

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari

2021

Antti Jokinen

# HORMIMUUTOSTYÖT KÄYTÖSSÄ OLEVASSA KIINTEISTÖSSÄ

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Rakennusmestari

2021 | 34 sivua, 21 liitesivua

Antti Jokinen

# HORMIMUUTOSTYÖT KÄYTÖSSÄ OLEVASSA KIINTEISTÖSSÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä iäkkään kiinteistön hormimuutostöihin ja niiden valmisteluun, aikataulutukseen sekä valvontaan.

Opinnäytetyö pyrkii toimimaan oppaana vastaavaan hankkeeseen ryhtyvälle. Työ toimii myös toimeksiantajalle eräänlaisena tiivistelmänä muutostöiden keskeisimmistä ongelmista. Opinnäytetyön sisältö on rakennettu koostumaan hankkeen toteutuksen ja ohjaamisen teoriasta sekä sen käytöstä työnjohtotehtävissä. Työssä käsitellään kohteen toteutustapaa, eli projektinjohtourakointia tämän kaltaisessa työssä. Lisäksi käsitellään hormimuutostöitä varten laadittavia aikataulu-, tehtävä- ja turvallisuussuunnitelmia.

Opinäytetyö koosti tämän hankkeen keskeisimmät haasteet, joita olivat aikataulun laatiminen monivaiheiselle muutostyölle jossa on paljon muuttuvia tekijöitä sekä suunnitelmapuutteista johtuvien häiriöiden huomiointi työsuunnittelussa. Työ ohjasi tekijää tutkimaan tuotannon häiriöiden välttämistä tulevilla kohteilla.

## ASIASANAT:

ilmanvaihto, hormityö, tuotannosuunnittelu, aikataulu, talotekniikka, yhteensovitus, muutostyö

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Project Management | Bachelor of Construction Project Management

2021 | 34 pages, 21 pages in appendices

Antti Jokinen

## SHAFT MODIFICATION IN A PROPERTY THAT IS IN USE

The aim of this thesis was to study aged propety's shaftmodificationworks and preparations its preparations.

The thesis aims to function as a guide to someone who is planning to start this kind of work. The thesis content consist of theory of projects execution and supervision, and it's usage in supervising. The thesis addresses the usage of project management contract as the method of implementation in this kind of modificationwork. Additionally the thesis deals with schedule-, task-, and safetyplanning required in shaftmodification.

The thesis introduces the main challenges of this project, which were schedule planning for multistaged modificationwork and disturbances in production caused by deficiencys in planning. The thesis guided the author to research avoiding production disturbances in future projects.

### KEYWORDS:

ventilation, shaftmodification, production management, schedule, HVAC, coordination, modificationwork

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 TEORIAOSUUS</b>	<b>8</b>
2.1 Projektinjohtourakkamuodot	8
2.1.1 Projektinjohtorakennuttaminen	8
2.1.2 Projektinjohtopalvelu	8
2.1.3 Projektinjohtourakointi	9
2.2 Tehtäväsuunnittelu	10
2.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	11
2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	12
2.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa.	13
2.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus	13
2.7 Tuotantotekniikka	14
2.7.1 Määräykset ennen ja nyt	15
2.7.2 Vanhan kiinteistön ilmanvaihdon parantaminen	16
<b>3 TEORIAN SOVELTAMINEN TYÖMAALLA</b>	<b>18</b>
3.1 Projektinjohtourakka	18
3.2 Tehtäväsuunnittelu	19
3.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	20
3.4 Ajallinen suunnittelu	21
3.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa	22
3.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus	24
3.6.1 Hormien muutostyöt alkuperäisen aikataulun mukaisesti	24
3.6.2 Kanaviston muutokset uudelleen suunniteltuina	24
3.7 Tuotantotekniikka	25
3.7.1 Hormien tuotantotekniikka yleisaikataulun mukaisesti	25
3.7.2 Töiden uudelleen suunnittelu ja tuotantotekniikka	28
<b>4 OMAN OSAAMISEN ARVIOINTI</b>	<b>30</b>
4.1 Projektinjohtourakka	30
4.2 Tehtäväsuunnittelu	30

4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	30
4.4 Ajallinen suunnitelu ja valvonta	31
4.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa	31
4.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus	31
4.7 Tuotantotekniikka	32
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>33</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Yleisaikataulu
- Liite 2. Tehtäväsuunnitelma
- Liite 3. Tahtiaikataulu
- Liite 4. Tr-Raportti
- Liite 5. Tiedote hormitöistä käyttäjille
- Liite 6. Toteutunut aikataulu

## KUVAT

Kuva 1 Ulkoilmavirrat henkilöä kohti (Sisäasiainministeriö, 1978).	16
Kuva 2. Kuvankaappaus seinästä Solibri-ohjelmalla.	22
Kuva 3. Kuvankaappaus hormien rakenteesta seinässä Solibri-ohjelmalla.	23
Kuva 4. Arkkitehtisuunnitelma uusien hormien kohdalta kuudennen kerroksen käytävältä.	26
Kuva 5. Sahatun pintalaatan pikiliima	27

## TAULUKOT

- Taulukko 1 Eri alojen tapaturmataajuus miljoonaa työtuntia kohden (Tapaturmavakuutuskeskus, 2020–2021.) **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**
- Taulukko 2 Mallilaskelma luokahuoneen ilmanvaihtuvuuden määrästä ympäristöministeriön ulkoilmavirran mitoitustalokimella. (Ympäristöministeriö, 2018.) 15

## KÄYTETYT LYHENTEET

3D-malli	kolmiulotteinen malli
BIM	rakennuksen tietomallinnus, BIM, Building Information Modelling
LVI	lämpö, vesi ja ilma
LVIS	lämpö, vesi, ilma, ja sähkö

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Lujatalo Oy. Yritys toimi Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n Medisiina A–C peruskorjausurakan projektinjohtourakoitsijana.. Medisiinan kiinteistössä on neljä rakennusta, joista kolme on peruskorjauksen tarpeessa (A–C) ja uusin on rakennettu alle viisi vuotta sitten. Opinnäytetyö käsittelee Medisiina C:tä, jossa on seitsemän kerrosta sekä kellari (C0) ja ullakko. Muutosalue rajoittuu kolmannesta kerroksesta vesikatolle asti.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään projektinjohtourakointia ja Medisiina C:n ilmastointihormien muutoksia neljässä uudessa hormissa. Kyseessä olevat hormit laajennettiin vastaamaan kasvanutta ilmanvaihdon tarvetta talossa sekä yksinkertaistamaan vanhaa useassa hormissa kulkenutta järjestelmää.

Muutoksien vaiheistus suunniteltiin siten, että ensimmäisessä vaiheessa valmistui uudet hormit. Tämän jälkeen varsinaiset rakennuksen korjaus- ja muutostyöt vaiheistettiin kahteen suurempaan kokonaisuuteen, jotka molemmat alkoivat peräkkäisten vuosien keväällä ja rakennusaikaa jäi seuraavaan syksyyn.

Hankkeen alkaessa työmaa-alueina olivat kerrokset kolme ja kuusi, jolloin käyttäjät olivat väistötiloissa kerroksissa neljä ja viisi. Ensimmäisen vaiheen valmistuessa työmaa-alue ja käyttäjien käyttämät tilat vaihtoivat paikkaa keskenään. Kerrosten muutostyöt ovat opinnäytetyössä taka-alalla, eikä niihin juuri keskitytä tässä opinnäytetyössä. Hormitöiden alkaessa suunnitelmat olivat vielä puuttelliset ja kävi selväksi, ettei töitä voitu suorittaa suunnitelluin työtavoin, vaan oli tarpeen muuttaa työsisältöä.

Opinnäytetyössä käsitellään projektinjohtohankkeiden muotoja, erityisesti keskittyen projektinjohtourakointiin.

Käytännön osuudessa käsitellään teorian soveltamista työmaalla. Käytännön osa toimii eräänlaisena tiivistelmänä hankkeen isoimmasta kompastuskivistä eli ilmanvaihtohormien muutostöistä. Lopuksi yhteenveto osiossa tekijä arvioi omaa osamistaan sekä kehitystarpeitaan ammatillisessa kasvussa.

## 2 TEORIAOSUUS

### 2.1 Projektinjohtourakkamuodot

Projektinjohto sisältää kolmen erilaisen urakkamuodon toteutustavan, jotka ovat

- projektinjohtourakointi
- projektinjohtopalvelu
- projektinjohtorakennuttaminen.

Projektinjohtomuotojen etuna verrattuna muihin urakkamuotoihin rakennuksen toteutustapoihin on se, että projektin päätoteuttajan hankkeen johto tapahtuu tiiviissä yhteistyössä rakennuttajan kanssa. Hanke voidaan tällöin myös käynnistää varhaisemmassa vaiheessa, sillä suunnittelu, hankintatoimi ja rakentaminen limitetään ajallisesti vastaamaan hankkeen tarpeita. Edellä mainitulla toimitatapaa käyttämällä aika suunnittelusta valmiiseen tuotteeseen saadaan lyhyemmäksi. Projektinjohtomuodoissa lopullinen päätösvalta suunnitelmien ja hankintojen osalta on aina rakennuttajalla. (RT 10-11223, 6–7 )

#### 2.1.1 Projektinjohtorakennuttaminen

Tässä mallissa hankinnat ja urakat pilkotaan pienempiin kokonaisuuksiin. Päätoteuttajana projektissa toimii osaurakoitsija, jolle päätoteuttajan vastuu on sisällytetty urakkasopimuksessa. Rakennuttaja vastaa toteutustavassa hankkeen onnistumisesta ja laadusta, niin rakentamisen kuin suunnitelmien osalta. (RT 10-11223, 6–7 )

#### 2.1.2 Projektinjohtopalvelu

Projektinjohtopalvelussa rakennuttaja palkkaa konsulttitoimiston suorittamaan projektin. Projektinjohtopalvelussa hankinnat kuuluvat konsultille, mutta ne tehdään rakennuttajan nimiin.

Projektinjohtopalvelussa rakennuttaja vastaa suunnitelmista, laadusta, ja taloudellisesta lopputuloksesta. Projektinjohtopalvelua tarjoava toimija vastaa toimeksiantonsa mu-

kaisista tehtävistä, joihin usein luetaan projektinjohto- ja työnjohtotehtävät, projektin valvonta sekä vastaan- ja käyttöönoton suorittaminen sekä takuuajan tehtävät. (RT 10-11223, 6–7 )

### 2.1.3 Projektinjohtourakointi

Projektinjohtourakoitsijan tehtävänä on suorittaa hankkeen johtotehtävät ja rakennustyöt. Näiden lisäksi projektinjohtourakoitsija toimii hankkeessa päätoteuttajana ja -urakoitsijana. Rakennuttajalla ja projektinjohtourakoitsijalla tulee olla yhteinen intressi päästä hankkeen alussa määriteltyihin tavoitteisiin. Hanke asettaa projektille yhteistyökykyisen projektiorganisaation ja sopii projektin alkaessa toteutustavasta. Rakennuttaja hankkii projektille suunnitteluorganisaation ja vastaa toteutussuunnittelun tasosta. (RT 16-10906, 4)

Suunnitelmat ja suunnittelusopimukset tulee erikseen sopia hankkeen alussa sisällytettäväksi projektinjohtourakoitsijalle, muutoin edellä mainituista vastaa rakennuttaja. Suunnitelmat jaetaan hankkeen aluksi suunnitelmapaketteihin, joilla voidaan kilpailuttaa hankinnat projektin edetessä. Projektinjohtourakoitsija ohjaa suunnittelua hankkeen aikana palvelemaan hankkeen etuja. Pääsuunnittelijan tehtävänä on sovittaa suunnitelmat yhteen ja rakennuttajalla on oikeus hyväksyä tai hylätä ne. (RT 10-11223, 6)

Hankinnat tehdään suunnittelun edetessä projektinjohtourakoitsijan nimiin. Hankinnat projektille vaativat rakennuttajan hyväksynnän. Projektinjohtourakoitsijan itsenäisestä päätösvallosta hankinnoissa voidaan sopia raja johon asti hankintoja voidaan tehdä ilman rakennuttajan hyväksyntää. Suunnitelmat saattavat olla keskeneräisiä, tai jopa puuttua osin työn alkaessa. Hankkeessa on usein paljon sovittavia asioita. Tästä johtuen suunnitelmien ja toteutuksen limityksellä saavutettavien aikataulusäästöjen johdosta avoin keskustelu projektinjohtourakoitsijan ja rakennuttajan kesken on tärkeää. Edellä mainituilla toimenpiteillä voidaan välttyä kustannuksien ja aikataulun ylityksiltä (RT 103017, 5)

Projektinjohtourakoinnin kustannuksille asetetaan tavoitehinta, jonka lisäksi urakalle on usein asetettu myös kattohinta. Mikäli tavoitehintaa ylitetään, mutta kattohintaa alitetaan jakavat rakennuttaja ja projektinjohtourakoitsija tavoitehinnan yli menneen osuuden sopimusaineistoissa sovittujen prosentiosuuksien mukaisesti. Kattohinnan ylityksistä projektinjohtourakoitsija vastaa yksin. (RT 103017, 18)

## 2.2 Tehtäväsuunnittelu

Rakennushankkeessa kohteelle asetettujen vaatimusten sekä vallitsevien olosuhteiden perusteella tehdään päätös tehtävistä, joihin tarvitaan tehtäväsuunnitelma. Valintakriteereinä näissä käytetään yleensä tehtävien merkityksellisyyttä koko rakennushankkeen onnistumiselle. Työ voi olla taloudellisesti haastava tai omata riskin epäonnistessaan viedä hankkeen kannattavuuden. Toisaalta tehtävä voi olla aikataulullisesti niin merkittävä, että sen valmistuminen vaikuttaa suoraan tai välillisesti rakennuksen valmistumiseen. (Ratu 1207-S 2004, 1.)

Tehtäväsuunnittelu on tehtävien suunnittelua, niiden ohjausta ja valvontaa. Mikäli tehtäväsuunnitelma on hyvin laadittu, voidaan sitä käyttää koko tehtävän läpi aloituksen edellytyksien tarkastuksesta aina itselleluovutukseen asti. Tehtäväsuunnitelmassa tarkastellaan myös laadullisia, rahallisia ja aikataulullisia tavoitteita sekä tarkastellaan toimintatapoja niihin pääsemisen. Lisäksi tehtäväsuunnitelmassa laaditaan potentiaalisten ongelmien analyysi, joka auttaa tunnistamaan tehtävään liittyvät ongelmat ja esittämään mahdolliset ratkaisut niihin jo ennen ongelman ilmi tuloa. (Ratu 1207-S 2004, 1.)

Tehtäväsuunnittelussa voidaan hyödyntää monia eri yleisiä ohjeita hyvän rakentamistavan saavuttamiseksi, tällaisia ohjeita ovat Ratu KI-6028:n (2015, 37) mukaan mm.

- rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
- Ratun menekki- ja menetelmäkortit
- RunkoRyl
- SisäRyl
- rakennustöiden laatu
- Ratun tehtäväsuunnitteluohjeet.

Tehtäväsuunnitelmaan laadintaan tarvitaan työmaahan keskeisesti liittyviä asiakirjoja joita ovat mm.

- kyseinen urakkasopimus ja urakkaneuvottelumuistio (jos aliurakka)
- rakennustapaselostus
- huonekortit
- työmaan laatu- ja työturvallisuussuunnitelmat
- tavoitearvio

- yleisaikataulu
- suunniteltavaan työvaiheeseen liittyvät työt
- työvaiheen alkamiseen tarvittavat edellytykset
- työselostus. (Ratu KI-6028 2015, 35–36.)

### 2.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työturvallisuuden pohjana Suomessa toimivat erilaiset lait ja valtioneuvoston asetukset. Yleisesti työ- ja ympäristöturvallisuutta määrää työturvallisuuslaki. Työturvallisuuslain tarkoitusta työturvallisuuslain 1. luvun 1 §:ssä kuvaataan seuraavasti,

*Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.*

Tarkemmin rakennusalan työturvallisuutta käsittelee valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Asetus velvoittaa rakennushankkeen eri osapuolia ryhtymään erinäisiin toimiin työmaan turvallisuuden varmistamiseksi ennen hankkeen käynnistymistä. Tällä asetuksella pyritään varmentamaan tulevan työmaan turvallisuuden ennakosuunnittelun ja työnaikaisen suunnittelun vähimmäistaso. (VNa 205/2009 luku 1.)

Rakennustyömaa on työpaikkana muihin ammatteihin verrattuna vaarallinen paikka. Tätä väitettä tukee tapaturmavakuutuskeskuksen tilastot eri alojen tapaturmataajuudesta miljoonaa tehtyä työtuntia kohden.

Taulukko 1. Eri alojen tapaturmataajuus miljoonaa työtuntia kohden (Tapaturmavakuutuskeskus, 2020–2021).

Toimiala	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C Teollisuus	36,4	33,2	33,2	31,0	30,2	31,5	30,4	29,9
F Rakentaminen	65,5	63,1	62,2	61,2	62,1	60,9	59,2	59,8
G Tukku- ja vähittäiskauppa	29,6	29,1	29,3	28,2	27,8	28,0	27,4	28,5
H Kuljetus ja varastointi	48,8	46,1	42,6	42,7	40,2	40,3	38,4	38,6
N Hallinto- ja tukipalvelutoiminta	53,5	51,8	51,2	50,2	49,6	52,0	53,2	52,6
Q Terveys- ja sosiaalipalvelut	28,2	30,8	30,1	31,4	32,1	32,4	32,8	34,7
Z Kuntasektori	23,7	24,2	23,1	23,7	23,8	24,5	24,1	24,4
Muut	17,8	17,9	17,6	17,2	17,2	17,0	16,6	16,3

Työmaalla tulee tästä syystä olla hyvät ennakkosuunnitelmat, jotta työt voidaan tehdä turvallisesti ja välttämään työtapaturmilta ja tilanteilta joissa on ollut lähellä käydä huonosti.

Rakentamisen ympäristöturvallisuus on myös tärkeä rakentamisen osa-alue. Yhtenä rakennusprojektin onnistumisen mittarina voidaan pitää ympäristöasioiden mallikasta hoitoa.

## 2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Jokaisen rakennustyömaan toteutuksen kannalta keskeisimpänä asiakirjana toimii aikataulu. Aikataulun laadintaan ryhdyttäessä on käytävä lähtötiedot läpi siltä osin, kun ne laadinta hetkellä on tiedossa. Aikataulu muodostuu tehtävistä, jotka sijoitellaan peräkkäin siihen järjestykseen, kun ne kyseessä olevassa kohteessa tulee suorittaa. (Ratu KI-6028 2015, 18.)

Tehtävien järjestys aikataulussa ei läheskään aina pysy kaikilta osin vakiona, joten tulee urakka-alue kartoittaa aikataulua laadittaessa. Tällä toimintatavalla voidaan säävuttaa aikataulun maksimaalinen tehokkuus. Aikataulun toimiessa lähtötietona jokaiseen työvaiheeseen tulee sen paikkaansapitävyytteen luottaa. Aikataulun täytyy myös vastata ajallisesti suoritettavien työtehtävien määrää ja jokaiselle tehtävälle tulee olla varattu riittävä aika (Ratu KI-6028 2015, 18.).

Aikataulussa olevien tehtävien tulisi olla sellaisia, että niiden toteumaa voidaan valvoa sekä mahdollisiin häiriöihin reagoida mahdollisimman aikaisin. Lisäksi tehtävät joiden

alkamisaika syystä tai toisesta siirtyy toiseen tehtävään kohdistuneen muutoksen takia huomioidaan ajoissa. Toimimalla näin voidaan toimitusaikoja muuttaa, tai tehtävää vauhdittaa esimerkiksi työryhmää kasvattamalla.

## 2.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa.

BIM-termi tulee sanoista Building Information Modeling ja sen tarkoitus on toimia fyysisen ja toimivan kiinteistön elinkaaren alkupäästä aina sen purkuun saakka antamassa luotettavan tietolähteen kiinteistöä koskevissa päätöksissä. Tietomalli on jaettu tietokanta, jonka luonti aloitetaan kiinteistön suunnitteluvaiheessa ja sen päivittäminen on jatkuvaa ja reaaliaikaista. Hyvin tehty ja ajantasalla pidetty tietomalli antaa tietoja vuosikymmenienkin päästä tehdyistä muutos- ja korjaustoimenpiteistä yksiselitteisesti sekä helposti niistä tietoa etsivälle. (Eynon 2016, 30.)

Tuotannossa tietomallipohjasilla suunnitelmilla saadaan yksityiskohtaisia 3D-rakennemalleja, joista saadaan monipuolisia tietoja. Näitä tietoja apuna käyttäen voidaan nopeuttaa rakentamista. Lisäksi 3D-mallista on helppo hahmottaa rakennuskohteen kokonaisuus ja myös paneutua tarkimpiinkin detaljeihin.

Esimerkiksi sairaaloiden, kauppakeskusten, tai muiden suurten kokonaisuuksien toteutuksessa voidaan tietomallista jossa on LVIS-tekniikka yhdistettynä nopeasti tarkastaa kohteen yksityiskohtia kaukana työmaatoimistosta. Tämän kaltaisiin siirtymiin työmaalla saatta kuluu huomattavasti aikaa, vaikkei itse katselmointi kestäisi muutamaa sekuntia kauemmin. Edellä mainituilla toimilla voidaan tehostaa toimihenkilöiden työsaavutusta suuresti ja välttyä monilta ongelmilta, kun ongelma tai muu tiedonpuute voidaan tuoreeltaan ratkaista kohteessa.

## 2.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus

Talotekniikan monipuolistuessa ja asennettavien laitteiden määrän kasvaessa ei aikataulua laativa henkilö voi olla perillä jokaisen tuotteen asennukseen kuluvasta ajasta ja sen vaatimista esivalmisteluista. Tästä syystä on hyvä tarkastella taloteknisten töiden työsuoritteita talotekniikan ammattilaisten kanssa erillisissä aikataulupalavereissa. Hyvänä tapana on ensin laatia aikataulupohja rakennusteknisille töille ja tämän jälkeen pyytää talotekniikkaurakoitsijoita laatimaan omat työaikansa sovitettuna rakennustyön

aikatauluun. Usein kuitenkin nämä ovat jana-aikatauluja koko hankkeelle tai kerrokselle. Nämä tiedot koottuna yhteen voidaan alkaa tarkentamaan yhteensovitusta aikataulupalaveriin. (Vastaava työnjohtaja, J. Yli-Lassila, henkilökohtainen tiedonanto 10.3.2021.)

Talotekniikan yhteensovitus on äärimmäisen tärkeä työvaihe työmaan aikataulutuksessa. Oikein yhteensovitettuna voidaan välttyä ylimääräiseltä aikataulupaineelta.

Yleisesti on tapana on ollut jättää aikataulusuunnittelu vajaavaiseksi, ehdottaen ettei tarvittavia lähtötietoja talotekniikan tarkkaan aikataulutukseen ole. Tämä on kuitenkin yleensä perusteeton väite. (Kolhonen & Koskenvesa 2013, 491.)

Suunniteltaessa paikka-aikakaaviota ja tarkkaa yhteensovitusta on yleisesti ottaen kaikkia hyödyttävää mikäli myös talotekniikka aikataulutetaan kuten rakennustekniikkatyöt. Näin voidaan välttyä siltä että vessan lattia on juuri laatoitettu, kun LVI-asentaja on tulossa asentamaan lavuaaria. (Vastaava työnjohtaja, J. Yli-Lassila, henkilökohtainen tiedonanto 10.3.2021.)

Suunnitelmamuutoksien tapahtuessa tulee huomioida vaikutukset urakkaohjelmaan ja muutoksen vaikutusalueella olevien työsuoritteiden ja niihin liittyvien töiden aikataulut tarkistaa. Pieneltä tuntuvan rakennusteknisen muutoksen vaikutukset saattavat olla talotekniikan kannalta olennaisia muuttaen esimerkiksi asennusjärjestystä kokonaisuudessaan. (Kolhonen & Koskenvesa 2013, 491.)

## 2.7 Tuotantotekniikka

Vanhojen kiinteistöjen ilmanvaihto on usein ilmamääriltään riittämätön tilojen käyttötarkoituksiin nähden. Esimerkkinä voidaan pitää vanhoja opetustiloja, joissa ilmanvaihtoa ei ole modernisoitu ja tuloilman määrä tilan käyttömäärään nähden on liian pieni. Tämä on omiaan aiheuttamaan väsymyksen tunnetta tilan käyttäjissä. (J. Yli-Lassila, henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2020.)

### 2.7.1 Määräykset ennen ja nyt

Tarkoituksena tässä kappaleessa on havainnollistaa määräyskokoelman mitoituservojen muutos vuosien saatossa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 asetetaan sisäilmalle erilaisia määräyksiä ja mitoituservoja. Nämä arvot ovat vuosien saatossa muuttuneet merkittävästi.

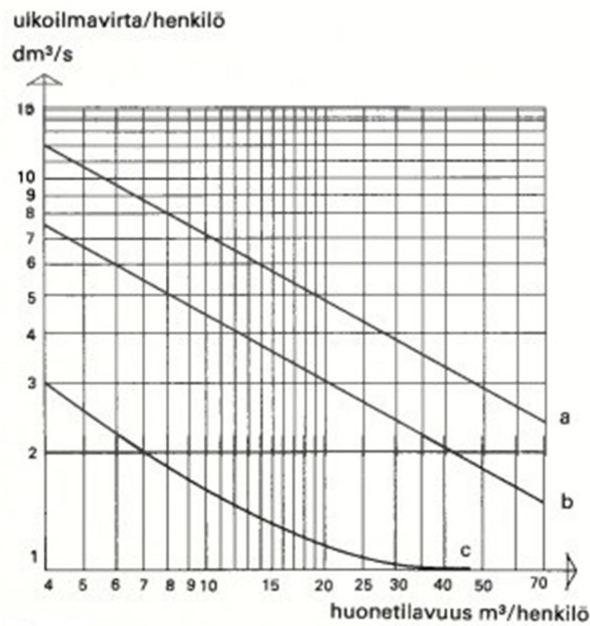
Taulukon 2. keltaiseksi värjättyssä kohdassa on laskettu 60 neliömetrin kokoisen luokahuoneen korvausilmamäärä jos aikuisopiskelijoita on tilassa 15 henkeä. Kuvan 1. mukaisesti edellä mainitussa tilassa olisi vuonna 1978 suunnitellun ilmanvaihdon korvausilman määräksi saatu vain noin 94 dm<sup>3</sup>/s.

Taulukko 1 Mallilaskelma luokahuoneen ilmanvaihtuvuuden määrästä ympäristöministeriön ulkoilmavirran mitoituskokemella. (Ympäristöministeriö, 2018.)

#### Mallilaskelma D2 / 2003

Tilatyyppi	Pinta-ala (lattia-m <sup>2</sup> )	Tavoite CO <sub>2</sub> max pitoisuus	Aikuinen		
			Määrä hlö	Aktiivisuus met	Ulkoilmavirta dm <sup>3</sup> /s
Makuuhuone	15,0	1 200			0,0
Makuuhuone	10,0	1 200			0,0
Toimistohuone	10,0	1 200			0,0
Neuvotteluhuone	40,0	1 200			0,0
Vastaanottohuone	15,0	1 200			0,0
Myymäliä	1000,0	1 200			0,0
Hotellihuone	25,0	1 200			0,0
<b>Luokka</b>	<b>60,0</b>	<b>1 200</b>	<b>20</b>	<b>1,4</b>	<b>158,7</b>
Ryhmätila	42,0	1 200			0,0
Liikuntasali	265,0	1 200			0,0
Hoitohuone	15,0	1 200			0,0

Rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräykset ovat oheisen vuoden 1978 (kuva 1.) jälkeen useasti päivitetty, mutta ennen vuotta 1978 ei määräyskokoelmassa ollut ilmavirroille kiinteitä arvoja. Ainoa määräys oli että sen on oltava riittävää. (Vastaava työnjohtaja, J. Yli-Lassila, henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2020.)



Kuva 1 Ulkoilmavirrat henkilöä kohti (Sisäasiainministeriö, 1978).

Ilmamäärien erot nykyaikaisissa ja vanhoissa rakennuksissa ovat siis suuria ja muutostöitä tehtäessä usein olemassa olevien kanavointien käyttö ei riitä suunniteltujen ilmamäärien saavuttamiseksi. Tällöin on uusia kanavointeja lisättävä ja suunniteltava niille uudet reitit.

### 2.7.2 Vanhan kiinteistön ilmanvaihdon parantaminen

Edellisen kappaleen antamin tiedoin voidaan todeta vanhojen ilmavaihtojärjestelmien olevan nykystandardein alimitoitettuja. Rakennusten ilmanvaihdon nykyaikaistamisella voidaan lisätä työhyvinvointia huomattavissa määrin, sillä korvausilman puutteen vuoksi tiloissa oleskelevat altistuvat erilaisille sisäilman epäpuhtauksille ja haitta-aineille joita ovat mm.

- hiilidioksidi
- ammoniakit ja amiinit
- formaldehydi
- hiilimonoksidi eli häkä
- otsooni

- haihtuvat orgaaniset yhdisteet
- tupakan savu
- hiukkaset
- asbesti ja mineraalikuidut
- typpi- ja rikkidioksidit
- ftalaatit
- bentseeni
- radon (LVI 05-10417 2007, 6-7).

Rakennuksen sisäilman huonolla laadulla on kustannusvaikutuksia tiloissa toimivien yritysten työtehon muodossa. Työntekijöillä todennäköisesti esiintyy enemmän epäviihtyvyyttä, oireilua, sairauksia ja sen vuoksi sairauslomia. Joidenkin arvioiden mukaan kustannukset näille on suuremmat kuin Suomessa vuodessa rakennusten lämmitykseen tarvitaan. (LVI 05-10417 2007, 2.) Voidaankin todeta, että sisäilmaston hyvä laatu maksaa itseään takaisin työhyvinvoinnin ja vähentyneiden sairauspoissaolojen muodossa.

## 3 TEORIAN SOVELTAMINEN TYÖMAALLA

### 3.1 Projektinjohtourakka

Suomen yliopistokiinteistöt Oy:n Medisiina A–C peruskorjauksen toteutustapana on projektinjohtourakka. Projektinjohtourakoitsijan kohteessa toimii Lujatalo Oy, joka vastasi kohteen päätoteutuksesta. Projektinjohtourakkasopimus tavoite- ja kattohinnalla oli solmittu jo kesäkuun 28. päivä vuonna 2019. Projektinjohtourakka käsitti sopimuksessa aluksi vain talot A ja B, mutta jo joulukuussa 2019 urakkasopimukseen tehtiin muutos jossa lisättiin talo C mukaan urakkasopimukseen.

Suunnitelmasopimukset kohteesta tehtiin tilaajan nimiin, joten urakoitsijalle jäi suunnittelun ohjausvastuu ja suunnitelma-aikataulun teko. Suunnitelma-aikataulu tulee olla tarkkaan valmisteltu, jotta työvaiheen alkaessa ei käy ilmi, että suunnittelua ei ole edes vielä aloitettu.

Suunnitelma-aikataulu tehtiin kohteen yleisaikataulua apuna käyttäen. Yleisaikataulusta (liite 1, 1–2.) saadaan tieto jokaisen työvaiheen alkamisajasta ja kokonaiskestosta. On kuitenkin hyvä varata suunnitelmapaketin koosta riipuen tarvittava aika suunnitelmien läpikäynnille sekä kehittämiseksi. Näillä toimilla voidaan säästää työajassa ja materiaalikustannuksissa mahdollisesti suuria summia. Työmaalla järjestetyissä suunnittelukokouksissa kaikki suunnittelijat kerättiin saman pöydän ääreen ja suunnitelmat käytiin läpi yksityiskohtaisesti ja tarkasti.

Hankinnoiden osalta projektissa oli sovittu että urakoitsija kilpailuttaa ja hyväksyttää tilaajalla. Pienistä, alle 3 000 euron hankinnoista urakoitsija sai kuitenkin tehdä päätöksen itse. Medisiina C:n peruskorjauksen alkaessa oli jo suurimmat sopimukset, kuten talotekniikkatyöt kilpailutettu. Poikkeuksellisen hankinnoista teki se, että talotekniikkaurakoitsijat toimivat myös projektinjohtourakoitsijoina Lujatalon toimiessa heidän tilaajanaan.

### 3.2 Tehtäväsuunnittelu

Medisiina A–C:n työmaalle tehdyn laatusuunnitelman laadunvarmistusmatriisi ohjaa työvaiheita, jolle tulee tehtäväsuunnitelma laatia. Medisiina A–C peruskorjauksessa nimensä mukaisesti oli omalla tavallaan kolme eri työmaata yhden työmaan sisällä. Erikseen hormimuutostöistä ei tässä suunnitelmassa ollut mainintaa, mutta oli ilmeistä, että työvaiheen onnistuminen oli hankkeen kannalta tärkeää. Tästä johtuen suunnitelma tehtiin heti suunnitelmien valmistuttua ja aikataulu lukittu.

Tehtäväsuunnitelman laatiminen oli hieman hankalaa, sillä käyttäjä toimi muutostöiden alle joutuvissa tiloissa normaalisti tuohon aloituspäivämäärään saakka, emmekä juuri päässeet esivalmistelemaan tai kartoittamaan tiloja.

Töiden osalta työaika on vaikea arvioida karkeaa arviota tarkemmaksi, sillä purku- ja muutostöissä tapahtuu aina yllättäviä tilanteita rakenteiden ollessa jotain muuta kuin suunnitelma osoittaa. Kuitenkin tehtävien kesto tulee laskea siten, kuin se vain suinkin mahdollista. Tehtävien suorittamiseksi varatut rahat käytiin läpi ja todettiin niiden vastaavan määriä työmaalla (liite 2).

Tehtäväsuunnitelma täyttää tarkoituksensa, kun siitä löytyy vähintään

- työn sisältö
- materiaalit
- valvontatoimet
- kustannukset.

Tehtäväsuunnitelmasta olisi edellämainittujen lisäksi hyvä käydä ilmi valvonta- ja laadunvarmistustoimenpiteet.

Hormimuutostöiden ennakkosuunnittelu oli huomattavan haasteellista, sillä suunnitelmat päivittyivät moneen otteeseen juuri ennen töiden aloitusta. Mikäli töitä olisi lähdetty siirtämään olisi ne siirtyneet eteenpäin useilla viikoilla, ehkä kuukausilla. Tästä johtuen hankkeen johto halusi työn pysyvän alkuperäisessä aikataulussa.

Tilojen vapautuessa tehtävä pääsi alkamaan ja tehtävät jaettiin työmaalla tarkempaan aikatauluun, jossa jokaisen urakoitsijan työtehtävät tarkastettiin. Ilmanvaihtosuunnitelmat hormeista valmistuivat liian myöhään ja sen seurauksena rakennesuunnittelija ei ehtinyt määrittää rakenteellisia tukia reikätarpeiden mukaan. Akuutin palaverin jälkeen

muokkasimme tehtävä suunnitelmaa siten, ettei uusia ilmavaihtoasennuksia tässä vaiheessa tehty lainkaan, vaan asennukset tulitisiin suorittamaan kesäajalla. Sovimme myös reikätyön käsittävän vain alueet joihin ei tuentaa tarvinnut. Kesäaikana tilojen käyttö olisi huomattavasti vähäisempää, mahdollistaen käyttökatkot paremmin. Nämä työt eivät kesäajalle sijoituessaan varsinaista tehtäväsuunnitelmaa tarvitse, vaan näitä töitä varten laadittiin tahtiaikataulu (liite 3.).

### 3.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työ- ja ympäristöturvallisuus ovat hankkeesta riippumatta kaksi tärkeintä suunnittelun aihetta. On helppoa sanoa ettei yksikään työmaa voi toimia niin ettei työ- ja ympäristöturvallisuus olisi suunnitelmissa keskeisessä osassa. Tehtäviä ja työvaiheita suunniteltaessa tulee aina varmistaa mahdolliset vaaratekijät ja niiltä suojautuminen.

Jokainen työmaa-alueella työskentelevä henkilö perehdytetään työmaahan. Lujatalolla on käytössä työmaaperehdytyksen lisäksi Rakennusteollisuus RT ry:n ePerehdytyspalvelu. Verkossa tehtävä ePerehdytys on lyhyt kurssi joka tulee suorittaa kerran vuodessa. Siinä opetetaan työmaan pelisäännöt yleisellä tasolla, jolloin työmaalla voidaan keskittyä kohteen erityispiirteisiin vaarojen ja vaadittavien toimintatapojen osalta. Edellämainittujen perehdytyksien lisäksi jokaisella työmaalla työskentelevältä vaaditaan työturvallisuuskortti.

Työmaan viikkotarkastus suoritettiin monien muiden työmaiden tapaan TR-mittauksilla. Mittauksessa käytettiin apuna älypuhelinta tai tablettia, joissa oli 10Pro-ohjelma ladattuna. Ohjelma antaa lisätä suoraan valokuvan puutteeseen, tai positiiviseen havaintoon. Mittauksen valmistuttua raportti (liite 4, 1–8.) tulostettiin ja vietiin jokaiseen sosiaalilaan sekä työmaatoimistoon, jotta mahdollisimman moni huomaisi sen. Tällä tavoin voi osittain huomaamatta viedä viestiä niistä pienimmistäkin työturvallisuuspuutteista ja kannustaa keskustelemaan virheistä kahvi- ja ruokatunneilla. 10Pro-ohjelmalla jokainen työmaalla käyvä, ohjelman tunnistetiedot saanut työntekijä voi halutessaan tehdä turvallisuushavainnot. Näitä havainnot vain työmaalta tuli kovin vähän.

Medisiina C:n muutostöiden luonteen takia työmaalla tuli ottaa huomioon myös käyttäjien työturvallisuus. Käyttäjillä on laboratoriotiloissa vetokaappeja, joissa saattaa olla terveydelle haitallisia, tai erittäin haitallisia aineita ja näiden kaappien ilmanvaihdon täytyi olla katkeamatonta. Tilaaja oli käyttäjän kanssa sopinut, että voimme tehdä kat-

koja talotekniikkaan yhden työviikon varoitusajalla, mutta poikkeuksen tähän kaikista vetokaappien toimintaa häiritsevistä katkoista tuli sopia käyttäjän tarpeiden mukaan. Joten oli selvää ettemme voineet aikatauluttaa töitä niiden luonnollisen suoritusahdin mukaisesti, vaan oli odotettava aina hetkeä jolloin saisimme katkon tehdä. Lisäksi hormityövaiheista tuli laatia erillinen suunnitelma, josta kävi ilmi tilat jotka poistuvat käytöstä, työmaa-alueet ja mahdolliset hätäpoistumistiet. (liite 5, 1–7.) Työmaa-alue rajasi hätäpoistumisteitä, joten sen rajaaminen oli tehtävä materiaalein jotka saisi hätätilan sattua avattua tai rikottua. Päädyimme käyttämään vetoketjuovia ja muoviseiniä, sillä niiden leikkaaminen veitsellä oli nopeaa mikäli tarve tulisi. Lisäksi hätäpoistumisteillä olevilla muoviseinillä oli varusteena mattoveitsi suojaamaan nopeaan avamiseen.

Hormin muutostöiden turvallisuussuunnittelu oli keskeisen tärkeää, sillä ilmanvaihdon katkeaminen suunnittelematta tai yllättäen oli vaarallista. Lisäksi työ piti sisällään myös normaalit työmaan vaaranpaikat. Purkutöissä suurimpina vaaratekijöinä oli purettavan rakenneosan tippuminen tai kaatuminen päälle, tippuminen alempaan kerrokseen ja asbesti ja muut haitta-aineet. Viimeiseksi mainitut asbesti ja muut haitta-aineet tulivatkin tutuksi purkutöitä tehdessämme.

Tilaaaja oli tehnyt kattavat haitta-ainekartoitukset ennen kohteen tarjouspyyntövaihetta. Tiedossa kuitenkin oli, että kiinteistöä oltiin remontoitu useaan otteeseen sieltä täältä, eikä näiltä osin ollut tiedossa esimerkiksi vuosilukuja, jolloin olisi voitu päätellä asbestin esiintyvyyden mahdollisuus. Toimivaksi osoittautunut käytäntö oli, että mikäli epäiltiin purkualueen sisältävän haitta-aineita, tai kesken purkutöiden materiaali vaihtui sellaiseksi, josta näytettä ei oltu otettu, niin työt keskeytettiin ja paikalle tilattiin haitta-ainekartoittaja.

### 3.4 Ajallinen suunnittelu

Medisiina A–C:n peruskorjauksessa yleisaikataulu (liite 1, 1–2.) ohjasi kaikkea toimintaa erityisen painavasti. Se oli yhdessä tilaajan sekä käyttäjän kanssa sovittu sellaiseksi, jotta käyttäjä pystyy järjestelemään oman toimintansa sen mukaisesti.

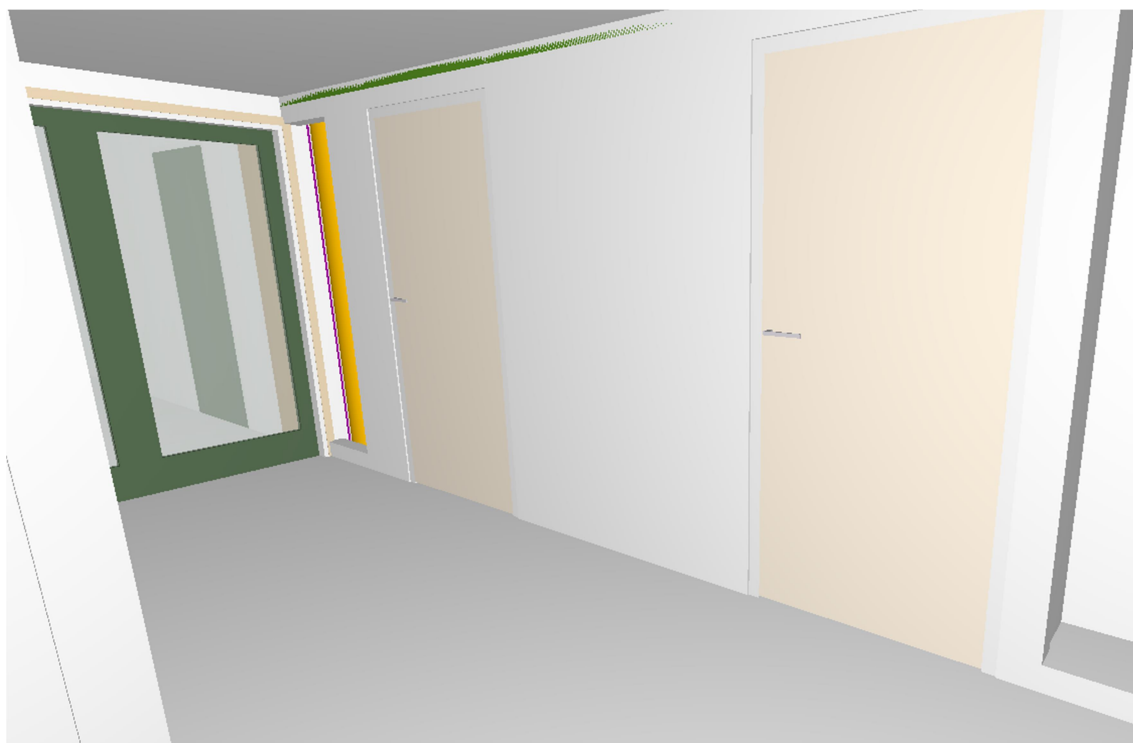
Hormimuutostöiden työvaihetta suunniteltaessa teimme tarkemman tahtiaikataulun, johon sisällytimme myös talotekniikan työtehtävät. Työvaiheen alkaessa kävi kuitenkin selväksi, että aiemmin mainittujen syiden takia aikataulu ei tule pitämään paikkaansa. Tehtävien siirtyminen haitta-ainelöydösten tai niiden epäilyn takia viivytti aikataulua ja

oman osansa aiheutti myös suunnitelmatilanne. Pidimme useita hätäpalavereita aikataulusta ja lopulta totesimme ettei tehtäviä voinut aikatauluttaa, niin tarkaksi kuin vaatimus oli, vaan oli varattava töille ylimääräistä aikaa runsaasti.

Työmaan edetessä aikataulu kehittyi, mutta kuvaavaa on se, miten aluksi neljään viikkoon tarkoitettu aikataulu venyi koko kesän yli myöhään syksyyn saakka kestäviksi laajoiksi muutostöiksi. Toteutuneesta aikataulusta (liite 6.) voidaankin todeta että vanhat rakennukset yllättävät vaativuudellaan monen kokeneenkin suunnittelijan sekä rakentajan. Uusi aikataulu laadittiin sekä tahtiaikatauluna, että jana-aikatauluna, jotta sen esittäminen tilaajalle ja käyttäjälle olisi helpompaa.

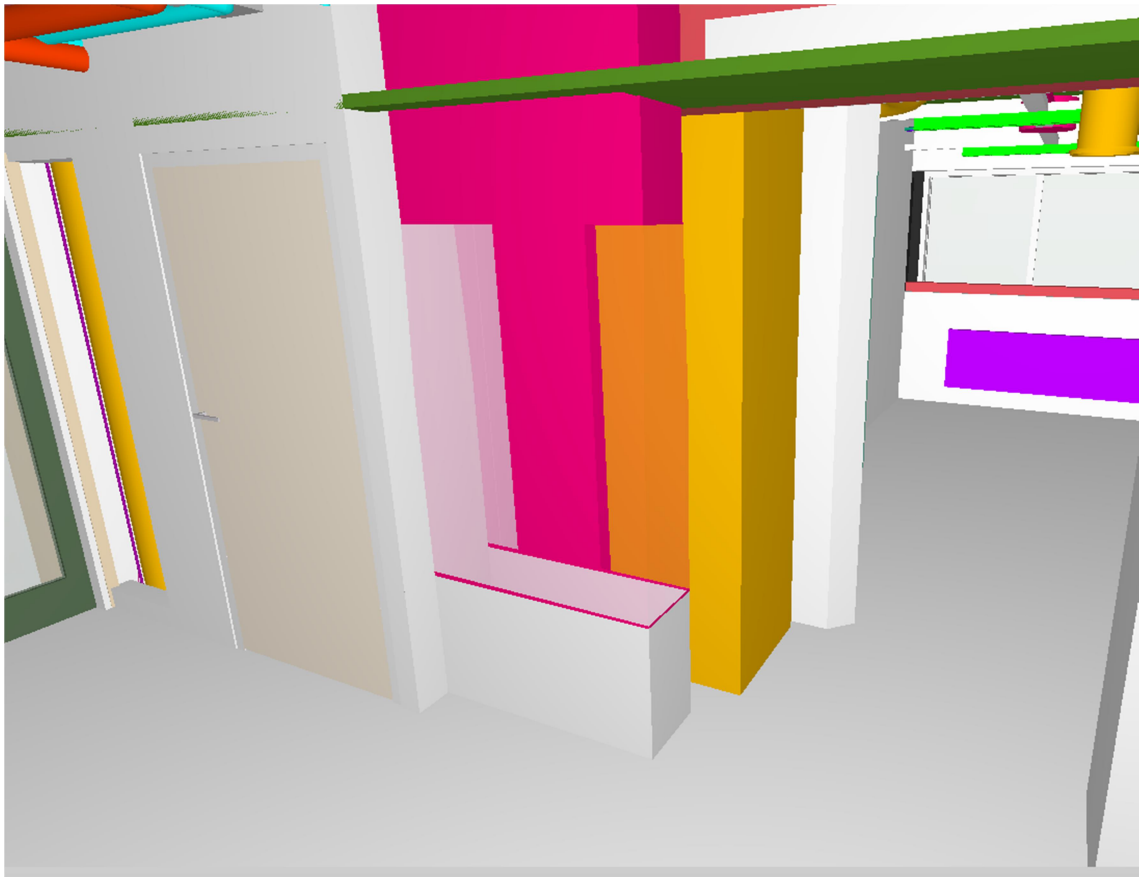
### 3.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa

Suomen yliopistokiinteistöillä on tarkoitus mallintaa kaikki kohteessa – myös vanhat kiinteistöt – BIM-tietomalleiksi. Tietomalli toimi työmaalla hyvin rakenne- ja arkkitehtisuunnittelun osalla, mutta talotekniikan mallintaminen osoittautui suunnittelijoille haastavaksi. Tähän suurinpana syynä voidaan pitää betonilaattojen sisällä olevaa tekniikka, josta ei kiinteistön iän vuoksi ollut kunnollisia dokumentteja.



Kuva 2. Kuvankaappaus seinästä Solibri-ohjelmalla.

Tietomallista on kuvassa 2. helppo havainnoida työn toivottu lopputulos sekä kuvassa 3. tarkastella asennettavaa tekniikkaa. Kuvassa 3. keltaisella ja purppuralla on esitetty uusia hormeja. Aina kuitenkin mallit tai suunnitelmat eivät pidä paikkaansa, erityisesti vanhoissa kiinteistöissä. Esimerkiksi hankkeen aikana paljastui sähköradan piirustuksista poikkeava sijainti, joka oli jätetty loppupiirustuksiin saattamatta. Tämä aiheutti hormimuutostöille ongelman, sillä radan paikalle oli suunniteltu pystyhormi, joka ei ilman vaativia muutostöitä muualta mahtuisi.



Kuva 3. Kuvankaappaus hormien rakenteesta seinässä Solibri-ohjelmalla.

Tietomallia apuna käyttäen voidaan myös tehtävien suoritusjärjestys, aikataulu ja tarvittavien materiaalien määrä tarkastaa, tai käyttää lähtötietona ja tarkastaa määrälaskelmista. Näitä tietoja apuna käyttäen voidaan saavuttaa suuria säästöjä niin aikataulussa kuin materiaalissakin. Medisiina C:n ollessa projektinjohtourakka näitä tietoja juuri ei voitu hyödyntää, sillä malli oli kesken projektinjohtourakan luonteen omaisesti. Suunnitelmia valmistui projektin edetessä suunnitelma-aikataulun mukaisesti, mutta niihin jouduttiin usein tekemään perustavanlaisia muutoksia suunnittelukokouksissa.

### 3.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus

#### 3.6.1 Hormien muutostyöt alkuperäisen aikataulun mukaisesti

Medisiina A–C peruskorjauksessa suurin tahdistava tekijä oli käyttäjien toiminnan ylläpito ja näin ollen talotekniikkakatkot vaikuttivat suuresti aikataulutukseen. Työvaiheen aloituskokouksessa läpi käytiin tarvittavat talotekniikka muutokset ja niiden tarvitsemat katkot sekä tuotiin ne käyttäjien tietoon hyvissä ajoin. Osa Turun yliopiston käyttämistä tutkimuslaitteista kuitenkin paljastui sellaisiksi jotka vaativat esimerkiksi jatkuvaa poistoilman toimintaa sekä tarvittavaa korvausilmaa poistolle tutkimusten ollessa käynnissä.

Tavoite taloteknisissä muutoksissa oli siis jakaa Medisiina C:n ilmanvaihtotekniikka käyttötarkoitusten mukaan kahteen lohkokon, toimisto-osaan sekä laboratorio-osaan. Nämä lohkot jaettiin kumpainenkin vielä kahteen hormiin joissa ilmanvaihtokanavat kulkevat, sillä tällöin huolto koskisi ainoastaan yhtä linjaa neljästä ja muut osat toimisivat normaalisti. Tämän lisäksi muutostöihin oli ryhdytty ilmanvaihtomäärien kasvattamiseksi kerroksissa, sillä vanhat kanavistot olivat mitoitettu uusia vaatimuksia paljon pienemmiksi sekä käyttäjien laboratoriotointia oli vuosien saatossa kasvanut merkittävästi.

Aikataulun jo töiden aloitusvaiheessa pettäessä jouduimme turvautumaan päivittäiseen työn edistymisen mukaan tapahtuvaan aikataulusuunnitteluun ja töiden yhteensovittamiseen. Lopulta suunnitelmien viivästyessä kriittisestä polusta, päätimme olla purkamatta kanavistoa hormeista alkuperäisten aikataulujen mukaan, vaan teimme ainoastaan hormit valmiiksi. Sähkö-, automaatio- ja putkityöt olivat hormimuutoksissa lähinnä kanaviston edestä pois siirtymisiä, jotka eivät itsessään muutamaa poikkeusta lukuunottamatta ongelmia aiheuttaneet.

#### 3.6.2 Kanaviston muutokset uudelleen suunniteltuina

Ilmanvaihtokanavointien muutostyöt käynnistyivät uudelleen suunniteltuina vasta kesällä 2020. Alkuperäisestä aikataulusta oltiin siis siirrytty liki puolella vuodella. Lisäksi suunnitelmien päivittyessä ja rakenteiden avauksissa kävi selväksi, että työ vaatii enemmän aikaa kuin yleisaikatauluun (liite 1, 1–2.) oli varattu. Myös Turun yliopiston

käyttäjät tuli ottaa huomioon, sillä hormien koko oli kasvanut ja heidän kalusteensa eivät soveltuneet tiloihin ilman niiden uudelleen järjestelyä.

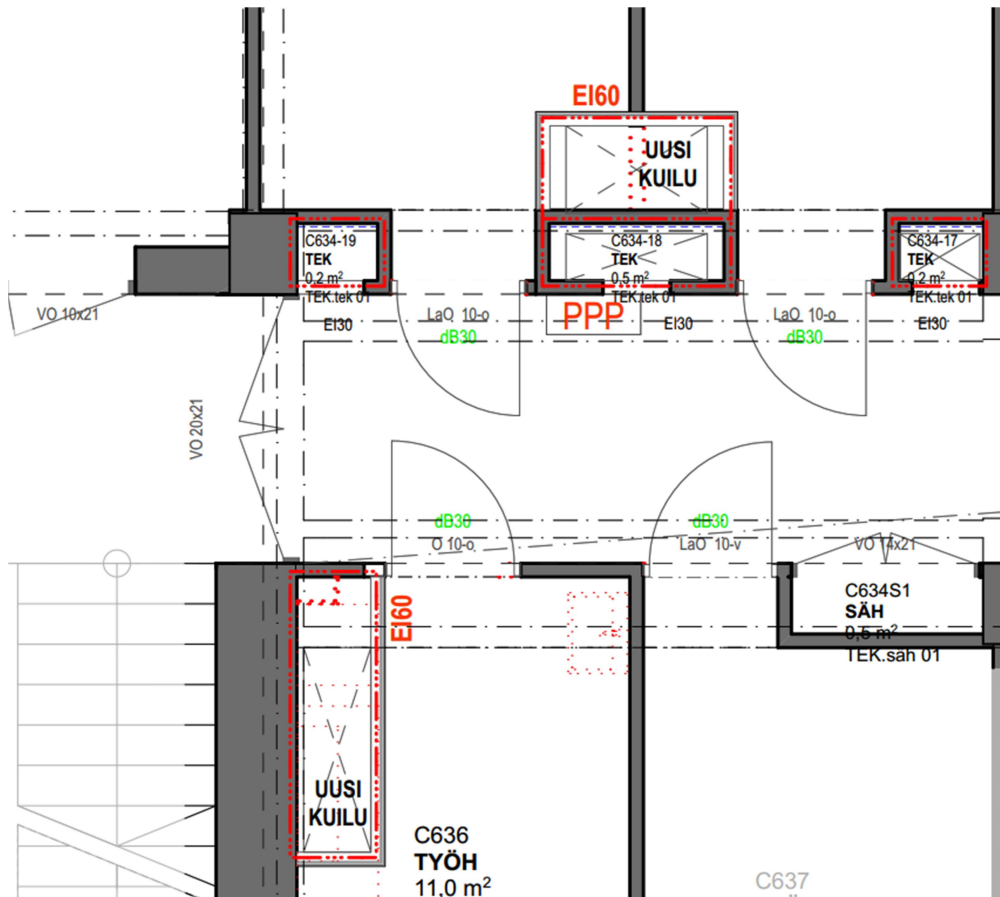
Hormimuutostöiden aikana olimme kaikkien talotekniikkaurakoitsijoiden sekä -suunnittelijoiden kanssa kokontuneet viikottain suunnittelemaan paikan päällä etene- mistä ja mahdollisia reittejä. Rakennesuunnittelija osallistui aina, kun kyse oli rakenteel- lisiin osiin kohdistuvista muutoksista. Arkkitehti osallistui vain, kun tilojen kokoon tai ulkonäköön tuli muutoksia. Useimpien muutoksien kohdalla työmaa laati alustavat suunnitelmat itse ja ne esiteltiin suunnittelijoille, jotka kommentoivat niitä ja hyväksyivät muutoksen tai kehittivät suunnitelmaa vastaamaan rakennusmääräyksiä. Ilman talo- tekniikkapalavereja hormimuutokset olisivat olleet lähes mahdotonta suorittaa siihen kuluneessa ajassa.

### 3.7 Tuotantotekniikka

Kappalleessa käsitellään hormimuutoksien toteutusta sekä paneudutaan siihen miten tulee toimia, kun aikataulu pettää työn hyvästä ennakkosuunnittelusta huolimatta.

#### 3.7.1 Hormien tuotantotekniikka yleisaikataulun mukaisesti

Medisina C:n hormimuutostöiden johtavan ajatuksena oli ilmanvaihdon yksinkertaista- minen ja ilmanvaihtokanavien ilmamäärien nosto. Laajennustyöt käsittivät vanhoista hormikuiluista neljä kappaletta. Kuilut kulkivat kerroksien kolme ja seitsemän, läpi päät- tyen ilmanvaihtokoneeseen ullakkotilassa. Kuvassa 4. näkyvät kaksi rakennuksen hormikuiluista joista kuvassa alempi oli kokonaan uusi ja ylempänä oleva vanhan laa- jennus.



Kuva 4. Arkkitehtisuunnitelma uusien hormien kohdalta kuudennen kerroksen käytävältä.

Hormitöiden tuotantotekniikka oli hyvin selkeää. Vanhan hormin purkutöiden jälkeen lattiaan tuli tehdä uusi aukko. Purkutöiden jälkeen tilat tuli siivota vastaamaan P1-luokitusta ja tämän jälkeen kanavapurkutyö sekä uuden kanavan asennus voi alkaa. Kun kaikki kanavoinnit oli asennettu niin hormit ummistettiin kipsilevyseinällä, joka täyttää palomääräykset.

Työt aloittaessamme purkuvaiheella ensimmäisenä purkuun otetun (kuva 4.) käytävän yläpuolella näkyvän uuden hormin betonilaatasta löytyi mahdolliste haitta-ainetta. Mustaa pikiliimaa paljastui pintalaatan pohjasta. (kuva 5.)



Kuva 5. Sahatun pintalaatan pikiliima

Liimassa on usein mukana asbestia tai muita haitta-aineita ja tästä syystä työt oli keskeytettävä ja liima tutkittava. Lattioiden haitta-ainekartoitus oli tehty eikä siinä ollut havaittu haitta-aineita, eikä raportissa ollut mainintaa myöskään mustan pikiliiman esiintymisestä. Aikataulun ollessa tiukka tulee tilaaja saattaa tietoiseksi löydöksestä ja töiden pysähtymisestä. Tilaajalle ilmoitettiin asiasta ja tilattiin haitta-ainekartoittaja ottamaan koepala. Koepalan analysoinnissa kestää aina useita arkipäiviä ja näin ollen päätettiin töitä jatkaa toisessa kerroksessa, josta ei haitta-aineita ollut tullut vastaan. Tilaajan kanssa oli urakkaneuvotteluissa sovittu, että haitta-ainelöydöksiensä kohdalla

urakka-aikaa voidaan pidentää, mikäli töiden valmistuminen estyy näistä johtuvista syistä. Haitta-aineraportti valmistui vasta seuraavalla työviikolla. Samaan aikaan saapui myös tieto siitä että kanavointeihin olisi tulossa perustavanlaisia muutoksia. Käyttäjälle luvattu aika oli jo miltein käytetty, joten päätöksiä työn loppuun saattamiseen tarvittiin kiireisesti.

Mikäli työmaalla kohdataan suuria ongelmia jotka käsittää koko hankkeen valmistumista, tulee urakoitsijan viipymättä ilmoittaa ongelmasta tilaajalle. Näin toimimmekin ja päätimme pitää asiasta ylimääräisen kokouksen. Kokoukseen kutsuttiin kaikki henkilöt jotka olivat kutsuttuina myös normaaleihin työmaakokouksiin. Kokouksen osallistujamäärä oli siis verrattain iso. Osallistujalistaan kuuluivat kaikki talotekniikkaurakoitsijat, suunnittelijat, käyttäjien yhteyshenkilöt ja tilaajaorganisaatio. Kokouksessa käsiteltiin esimerkiksi seuraavia asioita,

- voiko käyttäjä joustaa aikataulusta ja kuinka paljon
- saavatko suunnittelijat suunnitelmat valmiiksi ajoissa
- tuleeko eteen haitta-aineita myös seuraavissa hormeissa
- millaiset ovat ilmanvaihdon katkosten mahdollisuudet?

Kokouksessa päätettiin, että hormien reitit avataan valmiiksi ja ummistetaan väliaikaisesti siten, että sisälle jäävät vielä vanhat ilmanvaihtokanavat. Nämä vanhat kanavat tullaan vaihtamaan suunnitelmien valmistuessa sille tasolle, että työ on mahdollista toteuttaa. Lisäksi käyttäjällä ei ollut tiedossa myöskään heidän laboratorioissa tehtävien tutkimusten päättymispäivämäärä, joten todettiin käyttäjän selvittävän asian ja toimittavan tiedot hankkeen käyttöön. Näin lopulta töitä voitiin jatkaa eteenpäin. Tietenkin tämä tarkoitti kaikkien työsuunnitelmien ja aikataulujen uudelleen valmistusta

### 3.7.2 Töiden uudelleen suunnittelu ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka vaihtui huomattavasti uusien suunnitelmien tultua, sillä suunnitelmat vaativat lähes jokaisen rakenneosan seikkaperäistä uudelleen suunnittelua, sillä vaikka kanavakoot uusille kanaville oli määrätty, ei kanavointien reitit olleet selvät talon seitsemännen kerroksen ja ilmanvaihtokonehuoneen välissä uusien kanavakokojen johdosta. Aikataulussa (liite 3.) on esitetty uusi työaikataulu, jossa on otettu huomioon uudet suunnitelmat sekä kiinteistön käyttäjien sallimat katkot. Aikataulusta voidaan huomata työajan merkittävä kasvu. Lisäksi jo kerran sahattuja aukkoja tuli suurentaa

suunnitelmien viimeisimmän päivityksen mukaisesti. Kahta viimeistä hormia työstäessämme jouduimme huomaamaan, ettei kuvien mukaista betonipalkkia oltukaan jossain lukuisista peruskorjausta edeltäneissä muutostöissä asennettu ja nyt meidän tuli asentaa korvaava tuki. Edellämainitusta ja kanavatöiden villatilassa tarvitseman kasvaneen tilantarpeen johdosta jouduimme myös avaamaan vesikattoa jotta asennukset voitiin suorittaa.

Työt valmistuivat toteutuneen aikataulun (liite 6.) mukaisesti viimein 30.10.2020. Tällöin luovutettiin myös muut Medisiina C:n työmaa-alueet tilaajalle.

## 4 OMAN OSAAMISEN ARVIOINTI

### 4.1 Projektinjohtourakka

Projektinjohtourakka oli minulle entuudestaan jokseenkin vieras käsite, En ollut aivan varma mitä se piti sisällään ja millä tavoin vastuut jakautuvat normaaliin urakkaan verrattuna, mitkä ovat sopimussuhteet jne. Työmaan aikana koen kehittyneeni tämän urakkamuodon hallinnassa suuresti ja koenkin että tulevaisuudessa osaan hoitaa projektinjohtourakoitsijan vastuita ja velvollisuuksia niiden vaatimalla tavalla. Koen kuitenkin että kehittämisen tarvetta on suunnittelun ohjauksessa sekä suunnitelma-aikataulun luonnissa.

### 4.2 Tehtäväsuunnittelu

Työvaiheen tehtäväsuunnittelussa koen voivani kehittää omaa osaamistani arvioimalla taloteknisten töiden keston tarkemmin jo rakennustöitä suunnitellessani. On parempi arvioida työajat töiden osalta joista et ole varma jonkin verran suuremmiksi kuin oletat, jotta niille olisi varattu jo valmiiksi riittävästi aikaa. Valvojannan ja ohjauksen suhteen tulisi minun kehittää tarkastusten määrää ja olla ohjaamassa suoritettavia työtehtäviä enemmän. Usein kuitenkin isolla työmaalla ohjattavia on paljon. Täällä tulisi aika suunnitellusti kohdistaa keskeisimpiin työvaiheisiin.

### 4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työturvallisuussuunnittelu mielestäni onnistui hyvin. Koen kuitenkin että työturvallisuuden toteutusta voisin parantaa esimerkiksi palaverein, joissa aliurakoitsijoiden työnjohdon sekä omien työntekijöiden kanssa tarkastetaan työturvallisuutta heikentäneet asiat. Esimerkiksi kerran viikossa työmaan TR-mittauksen puutteiden tarkastelu aliurakoitsijoiden työnjohdon kanssa. Ympäristöturvallisuudessa koin ehkä tarvitseeni hieman kehitystä. Ympäristön turvallisuussunnitelmat, kuten hormimuutostöiden tiedote käyttäjille olisi mielestäni voinut olla hieman enemmän ohjeistava ja selkoa antava. Kuitenkin koen onnistuneeni tässä kohtuullisesti ja ympäristöön ei kohdistunut vaaroja tai tapahtunut läheltäpiti tilanteita töiden aikana.

#### 4.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Työmaan ajallinen suunnittelu petti täysin. Kuitenkin koen että se pääasiassa johtui yllättävistä eteen tulleista seikoista rakenteissa, suunnitelma muutoksista sekä käyttäjän asettamista tiukoista vaatimuksista aikataulua kohtaan. Uutena asiana minulle tuli tahtiaikataulu, jonka osaan nyt jo rakentaa toimivaksi ja selkeän näköiseksi esittää. Aikataulusuunnittelua tein varmasti prosentuaalisesti enemmän kuin yhdessäkään aikaisemmassa kohteessa. Koen kehittyneeni siinä ja moni työmaalla onkin todennut aikataulusuunnittelun olevan selkeä vahvuuteni.

Aikataulun valvonnassa koen onnistuneeni hyvin. Päivitin aikataulua joka ikinen päivä toteumilla ja olin muokannut lisäksi aikataulusta niin sanotun oman version, joka automaattisesti siirsi muita tehtäviä edellisten tehtävien toteumien mukaan. Näin ollen olin tilanteen tasalla ja pystyin ennustamaan aikataulua siinä määrin kuin se tässä kohteessa oli mahdollista.

#### 4.5 Tietomallin (BIM) hyödyntäminen tuotannossa

Tietomallia en aiemmin ollut käsitellyt joten siinä minulla oli paljon opettelua. Ohjelmat jolla tietomallia katsellaan olivat suhteellisen helppoja käyttää. Sen muokkausta tietenkään en suorittanut. Koin saaneeni tietomallista sen valmiusasteen huomioon ottaen irti sen minkä siitä irti pystyi saamaan. Tulevaisuudessa koen olevani valmiimpi käyttämään tietomallia seuraavissa kohteissa.

#### 4.6 Rakennus- ja talotekniikan yhteensovitus

Yhteensovituksessa koin haasteita, sillä tämän kohteen taloteknilliset haasteet olivat vaativia, enkä aina tahtonut pysyä mukana keskustelussa sillä termistö ei laitteineen ollut aivan tuttua. Kuitenkin työmaan kokeneena uskon jo osaavani ottaa talotekniset järjestelmät rakennustöissä paremmin huomioon. Mielestäni jokaisella korjaustyömaalla tulisi olla erikseen talotekniikkapalaverit ja aionkin ottaa tämän omaan ammatilliseen työkalupakkiini jatkossa. Rakennusalan työnjohtajan ei täydy tietää kaikkea talotekniikka-alalta, vaan sitä varten on talotekniikkaurakoitsijoiden työnjohto.

#### 4.7 Tuotantotekniikka

Tuotantotekniikassa koen tarvitsevani vielä kehitystä. Tuotanto, jossa suunnitelmat ovat selvät käy minulta hyvin, mutten läheskään aina osaa kehittää suunnitelmia siten, että työvaiheet olisivat helpompia tai halvempia toteuttaa. Uskon kuitenkin tämän taidon kehittyvän työkokemuksen mukana. Kohteen vaativuuden huomioon ottaen selviydin kuitenkin mielestäni tästäkin hyvin ja tämä kohde vaati minua kehittymään tuotantotekniikan osalta.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli käsitellä hormimuutostöiden tuotannon johtoa käytössä olevassa rakennuksessa työnjohtajan tai vastaan työnjohtajan näkökulmasta sekä tuoda esiin mahdollisia ongelmia, joita kiinteistön samanaikainen käyttö aiheuttaa. Opinnäytetyö on suunnattu hormimuutostöihin ryhtyvälle rakennusliikkeelle tai valvojalle kuvaukseksi siitä, minkälaisia ongelmia saattaa esiintyä kiinteistön ollessa samanaikaisesti käytössä.

Työssä pyrin tuomaan ilmi pääosan niin sanotuista vaaran paikoista, jotta muutostöiden tilaaja ja muutostöitä toteuttamaan ryhtyvä urakoitsija voisivat arvioida tuotantotansa uudelleen ja punnita riskit sekä varautua niihin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että hormimuutostöiden aikataulu- ja tehtäväsuunnittelu on riskialtista ilman hyväksytyjä suunnitelmia. Mikäli näin kuitenkin päätetään toimia, tulee varautua aikataulu- ja kustannusnousuihin riittävällä tavalla.

Teoriaosuuden tiedot perustuvat pääosin Rakennustieto Oy:n tietokannan ohjekortteihin ja oppaisiin. Työn käytännön osuudessa tarkastellaan teoriaosuuden soveltamista käytännössä Lujatalo Oy:n työmaalla. Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Lujatalo Oy:lle.

Opinnäytetyötä tehdessäni toimin Lujatalo Oy:n työmaalla työnjohtana. Haluankin kiittää kohteen vastaavaa työnjohtajaa Jari Yli-Lassilaa opinnäytetyössä antamastaan tuesta sekä työpäällikkö Juha Mannista opinnäytetyön suorituksen mahdollistamisesta.

## LÄHTEET

- Construction Manager's BIM Handbook 2016. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons
- Kolhonen, R. & Koskenvesa, A. 2004. Talotekniikan aikataulutus. 491-497. Saatavilla <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040504.pdf>
- LVI 05-10417. 2007. Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennusten ilmanvaihto 1978. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: Sisäasiainministeriö.
- Ratu 1207-S. 2004. Rakentamisen tehtäväsuunnittelun esimerkkejä. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6028. 2016. Aikataulukirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11223. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Toteutusmuodot. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 103017. 2018. Projektinjohtourakkasopimuksen laatiminen tavoite- ja kattohinnalla. Talonrakennustyö. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 16-10906. 2007. Projektinjohtourakkasopimuksen laatiminen, talonrakennustyö. Helsinki: Rakennustieto Oy
- Tapaturmavakuutuskeskus 2021. Työtaturmavakuutus numeroina 2019. Viitattu 28.7.2021. Saatavilla <https://www.tvk.fi/document/172687/5A3029A1720AC8F37C459993C576A6662EC7F4886220D644CEBCC5BBF0EEAB5F>.
- Työturvallisuuslaki 738/2002. Annettu Naantalissa 13.8.2021. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Ulkoilmavirran mitoituskäsi 2018. Helsinki: Ympäristöministeriö <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Annettu Helsingissä 26.3.2009. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>

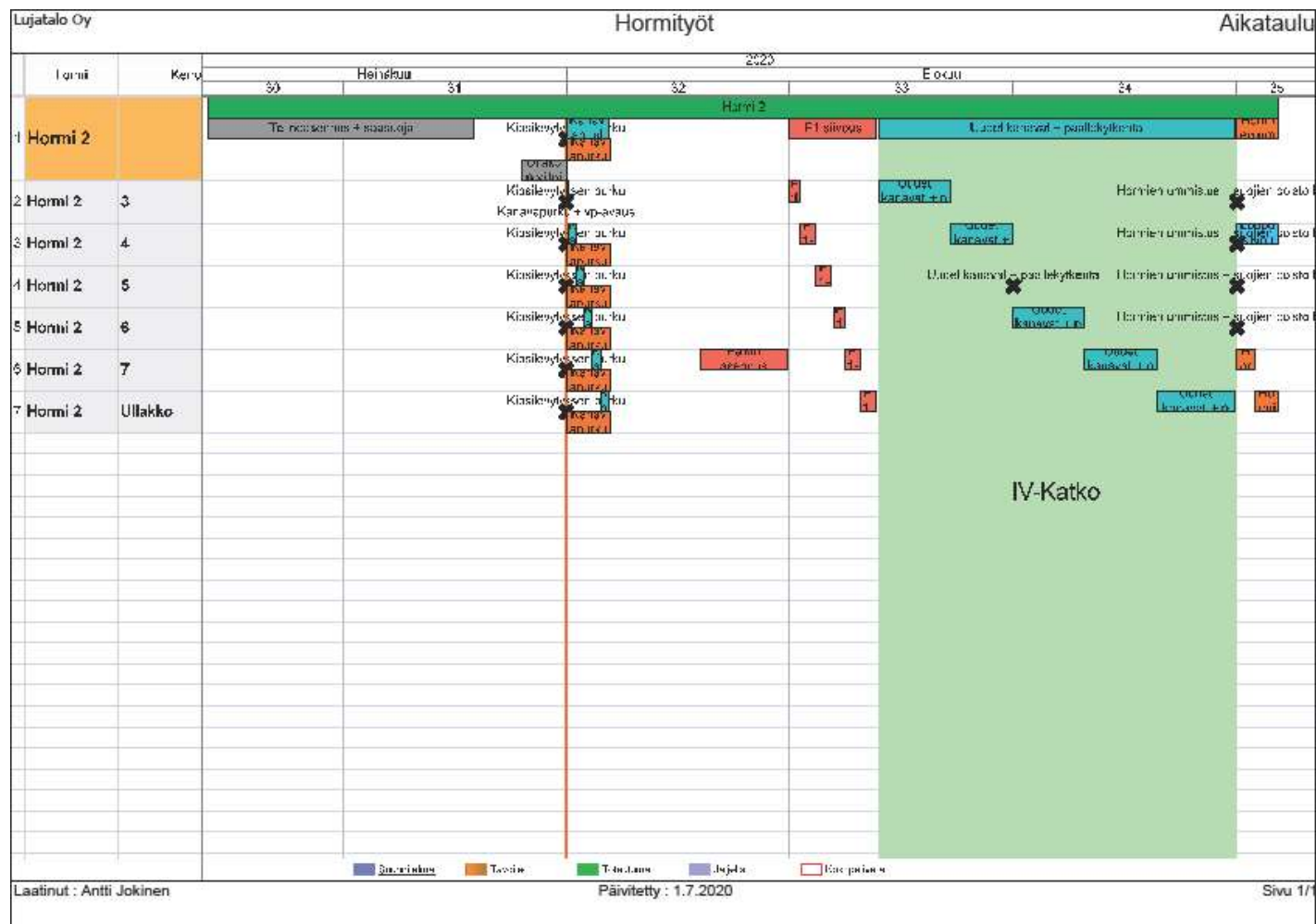








# Tahtiaikataulu



## TR-raportti



Sivu 1 / 8

TR-MITTAUSPÖYTÄKIRJA

<b>Työmaan nimi</b> Medisiina A-C peruskorjaus	<b>Työmaan numero</b> 19049
---	--------------------------------

1. Työskentely	46		2		2	
	-		-			
2. Telineet, kulkusillat ja tikkaat	58		1		1	
	-		-			
3. Koneet ja välineet	16		0		0	
	-		-			
4. Putoamissuojaus	5		0		0	
	-		-			
5. Sähkö ja valaistus	5		0		0	
	-		-			
6A. Järjestys ja jätehuolto	66		3		3	
	-		-			
6B. Pölyisyys	52		1		1	
	-		-			

TR-TASO	30.10.2020	97.25 %
---------	------------	---------

Manu Suominen

Työnantajan edustaja

Työntekijöiden edustaja

## 1. Työskentely

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> C3	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Ei silmäsuojaimia	
<b>Muu, mikä</b>	
<b>Vastuhenkilö</b> paivi.heiskanen@poistoa.fi	

## 1. Työskentely

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> B4	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Ei silmäsuojaimia	
<b>Muu, mikä</b> vuokratyö henkilö	
<b>Vastuhenkilö</b> antti.jokinen@luja.fi	

## 2. Telineet, kulkusillat ja tikkaat

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> c3	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Määräystenvastainen työtaso	
<b>Muu, mikä</b> alapalkit puuttuvat	
<b>Vastuhenkilö</b> pasi@saumalaakso.fi	

## 6A. Järjestys ja jätahuolto

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> C7	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Jäteastia täynnä	
<b>Muu, mikä</b>	
<b>Vastuhenkilö</b> antti.jokinen@luja.fi	

## 6A. Järjestys ja jätahuolto

 Korjattava asia Positiivinen havainto

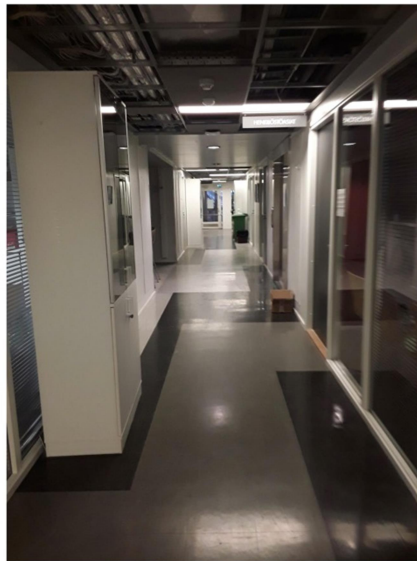
<b>Sijainti</b> C4	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Jätettä tai ylimääräistä tavaraa	
<b>Muu, mikä</b> hissin edusta	
<b>Vastuhenkilö</b> antti.jokinen@luja.fi	

## 6A. Järjestys ja jätehuolto

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> piha	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Jätettä tai ylimääräistä tavaraa	
<b>Muu, mikä</b>	
<b>Vastuhenkilö</b> manu.suominen@luja.fi	

## 6B. Pölyisyys

 Korjattava asia Positiivinen havainto

<b>Sijainti</b> C7	<b>Korjausaikaa (pv)</b>
<b>Kuvaus havainnosta ja vaadittu korjaus</b>	
Työvaiheeseen kuulumatonta näkyvää pölyä	
<b>Muu, mikä käytävä</b>	
<b>Vastuhenkilö</b> antti.jokinen@luja.fi	

# Tiedote hormitöistä käyttäjille



Turku  
Jokinen Antti

Hormimuutostöistä johtuvat  
käyttökätkot tiloissa

2020-02-20

1/7

## HORMIMUUTOSTÖIDEN AIHEUTTAMAT KATKOT TILOJEN KÄYTÖSSÄ

Alkavien hormimuutostöiden johdosta, joudumme poistamaan muutamia tiloja väliaikaisesti käytöstä.

Alla olevilla kuvilla pyrimme tuomaan ilmi tilojen käyttökätkot, sekä ajan jolloin tila on pois käytöstä.

Ilmanvaihto ei ole tuota aikaa pois käytöstä, vaan tämä suunnitelma koskee koko työvaiheesta aiheutuvaa haittaa tilojen käytössä.

Käytävän läpikulun katkaisevat suojaseinät varustamme vetoketjuovin, jotta onnettomuustilanteessa on mahdollisuus poistua rakennuksen molemmista päistä. Lisäksi varustamme suojaseinät selkeillä pelastustieopasteilla.

Kuviin merkattu hätäpoistumistiet merkintöineen **punaisella viivalla**.

Jokaisessa suojaseinien muodostamassa työmaa-alueessamme tiedotamme myös työn arvioidusta kestopista, sekä vaikutusalueesta. Lisäksi varustamme ne kyltein ”työmaa-alue, pääsy kielletty”

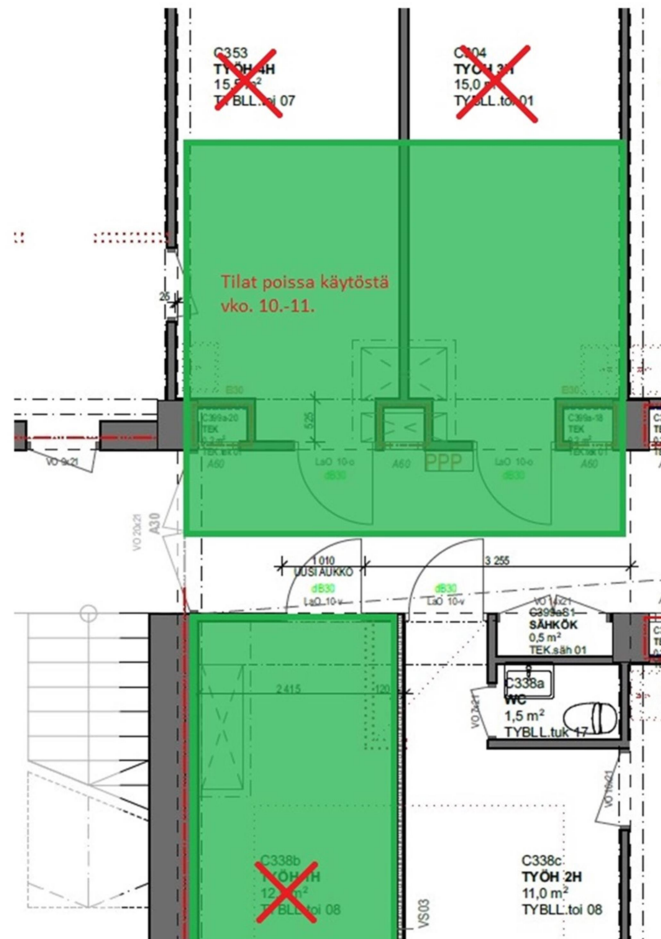
---

Turun toimisto  
Kauppiaskatu 11 E  
20100 TURKU  
Puh.

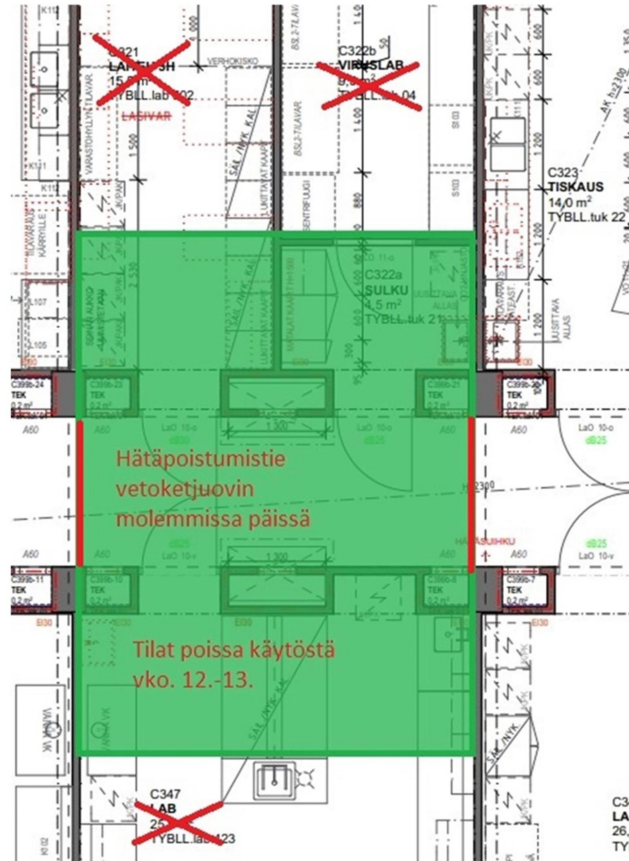
Pääkonttori  
Sokerilinnantie 11 B  
02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi

### 3.krs

#### Länsipääty


 Turun toimisto  
 Kauppiaskatu 11 E  
 20100 TURKU  
 Puh.

 Pääkonttori  
 Sokerilinnantie 11 B  
 02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
 Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
 Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi

**Kerroksen keskikohta**


Kuvassa hätäpoistumistie merkattu **punaisella** viivalla

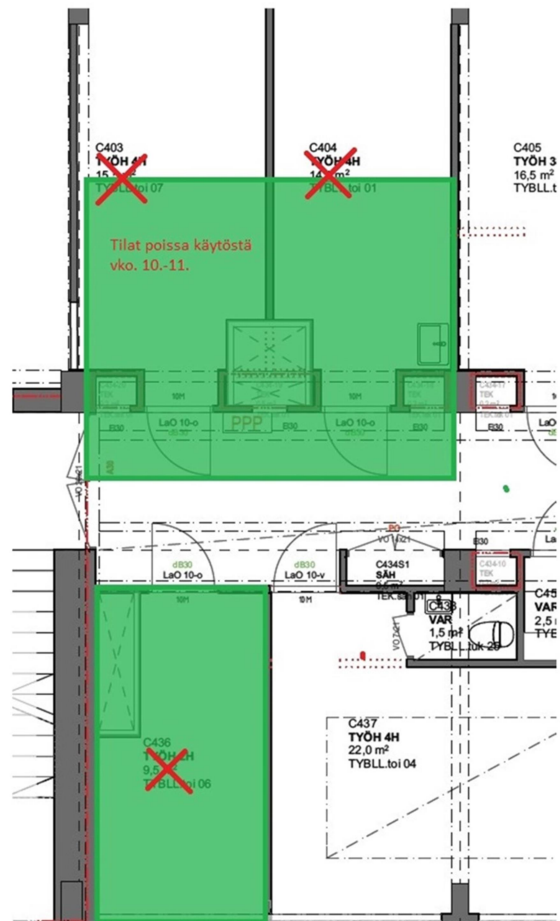
**Hätäpoistumistie merkitään suojaseinään selkein merkinnöin**

Turun toimisto  
 Kauppiaskatu 11 E  
 20100 TURKU  
 Puh.

Pääkonttori  
 Sokerilinnantie 11 B  
 02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
 Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
 Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi

## 4.krs

### Länsipääty

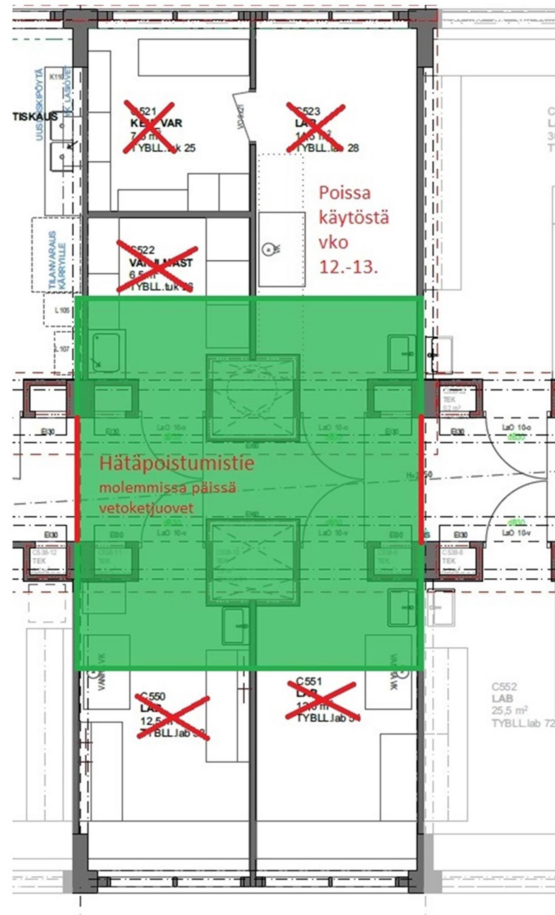

 Turun toimisto  
 Kauppiaskatu 11 E  
 20100 TURKU  
 Puh.

 Pääkonttori  
 Sokerilinnantie 11 B  
 02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
 Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
 Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi



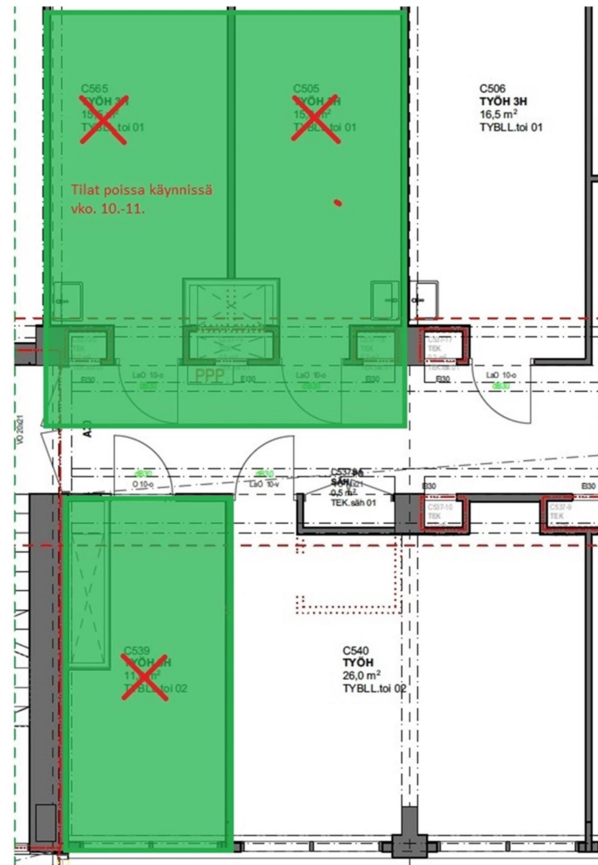
## 5.krs

### Länsipääty



Turun toimisto  
 Kauppiaskatu 11 E  
 20100 TURKU  
 Puh.

Pääkonttori  
 Sokerilinnantie 11 B  
 02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
 Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
 Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi

**Kerroksen keskikohta**


Kuvassa hätäpoistumistie merkattu **punaisella** viivalla

**Hätäpoistumistie merkitään suojaseinään selkein merkinnöin**

Turun toimisto  
 Kauppiaskatu 11 E  
 20100 TURKU  
 Puh.

Pääkonttori  
 Sokerilinnantie 11 B  
 02600 ESPOO Y-tunnus 0172688-2  
 Puh. 020 789 5111 Kotipaikka Kuopio  
 Fax 020 789 5139 www.lujatalo.fi

# Toteutunut aikataulu

