden vaihtelu. (RT 13-11120 2013 s.4) Tästä syystä korjausrakentamisessa panostus suunnitteluvaiheeseen tulee olla suurempi kuin uudistuotannossa (Kallio 1990 s.20) Lähtötietojen selvittämisessä on olennaista olla ajoissa liikkeellä, sillä mikäli lähtötiedoissa ilmenee ongelmia, voidaan korjaustoimet käynnistää hyvissä ajoin. (RIL 262, s.152)

Hanketta varten kerättävät lähtötiedot ovat luonteeltaan teknisiä, toiminnallisia tai juridisia. (RIL 262, s.152) Esitutkimuksissa ja lähtötietojen hankinnassa käytettäviä menetelmiä ovat katselmukset, muistiinpanot, valokuvaus, vanhojen asiakirjojen analysointi, mittaukset, näytteenotot laboratoriotutkimuksineen, laskelmat sekä kyselyt ja haastattelut. (Kaivonen 1994 s.66)

Tutkimukset aloitetaan yleensä kevyin menetelmin asiakirjoihin tutustumalla sekä aistinvaraisin havainnoin, näiden avulla muodostetaan kohteesta yleiskuva, jonka perusteella voidaan päätellä, mitä muita tutkimuksia kohteessa on syytä tehdä. (Kaivonen 1994 s.66) Jokainen korjausrakentamishanke on uniikki, siten myös tehtävien tutkimusten määrä ja laatu vaihtelee hankkeen mukaan. (Kaivonen 1994 s.66)

Toiminnalliset selvitykset liittyvät korjaushankkeen nykyisen toiminnan ja tilankäytön selvittämiseen, eli soveltuvatko tilat ja millä mahdollisilla muutoksilla niille suunniteltuun käyttötarkoitukseen. Juridiset lähtötiedot ovat yleensä kiinteistöomistukseen liittyviä tietoja, joita ovat muun muassa omistus- ja hallintasuhteet, rasitteet ja yhteisjärjestelysopimukset, asemakaavan ikä ja status, rakennus- ja kulttuurihistoria, rakennussuojelu sekä kohteen todellinen, fyysinen sijainti voimassa olevaan kaavaan ja tontin rajoihin nähden. (RT 13-11120, RIL 262, s.152) Näitä lähtötietoja hyödynnetään hankkeen suunnittelussa, joten huolellinen tietojen hankinta hankkeen alussa palvelee jatkossa hankkeen sujuvaa etenemistä. Toisaalta puuttuvat viranomaisselvitykset hidastavat tai jopa estävät rakennusluvan saantia. (RIL 262, s.152)

2.2 Tekniset lähtötiedot

2.2.1 Rakennusten dokumentointi ja vanhat asiakirjat

Dokumentoinnin tarkoituksena on kerätä rakennuksesta olemassa olevaa, suunnittelun kannalta olennaista tietoa, jonka avulla kohteesta voidaan muodostaa yleiskuva. Tietoja rakennuksesta voi saada kyselemällä rakennuksen käyttö- ja huoltohenkilöstöltä. (Kaivonen 1994 s.67) Rakennuksesta saatava kyselyihin perustuva tieto on kuitenkin niin sanottua muistitietoa, jonka paikkansapitävyyttä on usein vaikea tarkistaa, sillä vanhoja suunnitelmia ja työselostuksia on arkistoitu heikosti. Näin ollen rakennukseen liittyviä asiakirjoja joudutaan ja on syytä etsiä monista eri arkistoista, joita muun muassa ovat maistraattien ja kuntien lupa-arkistot, kuva-arkistot, valtion ja maakuntien arkistot sekä museoiden, yksityisten ja vakuutusyhtiöiden arkistot. (RIL K166-1994 s.135, Kaivonen 1994 s.67)

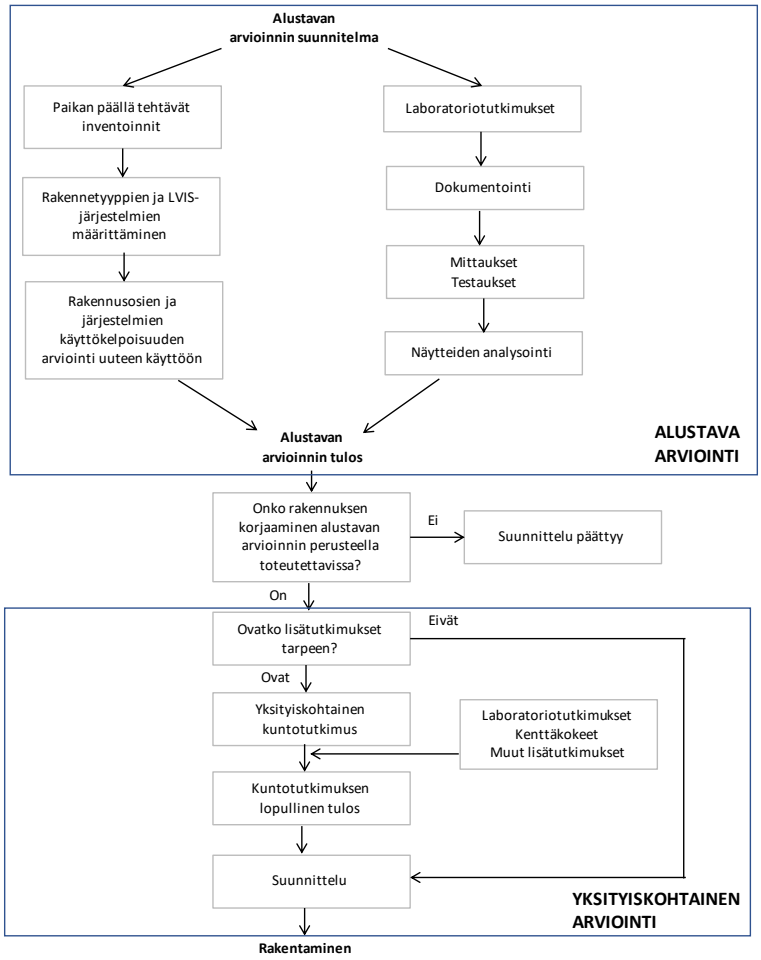
Eri arkistoja tutkimalla rakennuksesta usein löydetään ainakin alkuperäisiä suunnitelmia, jotka voivat olla hyvin kattavia ja palvelevat useita tarkoituksia. Kuitenkaan toteutus ei välttämättä vastaa suunnitelmia vaan toteutuksen yhteydessä on voitu poiketa suunnitelmista paljonkin. (RT 13-11120) On myös mahdollista, että kaikista vuosikymmenien aikana tehdyistä korjauksista ei ole olemassa minkäänlaisia dokumentteja.

Korjausrakennushankkeissa onkin syytä olla hyvin kriittinen lähtötietojen suhteen, koska saatujen lähtötietojen lähteet ovat usein hyvin erilaisia ja eri-ikäisiä. Kriittinen arviointi on syytä suorittaa lähtötietojen kattavuudelle, luotettavuudelle ja ristiriidattomuudelle. (RT 13-11120) Suunnitelmista ja haastatteluin hankitun tiedon oikeellisuus onkin aina syytä tarkistaa paikan päällä tehtävin tutkimuksin ja mittauksin. Arvailuun tai muistiin ei ole syytä luottaa. (RIL k166-1994, s.16 & RIL 262, s.152)

2.2.2 Kuntoarvio ja -tutkimus

Kuntoarvio on rakenteita rikkomaton tutkimusmenetelmä, joka perustuu pääasiassa aistinvaraisiin havaintoihin ja tutkijan kokemusperäiseen tietoon sekä olemassa oleviin asiakirjoihin kuten huoltokirjaan. (RT 18-11130) Rakennuksen kunnon arvioimiseen käytettäviä menetelmiä ja mittalaitteita ovat muun muassa kosteusmittarit, ilmavuotojen ja lämpövuotojen ilmaisimet kuten lämpökamera, paine-eromittaus jne. (RIL 262, s.146).

Kuntoarvion avulla ei ole mahdollista havaita piileviä vikoja, mutta kuntoarvion pohjalta voidaan tehdä suosituksia tarkempien tutkimusten tekemiseen. (RT18-11130) Kuntotutkimusta ajatellen kuitenkin on ensiarvoisen tärkeää, että arvioinnissa tehtävät tutkimukset kohdennetaan heti mahdollisimman oikein. Tästä syystä tällaisen niin sanotun alustavan arvion tekijän tulee olla erittäin kokenut ja pätevä kuntoarvioitsija. (RIL 262, s.146) Kuntoarvion kohdentamista helpottaa rakennushistorian tuntemus ja korjausrakentamiskokemus, näiden avulla voidaan päätellä mistä vaurioitumisia eri aikakausien rakennuksissa kannattaa lähteä hakemaan (kuva 1). Pätevä tutkija pystyy myös arvioimaan kohteeseen soveltuvia korjausmenetelmiä. (RIL 262, s.146)



Kuva 1. *Kuntoarvion - ja tutkimuksen yhteys (muokattu RIL k166-1994)*

Kuntoarvion havaintojen perusteella tehtävässä kuntotutkimuksessa arvioidaan koko rakennusosan tai teknisen järjestelmän uusimis- tai peruskorjaustarvetta. Kuntotutkimus perustuu erilaisiin mittauksiin sekä näytteiden ottoon ja laboratoriotutkimuksiin (Kaivonen 1994 s.70). Tutkimuksilla pyritään selvittämään mahdollisen ongelman tai vaurion laajuus ja aiheuttaja sekä antaa tarvittavat toimenpide-ehdotukset suunnittelun ja korjauksen lähtökohdiksi. (RIL 262, s.146) Kuntotutkimuksen aikana suoritetaan rakenneavauksia, jolloin myös mahdollisia piileviä vikoja voidaan tarkastella (Kaivonen 1994 s.69).

Laajojen kuntotutkimuksien avulla voidaan välttää ylikorjausta ja toisaalta varmistua korjaustavasta, sillä huonosti suunniteltu korjaus ei täytä tavoitteita ja rakenne vaurioituu uudestaan. Korjauksen onnistumisen kannalta onkin aina välttämätöntä selvittää varsinainen vaurion aiheuttaja. (Kaivonen 1994 s.69) Perusteellisten kuntoarvioiden ja -tutkimusten avulla voidaan vähentää tuotantovaiheessa esiintyviä yllätyksiä.

2.2.3 Pohjatutkimukset

Korjausrakentamishankkeissa tehdään pohjatutkimuksia yleensä vain, jos perustusten kuntoa epäillään, rakennuksessa tehdään huomattavia muutostöitä, jotka lisäävät perustusten kuormitusta tai lisäävät uusia maanalaisia tiloja sekä silloin, kun naapuritontille rakennetaan. Normaalien pohjatutkimusten lisäksi korjaushankkeessa voidaan tarvita tietoa rakennuksen vaurioista (esimerkiksi halkeamat perustuksissa) ja niiden syistä, mahdollisesti edelleen tapahtuvasta painumisesta ja sen nopeudesta sekä ympäristön vaikutuksesta (RIL k166-1994, s.73).

Usein korjausrakentamiskohteessa ei välttämättä tehdä pohjatutkimuksia lainkaan. Voidaan ajatella, että pohjarakenteet on ”koekuormitettu” vuosikymmenien ajan ja jos kuormitusta ei lisätä, eikä rakennuksessa ole havaittavissa painumaa tai muodonmuutoksia, pohjatutkimukset voidaan kokea tarpeettomiksi. Toisaalta pohjatutkimukset voidaan ulottaa vain tiettyyn osaan tonttia esimerkiksi uusien rakennusten tai piharakenteiden (parkkialueet, tiet) osalle. Lisäksi pohjatutkimusten laajuuden ja tutkittavat alueet määräytyvät yleensä tietoa käyttävän suunnittelualan tarpeiden mukaan. Tällä tavoin kerätty pohjatutkimustieto on olennaista tietoa teknistä suunnittelua varten, mutta eivät välttämättä yksinään palvele rakennustuotannon tai muiden suunnittelualojen tiedon tarvetta.

Joissain tapauksissa korjausrakentamiskohteissa on syytä tehdä myös pilaantuneiden maiden kartoitusta ja puhdistusta. Pilaantuneilla mailla tarkoitetaan sellaista maaperää, jota

- ei voida käyttää alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa tai muuhun suunniteltuun käyttöön,
- maaperässä on huomattava määriä haitallisia aineita sen luontaiseen pitoisuuteen nähden, eli haitallinen aine on joutunut maahan ihmisen toiminnan tuotteena,

- tai pilaantunut maa aiheuttaa välitöntä vaaraa ihmiselle tai ympäristölle,
- sekä silloin kun haitta-aineiden kokonaismäärä maaperässä on suuri. (RIL 262, s.139)

Pilaantuneiden maiden puhdistusta, jota toisinaan kutsutaan maaperän kunnostamiseksi, ohjaava lainsäädäntö ja menettelytavat eroavat normaalista maarakentamisesta, jotka on hyvä tiedostaa ennen varsinaista kunnostustyötä. Kunnostustöitä ohjaava keskeisin säädös on valtioneuvoston niin sanottu PIMA-asetus[1] (214/2007), jossa säädetään maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin perusteista. (RIL 262, s.139-140)

Maaperän kunnostustöihin vaaditaan aina vähintään ilmoitusmenettely alueelliselle ELY-keskukselle. Raskaampi menettely mikäli ilmoitusmenettelyn edellytykset eivät täyty on ympäristölupa, joka haetaan aluehallintovirastolta. (RIL 262, s.141)

Tyypillisesti kohteet, joissa voi esiintyä pilaantuneita maita, ovat vanhat kaatopaikat, saha-alueet, polttoaineen jakelupisteet, pesulat, ampumaradat sekä kyllästämöt. Tällaisille alueille rakennettaessa yleensä osataan varautua pilaantuneen maan esiintymismahdollisuuteen, ja näin ollen maaperä tutkitaan haitta-aineiden osalta jo ennakkoon. (RIL 262, s.140)

Toinen pilaantuneita maa-aineksien esiintymistyyppi on rakennusjätteet. Aikoinaan Suomessa on ollut tapana haudata rakennustyöstä aiheutuneet jätteet esimerkiksi tiilet, villat, betonit, asbestit yms. rakennuspaikalle. Tällaisia epävirallisia kaatopaikkoja tulee ilmi tyypillisesti salaojitustöiden ja massanvaihtojen yhteydessä. Yleensä haudatut jätteet käsitellään niin sanottuna lievästi pilaantuneina maina, jotka voidaan loppusijoittaa kaatopaikalle, jossa ne käytetään yhdyskuntajätteen peittämiseen. (RIL 262, s.141) Ongelma rakennusjätettä sisältävien maiden kanssa on, ettei niiden esiintymistä pysty samalla tavalla ennustamaan, kuin varsinaisten pilaantuneiden maiden tapauksessa yleensä voidaan.

2.2.4 Haitta-ainekartoitus

Eri aikakausina on rakennusmateriaaleihin lisätty erilaisia aineita, joilla on pyritty parantamaan rakennusmateriaalien ominaisuuksia, kuten palonkestävyyttä, kosteudenkestävyyttä ja lujuutta. (RIL 262, s.143) Puurakenteet suojattiin lahoamiselta kivihiilitervalla, vedeneristykseen käytettiin kivihiilipikeä, asbesti soveltui lähes paikkaan kuin paikkaan, elementtirakentamisen kehittäminen toi mukanaan elastiset PCB-pitoiset saumamassat jne. Kemikaaliturvallisuustiedon lisääntyessä osa näistä rakennusmateriaaleissa käytetyistä aineista on todettu terveydelle vaarallisiksi. Haitta-aine on siis yleisnimitys terveydelle ja usein myös ympäristölle vaarallisille aineille. (RIL, 262 s.143)

[1] PIMA-asetuksella tarkoitetaan Valtioneuvoston asetusta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista

Haitta-aineiden purkutyö eroaa tavanomaisesta purkutyöstä merkittävästi, ja haitta-ainepurkutyön kustannukset ovat suurempia kuin tavanomaisen purkutyön. Jotta vältytään rakentamisen aikana tulevilta yllätyksiltä ja viivytyksiltä, on haitta-ainekartoitus tehtävä riittävän laajana ja hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aloitusta. Näin haitta-aineet osataan ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa sekä ennen kaikkea varmistutaan siitä, ettei rakennustyöntekijöitä sekä tulevia käyttäjiä altisteta tarpeettomasti haitta-aineille.

Asbesti

Suomessa asbestia tai siihen rinnastettavia rakennusmateriaaleja on käytetty vuosien 1910-1992 välisenä aikana. Asbestin ja asbestia sisältävien materiaalien, valmistus ja maahantuonti on kielletty 1.1.1993 lähtien, sekä myyminen ja käyttöönotto 1.1.1994 lähtien. (RT 18-11246). Asbestin ominaisuuksien ja toisaalta edullisen hinnan vuoksi sitä on käytetty eri vuosikymmeninä laajasti eri rakennusmateriaaleissa, esimerkiksi lämmön- ja kosteudeneristeissä, akustiikka vaimennuksissa, lujitteena eristemassoissa ja sementtituotteissa sekä muovituotteissa, maaleissa, liimoissa yms. (RT 18-11246)

Vaarallisuuden vuoksi laki velvoittaa rakennushankkeissa, joihin voi sisältyä asbestipurkua rakennuttajan tai muun, joka ohjaa ja tai valvoo rakennushanketta, huolehtimaan asbestikartoituksen tekemisestä (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015). Valtioneuvoston asetuksen (798/2015) mukaan: ”Asbestikartoituksessa on paikallistettava purettavassa kohteessa oleva asbesti, selvitettävä asbestin ja sitä sisältävien materiaalien laatu ja määrä, selvitettävä rakenteissa olevan asbestin ja sitä sisältävien materiaalien pölyävyys niitä käsiteltäessä tai purettaessa”. Asbestikartoittajalta vaaditaan kohteen vaativuus ja laajuus huomioon ottaen, riittävää perehtyneisyyttä asbestiin, sen esiintymiseen ja rakenteiden purkamiseen (VNA 798/2015, 7§). Pätevyyden voi osoittaa esimerkiksi VTT:n myöntämällä asbesti- ja haitta-aine asiantuntija (AHA) sertifioinnilla.

Suomessa asbestipurkutyö on luvanvaraista liiketoimintaa ja purkutöitä saa suorittaa vain asbestipurkutyöluvan omaava luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, asbestipurkutyöluvan myöntää työsuojeluviranomainen. (Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista, 684/2015, 3§, 4§). Jokaisella asbestipurkutyötä suorittavan henkilön tulee omata asbestipurkutyöhön vaadittava pätevyys, joka on soveltava ammattitutkinto tai sen osa (2 §). Lisäksi henkilön tulee olla rekisteröitynyt asbestipurkutyöhön pätevien henkilöiden rekisteriin, jota ylläpitää työsuojeluviranomainen. (12 §). Luvanvaraisuuden, pätevyysvaatimusten, ongelmajätemaksujen, ja asbestipurkutyöhön käytettävien menetelmien johdosta, asbestipurkutyö on verrattain hidasta ja kustannuksiltaan normaalia purkutyötä huomattavasti kalliimpaa.

Asbestia sisältävät materiaalit eivät sellaisenaan aiheuta vaaraa ihmisille, jos ne ovat ehjiä, kiinteitä ja pölyämättömiä (RT 18-11246). Eikä laki siksi suoranaisesti velvoita korjaustyöhön ryhtyvää poistamaan kaikkea rakennuksessa olevaa asbestia rakennustöiden

yhteydessä, jos ei se ole tilan turvallisen käytön kannalta tarkoituksenmukaista (VNA 798/2015, 12 §).

PAH-yhdisteet (polysykliset aromaattiset hiilivedyt)

Kivihiilitervan tislausjäännös kivihiilipiki (kreosootti, kreosoottiöljy, kreosoottipiki) on ollut laajalti käytössä erilaisissa veden- ja kosteuseristeissä, kuten bitumihuovissa, -pahveissa ja –papereissa, bitumisivelyissä sekä valuasfaltissa. PAH-yhdisteiden voimakkaalle altistumiselle on todettu olevan syöpäriskiä lisäävä vaikutus. Kivihiilipiellä on tunnusomainen voimakas pistävä haju (ratapölkky) ja yleensä se esiintyy kiinteässä pikimäisessä muodossa. Korjausrakentamisen yhteydessä PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit pyritään ensisijaisesti poistamaan. Käytännössä kivihiilipien poistaminen täysin on mahdotonta ilman rakenteen kokonaispurkua, koska vuosien saatossa PAH-yhdisteitä on imeytynyt huomattavia määriä huokoisiin materiaaleihin. Vaihtoehtoisena menetelmänä purkamiselle tai täydentävänä korjaustoimenpiteenä voidaan rakenne kapseloida sellaisella kerroksella, jolla tiedetään olevan riittävä diffuusiovastus PAH-yhdisteitä vastaan. (Komulainen, Säntti & Huttunen 2011 s.99-100)

PCB-yhdisteet (polykloorattu bifenyyli)

PCB-yhdisteitä sisältävien tuotteiden valmistaminen, maahantuonti, myyminen ja luovuttaminen on Suomessa kielletty 1990-luvun alussa. PCB-yhdisteitä on yleisesti käytetty liimoissa, pinnoitteissa ja maaleissa lisäämään tuotteiden palon- ja kosteudenkesto-ominaisuuksia. Suomessa PCB-yhdisteitä on käytetty laajimmin maaliteollisuudessa (rakennustiedon nettilipes), mutta myös kaksikomponenttisissa saumamassoissa on käytetty PCB-yhdisteitä pehmittimenä. (RT 18-11245). PCB-yhdisteet ovat ympäristömyrkkyjä ja ihmiselle vaarallisia aiheuttaen kehityshäiriöitä ja syöpää. (RATU 82-0382)

Raskasmetallit

Maaleissa korroosionestoaineena sekä väripigmenteissä on käytetty muun muassa arseenia, kadmiumia, kobolttia, kromia, kuparia, nikkeliä, lyijyä, vanadiinia, sinkkiä, antimonia ja elohopeata. Lyijyä on käytetty myös kaksikomponenttisten saumausmassojen kovikkeissa (Komulainen, Säntti & Huttunen 2011 s.99).

Muut haitta-aineiksi luettavat materiaalit

Edellä mainittujen aineiden lisäksi haitta-aineiksi luetaan muun muassa VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet), teolliset mineraalivillakuidut, radon, ammoniakki, kyllästetty puu, öljyhiilivedyt ja formaldehydit jne. lista on pitkä. Näillä materiaaleilla ei kuitenkaan ole vaikutusta purkumenetelmiin, joten ne eivät suoranaisesti vaikuta rakennustuotantoon. Kustannuksiin ne se sijaan vaikuttavat, koska riippuen pitoisuuksista ne tulee käsitellä ongelmajätteenä. (RT 18-11245)

2.3 Mittaukset

Korjausrakentamishankkeissa ajantasaiset ja paikkansapitävät mittatiedot ovat edellytys sujuvalle suunnittelulle ja toteutukselle. Ilman tarkkoja lähtötietoja, suunnitelmat ovat epätarkkoja, jolloin tuotantovaiheessa työmaalla suunnitelmamuutoksia ja ratkaisuita tehdään sitä mukaan kuin ne ilmenevät. Nämä yllätykset tuovat mukanaan suuren määrän tuotannon häiriöitä ja lisä- ja muutostöitä. (Laasonen, Jenu, & Palasrinne 1996 s.15)

Korjausrakentamishankkeiden ongelmana usein on, ettei rakennuksesta ole saatavilla lainkaan suunnitelmia, suunnitelmista puuttuu mittatietoutta, suunnitelmissa esitettyyn mitoitukseen ei voi luottaa sekä rakennuksessa on vuosien varrella tehty muutostöitä, joita ei ole dokumentoitu. Suunnittelun ja toteutuksen kannalta olennainen ajan tasalla oleva mittatieto täytyy siis hankkia eli rakennus on mitattava. Hankkeen laajuudesta ja suunnittelun kannalta olennaisten lähtötietojen osalta rakennusmittaus jaetaan seuraavasti:

- sisämittaus
- julkisivumittaus
- rakennusosamittaus

Mittaaminen itsessään ei koskaan ole itseisarvo, vaan mittaukset liittyvät aina johonkin muuhun tarkoitukseen esimerkiksi suunnittelun lähtötiedoiksi tai rakennusosien paikalleen mittaukseen. Mittauksen tarkkuudelle ei ole yksikäsitteistä mittavaatimusta, joka kertoisi, mikä mittatarkkuus millekin mittaukselle on riittävä. Mittatarkkuus riippuukin mittatietojen käyttötarkoituksesta ja voi vaihdella milleistä kymmeniin tai jopa satoihin metreihin.

2.3.1 Sisämittaus

Mittaus vanhoista dokumenteista

Yksinkertaisimmillaan mittaus voidaan suorittaa vanhoista dokumenteista. Vanhat dokumentit voidaan muuttaa sähköiseen muotoon joko skannaamalla tai digitoimalla. Skannausta vaikeuttaa vinossa olevat viivat, paperien taitokset ja sen lisäksi viivat voivat katketa tai jopa hävitä kokonaan skannauksen yhteydessä. Siksi vanhojen dokumenttien skannaamisessa sähköiseen muotoon huomiota tulee kiinnittää skannauksen tarkkuuteen. Dokumenttien muuttaminen sähköiseen muotoon voi myös aiheuttaa mittakaavavirheitä.

Haasteena vanhoista dokumenteista mittaamisessa on se, ettei kaikkia suunnitelmia välttämättä ole saatavilla, suunnitelmien oikeellisuutta ei voida varmistaa, tilojen korkeuksia ei voida mitata, rakennuksen painumisesta johtuvaa lattian korkeusaseman muutosta ei voida havaita sekä tilojen ominaisuustiedot jäävät suppeaksi. Tämän tason mittaukset soveltuvat lähinnä kevyisiin ja keskiraskaisiin korjauksiin, tosin näissäkin tapauksissa tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti.

Perusmittaus

Perusmittaus perustuu fyysisesti kohteessa tapahtuvaan etäisyyksien mittaamiseen yksinkertaisilla mittalaitteilla esimerkiksi mittanauhalla tai laseretäisyysmittarilla. Perusmittauksella voidaan mallintaa tila päädimensioiden (pituus, leveys ja korkeus) avulla. Päädimensioiden lisäksi tilasta voidaan mitata lävistäjä, jonka avulla varmistutaan tilan suorakulmaisuus. Perusmittauksessa kaikki kerrokset mitataan omina kokonaisuuksina, eikä niitä välttämättä sidota toisiinsa, tästä syystä rakenteiden keskinäistä sijaintia ei voida pitää luotettavana. Esimerkiksi eri kerroksissa sijaitsevien seinien sijaintia toisiinsa nähden ei voida luotettavasti todentaa. Mittauksessa saatujen arvojen perusteella voidaan rakennuksesta laatia luonnostasoiset pohjapiirustukset (Salmenperä 2004 s.84)

Perusmittauksen luotettavuutta voidaan parantaa mittaamalla vähintään rakennuksen nurkkapisteet takymetrillä. Näitä koordinaateiltaan tunnettuja pisteitä voidaan käyttää tasoituslaskennan kiinteinä lähtöarvoina. (Salmenperä 2004 s.92) Vielä tarkemmalle tasolle päästään, kun kerrokset mitataan sisäisesti yhtenäiseen tasokoordinaatistoon. Mittaustulokset voidaan näin esittää sisäisesti tarkkana tasokuvana CAD-järjestelmässä, jossa siis esimerkiksi eri kerroksien seinien keskinäinen sijainti toisiinsa nähden tunnetaan.

Jos perusmittauksen yhteydessä kohteesta kerätään tilojen sijaintitiedot, pintarakenteiden materiaali- ja kuntotiedot sekä ovien ja ikkunoiden sijainnit puhutaan tällöin inventointimittauksesta. (Salmenperä 2004 s. 90-91) Perus- ja inventointimittaus yhdistettynä mittaukseen vanhoista dokumenteista on yleisesti käytössä korjausrakentamishankkeissa, joiden suunnittelu tehdään kaksiulotteisena. (Savisaari 2017 s.41) Mittausmenetelmä ei ole geometriseltä tarkkuudeltaan luotettava ja siksi sen tuloksiin on syytä suhtautua suurella varauksella. Seurauksena tästä on, että mittausten perusteella laaditut suunnitelmat ovat lähinnä visualisointia. Kaksiulotteisena tällainen suunnitelma soveltuu rakennusalan ammattilaisten välisiin keskusteluihin, koska kuvissa näkymättömät asiat joudutaan aavistamaan aiemman kokemuksen perusteella. (Laasonen, Jenu, & Palasrinne 1996 s.15).

Kolmiulotteinen mittaus

Kolmiulotteisessa mittauksessa jokaiselle mitattavalle pisteelle määritetään xyz-koordinaatit. Kaikki pisteet mitataan yhtenäiseen koordinaatistoon, jolloin saadaan tarkasti selville päällekkäisten kerroksien ja rakennusosien keskinäinen sijaintitieto toisiinsa nähden. Mittaus voidaan suorittaa 2 + 1-ulotteisena, jolloin tasokoordinaatit ja korkeus mitataan erikseen, tai suoraan kolmiulotteisena. (Salmenperä 2004 s.84)

Kolmiulotteinen mittaus voi olla myös varsinaista 3D-mallinnusta, jota varten mitataan esimerkiksi tilan ala- ja ylänurkat, erilliset ulokkeet yms. Näin saatavaa pistetietoa on mahdollista hyödyntää rakennuksen mallinnuksessa (Salmenperä 2004 s.84).

Mittauksen aikana on mahdollista tallentaa tietokantaan rakennusosien ominaisuustietoja, kuten materiaali, pinta- ja kuntoluokkatietoa, tällöin puhutaan määrälaskentamittauksesta. Mittavälineenä kolmiulotteisessa mittauksessa käytetään takymetriä tai laserkeilausta.

Kolmiulotteinen takymetrimittaus soveltuu geometrialtaan yksinkertaisten kohteiden mittaamiseen, joissa mitattavia pisteitä on rajallinen määrä. Saadulla mittausdatalla on periaatteessa mahdollista mallintaa rakennus. Mitattavien pisteiden lukumäärä mittausmenetelmässä on kuitenkin suhteellisen pieni, koska pistemäärien kasvaessa kustannukset nousevat tasolle, jolloin on perusteltua käyttää muita mittausmenetelmiä. Pisteiden lukumäärän vähäisyyden vuoksi takymetrimittauksen perusteella laadittua mallia ei voida pitää kovin luotettavana. Mittapiirustusten, inventointimallin ja mittauksien oikeellisuuden tarkastaminen visuaalisesti on hankalaa. Lisäksi jos kohteesta tarvitaan lisämittoja joita ei ole mittakäynnillä mitattu, tulee mittaus suorittaa toistamiseen, eli menetelmä vaatii useita mittauskertoja, joka samalla tarkoittaa lisäkuluja. Kolmiulotteinen takymetrimittaus soveltuu parhaiten kaksiulotteisten suunnitelmien laadintaan. (RT 10-11067)

Rakennuksen kolmiulotteista mallintamista varten mittaus on syytä tehdä laserkeilamittauksella. Laserkeilamittaus tuottaa mitattavasta kohteesta mitta-aineiston, joka sisältää miljoonia koordinaateiltaan tunnettuja pisteitä, mittaustyön yhteydessä laitteistot voivat ottaa myös valokuvia mitattavasta kohteesta. Mitta-aineistoon voidaan tarvittaessa palata, jos on tarvetta lisämitoille, joten ylimääräisiä käyntejä kohteeseen mittauksen osalta ei tule. Mittausmenetelmällä on mahdollista helposti mitata vaikeapääsyisiä kohteita kuten alakattojen yläpuolia. (RT 10-11067)

2.3.2 Ulkomittaus

Ulkomallinnuksessa rakennuksen ulkokuori mitataan mallinnusta varten. Mittaustietojen käyttö tarkoitus ja tarve määrittävät mittaustarpeen. Mikäli mitattavassa kohteessa ei ole tarkoitus tehdä julkisivuun liittyviä korjaustöitä, lähtötiedoiksi riittää ulkoseinälinjojen mittaus ulkoseinien paksuuden selvittämiseksi. Toisaalta jos julkisivuun tehdään muutoksia esimerkiksi uusia aukotuksia tai julkisivu liittyy uuteen rakennukseen, sekä julkisivuiltaan suojelluissa kohteissa voi olla tarpeen tehdä tarkempia mittauksia. (Laasonen 1991 s.41)

Julkisivumittaus voidaan jakaa kolmeen eri menetelmään takymetrimittaus, fotogrammetrinen mittaus sekä laserkeilaus. Käytettävän menetelmän valinta riippuu halutusta mittaustarkkuudesta. Tapauksissa joissa mitattavia pisteitä on vähän, käytetään yleensä takymetrimittausta. Mitattavien pisteiden määrän kasvaessa takymetrimittauksen rajoitukseksi tulee mittauksen hitaus ja sitä kautta sen kustannustehokkuus, esimerkiksi yksityiskohtaisten seinäkoristeiden mittaus on takymetrillä varsin haastavaa. (Laasonen 1991s.41)

Yksityiskohtaisen julkisivumittaukseen käytettävät menetelmät ovat fotogrammetrinen mittaus sekä laserkeilaus. Fotogrammetrisen mittauksen eduiksi voidaan lukea sen nopeus ja edullisempi hinta laserkeilaukseen nähden. Toisaalta fotogrammetrian huonoksi puoleksi voidaan lukea laserkeilausta huonompi mittaustarkkuus. (Savisaari 2017 s.29)

2.3.3 Mittauksen virheet

Mittaamalla saatuja arvoja tarkasteltaessa on tiedostettava, että arvot ovat aina jossain määrin virheellisiä. Tämä käy hyvin ilmi esimerkiksi mittauksia toistettaessa, jolloin on hyvin harvinaista saada täysin samaa mittaustulosta samasta kohteesta. Mittaus on harvoin täysin virheetön, mutta mittaus voidaan suorittaa etukäteen asetettavien tarkkuusvaatimusten mukaisesti. (Salmenperä 2002 s.185)

Yleensä ei ole tarpeen eikä edes mahdollista mitata koko rakennusta äärimmäisellä tarkkuudella. Oleellisempaa mittaustuloksissa on tieto siitä mitä todella on mitattu ja millä tarkkuudella, jos esimerkiksi mitataan vain yksi ovi ja oletetaan kaikkien muiden olevan samankokoisia, tulee tämä käydä ilmi mittaustuloksista. Tällaisien olettamusten ja mittojen kopiointi ilman, että se ilmenee mittaustuloksista, aiheuttaa sen, että tuloksia pidetään tarkempina kuin mitä ne ovatkaan. Tämä puolestaan saattaa johtaa rakennusosien hylkäämiseen, sovitusongelmiin ja sitä kautta aikatauluviivästyksiin. (Salmenperä 2004 s.94)

Mittauksen virheet voidaan luokitella karkeiksi, systemaattisiksi tai satunnaisiksi virheiksi. Karkeilla virheillä tarkoitetaan erehdyksestä tai huolimattomuudesta johtuvia virheitä, kuten esimerkiksi väärin kirjattu arvo (Salmenperä 2004 s.116). Ne voivat johtua myös poikkeavista olosuhteista tai viallisista mittalaitteista. Tyypillistä karkeille virheille on kuitenkin se, että niille on löydettävissä lähes aina jokin syy ja se vaikuttaa ainoastaan yksittäisiin havaintoihin. (Laurila 2012 s.35)

Systemaattiselle virheelle on ominaista, että se toistaa itseään. Systemaattiset virheet voivat aiheutua olosuhteista, mittaajasta itsestään tai mittausohjelmien käytön osaamattomuudesta. (salmenperä s.116) Yleensä systemaattisille virheille on löydettävissä, jokin syy, joka vaikuttaa kaikkiin havaintoihin tai tiettyyn ryhmään havaintoja. (Laurila 2012 s.35)

Satunnaiset virheet ovat sellaisia, joille ei ole löydettävissä erityistä syytä, eikä niitä voida ennakoida. (Laurila 2012 s.35) Satunnaisten virheiden hallinta tapahtuu tilastomatemaattisin keinoin. (Salmenperä 2004 s.116)

2.4 Rakennussuojelu

Rakennussuojelu on rakennetun ympäristön suojelua, jonka päämääränä on kulttuurihistoriallisesti merkittävien rakennusten ja alueellisten kokonaisuuksien suojelu. Rakennusperinnön säilyttämiseksi voidaan suojella rakennuksia, rakennelmia, rakennusryhmiä tai

rakennettuja alueita. Suojeltavilla asioilla on merkitystä rakennushistorian, rakennustaiteen, rakennustekniikan, erityisten ympäristöarvojen tai rakennuksen käytön tai siihen liittyvien tapahtumien kannalta. Suojelu voi koskea myös rakennuksen osaa, kiinteää sisustusta taikka muuta rakentamalla tai istuttamalla muodostettua aluetta. (Laki rakennusperinnön suojelemisesta 498/2010) Rakennushistorialliset arvot sisältävät kohteen rakenteisiin ja rakentamiseen liittyvät arvot. Ne ovat usein sidoksissa rakennuksen materiaaleihin ja rakenteisiin, mutta ne voivat myös koostua esimerkiksi rakentamisen tavasta, jolla rakennus on toteutettu. Rakennushistoriallisia arvoja voivat olla lisäksi rakennustaiteelliset, toiminnalliset innovaatiot tai tekniset järjestelmät.

Rakennuksen kulttuurihistoriallinen arvo arvotetaan kohteesta riippuvilla parametreilla. Arvottaminen on kohteiden kulttuurihistoriallisen arvon määrittelyä riippumatta kohteiden käyttö- tai välinearvoista jonkin muun hyvän tai edun saavuttamisessa. Esimerkiksi rakennuksen ikä, rakennustaiteellinen arvo, rakennushistorian ja -tekniikan arvo, alkuperäiset materiaalit sekä rakennuksen käyttö ovat tällaisia muuttujia. Suojelun tavoitteena on suojella kulttuurihistoriallisesti arvokkaita rakennuksia ja siirtää niiden arvo jälkipolville. (Jokinen et al. 2000)

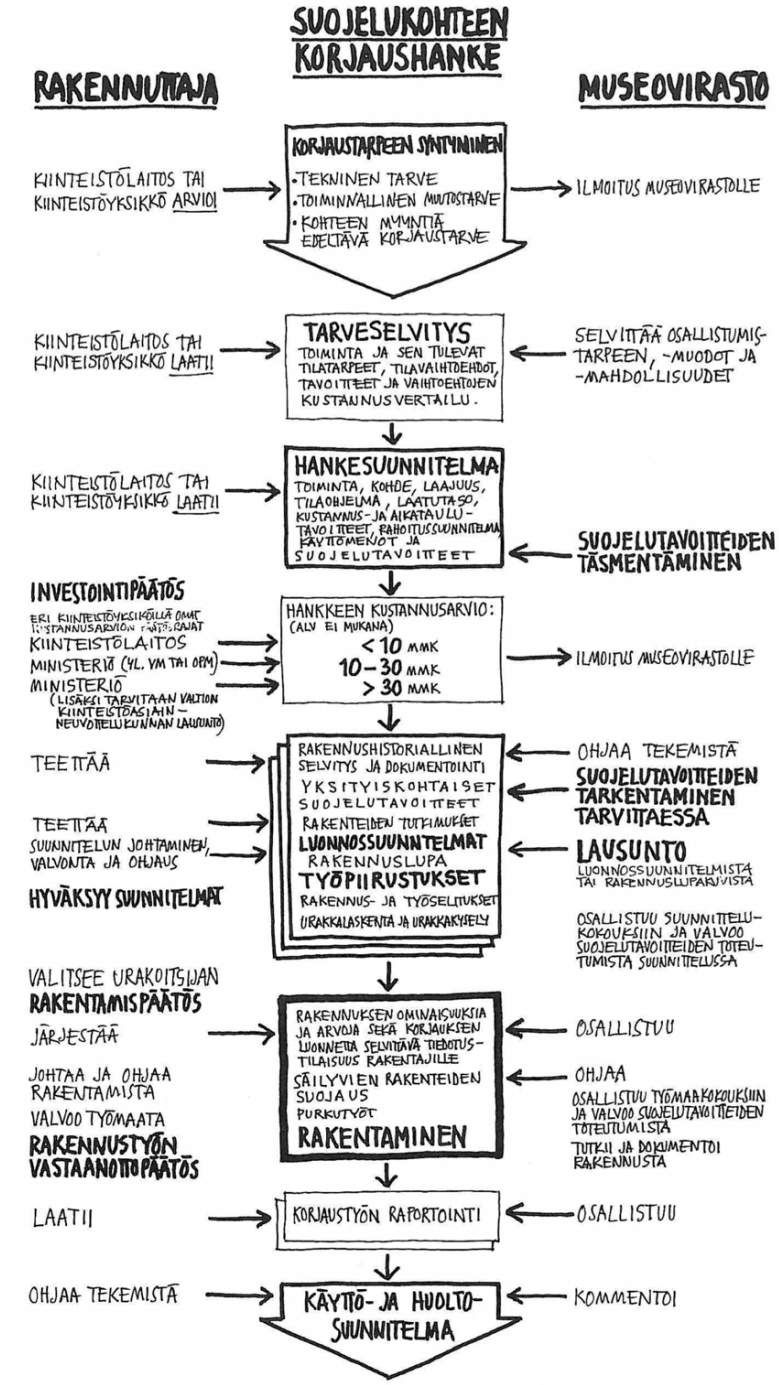
Suojelukohteiden tunnistamiseksi niiden kulttuurihistoriallinen arvo eli merkittävyys tulee määrittää. Rakennuksen merkittävyys arvioidaan seuraavilla perusteilla (muokattu laista 498/2010):

1) Harvinaisuus tai ainutlaatuisuus (harvinaisuus).
2) Historiallinen tyypillisyys alueelle (tyypillisyys).
3) Aluetta tai tiettyä aikaa kuvaavat tyypilliset piirteet (edustavuus).
4) Alkuperäistä tai sitä vastaavan käytön, rakentamistavan, arkkitehtuurin tai tyylin ilmeneminen ja jatkuminen (alkuperäisyys).
5) Merkitys historiallisen tapahtuman tai ilmiön todisteena (historiallinen todistusvoimaisuus).
6) Näkyvissä olevat eri aikakausien rakenteet, materiaalit ja tyylipiirteet (historiallinen kerroksisuus).

Rakennusten suojelukeinoja ovat kaavoitus, laki rakennusperinnön suojelemisesta, kirkkolaki, muinaismuistolaki ja suojelusopimukset. Rakennusperintöä suojellaan ensisijaisesti kaavoituksella, joka on kuntien ja kuntayhtymien vastuulla oleva tehtävä. Museovirasto toimii asiantuntijana rakennusperinnön säilyttämiseen liittyvissä kysymyksissä ja ohjaa alueellisten maakuntamuseoiden toimintaa. Museovirasto käyttää apunaan erityisalojen museoita ja asiantuntijoita.

Suojelumääräys edellyttää rakennuksen tai sen osan säilyttämistä suojelun edellyttämässä kunnossa, eikä sitä saa purkaa. Suojelumääräys rajoittaa korjaushankkeessa tiettyjä toimenpidevaihtoehtoja, suojeltavia osia ei voi uusia tai purkaa. Suojeltaviin osiin yhtenä

mahdollisena toimenpiteenä on entistäminen, joka voidaan jakaa restaurointiin, rekonstruointiin ja konservointiin. Nämä kaikki ovat erittäin aikaa vieviä toimenpiteitä ja niitä suorittavia alan ammattilaisia ei ole Suomessa lukumääräisesti montaa. Lisäksi Museovirasto voi suojeluun perustuen velvoittaa urakoitsijan käyttämään tiettyä työmenetelmää, joka voi olla työläämpi ja haastavampi suorittaa kuin muut työmenetelmät (kuva 2). Osittain tähän liittyen Museovirasto on laatinut korjauskortiston, joka sisältää ohjeita historiaa kunnioittavista työmenetelmistä.



Kuva 2. Valtion omistuksessa olevan suojelukohteen korjaushankkeen kulku (Mattinen 1998 s. 33)

Rakennussuojelu tuo lisää haastetta työmaatoimihenkilöiden tehtäviin. Vastaavan työnjohtajan työnjohtotehtävä voi olla vaativa tai poikkeuksellisen vaativa, jos korjaus- tai muutostyö kohdistuu suojeltuun rakennukseen tai sen osaan (YM4/601/2015). Vaativa tai poikkeuksellisen vaativa työnjohtotehtävä lisää vastaavan työnjohtajan kelpoisuuteen liittyviä vaatimuksia. Näin ollen rakennussuojelut korjaushankkeet ovat vaativampia myös työmaaorganisaation kannalta.

2.5 Korjaushankkeen osapuolista johtuvat tekijät

2.5.1 Käyttäjän vaatimukset

Rakennushankkeen osapuolista käyttäjällä on suuri vaikutus hankkeen toteutustapaan ja sisältöön, koska rakennus palvelee käyttäjän toiminnasta aiheutuvia tarpeita (Kaivonen 1994, s. 48). Näin ollen käyttäjä on paras asiantuntija kuvailemaan rakennuksessa harjoitettavaa toimintaa (RT 10-11222). Etenkin käyttäjän ollessa kiinteistön omistaja on hänellä tietämystä rakennuksen elinkaaresta ja käyttäjä pystyy näin antamaan korjaushankkeessa tarvittavia lähtötietoja. Monessa tapauksessa käyttäjiä on useita ja jokaisen käyttäjän edustaja osallistuu hankkeen toteutukseen (Kaivonen 1994, s. 51).

Käyttäjien vaatimukset liittyvät yleensä rakennuksen toimintaan, laatuun, turvallisuuteen ja terveellisyyteen (Junnonen & Kankainen 2010, s. 9). Usein rakennusta käytetään korjauksen aikana, joten käyttäjät ovat läsnä korjaustoimenpiteiden ajan. Käyttäjän harjoittama toiminta asettaa vaatimuksia tuotannonsuunnittelulle, ja voi johtaa esimerkiksi vaiheittain rakentamiseen, poikkeaviin työaikoihin ja muihin erityisiin järjestelyihin (Ratu KI-6019).

Rakennuttajan vastuulla on huolehtia, että käyttäjän tarpeet sekä vaatimukset huomioidaan muun muassa hankesuunnitteluvaiheessa. Tärkeää on, että ne tuodaan osaksi toteutustavan suunnittelua ja teknisiä suunnitelmia (RT 10-11107). Rakennuttajan vastuulla on viedä käyttäjän asettamat vaatimukset ja toivomat muutokset suunnitelmiin ja muihin hanketta koskeviin asiakirjoihin.

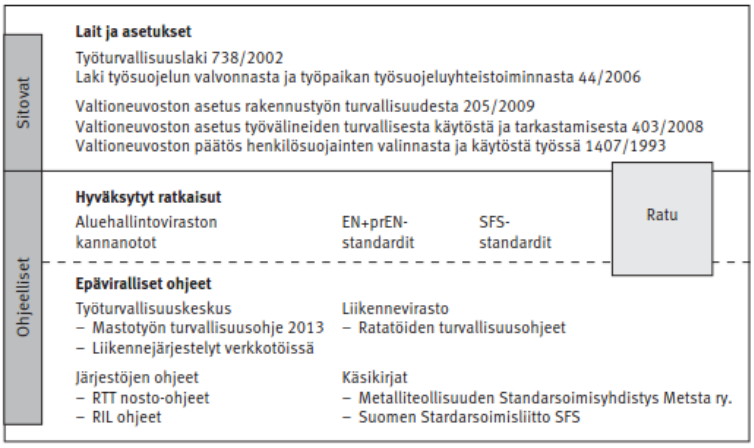
Koska rakennushankkeen jokaisella osapuolella on vaikutusta lopputuloksen laatuun, on mahdollista, että käyttäjän oma toiminta ei tue tavoitteisiin pääsyä. Monessa hankkeessa käyttäjän vastuulla on joitakin hankintoja ja käyttäjällä on käytössään omat tilasuunnittelijat tai jonkinlainen suunnitteluohje. Käyttäjän tulisi kyetä hallitsemaan vastuullaan olevia asioita siten, että muut hankkeen osapuolet saavat tarvittavat tiedot riittävän ajoissa. Tähän pitäisi pyrkiä, vaikkei käyttäjä olisikaan rakennusalan ammattilainen.

Epäselvät käyttäjän vaatimukset rakentamisvaiheessa aiheuttavat muun muassa lisä- ja muutostöitä, poikkeusjärjestelyitä ja laskevat käyttäjän kokemaa laatua korjaushankkeen toteutuksesta. Nämä tuovat hankaluuksia päätoteuttajan tuotannonsuunnitteluun ja voivat johtaa esim. aikataulu- tai kustannustavoitteiden ylittymiseen.

Osapuolten välisen tiedonkulun onnistuminen on olennainen osa rakennusprosessin laadun muodostumista (Junnonen & Kankainen. 2010, s. 10). Päätoteuttajan vastuulla on käydä aktiivista yhteistoimintaa käyttäjän kanssa. Yhteistoiminta edellyttää molemmilta osapuolilta aktiivisia yhteyshenkilöitä. Rakentaminen on monimutkaista toimintaa, joten molempien osapuolten tulee pyrkiä neuvottelemaan ja joustamaan myös hankalissa asioissa.

2.5.2 Työturvallisuus

Työturvallisuus on tärkeätä kaikessa rakentamisessa ja siitä on tullut yksi rakennusalan yritysten tärkeimpiä painopistealueita. Työturvallisuussuunnittelu on keskeinen osa rakennushankkeen suunnittelua, ja erityisesti korjausrakentamisessa työturvallisuuden huomioiminen on tärkeää. Tapaturmat aiheuttavat yrityksille kustannuksia, joten työturvallisuuteen panostaminen ja sen avulla tapaturmien vähentyminen parantaa yrityksen kilpailukykyä (Ratu KI-6020). Kuvassa 3 on esitetty rakentamiseen liittyvät työturvallisuussäännökset.



Kuva 3. *Rakentamisen työturvallisuussäännökset (Ratu KI-6030, 2017, s. 10)*

Kuvassa 3 näkyvien säännösten lisäksi rakennusalan yrityksillä on omia työturvallisuuteen liittyviä aineistoja ja toimintatapoja, jotka tarkentavat sekä monesti vielä tiukentavat yrityksen työturvallisuuteen liittyviä käytäntöjä. Korjausrakentamiseen liittyviä työturvallisuusseikkoja ovat muun muassa:

- Korjauskohteissa esiintyy terveydelle vaarallisia aineita kuten asbestia, PAH-yhdisteitä ja mikrobivaurioituneita rakenteita.
- Ahtaat työkohteet ja rakennuspaikka.
- Rakennuksen käyttö korjauksen aikana. Tästä aiheutuu väliaikaisia rakenteita, järjestelyitä jne., jotka muuttavat työmaan kulkureittejä yms. muita työntekijöiden päivittäin käyttämiä asioita.
- Rakenteiden purkutyöt aiheuttavat runsaasti pölyä, melua ja tärinää.

3. PILOTOINTITUTKIMUKSEN SUORITUS

3.1 Pilottihanke

Tutkimuksen pilottikohde Aleksis Kiven koulu on vuonna 1934 rakennettu koulurakennus. Rakennuksen on suunnitellut Gunnar Taucher, ja valmistuessaan se oli Pohjoismaiden suurin kansakoulu ja se toimi pitkään modernin koulurakennuksen mallina. Rakennusta on laajennettu 1966 rakennetulla teknisen työn siivellä, laajennuksen suunnitteli arkkitehti Irma Paasikallio.

Rakennukseen on vuosikymmenien saatossa tehty useita teknisiä parannuksia, sekä toiminnan vaatimia muutoksia. Nämä muutoksen ovat osittain muuttaneet sisätilojen luonnetta, ja perusparannuksen yhteydessä tavoitteena on palauttaa kohde alkuperäisen rakennusajankohdan tyyliin. Julkisivultaan rakennus on pääosin alkuperäinen, pois lukien laajennusosa, sekä pommituksissa osittain tuhoutunut rakennuksen eteläpääty, joka on sodan jälkeen korjattu.

Rakennuksen laajuus nykyisellään on yhteensä 11 123 brm^2, 9 509 htm^2 ja 6 032 hym^2. Suunnitteluvaiheessa oleva perusparannus lisää rakennuksen bruttoalaa kylmään ullakkotilaan rakennettavan ilmanvaihto konehuoneen verran, muuten huoneistoala säilyy lähes ennallaan. Perusparannus käsittää koko rakennuksen ja sen laajuus on yhteensä 11 520 brm^2, 9 515 htm^2 ja 6 450 hym^2. Koulurakennuksessa sijaitsee kolme asuinkäytössä olevaa asuntoa, joiden perusparannus on 124 brm^2, 102 htm^2, nämä sisältyvät edellä esitettyihin laajuustietoihin. Asunnoista kaksi on edelleen tarkoitus säilyttää asuinkäytössä.

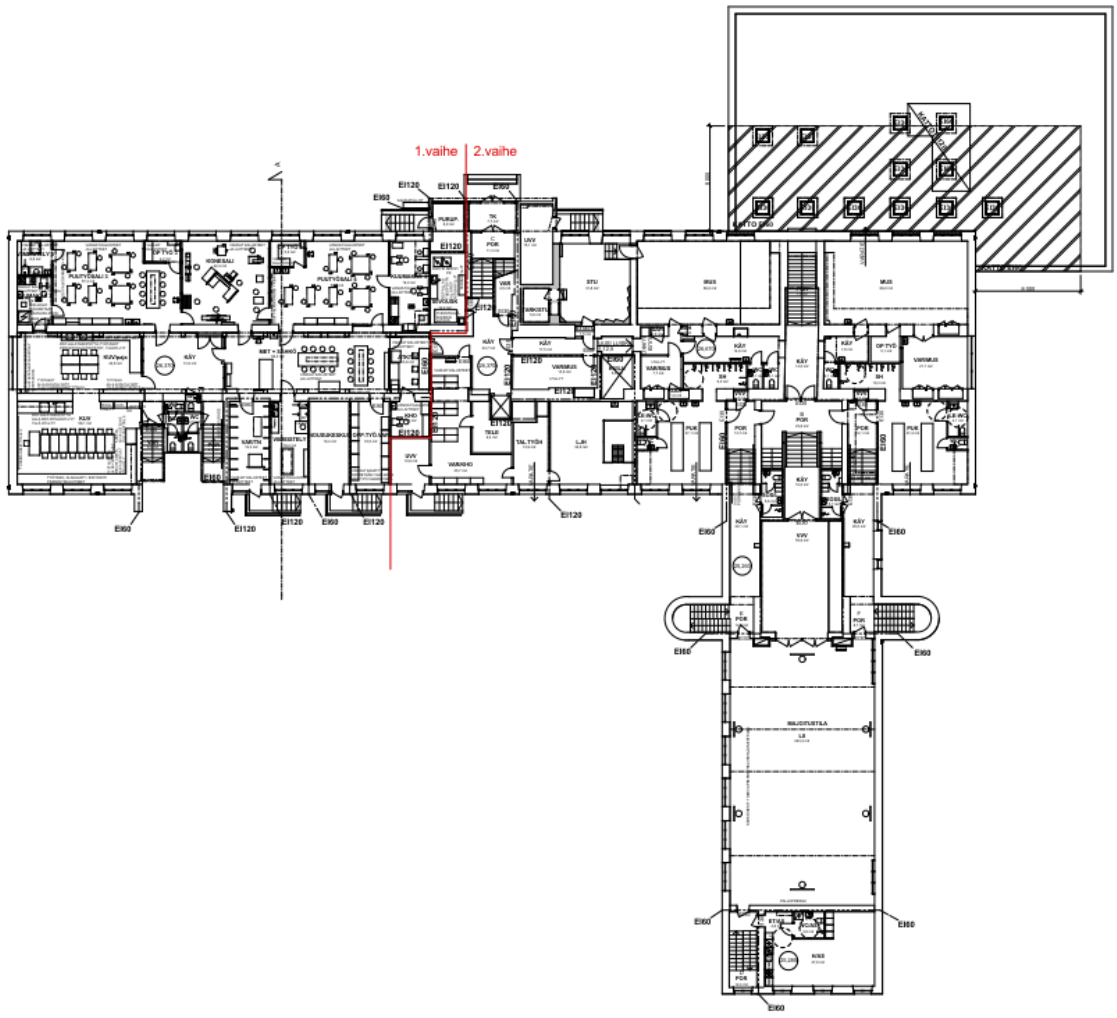
Rakennus ei ole kaavalla suojeltu, mutta on luokiteltu Opintiellä –selvityksessä [2] toiseksi korkeimpaan luokkaan arkkitehtonisen laatunsa, kaupunkikuvallisen merkityksensä sekä historiallisten arvojensa perusteella. Tästä johtuen Helsingin kaupunginmuseon kanssa tehdään yhteistyötä suunnittelun edetessä. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelussa noudatetaan arkkitehtuurille ominaisia piirteitä ja rakennustaiteelliset näkökohdat otetaan huomioon muun muassa ennallistamalla tilaratkaisuja sekä kunnostamalla vanhoja rakennusosia.

Ennen perusparannusta Aleksis Kiven peruskoulussa on luokka-asteet 1-9 ja oppilaita noin 500, peruskorjauksen jälkeen oppilaskapasiteetin lasketaan olevan noin 700 oppilasta.

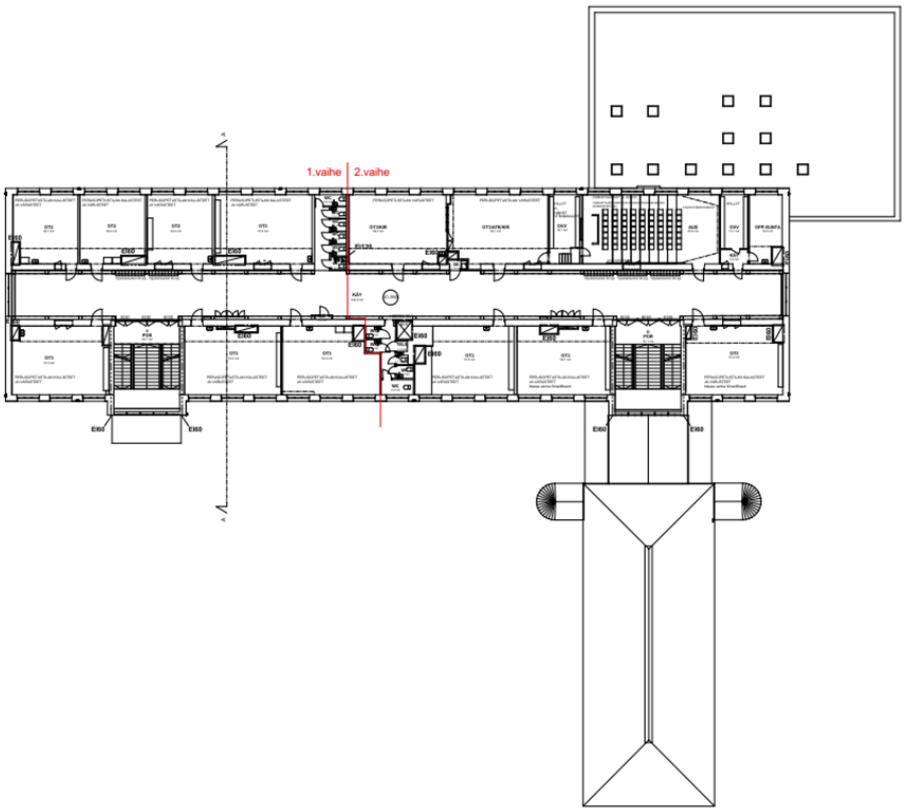
[2] Makkonen, Leena 2004. Opintiellä: Helsinkiläisiä koulurakennuksia 1880-1980. Helsinki: Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.

Hankkeen toiminnallisena tavoitteena on opetustilojen ajanmukaistaminen sekä varustaminen kasvavaa oppilasmäärää varten. Nykyisellään rakennuksen wc-tilojen määrä ei vastaa tarvetta ja ruokahuollon tilojen järjestely vaatii tehostamista. Lisäksi parantamista vaati rakennuksen paloturvallisuutta ja esteettömyys sekä piha-alueen toimivuus ja turvallisuus.

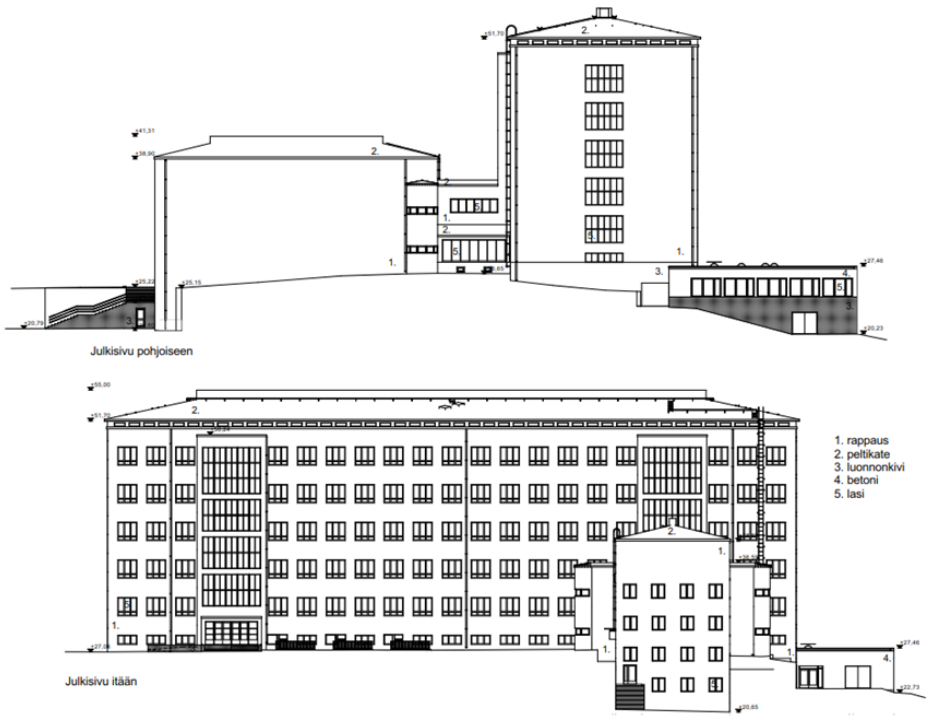
Rakennuksen tekniset järjestelmät ovat vanhentuneet ja käyttöikänsä päässä. Rakennuksen puutteellisen ilmanvaihdon sekä paikallisten mikrobivaurioiden on todettu aiheuttaneen sisäilmaongelmia. Rakennuksen talotekniset järjestelmät uusitaan lähes kokonaan perusparannuksen yhteydessä. Rakennuksen julkisivu ja vesikate on todettu olevan myös käyttöikänsä päässä ja ne uusitaan perusparannuksen yhteydessä.



Kuva 4. *Hankesuunnitelmaa varten, K1. kerros, Aleksis Kiven koulu (Kuva: Arkkitehtitoimisto Innovarch).*



Kuva 5. *Hankesuunnitelmaa varten, 4. kerros, Aleksis Kiven koulu (Kuva: Arkkitehtitoimisto Innovarch).*



Kuva 6. *Hankesuunnitelmaa varten, julkisivu itään ja pohjoiseen, Aleksis Kiven koulu (Kuva: Arkkitehtitoimisto Innovarch).*

3.2 Tutkimuksen kulku

Toimintatutkimus toteutettiin osallistumalla pilottihankkeen suunnitteluorganisaation toimintaan. Tutkimuksen aikana tutkimusryhmä osallistui suunnittelukokouksiin ja suunnitteluryhmänkokouksiin, joita järjestettiin noin kolmen viikon välein sekä erilaisiin hankeen suunnitteluun liittyviin katselmuksiin. Suunnittelukokoukset olivat rakennuttajan koolle kutsumia ja niissä olivat läsnä rakennuttajan ja tilaajaorganisaation sekä hankkeen suunnitteluryhmän jäsenet, suunnitteluryhmänkokoukset olivat arkkitehtivetoisia ja niihin osallistui hankkeen tekniset suunnittelijat. Kokoukset ja katselmukset joihin tutkimusryhmä osallistui, on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Kokoukset ja katselmukset tutkimuksen aikana

Tapahtuma	Viittaus tekstissä	Ajankohta
Suunnittelukokous	STK (x)	11.5 (3), 1.6 (4), 20.6 (5), 2.8 (6), 22.8 (7), 13.9 (8), 12.10 (9), 1.11 (10) ja 22.11.2017 (11)
Suunnitteluryhmänkokous	SRK (x)	23.5 (4), 19.6 (5), 9.8 (6), 30.8 (7), 19.9 (8), 3.10 (9), 17.10 (10) ja 6.11.2017 (11)
Ekskursio	KNK	24.5.2017 Kaisaniemen-koulu
	SLK	7.8.2017 Sofianlehdonkatu 5
Kaupunginmuseon kokous	KMK (x)	6.6 (1) ja 31.8.2017 (2)
Kokous rakennuttajan kanssa	KRK (x)	23.8 (1), 18.9 (2) ja 26.10.2017 (3)
Katselmus	RPK	23.8.2017 Rappauskatselmus
	KPK	10.11.2017 Koepurkukatselmus

Tutkimuksen tiedonkeruu menetelmänä käytettiin osallistuvaa havainnointia, eli tutkija osallistui itse toimintaa osallistumalla kokouksiin sekä tuodessaan kokouksissa omia havaintojaan ja ehdotuksia esille. Lisäksi tutkija hyödynsi kohteesta saatuja kirjallisia lähteitä (Kananen 2014). Hankkeen hankesuunnitteluvaiheessa laaditut asiakirjat sekä suunnittelun aikana laaditut asiakirjat sekä alan kirjallisuus toimivat tutkimuksen kirjallisina lähteinä. Havainnoinnin tiedonkeruumenetelmänä käytettiin strukturoimatonta havaintopäiväkirjaa, eli tutkija kirjasi havainnointitilanteessa ylös mahdollisimman paljon havaintoja, joiden hyödynnettävyys arvioitiin tutkimuksen edetessä.

4. PILOTOINTITUTKIMUKSEN TULOKSET

4.1 Pilottihankkeen aikana tehdyt havainnot

Tutkimusryhmän tullessa mukaan Aleksis Kiven koulun perusparannushankkeen ensimmäiseen suunnittelukokoukseen esittivät he hankesuunnitelman tutustuttuaan rakennushankkeen johtajalle ja suunnittelijoille seuraavat potentiaaliset toteutusvaiheen riskipaikat:

- *Miten kellarin rakenteet on tutkittu, erityisesti kalliopinnan asema kellarin lattian alla? Miten kalliopinnan asema on tutkittu rakennuksen ulkoseinän vierustalla?*
    - On mahdollista, että rakennuksen sisällä ja ulkoseinän vierustalla joudutaan tekemään kallista tarkkuuslouhintaa.
- *Miten voidaan varmistaa, että kotelovälipohjien täytteissä mahdollisesti olevat epäpuhtaudet eivät leviä sisätiloihin?*
    - Hankesuunnitelmassa oli päätetty, että kotelovälipohjia ei avata vaan ne tiivistetään.
- *Miten kohteen ilmanvaihtokonehuoneet on mitoitettu ja onko varmistettu, että ne mahtuvat suunnitellusti rakennuksen ullakkotilaan, ja onko selvitetty mihin kojeita sijoitetaan, jos ne eivät kokonaisuudessa mahdu sinne?*
    - Olemassa olevan rakennuksen ullakkotila on matalahko ja on ilmeistä, etteivät kojeet mahdu sinne. Rakennuksen kattomuotoa ei saa muuttaa rakennussuojelullisista syistä.
- *Onko suunnitelmissa suorittaa ikkunoiden koekorjaus?*
    - Hankesuunnitelmassa oli päätetty, että pääosa ikkunoista kunnostetaan.
- *Onko suunnitelmissa tutkia tarkemmin rapatut julkisivut ja samalla laatia niille vauriokartat?*
    - Hankesuunnitelmassa on päätetty, että julkisivurappaukset uusitaan.
- *Onko korjauksessa suunniteltu käytettäväksi esivalmistettuja rakennus- ja laiteosia kuten hormielementtejä?*
- *Miten kohde on suunniteltu lohkotettavaksi ja millä perusteilla?*

Hankkeen suunnittelu- ja muissa kokouksissa tartuttiin edellä lueteltuihin potentiaalisiin riskikohtiin. Niitä käsitellään seuraavaksi.

4.2 Tehtyjen kartoitusten epävarmuus

Hankesuunnitteluvaiheessa suunnittelun lähtötiedoiksi on teetetty kattava määrä erilaisia tutkimuksia, joita ovat:

- Kuntoarvio, 1998
- Ikkunoiden kuntotutkimus ja korjaustyöselostus, 2010
- Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, 2011
- Kellarin käytävän kosteustutkimukset, 2012
- Julkisivujen kuntotutkimus, 2013
- Lämpökuvaus, 2013
- Sisäilmasto- ja kosteustekninen korjaustarveselvitys, 2013
- Haitta-ainekartoitus, 2013
- Putkistojen kuntotutkimus, 2013
- Hormistojen kuntotutkimus, 2015
- Lämpöjohtoverkoston kuntotutkimus, 2015
- Sähköasennusten kuntokartoitus, 2015
- Radonmittaukset, 2015
- Kosteustekniset ja sisäilmaston kuntotutkimukset, 2016
- Esteettömyyskartoitus, 2014
- Rakennushistoriaselvitys, 2014

Vaikka laadittuja tutkimuksia ja selvityksiä oli tehty määrällisesti paljon, voi niistä kuitenkin suunnitteluvaiheeseen aiheutua epävarmuutta, jotka johtuvat tutkimusten ja selvitysten iästä, sisällöstä sekä hyödyntämisestä suunnittelussa.

Lähtötietojen iästä aiheutuvat epävarmuudet

Hankesuunnitelman ja viitesuunnitelman laadinnassa käytetyt suunnitteluohjeet sekä määräykset olivat muuttuneet hankesuunnitteluvaiheesta. Esimerkiksi Helsingin kaupungin opetusviraston koulurakennuksia koskevat suunnitteluohjeet olivat muuttuneet vaadittavien kohdepoistojen ja sähköpisteiden osalta, ja LVI-suunnitteluohje on muuttunut ilman jakotavan osalta. Suunnitteluohjeiden muutokset aiheuttivat epävarmuutta suunnitteluvaiheeseen, ja epävarmuus sovellettavista suunnitteluohjeista hidasti suunnittelun etenemistä. Esimerkiksi hankkeen IV-suunnittelija neuvotteli lähes kolme kuukautta rakennuttajan kanssa lähtötietojen muutoksista aiheutuneista vaikutuksista suunnittelusopimukseen, eikä suunnittelu edennyt sinä aikana. Suunnittelun pysähtyminen uhkasi alkuperäistä suunnitteluaikataulun toteutumista ja vaarana oli, että rakennusluvan jättäminen siirtyisi vuodelle 2018. Tällöin myös vuoden 2018 alussa voimaan tulevat uudet rakentamismääräykset tulisi huomioida suunnittelussa.

Muuttuneilla suunnitteluohjeilla voi olla vaikutusta myös kolmansien osapuolten kanssa tehtyihin sopimuksiin. Kolmannella osapuolella tässä yhteydessä tarkoitetaan kaupunginmuseota, jolta hankesuunnitteluvaiheessa on pyydetty lausunto suunnitteluratkaisuihin, joihin on sovellettu silloisia suunnitteluohjeita. Suunnitteluohjeiden muuttuessa tulee niiden vaikutuksista suunnitteluratkaisuihin neuvotella uudelleen kaupunginmuseon kanssa.

Tehdyt ratkaisut perustuivat osin hankesuunnitteluvaiheessa tehtyihin tutkimuksiin ja selvityksiin. Vanhin näistä ikkunoiden kuntotutkimus ja korjaustarveselvitys on tuotantovaiheen alkaessa loppuvuodesta 2018 jo 8 vuotta vanha. Vuonna 1998 tehtyä kuntoarviota oli päivitetty kuntotutkimuksilla ja korjaustarveselvityksillä. Ikkunankuntotutkimuksessa ikkunoiden kunto arvioitu huonoksi, joten ikkunoiden korjaustarve voi tuotantovaiheen alkaessa osoittautua ennakoitua suuremmaksi.

Myös julkisivujen kuntotutkimuksessa vuodelta 2013 on julkisivujen korjausajankohta esitetty viimeistään kahden vuoden päähän tutkimuksesta. Tämä osin heijastuu myös vaurioiden laajuuteen ja vaurioasteeseen sekä kustannusvaikutuksiin tuotantovaiheen alettua.

Sisällöstä aiheutuva epävarmuus

Yleensä hankesuunnitteluvaiheessa laaditut tutkimukset ja esiselvitykset olivat sisällöltään suppeita keskittyen vain pääosin vain yhteen rakennusosaan. Tällöin joitain rakennuksen osia on jätetty kokonaan tutkimatta tai suunnittelun kannalta olennaisia tutkimuksia ei ole teetetty lainkaan. Tutkimuksia joudutaan siten tarkentamaan suunnittelun edetessä. Lisäksi teetetyt tutkimukset palvelevat vain tiettyä suunnitteluvaihetta tai suunnittelualaa, joita sitten täydennetään lisätutkimuksilla suunnittelun edetessä. Täten korjaussuunnittelu ei näiltä osin pääse etenemään ennen lisäselvitysten valmistumista.

Pilottihankkeessa ei oltu hankesuunnitteluvaiheessa laadittu lainkaan pohjatutkimuksia. Tämä johtunee siitä, ettei pohjatutkimuksia ole suunnittelun kannalta koettu tarpeelliseksi, koska tontille ei olla rakentamassa uusia rakennuksia ja toisaalta tontin pohjaolosuhteet tiedostetaan (kallioperustus). Pohjatutkimuksien puuttuminen oli hankesuunnitteluvaiheessa johtanut oletuksiin, jotka eivät kaikilta osin vastanneet todellisuutta.

Pilottihankkeen julkisivun kuntotutkimuksessa kaikkia julkisivuja ei oltu tutkittu, koska tutkimatta jätettyjen julkisivujen tutkiminen olisi vaatinut erikoisjärjestelyitä vaikeiden maastomuotojen aiheuttaessa haasteita nostokalustolle. Lisäksi oli oletettu, että tutkittujen julkisivujen avulla saataisiin riittävä varmuus korjaustavan arviointiin. Hankkeen suunnittelun edetessä kuitenkin havaittiin, että tietoa koko rakennuksen julkisivujen kunnosta kuitenkin tarvittiin ja se jouduttiin selvittämään suunnitteluvaiheessa.

Haitta-ainekartoituksessa osaa rakenteista ei oltu kartoitettu. Hankkeen viitesuunnitelmissa esitetyssä perustusleikkauksessa oli esitetty perusmuurin pikisively, jossa aikakaudelle tyypillisesti on voitu käyttää kivihiilipikeä. Haitta-ainekartoituksessa ei kuitenkaan ole kyseistä rakennetta tutkittu (SRK 6). Haitta-ainekartoituksen puutteet heijastuvat niin

suunnitteluvaiheeseen, jossa kartoituksia joudutaan tekemään mutta myös tuotantovaiheeseen yllättävinä aikataulu- sekä suoritusjärjestysmuutoksina. Haitta-ainekartoituksen pitäisi olla tarkka kuvaus kohteesta ja sen sisältämistä haitta-aineista.

Vaikka sisältö ja laajuus olisi määritelty, voi ongelmaksi muodostua se, että kartoitus tehdään liian suppeilla lähtötiedoilla, esimerkiksi pelkkien pohjakuvien perusteella. Tällöin kartoituksen tulos jää usein tekijän kokemuksen varaan. Toinen vaihtoehto on, ettei lähtötietoja ole yksinkertaisesti saatavilla. Tällöin varsinkin piilevien (rakenteiden sisäisten) haitta-aineiden selvitys voi olla kallista. Jotta kustannustehokkaan ja laajuudeltaan riittävän haitta-ainekartoituksen teettäminen on mahdollista, tulisi tilaajan pystyä jollain tarkkuudella yksilöimään kartoituksen laajuus. Tämä on sikäli ongelmallista, että usein (kuten myös RT-kortin 18-11244 ohjeiden mukaisesti), haitta-ainekartoitus tehdään ennen hankesuunnitteluvaihetta. Tällöin tutkimuksen tilaajalla ei välttämättä ole tietoa rakennukselle suunnitelluista toimenpiteistä ja niiden aiheuttamien purkutöiden laajuudesta, jolloin tässä vaiheessa tehtävät tutkimukset voivat osoittautua tarpeettomiksi tai liian suppeiksi. Esimerkiksi jos päätetään ottaa näytteitä tilojen lattiapäällysteistä ja niiden liimoista, jolloin oletuksena siis on, että pinnat uusitaan, mutta hankesuunnittelussa päädytänkin välipohjien purkamiseen. Tällöin tehty kartoitus on riittämätön, koska pitäisi tutkia myös se onko välipohjissa mahdollisesti asbestia sisältäviä kerrosrakenteita.

Toisaalta ennen hankesuunnitteluvaihetta tehtävä kartoitus voisi palvella hankesuunnittelua, kun jo tässä vaiheessa olisi tiedossa missä asbestia sijaitsee. Tämä mahdollistaisi sellaisien rakenneratkaisujen suunnittelun, joissa vältyttäisiin ylimääräiseltä asbestipurkutyöltä ja siitä aiheutuvilta kustannuksilta. Tosin, jotta kartoituksesta olisi edellä esitetyn kaltaista hyötyä, se tulisi tehdä hyvin laajana. Tällaisen kartoituksen tekeminen käytössä olevissa tiloissa saattaa kuitenkin olla ongelmallinen.

Puutteellisiin esiselvityksiin tässä yhteydessä luetaan myös olemassa olevat kohteen nykyiset sekä vanhat dokumentit tai oikeammin niiden puuttuminen. Vanhat suunnitelmat harvoin soveltuvat sellaisenaan suunnittelun pohjaksi, koska niitä harvoin voidaan tai kannattaa pitää täysin luotettavina. Vanhoista suunnitelmista saadaan kuitenkin suunnitteluvaiheessa tietoa muun muassa käytetyistä rakenneratkaisuista, materiaaleista, teknisistä ratkaisuista sekä rakennus/korjausajankohdasta, jonka perusteella voidaan tehdä päätelmiä aikakaudelle tyypillisistä ratkaisuista. Suunnitelmista saatavia tietoja voidaan käyttää jatkoselvityksien kohdentamiseen ja toisaalta vältytään suunnitelmista ilmenevien asioiden osalta ”turhien” lisäselvityksien teettämiseltä. Tästä syystä vanhojen olemassa olevien suunnitelmien hankinta on olennainen osa suunnitteluvaiheen epävarmuuksien hallintaa.

Pilottihankkeessa erityisesti arkkitehti- ja LVI-suunnittelijalla oli tarvetta kohteen vanhoille suunnitelmille, joita haettiin suunnittelukokouksessa nro 3 (SK 3) aina suunnittelukokoukseen nro 11 (SK 11) asti. Vanhojen suunnitelmien pohjalta tehtävien päätelmiä

ja oletuksia sekä epäselviä/tuntemattomia rakenneratkaisuja hallitaan suunnitteluvaiheessa rakenneavauksin. Rakenneavauksien avulla oletuksien ja päätelmien oikeellisuus varmistetaan avaamalla kohteessa fyysisesti sijaitsevia rakenteita. Rakenneavausten tarkoitus ei varsinaisesti ole selvittää rakennetta itsessään, vaan avauksien tarkoitus on esimerkiksi selvittää piilossa olevien rakenteiden mittatietoa, varmistaa vastaako rakenne oletettua sekä varmistua tekniikka reitityksistä yms. Pilottihankkeessa tehtiin suunnitteluvaiheessa lukuisia rakenneavauksia, joiden tarkoituksena oli saada tukea olettamuksille ja toisaalta todellista mittatietoutta. Rakenneavausten yhteydessä kävi ilmi, etteivät kaikki rakenteet vastanneet oletettuja. Esimerkiksi joistain tiloista löytyi ns. kaksoislaatta, eli alkuperäisen betonilaatan päälle on aiempien vuosien korjaustöiden yhteydessä valettu uusi pintalaatta, jonka alla on eriste. Rakennesuunnittelijan mukaan pintalaatta ja eriste tullaan perusparannuksen yhteydessä purkamaan (SK 6). Epävarmuus aiheutuu kuitenkin siitä, että rakenteen laajuutta ei todellisuudessa tiedetä, koska tehtyjen rakenneavausten perusteella kaksoislaatan laajuutta ei pysty päättelemään. Ongelmaksi muodostuu kaksoislaatan määrätieto urakkalaskentaa varten, ja toisaalta miten voidaan varmistua siitä, että kyseinen rakenne tulee puretuksi kaikista tiloista, joissa sitä esiintyy, jos laajuutta ei tiedetä.

Rakenneavausten yhteydessä havaittiin myös yhdessä luokkatilassa (koska muissa ei tutkimusta tehty) tilan katossa äänieristekerros, jota ei ole esitetty vanhoissa suunnitelmissa. Tämänkin rakenteen laajuus jäi epäselväksi. Lisäksi rakenneavausten yhteydessä havaittiin välipohjien ylälaatan olevan suunnitelmissa esitettyä huomattavasti paksumpia (SRK 6). Tämä ei suoraan vaikuta purkutöihin, koska ylälaattaa ei ole tarkoitus purkaa, mutta timanttitöiden kustannuksiin sillä voi olla huomattavakin vaikutus.

Pilottihankkeen suunnitteluvaiheeseen epävarmuutta aiheutti myös se, ettei suunnittelijoilla ollut käytössään hankkeen hankesuunnitteluvaiheen asiakirjoja. Tämä kävi ilmi vasta suunnittelukokouksessa nro 9. Aineisto oli siis suunnitteluvaiheessa ollut vajavainen, eikä nyt tehtyjä suunnitelmia näin ole ollut mahdollista verrata hankesuunnitelmiin. Nyt laadittujen suunnitelmien vertaamiselle hankesuunnitelmiin ei nähty enää tässä vaiheessa olevan hyötyä, koska suunnittelu on edennyt jo niin pitkälle (SK 9).

Lähtötietojen hyödyntämisestä aiheutuva epävarmuus

Pilottikohteen hankesuunnitteluvaiheessa liikuntasalisiiven vesikattorakenteet oli määritelty säilytettäväksi, vaikka kuntotutkimusraportissa oli todettu runkorakenteissa havaittavia vuotojälkiä, jotka viittaavat siihen, että vesikate vuotaa. Hankkeen yksi tavoite oli poistaa sisäilmaongelmia, joten vesikattorakenteiden korjaaminen olisi ollut tarpeellista sisäilmaongelmien poistamisen näkökulmasta.

Ikkunoiden kuntotutkimuksessa todetaan että, tutkimus perustuu osin aistinvaraisiin havaintoihin, ja kuntotutkimuksessa jää epäselväksi ikkunakarmien kunto. Ikkunat on hankesuunnitelmassa määritelty säilytettäväksi. Mahdollista siis on, että karmirakenteiden

kunto todetaan oletettua huonommaksi, jolloin kunnostuskustannukset tulevat kasvamaan, ja ikkunoiden uusiminen vanhan mallisina tulee tässä tapauksessa edullisemmaksi kuin kunnostus. Jos tuotantovaiheessa ikkunat päätetään uusia, uusien erikoisvalmisteisien ikkunoiden toimitusajat ovat helposti useita kuukausia, jolloin tuotantovaiheessa tehtävä ratkaisu vaikuttaa hankkeen aikatauluun. Ikkunat ovat lisäksi pilottikohteessa julkisivurappausta tahdistava työvaihe, jolloin ikkunoista aiheutuvat aikatauluviiveet kertautuvat.

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennus oli laserkeilattu, mutta vaikka laserkeilaus suoritettaisiin kuinka tarkasti, niin mittaustavalla saavutettavissa olevat hyödyt voidaan menettää tietomallia laadittaessa. Hankkeesta laadittu tietomalli oli toteutettu tarkkuudella ±50mm, tähän on päädytty käyttämällä muun muassa suorakulmaisuus- ja taso-olettamuksia. Käytetty mallinnustarkkuus aiheuttaa epävarmuutta niin sanottujen kriittisten rakennusosien suunnitteluun. Kriittisillä rakennusosilla tarkoitetaan tässä yhteydessä tiloja, jotka ovat työvaiheen kestoltaan pitkiä, ja joiden kokoa ja muotoa rajoittavat ulkoiset tekijät, kuten kulttuurihistorialliset tekijät. Pilottikohteessa tällaisena kriittisenä osana voidaan pitää esimerkiksi ilmanvaihtokonehuonetta, joka on talotekniikka-asennuksien kannalta pitkäkestoinen työvaihe ja jonka korkeutta, leveyttä sekä muotoa rajoittaa suojeltu julkisivu. Voi olla, että tietomallissa kaikki tarvittava tekniikka saadaan mahdutettua tilaan, mutta ”millimitoituksessa” ei huomioida asennettavuutta, asennustoleransseja ja unohdetaan käytetty mallinnustarkkuus, jolloin mallinnuksesta huolimatta tuotantovaiheessa todetaan laaditun suunnitelman olevan sellaisenaan mahdoton toteuttaa.

Käytetty mallinnustarkkuus lisää osaltaan epävarmuutta esivalmistettujen rakennusosien käyttämiseen. Esimerkiksi pilottihankkeessa pohdittiin tekniikkakuilujen toteuttamista esivalmistetuin hormielementein, mutta johtuen mallin ”puutteellisuudesta” päädyttiin hormielementtien käyttämisellä mahdollisesti saavutettavan hyödyn olevan lähinnä teoreettinen. ”Oikeiden” mittatietojen puutuminen onkin varmasti yksi suurimmista syistä sille, että korjausrakentamisessa käytettävä tekniikka on edelleen hyvin lähellä valmistusajankohdan rakennustekniikkaa, eli työ on käsityövaltaista ja siksi työvaiheet hitaita.

Yleensä mittojen ja tietomallin puutteellisuus tiedostetaan suunnittelussa ainakin jollain tasolla, joka näkyy suunnitelmiin sisällytettävässä maininnassa ”mitat tarkistettava työmaalla”. Mittojen tarkistaminen työmaalla ei itsessään ole ongelma, siihen voidaan varautua ja varaudutaan urakkatarjouksessa. Epävarmuutta aiheutuu kuitenkin siitä, että useinkaan edellä mainittuja mittoja ei voida tarkistaa etukäteen, vaan vasta siinä vaiheessa, kun edeltävä työvaihe, eli useimmiten purkutyö on suoritettu. Tämä puolestaan rajoittaa esivalmistuksen täysimääräistä hyödyntämistä, koska yleensä vaiheessa, jossa mitat ovat tarkistettavissa, seuraavan työvaiheen suorittamiseen vaadittavat tarvikkeet tulee olla jo työmaalla. Esivalmistettujen tarvikkeiden toimitukselle ei siis jää aikaa, joten niitä ei voida hyödyntää.

Osasyy mittauksen ja tietomallien puutteellisuudelle johtunee siitä, että tilaaja ei ole valmis maksamaan tiedoista, joita se ei koe tarpeelliseksi. Kuitenkin huonoista ja/tai vääristä mittatiedoista aiheutuu suunnitteluvirheitä, jotka tuotantovaiheessa aiheuttavat pahimmillaan uudelleen rakentamista sekä alentavat tavoiteltua laatua tuotantopaineen aiheuttamien kiireratkaisuiden muodossa. Vähintään kriittiset tilat esimerkiksi ilmanvaihtokonehuoneet sekä tilat, joita rajoittaa ulkoiset tekijät, tulee mallintaa tarkemmalla tasolla kuin muut tilat yleensä.

Lähtötietojen hyödyntämisestä suunnitteluvaiheessa aiheutuu epävarmuutta myös, jos lähtötietoina hyödynnettäviä vanhoja suunnitelmia pidetään tarkempina kuin ne todellisuudessa ovat. Vanhojen rakennusten suunnitelmia ja toteutusta vertailtaessa vaikuttaa siltä, että lopullisen arkkitehti- ja rakennesuunnittelun kohteessa on aikanaan laatinut rakenneosan toteuttaja, eli toteutus voi poiketa varsin paljon alkuperäisestä suunnitelmasta. Toisaalta muutoksia, oli ne minkä tahon tahansa tekemiä, ei välttämättä ole päivitetty rakennusaikana olenkaan olemassa oleviin kuviin.

Esimerkkinä pilottihankkeessa välipohjapalkkien sijainti oli viety suoraan vanhoista suunnitelmista uusiin laadittaviin suunnitelmiin. Tällä välipohjapalkkien sijaintien oletuksella voi olla vaikutusta talotekniikka hormien, varsinkin ilmanvaihtohormien toteutuksella, koska palkkivälit sekä palkkien keskinäinen sijainti voi vaihdella kerroksittain, jolloin tuotantovaiheessa voi osoittautua, ettei hormeja voida toteuttaa suunnitellun mukaisesti. Palkkiväleihin ei välttämättä mahdu suunniteltu kanavisto, jolloin palkit on joko katkaistava tai kierrettävä. Molemmissa tapauksissa tuotantovaiheessa aiheutuu tarvetta uudelleen suunnittelulle. Ilmanvaihtohormien muuttaminen suunnitellusta tuotantovaiheessa usein vaikuttaa myös ilmanvaihtokonehuoneen suunnitteluratkaisuihin, jolloin myös konehuone joudutaan tuotantovaiheessa suunnittelemaan ainakin osittain uudelleen.

4.3 Ilmanvaihtoratkaisuihin liittyvät epävarmuudet

Suunnitteluohjeista aiheutuvat epävarmuudet

Pilottihankkeessa viitesuunnitelmien mukaisen ilmanvaihtokonehuoneen tilavaraus oli ristiriidassa hankesuunnitelman LVI-suunnitteluohjeen ja vaatimuksien kanssa. Esimerkiksi konejaolle ja huoltotiloille asetetut vaatimukset eivät täyty viitesuunnitelman mukaisessa ilmanvaihtokonehuoneessa (SRK 2). Toinen ristiriitaisuus LVI-suunnitteluohjeen ja hankesuunnitelman välillä oli hankesuunnitelman mukainen tuloilmanjako otsapuhalluksella, joka ei ole sallittu toteutustapa LVI-suunnitteluohjeiden mukaan (SRK2). Hankesuunnitelmassa ei myöskään ole huomioitu Helsingin kaupungin opetusviraston luokkatilojen suunnittelulle asetettuja vaatimuksia, esimerkiksi luokkatiloihin vaadittavia kohdepoistoja ei ole hankesuunnitelmassa huomioitu suunnitteluohjeen laajuudessa (SK5). Ristiriitoja aiheuttavat suunnitteluohjeet oli laadittu/päivitetty hankesuunnitteluvaiheen jälkeen ja osa hankkeen suunnitteluvaiheen aikana.

Säilytettävistä rakenteista aiheutuvat epävarmuudet

Pilottihankkeen hankesuunnitelmassa oli määritelty päärakennuksen vesikaton kantavat rakenteet säilytettäviksi ja liikuntasalisiiven vesikattorakenteet pintarakenteineen säilytettäväksi. Suunnittelun edetessä kävi ilmi, ettei vesikattorakenteita voida, eikä välttämättä ole järkevää säilyttää hankesuunnitelman laajuudessa. Osa käytössä olevista ilmanvaihtolaitteista, kanavoinneista sekä purunpoistolaitteisto oli hankesuunnitelmassa määritelty säilytettäviksi. Suunnitteluvaiheen aikana tehdyt ratkaisut sekä laitteistojen jäljellä oleva käyttöikä, eivät osaltaan puolla laitteistojen säilytystä.

Rakennusmittauksesta aiheutuvat epävarmuudet

Rakennus on hankesuunnitteluvaiheessa laserkeilattu ja siitä on laadittu inventointimalli. Kaikkia tiloja ei kuitenkaan ole keilattu, lisäksi tietomallin laadinnassa on käytetty suorakulmaisuus- ja taso-olettamuksia, näin inventointimallin tarkkuudeksi on saatu ±50mm. Mallin tarkkuus ja osittain keilaamattomat tilat aiheuttavat epävarmuutta suunnitteluun.

Rakennussuojelusta aiheutuvat epävarmuudet

Vaikka rakennus ei ole varsinaisesti kaavalla suojeltu, on rakennus luokiteltu kaupunkikuvallisesti merkittäväksi rakennukseksi, näin ollen kaupunginmuseo on suunnitteluvaiheessa mukana. Kaupunginmuseo oli hankesuunnitteluvaiheessa antanut lausunnon kulttuurihistoriallisten arvojen huomioimisesta hankkeen suunnittelussa. Vaatimuksena oli muun muassa rakennuksen julkisivun ilmeen säilyttäminen alkuperäisenä, joka salli ilmanvaihdon kannalta oleellisien säleikköjen asentamista julkisivuun vaan korvaus- ja poistoilma täytyy järjestää rakennukseen sen nykyiseen ulkoasuun sopivalla tavalla. Päärakennuksen vesikaton tuuletus oli nykyisellään toteutettu harjalla kulkevan korotuksen ”ns. kattoratsastajan” avulla, jotta rakennuksen ulkoasuun ei tule suuria muutoksia tulee hankesuunnitelman mukaan rakennuksen poisto- ja tuloilmanvaihto järjestää tämän ”kattoratsastajan” kautta.

Hankesuunnitelman mukaan käytävien ilme palautetaan mahdollisimman lähelle alkuperäistä ”selkeää linjaa”, tämä edellyttää, että talotekniikan pääreitit sijoitetaan luokkahuoneiden puolelle, jolloin pääosa kotelorakenteista sijaitsee luokkahuoneissa. Tuloilma oli suunniteltu toteutettavaksi seinäpuhalluksena, joka nykyisissä suunnitteluohjeissa on kielletty. Ilmanvaihdon järjestäminen muulla tavalla voi kaupunginmuseon mukaan aiheuttaa sen, että ajan henki kadotetaan. (KMK 2)

Epävarmuuksien vaikutus suunnitteluun

Viitesuunnitelmassa päärakennuksen ilmanvaihtokonehuoneen vapaa korkeus oli 3-3,5m (sivut /harja), ilmanvaihtosuunnittelijan mukaan viitesuunnitelmien korkuiseen tilaan ei saada mahtumaan suunnitteluohjeiden mukaisia ilmanvaihtokoneita (SRK 2). Jotta suunnitteluohjeen vaatimukset saadaan täytettyä, ilmanvaihtosuunnittelija esitti vaihtoehtoa,

jossa konehuonetta laajennetaan syvyyssuunnassa, jolloin ilmanvaihtokoneet olisi mahdollista sijoittaa tilaan poikittain. Edellä esitetty laajennus edellyttää olemassa olevan vesikattorakenteen purkamista hankesuunnitelmassa esitettyä laajemmin sekä olemassa olevien puurakenteiden korvaamista teräsrakenteilla. (SRK 2).

Ilmanvaihtosuunnittelija laati rakennuttajan ehdotuksesta koneiden sijoittamista ja niiden vaatimista tiloista kaksi erilaista esitystä. Toisessa vaihtoehdossa hankesuunnitelmasta poiketen konehuone jaetaan kahdeksi erilliseksi konehuoneeksi ja koneet asennetaan tilaan poikittain. Kyseisessä vaihtoehdossa osa ilmanvaihtokanavista viedään konehuoneiden ulkopuolelle ja eristetään, jolloin pyritään minimoimaan hankesuunnitelmien mukaisten tilavarausten suurentaminen. (SRK4) Siitä huolimatta ratkaisusta ilmanvaihtokonehuoneiden tilavaraus laajenisi päärakennuksessa hankesuunnitelman mukaisesta 300m^2:stä 500m^2:n, eli tilavaraus kasvaisi noin 67 % alkuperäisestä.

Liikuntasalisiiven konehuoneen suunnittelussa oli sama ongelma kuin päärakennuksen ilmanvaihtokonehuoneessa, eli hankesuunnitteluvaiheessa varatun tilan korkeus ei riitä LVI-suunnitteluohjeen vaatimuksien toteuttamiseen. Korkeusongelman ratkaisemiseksi hankesuunnitelmasta poiketen yhdistetään kaksi päällekkäistä asuntoa purkamalla niiden välinen välipohja, tällä ratkaisulla LVI-suunnitteluohjeen mukaiset vaatimukset on mahdollista täyttää (SRK 3).

Rakennuttaja hyväksyi päärakennuksen ilmanvaihtokonehuoneen kehitettäväksi toteutusvaihtoehdoksi ratkaisun, jossa konehuone jaetaan kahdeksi erilliseksi tilaksi. Jos tällä ratkaisuvaihtoehdolla koneiden sijoittaminen ullakkotilaan osoittautuu mahdottomaksi, niin vaihtoehtoratkaisuna käyttötiloista otetaan luokkatilaa konehuoneiden tarpeeseen (SK4). Arkkitehdin luonnosten pohjalta rakennesuunnittelija laati ilmanvaihtokonehuoneen teräsrungosta luonnoksen. Luonnoksen laadinnan jälkeen kävi ilmi, että ilmanvaihtokonehuoneen luonnosteltu teräsrunko estää ilmanvaihtokoneiden sijoittamisen suunnitelluille paikoille. Osa teräspilarista lävistäisi ilmanvaihtokoneet, eli pilarijakoa tulee muuttaa, jotta koneet saadaan sopimaan suunnitelluille paikoilleen (SRK 5). Ilmanvaihtokonehuoneesta päätettiin tehdä hankesuunnitelmasta poiketen puolilämmintila. Ratkaisulla saadaan yläpohjarakennetta ohennettua, jolloin tilan suunnittelun kannalta kriittinen vapaakorkeus saadaan maksimoitua. (SK5.)

Rakennesuunnittelijan muutettua teräsrungon pilarijaon vastaamaan ilmanvaihtokoneiden sijoitusta alkoi rakennesuunnittelija suunnitella ja mallintamaan tilan vesikattorakennetta. Kävi ilmi, että rakennuksen kattomuodosta (aumakatto) johtuen joudutaan teräsrunkoon tekemään vekselipalkkeja auman vesikattorakenteen kannattamiseksi. Nämä vekselipalkit rajoittavat tilan korkeutta ilmanvaihtokonehuoneen päädyissä, jolloin ilmanvaihtokoneet eivät enää todennäköisesti mahdu suunnitelluille paikoille. Ilmanvaihtosuunnittelija tarkasti koneiden sijoittelu uudelleen nyt käytettävissä olevan tiedon puitteissa ja sijoittelun vaikutukset konehuoneiden tilavarauksiin. (SRK 7) Tämän tutkimushankkeen puitteissa ei ilmanvaihtokonehuoneen lopullista ratkaisua saatu aikaan, johtuen

ilmanvaihtosuunnittelijan ja rakennuttajan välisestä näkemyserosta suunnittelusopimuksen sisältöön. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että ilmanvaihtosuunnittelu konehuoneen osalta oli keskeytetty.

Lisäksi ”suojellun” julkisivun vuoksi julkisivuun ei voida tehdä ilmanvaihdon kannalta oleellisia ilmanvaihtosäleikköjä, vaan tulo- ja poistoilma on toteutettava rakennuksen harjan suuntaisesti kulkevan ”kattoratsastajan” kautta (SKR 3). Suunnitteluryhmällä ei ollut kokemusta vastaavasta ratkaisusta, ja ratkaisu tuo mukaan myös haasteita vesikaton tuuletukselle (SRK 3). Ilmanvaihtosäleikköjen puuttuminen aiheuttaisi haasteita ilmanvaihtokoneiden haalaukselle rakennusaikana ja toisaalta huollolle käyttöaikana. Päärakennuksen ilmanvaihtokoneiden huoltoa ja haalausta varten vesikattoon oli suunniteltava helposti avattava osa, jonka kautta koneet on rakennusvaiheessa mahdollista haalata sisään ja tulevaisuudessa mahdollista vaihtaa (SK4).

Jotta ilmanvaihto saadaan toteutettua kattoratsastajan kautta, tulisi sitä korottaa ja leventää (KMK). Arkkitehti laati visualisointi mielessä mallin kattoratsastajan korottamisesta, jonka kaupunginmuseon edustaja hyväksyi suunnittelun lähtökohdaksi. Visualisointimallissa esiintynyt keittiötilan rasvanpoiston lämmöntalteenottoyksikön oli kaupunginmuseon edustajan mukaan ”liian voimakas elementti, katon ollessa rakennuksen polttopiste joka näkyy kaikkialle”. (KMK2) Tästä syystä lämmöntalteenottoyksikön sijoittaminen vaati kaupunginmuseon edustajan mukaan vaihtoehtoisten ratkaisujen etsimistä (KMK2).

Vaihtoehtoratkaisuina lämmöntalteenottoyksikön sijoittamiselle esitettiin syvennyksen tekemistä vesikattoon, jolla rakennetta saataisiin madallettua ja tällä tavoin piilotettua. Tämä olisi kuitenkin riskirakenne, koska ratkaisussa kattoon tehdään ”allas”, johon laite upotettaisiin. Toinen vaihtoehto, jota lähdettiin kehittämään, oli erillisen kolmannen konehuoneen rakentaminen päärakennuksen ullakkotilaan (KMK2). Keittiökoneen ilmanvaihtokonehuonetta ei voitu kuitenkaan suunnitella ennen kuin aumakatosta mahdollisesti aiheutuvat koneiden siirtojen vaikutukset nykyisten konehuoneiden kokoon saatiin selvitettyä (SRK 7). Tämän tutkimushankkeen aikana ratkaisua konehuoneen toteutukselle ei saatu.

Viitesuunnitelmissa ei ollut otettu ilmanvaihtokoneiden huoltoa huomioon tai ainakaan esitetty ilmanvaihtokonehuoneen kattorakenne ei vesikaton avattavuuden kannalta ole käytännöllinen. Viitesuunnitelmien kattorakennetta tulisi kehittää toisaalta avattavuuden kannalta ja toisaalta rakennettavuuden kannalta. Pelti-villa-pelti tai pelti-uretaani-pelti elementtirakenne olisi teoriassa avattavuuden kannalta parempi ratkaisu kuin viitesuunnitelmissa esitetty, vaikkakin konesaumakatteen avattavuus ei tässäkään vaihtoehdossa ole ”helposti avattava”. Avattavuuden lisäksi elementtirakenteella on saavutettavissa huomattavasti yksinkertaisempi rakenne, joka samalla tarkoittaa asennustyön nopeutumista.

Liikuntasalisiiven konehuoneeksi muutettavien asuntojen ikkunoita voidaan käyttää konehuoneen ilmanottoon ja asentaa niihin säleiköt, jolloin tälle osalle ei tarvita erikoisratkaisuja ilmanvaihdon toteuttamiseksi (KMK). Liikuntasiiven ilmanvaihtokoneiden haalaus on toteutettavissa liikuntatilan puolelle konehuoneen seinään tehtävän työaukon kautta (SRK3).

Hankesuunnitelmassa säilytettäviksi aiottujen ilmanvaihtokoneiden, kanavistojen sekä purunpoistojärjestelmän säilyttäminen nykyisillä paikoillaan ei ollut mahdollista ilman erikoisjärjestelyjä tai laitteiden irrottamista. Osa säilytettäviksi aiotuista koneista sijaitsee purettavaksi määritellyn laatan päällä ja osa koneista kuten myös purunpoistojärjestelmä on purettava pois alalaataston purkutyön edeltä (SRK 4). Koneiden säilyttämiseksi vaihtoehtoratkaisuna on jättää tilat, joissa on säilytettävää tekniikkaa purkamatta, jolloin koneet voidaan säilyttää alkuperäisellä paikallaan (SK 5). Hankesuunnitelman säilytettäväksi määriteltyjen laitteiden iästä ei ole varmuutta, osa laitteista voi olla käyttöikänsä päässä perusparannuksen valmistuttua, jolloin niiden säilyttäminen ei välttämättä ole perusteltua (SK7).

Säilytettäväksi määritelty purunpoistolaitteisto ei täytä nykymääräyksiä, jos se joudutaan purkutöiden edeltä purkamaan pois, ei sitä voida enää ottaa uudelleen käyttöön (SK5). Rakennuttaja oli selvittänyt säilytettäviksi aiottujen ilmanvaihto laitteistojen iän, ne ovat nyt jo käyttöikänsä päässä ja rakennuttajan päätöksellä ne tullaan uusimaan perusparannuksen yhteydessä. Päätös vaikuttaa muun muassa ilmanvaihtokoneiden mitoitukseen ja sitä kautta mahdollisesti ilmanvaihtokonehuoneen kokoon sekä kanavointitarve kasvaa. Muutosten suunnittelu ei sisälly ilmanvaihtosuunnittelijan suunnittelusopimukseen, josta rakennuttaja ja suunnittelija käyvät erillisen neuvottelun.

Liikuntasalisiiven hankesuunnitelmassa säilytettäväksi suunniteltu vesikattorakenne joudutaan ainakin osittain avaamaan, jotta ullakkotilaan suunnitellut ilmanvaihtokanavat saadaan tilaan. (SRK 6.11) Rakennuttajan päätöksellä, säilytettäväksi aiottu vesikattorakenne puretaan kokonaisuudessaan ja uusitaan perusparannuksen yhteydessä. Päätöksen perustana ilmanvaihdon toteutuksen lisäksi oli hankesuunnitteluvaiheessa laadittu kuntoarvio, jonka mukaan vesikaton tukirakenteissa on havaittavissa vuotojälkiä, joista osa todennäköisesti johtuu vuotavasta vesikatteesta.

Säilytettäviksi suunnitellut tekniikka-asennukset aiheuttavat epävarmuutta kohteesta laadittavaan tietomalliin, koska niitä ei ole mitattu. Talotekniikan risteilytarkastelun kannalta on olennaista, että jäävät tekniikka-asennukset on mitattu, jotta ne voitaisiin lisätä tietomalliin, vaikka vain pelkkien dimensiotietojen avulla. Ilman tietoa jäävien asennusten sijainnista risteilytarkastelu on suunnitteluvaiheessa lähinnä arvailua. (SK5) Ongelma jäävien LVI-asennusten laserkeilauksessa on, ettei säilytettäväksi aiotuista asennuksista ole tarkkaa tietoa. Toinen ongelma LVI-asennusten mallintamisessa on, että kaikki sisäverhoukset pitäisi purkaa, jotta vanhat asennukset voitaisiin todentaa ja tämän jälkeen vasta määritellä mitä säilytetään ja vasta sitten keilata ko. asennukset. Hankkeen LVI-

suunnittelija on sitä mieltä, että säilytettävien rakenteiden mallintamisessa ei ole suunnittelun kannalta hyötyä. (SK7) Tietomallikoordinaattorin mukaan jäävät tekniikka-asennukset voidaan laserkeilata rakennusvaiheessa purkutöiden jälkeen ja lisätä tässä vaiheessa malliin (SK9).

Käytettävä mallinnustarkkuus aiheutti epävarmuutta LVI-pystykuilujen sijoitteluun sekä kuilujen koon mitoitukseen. Rakennuksen käytävillä kulkevat pilarit vaikuttavat läpivientien sijoittamiseen, koska pilarien tarkka sijainti ei ole suunnittelijoiden tiedossa, on kanavareittien suunnittelu tuuripeliä. Lopulliset kanavareititykset selvinnevät siis vasta rakennusvaiheessa. (srk 3.10) Toinen pystyhormien kokoon ja kanavareitteihin vaikuttava asia on välipohjapalkkien sijainti, jota ei ole voitu tarkistaa mittamaalla, koska palkit ovat piilossa kotelovälipohjan sisällä. Suunnittelussa oli pidetty lähtökohtana, että vanhoissa suunnitelmissa esitettyihin palkkien sijainteihin voidaan riittävällä tarkkuudella luottaa. Todellisuudessa palkkien sijainti kerrostasojen välillä voi kuitenkin vaihdella merkittävästi, jolloin kanavointeihin joudutaan tekemään vaakasiirtoja, joilla palkit voidaan kiertää. Tämä taas kasvattaa kotelorakenteita, jolla voi olla vaikutusta ympäröiviin rakenteisiin esimerkiksi kiintokalusteisiin sekä muihin tekniikka-asennuksiin. Vastaava ongelma kävi hyvin ilmi tutustumiskäynnillä Kaisaniemen koululla, jossa välipohjapalkkien sijainti ei ollut vastannut vanhoja rakennesuunnitelmia. Tämä aiheutti tuotantovaiheessa muun muassa ongelmia tekniikkakuilujen sovittamisessa sekä ilmanvaihtokoneiden sovittamisessa tilaan (KKK).

Käytetty mallitarkkuus myös käytännössä estää esivalmistettujen hormi yms. elementtien käyttämisen hankkeessa. Käytettäessä esivalmistettuja osia mallinnustarkkuudella ±50 mm vaarana on, että työmaalla joudutaan tekemään ylimääräistä sovitustyötä, jolloin esivalmistuksella saavutettavat hyödyt menetetään. Toisaalta välipohjapalkkien todellisen sijaintitiedon puuttuminen osaltaan estää elementtien käyttämisen.

Piilossa olevien rakenteiden puuttuvien mittatietojen lisäksi epävarmuutta varsinkin kriittisiin työkohteisiin esimerkiksi ilmanvaihtokonehuone aiheuttaa taso-olettamus. Mahdollista on, että palkkien selkien korkeus esimerkiksi ilmanvaihtokonehuoneen lattian alueella vaihtelee rajusti. Aiempien kohteiden kokemuksella palkkien korkeusero voi 30 metrin matkalla olla 130 millimetriä. Palkkien selkien korkeusvaihtelu vaikuttaa uuden lattiarakenteen korkeusasemaan, jos lähtökohtana on tehdä lattia suoraksi. Korkeusaseman muuttumisella voi esimerkiksi ilmanvaihtokonehuoneessa olla ratkaiseva vaikutus toteutukselle, varsinkin tällaisessa kohteessa, jossa vesikaton korkeusaseman muuttaminen ei kulttuurihistoriallisista syistä ole mahdollista.

4.4 Välipohjiin liittyvät epävarmuudet

Hankesuunnitelmassa kotelovälipohjat oli määritelty purettavaksi ja orgaaninen täytemateriaali poistettavaksi sekä uusien että vanhojen märkätilojen kohdalta. Muilla osin kotelovälipohjat oli ajateltu säilytettäväksi ja tiivistettäväksi ilmavuotojen estämiseksi.

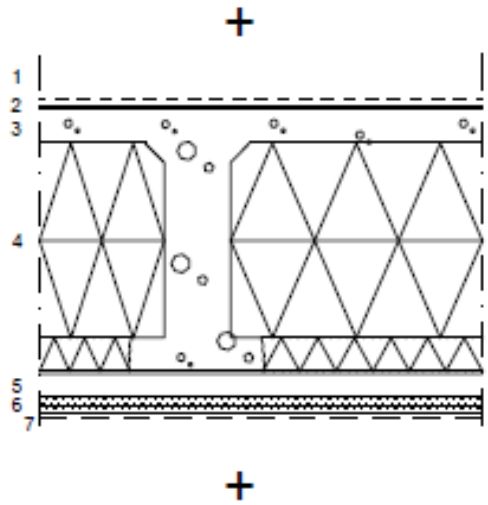
Kotelovälipohja tiedetään olevan riskirakenne, siksi rakennesuunnittelija ehdotti hankesuunnitelmasta poiketen välipohjien purkamista koko rakennuksen osalta sekä orgaanisten täytteiden poistamista. Ehdotuksen perusteluna oli muun muassa se, että täydellinen välipohjien tiivistyskorjaus on hankkeen laajuudessa merkittävä kustannus, jonka onnistunut toteutus vaatisi erityistä tarkkuutta, jotta kaikki mahdolliset ilmavuotokohdat tulevat tiivistettyä. On siis mahdollista, että esimerkiksi inhimillisen erehdyksen vuoksi välipohjiin jää tiivistämättömiä kohtia tai rakennuksen käytönaikaisten kunnossapitotöiden yhteydessä välipohjiin tehdään uusia läpivientejä, joita ei tiivistetä. Nämä ovat potentiaalisia kosteusvaurio- ja ilmavuotokohtia, jotka voivat aiheuttaa sisäilmaongelmien jatkumisen perusparannuksen jälkeenkin (SRK 4.5).

Jos tiivistyskorjaukset osoittautuvatkin epäonnistuneeksi, on orgaanisten täytemateriaalien poistaminen perusparannuksen jälkeen huomattavasti suurempi kustannus kuin niiden poistaminen perusparannuksen yhteydessä. Toisaalta ilman kotelovälipohjien avausta ei myöskään voida varmuudella todeta missä kunnossa orgaaniset täytemateriaalit ovat ja onko niissä havaittavissa esimerkiksi mikrobi- tai sienikasvustoa.

Rakennesuunnittelijan ehdotuksen pohjalta rakennuttaja päätti, että hankesuunnitelmasta poiketen rakennuksen välipohjat avataan ja puhdistetaan orgaanisesta täyteaineesta (SK3). Täytemateriaalien poistaminen edellyttää kotelovälipohjan avaamista joko ylä- tai alakautta. Rakennuttaja yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa päätyi vaihtoehtoon, että välipohjien avaamista lähdetään suunnittelemaan toteutusratkaisulla, jossa kotelovälipohja avataan alakautta (KKK). Valitun vaihtoehdon etuna voidaan pitää sitä, ettei se estä tilassa työskentelyä purkuvaiheen jälkeen samalla tavoin kuin yläkautta purkaminen. Yläkautta puretussa tilassa on vaikea ja jopa mahdoton työskennellä ennen välipohjan uudelleen rakentamista, eli valittu vaihtoehto mahdollistaa töiden tehokkaamman limittämisen ja siten aikasäästön.

Suunnittelun ja toteutuksen kannalta alakautta purkamisen haasteena on, kaupunginmuseon edustajan kanta, jonka mukaan purettava alalaatta on palautettava takaisin alkuperäiseen ilmeeseen, eli sileä maalattu pinta, mieluiten betonisena, mutta vähintään levyrakenteisena. Kaupunginmuseon pitää tiivistyskorjausta riittävänä korjaustoimenpiteenä ja kaupunginmuseon suositus on jättää vanhat eristeet paikalleen, sillä ne ovat osa aikakauden rakennusperintöä (KMK). Toinen haaste suunnittelulle ja toteutukselle on välipohjan akustisien vaatimuksien täyttäminen. Edellä mainitut ovat haasteellisia siinä mielessä, etteivät kustannukset karkaa ja toisaalta toteutusaika pysyy kohtuullisena. Rakennuttajan kanta on, ettei kokonaisrakennusaika saa muuttua välipohjapurusta huolimatta. (KRK 18.9)

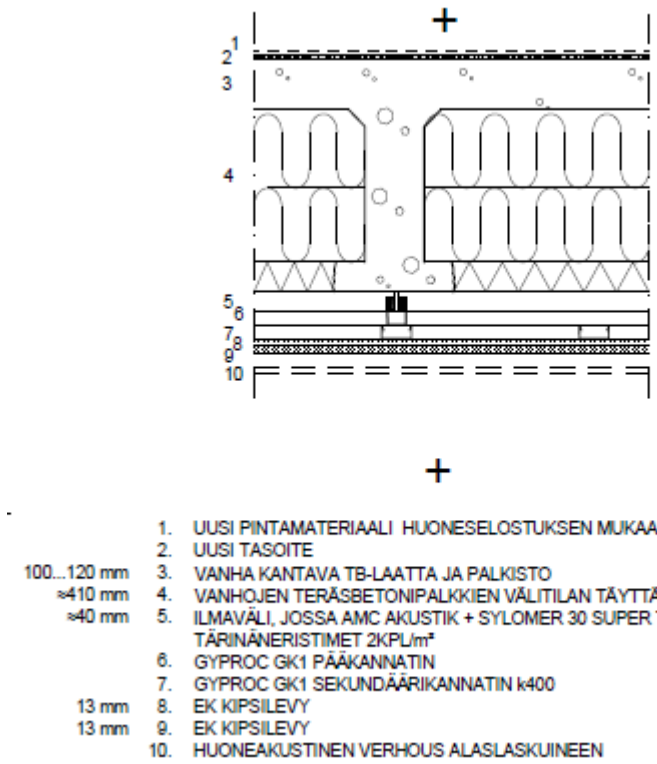
Kuvassa 7 on esitetty rakennesuunnittelijan laatima ensimmäinen rakenneratkaisu alakautta purkamiseen



	1.	UUSI PINTAMATERIAALI HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
	2.	UUSI TASOITE
60 mm	3.	VANHA KANTAVA TB-LAATTA JA PALKISTO
=410 mm	4.	UUSI VÄLITILAN TÄYTTÄVÄ MINERAALIVILLA
45 mm	5.	OIKAISUKOOLAUS 45x45 k400, KIINITYS JOKAISEN VANHAN TB-PALKIN KOHDALTA
15+15 mm	6.	PALONSUOJAKIPSILEVY, PÄÄLLEKKÄISTEN LEVYJEN SAUMAT JA NURKAT LIMITTÄIN
	7.	PINTAKÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

Kuva 7. *Ensimmäinen välipohjan rakenneratkaisu*

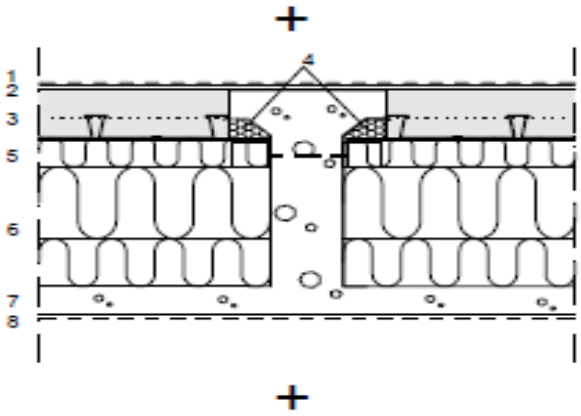
Kuvassa 7 esitetyn vaihtoehdon ongelmaksi suunnittelun kannalta muodostui, ettei se täytä akustisia vaatimuksia. Akustiikkasuunnittelijan mukaan kipsilevyrakenteinen alakattorakenne on kiinnitettävä joustavasti betonirakenteeseen, jotta vaadittu ääneneristävyys saavutetaan. (srk 19.6) Tuotannon kannalta rakenne on monimutkainen ja sisältää paljon työvaihetta hidastavia tekijöitä, joita ovat muun muassa villoitus useana kerroksena, paljon villojen leikkaamista sekä villat tulee kiinnittää kerroksittain. Lisäksi 15 mm palokipsilevytys kahdessa kerroksessa on hidasta, johtuen levyn painosta. Yleistäen ylöspäin tehtävä työ on aina hitaampaa kuin alaspäin tehtävä. Kuvassa 5 on esitetty vaihtoehtoratkaisu, jossa akustiset vaatimukset on otettu huomioon.



Kuva 8. *Toinen välipohjan rakenneratkaisu*

Kuvan 8 esittämässä vaihtoehdossa alakattolevytys ripustetaan joustavien sylomer-kiinnikkeiden varaan, jotta ääneneristävyysvaatimukset saadaan täytettyä. Tuotannon kannalta vaihtoehdossa on enemmän työvaiheita kuin edeltävässä vaihtoehdossa ja siten rakenneratkaisun toteutus on kestoltaan pidempi kuin kuvan 7 ratkaisun.

Koska alalaatta päätettiin hankesuunnitelmasta poiketen purkaa, niin kaupunginmuseo edellytti, että ilmanvaihdon päätelaitteet asennetaan tulevan alakaton yläpuolelle. Tämä siksi, että hankesuunnitelmassa esitetty otsapuhallus on nykyisissä Helsingin kaupungin LVI-suunnitteluohjeissa kielletty ratkaisu ja nyt suunnitellussa ratkaisussa ilmanvaihto toteutetaan suutinkanavilla. Suutinkanavat eivät kuitenkaan kaupunginmuseon mukaan sovellu tilan henkeen (KMK). Käytännössä kaupunginmuseon vaatima ilmanvaihtokanavien asennus palkkiväliin vaatii kuvan 8 ratkaisussa ilmanvaihtokanavien sekä päätelaitteiden joustavaa kannakointia ylälaatasta, jotta akustiset vaatimukset täyttyvät (srk 19.6). Lisäksi kanavien asentamisessa palkkiväliin ongelmaksi tulee huollettavuus. Huollettavuuden kannalta alakattoon on tehtävä tarkastusluukkuja, jotka soveltuvat huonosti kaupunginmuseon edellyttämiin puhtaisiin linjoihin (KMK). Sylomer-kannakointi ja niiden mukanaan tuoma kustannuslisä sekä rakenneratkaisun monimutkaisuus yleensä johti siihen, että rakennuttaja päätti tutkia yläkautta purkamisvaihtoehtoa, sekä tehdä rakenneratkaisujen pohjalta kustannusvertailu, jossa yläkautta purkamista verrataan alakautta purkamiseen (KRK 18.9).



	1.	PINTAMATERIAALI HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
	2.	TASOITE
100 mm	3.	UUSI TERÄSBETONILAATTA RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN
	4.	PU-VAAHTO (VALUTILKE)
60 mm	5.	UUSI PALAMATON MINERAALIVILLA JA TERÄSBETONILAATAN TUENTATERÄKSET (L60x60x5 lk1500, KUMASINKITTY) RAKENNESUUNNITELMIEN MUKAAN, L-TERÄKSET POIKITTAIN VANHOJEN TB-PALKKIEN VÄLISSÄ, KIINNITYS VANHOIHIN TB-PALKKEIHIN KIILA-ANKKUREIN
250 mm	6.	UUSI PALAMATON MINERAALIVILLA (150+100)mm
60 mm	7.	VANHA PUHDISTETTU JA IMUROITU ALALAATTA
	8.	PINTAKÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

Kuva 9. *Välipohjan kolmas rakenneratkaisu*

Kuvassa 9 on esitetty rakenneratkaisu vaihtoehto, jossa kotelovälipohjat avataan yläkautta.

Suunnittelun kannalta kuvassa 9 esitetyn rakenneratkaisun ongelmaksi muodostui se, että ylälaataston purkaminen rakenneratkaisun vaatimassa laajuudessa heikentää rakennuksen stabiliteettia, eikä sitä näin voida pitää vaihtoehtona (SK6). Rakennuttajan teettämä kustannusvertailu ei myöskään puolla esitettyä vaihtoehtoa, sillä se on kalliimpi ratkaisu kuin kuvassa 8 esitetty (KRK 18.9). Rakennuttajan kustannusvertailussa ei ole otettu huomioon välipohjien purusta aiheutuvia kerrannaisvaikutuksia kuten kevyiden väliseinien purkamis- ja uudelleenrakennuskustannuksia. Kustannusvertailusta siis puuttuu päätöksenteon kannalta merkittävä kustannuserä. Vertailussa toki voidaan olettaa seinien purku- ja rakentamiskustannuksien olevan yhtä suuret molemmissa vaihtoehdoissa, jolloin ne kumoavat toisensa, mutta samalla hankesuunnitelmasta poikkeavan suunnitelman kokonaiskustannukset jäävät tässä vaiheessa piiloon.

Kuvassa 9 esitetyn rakenneratkaisun ongelma tuotannon kannalta on se, että liittolaattalevy joudutaan työmaalla sovittamaan palkkiväleihin, koska palkkivälit todennäköisesti vaihtelevat keskenään paljon. Lisäksi palkit voivat kiilata toisiinsa nähden sekä vanhat palkit voivat olla valunaikana ”pullahtaneita” yms.. Tämä kaikki lisää liittolaattalevyjen sovitustyötä ja näin työn kestoa, eli lisää kustannuksia. Parempi ratkaisu olisi, jos liittolaattalevyt voitaisiin asentaa suoraan vanhojen palkkien päälle, mutta tämä vaihtoehto

nostaisi lattioiden korkeusasemaa ja aiheuttaisi muita ongelmia, kuten oviaukkojen suurennustarvetta. Lattioiden korkeusasema todennäköisesti muutenkin vaihtelee kerroksissa tiloittain, jolloin päälle asennettaessa jouduttaisiin tilojen väleille tekemään luiskauksia. Palkkivälin villoituksen vaihtoehtona voisi käyttää kevytsoraa, jolloin työnkestoa saataisiin lyhennettyä.

Alakautta purkamisratkaisua, joka näyttää olevan ainoa vaihtoehto, tulee kehittää siten, että rakennetta saadaan kevyemmäksi ja kustannuksia lähemmäksi hankkeen budjettia (KRK 18.9). Rakennuttajalla oli käynnissä toinen hanke, jossa samantyyppinen kotelovälipohja on kulttuurihistoriallisista syistä palautettu purkutyön jälkeen ennalleen. Hankkeessa alalaatta on palautettu betonirakenteena, alapuolista painevalua käyttäen. Vaihtoehtoa, jossa alalaatta palautetaan betonirakenteisena, lähdettiin edellä esitetyn pohjalta tutkimaan myös tässä hankkeessa.

Ennen kuin alalaatta voidaan palauttaa, on alalaatta purettava ja orgaaninen materiaali poistettava palkkivälistä. Betonirakenteiden purkamisessa yleisin työmenetelmä on piikkaus. Piikkauksen huonoina puolina on työstä aiheutuva pöly, melu sekä menetelmän rakenteille aiheuttama tärinä. Itse piikkaustyö voidaan suorittaa, joko kokonaan koneellisesti ns. purkurobottien avulla tai käsityönä piikkauskonetta käyttäen. Käsityön ongelma on työn hitaus, joka taas kasvattaa kustannuksia. Konetyön ongelma on tunnottomuus, eli piikkaustyön jälki on karkeampaa kuin käsin suoritetussa. Myös olemassa olevat rakenteet asettavat rajoitteita käytettävien koneiden koolle. Rakenteiden osittaisessa piikkauksessa ongelmaksi muodostuu ryöstö, eli betonin lohkeaminen ei läheskään aina tapahdu suunnitellusta kohtaa vaan syntyy ylipiikkausta. Ylipiikkaus on tässä tapauksessa ongelmallinen, sillä alalaatta on osa välipohjapalkistoa, jolloin palkin vieressä mahdollisesti tapahtuva ryöstö pienentää palkin korkeutta ja heikentäen sen suunniteltua toimintaa.

Edellä mainitusta syystä rakennesuunnittelijan kanta alalaatan purkamiseen on, että palkkivälit sahataan timanttisahalla auki, jolloin vältytään mahdolliselta ylipiikkaukselta (SK7). Timanttisahauksen huonona puolena tässä tapauksessa on sahauksen korkea hinta ja hitaus piikkaukseen verrattuna, jota tässä tapauksessa nostaa vielä se, että sahaus suoritetaan ylöspäin. Sahaus edellyttää myös palkkien tarkan sijainnin tuntemista, jotta palkkeja ja niiden betoniraudoitteita ei sahata poikki. Piikkaaminen ei vaadi palkkien tarkan sijainnin tuntemista, sillä piikkaus voidaan aloittaa palkkivälin keskeltä, joka on mitattavissa vanhojen suunnitelmien perusteella riittävällä tarkkuudella ja edetä kohti palkkeja, jolloin palkin sijainti paljastuu työn edetessä. Alalaatan sahauksessa ehkä suurin haaste tässä menetelmässä on sahatun kappaleen hallittu irrotus. Käytännössä laatta tulee sahata niin pieniin paloihin, että palat voidaan nostaa käsin alas tai laatta tulee tukea sahaustyön ajaksi ja laskea alas jollain hissirakenteella. Suurina paloina irrotettu laatta tulee kuitenkin vielä lattiatasossa pilkkoa pienempiin osiin, jotta sen poistaminen tilasta on mahdollista. Ehdotettu menetelmä oli siten sekä erittäin hidas, kallis että työturvallisuuden kannalta haasteellinen.

Rajoittavia tekijöitä purkutapaa valittaessa ovat muun muassa välipohjien kuormitettavuus sekä tilojen korkeus. Välipohjien kuormitettavuus asettaa reunaehdon purkukoneiden painolle, purkukoneen paino taas on yleensä verrannollinen purkukoneen ulottumaan. Välipohjan kuormitettavuus on ratkaisevana tekijänä purkujätteen logistiikkaa suunniteltaessa rakennuksen sisällä. Käytännössä kuormitettavuus ratkaisee, voidaanko purkujätteen siirtämiseen käyttää koneita vai täytyykö työ suorittaa käsityönä. Selvää lienee, että sitä suuremmaksi purkukustannukset nousevat mitä pienempi hankkeen mahdollistama konetyön osuus on. Jotta edellä esitetyt haasteet, eivät jää pelkän arvailun varaan päätti rakennuttaja teettää kohteessa koepurun, jolla selvitettiin koneen ulottuma sekä piikkaustyöstä aiheutuva ryöstö (SK8).

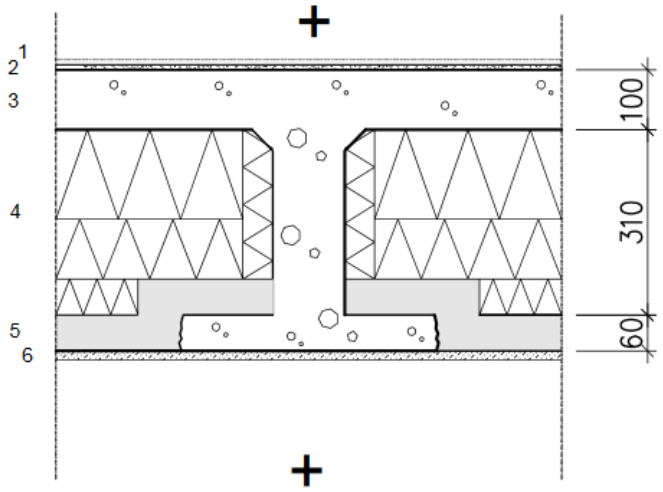
Koepurussa purku suoritettiin kahdella vaihtoehtoisella menetelmällä, palkkiväli avataan kokonaisuudessaan ja palkkiväliin tehdään purkuaukkoja n. 1m x 1m kk 3m, joiden kautta vanhat muottilaudat ja orgaaniset täytteet purettiin. Rakennesuunnittelijan mukaan purkuaukkomenetelmää on ensisijainen purkuvaihtoehto, jos muottilaudoituksen purkaminen ja täytemateriaalin poistaminen onnistuu aukkojen kautta. Ensisijainen siksi, että purkuaukkojen muotitus ja valutyö on yksinkertaisempi ja nopeampi toteuttaa kuin käytännössä koko alalaatan uudelleen rakentaminen, joka tulee kysymykseen vaihtoehdossa, jossa palkkiväli avataan kokonaisuudessaan (SK8). Teoriassa purkuaukkomenetelmä mahdollistaisi lähes kaikkien kevyiden väliseinien säilyttämisen, koska purkuaukot voidaan toteuttaa siten, että väliseinän yläpuolista laattaa ei tarvitse purkaa.

Koepurun avulla saatiin selville, että purkaminen purkuaukkomenetelmällä on toteutettavissa. Lisäksi koepurun yhteydessä selvisi, että ainakin tilassa, jossa koepurku suoritettiin, on betonisen alalaatan päälle liimattu akustovilla, jonka olemassa oloa ei aiemmin ole tiedetty. Epäselvää kuitenkin on, onko kyseinen rakenneratkaisu koko rakennuksessa vai vain nyt avatussa luokkatilassa. Koepurun avulla saatiin myös varmuus sille, että purkurobotin, jonka painon välipohja kestää, ulottuvuus on riittävä. Tosin robotille joudutaan tekemään ”peti”, jolla välipohjaa korotetaan. (SK9, SRK 3.10)

Rakennesuunnittelija oli käynyt kohteessa toteamassa koepurkutyön lopputuloksen ja hänen näkemyksen mukaisesti purkuaukkomenetelmällä oli palkkiväleistä onnistuttu poistamaan orgaaninen täytemateriaali sekä muottilaudoitus. (SK9) Epäselvää kuitenkin oli, saavutetaanko menetelmällä riittävä puhtausaste ja onko palkkivälejä tarkoitus käsitellä jollain tavalla purkutyön jälkeen. Puhtausasteella tarkoitetaan betonipintojen puhtautta orgaanisesta aineesta muottilaudoituksen purun jälkeen, käytännössä betonipintaan on todennäköisesti jäänyt vähäisissä määrin orgaanista ainesta muottilaudoituksen purun jälkeenkin. Jäänteitä on syntynyt, kun betoni on aikoinaan sitoutunut ja betoniliimaan on tässä yhteydessä jäänyt muottilautana käytetyn sahatavaran pinnasta ”tikkuja” kiinni. Näitä tikkuja on hankala, jollei jopa mahdoton poistaa mekaanisin purkuvälinen ja tiedetään hankkeita, joissa ko. tikuista on pelätty aiheutuvan uusia sisäilmaongelmia, jos niitä ei poisteta.

Poistaminen tarkoittaa käytännössä esimerkiksi hiekkapuhallusta. Hiekkapuhallus suurissa määrin on itsessään merkittävä kuluerä ja vaikuttaa purkutyön ajalliseen kestoon. Toinen huomio liittyen puhtausasteeseen, on palkkien mahdollinen kapselointi, jolla voidaan välttää hiekkapuhallus ja mahdolliset sisäilmaongelmat. Yhteistä molemmille on vaikutukset kustannuksiin ja suoritusaikaan. Purkutapaa valittaessa on siis syytä selvittää myös valitun työtavan vaikutus seuraaviin töihin, eli onko esimerkiksi suunniteltu välipohjan villoitus mahdollista suorittaa purkuaukoista tai onko mahdollinen palkkien puhdistus/kapselointi mahdollista suorittaa ko. aukoista ja onko valinnalla vaikutusta tehtävän kestoon ja sitä kautta kustannuksiin.

Rakennuttajan ehdotuksesta kohteessa pidettiin erillinen katselmus, jossa todettiin palkkivälien puhtaus suoritetulla purkumenetelmällä. Tämän katselmuksen pohjalta päätetään mahdollista jatkotoimista. (SK9) Rakennuttajaorganisaation toisen kohteen, jossa alalaatta on palautettu, sekä koepurusta saatujen tietojen perusteella on rakennesuunnittelija laatinut kuvassa 10 esitetyn rakennevaihtoehdon välipohjien kunnostamiseksi. Rakennesuunnittelija oli käynyt tutustumassa rakennuttajan toisen kohteen toteutukseen ja todennut suunnitellun rakenneratkaisun olevan toteutettavissa. Tosin toinen kohde eroaa nyt suunnitteilla olevasta sikäli, että siinä ei palkkiväliä täytetä, eli se ei täysin ole vertailukelpoinen pilottihankkeen kanssa.



	1.	UUSI PINTAMATERIAALI HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
	2.	UUSI TASOITE
100...120 mm	3.	VANHA KANTAVA TB-LAATTA JA PALKISTO
≈310 mm	4.	VANHOJEN TERÄSBETONIPALKKIEN VÄLITILAN TÄYTTÄVÄ UUSI KIVIVILLA, KIINNITYS MEKAANISESTI KANTAVAN LAATAN ALAPINTAAN
≈60 mm	5.	VANHAN ALALAATAN PURETTUJEN AUKKOJEN UMPEENVALU
	6.	HUONEAKUSTINEN VERHOUS ALASLASKUINEEN

Kuva 10. *Neljäs välipohjan rakenneratkaisu*

Kuvassa 10 esitetyn rakenneratkaisun ongelma on villojen kiinnittäminen. Jos purku suoritetaan purkuaukkomenetelmällä, eli n. 1m x 1m aukot kk 3m, ei villoja ole mahdollista kiinnittää mekaanisesti välillä, jota ei pureta. Villakiinnikkeen itsessään tulee olla pidempi kuin kiinnitettävä materiaali, jolloin yli 310 mm pitkä kiinnike ei enää mahdu kotelorakenteen sisään. Lisäksi kiinnike pitäisi vielä saada porattua ja lyötyä kiinni, joka ei ole käytännössä mahdollista suunnitellussa rakenneratkaisussa. Rakenneratkaisussa myös oletettiin, että vanhat palkkirakenteet ovat suoria, joka hyvin todennäköisesti ei pidä paikkaansa. Palkkien kaarevuus ja/tai epätasaisuus aiheuttaa leikkaamista sekä sovitustyötä, villojen tiivis asentaminen toisiinsa nähden voi näin olla hyvin teoreettista ja vaarana on, että villotuksella haettavat akustiset ominaisuudet menetetään.

Purkukatselmuksessa todettiin palkkien kylkiin jäävän jäänteitä orgaanisista aineista. Palkeista otetaan näytteet, joista tutkittiin, onko betonirakenteeseen mahdollisesti imeytynyt täytemateriaalista tms. haitallisia aineita ja tämän perusteella tehdään päätös palkkien käsittelystä purkutyön jälkeen. Katselmuksen yhteydessä nousi esille alakauttapurkamisen aiheuttama purkujätteen sekaantuminen. Purku-urakan kustannuksista merkittävä osa on erilaisia jätemaksuja. Jos alalaatta puretaan alakautta, sekoittuu muutoin energiajätteenä muutoin käsiteltävä turve betonijätteeseen, jolloin siitä tulee sekajätettä. Käytännössä jäte pitää seuloa jatkokäsittelyä varten, jolloin turve voidaan myydä energiaksi ja betoni käsitellä betonijätteenä.

Osittain edellisestä johtuen ja toisaalta rakennettavuudeltaan arveluttavasta rakenneratkaisusta johtuen, päädyttiin kehittämään vaihtoehtoa, jossa palkkiväleihin tehdään alapuolelle ensin yksi työaukko, jonka kautta välit imetään imuautolla tyhjäksi turvetäytöstä (jätteiden sekoittumisvaara pienenee). Tämän jälkeen alalaattaan tehdään työaukot 1m x 1m kk 3m, joiden kautta muottilaudoitus puretaan, työaukot betonoidaan painevalulla alakautta. Lopuksi ylälaattaan porataan reiät, joiden kautta välitila täytetään kevytsorapuhalluksena.

Jotta varmistetaan, onnistuuko turpeen poistaminen palkkivälistä imuautolla, tehtiin koeimu edellisessä koepurussa avatuista palkkiväleistä. Koeimu osoitti, että palkkivälistä saadaan turvetäyttö tyhjennettyä imuautolla. Kuitenkaan tämän tutkimushankkeen aikana kotelojen puhdistusaste ja/tai toteutustapa eivät ratkenneet. Puhdistusasteen ratkaisulla voi olla merkittävä vaikutus rakenneratkaisun toteutettavuuteen, esimerkiksi hiekkapuhallus tai kapselointi ruiskutus kotelorakenteen sisällä voi osoittautua mahdottomaksi, jolloin rakenneratkaisua tulee vielä kehittää.

Esitettyä rakenneratkaisua olisi voitu vielä yksinkertaistaa tekemällä purkuaukot ylälaattaan, joka olisi ollut mahdollista rakenneteknisessä mielessä. Näiden purkuaukkojen kautta olisi imetty täytteet pois ja purettu muottilaudoitus. Tämän jälkeen olisi välit täytetty kevytsoralla, joka olisi samalla toiminut valumuottina ylälaatan palautuksessa. Rakennuttajan edustajat pitivät ratkaisun ongelmana valvonnan vaikeutta. Valvojan ei olisi

yhtä helppo tarkistaa purku ja puhdistustyön onnistumista yläkautta kuin alapuolelta. Toisena ongelmana koettiin se, että yläpuoliset purkuaukot estäisivät muun työskentelyn tiloissa, ennen ylälaatan palauttamista.

Alapuolelle tehtävien purkuaukkojen muotitusvalua varten aiheuttanee kuitenkin jonkinlaista tuentatarvetta alemmasta laatasta, jolloin työskentely ko. tilassa hankaloituu. Yläpuolisella ratkaisuvaihtoehdolla poistuisi ylöspäin tehtävän työn hidastava vaikutus sekä alalaatan purkaminen jäisi kokonaisuudessaan pois.

4.5 Ikkunoihin liittyvät epävarmuudet

Hankesuunnitelman mukaan rakennuksen nykyiset ikkunat, joista osa oli kunnostettu aiemmin, tullaan pääosin säilyttämään. Ikkunat, joita ei vielä ole korjattu tullaan perusparannuksen yhteydessä korjaamaan, kunnostamaan ja tiivistämään. Ikkunat, jotka joudutaan uusimaan, tehdään vanhan mallin mukaisesti.

Hankesuunnitteluvaiheessa oli ikkunoiden kunnostamisesta tai vaihtoehtoisesti uusimista harkittu. Ikkunoiden kunnostamiseen oli päädytty, koska kuntotutkimuksen perusteella ikkunat olivat kunnostettavissa sekä kunnostusvaihtoehto oli myös kaupunginmuseon lausunnon mukaan vaihtoehto, jota tulisi viedä eteenpäin. Lisäksi ikkunoiden kunnostaminen on hankesuunnitteluvaiheessa arvioitu ikkunoiden uusimista edullisemmaksi ratkaisuksi (KRK 1).

Vanhat ikkunat ovat kaksilasisia, joissa sisä- ja ulkopuite on varustettu 3 mm paksulla yksinkertaisella lasilla. Kaksilasisuudesta johtuen ikkunat ovat energiataloudellisesti huonoja ja ikkunoiden U-arvo on noin 3, kun uusien ikkunoiden U-arvot ovat noin 1. Hankesuunnitelmassa on edellytetty, että tehtävällä perusparannuksella saavutettaisiin noin 30% laskennallinen säästö energiakustannuksiin. Energiataloudellisesta näkökulmasta ikkunoiden säilyttäminen on huono ratkaisu, koska ikkunoiden uusiminen olisi yksi helpoimmista ratkaisuista pienentää energiankustannuksia (KRK 1).

Arkkitehti esitti ikkunoiden energiataloudellisuuden parantamista lisäämällä sisäpuitteisiin lämpölasielementit ikkunoiden kunnostustyön yhteydessä. Rakennuttaja kuitenkin tyrmäsi ehdotuksen, koska lämpölasielementin lisäämistä ei todennäköisesti pysty perustelemaan investointilaskennalla (SK 4). Lämpölasin lisääminen sisäpuitteeseen on itsessään jo lisäkustannus, jonka toteuttaminen vanhaan puitteeseen ei todennäköisesti onnistu ilman ikkunapuitteen muuttamista.

Kaisaniemen koululla, joka rakennusajankohdaltaan vastaa Aleksis Kiven koulua, ikkunoiden korjaustyön yhteydessä ikkunoihin lisättiin lämpölasielementti. Ongelmaksi lämpölasin asennuksessa osoittautui se, että vanhojen ikkunoiden sisäpuite oli liian kapea lämpölasielementin kiinnitykseen. Sisäpuitteita jouduttiin kasvattamaan, jotta lämpölasielementit saatiin mahtumaan, joka aiheutti huomattavasti lisää työtä (KKK).

Kaupunginmuseo haluaa kohteessa säilytettäväksi ikkunoiden kuntoraportissa kaikista huonokuntoisimmiksi ja jopa vaarallisiksi todetut käytävien päätyikkunat. Ikkunoiden kuntoraportissa nämä ikkunat on suositeltu uusittaviksi, koska ne ovat vaarassa pudota. Ikkunan heikon rakenteen oli arveltu johtuvan hyvin ohuista karmirakenteista ikkuna-aukon kokoon nähden. Karmin vahvistaminen taas muuttaisi kaupunginmuseon mukaan ikkunan ulkonäkö, joten se ei tule kyseeseen.

Edellä mainituista syistä rakennuttaja päätti esittää hankesuunnitelmasta poiketen kaikki ikkunat uusittaviksi perusparannuksen yhteydessä (SK 5). Ongelmaksi tosin ikkunoiden uusimisessa voi muodostua se, että hankesuunnitteluvaiheessa ikkunoiden kunnostaminen oli sovittu menettelytavaksi kaupunginmuseon kanssa. Vaikka rakennus ei ole kaavalla suojeltu, niin ikkunoiden uusiminen saattaisi muodostua ongelmaksi, sillä rakennusvalvontaviranomaiset ottavat päätöksissään huomioon museoviranomaisten lausunnot. Tämä tarkoittaisi sitä, että rakennuttajan olisi pystyttävä perustelemaan miksi ikkunat pitää uusia, vaikka hankesuunnitteluvaiheessa ne oli vielä voitu kunnostaa. (KRK 1)

Perusteluna ikkunoiden uusimiseksi rakennuttaja voisi esittää muun muassa sitä, että energia-asiantuntijan lausunnon mukaan, ikkunoiden kunnostusta ei energialaskennan kannalta voitaisi pitää taloudellisesti perusteltuna vaihtoehtona. Toisena puoltavana seikkana ikkunoiden uusinnalle energia-asiantuntija esitti opetustilojen käyttömukavuuden paranemisen, sillä nykyiset ikkunat korjauksen jälkeenkään eivät täytä ääneneristysvaatimuksia ja ikkunan vieressä talviaikaan on vedontunnetta. Uusiin ikkunoihin on myös mahdollista asentaa auringonsuojalasitus, joka estää tilojen tarpeetonta lämpenemistä ja tätä kautta vähentää jäähdytystarvetta, eli saavutetaan energiasäästöä. (KRK 1)

Ikkunoiden kuntoarvio oli tehty vuonna 2010 ja jo nyt suuri osa raportissa mainituista kertaalleen kunnostetuista ikkunoista olivat niin huonossa kunnossa, että nämä ikkunat tulee kunnostaa hankesuunnitelmasta poiketen perusparannuksen yhteydessä. Tämä luonnollisesti lisää kustannuksia, joita hankesuunnitelmassa ei ole otettu huomioon. Lisäksi rakennuttajalla oli enimmäkseen huonoja kokemuksia kunnostetuista ikkunoista, huoltoväli tällaisilla ikkunoilla on ollut noin kaksi vuotta.

Perusparannushankkeen yhteydessä julkisivurappaus on myös tarkoitus uusia, jolloin on luonnollista uusia myös ikkunat samassa yhteydessä. Siten ikkunoiden uusiminen myöhemmässä vaiheessa tulisi huomattavasti kalliimmaksi kuin perusparannuksen yhteydessä, ja pielirappauksen uusiminen jälkikäteen ilman muutoksia rakennuksen ulkonäköön (paikkarappaus erottuu julkisivusta) olisi vaikeata.

Kustannuksetkaan eivät puolla korjausvaihtoehtoa, sillä rakennuttajan teettämän kustannuslaskelman mukaan ikkunoiden uusimis- ja kunnostuskustannusten välillä ei ole merkittävää eroa. Ikkunoiden uusimisella kuitenkin saavutettaisiin käyttöaikana kustannussäästöjä, joten uusiminen on investointilaskenta mielessä parempi vaihtoehto kuin vanhojen kunnostaminen. (KRK 1).

Ikkunoiden uusimisen kustannuslaskennassa oli käytetty laskentaperusteena tehdasvalmistettuja ikkunoita. Uusittavien ikkunoiden tulee kuitenkin ulkonäöltään vastata vanhoja ikkunoita, joiden tärkein elementti on ulkopuolen puitteessa oleva ”kevennyslista”. Rakennuttajan mukaan kyseessä on määrällisesti niin suuri toimituserä, että ikkunavalmistajat tekevät tarvittaessa ulkonäöltään vanhan mallin mukaisia ikkunoita, joten ikkunat kohteeseen saadaan valmistajalta kuin valmistajalta. Hankkeen arkkitehdillä oli edellisestä kohteesta kokemus tästä kyseisestä ”kevennyslistasta”, jota ei suurelta ikkunavalmistajalta ollut mahdollista saada (SK 7). Rakennuttaja selvitti mahdollista vanhan mallisten ikkunoiden saatavuusongelmaa tehdastuotantona, ja sai varmistuksen kahdelta eri toimittajalta siitä, että vanhanmallin mukaisia ikkunoita ”kevennyslistalla” voidaan toteuttaa tehdastuotantona (SK 8).

Kaupunginmuseon mukaan ikkunoiden tulee ulkomuodoltaan sekä pintakäsittelyltään vastata alkuperäistä ilmettä, eli ikkunat tulee käsitellä ajan hengen mukaan pellavaöljymaalilla. Rakennuttajan osoittama toimittaja vahvisti arkkitehdille, että pellavaöljymaalaus on mahdollinen toteuttaa tehtaan tuotannossa, mutta maalaustyön hinta on noin 40% kalliimpi kuin tavanomaisten maalien. Ikkunatoimittajalta saadun tiedon mukaan pellavaöljymaalaus on hyvin harvoissa kohteissa käytetty, johtuen sen lyhyestä huoltovälistä, joka on noin 3-5 vuotta (SK 9). Huollon näkökulmasta puu-alumiini-ikkunat olisi parempi vaihtoehto, mutta museoviranomainen ei todennäköisesti tulisi sallimaan puu-alumiini-ikkunoita (KRK 1). Huolettavuuden kannalta pintakäsittelyn valinnassa on kuultava myös ylläpidon kanta ennen lopullista esitystä (SK 9). Rakennuttajan ja tilaajan tahtotila on, että kaikki rakennuksen ikkunat uusitaan, mutta tämä tutkimushankkeen kuluessa lopullista ratkaisua ikkunoiden suhteen ei saatu.

4.6 Rappaukseen liittyvät epävarmuudet

Hankesuunnitelman mukaan vanhat julkisivurappaukset uusitaan kokonaisuudessaan. Hankkeen suunnitteluvaiheessa lähdettiin kuitenkin selvittämään, jos rappaus olisi ainakin joiltain osin korjattavissa paikkarappaamalla. Selvitys päätettiin toteuttaa osin siksi, että hankesuunnitelmasta poikkeavien ratkaisujen, joista suurimpana oli välipohjien korjaustavan muutos, kasvattavat hankkeen kustannuksia hankesuunnitteluun nähden. Toisaalta myös siksi, että hankesuunnitteluvaiheessa rakennuksen julkisivuista laadittu kuntotutkimus on osin puutteellinen. Tehdyn kuntotutkimuksen perusteella kuitenkin näyttäisi siltä, että osa rakennuksen julkisivuista ei ole niin huonossa kunnossa, että ne tulisi kokonaisuudessaan uusia. Rappauksien osittaisella kunnostamisella voitaisiin siis saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, joiden avulla kustannusarvion ylitystä saataisiin pienennettyä. Lisäksi rakennuttaja halusi varmistuksena omaa kustannuslaskentaansa varten saada hinta-arvion kaupunginmuseon edellyttämästä käsirappauksesta.

Rappauksen korjaustavan selvittämiseksi rakennuttaja järjesti katselmuksen kohteessa, jossa yhdessä rappaukseen erikoistuneen konsultin kanssa tarkasteltiin julkisivurappauk-

sen nykyistä kuntoa vuonna 2013 tehdyn julkisivun kuntotutkimuksen pohjalta. Katselmuksessa rappauksen yleiskunto todettiin silmämääräisesti olevan pääosin hyvässä kunnossa, eli rappaukset olivat edelleen paikallaan muutamaa jo vuonna 2013 havaittua vauriota lukuun ottamatta. Katselmuksessa myös selvisi, että rakennus on jossain vaiheessa rapattu kokonaisuudessaan uudestaan alkuperäisen rappauksen päälle.

Vuonna 2013 tehdyn kuntotutkimuksen mukaan julkisivurappauksessa paikoin esiintyy laajoissa määrin pohjastaan irronnutta rappausta, eli kopoa. Katselmuksessa rappauskonsultti esittikin ehdotetun paikkarappauksen ongelmaksi sen, että kopojen poistaminen saattaa laajeta huomattavasti suuremmalle alueelle kuin mitä tehdyssä kuntotutkimuksessa on havaittu. Kopon leviäminen voi tapahtua, kun kopokohtia poistetaan piikkaamalla, jolloin näennäisesti kiinni oleva rappaus kopokohdan vieressä saattaa tärinän vaikutuksesta irrota alustastaan, jolloin kopoalue voi laajeta hallitsemattomasti. Paikkarappauksen toiseksi ongelmaksi rappauskonsultti esitti sen, että paikkarappaus on hyvin vaikea toteuttaa huomaamattomasti, jolloin lopputuloksesta tulee helposti läikykäs. Vaihtoehtoisena ratkaisuna rappauskorjaukselle konsultti esitti julkisivun pesua. Rappauskonsultin mukaan nykyisen rappauksen käyttöikää voi hyvin olla jäljellä 10 vuotta tai enemmän.

Hankesuunnitteluvaiheessa laadittu julkisivujen kuntotutkimus oli osin vanhentunut ja sikäli puutteellinen, että kaikkia julkisivuja ei oltu tutkittu. Näin olen tehdyn kuntotutkimuksen ja toisaalta silmämääräisen katselmuksen perusteella rappauskonsultti ei voinut ottaa kantaa julkisivujen korjaustapaan. Jotta vältyttäisiin mahdolliselta ylikorjaukselta ja sen mukanaan tuomilta turhilta kustannuksilta rakennuttaja tilasi rappauskonsultilta uuden julkisivun kuntotutkimuksen. Uuden kuntotutkimuksen perusteella tehdään lopullinen päätös rappauksen uusimisesta tai vaihtoehtoisesti paikkarappaamisesta. Toivottavaa olisi, että vähintään yksi julkisivu voitaisiin säilyttää nykyisellään, jolla vaalittaisiin rakennuksen kulttuurihistoriallisia arvoja. Rappauskonsultin tekemän uusi kuntotutkimus ei muuttanut korjaustapaa aikaisemmasta tutkimuksesta, eli julkisivurappaus uusitaan kokonaisuudessaan.

4.7 Louhintaan liittyvät epävarmuudet

Hankesuunnitteluvaiheen viitesuunnitelmissa oli varauduttu louhintatyöhön salaojitustyön yhteydessä. Varautuminen perustui tietoon siitä, että rakennus sijaitsee kallion päällä, eli hankesuunnitteluvaiheessa kohteesta ei oltu teetetty pohjatutkimuksia. Yleensä, jos rakennuksen tiedetään olevan kallioperusteinen, esimerkiksi vanhojen suunnitelmien perusteella tai tontilla on tehty pohjatutkimuksia, niin urakka-asiakirjoissa on yleensä jollain tavalla varauduttu louhintatöihin. Usein tällainen varautuminen on tehty juuri rakennuksen salaojituksen yhteydessä. Epävarmuus tuotannon kannalta voi tulla siitä, jos pohjatutkimuspisteet ovat muutaman metrin päässä rakennuksesta. Tehdyn poh-

jatutkimuksen tuloksena saadaan kyllä tieto kallion olemassaolosta ja sen sijaintisyvyydestä, mutta kalliopinnan muoto lähellä rakennusta on lähinnä arvaus. Sama ilmiö tulee vastaan myös siinä tapauksessa, että tiedetään rakennuksen olevan kallioperusteinen.

Usein rakennuksen lähellä oletetaan louhinnan ulottuvan reilusti perusmuurin ohi. Varsinkin vanhemmissa rakennuksissa näin ei useinkaan ole, vaan louhinta on tehty siten, että perusmuurirakenne on ollut juuri ja juuri mahdollista rakentaa, salaojitustarvetta kun ei ole ollut. Perusmuurin ja kalliopenkereen välissä voi olla tilaa vain 10 – 20 cm tai jopa vähemmän.

Pilottihankkeessa kalliopinnan muodon selvittämiseksi rakennuksen läheisyydessä päätettiin kokeilla maatutkausta. Maatutkaus kalliopinnan selvittämiseksi rakennuksen ulkopuolella osoittautui onnistuneeksi. Maatutkaustulokset osoittivat hankesuunnitteluvaiheessa tehtyjen oletuksien kallion sijainnista rakennuksen läheisyydessä vääriksi, kallio sijaitsi todellisuudessa lähes perusmuurissa kiinni, joka aiheuttaa louhintamäärien huomattavaa kasvua hankesuunnittelussa arvioituihin määriin. Maatutkaustuloksien tulkinnan oikeellisuuden varmistamiseksi kohteessa tehtiin koekuoppa rakennuksen viereen. Koekuopan löydökset tukivat maatutkausraporttia.

Kallioon liittyvä toinen helposti selvittämättä jäävä asia on kallion sijainti rakennuksen alla. Jos pohjatutkimukset on tehty ja tiedetään rakennuksen olevan kallioperusteinen, niin on perusteltua olettaa, että kallio sijaitsee myös rakennuksen alla jossain syvyydessä. Rakennuksen alla sijaitseva kallio voi osoittautua ongelmalliseksi siinä tapauksessa, jos maanvarainen laatta päätetään uusia kapillaarikatkoineen. Lattian alla mahdollisesti oleva kallio voi esiintyä kahdella eri tavalla kärkinä tai jatkuvana. Molemmissa tapauksissa joudutaan suorittamaan louhintaa rakennuksen sisällä, jos suunnitelluista lattiakoroista halutaan pitää kiinni.

Pilottihankkeessa kalliopinnan sijaintia maanvaraisen laatan alla päätettiin tutkia maatutkauksella. Maatutkaus kokeilu kalliopinnan selvittämiseksi sisätiloissa ei kuitenkaan onnistunut toivotulla tavalla. Maatutkauksen suorittaja epäili, että betonilaatan raudoitus ”sotkee” maatutkaa, joka tekee tuloksien tulkinnan mahdottomaksi. Seuraavaksi kalliopinnan sijainnin selvittämiseksi hankkeessa päätettiin tehdä koereikiä maanvaraiseen laattaan timanttiporalla, tarkoituksena oli tehtyjen reikien kautta päästä tutkimaan lattian alustäyttöä.

Halkaisijaltaan 150 mm reikiä porattiin betonilaattaan satunnaisiin paikkoihin kellarikerroksessa. Tehtyjen reikien kautta ei kuitenkaan varmuudella pystytty todentamaan kalliopinnan esiintymistä lattialaatan alla. Tehdyt reiät olivat käyttötarkoitusta varten liian pieniä, eikä niiden kautta täyttömaata ollut mahdollista poistaa riittävän laajalta alueelta ja toisaalta jos reikä osui lohkareen kohdalle, oli mahdotonta päätellä, oliko kyseessä kivi vai kallion kärki. Reikien kautta tehdyistä tutkimuksissa löytyi kallion palasia hiekka/sora täytön seasta, joka viittaisi siihen, että kallionpinta on todennäköisesti lähellä lattialaatan

alapintaa. Jotta kalliopinnan sijainnista saadaan varmuus, päätti rakennuttaja teettää vielä lisää koereikiä lattialaattaan, jotka ovat ensimmäisiä koereikiä suurempia. Tämä tutkimushankkeen päätyttyä ei kuitenkaan jälkimmäisten koereikien tuloksia päästy tutkimaan.

Louhintaan liittyy varsinaisen louhintatyön lisäksi olennaisesti louheen poisto. Rakennuspaikka taas vaikuttaa louheen poistossa käytettävän kaluston valintaan. Rakennuksen sijaitessa lähellä rakennusalueen rajaa tai muita fyysisiä esteitä asettaa se rajoituksia käytettävissä olevien koneiden kääntösäteelle, joka puolestaan vaikuttaa työhön soveltuvan kaluston kokoon. Kaluston tai tässä tapauksessa kaivinkoneen koko on lähes suoraan verrannollinen sen kaivuutehoon, eli mitä pienempää konetta joudutaan käyttämään, niin sitä pienemmäksi louhittava kallio täytyy louhia. Tämä lisää olennaisesti sekä louhinta että louheen poiston kustannuksia sekä työsuoritukseen menevää aikaa.

Kun hankkeeseen sisältyy rakennuksen sisäpuolella tehtäviä louhinta- ja/tai maanrakennustöitä on jo suunnitteluvaiheessa syytä alustavasti suunnitella toteutustapa ja työvaiheeseen liittyvä logistiikka. Jos suoritustavaksi valitaan konetyö, niin on erikseen tarkasteltava, saadaanko koneet rakennuksen sisälle ilman erikoisjärjestelyjä vai joudutaanko suunnittelemaan erikoisjärjestelyitä, eli käytännössä perusmuuriin on tehtävä työaukko, josta koneet saadaan sisälle. Sama pätee myös logistiikkaan, eli miten maamassat kuljetetaan pois rakennuksesta ja toisaalta uudet massat sisälle rakennukseen.

Maanrakennustöiden näkökulmasta korjausrakentamishankkeen suunnitteluvaiheesta tuotantovaiheeseen epävarmuutta aiheuttaa olemassa olevien rakenteiden sekä työturvallisuuden huomioimisen puute. Yleensä rakennuksen salaojakaivannot kuvataan suunnitelmissa pystysuorina sekä pelkästään uusien rakenteiden vaatimassa leveydessä. Kuvatussa esittämistavassa on vaarana unohtua kaivantojen luiskaus, joka perustuu työturvallisuus määräyksiin kaivannon sortumisen estämiseksi.

Luiskaus vaikuttaa kaivannon todelliseen leveyteen varsin merkittävästi ja kasvaa kaivuusyvyyden kasvaessa. Työturvallisuusvaatimuksista tehtävällä luiskauksella voi kuitenkin olla vaikutusta rakennuksen piha-alueella säilytettäväksi suunniteltujen rakenteiden säilyttämiseen, esimerkiksi väliaikaisten tuentatarpeiden muodossa. Kaivannonluiskaus kasvattaa myös merkittävästi maamassoja ja siten vaikuttaa maanrakennustyön kustannuksiin. Voidaan toki ajatella, että työturvallisuuteen liittyvät luiskaukset yms. tuotantotekniset vaatimukset urakoitsija ottaa huomioon, eikä niitä siksi ole syytä huomioida suunnitteluvaiheessa.

Pilottihankkeessa tällaisia seurannaisvaikutuksia oli muun muassa rakennuksen vieressä sijaitseva tukimuuri ja sen paikallaan pysyminen maanrakennustöiden yhteydessä, rakennuksen vieressä sijaitse säilytettävä veistos, voiko olla nykyisellä paikallaan vai pitääkö siirtää.

5. YHTEENVETO

Vaativissa korjaushankkeissa ongelmana on, että tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Usein tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä hankkeen tavoitteisiin aikataulun, kustannusten ja laadun osalta. Merkittävät ongelmat hankkeissa liittyivät toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmien valmistumiseen liian myöhään sekä rakentamisen aikana esiin nousseisiin yllätyksiin. Rakentamisen aikaisia yllätyksiä aiheuttivat eniten rakenteiden ennakoitua huonompi kunto ja maaperän pohjaolosuhteet. Siten korjaushankkeiden suunnittelussa keskeisessä osassa ovatkin tutkimukset.

Tämän tutkimuksen pilotoinnin kohteena oli vuonna 1934 valmistunut Aleksis Kiven koulu ja sen perusparannus. Rakennuksen tekniset järjestelmät ovat vanhentuneet ja käyttöikänsä päässä. Rakennuksen puutteellisen ilmanvaihdon sekä paikallisten mikrobivaurioiden on todettu aiheuttaneen sisäilmaongelmia. Perusparannuksen yhteydessä tavoitteena on palauttaa kohde alkuperäisen rakennusajankohdan tyyliin. Ennen perusparannusta Aleksis Kiven peruskoulussa on luokka-asteet 1-9 ja oppilaita noin 500 ja peruskorjauksen jälkeen on noin 700 oppilasta.

Pilotointitutkimuksen tiedonkeruu menetelmänä käytettiin osallistuvaa havainnointia. Siinä tutkimusryhmä osallistui itse perusparannushankkeen kokouksiin sekä toi kokouksissa omia havaintojaan ja antoi ehdotuksiaan suunnitelmien kehittämiseksi.

Kokouksissa ja muissa tilaisuuksissa sekä hankkeen asiakirjoissa havaittiin seuraavia epävarmuuksia aiheuttavia tekijöitä:

- Hankesuunnitteluvaiheessa tehdyt kartoitukset ja niiden käyttämisestä aiheutuva epävarmuus
- Ilmanvaihtoratkaisuihin liittyvät epävarmuudet
- Välipohjiin liittyvät epävarmuudet
- Ikkunoihin liittyvät epävarmuudet
- Rappaukseen liittyvät epävarmuudet
- Louhintaan liittyvät epävarmuudet

Vaikka pilottikohteeseen laadittuja tutkimuksia ja selvityksiä oli tehty määrällisesti paljon, voi niistä kuitenkin suunnitteluvaiheeseen aiheutua epävarmuutta, jotka johtuvat tutkimusten ja selvitysten iästä, sisällöstä sekä hyödyntämisestä suunnittelussa. Puutteita esiintyi haitta-ainekartoituksissa sekä julkisivun ja ikkunoiden kuntotutkimuksissa. Samoin vanhoja dokumentteja ei ollut käytössä riittävästi. Kohde oli kartoitettu laserkeilaamalla, mutta sen pohjalta laaditun tietomallin tarkkuus ei ollut riittävä esivalmisteisten osien kuten hormielementtien käyttöön. Ilmanvaihtokoneiden mahtumista ullakkotilaan ei oltu varmistettu hankesuunnitteluvaiheessa.

Pilottikohteen rakennuksen välipohjat ovat betonirakenteisia ylä-alalaattapalkistoja. Hankesuunnitelmassa kotelovälipohjat oli määritelty purettavaksi uusien märkätilojen kohdalta, ja muilla osin kotelovälipohjat oli suunniteltu säilytettäväksi. Ne oli tarkoitus tiivistää ilmavuotojen estämiseksi.

Kotelovälipohjan tiedetään olevan riskirakenne. Siksi rakennesuunnittelija ehdotti ehdotussuunnitteluvaiheessa välipohjien koteloiden avaamista koko rakennuksen osalta sekä orgaanisten täytteiden poistamista. Pilotoinnin aikana tutkittiin välipohjien koteloiden avaamista yläkautta ja alakautta, samoin tutkittiin erilaisia purkutekniikoita.

Pilottikohteen hankesuunnitelman mukaan rakennuksen nykyiset kaksilasiset ikkunat, joista osa oli kunnostettu aiemmin, tullaan pääosin säilyttämään. Rakennuttaja päätti ehdotussuunnitteluvaiheessa esittää hankesuunnitelmasta poiketen kaikki ikkunat uusittaviksi. Ongelmaksi tosin ikkunoiden uusimisessa voi muodostua se, että hankesuunnitteluvaiheessa ikkunoiden kunnostaminen oli sovittu menettelytavaksi kaupunginmuseon kanssa. Käytössä ollut ikkunoiden kuntoarvio oli jo seitsemän vuotta vanha. Suuri osa ikkunoista ovat nyt niin huonossa kunnossa, että ne kannattaa uusia. Kaupunginmuseon mukaan ikkunoiden tulee ulkomuodoltaan sekä pintakäsittelyltään vastata alkuperäistä ilmettä, eli ikkunat tulee käsitellä ajan hengen mukaan pellavaöljymaalilla. Ikkunatoimittajalta saadun tiedon mukaan pellavaöljymaalaus on hyvin harvoissa kohteissa käytetty, johtuen sen lyhyestä huoltovälistä, joka on noin 3-5 vuotta. Rakennuttajan ja tilaajan tahtotila on, että kaikki rakennuksen ikkunat uusitaan, mutta tämä tutkimushankkeen kuluessa lopullista ratkaisua ikkunoiden suhteen ei saatu.

Pilottikohteeseen oli hankesuunnitelmassa suunniteltu rakennettavaksi salaojat, samoin kellarin lattia oli suunniteltu purettavaksi ja uusittavaksi. Esisuunnitteluvaiheessa ulkoseinän vierustat tutkittiin maatutkalla. Osoittautui, että louhittu kallion on kellarin seinästä 20-30 cm päässä. sen vuoksi salaojia varten pitää louhia tarkkuuslouhintana tila salaojia varten.

Korjaushankkeissa epävarmuus on luonteenomaista. Epävarmuudessa mahdolliset vaihtoehdot ovat tiedossa, mutta seuraustentodennäköisyyksien suhteen voidaan esittää vain arvioita. Panostamalla riittäviin ja monipuolisiin esitutkimuksiin, ja osaaviin suunnittelijoihin epävarmuuksia voidaan pyrkiä hallitsemaan, ja valinta eri vaihtoehtojen kesken helpottuu.

LÄHTEET

Aalto T., Saari A., Junnonen J-M., 2017. Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta: Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 1. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio, Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 22.

Jokinen et. al. 2000. Korjauskortisto-Yleiskortti. Helsinki: Museovirasto – Rakennushistorian osasto. http://www.nba.fi/tiedostot/0e3d8ede.pdf

Junnonen J-M & Kankainen J., 2010, Rakennuttaminen, Rakennustieto Oy

Kaivonen, J. & Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto, 1994, Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Rakennustieto, Helsinki.

Kallio, M., 1990, Asukasystävällinen korjausrakentaminen: Asuntokorjauksen nopeuttamisen koerakentamistutkimus, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere.

Komulainen, J., Säntti, J., Huttunen, J., 2011, Haitalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta, Rakennustietosäätiö RTS. Saatavissa (31.5.2018): https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf

Kaivonen, J. & Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto (1994). Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Rakennustieto, Helsinki.

Kananen, J., 2014, Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona: Miten kirjoitan toimintatutkimuksen opinnäytetyönä? Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Jyväskylä.

Laasonen, M., Jenu, M. & Palasrinne, T., 1996. Rakennuksen kolmiulotteinen mallinnusmittaus: Koekohde: Aleksanterinkatu 1, Lahti. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere.

Laurila, P., 2012, Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet, Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Rovaniemi. Saatavissa (31.5.2018): http://www.ramk.fi/loader.aspx?id=7fe99c68-3849-4fa8-a563-9327cf51ea79

Makkonen L., 2004. Opintiellä: Helsinkiläisiä koulurakennuksia 1880-1980. Helsinki, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.

Mattinen, M. 1998. Valtion rakennusperinnön vaaliminen. Helsinki: Museovirasto, rakennushistorian osasto.

RATU 82-0382, PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumausmassojen purku. Menetelmät

RATU KI-6019, Korjaustöiden laatu KTL 2011

RATU KI-6020, Rakentamisen tuotantotekniikka

RATU KI-6030, Rakennushankkeen työturvallisuus

RIL 262-2014 Taitava kuntarakennuttaja

RIL k166-1994, Korjausrakentamisen täydennyskoulutus 1

RT 10-11067, Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus

RT 10-11107, Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12

RT 10-11222, Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet

RT 13-11120, Suunnittelun johtaminen korjaushankkeessa

RT 18-11130, Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje

RT 18-11245, Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet

RT 18-11246, Asbesti rakentamisessa

RT 96-10983, Koulurakennus, korjausrakentamisen suunnittelu

Salmenperä, H., 2004, Talonrakennuksen mittaukset. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Salmenperä, H., 2002, Maasto- ja rakennusmittausten perusteet., 3. korj. p., Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere.

Savisaari, A., 2017, Pistepilvitiedon hyödyntäminen korjausrakennushankeen arkkitehti-suunnittelussa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

YM4/601/2015, Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuus-luokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FI-33101 Tampere, Finland

ISBN 978-952-15-4166-7 (painettu)
ISBN 978-952-15-4167-4 (PDF)
ISSN 2489-5717