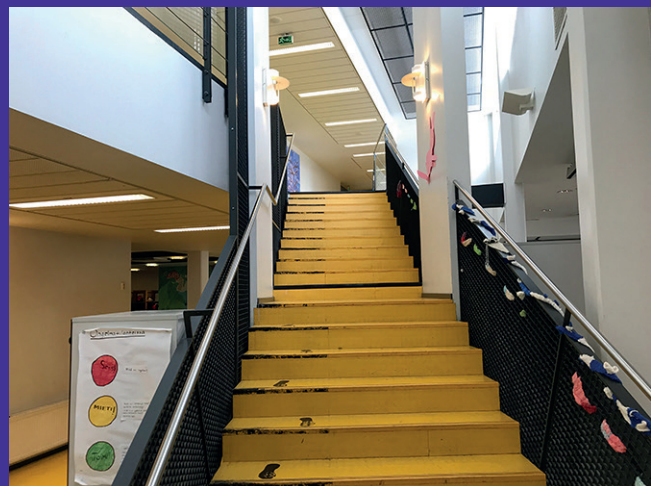


Ulrika Uotila  
Arto Saari  
Juha-Matti Junnonen

# Vaativan korjaushankkeen riskien ja epävarmuuksien hallinta hankesuunnitteluvaiheessa

*Vaativien korjaushankkeiden johtaminen  
-tutkimuksen osaraportti 3*



ULRIKA UOTILA, ARTO SAARI & JUHA-MATTI JUNNONEN  
**Vaativan korjaushankkeen riskien ja epävarmuuksien hallinta  
hankesuunnitteluvaiheessa**

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 3

Copyright ©2019 tekijät

ISBN 978-952-03-1135-3 (painettu)

ISBN 978-952-03-1136-0 (verkkojulkaisu)

ISSN 2669-8803 (painettu)

ISSN 2669-8838 (verkkojulkaisu)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1136-0>

PunaMusta Oy – Yliopistopaino

Tampere 2019

## TIIVISTELMÄ

VAATIVAN KORJAUSHANKKEEN RISKIEN JA EPÄVARMUUKSIEN HALLINTA HANKESUUNNITTELUVAIHEESSA. VAATIVIEN KORJAUSHANKKEIDEN JOHTAMINEN -TUTKIMUKSEN OSARAPORTTI 3. Tampereen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio. Rakennustuotanto ja –talous. Raportti. 73 sivua.

Avainsanat: korjausrakentaminen, hankesuunnittelu, riski, riskien hallinta, epävarmuus, sisäilmaongelma

Tässä tutkimuksessa on selvitetty Vantaan Jokiniemen yhtenäiskoulun hankesuunnitteluvaiheessa havaittuja riskejä ja epävarmuuksia sekä haasteita. Jokiniemen yhtenäiskoulu koostuu kolmesta erillisestä rakennuksesta, jotka on rakennettu eri aikaan. Varhaisin rakennus, niin sanottu Tiilitalo, on rakennettu vuonna 1955, niin sanottu Valkoinen talo on rakennettu vuonna 1997 ja Paviljonkirakennus on rakennettu vuonna 2001. Erityisesti valkoisessa talossa monet käyttäjät ovat ilmoittaneet saaneensa oireita, joiden epäillään olevan peräisin sisäilmasta. Valkoisen talon tiloissa toimii päiväkotiki, johon kohdistuu merkittäviä laajennustarpeita. Lisäksi koulun oppilasmäärä vähitellen kasvaa ja koulussa toimivan valmistuskeittiön tuottamia ateriamääriä pitäisi kasvattaa. Myös uusi oppimisympäristö on otettava huomioon hankesuunnittelussa. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena ja tiedonkeruumenetelmänä käytettiin osallistuvaa havainnointia.

Hankesuunnittelun alkuvaiheessa keskityttiin rakennusten kunnan tutkimiseen ja loppuvaiheessa suunnittelijat laativat luonnoksia Valkoisen talon laajennuksesta sekä Tiilitalon tilamuutoksista. Suuri haaste hankkeessa on sijoittaa päiväkodin laajentuvat tilat, koulun tilat sekä laajentuva valmistuskeittiö ahtaalle kampusalueelle. Merkittävä riski hankkeessa on sisäilmaongelmien jatkuminen Valkoisessa talossa juuri tehdyistä sisäilmakorjauksista huolimatta. Tätä riskiä voidaan pienentää tekemällä vain vähäisiä tilallisia muutoksia Valkoisen talon tiloihin ja sijoittamalla kalliimpia tiloja laajennusosaan. Joka tapauksessa Valkoisen talon korjausten vaikutusten seuranta ja rakennuksen huolellinen ylläpito ja huolto on tärkeää. Tiilitalon peruskorjaus on suunniteltu toteutettavaksi myöhemmin, mutta erityisesti Tiilitalon tuleva ilmanvaihtoratkaisu vaikuttaa merkittävästi tilojen käyttäjämääriin, minkä vuoksi tiilitalon korjausta ja tulevia tilaratkaisuja oli syytä pohtia jo tässä vaiheessa.

Tutkimuksen perusteella voidaan hahmottaa seuraavat vaativan korjaushankkeen hankesuunnittelua koskevat periaatteet: 1) Hankesuunnitelma ja hankeselvitys on syytä eriyttää. Hankeselvityksen avulla varmistetaan riittävät selvitykset ja tutkimukset, ja siten luodaan hankesuunnitelman laadinnan edellytykset; 2) Korjaushankkeissa luoteenomaista on hankkeen iteroitavuus ja vaiheittaisuus. On oltava mahdollisuus palata aiempiin vaiheisiin, mikäli havaitaan tietojen olevan puutteellisia tai paikkansapitämättömiä tai hankkeen tavoitteet muuttuvat; 3) Huolelliset kuntotutkimukset ja suunnittelu vaativat riittävästi aikaa; 4) Tilavaatimukset ja tilatarpeet on mahdollista tyydyttää useilla vaihtoehtoisilla suunnitteluratkaisuilla. Täten vaihtoehtojen kehittäminen ja huolellinen tarkastelu on keskeistä; 5) Tulee kiinnittää huomio yksityiskohtiin, mutta johtaa hankesuunnittelua kokonaisuutena. Konsultteja ja suunnittelijoita tulee määrätietoisesti ohjata kohti tavoitetta.

## ALKUSANAT

Tutkimuksen lähtökohta oli, että isoissa ja vaativissa korjaushankkeissa ei suunnittelu- vaiheessa arvioida tai suunnitella hankkeen tuotantoa riittävästi. Sen johdosta käynnistettiin vuoden 2017 alussa *Vaativien korjaushankkeiden johtaminen* –tutkimus, jonka tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä ottaa rakennustuotantotekninen näkökulma huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimuksen toteuttaa Tampereen yliopiston rakennetun ympäristön tiedekunnan rakentamistalouden tutkimusryhmä professori Arto Saaren johdolla.

Tämä tutkimusraportti (osaraportti 3) käsittelee hankesuunnittelua. Tutkimusryhmä osallistui rakennuttajan tukena pilottikohteenä olleen vaativan koulukorjaushankkeen hankesuunnitteluun. Pilottikohteenä oli Jokiniemen yhtenäiskoulu Vantaalla. Tutkimuksen aikana tutkimusryhmä osallistui kohdekäynteihin ja kokouksiin, joissa suunniteltiin kohteeseen tehtäviä kunto- ym. selvityksiä. Samoin tutkijat osallistuivat käyttäjäkokouksiin ja hankesuunnittelukokouksiin. Tämän osatutkimuksen tutkimusryhmään ovat kuuluneet professori Arto Saari, TkL, KTM Juha-Matti Junnonen ja tohtorikoulutettava Ulrika Uotila.

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen –tutkimus on tehty seuraavien organisaatioiden rahoituksella (suluissa ohjausryhmän jäsenet ja varajäsenet):

- Espoon kaupunki, Tilapalvelut liikelaitos, Rakennuttaminen (Vesa Pyy, Kimmo Martinsen)
- Helsingin kaupunki, tilakeskus (Sari Hilden, Jarmo Raveala, Risto Mykkänen, Jarmo Lainejoki)
- Helsingin yliopisto (Teppo Salmikivi - ohjausryhmän puheenjohtaja, Jaana Ihalainen)
- Lahden Tilakeskus (Leena Pirttilä, Sari Honkanen)
- Senaatti-kiinteistöt (Jonni Laitto)
- Vantaan kaupunki (Pekka Wallenius)
- Consti Yhtiöt Oyj (Juha Salminen, Jukka Mäkinen)
- Fira Oy (Pekka Sipponen, Juhani Töllä)
- NCC Suomi Oy (Vesa Ahlroos, Teemu Tynkkynen)
- A-Insinöörit Suunnittelu Oy (Seppo Raiski, Mikko Tarri)
- Granlund Oy (Kari Kaleva, Jukka Tyni)
- Ramboll Finland Oy (Jarkko Heinonen, Sami Suomela)

Tutkijat kiittävät kaikkia hankesuunnittelukokouksiin osallistuneita henkilöitä erityisesti Lars Ollonqvistiä, Katri Ollia, Marko Björkrothia, Lari Eskolaa, Jenni Malista, Tiina Palviaista ja Markku Vaaraa. Lisäksi tutkijat kiittävät tutkimuksen ohjausryhmää asiantuntevista kommentteista.

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksesta on aiemmin julkaistu seuraavat tutkimusraportit:

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.

Vaahtera, A-J., Saari, A., Junnonen, J-M., 2018. Korjaushankkeen epävarmuuden hallinta suunnitteluvaiheessa: Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 2. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio, Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 25.

Tutkimuksesta julkaistaan myös tutkimustulokset yhteen vetävä julkaisu.

23.5.2019

Arto Saari

Professori, tutkimuksen vastuullinen johtaja

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tausta .....	1
1.2	Tavoite.....	5
2.	SISÄILMAONGELMAISEN RAKENNUKSEN KORJAUSHANKE .....	6
2.1	Hankesuunnittelun tavoite.....	6
2.2	Riskien hallinta hankesuunnitteluvaiheessa .....	6
2.3	Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushankkeen vaiheet .....	7
2.3.1	Lähtötietojen selvittäminen sisäilmaongelmaisessa rakennuksessa	8
2.3.2	Kuntotutkimusten tilaaminen .....	10
2.3.3	Korjaussuunnittelu .....	13
2.3.4	Korjauksen toteutus.....	14
2.3.5	Korjausten onnistumisen seuranta .....	14
2.3.6	Viestintä .....	15
3.	TUTKIMUKSEN SUORITUS .....	16
3.1	Tutkimuskohde.....	16
3.1.1	Valkoisen talon korjaukset 2018-2019 .....	21
3.2	Tutkimuksen kulku.....	25
3.3	Tutkimusaineisto .....	26
4.	HANKESUUNNITTELUN ETENEMINEN .....	28
4.1	Lähtötiedot – vanhat kuntotutkimukset ja -selvitykset .....	28
4.1.1	Rakennuksissa koetut sisäilmaoireet.....	30
4.1.2	Täydentävien kuntotutkimusten tilaaminen ja sisältö.....	30
4.2	Valkoisen talon lähtötietoihin ja rakennukseen liittyvät havainnot .....	31
4.2.1	Valkoisen talon mikrobit.....	31
4.2.2	Valkoisen talon teknisiin ominaisuuksiin liittyvät havainnot .....	32
4.2.3	Valkoisen talon kattoon liittyvät havainnot .....	33
4.2.4	Valkoisen talon viemäreihin liittyvät havainnot .....	35
4.2.5	Valkoisen talon alapohjan kosteus ja maaperä .....	35
4.2.6	Valkoisen talon ilmanvaihto .....	38
4.2.7	Valkoisen talon uusimpiin korjauksiin liittyvät riskit.....	38
4.3	Tiilitalon lähtötiedot ja havainnot .....	40
4.3.1	Tiilitalon ulkoseinät .....	40
4.3.2	Tiilitalon haitta-aineet .....	41
4.3.3	Tiilitalon kellarin käyttöön liittyvät havainnot .....	41
4.3.4	Tiilitalon välipohjiin ja yläpohjaan liittyvät havainnot.....	43
4.3.5	Tiilitalon LVI-tekniikka.....	44
4.4	Suunnittelussa huomioitavat asiat .....	44
4.4.1	Tulevaisuuden tilatarpeisiin ja –vaatimukseen liittyvät epävarmuudet 44	
4.4.2	Rakennusten tilatehokkuus ja tilojen käyttö .....	45

4.4.3	Muuntojoustavuus.....	47
4.4.4	Päiväkodin tilatarpeet.....	47
4.4.5	Piha-alueeseen liittyvät asiat.....	48
4.4.6	Keittiön ja ruokasalin vaihtoehtoiset ratkaisut.....	49
4.4.7	Rakennusten mittatiedot.....	51
4.5	Uudisosan vaihtoehdot.....	51
4.6	Tiilitalon vaihtoehdot.....	53
4.6.1	Tiilitalon ilmanvaihtovaihtoehdot ja niiden vaikutukset.....	58
5.	PROJEKTIN AIKANA HAVAITTUJA HAASTEITA.....	62
5.1	Organisaatorakenteen aiheuttamat haasteet.....	62
5.2	Eri tarpeiden huomioiminen.....	63
5.3	Toteutusmuodon valinnan haasteet.....	63
5.4	Kaavoitukseen liittyvät haasteet.....	66
5.5	Tehtyjen korjausten vaikutusten tunnistaminen ja selvittäminen.....	66
5.6	Riski sisäilmaongelmien jatkumisesta korjaamisen jälkeen.....	66
5.7	Aikataululliset haasteet.....	67
5.8	Hankesuunnittelukokousten jälkeen saatu tieto tiilitalon käyttäjien oireilusta	68
6.	YHTEENVETO.....	69
	LÄHTEET.....	71



# 1. JOHDANTO

Julkisten rakennusten sisäilmaongelmat ja niiden korjaamiseen liittyvät haasteet ovat olleet viime aikoina näkyvästi esillä. Lukuisissa koulussa ja muissa kuntien hallinnoimissa rakennuksissa on raportoitu sisäilmaoireista, eikä tiloissa tehty korjaukset ole parantaneet tilannetta. Lisäksi joissakin tapauksissa vanhoihin terveisiin koulurakennuksiin tehdyt korjaustoimenpiteet ovat aiheuttaneet uusia sisäilmaongelmia.

Tässä tutkimuksessa paneudutaan kolmesta koulurakennuksesta koostuvan yhtenäiskoulun hankesuunnitteluvaiheessa esiin nousseisiin riskeihin, epävarmuuksiin ja mahdollisuuksiin. Kouluun kohdistuu laajennustarpeita, ja yhdessä rakennuksista on todettu merkittäviä sisäilmaongelmia. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, ja tutkijat osallistuivat aktiivisesti hankesuunnitteluvaiheen kokouksiin.

Tämä tutkimus on kolmas vaihe Vaativien korjaushankkeiden johtaminen –projektia. Ensimmäinen osa käsitteli vaativien korjaushankkeiden ongelmia ja niiden syitä sekä mahdollisuuksia ongelmiin varautumiseen ja ennaltaehkäisyyn hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tutkimustulosten pohjalta kehitettiin toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa (Aalto, T. et al. 2017). Toinen osa oli pilottitutkimus, jossa selvitettiin vaativan korjaushankkeen suunnitteluvaiheen epävarmuuksia ja riskejä (Vaahtera, A-J. et al. 2018).

## 1.1 Tausta

Kuntasektorin omistuksessa on erittäin suuri kiinteistökanta, ja sen laajuus on yhteensä noin 35 miljoonaa neliötä (Taulukko 1). Suurin osa kuntasektorin omistamista kiinteistöistä on rakennettu ennen 1990-luvun alkua ja tämä suuri kiinteistömassa on jo peruskorjauksessa. Onkin arvioitu, että kuntien kiinteistöjen korjausvelan määrä on noin 3 miljardia euroa, vaikkakin korjausvelan määrästä on esitetty useita arvioita.

**Taulukko 1. Kuntien omistamat rakennukset ja niiden kerrosalat (muokattu lähteestä Korhonen et al., 2018)**

Omistajana kunta	Rakennukset				Kerrosala		
	Kaikki	Kerrosala tiedossa	Kerrosala ei tiedossa	Kerrosala ei tiedossa	Tiedossa	Tiedossa	Korjattu
	kpl	kpl	kpl	%	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /rakennus	m <sup>2</sup>
10 Asuinrakennukset	9 106	8 744	362	4,0	3 482 372	398	3 626 361
20 Hoitorakennukset	2545	2 454	91	3,6	4 143 131	1 688	4 296 675
23 Lasten päiväkodit	2163	2 102	61	2,8	1 545 293	735	1 590 137
30 Toimistorakennukset	1 355	1 293	62	4,6	1 914 984	1 481	2 007 017
40 Kokoontumisrakennukset	3 778	3 521	257	6,8	2 690 634	764	2 886 954
44 Jäähallit	90	88	2	2,2	373 445	4 244	381 932
45 Uimahallit	96	95	1	1,0	303 766	3 198	306 908
51 Peruskoulut ja lukiot	4 154	4 001	153	3,7	8 810 367	2 202	9 147 417
52 Ammatilliset oppilaitokset	395	383	12	3,0	1 291 278	3 371	1 331 758
53 Muut opetusrakennukset	621	611	10	1,6	656 669	1 075	667 416
60 Varastorakennukset	2 331	2 061	270	11,6	1 384 342	1 092	1 565 876
70 Liikenteen rakennukset	1 149	1 041	108	9,4	760 666	731	839 982
90 Muut rakennukset	19 029	15 833	3 196	16,8	5 396 120	341	6 484 015
<b>Yhteensä</b>	<b>46 812</b>	<b>42 227</b>	<b>4 585</b>	<b>9,8</b>	<b>32 753 067</b>	<b>776</b>	<b>35 132 448</b>

Tämä raportti kohdentuu koulurakennusten korjaamisen ongelmiin. Koulujen peruskorjausten tekeminen on varsin haasteellista, sillä peruskorjausta ei ole mahdollista tehdä kuin koulujen loma-aikoina. Sen vuoksi kouluihin tehdyt korjaukset ovat yleensä olleet pieniä vuosikorjauksia, joilla koulua on niin sanotusti tekoengitetty vuosikausia odottaen mahdollisuutta laajempaan peruskorjaukseen. Tällöin koulurakennus voi näyttää siistiltä, vaikka tekniikka ja tietyt rakennusosat alkavat olla jo elinkaarensa lopussa. Usein myöskään kunnilla ei ole väistötiloja, joihin opetustyö voitaisiin korjaustöiden ajaksi siirtää, mikä myös viivästyttää korjausten tekemistä. Lisäksi määrärahojen riittämättömyys on keskeinen syy monien koulurakennusten korjaamisen lykkäämiseen. Joskus on ollut myös pelkona korjausten alle joutuvan koulun lakkauttaminen, minkä vuoksi hanketta on haluttu siirtää. Nämä ovat olleet ja ovat edelleen vaikeita poliittisen päätöksenteon kohteita.

Nykyään riskirakenteiksi tunnistetut rakenneratkaisut ovat yleisiä vanhassa rakennuskannassa. Riskirakenteiden yleisyys liittyy sekä rakenteiden vaurioherkkyyteen että teknisen käyttöiän pituuteen. Rakennusten korjaamiselle on tyypillistä korjaamisen aloittamisen venyttäminen liian pitkään. Usein niihin ryhdytään vasta, kun jokin rakennusosa vaurioituu silmin nähden tai rakenteiden ja järjestelmien sisällä tapahtuu jotain, yleensä vuoto, joka laukaisee ihmisten oireilun tai epäviihtyvyyden. Siksi rakenteen vaurioituminen etenee usein niin pitkälle, että rakenteita joudutaan purkamaan laajasti vaurioiden poistamiseksi. Tämä johtaa tyypillisesti korkeisiin korjauskustannuksiin. Monet sisäilmakorjaukset ovat myös epäonnistuneet.

Tämä rakennusten ja rakennusosien teknisen käyttöiän loppuminen saattaa johtaa kosteus- ja homevaurioihin sekä sisäilmaongelmiin. Kosteus- ja homevauriot sekä niiden aiheuttamat ongelmat ovat Suomessa hyvin yleisiä, sillä esimerkiksi yli puolessa Suomen

koulurakennuksista on arvioitu esiintyvän lieviä kosteusvaurioita. Kosteus- ja homevaurioista aiheutuvien kustannusten arviointi on hyvin vaikeaa, mutta Holmijoki (2017) on arvioinut, että pelkästään perusopetuksen tiloista aiheutuvien terveyshaittoihin liittyvä osuus käyttäjien terveyskuluista on todennäköisesti välillä 26,3...87,8 milj. €. Tämä vastaa 10,3...34,4 %:a peruskoulurakennusten vuotuisista investoinneista.

Kunnat ja kunnalliset päätöksentekijät ovat vaikeuksissa yrittäessään selvittää ongelmien syitä ja pyrkiessään priorisoimaan korjauskohteita tilanteessa, jossa vaaditaan pikaisia toimia, mutta tietoa rakennuksen sisäilmaongelmien syistä ja yleensäkin sisäilman laadun yhteyksistä terveyteen on niukasti.

Korjaushankkeen kustannukset riippuvat merkittävästi tehtävän korjauksen laajuudesta ja korjausasteesta. Vauriot voivat esiintyä paikallisesti pelkästään jonkin tietyn tilan tai rakenteen kohdalla, kuten pesutilojen tai ikkunapellityksien. Toisaalta vauriot voivat olla laajempia koko rakennusta koskevia. Korjausaste voi vaihdella kevyestä korjauksesta, jossa uusitaan pinnoitteita, aina erittäin raskaaseen korjaukseen, jossa uusitaan jopa rakennuksen runkorakenteita ja kaikki talotekniset järjestelmät.

Toinen korjaushankkeen kustannuksiin vaikuttava tekijä on käyttäjän asettamat vaatimukset tilojen koolle ja laatutasolle. Käyttäjän asettamat vaatimukset tilojen laatutasolle yleensä kasvavat ajan mittaan ja vaurioita korjattaessa parannetaan myös tilojen laatutasoa vastaamaan paremmin käyttäjän vaatimuksia. Esimerkiksi usein korjausten yhteydessä parannetaan ilmanvaihdon tasoa alkuperäisestä. Käyttäjien asettamat vaatimukset tilojen laatutasolle voivat kuitenkin johtaa myös teknisesti kunnossa olevien rakenteiden uusimiseen.

Kolmas korjaushankkeen kustannuksiin vaikuttava tekijä on käytön edellyttämät toiminnalliset muutokset. Kouluissa esimerkiksi korjaushankkeen yhteydessä voidaan muuttaa tilajärjestelyjä tukemaan uudenlaista oppimiskäsityksen edellyttämiä oppimisympäristöjä. Tällöin väistämättä kajotaan rakenteisiin, jotka ovat teknisesti kunnossa mutta jotka joudutaan muuttamaan uusien tilaratkaisuiden takia.

Korjaushankkeen kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi siis seuraavat seikat (Saari, A., 1998):

- Tilojen toiminnalliset vaatimukset ja tilaohjelma
- Korjattavan rakennuksen ominaispiirteet, koko, sijainti ja kulttuurihistorialliset arvot
- Korjattavan rakennuksen ja sen järjestelmien kunto
- Valittu laatutaso
- Suhdannevaihtelut
- Hankkeen toteutustapa

Hankkeen kustannuksia voidaan hallita paremmin, jos edellä mainitut seikat otetaan hankkeen alkuvaiheessa huomioon, valinnat tehdään tarkoituksenmukaisesti, ja ymmärretään valintojen aiheuttamat kustannusvaikutukset. Korkeita korjauskustannuksia syntyy usein muun muassa tilanteissa, joissa uusi tilaohjelma poikkeaa merkittävästi entisestä tai sopii huonosti olemassa olevaan rakennukseen. Tällöin korjaukset aiheuttavat muutoksia monesti väliseinien lisäksi tilojen muihin pintoihin ja rakenteisiin sekä järjestelmiin, muun muassa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan. (Saari, A., 1998)

Rakennusten sisäilmaongelmien kokonaisvaltainen hallinta edellyttää työkaluja ja käytäntöjä rakennusten ylläpitoon, valvontatyöhön ja ongelmien selvittelyyn. Sisäilmaongelmien tunnistaminen, syiden löytäminen ja ongelmien asianmukainen hoitaminen vaativat myös monipuolista asiantuntemusta ja erityisosaamista. Lisäksi sisäilmaongelmien havaitsemiseen ja hallintaan on olemassa ohjeita ja toimintamalleja.

Rakennuksen korjaamista ja mahdollisia korjaustapoja mietittäessä tulee rakennuksen nykynto tuntea riittävän hyvin. Rakennuksen kunnon arvioinnin tulee olla asteittain tarkentuvaa. Ensimmäisessä vaiheessa arvioidaan kohteessa esiintyviä riskirakenteita ja suoritetaan vauriokatselmus, jossa pyritään etsimään merkkejä mahdollisista vaurioista aistinvaraisin menetelmin. Katselmuksessa tarkastetaan kaikki tilat: sisätilojen lisäksi on tarkastettava ryömintätilat, ullakkotilat, vesikatto sekä ulkoseinät. Ennen korjausten suunnittelun aloittamista tulisi lisäksi suorittaa kattava kuntotutkimus, jotta saataisiin mahdollisimman tarkka kuva esiintyvistä vaurioista. Tehtyjen havaintojen ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden perusteella päätetään jatkotutkimustarpeesta. Jos kohteessa esiintyy viitteitä mahdollisista kosteusvaurioista, kannattaa kuntotutkimuksessa keskittyä rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden selvittämiseen.

Mikäli kuntotutkimuksessa on käynyt selvästi ilmi, että kohteessa tarvitaan mittavia korjaustoimenpiteitä, ei tarkempia tutkimuksia yleensä tarvita. Toisaalta mitä enemmän kohteen rakenteita ja järjestelmiä ollaan jättämässä ennalleen, sitä tarkemmin tulee selvittää niiden kunto. Jos joitakin rakennusosia aiotaan jättää korjaamatta, tulisi arvioida, muodostaako rakennusosan heikko kunto merkittävää riskiä rakennuksen äkilliselle vaurioitumiselle. Erityisen riskialttiita rakennusosia ovat yläpohjarakenteet, maanvastaiset rakenteet, ulkoseinärakenteet ja niiden liitokset, märkätilojen rakenteet sekä vesi- ja viemärijärjestelmät. Näiden rakennusosien huono kunto voi aiheuttaa rakennuksen hyvin nopean vaurioitumisen. Riskialttiiden rakennusosien kunto tulisikin tutkia aina rakennuksen korjaustarvetta arvioitaessa ja korjata rakennusosa, jos sen kunto on lähellä teknisen käyttöön loppua.

## 1.2 Tavoite

Tämän raportin tavoitteena on tuoda esille pilottikorjaushankkeessa havaittuja tekijöitä, jotka vaikuttava korjaushankkeen läpivientiin ja suunnitteluun. Korjaushankkeessa tutkimusryhmä osallistui rakennuttajan tukena ja kommentoijana kuntotutkimuksiin ja korjaushankkeen sekä uusien tilojen suunnitteluun sekä korjaustoimenpiteiden määrittelyyn.

Toisaalta tämä raportin tavoite on myös tuoda esiin niitä tekijöitä, joita korjaushankkeeseen osallistuvien on otettava huomion, ja tarkastella niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat päätöksentekoon epävarmuuden vallitessa. Näitä tekijöitä ei välttämättä tunnusteta usein paineellisessa päätöksenteossa, jolloin päätöksentekoon kytkeytyvät tekijät vaikuttavat enemmän taka-alla, eikä niiden vaikutuksia tunnusteta eikä tunnusteta. Tämä on usein tilanne, kun kyse on home- ja kosteusvaurioituneesta kohteesta, jolloin päätöksentekijään kohdistuu huomattava paine, niin oman organisaation ulkopuolelta kuin myös organisaation sisäpuolelta. Lisäksi epävarmuutta aiheuttaa useat eri tekijät, jotka kaikki heijastuvat hektiseen toimintaan.

## 2. SISÄILMAONGELMAISEN RAKENNUKSEN KORJAUSHANKE

Korjaushankkeiden hankesuunnittelussa on tyypillisesti uudishankkeiden hankesuunnittelua enemmän reunaehtoja, jotka pitää suunnittelussa huomioida. Olemassa oleva rakennus ja sen kunto sekä tontti luovat yhdessä lähtökodit suunnittelulle.

### 2.1 Hankesuunnittelun tavoite

Hankesuunnitteluvaiheessa määritetään tavoitteet rakennushankkeen laajuudelle, toimivuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoitukselle ja ylläpidolle, ja sen lähtökohtana on hyväksyty tarveselvitys. Vaiheen tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta, ja mikäli hanketta päätetään jatkaa, vaihe päättyy investointipäätökseen. (RT 10-11284; Kankainen & Junnonen 2015)

Hankesuunnitteluvaiheen alussa hankitaan tarvittavat resurssit ja asiantuntijat hankkeen läpiviintiin. Hankesuunnitteluvaihe käynnistetään määrittelemällä hankesuunnittelulle tavoitteet, tehtävät ja aikataulu. Korjaushankkeessa määritellään korjaustoimenpiteet, ja korjausasteet sekä selvitetään suojelumääräykset. Myös vaihtoehtoisten rakentamiskojojen juridinen rakennettavuus kuten kaava ja rasitteet selvitetään. Lisäksi teetetään tarvittavat kuntotutkimukset ja kuntoarviot ja selvitetään rakennuksessa mahdollisesti olevat terveydelle haitalliset aineet kuten asbesti. (Kankainen & Junnonen 2015; RT 10-11284)

Hankkeen edetessä tarkistetaan toiminnan kuvaus ja tavoitteet ja asetetaan taloudelliset tavoitteet ja puitteet. Lisäksi tehdään selvitys työturvallisuuteen liittyvistä toimista. Hankesuunnitteluvaiheessa myös määritetään hankkeen läpiviennille asetettavat tavoitteet kuten aikataulu ja toteutustapa, lisäksi selvitetään tarvittavat väliaikaistilat. Ennen investointipäätöstä laaditaan vielä hankkeen budjetti ja kootaan laaditut selvitykset ja tutkimukset yhteen. Julkisissa hankkeissa on monesti myös päätettävä tarjoajien soveltuvuusvaatimuksista sekä tarjousten valinta- ja vertailuperusteista. (RT 10-11284)

### 2.2 Riskien hallinta hankesuunnitteluvaiheessa

Korjaushankkeissa riskejä saattaa aiheuttaa muun muassa riittämättömät tai virheelliset lähtötiedot, vanhojen rakenteiden kunto, käytetyt rakennusmateriaalit ja rakenteiden vauriot. Lisäksi riskejä monesti aiheuttaa hankkeen puutteellinen johtaminen ja tiedonhallinnan epäonnistuminen, epäonnistuneet avainhenkilövalinnat, epäonnistunut yhteistoi-  
minta, rakennus- tai projektisuunnitelmien keskeneräisyys tai virheellisyys, epäonnistunut hankkeen osittelu, epäonnistunut kustannusriskien jako, sopimustekniikan puutteet,

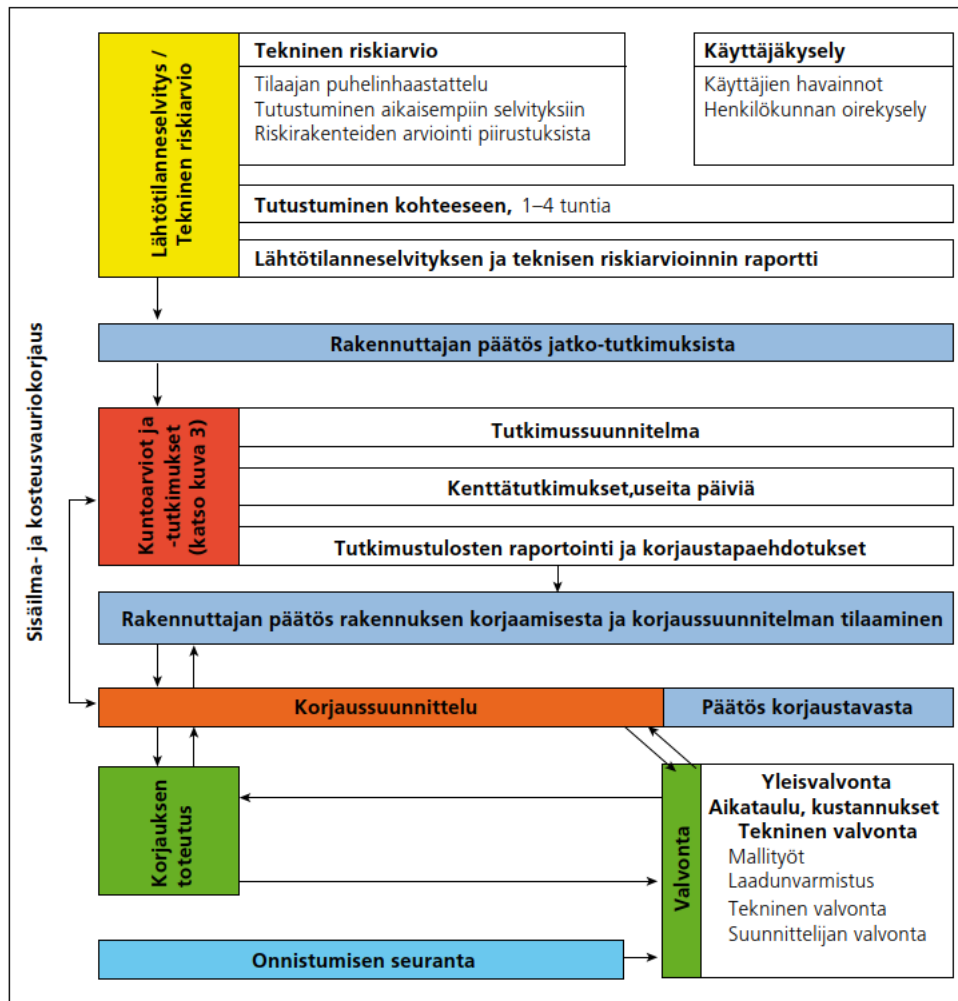
aikatauluhallinnan puutteet, käyttäjämuutokset ja puutteelliset käyttäjätiedot sekä kaavoitukseen ja rakennuslupiin liittyvät epävarmuudet. (RT 10-11255) Riskejä voi aiheuttaa hankkeen toteutus tai ominaisuudet.

Riskienhallinta voidaan kuvata prosessina, jonka avulla voidaan torjua hanketta koskevia riskejä ja minimoida niistä aiheutuvia haittoja (RT-11255). Riskienhallinnalla pyritään selvittämään säännöllisesti tekijöitä, jotka voivat estää hankkeen tavoitteiden saavuttamisen ja pyritään poistamaan tai pienentämään tunnistettuja tekijöitä ennaltaehkäisevästi. Riskienhallintaan voidaan laskea kuuluvan myös riskien todennäköisyyksien ja vaikutusten arviointi eli riskianalyysi sekä vastatoimien valitseminen ja toteuttaminen (RT-11255). Riskejä voidaan pyrkiä hallitsemaan muun muassa riskikarttojen, riskimatriisien, riskitarkastelujen ja –listojen, riskiprofiilien, kysymysmenettelyjen, kompetenssien analyysien, sopimustekniikan sekä kustannus- ja aikataulusimulointien avulla. Lisäksi riskejä voidaan tunnistaa kokemustiedon ja asiantuntijuuden sekä tarkastus- ja muistilistojen avulla. Kaikkien hankkeen osapuolien tulisi sitoutua riskien hallintaan ja sen tulisi olla osa projektinjohdon jatkuvia tehtäviä ja toimintatapoja (RT-11255). Selkeissä sopimuksissa osapuolten vastuualueet ja vastuualueen riskit on kuvattu tarkasti ja osapuolet varautuvat riskeihin paremmin. Erityisesti hankkeen alkuvaiheessa on tärkeää tunnistaa seurausiltaan vakavat riskit ja niiden todennäköisyydet, jotta niihin voidaan kiinnittää huomiota ja vaikuttaa jo hyvissä ajoin. (RT-11255)

Korjaushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa riskejä tarkastellaan erityisesti esiselvitysten ja tavoitteiden muodostamisen ja arvioinnin jälkeen (RT-11255). Hankkeen käynnistyessä tulisi laatia projektisuunnitelma, johon on koottu hankkeen ennakoitavat ja arvioitavissa olevat riskit ja niihin varautumisen (Saastamoinen, O., 2005). Valittavalla toteutusmuodolla pystytään vaikuttamaan hankkeen ajallisiin, taloudellisiin ja laadullisiin riskeihin.

### **2.3 Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushankkeen vaiheet**

Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushanke etenee vaiheittain. Ensin selvitetään lähtötilanne ja toteutetaan kuntotutkimukset, joiden perusteella tehdään korjaustapaehdotukset. Tämän jälkeen tehdään mahdollisesti vielä täydentäviä tutkimuksia ja tarkempi korjaussuunnittelu ennen korjausten suorittamista. Korjausten onnistumista selvitetään jälki-seurannan avulla. Korjaushankkeen tyypillinen eteneminen on esitetty Kuvassa 1.



**Kuva 1.** Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushankkeen eteneminen. (Asikainen, V., 2008)

Sisäilmaongelmien syiden selvittäminen, korjausten suunnittelu ja korjausten toteutus vaativat erityisosaamista. Sisäilmaongelmaa ei pystytä aina aistein havaitsemaan, vaan se voidaan huomata esimerkiksi käyttäjän oireilun kautta (Meklin et al., 2007; Kosteus- ja hometalkoot, 2016). Yleisimpiä syitä sisäilmaoireille on rakenteiden kosteusvauriot ja niitä seurannut mikrobikasvusto. Myös puutteellinen ilmanvaihto ja materiaalipäästöt aiheuttavat paljon sisäilmaoireita.

### 2.3.1 Lähtötietojen selvittäminen sisäilmaongelmaisessa rakennuksessa

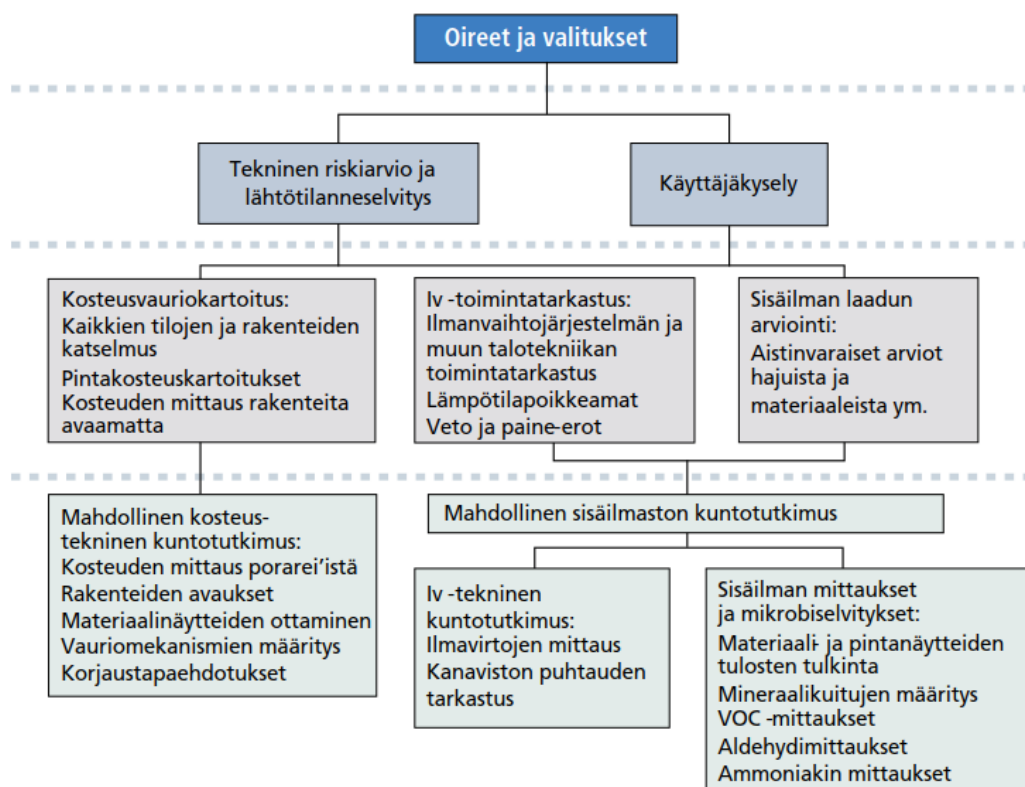
Sisäilmaongelman selvittäminen alkaa lähtötietojen kartoituksella. Ensin selvitetään käyttäjillä olleita oireita, sekä heidän ja huoltohenkilökunnan sisäilmaongelmiin liittyviä havaintoja. Lisäksi kerätään tietoa rakennuksesta muun muassa kohteessa aiemmin tehdyistä selvityksistä ja kuntotutkimuksista sekä korjaushistoriasta. Kerättyjen tietojen pe-



rusteella voidaan päätellä lisätutkimusten tarpeista. Monesti sisäilmaongelman yhteydessä rakennuksessa on tarpeen tehdä kuntotutkimuksia, joilla pyritään keräämään luotettavaa tietoa kohteesta. Kuntotutkimuksen lähtökohtana voi olla myös tiedossa oleva kosteusvaurio tai tuleva korjaus.

Käyttäjille suunnatut kyselyt ovat tärkeitä työkaluja ongelmien selvittämiseen. Käyttäjäkyselyiden avulla pyritään paikallistamaan ongelmaa sekä rajaamaan tutkittavaa aluetta. Kyselyillä voidaan selvittää muun muassa käyttäjien havaintoja hajuista, lämpötiloista, vedosta tai mahdollisista kosteusvaurioista. Sisäilmakyselyillä pyritään selvittämään sisäilmaongelman olemassaoloa ja vakavuutta sekä kyselyllä voidaan seurata myös korjausten vaikutuksia. (Sisäilmayhdistys, 2010) Sisäilmakyselyiden avulla voidaan selvittää käyttäjien oireita sekä sitä, missä osissa rakennusta oireita esiintyy. Oirekysely on yksilöidyn tapa selvittää käyttäjien kokemia oireita. Oirekyselyiden avulla selvitetään liittyvätkö käyttäjien kokemat oireet rakennukseen, vai voiko oireiden syynä olla sairaus.

Kuvassa 2 on esitetty koulurakennuksen sisäilmaproessin vaiheet oireista ja valituksista käyttäjäkyselyihin ja tekniseen riskiarviointiin päättyen mahdolliseen sisäilmaston kuntotutkimukseen.

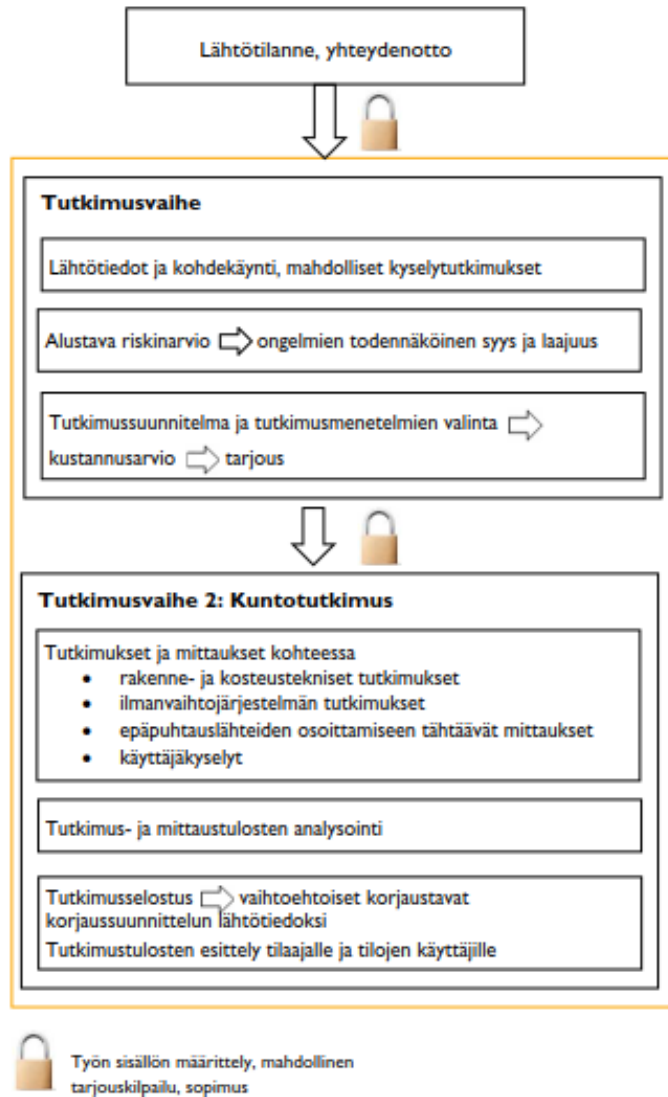


**Kuva 2.** Sisäilmaongelmaisen koulun tutkimisen ja arvioinnin vaiheet. (Asikainen, V., 2008)

### 2.3.2 Kuntotutkimusten tilaaminen

Kun rakennuksessa on ilmennyt sisäilmaoireita, mutta selvää vikaa tai syytä oireille ei löydetä, on käynnistettävä kuntotutkimukset syiden selvittämiseksi. Lähtötietojen selvittämisen jälkeen tehdään tutkimussuunnitelma, jonka pohjalta kuntotutkimukset kilpailutetaan. Tutkimussuunnitelmaa voidaan päivittää vielä myöhemmin valittujen kuntotutkijoiden kanssa. Tutkimusten tulee kattaa kaikki kosteus- ja homevaurion syiden ja laajuuden selvittämisen kannalta oleelliset toimenpiteet ja tutkimusmenetelmät (Pitkäranta, M., 2016). Kuntotutkimuksia kilpailutettaessa oleellista on kiinnittää huomiota tarjoajan pätevyyteen, kokemuksiin ja referensseihin, malliraportteihin, käytävissä olevaan tutkimuskalustoon sekä toimituskykyyn (Kosteus- ja hometalkoot, 2016). Mikäli kilpailutusta ei käytetä, tilaajan kutsuma kuntotutkija voi arvioida kuntotutkimuksen laajuutta ja tutkimussuunnitelman sisältöä kohdekäynnin tai keskustelun perusteella (Pitkäranta, M., 2016).

Yleensä kosteus- ja sisäilmaoireiden tutkimus perustuu rakennuksen tekniseen tutkimukseen ja sisältää selvityksiä ja tutkimusta rakenteiden toteutuksesta ja kunnosta, pintakosteuskartoituksia, kosteusmittauksia, rakenteiden tiiviiden selvittämistä ja sisäilmaolosuhdeiden ja mahdollisten epäpuhtauksien mittauksia. Kuntotutkimukset voidaan toteuttaa myös vaiheittain niin, että ensin tutkitaan todennäköisimmät ongelmakohdat. Tutkimuksia voidaan tämän jälkeen tarkentaa, mikäli syitä ongelmille ei löydetty (Pitkäranta, M., 2016). Kuvassa 3 on esitetty tyypillisen sisäilmaongelmaisen rakennuksen kuntotutkimuksen vaiheet ja eteneminen.



**Kuva 3.** Sisäilmaongelmaisen rakennuksen kuntotutkimuksen eteneminen (Pitkäranta, M., 2016).

Tutkimuksen etenemisen vaiheita ovat lähtötietojen kokoaminen, alustava riskiarvio, tutkimussuunnitelma ja tutkimusmenetelmien valinta, kustannusarvio ja tarjous. Kuntotutkimusvaihe muodostuu mittauksista ja tutkimuksista kohteessa, tutkimusten ja tulosten analysoinnista, tutkimusselostuksen ja vaihtoehtoisten korjaustapojen laatimisesta sekä tulosten esittelystä tilaajalle ja tilojen käyttäjille.

### Lähtötiedot

Kuntotutkimuksen lähtötietoja ovat kaikki rakennuksen ongelmien syiden ja laajuuden sekä ongelmien arviointiin liittyvät tiedot. Tyypillisiä lähtötietoja ovat (Pitkäranta, M., 2016):

- *Asiakirjat*

- Alkuperäiset suunnitelmat: pääpiirustukset, rakennuspiirustukset, rakennepiirustukset, LVI-piirustukset, työselostukset, tilaluettelot
- Aiemmat tutkimukset ja selvitykset: huoltokirja-aineisto, aiemmin laaditut korjaussuunnitelmat ja tehdyt korjaukset sekä tilamuutokset, aiemmat kuntoarviot, –tutkimukset, asbesti-, haitta-ainekartoitukset, aiemmin tehdyt käyttäjäkyselyt ja selvitykset
- Rakentamisaikaiset ja korjauksiin liittyvät työmaa-asiakirjat ja muut dokumentit: työmaavaiheen dokumentit, työmaapäiväkirjat ja tarkastusasiakirja, valvontamuistio, työmaakokouspöytäkirjat, rakennuslupa-asiakirjat ja viranomaistarkastukset
- *Asukas- ja käyttäjäkyselyt*
  - Käyttäjäkyselyt
  - Sisäilmasto- ja oirekyselyt
- *Rakentajien ja suunnittelijoiden haastattelut*

### **Alustava riskiarvio**

Alustavassa riskiarviossa esitetään todennäköiset vauriopaikat ja niiden syyt, sekä rakenteet, joihin on kiinnitettävä erityistä huomiota kuntotutkimuksissa. Riskiarvio perustuu lähtötietoihin sekä kohteen katselmuskäyntiin, ja sen pohjata voidaan arvioida kuntotutkimusten laajuutta. (Pitkäranta, M., 2016)

### **Tutkimussuunnitelman laadinta**

Tutkimussuunnitelma laaditaan lähtötietojen ja alustavan riskiarvion perusteella. Suunnitelmassa esitetään yleensä tutkimusten tavoite, lähtötietoja, tutkimuksen sisältö ja käytettäviä tutkimusmenetelmiä. (Pitkäranta, M., 2016)

### **Tutkimusmenetelmän valinta**

Lähtötilanteen ja alustavan riskiarvion perusteella valitaan tutkittavat rakenteet ja tutkimuskohdat sekä tutkimusmenetelmät.

### **Kustannusarvio ja tarjous**

Kuntotutkijat laativat tarjouksen tilaajan tarjouspyynnön perusteella.

### **Tutkimukset ja mittaukset kohteessa**

Tutkimukset ja mittaukset kohteessa toteutetaan tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tyyppillisiä tutkimuksia ovat (Pitkäranta, M., 2016):

- Aistinvaraiset tarkastelut
- Rakenteiden kunnan arviointi
- Rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden otto

- Rakennekosteusmittaukset: porareikämittaus, viiltomittaus, näytepalamittaus
- Pintakosteuskartoitus
- Rakenteiden tiiviyyden ja epäpuhtauksien kulkeutumisen tutkiminen
- Haitta-ainetutkimus
- Ilma- ja lämpövuotojen mittaukset
- Ilmanvaihtojärjestelmien toimivuuden tarkistukset
- Sisäilmaolosuhteiden mittaukset
- Sisäilman epäpuhtauksien mittaukset
- Maaperän ominaisuuksien mittaukset

### **Tutkimusten ja tulosten analysointi**

Tutkimusten ja mittausten jälkeen kuntotutkijat analysoivat tutkimuslöydöksiä sekä mittaustuloksissa saatuja tuloksia. Analysoinnissa keskitytään rakenteen vaurioitumisen kannalta keskeisiin tekijöihin. Analysoinnilla pyritään löytämään vastauksia ja syitä seuraaviin osa-alueisiin (Pitkäranta, M., 2016):

- Kosteusvauriot ja niiden laajuus
- Vaurioiden syyt
- Sisäilman laatu
- Riskianalyysi

### **Tutkimusselostuksen ja vaihtoehtoisten korjaustapojen laatiminen sekä tulosten esittely tilaajalle ja tilojen käyttäjille**

Kuntotutkijat laativat tutkimusselostuksen, jossa esitetään tutkimusten havainnot, mittaustulokset ja niiden analyysit, johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset. Tutkimusselostuksen tekstin tulee olla yksiselitteistä ja havainnot on hyvä kuvata selkeästi erikseen johtopäätöksistä. Selostuksessa mainitaan myös käytetyt tutkimusmenetelmät, mittausmenetelmät, mittauspisteiden sijainnit ja tutkimusajankohdat. Tutkimusselostusta on hyvä havainnollistaa valokuvilla. Tutkimusselostuksessa esitetään myös kunnossa olevat rakennosat, sekä perusteet päätelmälle. Johtopäätöksissä arvioidaan rakennuksen vaurioita ja niiden syitä sekä esitetään korjausperiaatteita. Yleensä toimenpide-ehdotukset esitetään pääpiirteittäin ja varsinainen korjaussuunnittelu tehdään erillisenä toimeksiantona. Kuntotutkijat voivat arvioida myös käyttäjien altistumista tietyille poikkeaville epäpuhtauspitoisuuksille. (Pitkäranta, M., 2016)

### **2.3.3 Korjaussuunnittelu**

Korjaussuunnittelussa oleellista on, että suunnittelijalla on käytettävissään riittävät lähtötiedot: kuntotutkimukset ja –arviot, oirekartoitukset, käyttäjähaastattelut, sisäilmamittaukset ja korjaushistoria. Monesti on suositeltavaa korjata rakennus varman päälle, koska sisäilmaoireisiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi pelkkään tiivistämiseen

ja alipaineistukseen perustuvat korjausmenetelmät ovat usein osoittautuneet epävarmoiksi ja lyhytikäisiksi, vaikka korjaus olisikin onnistunut hyvin (Kosteus- ja home-talkoot, 2016). Korjaussuunnitelmien on oltava kattavat ja riittävän yksityiskohtaiset, erityisesti liittymädetaljit on esitettävä tarkasti, jotta asiaa ei tarvitse ratkaista työmaalla. Korjaussuunnitelmien valmistuttua, kannattaa ne vielä toimittaa kuntotutkijan läpikäytäviksi. Tutkimusta johtaneille kuntotutkijoille on yleensä muodostunut hyvä käsitys rakennuksen ongelmista sekä korjausvaihtoehdoista, joten he voivat varmistaa, että korjaussuunnitelmissa on huomioitu kaikki kriittiset kohdat sekä havaitut vauriot. (Kosteus- ja home-talkoot, 2016)

Hankkeen alkuvaiheessa on hyvä selvittää myös eri korjaus- ja purkuvaihtoehtojen elinkaarikustannukset, ja kustannusvaikutuksia arvioitaessa on otettava huomioon korjattavan kohteen käyttöikä ja tarpeet tulevaisuudessa. Esimerkiksi suhteellisen edullisilla tiivistyskorjauksilla voidaan rakennuksen käyttöikää pidentää noin 5-10 vuotta kun taas rakenteita uusimalla 30-50 vuotta. (Kosteus- ja home-talkoot, 2016)

### **2.3.4 Korjauksen toteutus**

Korjausten toteutuksessa on tärkeää, että kaikki hankkeen aikana kertynyt tieto on koko ajan käytettävissä. Mikäli sama henkilö tekee kuntotutkimuksia ja suunnittelee korjaukset sekä valvoo toteutusta, tiedonkulussa ei tapahdu katkoksia ja onnistunut lopputulos saavutetaan varmemmin. Eri osa-alueet vaativat kuitenkin monenlaista ammattitaitoa, minkä vuoksi eri vaiheissa toimii monesti useita eri henkilöitä. Tällöin tiedonkulkuun on kiinnitettävä erityistä huomiota. (Asikainen, V., 2008)

Korjausten toteuttajan on tärkeää ymmärtää korjauksen syyt ja periaatteet. Tämän vuoksi suunnittelijan on suositeltavaa käydä korjaussuunnitelmat tarkasti läpi urakoitsijan työmaahenkilöstön ja valvojan kanssa, ja korjaukset on toteutettava tarkasti kuntotutkijoiden ja suunnittelijoiden antamien ohjeiden mukaisesti. Korjaustyön suorittajan on myös ilmoitettava välittömästi havaitsemistaan puutteista tai poikkeamista, joita korjauksen yhteydessä on tullut ilmi. Sisäilmaongelmien korjaustöissä vaaditaan monesti erityistä huolellisuutta. Muun muassa purkaminen, osastointi, suojaaminen ja siivous vaativat erityistä tarkkuutta. (Asikainen, V., 2008)

### **2.3.5 Korjausten onnistumisen seuranta**

Korjausten jälkeen käyttäjien oireita ja terveyshaittoja tulee seurata, jotta saadaan selville, onko ongelma poistunut. Käyttäjille suunnatut kyselyt on hyvä tapa seurata oireiden kehittymistä ja sisäilman laadun kokemista. Sama kysely pitäisi tehdä sekä ennen että korjauksen jälkeen, jotta tuloksia voidaan verrata luotettavasti (Asikainen, V., 2008). Lisäksi kyselyt olisi hyvä tehdä samaan vuodenaikaan, jotta ulkoisilla tekijöiden vaikutusta saadaan pienennettyä (Asikainen, V., 2008). Ensimmäinen korjauksen jälkeinen kysely olisi

hyvä tehdä noin puoli vuotta ja toinen noin vuosi korjauksen valmistumisen jälkeen (Asikainen, V., 2008; Sahlberg et al., 2013). Kyselyiden tulosten viitatessa oireiden vähentymiseen, voidaan korjausten päätellä parantaneen sisäilmatilannetta. Eniten oireilleiden henkilöiden olisi hyvä palata tiloihin vasta, kun työnaikaisen pölyn ja rakennusmateriaalien emissioiden pitoisuudet ovat laskeneet riittävän alhaiselle tasolle eli noin puolen vuoden kuluttua (Sahlberg et al., 2013). Usein kyselyissä ei saavuteta täysin oireettomia tuloksia, koska aina on yksittäisiä käyttäjiä, jotka kokevat päänsärkyä, ihon kuivumista ja muita oireita (Sahlberg et al., 2013). Lisäksi yksittäiset käyttäjät voivat saada onnistuneenkin korjauksen jälkeen tiloissa oireita psykologisista tekijöistä johtuen (Sahlberg et al., 2013). Myös herkistyminen jollekin sisäilmassa vaikuttavalle aineelle, jota ei korjauksessa ja tehokkaalla ilmanvaihdolla ole saatu vähennettyä, voi aiheuttaa yksittäisen käyttäjän oireiden jatkumisen (Imai et al., 2008, Haverinen-Shaughnessy et al., 2008). Yksittäisten oireilijoiden tapaukset pitää aina selvittää erikseen.

### **2.3.6 Viestintä**

Eri osapuolten välinen viestintä on tärkeä osa sisäilmaongelman hallintaprosessia. Huono viestintä ja huhut voivat heikentää kokemusta sisäilmaongelman hoitamisesta ja vahvistaa tai ylläpitää ongelmaa vielä korjausten jälkeen. Hyvällä viestinnällä taas parannetaan eri osapuolten välistä luottamusta, ja käyttäjät kokevat tulevansa kuulluiksi ja ymmärretyiksi. Tärkeää on, että käyttäjät saavat säännöllisesti tietoa prosessin etenemisestä ja tehdyistä toimenpiteistä.

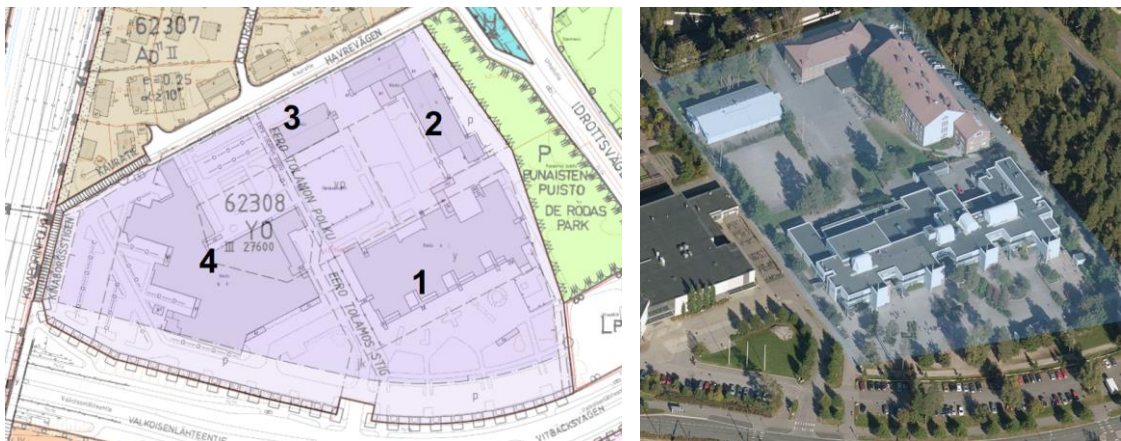
Selvitysvaiheessa käyttäjillä on merkittävä rooli, sillä viesti sisäilman ongelmista tulee yleensä heiltä. Vuorovaikutus eri osapuolten välillä on tärkeää, jotta voidaan ymmärtää ongelmaa ja sen syytä. Ongelmaa aletaan yleensä selvittää tarkemmin kuntotutkimuksilla, ja tutkimusten tuloksista sekä jatkotoimenpiteistä viestitään käyttäjille. Tulevista korjaustoimenpiteistä ja korjausten aikataulusta tiedotetaan myös käyttäjiä. Korjaustöiden valmistuttua aletaan seurata ja arvioida korjausten onnistumista. Käyttäjiä tiedotetaan seurannan toteuttamisesta, aikataulusta sekä seurannan tuloksista. Laadukkaalla viestinnällä projektin aikana voidaan parantaa käyttäjien kokemusta sisäilmaongelmien hallinnasta ja vähentää epäluuloja ja huhuja. (Lappalainen, S. et al., 2017)

### 3. TUTKIMUKSEN SUORITUS

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, ja case-kohteena oli Vantaan Tikkurilassa sijaitseva Jokiniemen yhtenäiskoulu ja sen hankesuunnitteluvaihe. Yhtenäiskoulun tiloissa toimii myös Tiedonjyvän päiväkoti. Yhtenäiskoulussa ennen laajennusta on noin 800 oppilasta ja päiväkodissa lapsia noin 40, laajennuksen jälkeen oppilasmääräksi on arvioitu noin 950 ja päiväkotilapsien määräksi noin 160.

#### 3.1 Tutkimuskohde

Jokiniemen yhtenäiskoulu muodostuu kolmesta koulurakennuksesta, joita käyttäjät kutsuvat valkoiseksi taloksi, tiilitaloksi ja paviljongiksi (kuva 4.). Valkoisen talon tiloissa toimii Tiedonjyvän päiväkoti. Rakennukset sijoittuvat keskeisesti Tikkurilan keskusta-alueelle ja etäisyys matkakeskukseksi on noin kilometri. Yhtenäiskoulun vieressä länsipuolella on Vantaan aikuislukio ja koulun pihapiiri rajoittuu idässä Punaisten puistoon, jonka takana on Hiekkaharjun liikuntapuisto.



**Kuva 4.** Yhtenäiskoulun kortteli. Numero yhdellä kuvattu rakennus on Valkoinen talo, numero kaksi kuvaa Tiilitaloa ja numero kolme Paviljonkia. Numero neljä on lukio, joka ei sisälly tähän tutkimukseen. (Vantaan tilakeskus, Tarveselvitys 6.10.2017)

Valkoinen talo ja Tiilitalo sekä paviljonkirakennus muodostavat yhtenäiskoulun tilat, jossa luokkien 1.-9. oppilaat hyödyntävät kaikkien rakennusten tiloja. Paviljonkirakennuksessa opiskelevat pääasiassa erityisoppilaat, ja he hyödyntävät myös erityisesti Valkoisen talon tiloja.



## Valkoinen talo

Valkoinen talo on valmistunut vuonna 1997 ja siitä on tehty runsaasti sisäilmailmoituksia jo pian valmistumisen jälkeen. Valkoisessa talossa on tehty useita tutkimuksia ja selvityksiä, joilla on pyritty selvittämään rakennuksen käyttäjien oireiden lähdettä. Selkeää syytä oireille ei ole kuitenkaan löytynyt.

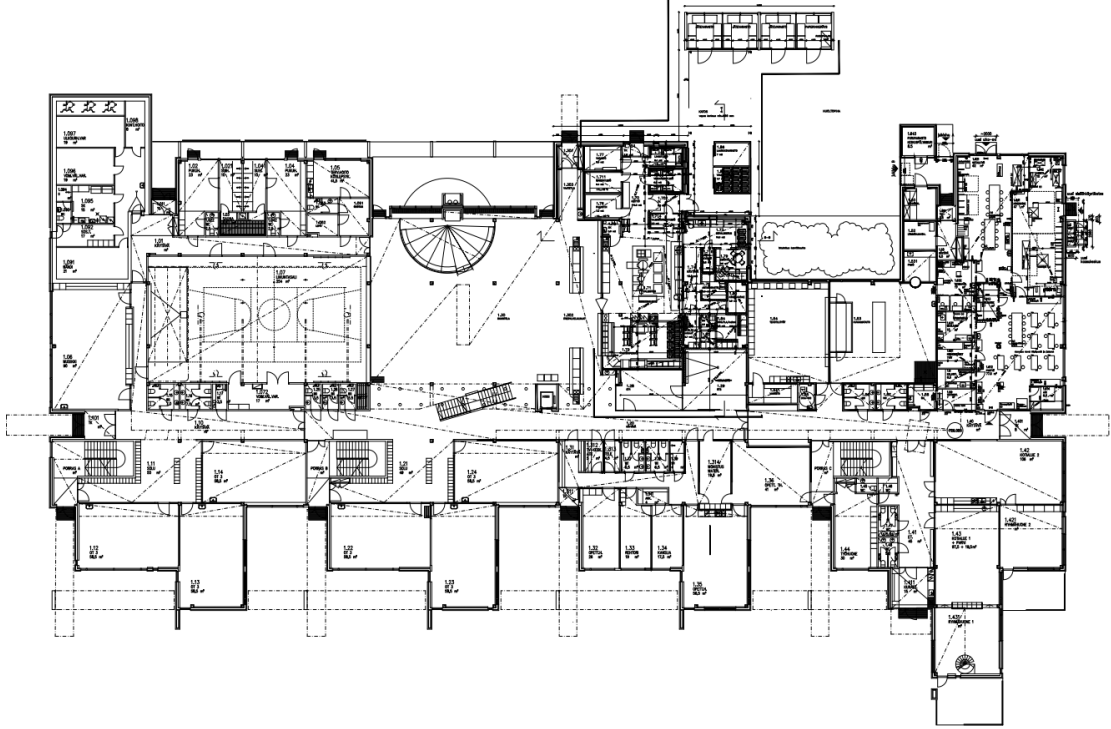
Tarveselvityksen mukaan valkoisen talon korjaustarpeet kohdistuvat tarpeiden mukaisiin tilamuutoksiin, kohdekorjauksiin ja kunnossapitoon, lisäksi tiloja on tarkasteltava sisäilmaan liittyvien ongelmien osalta. Laajennustarpeita on päiväkodin ja keittiön osalla, sillä Valkoisen talon keittiö vastaa tällä hetkellä yhtenäiskoulun sekä lähialueiden koulujen ja päiväkotien ruokahuollosta. Keittiö- ja kirjastotiloja on laajennettu jo vuonna 2002. Valkoisessa talossa on tehty myös yksittäisiä korjauksia vesivuotojen vuoksi, ja vesikatto on korjattu kokonaan vuosina 2015-2017.



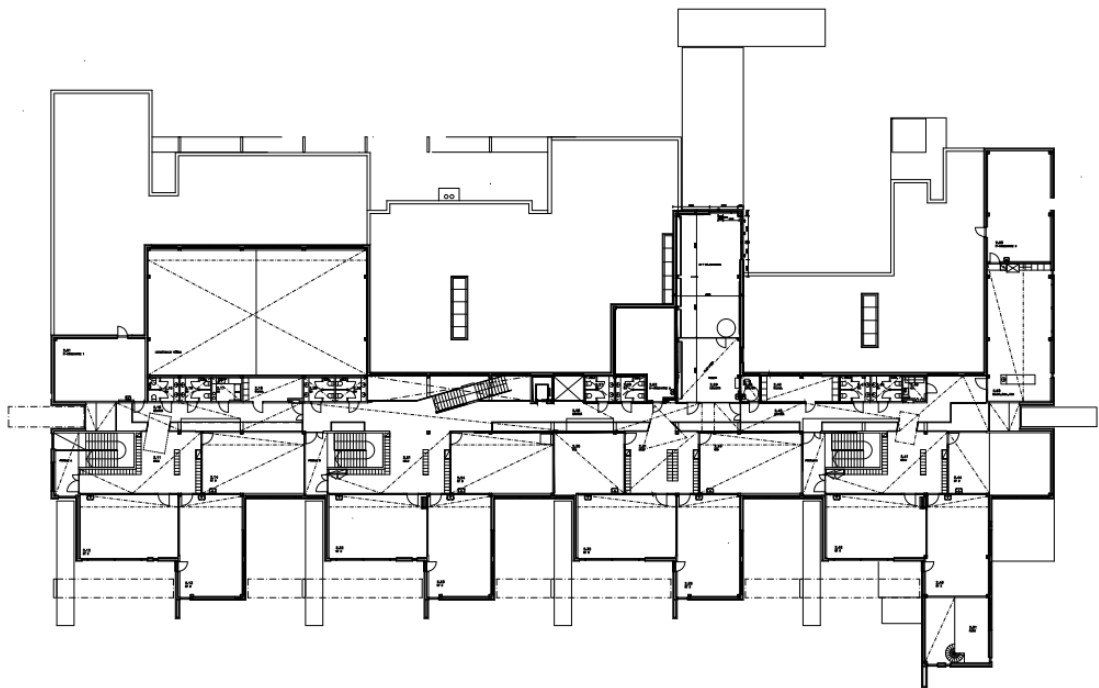
*Kuva 5. Valkoinen talo on valmistunut vuonna 1997.*

Rakennuksen kerrosala on 5223 kem<sup>2</sup>. Valkoisen talon perustukset ovat kantavien seinien kohdilla teräsbetonirakenteisia anturarakenteita ja ei-kantavien ulkoseinärakenteiden perustuksina on sokkelipalkit. Kantavat ulkoseinärakenteet ovat elementtejä, joiden 150 mm paksu mineraalivillainen lämmöneristys on asennettu työmaalla. Ulkoverhous on paikalla muurattu 130 mm poltettu reikätiili ja pinnoitteena kuultorappaus. Tiiliverhouksen ja lämmöneristeen välissä on 20 mm tuuletusrako. Alapohjarakenne on pääosin 80 mm paksuinen maanvarainen laatta, jonka alla on 50 mm ja reuna-alueilla 2x50 mm paksuinen

lämmöneriste. Lattian pinnoitteena on alun perin käytetty pääosin muovimattoa, ja paikoin kumilaattaa tai keraamista laattaa. Rakennuksen välipohjarakenteena on ontelolaa-tasto ja pintalaatta. Vesikatto on sisäisellä vedenpoistolla varustettu tasakatto. Rakennuk-sessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ja tiloja lämmitetään pumppukiertoisella sul-jetulla vesilämmityslaitoksella.



*Kuva 6. Valkoisen talon ensimmäinen kerros.*



*Kuva 7. Valkoisen talon toinen kerros.*

## Tiilitalo

Tiilitalo on vuonna 1955 valmistunut tiilirakennus, jossa on kolme maanpäällistä kerrosta ja osittainen kellarikerros. Rakennuksen kerrosala on 3957 kem<sup>2</sup>. Koulun kellaritila on poistettu opetuskäytöstä sisäilmaongelmien vuoksi, mutta muutoin sisäilmaoireita ei ole juurikaan esiintynyt. Tiilitaloon on tehty vuosien saatossa tilamuutoksia, parannuksia ilmanvaihtoon, yksittäisten ikkunoiden vaihtoa sekä erilaisia pienimuotoisia kohdekorjauksia. Tarveselvityksen mukaan tiilitalon korjaustarpeet kohdistuvat rakennuksen sisä- ja ulkopuolisiin rakenteisiin, järjestelmiin ja pintoihin sekä toiminnallisiin tarpeisiin ja vaatimuksiin. Korjaustarpeita on todettu hankesuunnitelmassa jo vuonna 2005, mutta niitä ei ole toteutettu.



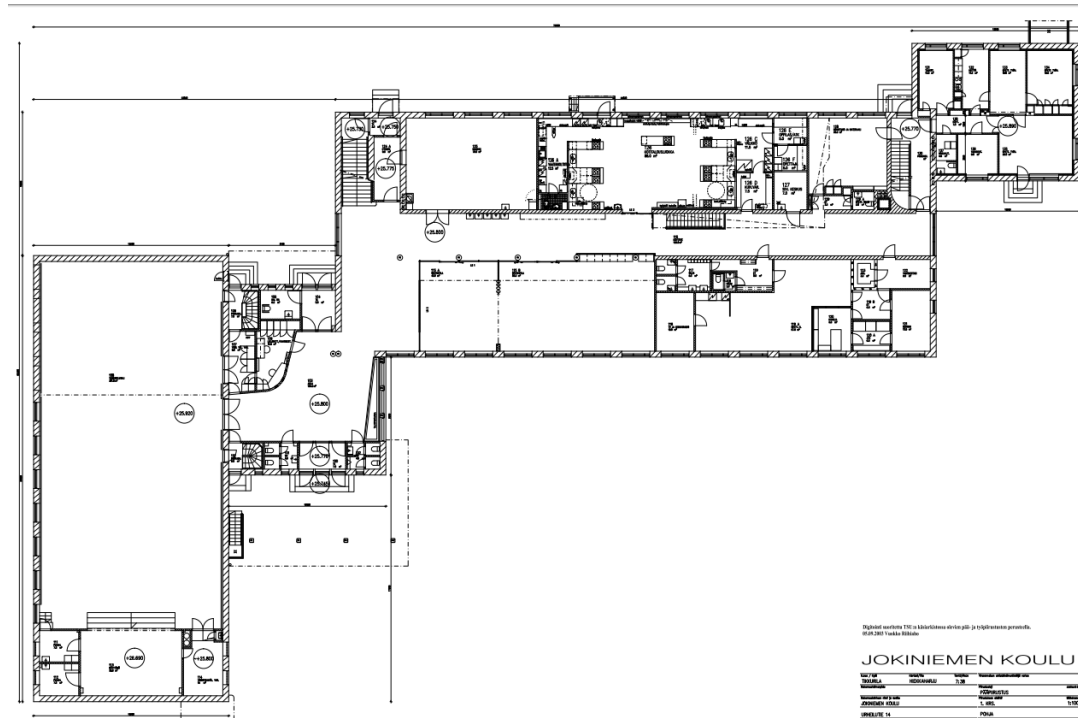
*Kuva 8. Tiilitalon julkisivu lounaaseen.*



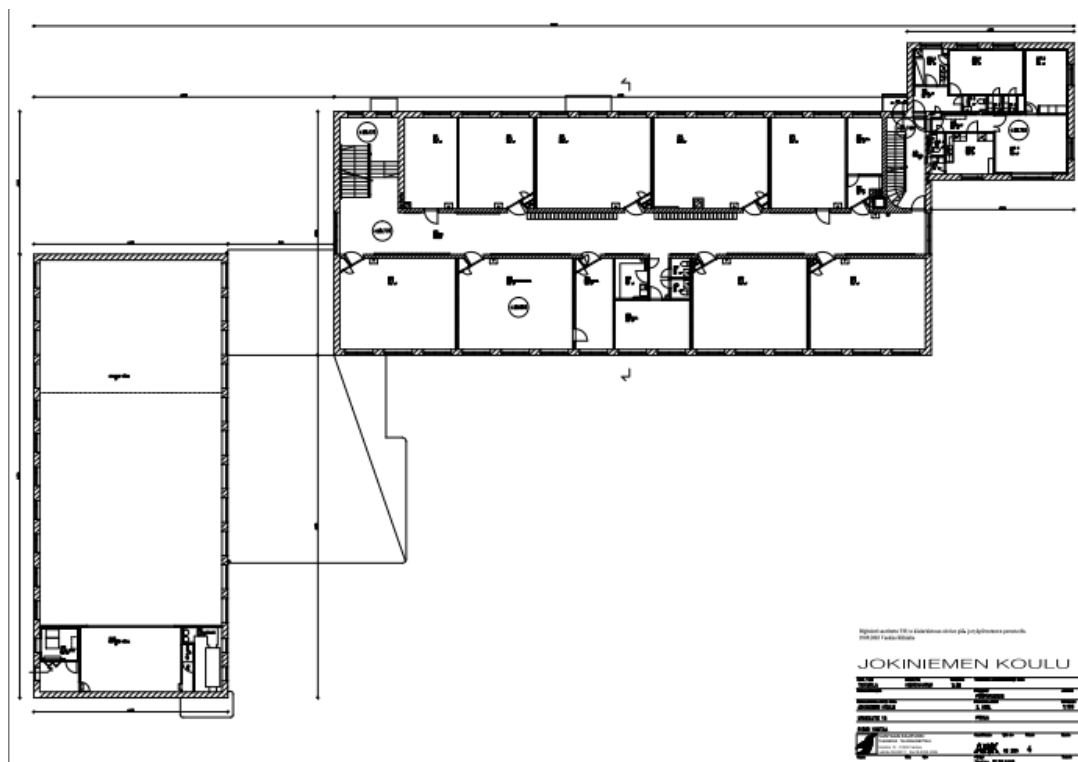
*Kuva 9. Tiilitalossa opetusta järjestetään erityisesti yläkoululaisille.*

Rakennuksen perustuksena on käytetty teräsbetonianturoita ja maanpinnan alapuoliset rakenteet ja sokkelit ovat betonirakenteisia. Maanvaraiset alapohjarakenteet ovat korkkilevyllä lämmöneristettyjä kaksoisbetonilaattoja. Ulkoseinärakenteet ovat massiivisia tiilirakenteita, joiden ilmarako toimii lämmöneristeenä, ja julkisivu on puhtaaksi muurattu tai kolmikerrosrapattu. Kantava pystyrunko muodostuu kantavista tiiliulkoseinistä, kan-

tavista alalaattapalkistoista, kantavista tiiliväliseistä sekä teräsbetonipilareista ja palkeista. Rakennuksen kattomuoto on harjakatto ja vesikatteena on betonitiilikate. Tiloja lämmitetään pumppukiertoisella suljetulla vesilämmityslaitoksella.



*Kuva 10. Tiilitalon ensimmäinen kerros.*



*Kuva 11. Tiilitalon toisen kerroksen pohjapiirros*

## Paviljonki

Vuonna 2001 valmistunut paviljonkirakennus on alun perin suunniteltu tilapäiseksi rakennukseksi. Yksikerroksinen rakennus on puurakenteinen ja sitä käyttävät pääosin erityisoppilaat. Rakennuksen kerrosala on 611 kem<sup>2</sup>.



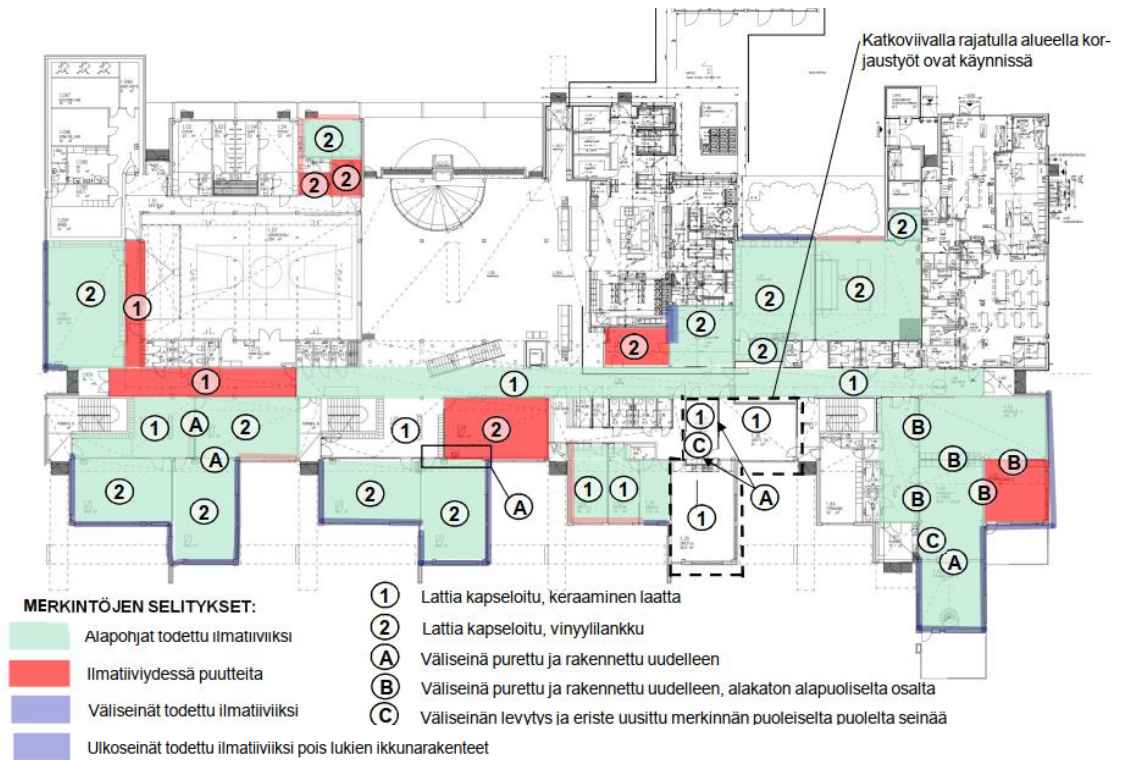
*Kuva 12. Paviljonkirakennus palvelee erityisoppilaita.*

Rakennuksen perustuksena on maanvarainen sokkeli ja alapohja on ryömintätilallinen. Julkisivussa on lautaverhous ja vesikatteenä on peltikate. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

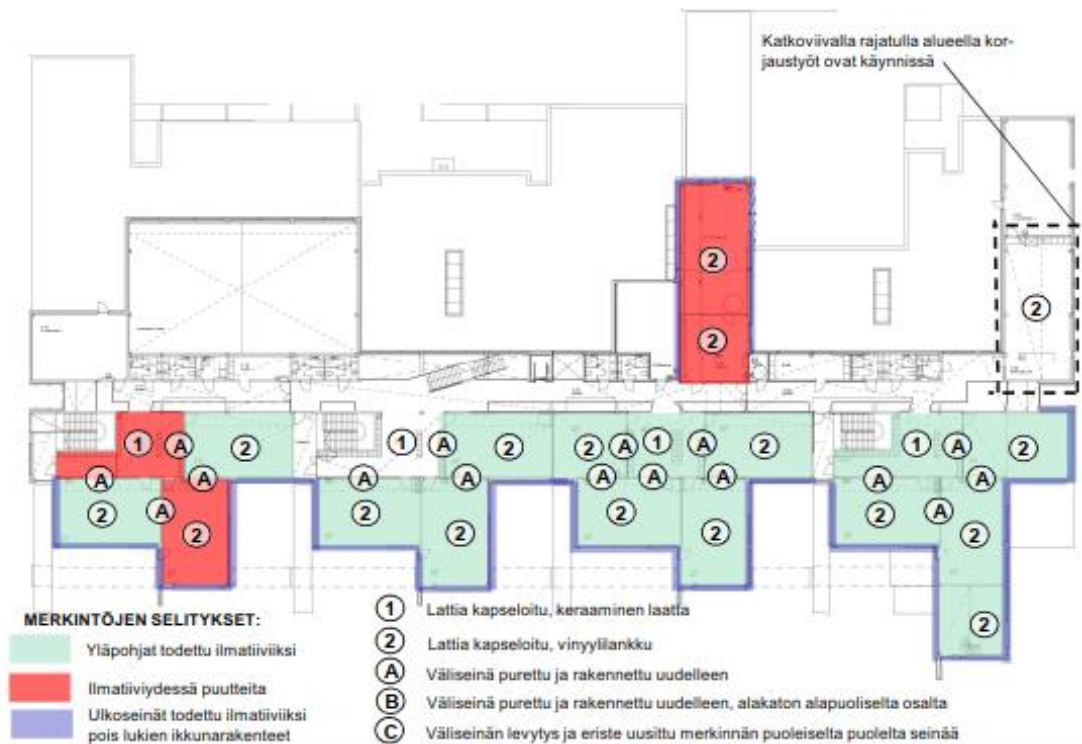
### 3.1.1 Valkoisen talon korjaukset 2018-2019

Valkoisessa talossa käyttäjät olivat oireilleet pitkään, joten Vantaan kaupungin tilakeskuksen kunnossapitoyksikkö oli tilannut vuosina 2017 ja 2018 kuntotutkimuksia. Tutkimusten tarkoituksena oli löytää syitä oireilulle ja sen perusteella korjata rakennusta ja helpottaa käyttäjien tilannetta nopeasti. Kuntotutkimuskonsultit olivat löytäneet useita mahdollisia syitä oireilulle, ja sen perusteella laatineet korjaussuunnitelman. Korjaukset sisälsivät pääasiassa laaja-alaisia tiivistyskorjauksia ja lattiamateriaalin vaihtoa muovimatoista vinyylilankkuihin sekä lattian betonipinnan hionnan. Korjaukset toteutettiin hankesuunnittelun aikana, erillään hankesuunnittelusta, ja ne on esitetty kuvissa 13 ja 14. Kyseiset tiivistyskorjaukset oli siis päätetty toteuttaa ennen kuin Tampereen yliopiston tutkijat ja hankesuunnitteluvaiheen kuntotutkijat tulivat mukaan hankkeeseen.





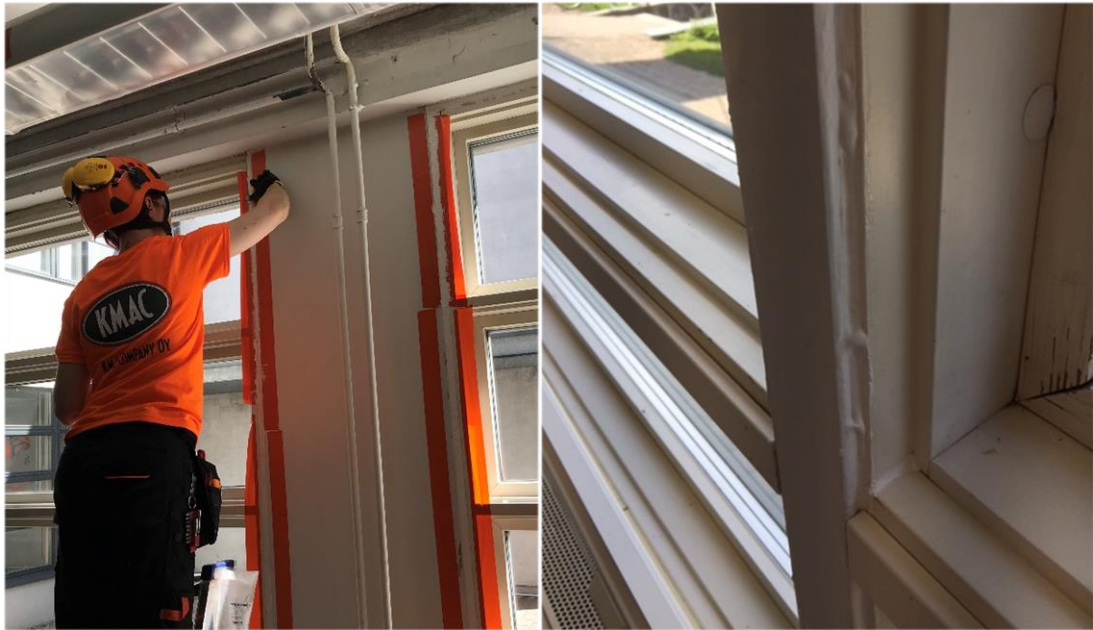
Kuva 13. Ensimmäisessä kerroksessa suoritettavat korjaukset (Sweco, 2019, muokattu).



Kuva 14. Toisessa kerroksessa tehdyt korjaustoimenpiteet (Sweco, 2019)

## Valkoisen talon tiivistyskorjaukset

Tilakeskuksen kunnossapitoyksikön tilaamia tiivistyskorjauksia tehtiin kesäkuun 2018 ja helmikuun 2019 välisenä aikana. Korjaussuunnitelman mukaan tiivistystöitä tehtiin erityisesti päiväkodin alueella, musiikkiluokassa, kuvaamataidon luokassa, opettajienhuoneessa, liikuntasalin tuolivarastossa sekä niissä luokkatiloissa, joissa on koettu erityisesti oireita. Seinien ja ikkunoiden liittymäkohdat sekä seinien ja lattioiden sekä seinien ja katon liittymäkohdat tiivistettiin TKR-massalla. Pistorasioihin tulevien johtojen ja rasian reiän väli tiivistettiin elastisella massalla. Lisäksi lattian ja seinien ja katon läpiviennit tiivistettiin TRK-menetelmällä. Elementtisaumoja tiivistettiin ylä- ja välipohjissa. Lisäksi ulkoseinien sisäkuoret, kattoikkunoiden jalustat tehtiin ilmatiiviiksi TKR-käsittelyllä.



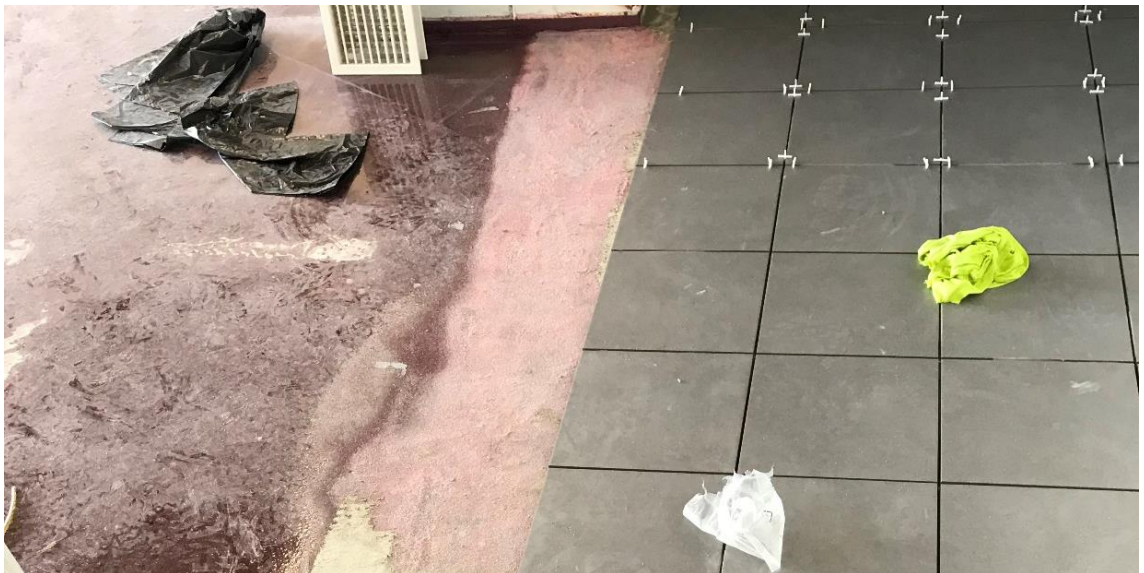
*Kuva 15. Ikkunoiden liittymiä tiivistettiin TKR-pinnoitteella*

Tiivistyskorjaukseen liittyen Valkoisen talon lattiaa korjattiin kesän ja syksyn 2018 aikana. Konsultin tekemissä tutkimuksissa alapohjasta oli mitattu kohonneita kosteusarvoja, ja ainakin osassa tiloista kosteuden todettiin todennäköisesti nousevan rakenteeseen maaperästä.



**Kuva 16.** Käytävä ennen korjaustöitä

Korjausohjeiden mukaisesti muovimattopinnoitteet poistettiin ensimmäisen kerroksen alueelta lähes kokonaan, pinnat hiottiin, lattiapinta epoksoitiin ja pintaan asennettiin viinytilankut tai keraaminen laatta. Ennen korjauksia vastaava mestari osallistui hanke-suunnittelukokoukseen ja arvioi korjattavaa lattiapinta-alaa olevan yhteensä noin 1200 neliometriä, josta 360 m<sup>2</sup> käytävää ja 880 m<sup>2</sup> luokkatiloja. Epoksoinnin kustannuksiksi vastaava mestari arvioi noin 80-120 e/m<sup>2</sup>.



**Kuva 17.** Käytävän lattia epoksoitiin ja muovimatto vaihdettiin keramiikkalaattoihin

Tiivistyskorjauksen aikana syksyllä 2018 päiväkodin tiloissa vaihdettiin vielä kaikki kevyet väliseinät yläpohjaan asti ja samalla uusittiin alakattoja osittain. Lisäksi syksyn aikana alakoulun toinen kerros korjattiin solu kerrallaan. Yhteensä soluja on neljä ja yhden



korjaaminen vei noin kuusi viikkoa. Korjaus hieman viivästyi syksyllä laaditusta aikataulusta, ja lopulta korjaukset saatiin päätökseen helmikuun 2019 aikana. Remontin aikana oppilaita oli väistötiloissa.

### 3.2 Tutkimuksen kulku

Jokiniemen yhtenäiskoulun tarveselvitys oli valmistunut loppuvuodesta 2017 ja hankesuunnittelu käynnistyi maaliskuussa 2018. Hankesuunnitteluvaiheen kokoukset olivat rakennuttajaorganisaation koollekutsumia. Kokoukseen osallistui yleensä rakennuttaja- ja tilaajaorganisaation edustajia, Tampereen yliopiston tutkijat sekä erityisesti hankkeen alkuvaiheessa kuntotutkijat ja vuoden 2019 alusta lähtien suunnittelijat. Useihin kokouksiin osallistui myös käyttäjiä eli koulun henkilökuntaa, sivistystoimen edustajia ja keittiöasiantuntijoita. Lisäksi muutamaan kokoukseen osallistui tilakeskuksen kunnossapitoyksikön päällikkö ja korjauksia suorittaneet tahot sekä liikkuva koulu –hankkeen edustaja. Hankesuunnittelukokousten aikataulu ja teemat on esitetty Taulukossa 2.

*Taulukko 2. Hankesuunnitteluvaiheen kokoukset ja vierailut sekä kokousten teemat*

Päivämäärä	Aihe
27.3.2018	Hankesuunnittelun käynnistäminen, osapuolten esittely
6.4.2018	Rakennustekniset asiat ja järjestelmien ja laitteiden kunto, tilojen sijoittelu
10.4.2018	Koulurakennuksiin tutustuminen
10.4.2018	Tilat ja toiminnallisuudet, tontin käyttö, päiväkodin laajennus
4.5.2018	Ilmanvaihtoasiat, lähtötietojen riittävyys
16.5.2018	Tulevien kuntotutkimusten tarve
21.5.2018	Täydentävien kuntotutkimusten tilaaminen
8.6.2018	Kesällä tehtävät tutkimukset ja korjaukset
28.6.2018	Kuntotutkimusten ja korjausten eteneminen
9.8.2018	Kesällä suoritetut tutkimukset ja korjaukset
6.9.2018	Kesällä suoritettujen tutkimusten tulokset
10.9.2018	Toteutusmuodot
11.9.2018	Hankesuunnittelu
5.10.2018	Kuntotutkimusten tulosten esittely
3.12.2018	Kuntotutkimustulosten läpikäynti ja niiden vaikutus suunnitteluratkaisuihin
3.1.2019	Tutustuminen rakennuksiin ja keskeisten tutkimustulosten ja huomioiden läpikäynti
16.1.2019	Suunnittelun aloitukseen liittyvät asiat
31.1.2019	Suunnitelmissa huomioon otettavien tarpeiden ja vaatimusten esittely
28.2.2019	Suunnitelmavaihtoehtojen esittely
14.3.2019	Suunnitelmien läpikäynti
28.3.2019	Suunnitelmien läpikäynti

Tutkimuksen tiedonkeruumenetelmä oli osallistuva havainnointi, eli tutkijat osallistuivat hankesuunnittelukokouksiin ja toivat omia näkemyksiään, havaintojaan ja ehdotuksiaan esiin.

### 3.3 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostui hankesuunnitteluvaiheen kokousten pöytäkirjoista, kokouksissa esitetyistä materiaaleista, tutkijoiden omista kokousmuistiinpanoista, hankesuunnitteluvaiheessa suunnitelluista ja toteutetuista kuntotutkimus ja –selvitysaineistoista, aiemmin toteutetuista kuntoarviosta, -selvityksistä ja –tutkimuksista sekä korjauksiin ja sisäilmaoireisiin liittyvistä raporteista. Lisäksi tutkimusaineistona hyödynnettiin tarveselvitystä. Tutkijat ovat listanneet taulukkoon 3. hankesuunnitteluvaiheen alussa käytössä olleet kuntotutkimukset, –selvitykset ja –arviot sekä oireraportit, joita yhtenäiskoulun rakennuksissa on tehty vuodesta 2000 alkaen hankesuunnittelun alkuun mennessä.

***Taulukko 3.** Case-kohteessa ennen hankesuunnittelun alkua tehdyt kunto- ja sisäilmatutkimukset sekä oireraportit. Yläviitteet tutkimuksissa viittaavat samoihin tutkimuksiin.*

	Päivämäärä	Tutkimus
<b>Valkoinen talo</b>		
	12.2.2018	Sisäilmastotekninen kuntotutkimus
	9.2.2018	Sisäilmastotekninen korjaus
	1.2.2018	Ilmanvaihtoselvitykset <sup>1</sup>
	28.10.2017	Kuntoarvio
	24.8.2017	Raportti työ no 6537
	19.5.2017	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>3</sup>
	25.4.2017	Putkistojen kuntotutkimus
	9.1.2017	Tarkastuskertomus <sup>5</sup>
	17.5.2016	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>2</sup>
	10.9.2015	Sisäilman VOC-tutkimus
	10.9.2015	Sisäilman mikrobitutkimus
	28.8.2014	Kartoitusraportti/seurantaraportti
	31.7.2014	Kartoitusraportti/seurantaraportti
	25.7.2014	Kartoitusraportti
	3.3.2014	Sisäilmatutkimukset <sup>6</sup>
	26.6.2013	Kattovuodot ensiraportti
	7.2.2012	Sisäilmatutkimus
	27.10.2011	Tiivistystyön laadunvarmistus
	11.8.2011	Sisäilmatutkimus
	8.6.2011	Hometutkimus koiran avulla
	22.3.2011	Kattovuodot ensiraportti
	1.2-17.3.2011	Sisäilmatutkimus
	26.8.2009	Oiretutkimukset/työsuojelupiiri tarkastuskertomus
	4.2.2009	Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus
	28.1.2009	Oiretilojen kosteusvauriotutkimus
	2.9.2008	Työpaikkaselvitysraportti, Diacor <sup>4</sup>
	22.6.2008	Raportti oiretilojen tutkimuksista
	7.8.2003	Ympäristökeskus, tarkastus
<b>Tiilitalo</b>		
	28.10.2017	Kuntoarvio
	1.2.2017	Asbestikartoitus

	19.5.2017	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>3</sup>
	9.1.2017	Tarkastuskertomus <sup>5</sup>
	17.5.2016	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>2</sup>
	16.9.2015	Sisäilman laatuun liittyviä selvityksiä
	15.5.2012	Iltapäiväkerhon lattiarakenteen kosteusmittaukset
	2.9.2008	Työpaikkaselvitysraportti, Diacor <sup>4</sup>
	22.6.2008	Oiretilojen tutkimus
	5.6.2007	Kiinteistön kuntoarvio
	14.10.2005	Pohjaviemäreiden sisäpuolinen tv-kuvaus
	18.1.2005	Kuntotutkimus (HAMK/Kim Seppänen)
	22.3.2000	Asbesti-inventointi
<b>Paviljonki</b>		
	1.2.2018	Ilmanvaihtoselvitykset <sup>1</sup>
	19.5.2017	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>3</sup>
	9.1.2017	Tarkastuskertomus <sup>5</sup>
	17.5.2016	Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus <sup>2</sup>
	3.3.2104	Sisäilmatutkimus <sup>6</sup>
	22.12.2010	Sisäilmatutkimus
	24.1.2003	Työpaikkakäynti, muistio

## 4. HANKESUUNNITTELUN ETENEMINEN

Jokiniemen yhtenäiskoulun hankesuunnittelu alkoi maaliskuussa 2018, ja samalla Tampereen yliopiston tutkijat tulivat mukaan hankkeeseen. Hankesuunnitteluvaiheen alussa keskityttiin Valkoisen talon sekä tiilitalon kunnan tutkimiseen ja korjaustarpeen arviointiin. Vuoden 2018 lopulla hankkeeseen valittiin suunnittelijat, minkä jälkeen tilasuunnittelu konkreettisemmin aloitettiin. Suunnittelijat esittivät erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja uudisosan ja valkoisen talon tilojen osalta ja lopullinen valinta tilojen sijoittumisesta tehtiin huhtikuun alussa.

### 4.1 Lähtötiedot – vanhat kuntotutkimukset ja -selvitykset

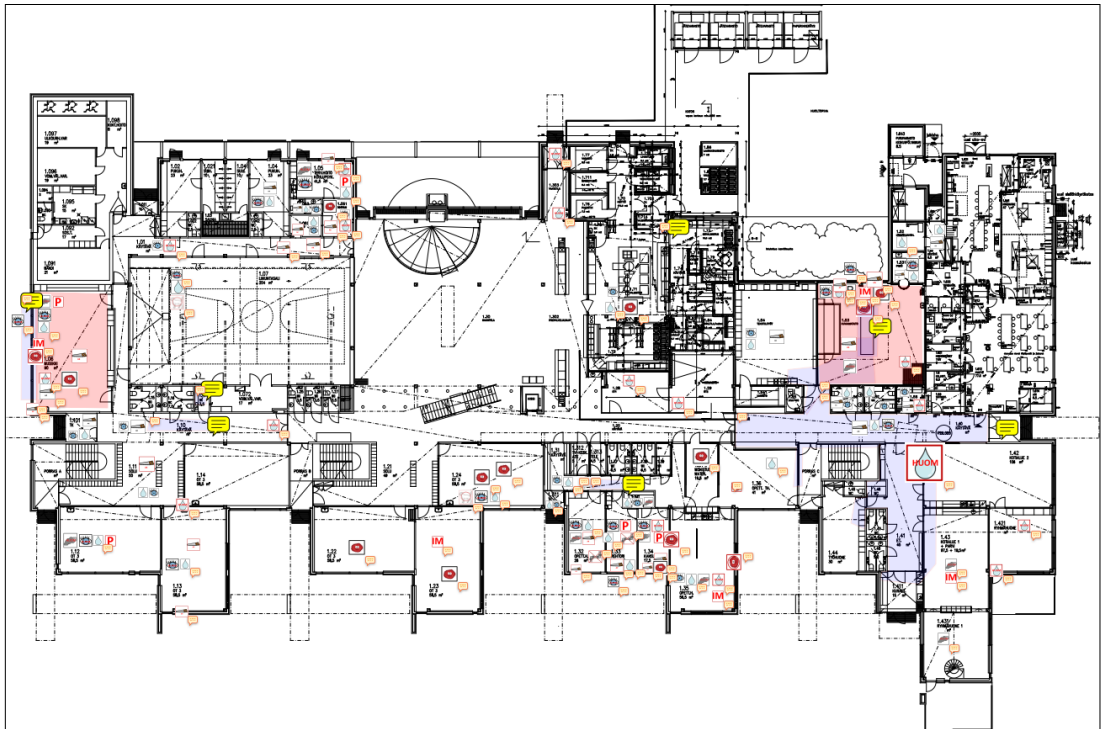
Koulurakennusten rakenteiden kunnan ja vaurioiden sekä tilojen ja sisäilmaoireiden selvitys on lähtökohta lähtötilanteen kartoitukselle. Jokiniemen koulun lukuisia kuntoarvioista ja –tutkimuksista sekä erilaisista selvityksistä ei rakennuttajaorganisaation mukaan ollut löytynyt selkeää syytä Valkoisen talon sisäilmaongelmille. Lisäksi tutkimustuloksiin ja raporttien hyödyntämiseen liittyi epävarmuutta ja riskejä tutkimusten laadusta, laajuudesta, iästä ja myöhemmistä korjauksista johtuen.

Erilaisia tutkimuksia oli tehty vuosien varrella runsaasti, minkä vuoksi kokonaisuuden hahmottaminen rakennuksen kunnosta ja jo tehdyistä tutkimuksista oli haastavaa. Rakennuksen kunnan ja jo tehtyjen tutkimusten sekä lisätutkimustarpeiden kuvaamiseksi Tampereen yliopiston tutkijat laativat listauksen tehdyistä tutkimuksista. Kuntotutkimukset ja –arviot sekä raportit korjauksista käytiin läpi ja keskeiset havainnot, korjaussuositukset ja kohdealueet tai -tilat merkittiin Excel-tiedostoon. Lisäksi kaikki raportit ja kuntoon liittyvien tutkimusten tutkimuskohde tai -muoto eriteltiin ja merkittiin listaukseen.

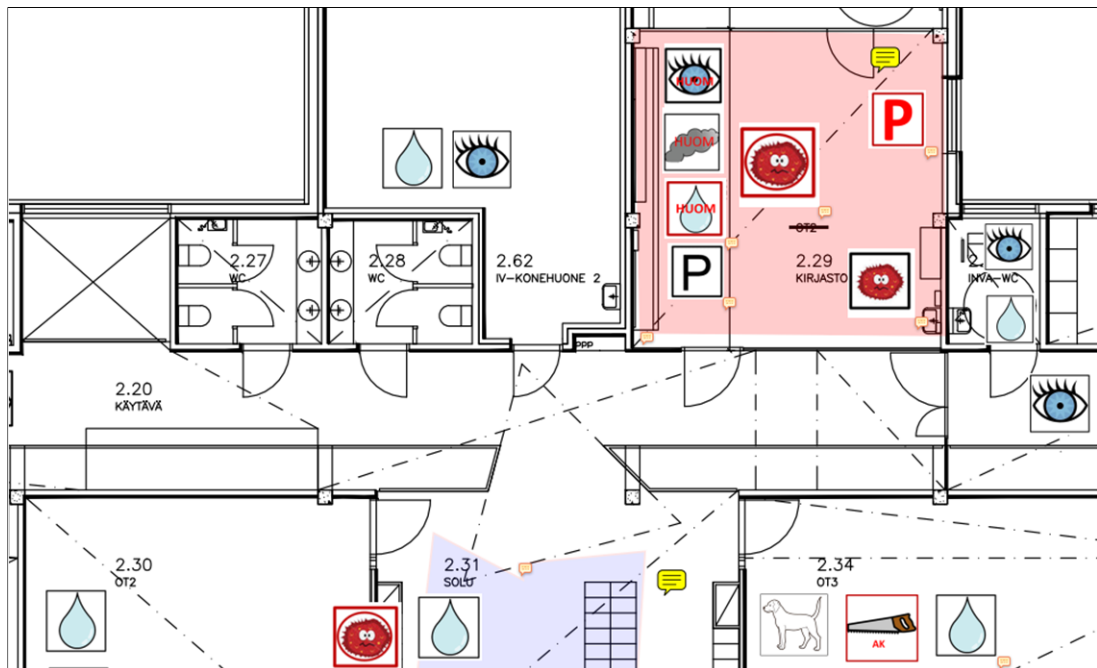
Tehtyjä kuntotutkimuksia –ja selvityksiä sekä oirealueita ja vauriopaikkoja havainnollistettiin myös Valkoisen talon ja Tiilitalon pohjakuviin tehdyillä merkinnöillä. Pohjakuviin merkittiin paikat, joista on tehty rakenneavauksia sekä väreihin tilat, joista on raportoitu sisäilmaoireita sekä vesivahinkoalueet. Lisäksi pohjakuviin merkittiin symbolein, minkälaisia tutkimuksia tiloissa on tehty ja tutkimuksista saatuja havaintoja (kuvat 18 ja 19). Symbolit kuvastavat myös löytöjä esimerkiksi poikkeavan korkeita kosteuspitoisuuksia ja homekoirien merkintöjä.

Listaus sekä kartta tehdyistä tutkimuksista ja selvityksistä sekä tehdyistä korjauksista auttoivat hahmottamaan rakenteiden ja järjestelmien kuntoa ja jo suoritettujen tutkimusten sisältöä. Monissa tutkimuksissa oli tehty saman tyyppisiä havaintoja samoista rakenteista ja ilmanvaihtokoneista. Osittain tehdyt tutkimukset olivat olleet siis päällekkäisiä ja yksinkertaisempien tutkimusten tulokset olivat olleet samoja kuin aiempienkin tutkimusten. Rakenn-

neavauksia oli tehty jonkin verran, mutta lisätutkimuksille erityisesti väliseinä- ja ulko-  
seinärakenteiden kohdalta nähtiin tarvetta. Lisäksi Tiilitalon rakenteissa mahdollisesti  
olevia haitta-aineita ei oltu selvitetty kattavasti.



**Kuva 18.** Tutkimusaineiston tuloksia on havainnollistettu Valkoisen talon ensimmäisen kerroksen pohjakuvaan.



**Kuva 19.** Tiloihin on merkitty symbolein tehdyt tutkimukset.

Havaintokartan avulla saatiin parempi käsitys tehdyistä tutkimuksista sekä oireiden si-  
joittumisesta.

### 4.1.1 Rakennuksissa koetut sisäilmaoireet

Aiemmista tutkimuksista ja raporteista selviää, että käyttäjät ovat oireilleet Valkoisessa talossa jo vuosia. Keväällä 2017 oli tehty henkilökunnalle suunnattu sisäilmakysely. Vastausprosentti oli korkea, sillä peräti 98,4 % eli 60 henkilöä 61:stä työntekijästä vastasi kyselyyn. Henkilökunnasta 41 % ilmoitti saavansa Valkoisessa talossa oireita. Yleisimpiä käyttäjien kokemia oireita olivat päänsärky, toistuvat flunssat, kurkkukipu, yskä sekä iho- ja silmäoireet. Tiilitalossa oireita ilmoitti saavansa 16,4 % henkilökunnasta. Päänsärky, väsymys, nuha ja nenän tukkoisuus olivat tyypillisiä käyttäjien kokemia oireita tiilitalossa, lisäksi huoneilma koettiin tunkkaiseksi. Henkilökunnasta 27,4 % ilmoitti käyneensä lääkärissä sisäilmaoireiden epäilyn vuoksi ja 16,4 % vastaajista ilmoitti, ettei vielä ole käynyt lääkärissä, vaikka epäileekin saaneensa sisäilmaoireita luokassa.

### 4.1.2 Täydentävien kuntotutkimusten tilaaminen ja sisältö

Valkoisen talon ja Tiilitalon kunnan sekä korjaustarpeiden selvittämiseksi rakennuttaja tilasi kevään 2018 aikana kuntotutkimuksia. Kuntotutkimuksista tehtiin tarjouskilpailu rajoitetulla menettelyllä ja hankinnan ratkaisuperusteena käytettiin halvinta hintaa. Tarjouspyynnöt lähetettiin kuudelle alan konsultille, mutta yhtään tarjousta ei määräaikaan 13.4.2018 mennessä saatu. Tämän jälkeen käynnistettiin neuvottelumenettelyt kahden erillisen soveltuvuusehdot täyttävän konsulttitoimiston kanssa ja heiltä saatiin tarjouspyynnön mukaiset tarjoukset annettuun määräaikaan 3.5.2018 mennessä. Tilaaja päätti tilata molemmilta konsulttitoimistoilta tutkimukset omalta erikoisosaamisalueeltaan eli toiselta talotekniikka- ja mikrobitutkimukset ja toiselta rakennusfysikaaliset tutkimukset sekä rakenneavaukset.

Ensimmäinen tapaaminen rakennuttajan edustajien ja konsulttitoimistojen kuntotutkijoiden kesken järjestettiin toukokuussa 2018. Kokouksessa esiteltiin tutkimuksessa mukana olevat osapuolet sekä tutkimuskohde. Lisäksi käytiin läpi kuntotutkijoille aineiston pohjalta muodostunutta käsitystä rakenteiden ja järjestelmien kunnosta ja toimivuudesta sekä selvitettiin tarvetta tuleville tutkimuksille. Toinen konsulttitoimisto oli jo vierailut kohteessa ja esitteli näkemystään sen pohjalta. Kokouksessa nostettiin esiin myös puutteita ja epävarmuuksia, joita aiemmin tehtyihin tutkimuksiin liittyy. Erityisesti pohdittiin vaurioiden laajuutta ja tulevan korjauksen kannattavuutta ja sitä, onko Valkoinen talo ylipäättään mahdollista korjata terveelliseksi ja hyväksi oppimisympäristöksi. Kokouksessa päätettiin, että rakenteiden kuntoa selvittävä kuntotutkijaryhmä tekee piirustuksen maaperä- näytteenottoaikoista ja tutkimussuunnitelman rakennetutkimuksista sekä vierailee kohteessa ennen seuraavaa kokousta. Myös LVI-järjestelmiä tutkiva kuntotutkijaryhmä tekee LVI-järjestelmiä koskevan tutkimussuunnitelman esitettäväksi seuraavaan kokoukseen.

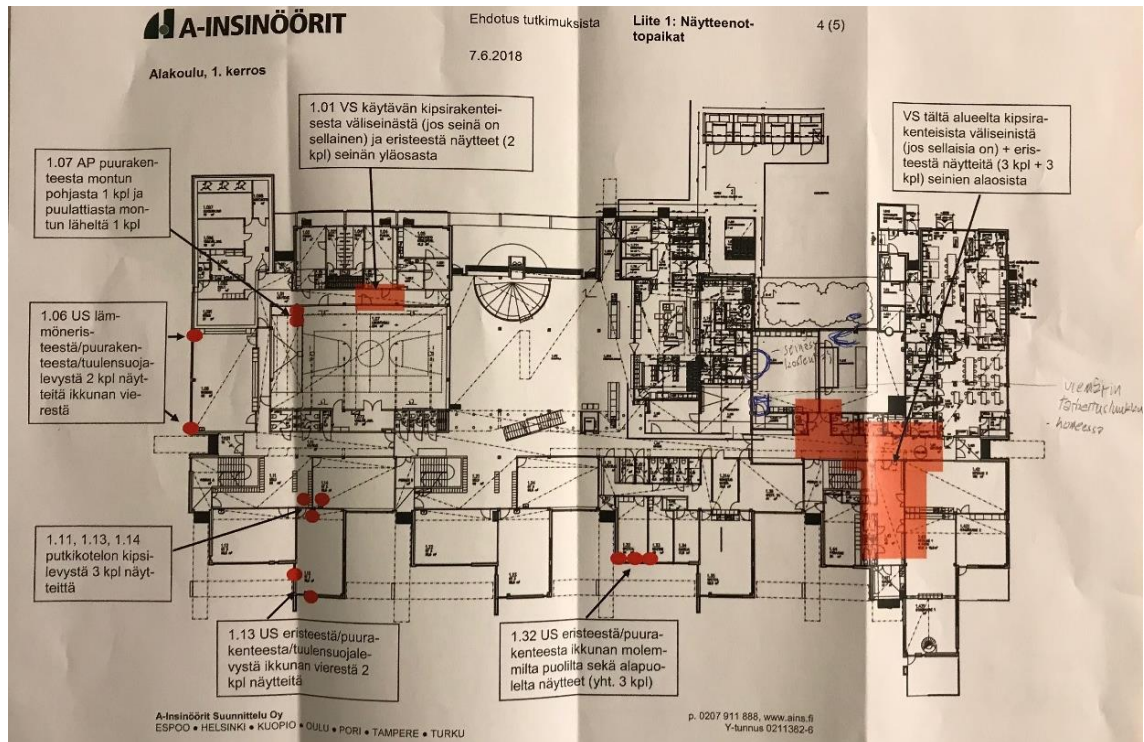
Kuntotutkijat tutkivat kesän ja syksyn 2018 aikana Tiilitalon ja Valkoisen talon tiloja aistinvaraisesti sekä tekivät rakenneavauksia aluksi erityisesti vaurioituneiksi epäiltyihin rakenteisiin. Lisäksi rakenteista otettiin mikrobinäytteitä. Tutkimuksiin liittyvät havainnot on esitetty seuraavissa luvuissa.

## **4.2 Valkoisen talon lähtötietoihin ja rakennukseen liittyvät havainnot**

### **4.2.1 Valkoisen talon mikrobit**

Mikrobinäytteitä Valkoisesta talosta oli otettu jo aiemmissakin tutkimuksissa, mutta lisänäytteille koettiin tarvetta, koska varsinainen oireiden syy ei ollut selvinnyt. Lisäksi kesällä 2018 suoritetun purkujen yhteydessä oli havaittu hometta laajalla alueella käytävän ja luokan 1.24 välisessä kipsilevyväliseinässä. Myös kuvaamataidon luokan kaappien purkamisen yhteydessä havaittiin kosteusvauriojälkiä kaappien takana olevassa seinässä.

Kuntotutkijat ehdottivat, että ensimmäiset materiaalinäytteet otettaisiin vaurioituneista paikoista sekä riskipaikoista ja analysoinnin jälkeen voitaisiin pohtia tarvetta ottaa näytteitä laajemmalla alueella. Ehdotuksen mukaisesti ensimmäiset näytteet Valkoisen talon tiloista otettiin kesäkuun 2018 aikana: seitsemän mikrobimateriaali näytettä ulkoseinistä, yksitoista näytettä väliseinistä ja kuusi yläpohjasta. Pääosin ensimmäiset ulkoseinänäytteet otettiin ikkunoiden vierestä levyrakenteisesta osasta, väliseinänäytteet kerättiin vesipisteiden läheisyydestä ja noin 20 cm korkeudelta lattiasta ja yläpohjanäytteet otettiin kattoikkunoiden jalustarakenteista. Näytteet analysoitiin ja ulkoseinistä otetuista näytteistä yhdessä oli vahva viite vauriosta, neljässä oli heikko viite vauriosta ja kahdessa ei ollut viitettä vauriosta. Mineraalivillänäytteistä löytyi kosteuteen viittaavia mikrobeja, muun muassa *Aspergillus versicolor*- ja *Eurotium*-mikrobeja sekä *Cladosporium*-hometta ja sädesientä (*Streptomyces*). Väliseinistä otetuista näytteistä kahdessa oli vahva viite vauriosta, neljässä viite vauriosta, kolmessa heikko viite ja kahdessa ei ollut viitettä vauriosta. Väliseinien eristeissä oli lukuisia kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja muun muassa *Aspergillus ochraceus*- ja *Rhizopus*-mikrobeja sekä sädesientä ja *Penicillium*-hometta. Yläpohjanäytteistä kahdessa näytteessä oli viite vauriosta, yhdessä heikko viite vauriosta ja kolmessa ei ollut viitteitä vaurioista. Näytteissä esiintyi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja muun muassa *Aspergillus versicolor*-, *Ulocladium*- ja *Stachybothys*-mikrobeja, ja *Penicillium*-hometta.



*Kuva 20. Ensimmäiset suunnitellut näytteenottopaikat.*

Sädesientä löytyi siis varsinkin vesipisteiden läheisyydessä olevista näytteistä ja päiväkodin alueelta. Päiväkodin latioilla oli tulvinut vettä vuonna 2014 sadevesiviemärin patoutumisen ja vaurioitumisen seurauksena, ja kosteutta on saattanut jäädä rakenteisiin, mikä on luonut hyvät olosuhteet mikrobikasvulle. Päiväkodin alueen väliseinät vaihdettiin pääosin mikrobinäytteiden oton jälkeen suoritettavien korjausten yhteydessä.

Lukuisissa näytteissä oli viitteitä mikrobivaurioista, joten lisää näytteitä otettiin vielä elokuun syyskuun aikana vähemmän riskialttiista paikoista. Väliseinistä otettiin kaksitoista näytettä ja ulkoseinistä kolme näytettä. Pääosin näytteet otettiin 20 cm korkeudelta seinän alaosasta mineraalivillasta. Lisäksi muutama näyte otettiin 200 cm korkeudelta. Ainoastaan kahdesta uudesta väliseinänäytteestä löytyi kosteuteen viittaavia mikrobeja, ja opettajanhuoneen väliseinän eristeestä myös sädesientä, muissa näytteissä ei ollut viitteitä vauriosta. Ulkoseinänäytteet otettiin ikkunoiden läheltä mineraalivillasta. Ainoastaan yhdessä näytteessä kolmesta oli heikko viite vauriosta: opettajanhuoneen ulkoseinän lämmöneristeessä oli kosteuteen viittaavia mikrobeja sekä sädesientä.

#### 4.2.2 Valkoisen talon teknisiin ominaisuuksiin liittyvät havainnot

Valkoisen talon julkisivuilla on lukuisia nurkkauksia ja kulmauksia, minkä vuoksi riskialttiita rakenneliittyymiä on runsaasti. Rakennuksessa ei ole salaojia, ja se on perustettu hyvin matalalle. Seinustoiden lähellä on monin paikoin kasvillisuutta ja talvisin lumi kiinnostuu seinää vasten aiheuttaen sulaessaan kosteusrasitusta. Myös ikkunoiden pellitysten ja peitekotelointien liittymissä on havaittu tutkimuksissa rakoja, joiden kautta vesi on



päässyt ulkoseinärakenteisiin. Lisäksi on havaittu rakoja ulkoseinien puolella jalkalisto-  
jen alla sekä väliseinien ja pilarien välissä. Myös väliseinien ja alapohjan liittymissä sekä  
putkiläpivienneissä ja ikkunan ja ikkunakarmien liittymissä on todettu ilmavuotoja.



*Kuva 21. Valkoisen talon seinälinja on monimuotoinen.*

#### **4.2.3 Valkoisen talon kattoon liittyvät havainnot**

Valkoisessa talossa on bitumikerminen ja eritasoinen seitsemällä kattoikkunalla varus-  
tettu kattorakenne, ja vuosien varrella koulussa on ollut useita kattorakenteista alkunsa  
saaneita vesivuotoja. Erityisesti kattoikkunoiden liittymistä on tullut vesivuotoja. Katolle  
pääsy on melko helppoa, minkä seurauksena katolla on tehty tihutöitä ja tukittu muun  
muassa kattokaivoja ja tuuletusputkia. Lisäksi rakennuksen vieressä on mäntymetsäinen  
Punaisten puisto, mistä myös kulkeutuu neulasia, jotka ovat myös tukkineet kaivoja no-  
peasti. Kattokaivoja ei ole puhdistettu riittävän usein, minkä vuoksi tukkeumat ovat ai-  
heuttaneet ongelmia.

Valkoisen talon vesikatto uusittiin kokonaan kesien 2015-2017 aikana ja korjauksessa  
uusittiin muun muassa vesikaton rakenteet ja kattoikkunoiden liittymät. Alkuperäinen  
katto oli joustava eli tehty eristeen päälle ja kermit olivat repeytyneet useista kohdista.  
Ilmanvaihtokanavat kulkivat aiemmin katon päällä, mutta korjauksessa ne upotettiin ka-  
ton sisään, jolloin katosta saatiin yhtenäinen. Katon rakennepaksuus kasvoi hieman ja  
myös räystäitä korotettiin ja yksi kaivo lisättiin. Korjauksen yhteydessä havaittiin, että

keittiön poistoilmakanavassa ei ollut suojausta, vaan poistokanavaan on päässyt yöaikana sade, kun poistoilmanvaihto on ollut pois päältä. Korjauksen yhteydessä poistokanavan päälle asennettiin hattu. Korjauksessa havaittiin myös, että kattolyhdyt olivat vuotaneet monissa paikoissa ja loivemmissa kattolyhdyissä vesi oli jäänyt makaamaan lasin päälle. Kattoikkunat korjattiin kattoikkunavalmistajien ohjeiden ja oman osaamisen mukaisesti. Tuuletusviemäreissä oli ennen korjausta paljon roskaa, muun muassa pulloja. Katolle pääsyä ei kuitenkaan korjauksessa estetty, koska sitä on mahdotonta estää kokonaan ja huoltohenkilökunnan pitää myös päästä katolle. Vesikaton kunnostustyöt on dokumentoitu kattavasti.

Korjauksessa ei uusittu kattokaivoja ja huollettavuus on edelleen hankalaa, joten kaivojen tukkeutuminen tulee kuntotutkijoiden mukaan todennäköisesti jatkumaan. Katon kermien välissä havaittiin kesän 2018 kuntotutkimuksissa paikoin vettä ja kermien kiinnitys todettiin puutteelliseksi. Bitumikermien korkkaamisen vuoksi vesi on saattanut päästä ulkoseinärakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurioita niihin. Lisäksi havaittiin, että kattoikkunoiden levyrakenteisista seinistä puuttui höyrynsulku.



**Kuva 22.** Kattoikkunoista on monesti vuosin varrella aiheutunut kosteusongelmia sisätiloihin.

Järnströmin, Koivusaaren ja Saaren (2017) mukaan erityisesti loivilla katoilla rakenteiden liitoskohtien ja läpivientien kosteustekninen toimivuus on tärkeää, jotta vesi ei pääse kulkemaan syvemmälle yläpohjarakenteisiin. Monesti ongelmia tasakatoilla on aiheuttanut muun muassa seinärakenteiden liitosten ylösnostojen saumojen puutteet tai kiinnitysten pettäminen, jonka seurauksena vesi on päässyt yläpohjarakenteisiin. Myös pienikokoisten läpivientien vedeneristystyöt ovat läpivientien muodon vuoksi olleet hankalia toteuttaa, koska vedeneristystyöhön tarvitaan erityisiä läpivientikappaleita sekä kiristimiä.

Läpivientien ja ylösnostojen vesitiiviys tulisikin aina varmistaa yksityiskohtaisilla suunnitelmilla, tarkalla toteutuksella sekä laadunvarmistustoimenpiteillä ja säännöllisellä kunnon tarkistamisella.

#### **4.2.4 Valkoisen talon viemäreihin liittyvät havainnot**

Valkoisessa talossa on raportoitu pohjaviemärien vuodoista. Kuntotutkijat selvittivät viemärien kuntoa ja ne kuvattiin kattavasti. Osaa pohjaviemäreistä ei kuitenkaan pystytty kuvaamaan. Viemärit olivat pääosin hyväkuntoisia, mutta joissakin kohdissa esiintyi painaumuksia, joissa vesi seiso. Lisäksi kuvista havaittiin, että viemäreissä on ollut tukoksia. Kuntotutkijoiden mukaan pohjakerroksen viemärien korkit ovat olleet välillä huonosti kiinni tai niitä ei ole ollut mahdollista laittaa kunnolla kiinni, minkä vuoksi vettä on tullut luukuista tukosten seurauksena.

#### **4.2.5 Valkoisen talon alapohjan kosteus ja maaperä**

Valkoisen talon alapohjasta on mitattu aiemmissa kuntotutkimuksissa korkeita kosteuspitoisuuksia, mikä saattaa johtua imeytyskentän toimimattomuudesta tai vesivuodoista. Korkeita lukemia on mitattu erityisesti terveydenhoitajan tilojen läheisyydestä sekä kuvaamataidon luokasta. Mittaukset on tehty pintakosteusmittarilla sekä rakenneavauksista. Valkoisen talon kohdalle ei ole rakennettu salaojia, koska imeytyskentän on oletettu olevan riittävä. Valkoisessa talossa on ollut lattiapäällysteenä pääosin muovimatot ennen kesän 2018 korjauksia, joten betonilaatan kosteus on voinut aiheuttaa muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen hajoamista, mistä on voinut seurata emissio-ongelmia.

Järnströmin, Koivusaaren ja Saaren (2017) mukaan alkalisen kosteuden vaikutuksesta muovimaton pehmitin ja liima voivat hajota aiheuttaen muun muassa 2-etyyliheksanoli-päästöjä sisäilmaan ja synnyttäen sisäilmaoireita.

Valkoisen talon alapohja on monin paikoin samassa tasossa maanpinnan kanssa, mikä lisää kosteudesta aiheutuvia riskejä. Nykyisen hyvän rakentamistavan mukaan maanvastaisen alapohjan lattian yläpinnan on oltava vähintään 0,3 metriä rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella.



*Kuva 23. Valkoisen talon lattia on monin paikoin samassa tasossa maanpinnan kanssa.*

Kesällä 2018 alapohjarakenteeseen tehtiin rakenneavauksia kolmessa kohdassa. Avatuissa kohdissa rakenne ylhäältä alaspäin oli seuraavanlainen:

- 80 mm betonilaatta
- Valupahvi
- 50 mm EPS-eriste, ulkoseinälinjoilla 2x50 mm
- Täyttökerros sepeliä/hiekkaa 150 – 180 mm
- Hiekka, osassa avauksista alapohjalaatan ja lämmöneristeen alapuolella ei ollut ollenkaan sepeliä



*Kuva 24. Kuvaamataidon luokan alla olevaa maaperää tutkittiin rakenneavauksin.*



Päiväkodin alueella tutkittiin lattian pintakosteutta ja havaittiin, että pintakosteudet olivat koholla, RH-arvot vaihtelivat välillä 85-100 %. Erityisesti alemmalla lattiatasolla pintakosteusarvo oli korkea.

Jokiniemen koulurakennusten ympäristön maa-aines on hiekkaperäistä, mutta Valkoinen talo on rakennettu täyttömaatpatjan päälle. Maaperän koostumusta selvitettiin ottamalla näytteitä Tiilitalon ja Valkoisen talon ulkoseinien vierustoilta ja valkoisen talon kuvaamataidon luokan lattian alta. Valkoisen talon alla oleva maaperä todettiin tutkimuksissa olevan voimakkaasti kapillaarinen, minkä seurauksena lattian alla oleva maa-aines on koko ajan hyvin kosteaa.



*Kuva 25. Kuvaamataidon luokan alla olevaa maa-ainesta.*

Kosteuspitoisuuksia mitattiin kahdeksasta eri kohdasta 20 ja 40 cm syvyydestä betonilaatatasta ja seitsemästä kohdasta maaperästä. Poikkeuksellisen suuria kosteuspitoisuuksia mitattiin tekstiilityöluokasta kolmesta kohdasta maaperästä, RH 87,8%, 93,1 % ja 96,2 % sekä yhdestä pisteestä 40 cm syvyydeltä betonilaatatasta RH 80,5%. Lisäksi yhdestä opetustilasta mitattiin korkea maaperän kosteus, RH 87,9 %, ja betonilaatatasta 40 cm syvyydeltä RH 91,0 %. Muut mittaustulokset eivät olleet poikkeuksellisen korkeita. Useissa mittapisteissä maaperän kosteus oli siis poikkeuksellisen korkea, kun taas betonilaatan kosteus oli pääosin normaalilla tasolla ja korkeita arvoja löydettiin vain kahdesta mittapisteestä. Toinen betonilaatatasta mitatuista korkeista arvoista sijoittui alueelle, jossa on havaittu ongelmia pohjaviemäreissä ja viemärivuotoja. Korkea arvo voi siis johtua pohjaviemäreistä tulleesta kosteudesta. Maaperän korkea kosteuspitoisuus on melko tavallista, joten se ei yksinään aiheuta vielä ongelmia. Kuntotutkijat kuitenkin totesivat, että

maapohjasta nousee kosteutta diffuusiolla maanvastaiseen betonilaattaan, koska alapohjan alapuolinen ohut sorakerros ei täysin katkaise kapillaarista kosteuden nousua. Betonilaatan alapuolinen EPS-eriste kuitenkin ehkäisee kosteuden nousemista laattaan.

Kapillaarisen veden nousun aiheuttamia vaurioita voidaan korjata vaihtamalla lattiapäällyste, uudella lattiarakenteella, jonka alle rakennetaan tuuletettava kerros tai purkamalla koko alapohjarakenne ja rakentamalla uusi nykymääräysten mukainen alapohjarakenne. Alapohjarakenteita korjattaessa on aina kiinnitettävä huomiota myös maaperän kallistukseen, pinta- ja sadevesien poisjohtamiseen sekä salaojitukseen. (FISE rakennusvirhepankki, 2018)

#### **4.2.6 Valkoisen talon ilmanvaihto**

Valkoisessa talossa on tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmät, ja aiemmissa kuntotutkimuksissa laitteissa ja laitteiden toiminnassa oli havaittu vikoja. Muun muassa yhden laitteen tuloilmapuhaltimen hihna oli todettu olevan poikki ja usein koneiden ilmavirtausmäärät oli mitattu pienemmiksi kuin ohjeissa. Pääosin laitteet oli kuitenkin luokiteltu hyväkuntoisiksi ja kanavat melko puhtaiksi. Kesän 2018 kuntotutkimuksissa ilmanvaihdon toimintaa oli tarkoitus tutkia tarkemmin. Ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa ei pystytty kuitenkaan tutkimaan kattavasti, koska kesällä 2018 suoritettavien korjausten vuoksi ilmanvaihto oli pois päältä. Kuntotutkijat kuitenkin suosittelevat ilmanvaihdon tasapainotuksen tarkistusta, koska esimerkiksi liikuntasalin painesuhteet eivät ole olleet aiemmin tasapainossa. Kuntotutkijat havaitsivat myös, että hiilidioksidimittarit eivät ohjaa ilmanvaihtokoneiden toimintaa kunnolla, koska anturit on sijoitettu mittauksen kannalta epäsoviviin paikkoihin. Sijoittelun vuoksi ilmanvaihtokoneet toimivat lähes koko ajan minimitoholla. Automaatiota pitäisikin muuttaa niin, että anturit reagoisivat myös lämpötilan muutokseen.

Jokiniemen koulu kuuluu energiansäästöjä tavoittelevaan Esco-hankkeeseen. Yhdessä hankesuunnittelukokouksessa käytiin läpi listaus toimenpiteistä, joita kohteessa on tehty Esco-hankkeen osalta. Järjestelmissä käytettyjä asetusarvoja sekä ilmanvaihdon päällä pitämisen aikataulua ei kuitenkaan saatu selville.

Ilmanvaihtojärjestelmien puutteellisella toiminnalla on osoitettu olevan merkittävä vaikutus sisäilmaongelmiin ja niiden syntyyn. Esimerkiksi puutteellinen tuloilma aiheuttaa ilmanvaihdon epätasapainon, jonka seurauksena korvausilma imetään rakenteista ja viemäreistä (Kurnitski, J., 2009).

#### **4.2.7 Valkoisen talon uusimpiin korjauksiin liittyvät riskit**

Hankesuunnitteluvaiheessa mukana olevat kuntotutkijat kyseenalaistivat kesällä ja syksyllä 2018 suoritettavien korjausten järkevyyttä. Toukokuun 2018 kokouksessa sovittiin, että kuntotutkijat tekevät suunnitelmataarkastukset kesällä suoritettavien korjausten osalta

viikon aikana. Aluksi tarkistetaan vain muutaman eniten oireita aiheuttaneen tilan korjaussuunnitelmat ja tehdään rakenneavauksia kyseisiin tiloihin. Tällöin muiden tilojen suunnitelmatarkastuksiin jää enemmän aikaa. Ensimmäiset suunnitelmatarkastukset olisi järkevintä tehdä tiloihin, joista korjaukset aloitetaan. Korjausten aikataulua ja järjestystä ei kuitenkaan ollut vielä päätetty, joten kiireellisimmistä tiloista ei ollut tietoa.

Kuntotutkijoiden mukaan kaikkien tiivistettävien seinärakenteiden kunnosta ei ollut tarkkaa tietoa ja tiivistyskorjausten seurauksena mikrobivaurioituneita rakenteita saattaa jäädä tiivistysten alle. Kuntotutkijoiden mukaan järkevintä voisi joissakin kohdissa vaihtaa rakenteita tiivistysten sijaan, samalla saataisiin selville myös rakenteiden kunto. Myös lattian korjaustapaan suhtauduttiin kriittisesti, ja hankesuunnitteluvaiheessa mukana olivat kuntotutkijat arvioivat lattian epoksoinnin aiheuttavan muutoksia rakenteen kosteuskäyttäytymiseen ja siten synnyttävän mahdollisia riskejä. Lattiapinnat epoksoitiin, mutta muun muassa väliseinien kohdalla epoksia ei ole. Tämä saattaa aiheuttaa kosteuden nousua väliseiniin tai kohtiin, joissa epoksisivelyssä on halkeamia. Korjaukseen liittyviä riskejä voitaisiin kuntotutkijoiden mukaan pienentää seuraamalla betonilaatan kosteuskäyttäytymistä säännöllisesti jatkossa.



**Kuva 26.** Valkoisen talon ulkoseinärakenne.

Kuntotutkijoiden mukaan liikuntasalin lattian ilmatilan ja muovikalvon pinnan olosuhteita kannattaisi seurata jatkuvatoimivilla kosteus- ja lämpötila-anturoilla, jotta rakenteiden olosuhteet sekä vaurioitumisriskit ja mahdolliset korjaustarpeet saadaan selville. Liikuntasalin lattiarakente on puukorotettu ja villaeristetty maanvaraisen betonilaatan päällä, eikä suunnitelmien mukaan betonilaatan alla ole lämmöneristettä vähentämässä kosteuden nousua maaperästä laattaan. Puuttuvan lämmöneristeen vuoksi maanvastaisen laatan yläpinta on viileä sisäilman lämpötilaan verrattuna. Betonilaatan pinnassa oleva



muovikalvo toimii diffuusiotiivinä pintana, ja sisäilman kosteus voi tiivistyä siihen. Myös viereisellä käytävällä havaitut viemäriongelmat voivat lisätä liikuntasalin alapohjan kosteusrasitusta.

### 4.3 Tiilitalon lähtötiedot ja havainnot

Tiilitalo tutkittiin hankesuunnittelun aikana pääosin aistinvaraisin menetelmin, ja lisäksi tehtiin rakenneavauksia, otettiin materiaalinäytteitä sekä tehtiin kosteusmittauksia. Tutkimusten tavoitteena oli selvittää rakenteiden kuntoa peruskorjauksen suunnittelua ja toteutusta varten. Tutkimukset suoritettiin kesän 2018 aikana.



*Kuva 27. Tiilitalo edustaa aikakautensa arkkitehtuuria.*

#### 4.3.1 Tiilitalon ulkoseinät

Tiilitalon ulkoseinärakenteena on massiivitiilimuuraus ulkopuolisella verhomuurauksella. Verhomuurauksen takana havaittiin välipohja- ja ikkunanylityspalkkien kohdalla toja-eristettä, joka on kosteusvaurioituvaa materiaalia. Kuntotutkimuksessa eriste vaikutti hyväkuntoiselta. Kuntotutkijat kuitenkin suosittelivat peruskorjauksen yhteydessä ulkoseinien liittymien ilmatiivistystä lattioihin ja kattoon näillä alueilla, jotta eriste ei ole ilmayhteydessä sisätiloihin.



### 4.3.2 Tiilitalon haitta-aineet

Tiilitalo on rakennettu 1950-luvulla, joten rakenteissa saattaa esiintyä haitta-aineita. Rakenteet, joissa on asbestia, on jo aiempien kuntotutkimusten mukaan poistettu. Kesän 2018 kuntotutkimuksissa asbestia löydettiin myös toisen kerroksen lattiamassasta. Lattiamassassa oleva asbesti ei ole vaaraksi normaalissa käytössä, mutta korjaus- ja purkutöissä se on otettava erityisesti huomioon.

Kesän 2018 kuntotutkimukset sisälsivät rakenneavauksia, joista on pystytty selvittämään haitta-aineiden esiintyvyyttä. Kellarin kantavista seinistä löytyi paikoin sisäpuolisen verhomuurauksen takaa kosteusvaurioituvia materiaaleja kuten korkki- ja toja-eristettä, jotka eivät sovellu maanvastaisiin rakenteisiin. Lisäksi maanvastaisissa seinärakenteissa on betonisen perusmuurin sisäpinnassa kosteuseristys, joka sisältää PAH-yhdisteitä, ja eristeen rikkoutuminen korjaus- tai purkutöiden yhteydessä voi aiheuttaa hajuhaittoja.

### 4.3.3 Tiilitalon kellarin käyttöön liittyvät havainnot

Tiilitalon kellarikerroksessa on mikrobiperäinen haju, mutta varsinaista syytä sillä ei ollut aiemmissa kuntotutkimuksissa löydetty. Alapohjarakenteista on kuitenkin löytenyt viitteitä siitä, että rakenteeseen nousee kapillaarisesti kosteutta alapuolisesta maa-aineksesta. Osassa kellarikerrosta on maanvaraisen betonilaatan päälle tehty muovimatolla päällystetty kelluva tai koolattu pintakerros. Rakenne on riskirakenne, koska siihen kohdistuu alapuolista kosteuskuormaa ja kosteusolosuhteet on todettu osassa lattioista suotuisiksi homeen muodostumiselle. Betonin päältä on löytenyt tutkimuksissa rakennusaikaisia tummuneita, mutta ei täysin lahonneita puulastuja. Korkea kosteuspitoisuus on voinut aiheuttaa myös päällysteen ja liiman kemiallista hajoamista ja kemiallisten yhdisteiden kulkeutumista sisäilmaan. Kuntotutkijoiden mukaan alapohjan rakenteet betonilaattoineen on suositeltavaa uusida ainakin osittain erityisesti opetus-, työskentely- ja sosiaalitila käyttöön tarkoitetuissa tiloissa. Toisarvoisissa tiloissa alapohjarakenteet voidaan säilyttää uusimalla betonilaatan yläpuoliset korotus- ja pinnoiterakenteet sekä ilmatiiivistäen liittymät.



*Kuva 28. Kellarikerroksen tilat eivät ole enää opetuskäytössä.*



*Kuva 29. Tiilitalon kellarissa sijaitsevan autotallin lattialle on kertynyt aika ajoin runsaasti vettä.*

#### 4.3.4 Tiilitalon välipohjiin ja yläpohjaan liittyvät havainnot

1950-luvun rakennusten välipohjissa saattaa olla orgaanisia rakenteita, jotka voivat aiheuttaa sisäilmaan ongelmia. Tiilitalon välipohjia ei ollut aiemmissa kuntotutkimuksissa selvitetty kovin tarkasti. Asuntolaosan välipohjat ovat betonirakenteisia alalaattapalkistoja ja pintarakenteena on paikalla valettu betonilaatta. Välipohjiin tehtiin kolme rakeneavausta, joissa todettiin, että muottilaudoitus on jätetty asuntosiiven välipohjarakenteeseen. Muottilaudat näyttivät aistinvaraisessa tutkimuksessa hyväkuntoisilta, mutta kotelotilassa havaittiin epäpuhtauksia, jotka voivat heikentää sisäilman laatua, mikäli rakenteen läpi tapahtuu ilmavirtauksia.

Tiilitalon isoimman rakennusmassan eli luokkasiiven välipohjarakenteena on teräsbetoninen ylälaattapalkisto, ja aiemmissa tutkimuksissa oli todettu, ettei välipohjassa ole erillistä eristekerrosta. Luokkasiiven yläpohjarakenteesta löydettiin vanha toja-eriste, jossa ei ollut viitteitä kosteusvaurioitumisesta.



*Kuva 30. Tiilitalon liikuntasali.*

Liikuntasalin yläpohjarakenteena on alalaattapalkisto, ja lämmöneristyksenä on käytetty nokikaapin kuonaa, joka ilmeisesti tarkoittaa masuunikuonaa. Kuntotutkijoiden mukaan peruskorjauksessa eriste on syytä vaihtaa nykyaikaiseen lämmöneristeeseen.



### 4.3.5 Tiilitalon LVI-tekniikka

Tiilitalossa tutkittiin myös lvi-tekniikkaa, ja kuntotutkijan mukaan pattereissa on vielä käyttöikä jäljellä, mutta kaikki muu lvi-tekniikka on käyttökänsä päässä.



*Kuva 31. Tiilitalon luokkahuone.*

## 4.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

Suunnittelijat tulivat hankesuunnitteluun mukaan joulukuussa 2018. Hankesuunnittelukokouksissa tutkijat pyrkivät tuomaan esiin seikkoja, jotka on huomioitava suunnittelussa, ja joilla voidaan pienentää hankkeeseen liittyviä riskejä.

### 4.4.1 Tulevaisuuden tilatarpeisiin ja –vaatimuksiin liittyvät epävarmuudet

Vantaan virallisen väestöennusteen mukaan Tikkurilan suuralueen väestömäärä tulee kasvamaan ja väestönkasvu painottuu erityisesti Tikkurilan kaupunginosaan mutta myös Hiekkaharjun ja Viertolan kaupunginosissa oppilasmäärän ennustetaan kasvavan. Väestöennusteisiin liittyy kuitenkin aina erityisesti pitkällä aikavälillä epävarmuutta muun muassa taloustilanteesta, työllisyydestä ja muuttoliikkeistä johtuen.

Tarveselvityksessä on esitetty väestöennustetta vuoteen 2027 asti. Tarveselvityksen mukaan koko Tikkurilan suuralueen oppilasmäärän ennustetaan kasvavan noin 700 oppilaalla vuodesta 2017 vuoteen 2027. Uuden päiväkodin tarvetta perustellaan palveluverkосуunnitelman mukaan suuralueen ja Jokiniemen kaupunginosan lisääntyvällä lapsi-

määrällä, lisäksi uudella päiväkodilla voitaisiin korvata toiminnallisesti huonoja ja tehotomia vuokratiloja. Myös perhepäivähoitajien määrän väheneminen kasvattaa tarvetta uusille päiväkotipaikoille.

#### 4.4.2 Rakennusten tilatehokkuus ja tilojen käyttö

Rakennusten tilat eivät ole tilatehokkaita laskennallisesti tilatehokkuustavoitteisiin verrattuna, ja rakennusten tilojen sijoittelun johdosta uudisrakennusten tilatehokkuuteen ei ole mahdollista päästäkään. Korttelialueella on vielä rakennusoikeutta jäljellä ja rakennusalue on tontilla melko väljä. Tiilitalolla on R2-suojelumerkintä eli kohde on kulttuurihistoriallisesti merkittävä rakennus, mikä on otettava huomioon korjausten suunnittelussa.

Tilojen käyttäjiä osallistui osaan hankesuunnittelukokouksista. Käyttäjät kokivat valkoisen talon tilat toiminnallisuudeltaan pääosin hyviksi, joten merkittäville tilamuutoksille ei juurikaan nähty tarvetta. Valkoisen talon nykyisiä käsityötiloja ei kuitenkaan koettu toimiviksi ja myös teknisen työn tilan varustelun olisi tarkoitus lisäantä robotiikan myötä. Tiilitalon osalta tilat koettiin melko toimiviksi. Tilojen olosuhteisiin käyttäjät toivoivat kuitenkin parannuksia, koska kesällä luokkatiloissa on todella kuuma ja talvella niin kylmä, että oppilaat käyttävät takkeja oppitunneilla. Tiilitalon kellarin tilat eivät ole olleet käytössä sisäilmaongelmien vuoksi. Selkeää syytä kellarin sisäilmaongelmille ei kuntotutkimuksissa löydetty. Kellaritilojen vaurioituneet rakenteet tulee korjata mutta kellaritiloja ei voida suositella otettavaksi käyttöön korjausten jälkeenkään.



*Kuva 32. Valkoisen talon opetussolun aulatilaja käytetään myös opetukseen.*

Oppilasmäärät nousevat noin 40:llä oppilaalla vuodessa, joten lisätilalle myös opetuksen osalta nähdään tarvetta tulevaisuudessa. Mahdollisen paviljongin purkamisen jälkeen tilatarpeita tulisi myös koulun osalle. Erityisoppilaiden tilantarve on noin 15 m<sup>2</sup> oppilasta kohden eli noin kaksinkertainen tavallisiin oppilaisiin verrattuna ja lisäksi vammaisopetuksessa tarvitaan aina myös eriyttämistila. Nykyisin paviljongissa toimii yksi 24 oppilaan ryhmä sekä kuuden ja seitsemän oppilaan ryhmät. Yhteensä paviljongissa on tilat kahdelle kahdenkymmenen oppilaan ryhmälle.



*Kuva 33. Paviljongin purkaminen aiheuttaisi erityisoppilaiden tilojen ja toimintojen uudelleensijoittamisen.*

Opetushenkilökunta toivoi yhtä yhteistä opetushenkilökunnan tilaa kahden erillisissä rakennuksissa toimivien tilojen sijaan. Tilaan pitäisi päästä sekä Tiilitalosta että Valkoisesta talosta sisäkautta ja sen tulisi olla keskeisellä paikalla, jotta kauemmistakin luokkatiloista ehtisi tullemaan sinne välituntien ajaksi. Käytännössä toteutukseen vaadittaisiin putkirakenne esimerkiksi Tiilitalon toisesta kerroksesta Valkoiseen taloon. Putkirakenne oli esillä myös suunnittelijoiden luonnoksessa. Mikäli yhteistä opetushenkilötilaa ei toteuteta, käyttäjät kokevat, että erilliset tilat Tiilitalon ja Valkoisen talon ensimmäisissä kerroksissa toimivat myös melko hyvin.

Tällä hetkellä kaikki oppilaat käyttävät kaikkien rakennusten tiloja ja tulevaisuudessa sen toivotaan vielä lisääntyvän. Opetushenkilökunnan toiveena oli, että myös vammaisopetusta voitaisiin toteuttaa kaikissa rakennuksissa, mikä edellyttäisi muun muassa esteettömyyttä. Tiilitalon tilat ovat tällä hetkellä esteellisiä, eikä rakennuksessa ole hissiä. Mikäli erityisoppilaat käyttäisivät Tiilitalon ylempiäkin kerroksia, olisi hissien rakentaminen välttämätöntä.

### 4.4.3 Muuntojoustavuus

Tarveselvityksen mukaan koulurakennusten tiloja pyritään tarpeiden ja vaatimusten mukaisesti muuttamaan vastaamaan uuden oppimisympäristön toiminnallisia vaatimuksia. Koulurakennusten toiminnalliset vaatimukset muuttuvat eri aikakausilla, joten todennäköisesti nykyiset uuden oppimisympäristön vaatimuksetkin tulevat tulevaisuudessa muuttumaan. Tämän vuoksi tilojen pitäisi olla muuntojoustavia.

Tampereen yliopiston tutkijat suosittelevat, että laajennusosa ja Tiilitalon tuleva korjaus suunnitellaan avoimen rakentamisen periaatteiden mukaisesti. Tällöin rakennuksen suunnittelu ja toteutus eriytetään kiinteän perusosan suunnitteluun ja toteutukseen sekä muuntuvan tilaosan suunnitteluun ja toteutukseen (Saari, A., 2001, Saari, A., 2002, Saari, A., 2005). Mikäli laajennusosaan päätetään sijoittaa valmistuskeittiö, ruokala ja päiväkotikiukaan, kannattaa päiväkodin tilat suunnitella siten että ne voidaan tulevaisuudessa muuntaa pienin rakenteellisin muutoksin opetustiloiksi. Keittiö ja ruokasali ovat puolestaan luonteeltaan kiinteitä tiloja. Myös tiilitalon opetustilat kannattaa suunnitella muuntuviksi tiloiksi. Valkoisessa talossa taas tulee rajoittaa tilakorjaukset vain välttämättömiin korjauksiin, koska sen tulevaisuuteen liittyy epävarmuutta jo tehtyjen sisäilmakorjausten onnistumisesta.

### 4.4.4 Päiväkodin tilatarpeet

Uuden päiväkodin tiloille on etsitty uutta tonttia, mutta sopivaa tonttia ei ole sivistystoimen edustajien mukaan lähialueilta löytynyt. Tämän vuoksi päiväkotia pitäisi laajentaa koulun yhteyteen. Lapsipaikkojen määrä nousee nykyisestä 40:stä 192:een paikkaan ja tilaohjelman mukainen pinta-alarave on noin 1200  $\text{hym}^2$  ja 1740  $\text{brm}^2$  ilman ruokasalia ja keittiötä. Mikäli nykyiset liikuntasalit säilyvät ennallaan, päiväkotitarvitsisi monitoimitilan. Päiväkodin lisääntyvä lapsimäärä kasvattaa myös ruokasalin tilatarvetta.

Päiväkodin laajennuksen sijainnille nähtiin hankesuunnitteluvaiheen alussa kaksi vaihtoehtoa: sisäpihalle päin Valkoisen talon länsisivulta tai nykyisen päiväkodin kohdalta kohti Valkoisenlähteentietä. Laajennusta suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota myös päiväkodin pihatarpeisiin. Tarveselvityksen mukainen leikki- ja leikkipiha-alue on noin 3300  $\text{m}^2$ , ja pihan on oltava aidattu sekä virikkeinen ja turvallinen. Nykyisin päiväkodin käytössä on rakennuksen kaakkoispuolella oleva aidattu piha-alue, jossa on leikki- ja leikkimahdollisuuksia lapsille. Mikäli laajennusosa rakennettaisiin siihen, olisi lapsille tehtävä uusi piha-alue. Yhtenäiskoulun vieressä on Punaisten puisto, joka voisi olla yksi mahdollinen alue uudelle pihalle, mutta sen mahdollista käyttöä pitäisi selvittää erikseen ja hankesuunnittelun aikataulussa se ei ole mahdollista. Rakennusten ja piha-alueiden sijoittelussa on otettava huomioon myös Valkoisenlähteentietä ja Urheilutieltä tuleva tiemelu sekä rautatiestä tuleva melu. Nykyisen piha-alueen eteläreunassa melu on voimakkuudeltaan noin 50-55 dB ja tontin reunassa 60-65 dB. Lisäksi tieliikenne aiheuttaa hiukkaspäästöjä.



#### 4.4.5 Piha-alueeseen liittyvät asiat

Käyttäjien mukaan yhtenäiskoulun pihapiirissä on paljon liikunnallista toimintaa välituntisin ja käyttäjät kokevat koulun piha-alueen pieneksi. Erityisesti hiekkakenttää käytetään paljon välitunneilla ja liikuntatunneilla. Myös viereistä liikuntapuistoa hyödynnetään runsaasti liikuntatunneilla. Pääasiassa oppilaat viettävät välituntia Valkoisen talon etupihalla ja välillä myös keskipihalla. Yhtenäiskoulu kuuluu Liikkuva koulu –hankkeeseen, mutta se ei aseta vaatimuksia piha-alueelle, koska piha-asiantuntijan mukaan lähes minkälaisessa tilassa tahansa on mahdollista liikkua, ja paikkoja voidaan muokata pihan mukaan. Päiväkodilla on oma rajattu piha-alue Valkoisen talon eteläpuolella.



*Kuva 34. Päiväkodin piha-alue*

Uudisosan sijoittumisvaihtoehtoina on laajennusosa valkoisen talon länsiosasta sisäpihan suuntaan tai nykyisen päiväkotiosan jatkeena kohti Valkoisenlähteentietä. Uudisosa pienentää piha-aluetta ja varsinkin, jos vaihtoehdossa, jossa laajennus toteutetaan sisäpihaan päin, nykyiset liikunta-alueet jäävät laajennuksen alle. Mikäli paviljonkirakennusta ei tul-taisi purkamaan, oppilaiden välitunneilla käyttämät liikuntapaikat tulevat kutistumaan merkittävästi, mikä saattaa vaikuttaa negatiivisesti oppilaiden liikunnalliseen aktiivisuu-teen välituntien aikana.

Nykyisen sisäpihan ongelmana on pihan läpi kulkeva huoltoliikenne, joka aiheuttaa vaaratilanteita. Lastauslaituri sijaitsee keskellä Valkoista taloa ja nykyinen huoltoreitti kulkee Kauratieltä rakennusten koillispuolta pitkin, mutta varsinkaan isommat autot eivät mahdu kulkemaan virallista reittiä pitkin, joten ne kulkevat pihan läpi. Huoltoliikenne



kaipaisikin uudelleen järjestelemistä. Käyttäjien mukaan myös koulukorttelin pysäköintialueet ovat riittämättömät. Virallisista pysäköintipaikoista on pulaa, minkä vuoksi autoja pysäköidään myös Tiilitalon koillispuolen asfaltoidulle kulkureitille. Vapaita paikkoja on usein kuitenkin liikuntapuiston pohjoisivulla, mutta niitä ei välimatkan vuoksi juurikaan käytetä.



*Kuva 35. Koulun piha-alue*

#### **4.4.6 Keittiön ja ruokasalin vaihtoehtoiset ratkaisut**

Valkoisessa talossa toimii valmistuskeittiö, jossa tehdään 1700-1800 aterialla päivässä, ja ruokasalissa tarjoillaan noin 900 aterialla päivittäin. Lähivuosina toimintaa tullaan kasvattamaan ja aterioita valmistetaan keittiössä noin 2000. Lisääntyvien ateriamäärien vuoksi keittiötä tulisi laajentaa noin 30 m<sup>2</sup>, ja lisäksi laitteita ja tiloja muuttaa tai tulisi rakentaa uusi keittiö. Oppilasmäärien ja päiväkotipaikkojen kasvaessa myös nykyinen ruokasali on liian pieni. Lisäksi Valkoisessa talossa sijaitsevassa ruokasalissa on käyttäjien mukaan huomattavaa meteliä ruokailuajoina ja koulun keittiöstä kantautuu kovia ääniä. Käyttäjät toivoivatkin tilan akustiikkaan parannusta. Ruokasalin ja liikuntatilan siirtoseinän liikuttaminen on koettu myös hankalaksi, minkä vuoksi siirtoseinää ei juurikaan ole käytetty.



*Kuva 36. Valkoisen talon ruokasali on valoisa*

Nykyiseen keittiöön kohdistuu siis merkittäviä muutos- ja laajennustarpeita. Mikäli keittiö halutaan säilyttää nykyisellä paikallaan, sitä voitaisiin laajentaa melko helposti pihan suuntaan samoin kuin ruokasalia. Korjaukset ja muutokset olisivat kuitenkin mitattavia ja lisäksi lisääntyvä ilmanvaihtotarve aiheuttaisi todennäköisesti muutoksia ilmanvaihtolaitteiden mitoittamiseen. Myös huoltoliikenteeseen liittyvät ongelmat säilyisivät. Toinen vaihtoehto olisi rakentaa uusi keittiö ja ruokasali uudisosaan. Tällöin huoltoliikenteeseen liittyviä haasteita voitaisiin vähentää, ja nykyinen keittiö- ja ruokasali voitaisiin muuttaa opetuskäyttöön.

Valmistuskeittiön sijoittaminen Jokiniemen kampusalueelle on kuitenkin millä tahansa vaihtoehdolla hankala toteuttaa, koska tontti on melko pieni, ja huolto- ja jakeluliikenne vilkasta.



*Kuva 37. Nykyisen ruokalan ruoanjakolinjasto*

#### 4.4.7 Rakennusten mittatiedot

Hankkeen riskejä voidaan pienentää laadukkailla lähtötiedoilla, ja tarkat mittatiedot rakennuksista ovat perusta onnistuneelle suunnittelulle. Tiilitalosta oli olemassa vanhoja rakennuspiirustuksia ja Valkoisesta talosta dwg-muotoisia kuvia. Erityisesti Tiilitalon piirustusten mittoihin pitää kuitenkin suhtautua varauksella, koska rakennusvaiheessa on saatettu tehdä muutoksia, joita piirustuksissa ei näy. Lisäksi Valkoiseen taloon on tehty jonkin verran tilamuutoksia, mitä ei ole päivitetty dwg-tiedostoihin. Tampereen yliopiston tutkijat korostivat laserkeilauksella saatavien tarkkojen mittatietojen hyötyä erityisesti suunnitteluvaiheessa. Laserkeilaus tilattiin suunnittelijoiden tullessa mukaan hanke-suunnitteluun, ja laserkeilauksen tilauksessa hyödynnettiin suunnittelijoiden toiveita keilauksen suorittamisesta, ja tutkijoiden laatimia ohjeita muun muassa pistetiheyden ja keilauksen sisällön osalta.

#### 4.5 Uudisosan vaihtoehdot

Päiväkodilla on merkittävä lisätilan tarve, lisäksi koulun oppilasmäärät kasvavat, minkä seurauksena opetustilojakin tarvitaan lisää. Valkoisessa talossa on valmistuskeittiö, josta kuljetetaan ruokaa lähialueen kouluihin. Ateriamäärät tulevat kasvamaan, minkä vuoksi myös keittiön ruoanvalmistuskapasiteettia pitäisi lisätä. Suunnittelijat aloittivat uudisosan ja nykyisten tilojen muutoksia koskevan suunnittelun vuoden 2019 alussa. Tammikuun lopussa suunnittelijat esittelivät ensimmäiset kolme vaihtoehtoa uudisosaan sekä Valkoiseen taloon liittyen. Seuraavissa hankesuunnittelukokouksissa vaihtoehtoja arvioitiin ja kehitettiin, ja suunnittelijat esittivät maaliskuun aikana neljännen vaihtoehdon, jossa päiväkotia ja keittiö sekä ruokala on sijoitettu uudisosaan. Uudisosaan ja Valkoiseen taloon liittyvät vaihtoehdot sekä Tampereen yliopiston tutkijoiden niille laatima arvio on esitetty taulukossa 4.

*Talulukko 4. Uudisosan vaihtoehtoiset ratkaisut*

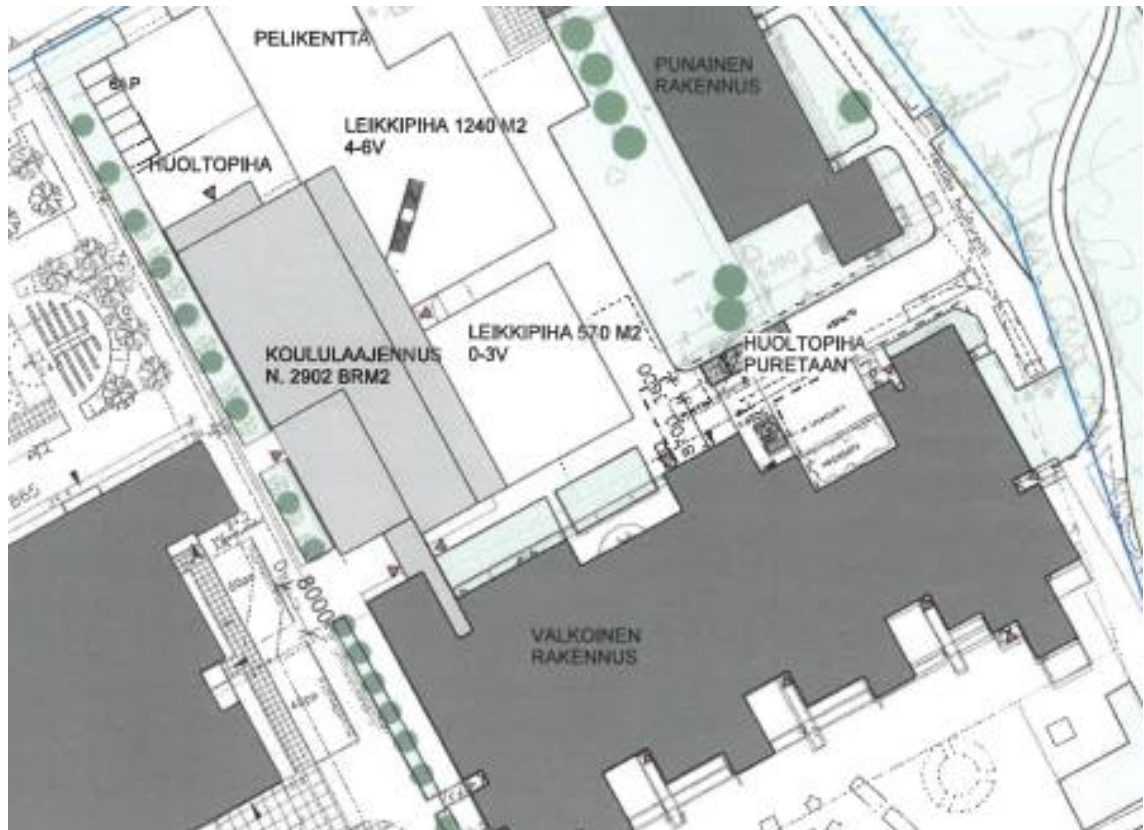
Vaihtoehdot	VE1	VE2	VE3	VE4
<b>Uudisosan tilat</b>	Päiväkoti, pieni keittiö ja ruokasali	Käsityö, kuvataide, kotitalous, fysiikka, maantiede, kemia, biologia, kirjasto	Keittiö, ruokala, kotitalous, fysiikka, maantiede, kemia, biologia, kirjasto	Keittiö, ruokala, päiväkodin tilat
<b>Valkoisen talon muutokset</b>	Keittiön ja ruokasalin laajennus, päiväkodin tiloja yleisopetukseen	Keittiön ja ruokasalin laajennus, yleisopetustiloista 5 kotialuetta päiväkodille, uudet märkäeteiset	Uudet märkäeteiset, yleisopetuksen tiloista päiväkodin tilat, ruokasali ja keittiö yleisopetustiloiksi	Ruokasali ja keittiö yleisopetustiloiksi

<b>Uudisosan laajuus (brm2)</b>	1812	2283,5	2233	2901,5
<b>Edut</b>	Vähän muutoksia valkoisen talon opetustiloihin, pienin laajennusvaihtoehto	Vaativat luokat saadaan uudisosaan, valkoisessa talossa ei kalliita muutostöitä, vanhasta tiilitalosta saadaan siirrettyä pois haastavat erikoisluokat.	Keittiöön saadaan lisää kapasiteettia ja ruoankuljetuslogistiikka paranee	Keittiöön saadaan lisää kapasiteettia ja ruoankuljetuslogistiikka paranee, päiväkodille uudet asialliset tilat, valkoisen talon opetustiloja ei tarvitse korjata päiväkotitiloiksi, valkoiseen taloon saadaan lisää opetustilaa keittiön ja ruokasalin paikalle
<b>Haasteet</b>	Ruokakuljetuslogistiikan ongelman jatkuminen, ruoan kuljetus päiväkotiin	Ruokakuljetuslogistiikan ongelman jatkuminen, päiväkodin laajentamisen valkoiseen taloon kallista, päiväkodissa vain viisi kotialuetta	Kallis keittiö ja ruokala rakennetaan uudelleen, vanhan keittiön ja ruokalan muuttaminen opetustiloiksi kallista, päiväkodin laajentamisen valkoiseen taloon kallista, vain viisi kotialuetta päiväkodissa	Selvästi suurin laajennus, kallis keittiö ja ruokala rakennetaan uudelleen, vanhan ruokalan ja keittiön muuttaminen opetustiloiksi vaatii suuria korjaustoimia

Vaihtoehto 4 (VE4) vaikutti järkevimmältä ratkaisulta, koska ilmeni, että keittiöön kohdistuu merkittäviä muutostarpeita, ja päiväkodin tilojen sovittaminen Valkoiseen taloon osoittautui haastavaksi. Lisäksi Valkoisen talon nykyisiin tiloihin ei VE4:ssä kohdistuisi yhtä laajoja muutostarpeita kuin päiväkodin tilojen sijoittamisessa Valkoiseen taloon. Yleisopetuksen tilat jäisivät siis pitkälti ennalleen. Koululla on pyrkimys kengättömyyteen, ja sisäyhteys uudisosasta valkoiseen taloon tukisi tätä. Uudisosa onkin suunnitelmassa kytketty Valkoiseen taloon. Riskinä kytkennässä on kuitenkin mahdollisten sisäilmaongelmien leviäminen myös uudisosaan, mikäli niitä ei ole saatu valkoisesta talosta poistettua. Riskiä voidaan pienentää purkamalla nykyinen ulkoseinä uudisosan kohdalta, ja se otettiin suunnittelussa huomioon. Uudisrakennuksen ja Valkoisen talon liittäminen toisiinsa aiheuttaa myös haasteita erityisesti päiväkotiin kulkemiseen. Uudisosan pääovet ovat sisäpihalla, jossa lapset ulkoilevat päivisin. Pääoville mennessä on siis kierrettävä rakennus pohjoispuolelta ympäri, mikä taas voi aiheuttaa vaaratilanteita keittiön huoltologistiikan kanssa.



Vaihtoehto 4:n selkeä etu on uusien päiväkodin tilojen rakentaminen, jolloin tilat voidaan toteuttaa tarpeiden mukaan. Lisäksi uusi keittiö ja ruokala voidaan suunnitella toimiviksi kasvavat ateriamäärät huomioon ottaen.



**Kuva 38.** VE 4:ssä vanha huoltopiha puretaan ja uusi rakennetaan uudisosan pätyyn.

Tampereen yliopiston tutkijat nostivat esiin myös uudisosan kattoratkaisuun liittyvät riskit. Valkoisen talon tasakatolla on ollut paljon ongelmia, joten pitäisi huolehtia siitä, että uudisosan kattoon ei saman tyyppisiä ongelmia tule. Valkoisen talon katolla on oleskellut ihmisiä, ja jos uudisosa on liitetty kiinteästi valkoiseen taloon, ihmiset pääsevät ainakin sitä kautta myös uudisosan tasakatolle. Riskinä on rakenteiden rikkoutuminen ja sen seurauksena esimerkiksi vesivuodot rakennuksen sisään. Riskiä voidaan pienentää toteuttamalla uudisosan katto pulpetti- tai harjakattona. Kuntotutkijan mukaan riskiä voidaan pienentää katelaattaa käyttämällä kermien alla sisäpuolisen vedenpoiston yhteydessä. Tällöin alustasta muodostuu kovempi, eikä se anna esimerkiksi huollon yhteydessä helposti periksi. Rakennuttaja päätti, että katto toteutetaan joko pulpetti- tai harjakattona.

## 4.6 Tiilitalon vaihtoehdot

Tiilitalon korjaus oli hankesuunnittelu alkaessa suunniteltu toteutettavaksi myöhemmin aikavälillä 2023-2025. Tiilitalon tilaratkaisut vaikuttavat kuitenkin merkittävästi myös Valkoisen talon ja uudisosan ratkaisuvaihtoehtoihin, joten hankesuunnitteluvaiheessa

pohdittiin myös Tiilitalon korjausta, ja suunnittelijat tekivät luonnoksen tilojen sijoittelusta.

Tiilitalossa on painovoimainen ilmanvaihto kellarikerroksen koneellista ilmanvaihtoa lukuun ottamatta. Tampereen yliopiston tutkijan esittivät, että Tiilitalolle laaditaan hankesuunnitteluvaiheessa vaihtoehtoisten ilmanvaihtoratkaisujen vertailu. Aluksi Tiilitalon ilmanvaihtojärjestelmän toteutusta selvitettiin yhdessä rakennusvalvonnan asiantuntijoiden kanssa toukokuussa 2018 pidetyssä kokouksessa. Selvitettäväksi vaihtoehtoiksi valittiin painovoimaisen ilmanvaihdon säilyttäminen, koneellinen ilmanvaihto ja hybridi-ilmanvaihto. Hybridivaihtoehdossa rakennuksessa on sekä painovoimaista että koneellista ilmanvaihtoa. Mikäli Tiilitalon ilmanvaihto muutetaan koneelliseksi, on selvittävää rakenteiden tiiviys sekä mahdollisten uusien sisäilmaongelmien riski. Mikäli painovoimainen ilmanvaihto korvataan koneellisella ilmanvaihdolla, riskinä on kellarikerroksen mikrobien leviäminen ylempiin kerroksiin. Lisäksi on selvittävää eri vaihtoehtojen vaatimat tilatarpeet ja mahdolliset sijoituspaikat kerroksiin, ullakolle tai kellariin.

Painovoimaisen ilmanvaihdon säilyttäminen on mahdollista, mutta ilmanvaihdon riittävyys on haastavaa saavuttaa ja osoittaa, ja lisääntyvät oppilasmäärät asettavat painetta lisätä tilojen käyttäjämääriä. Tällä hetkellä tuloilmaa tulee huonokuntoisista ja epätiiviistä ikkunarakenteista, ja ikkunoiden kunnostus ja tiivistäminen estäisi tuloilman pääsyn tiloihin. Painovoimaisen ilmanvaihdon ilmamääriä tulisi kasvattaa, mikä vaatisi säleikköjen lisäämisen ulkoseinille. Ilmanvaihtoa voisi myös järjestää avaamalla ikkunoita aina välituntien aikana. Yksi vaihtoehto on tilojen väljempi käyttö, jolloin vähemmätkin ilmamäärät ovat riittäviä. Tilankäyttöratkaisut ja -tarpeet vaikuttavat päätöksentekoon ja voidaankin miettiä, että sopeutetaanko tilat toimintaa varten vai toiminnat tilaa varten.

Mikäli Tiilitaloon asennetaan koneellinen ilmanvaihto, on kiinnitettävä erityistä huomiota paine-eroihin ja vuotokohtiin. Hetkellisiä suuria paine-eroja voi syntyä puhaltimien eriaikaisen käynnistyksen yhteydessä ja sulkupeltien avautumisen viiveistä johtuen (Järnström, Koivusaari, Saari, 2017). Yleensä ikkunat ja ulko-ovet ovat suhteellisen vaarattomia vuotokohtia, kun taas alapohjan, yläpohjan ja niiden läpivientien vuodot voivat aiheuttaa merkittävää haittaa rakennukselle ja käyttäjille (Järnström, Koivusaari, Saari, 2017). Myös erillispoistojen jatkuva poistoilmanvaihto voi aiheuttaa rakennukseen alipaineen, joka lisää haitallisten epäpuhtauksien kulkeutumista ja leviämistä tiloihin (Järnström, Koivusaari, Saari, 2017).

Ilmanvaihtojärjestelmä voi aiheuttaa paine-eroja rakenteiden yli, mistä saattaa seurata epäpuhtauksien ja mikrobien kulkeutuminen tiloihin. Suuria paine-eroja syntyy muun muassa erillispoistoista, mikäli niille ei ole vastaavaa koneellista tuloa. Hallitsemattomien paine-erojen syntyminen voidaan välttää yksityiskohtaisella ilmavirtojen tasapainon suunnittelulla, hyvällä ylläpidolla sekä käyttöönottovaiheen mittauksilla ja tarkastuksilla ja jatkuvalla ilmavirtojen mittauksella ja seurannalla. (Järnström, Koivusaari ja Saari,

2017) Tällä hetkellä Tiilitalon sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousee yli Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan oppituntien aikana, joten ilmanvaihto ei ole riittävän tehokas tilojen käyttöön nähden. Lisäksi osassa tiloja lämpötila on talvella alhainen ja kesällä korkea.

Tiilitalossa on hyväkuntoinen ullakkotila, jonka hyödyntämistä pohdittiin myös hankesuunnittelun alkuvaiheessa. Tiilitalon ullakkotilan käyttöönotto opetuskäyttöön voisi olla mahdollista, mikäli merkittäviä tilatarpeita esiintyy. Ullakkotilan käyttöönottoon liittyy kuitenkin useita teknisiä riskejä ja epävarmuuksia. Ennen käyttöönottoa olisi selvitettävä yläpohjan kantavuus ja kunto sekä korjaus- ja vahvistusmahdollisuudet. Lisäksi olisi selvitettävä kulkureittien järjestäminen ullakkotilaan ja poistumisreittien riittävyys sekä luonnonvalon määrä ja sen lisäysmahdollisuudet. Korjauksista aiheutuvat kustannukset olisi myös selvitettävä ennen korjausten aloittamista. Ullakkotilaa voisi hyödyntää myös sijoittamalla mahdolliset ilmastointikoneet sinne. Tällöin yläpohjan kantavuutta pitäisi mahdollisesti parantaa teräspalkeilla, koska nykyistä yläpohjaa ei ole suunniteltu kestämään ilmastointikoneiden raskasta painoa.



*Kuva 39. Tiilitalon ullakkotila on avara ja hyväkuntoinen.*

Tiilitalon korjauksista, tilamuutoksista ja ilmanvaihtovaihtoehtoja pohdittiin uudelleen tarkemmin alkuvuodesta 2019, jolloin suunnittelijat saivat tehtäväkseen suunnitella ehdotuksen tilamuutoksista, ja konsultin tuli tutkia Tampereen yliopiston tutkijoiden perään kuuluttamia ilmanvaihdon ratkaisuvaihtoehtoja. Helmikuun ja maaliskuun kokouksissa käytiin läpi suunnittelijan ja konsultin esittämiä vaihtoehtoja. Lisäksi tutkijat esittivät maaliskuun hankesuunnittelukokouksessa analyysin Tiilitalon tilasuunnitteluun ja ilmanvaihtoon liittyen. Analyysi perustui seuraaviin tietoihin:

- Tutkijoiden kirjaamat havainnot kohdekäyntien yhteydessä ja rakennuttajan, kuntotutkijoiden välisissä tapaamisissa
- A-Insinöörit Suunnittelu Oy laatima selvitys Tiilitalon ilmanvaihtokorjausvaihtoehtoista 14.2.2019
- A-insinöörit Suunnittelu Oy:n laatima esitys ilmanvaihtosaneerauksesta 28.2.2019
- Idea Structura Oy:n kuntotutkimusraportti 8.11.2018
- A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n kuntotutkimusraportti 5.10.2018
- Arkkitehdit Oy Latva ja Vaara:n laatima Tiilitalon korjausehdotus 12.3.2019

Analyysin lähtökohtana oli se, että rakennuksen kellarikerroksen rakenteet tulee tutkia tarkemmin, jotta voidaan päättää mitä korjaustoimenpiteitä se vaatii. Lähtökohtaisesti kellarikerrokseen ei tule sijoittaa tiloja, jossa ihmiset oleskelevat. Kellariin voidaan siis sijoittaa lähinnä teknisiä tiloja ja mahdollisesti varastotilaa. Kellarin rakenteet tulee kuitenkin korjata. Samoin tulee varmistaa, ettei kellariin senkin jälkeen mahdollisesti jääneistä vauriokohdista pääse kulkeutumaan haitallisia epäpuhtauksia ylempiin kerroksiin esimerkiksi hissi- ja teknisiä kuiluja pitkin. Samoin rakennuksen ulkovaipassa saattaa olla paikallisia mikrobivaurioita, minkä vuoksi tiloissa on vältettävä alipainetta. Ainoastaan tilat, joissa on kosteuskuormaa, suunnitellaan alipaineisiksi. Lähtökohtaisesti rakennuksen ilmapuotoja on mahdotonta poistaa kokonaan.

Asuntosiiven kotelovälipohjien orgaaniset täytteet ovat riski, ja onkin syytä varmistaa, ettei niissä ole terveydelle haitallisia epäpuhtauksia, jotka painesuhteisen muuttuessa mahdollisesti kulkeutuvat sisätiloihin. Alkuperäiset ikkunat ovat tyydyttävässä kunnossa ja rakennuksen talotekniikka on uusittava lähes kokonaan. Lämpöjohdot, radiaattorit, sadevesiviemäröinti sekä painovoimaisen poiston kanavat (keskiosan 1-3 kerroksen tilat) voidaan mahdollisesti säilyttää, mutta ne pitää vielä tutkia ennen päätöstä.

Rakennuksen keskiosassa on pääosin painovoimainen ilmanvaihto, mutta osassa sen tiloista koneellinen poisto tai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tällainen sekajärjestelmä toimii kuitenkin huonosti, koska koneellisen poiston aikaansaama alipaine kääntää ilman virtaussuunnan painovoimaisen poiston kanavissa. Lisäksi ulkoseinillä on puutteellisesti korvausilma-aukkoja. Opettajien mukaan luokissa onkin talvella kylmä ja kesällä kuuma, ja ilmamäärä koetaan riittämättömäksi. Tuloilman saanti tapahtunee nyt tuuletusikkunoita avaamalla. Liikuntasiivessä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ja asuntosiivessä osittain koneellinen poisto.

Rakennuksen tiloihin ja järjestelmiin kohdistuu muutostarpeita. Talossa olevat henkilöstön tilat kaipaavat kehittämistä, samoin tarvitaan lisää neuvottelutiloja. Olemassa oleva luokkahuonejako soveltuu uuden oppimisympäristön vaatimuksiin. Jos tehdään huonejakoon muutoksia, ne on tehtävä siten, ettei kantavia rakenteita tarvitse muuttaa. Taloon on rakennettava hissi, mikä mahdollistaa liikuntaesteisten liikkumisen myös ylempiin ti-



loihin. Hissiä ei tulisi kuitenkaan rakentaa kellarikerrokseen saakka, koska silloin kellarikerroksessa mahdollisesti olevat terveydelle haitalliset epäpuhtaudet kulkeutuvat hissi-kuilua pitkin ylempiin kerroksiin. Liikuntatilojen pesutilat ovat nyt kellarikerroksessa. Tilat ovat nyt ahtaita ja matalia, ja tulee tutkia, voisiko ne sijoittaa uuteen paikkaan 1. kerrokseen. Tällöin vältetään myös hissien rakentaminen kyseisiä tiloja varten.

Jos ullakkotilaan sijoitetaan tulo- ja poistoilmakoneita, tulee palopermanto purkaa ja vahvistaa yläpohjan rakenteet teräskannattajilla. Mikäli taloon valitaan painovoimainen tai hybridi-ilmanvaihtojärjestelmä, on haastava tehdä taloon kohdepoistoja vaativia luokkia kuten kotitalousluokkia ja teknisentyön luokkia. Taloteknisten reittien suunnittelussa kannatta panostaa selkeyteen ja järjestelmien mitoituksessa on syytä ottaa huomioon potentiaaliset tilojen käyttötarkoituksen muutokset. Tämä tarkoittaa sitä, ettei järjestelmiä tule mitoittaa tiukasti ensimmäiselle käytölle. Tampereen yliopiston tutkijat suosittelevat, että Tiilitalolle laaditaan tilaohjelma käyttäen avoimeen rakentamiseen pohjautuvaa joustavaa tilaohjelmamallia, jossa osa tiloista käsitellään muuntuvina tiloina (lähinnä opetustilat) ja osa kiinteinä tiloina. Tällöin rakennuksen suunnittelu ja toteutus eriytetään kiinteään perusosan suunnitteluun ja toteutukseen sekä muuntuvan tilaosan suunnitteluun ja toteutukseen (Saari, A., 2001, Saari, A., 2005)

Rakennuksen 3. kerroksen asunosiiven ”pajatilassa” on tasoeroja, joten liikuntaesteiset eivät pysty käyttämään tilaa nykyisellään. Tämä on huomioitava suunnittelussa. Talon päädyssä oleva autotallin ajoluiska kannattaa purkaa, jolloin saadaan lisätilaa rakennuksen reunustalla esimerkiksi huoltoliikenteelle. Ajoluiskasta on aiheuttanut myös tulvaveden nousua kellariin.

Tiilitalon korjaus mahdollistaa myös uudenlaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Voitaisiin rakentaa esimerkiksi yhdyskäytävä tiilitalon toisesta kerroksesta valkoiseen taloon. Tällöin käyttäjät pääsisivät kulkemaan sisäyhteyttä pitkin talojen välillä. Yhdyskäytävä kuitenkin saattaisi hankaloittaa tilankäyttöä käytävän molemmissa päissä esimerkiksi melun ja tilantarpeen vuoksi, lisäksi käytävä on kallis rakentaa. Ratkaisusta aiheutuu myös riski siitä, että mahdollisesti sisäilmaoireilua aiheuttava sisäilma siirtyy rakennusten välillä putkea pitkin.

Koulukäyttöön huonosti soveltuvan asunosiiven purkamista kannattaa harkita. Asunosiiven tilalle voitaisiin rakentaa isompi ja toimivampi laajennusosa, jonne voitaisiin sijoittaa esimerkiksi vaativia tiloja. Nykyiset tilat soveltuvat huonosti opetustiloiksi, mutta melko kevyillä korjauksilla toiminnallisuutta voitaisiin parantaa. On kuitenkin huomioitava käyttäjämäärän kasvaessa koneelliseen ilmanvaihtoon siirryttäessä painesuhteiden muutokset, jotka voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia vaurioituneista rakenteista.

#### 4.6.1 Tiilitalon ilmanvaihtovaihtoehdot ja niiden vaikutukset

Tutkijat ehdottivat rakennuttajalle ilmanvaihtovaihtoehtojen selvittämistä, koska ilmanvaihtoratkaisu vaikuttaa merkittävästi rakennukseen sijoitettaviin tiloihin sekä oppilasmääriin. Valitun ratkaisun perusteella oppilasmäärä luokkahuoneissa voi vaihdella 20-30 oppilaan välillä, joten valittu ratkaisu vaikuttaa merkittävästi myös tilatarpeeseen. Lisäksi eri vaihtoehtojen investointi- ja käyttökustannuksissa on merkittäviä eroja, ja toisten järjestelmien sovittaminen nykyiseen rakennukseen on helpompaa kuin toisten. Eri vaihtoehtoihin liittyy myös erilaisia riskejä.

Konsultti laati ilmanvaihtovaihtoehdoista helmikuussa 2019 vertailun neljästä eri toteutusvaihtoehdosta. Rakennuksen opetusluokat sisältävässä keskiosassa vaihtoehdot olivat seuraavat:

1. Painovoimaisen ilmanvaihdon säilyttäminen keskiosassa rakennusta
2. Hybridijärjestelmä, painovoimainen iv + tuloilman suodatus ja lämmitys + koneellinen tehostus
3. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
4. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto keskitetyllä poistolla käytävätiloista

Rakennuksen muissa osissa konsultti suositteli ilmanvaihtoratkaisuksi koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa. Tällä hetkellä liikuntasiiivessä on jo koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, ja asuntosiiivessä osassa tiloista on koneellinen poisto, osassa ei ilmanvaihtoa ollenkaan. Eri vaihtoehtojen rakennus- ja käyttökustannukset on vielä syytä selvittää ennen päätöksen tekemistä. Konsultin esittämiä vaihtoehtoja on vertailtu Taulukoissa 5. ja vaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja Taulukossa 6.

Ilmanvaihtoratkaisua valittaessa on huomioitava se, että nykyvaatimusten mukaisten erityisluokkien sijoittaminen Tiilitaloon on haastavaa. Lisäksi WC-tiloihin tulee rakentaa koneellinen ilmanvaihto. Mikäli painovoimainen ilmanvaihto säilytetään, WC- ja siivoustiloihin kulun pitäisi tapahtua etuhuoneen kautta. Liikuntasaliin lämmönottolla varustettu iv-laitteisto, voidaan sijoittaa ullakolle. Ullakolla on tiilirakenteinen poistoilmapiipin kammio, joka voitaisiin purkaa.

**Taulukko 5. Ilmanvaihtovaihtoehtojen toiminnan vertailu**

Vaihtoehdot	VE 1	VE 2	VE 3	VE 4
Toiminta	Korvausilmaventtiilit (iv käytönajan ulkopuolella)	Keskitetty tuloilma, kellarissa sähkösu-	Tuloilmakone(et) kellarissa, pystysuuntainen ilmanjako, tilakohtainen	Koneellinen tuloilma ja tilakohtainen tehostussäätö kuten VE 3

	<p>Moottorikäyttöiset korvausilmaluukut + ikkunatuuletus (käytönaika)</p> <p>Nyk. rakenneaineiset poistokanavat tai uudet tilakohtaiset nousukanavat</p> <p>WC/sosiaalituloissa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto + LTO</p>	<p>datin + lämmityspatteri, tilakohtaiset Ø400 nousukanavat</p> <p>Lämpimällä säällä käytetään tehostuspuhallinta (tuloilma)</p> <p>WC/sosiaalituloissa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto + LTO</p>	<p>tehostussäätö, läsnäolotunnistin + on/off tehostuspellit</p> <p>WC/sosiaalitulat liitetään samoihin poistokoneisiin luokkien kanssa</p>	<p>Ilma johdetaan siirtoilmana käytäville</p> <p>Keskitetty poisto 3 krs käytävän katosta (ns. käytäväpuhallus nurinpäin käännetyinä)</p> <p>WC-tilat liitetään samoihin iv-koneisiin</p>
<b>Muutostyöt</b>	<p>Korvausilmaventtiilit + moottorikäyttöiset korvausilmaluukut</p> <p>WC/sosiaalituloihin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto + LTO</p> <p>Mahdollisesti nykyiset kulut korvattava uusilla isommilla kuiluilla</p>	<p>Tilakohtaiset nousukanavat</p> <p>Tilakohtaiset Ø400 poistoilmakanavat</p> <p>WC/sosiaalituloihin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto + LTO</p>	<p>Tuloilmakoneet kellarin</p> <p>Pystysuuntaiset ilmanjakelukuilut</p> <p>Poistoilmakoneet ulkolle</p> <p>Uudet poistoilmanousut</p> <p>Nestekiertoinen LTO</p>	<p>Koneellinen tuloilma</p> <p>Keskitetty poisto 3. kerroksen käytävän katosta</p> <p>Nestekiertoinen LTO</p> <p>Siirtoilmalaitteet</p>
<b>Käyttäjämäärä</b>	Max 20 hlö, koko rakennus 400 hlö	Max 25 hlö, koko rak. 500 hlö	25/30 hlö, (S2/S3 mitoitus), koko rak. 500/600 hlö	25/30 hlö, (S2/S3 mitoitus), koko rak. 500/600 hlö

**Taulukko 6. IV-vaihtoehtojen edut ja haitat**

Vaihtoehdot	VE1	VE2	VE3	VE4
-------------	-----	-----	-----	-----

<b>Edut</b>	Edulliset käyttökustannukset	Rakennuksesta ei tule alipaineinen  Melko korkea oppilasmäärä	Korkea oppilasmäärä  Energiansäästö tilakohtaisella ilmavirran säädöllä	Ratkaisu on muuntojoustava, OT ja käytävän välinen seinä voidaan purkaa ilman muutoksia ilmanvaihtolaitteistoon  Korkea oppilasmäärä  Energiansäästö tilakohtaisella ilmavirran säädöllä  Pienemmät kokonaisilmavirrat kuin VE3:ssa
<b>Haitat</b>	Korvausilman vetohaitta kylmällä säällä  Ei suositella liikennemelualueille eikä alueille, joilla ulkoilmassa saasteita  LTO puuttuu (opetustilat)  Koneellisella ilmanvaihdolla varustettavat tilat (kotitalous tms.) eristettävä painovoimaisen ilmanvaihdon käytävistä  Pienin oppilasmäärä  Suuri kuilutilan tarve (jopa 2 m <sup>2</sup> /opetustila)  Koneellisella ilmanvaihdolla varustettavat tilat eristettävä  Rakentamiskustannus melko korkea (sama kuin VE3 ja VE4)	Ilmanoton sijoitus ongelmallinen (tien, parkkipaikan ja koulun keittiön huolto-reitin läheisyys)  Kellariin vaikeaa järjestää riittävän väljä ulkoilmakanavaa/ lähes jatkuva tarve kon. tehostukselle  LTO puuttuu (opetustilat)	IV toimii jatkuvasti, automaattinen tehostus tilojen käytön mukaan ->korkeamat kustannukset  Painesuhteiden haastavuus: säätöautoaatio suunniteltava siten, että paine-ero ulkoilmaan pidetään mahd. pienenä rakenteiden ilmavuotojen minimoimiseksi, tämä vaatii jatkuvaa paine-eron mittausta ja säätöä (ilmavirtojen mittaustarkkuus ei riittävä), suunnittelu vaatii erityisohjausta  Ilmanoton sijoitus ongelmallinen  Nousukanavien tilantarve n. 1m <sup>2</sup> /opetustila	Ilmanoton sijoittelussa ja paine-eron säädössä samat ongelmat kuin VE 3  OT ja käytävän väliin seinään tarvitaan kookkaat siirtoilmalaitteet, mitoitus: max. 5 Pa, 200 l/s  Järjestelmän kok. ilmavirta pienempi, mitoitus henkilömäärän eikä neliöiden mukaan

	Rakennukseen ei voida sijoittaa kotitalousluokkia tms. kohdepoistoja vaativia opetustiloja			
<b>Muuta</b>	Tulo/poisto mitoite- taan ja säädetään yhtä suuriksi, pelk- kää kon. poistoa ei saa käyttää  Mitoitus vaatii simu- lointimallinnusta ja nykyisen hormiston kartoitusta, mahd. tarve uusia poistoil- makanavat suurem- miksi peltikanaviksi	Mitoitus vaatii simu- lointimallinnusta	OT ilmanvaihtoker- roin n. 0,4/4 1/h, suo- situs: selvitetään mahdollisuus hyö- dyntää lämpöpump- pua iv lämmitysener- gian tuotannossa	

Tampereen yliopiston tutkijat esittivät hankesuunnittelukokouksessa yhteenvetona Tiilitalon korjaamiseen liittyen seuraavia huomioita:

- Kellariin ei tulisi sijoittaa käyttötiloja
- On varmistettava, että kellarin epäpuhtaudet eivät leviä muihin tiloihin
- Alipainetta on vältettävä normaaleissa tiloissa, jotta mahdolliset mikrobit ulkosei-  
nistä eivät siirry sisäilmaan
- Hissiä ei rakenneta kellarikerrokseen asti
- Muuntojoustavuus huomioitava ratkaisuisissa
- Erityisluokkien sijoittaminen Tiilitaloon lisää selvästi ilmanvaihtotarvetta
- Valittaessa koneellinen ilmanvaihtoratkaisu on painesuhteet saatava hallintaan ja  
niitä on seurattava
- Vaihtoehdot 3 ja VE4 mahdollistavat suuremmat oppilasmäärät

## 5. PROJEKTIN AIKANA HAVAITTUJA HAASTEITA

Case-kohteena toimineen Jokiniemen yhtenäiskoulun hankesuunnitteluvaiheessa tuli esiin teknisten haasteiden lisäksi erilaisia projektin hallintaan ja hankkeen toteutukseen liittyviä haasteita. Lisäksi useat eri seikat aiheuttivat epävarmuutta.

Epävarmuutta hankesuunnittelun eri vaiheissa aiheuttavat muun muassa seuraavat tekijät:

1. Ei tiedetä, miten rakennus on alun perin tehty tai aikojen saatossa korjattu
2. Ei tiedetä, mistä sisäilmaongelmat aiheutuvat
3. Ei tiedetä, mitä ja miten pitäisi tutkia
4. Ei tiedetä, miten korjauksia pitäisi vaiheistaa
5. Ei tiedetä, miten toiminta rakennuksessa muuttuu
6. Ei tiedetä, kuka asioista tietäisi
7. Ei tiedetä, milloin jotain asiaa tehdään

Lisäksi eri tahoja edustavat rakennuksen käyttäjät aiheuttavat omia vaatimuksiaan, niin kohteen korjaamiseen kuin myös toiminnallisten muutosten tekemiseen mutta ennen kaikkea informaation saannin osalta.

### 5.1 Organisaatorakenteen aiheuttamat haasteet

Vantaan kaupungin rakennuttamisyksikkö hoitaa Jokiniemen yhtenäiskoulun ja päiväkodin hankesuunnittelua. Koulun korjauksista ja kunnossapidosta vastaa Vantaan kaupungin kunnossapitoyksikkö, ja rakennuttamisyksikkö taas vastaa suuremmista korjauksista sekä rakennuttamisesta. Suuri osa aiemmin tehdyistä kuntotutkimuksista ja –selvityksistä oli rakennuttamisyksikön tilaamia, mutta myös kunnossapitoyksikkö oli tilannut osan. Case-kohteen hankesuunnittelun alkuvaiheen kokouksissa ilmeni, että rakennuttajayksikössä ei ollut tietoa kaikista kunnossapitoyksikön tilaamista tutkimuksista ja lisäksi tehdyt korjaukset oli hajanaisesti raportoitu. Tiedonkulku yksiköiden välillä on osin ollut puutteellista, minkä vuoksi toiminta on ollut päällekkäistä. Lisäksi rakennuttamisyksikössä tapahtui projektin aikana kahteen kertaan henkilömuutoksia, jolloin haastavan ja laajan projektin hallinta sekä kokonaiskuvan hahmottaminen vaikeutui entisestään. Tällä hetkellä yksiköiden tavoitteet eroavat hieman, sillä kunnossapitoyksikkö pyrkii reagoimaan hyvin nopeasti oireisiin ja rakennuttamisyksikkö taas tarkastelee rakennusta pidemmällä aikavälillä. Tämän vuoksi myös yksiköiden tavoitteet suoritettavien korjausten suhteen eroavat.

## 5.2 Eri tarpeiden huomioiminen

Eri tahojen eli koulun, päiväkodin ja keskuskeittiön tarpeita ja toiveita oli hankala mahduttaa ahtaalle kampustontille, ja sen vuoksi monista tarpeista ja toiveista piti tinkiä. Uudisosa vähentää jo ennestään pientä piha-aluetta, minkä vuoksi päiväkodin piha-alue jää niukaksi. Myös koulun piha pienenee selvästi, ja esimerkiksi Tiilitalon ympärillä ei ole oppilaiden käytössä pihaa ollenkaan. Rakennusten sijoittelu asettaa haasteita myös rakennuksiin kulkuun. Esimerkiksi päiväkotiin saavuttaessa, lapset ja heidän vanhempansa joutuvat kulkemaan sisäpihalle asti päästäkseen uudisrakennukseen. Pitkä kulkumatka aiheuttaa haasteita myös pysäköinnille. Pidemmän kävelymatkan vuoksi autot ovat lyhytaikaisella pysäköinnillä pidempään, mikä voi aiheuttaa ruuhkia ja tarpeen laajemmille pysäköintialueille. Vaaratilanteita aiheuttavaa huoltoliikennettä ei saada ahtaalla tontilla järjestettyä niin, ettei riskejä syntyisi. Huoltoliikenne vaatii melko paljon tilaa, minkä vuoksi sitä ei saa optimaalisesti sovitettua tontille.

Myös joitakin koulun tarpeita on hankala toteuttaa. Esimerkiksi tavoitteena olleen oppilaiden kengättömyys on haastavaa, koska kampusalue on suuri ja oppilaat tulevat sisään eri sisäänkäynneistä. Lisäksi kulku ruokalaan esimerkiksi Tiilitalosta sisäkautta vie mahdollisen käytävän kautta paljon aikaa ja aiheuttaa häiriötä Valkoisen koulun opetustoitinnalle. Lisäksi nykyiset tilat asettavat tiettyjä rajoituksia, minkä vuoksi esimerkiksi uudisosaan johtavat käytäväalueet saattavat jäädä lisääntyvän käytön myötä melko ahtaiksi.

Keskuskeittiön sijoittaminen kampukselle on haasteellista, ja tuoreimman ateriapalveluselvityksen mukaan, pienehköjä keskuskeittiöitä ei tulisikaan Vantaalle enää rakentaa. Tulevaisuudessa kaupunki pyrkii siihen, että ateriat hankitaan ensisijaisesti ulkopuolisilta toimijoilta ja keittiöt toimivat jatkossa palvelu- tai kuumennuskeittiöinä muutamaa yksittäistä valmistuskeittiötä lukuun ottamatta.

## 5.3 Toteutusmuodon valinnan haasteet

Rakennushankkeessa joudutaan periaatteessa aina suorittamaan samat tehtävät ja toteutusmuodot jakavat näitä tehtäviä sekä vastuita osapuolten kesken. Toteutusmuoto määrää hankkeen organisoinnin ja johtamisen periaatteet ja ohjaa yhteistyösuhteen muodostumista osapuolten välille. Toteutusmuodon valinta on tilaajan keskeinen keino ohjata hanketta kohti tavoitteita. Oikea toteutusmuoto edesauttaa, vaikkakaan ei takaa, tavoitteiden saavuttamista, ja väärä vastaavasti hankaloittaa, joskaan ei estä, osapuolten toimintaa tavoitteiden mukaisesti. Toteutusmuotoa valittaessa tilaajan on päätettävä

- mitkä rakennushankkeen tehtävät hän suorittaa itse, ja mitkä hankkii ulkopuolisina palveluina
- minkä suuruisina kokonaisuuksina ulkopuoliset palvelut hankitaan



Korjaushankkeen toteutusmuodon valinnalla voidaan vaikuttaa hankkeen ajallisten, taloudellisten ja laadullisten riskien toteutumisen todennäköisyyksiin. Osapuolten sitoutumisella hankkeen tavoitteiden saavuttamiseen voidaan vaikuttaa merkittävästi hankkeen onnistumiseen. Toteutusmuodolla ja sopimussuhteilla voidaan vaikuttaa urakoitsijan sitoutumisen tasoon ja vastuuseen, ja mikäli urakoitsija kokee saavansa hyötyä saavutusten toteuttamisesta, se myös huomio riskit paremmin ja pyrkii estämään niitä aktiivisemmin. Perinteisissä pääurakkamuodoissa lisä- ja muutostöiden riskit ovat tilaajalla.

Korjausrakentamisen toteutusmuotoa valittaessa on otettava huomioon korjausrakentamisen erityispiirteet, joita ovat muun muassa vanhojen rakenteiden aiheuttamat ennakoimattomat tilanteet, vaikka suunnittelussa olisi tehty huolellisia tutkimuksia ja rakennevauksia. Siten korjausrakentamiselle asetettujen tavoitteiden tulee olla sopuinnussa rakennuksen asettamien rajoitusten ja ehtojen kanssa. Tämä heijastuu toteutusmuotoihin ja asettaa erityisvaatimuksia korjausrakentamisen rakennuttamiselle, suunnittelulle sekä suunnittelun ja toteutuksen ohjaukselle. Korjausrakentamisessa hankkeen etenemisen yhteydessä tehtävät päätökset tuleekin sopeuttaa olemassa olevan rakennuksen ehtoihin sekä tilaajan päätöksentekokykyyn. Päätöksiä ei myöskään voida tyhjentävästi ennakoita, joten eri vaiheessa tehdyt päätökset tulee tarpeen mukaan voida joustavasti tarkistaa. Tämän vuoksi eri osapuolten yhteistoiminta korjausrakennushankkeen toteuttamisessa on keskeistä, eikä yhteistoimintaa tule ajallisesti tiukasti rajata.

Toteutusmuodot jaetaan urakoitsijan suoritusvelvollisuuden näkökulmasta:

- elinkaarimalleihin
- suunnittelua sisältäviin muotoihin
- pääurakkamuotoihin
- projektinjohtomalleihin
- yhteistoiminnallisuus muotoihin kuten allianssimuotoihin

Korjausrakentamiseen elinkaarimallit eivät kovin hyvin sovellu, sillä lähtökohtaisesti elinkaarimalli on suunnittelua sisältävä toteutusmuoto, johon on kytketty ylläpitovastuu. Tämä edellyttää, että suunnittelun lähtötiedot, vanhojen rakenteiden kunto sekä käyttäjien tarpeet ja vaatimukset niin tiloille kuin myös ylläpitopalveluille pitäisi olla tarkasti selvillä ennen kilpailutusta. Yleensäkin korjausrakentamisessa suunnittelua sisältävät toteutusmuodot ovat hyvin riskipitoisia muutosten ja vanhoista rakenteista johtuvien epävarmuuksien vuoksi.

Pääurakkamuodoissa tilaaja ohjaa suunnitelmat toteutussuunnitelmatasolle ennen urakakilpailua ja toteutusta. Korjattavissa rakennuksissa tulee kuitenkin yllätyksiä, joten tilaajan on varauduttava toteutuksen aikaisiin lisä- ja muutostöihin. Tosin tätä voidaan osin ehkäistä vaiheistamalla rakennustyöt siten, että karkeat purkutöet tehdään erillisurakkana

etukäteen ja suunnitelmat viimeistellään purkutöiden jälkeen, jolloin tiedetään rakenteiden todellinen tilanne. Vasta tämän jälkeen kytketään rakennus- ja talotekniset urakoitsijat hankkeeseen mukaan.

Projektinjohtomalleissa, lähinnä projektinjohtourakoinnissa, urakoitsijan kytkeminen hankkeeseen tapahtuu yleissuunnitelmien laatimisen jälkeen, jolloin suunnitelmien kehittäminen limittyy toteutukseen. Tällöin rakenteiden avausten ja purkutöiden jälkeen tapahtuvat yllätykset voidaan viedä toteutussuunnitelmiin. Lisäksi projektinjohtourakkaan on mahdollista lisätä yhteistoiminnallisia elementtejä, jolloin urakoitsijan osaaminen kytketään mukaan.

Yhteistoimintamuodoissa tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsija kehittävät yhteistoiminnassa suunnitteluratkaisuita, ja se siten mahdollistaa suunnitelmien yhteisen kehittämisen ennen toteutusta. Tällöin suunnitteluratkaisuissa voidaan ottaa huomioon ratkaisuiden rakennettavuus. Tosin tämä edellyttää pitkälti, että käyttäjien tarpeet ja vaatimukset ovat selvillä ennen kuin urakoitsija kannattaa kytkeä hankkeeseen mukaan. Lisäksi suunnittelijoiden ja urakoitsijan valintaprosessi on hallinnollisesti raskas ja edellyttää tilaajalta hyvin voimakasta panostusta.

Case-kohteena olevan Jokiniemen yhtenäiskoulun toteutusmuotoina siten tulevat kyseeseen:

1. Pääurakkamuodot, joissa tilaaja ohjaa suunnittelua toteutussuunnittelun loppuun asti. Tällöin käyttäjien tarpeet ja mahdolliset rakennusten laajennukset ovat selvillä eikä suunnitteluvaiheeseen kohdistu toteutuksesta aiheutuvia aikataulupaineita. Lisäksi rakentamisen aikaisia yllätyksiä voidaan hallita vaiheistamalla purkutyöt erillisurakaksi, jonka jälkeen suunnitelmia tarkennetaan ennen lopullisen urakoitsijan valintaa.
2. Projektinjohtourakka, jossa tilaaja ohjaa suunnittelua yleissuunnittelun loppuun asti. Tällöin käyttäjien tarpeet ja mahdolliset rakennusten laajennukset ovat selvillä, mutta toteutussuunnitteluvaiheeseen kohdistuu toteutuksesta aiheutuvia aikataulupaineita, ja tämä edellyttää tilaajalta nopeaa reagointi- ja päätöksentekomahdollisuutta.

Alkuvaiheen hankesuunnittelukokouksessa pohdittiin osapuolia, joiden osallistuminen hankesuunnitteluvaiheeseen voisi olla hyödyllistä. Esiin nousi muun muassa kosteusvaurionkorjaussuunnittelija ja tulevien korjausten toteutukseen osallistuva taho. Mikäli toteutusmuoto päätettäisiin jo hankesuunnitteluvaiheen alkupuolella, toteutukseen osallistuvat osapuolet voitaisiin myös ottaa mukaan hankesuunnitteluun. Käytännössä toteutusmuotoa ei kuitenkaan päätetty vielä hankesuunnitteluvaiheessa, joten uusia osapuolia ei hankesuunnitteluun tullut mukaan.

## 5.4 Kaavoitukseen liittyvät haasteet

Case-kohteen hankesuunnittelukokouksissa erityisesti alkuvuodesta 2019 pohdittiin koulun ympäristön hyödyntämistä koulun käyttöön. Koulualueesta itään sijaitsevaa Punaisten puistoa voisi hyödyntää päiväkodin piha-alueena, ja koulun kaakkoispuolella olevat jätekeräyspisteet voitaisiin siirtää esimerkiksi urheilukentän lähelle, jolloin sen tilalle voitaisiin rakentaa koulun pallokenttä. Lisäksi pohdittiin uudisrakennuksen sijoittamista tontin eteläreunalle nykyisen parkkialueen kohdalle. Alueiden hyödyntäminen vaatisi kuitenkin muutoksia asemakaavaan, mikä ei hankesuunnittelun aikataulussa ole mahdollista toteuttaa.

Päiväkodin, koulun ja keskuskeittiön sijoittaminen nykyiselle tontille on haastavaa. Mikäli päiväkodille tai keittiölle löytyisi toinen sijainti, koulun sekä päiväkodin ja keittiön tarpeisiin voitaisiin vastata paremmin. Nykyinen keittiö on koulun tarpeisiin riittävä, mutta keittiön kasvavan tilatarpeen vuoksi nykyistä keittiötä joudutaan laajentamaan tai keittiö pitää rakentaa uudelleen laajennusosaan. Molemmat ratkaisut ovat kalliita. Tältä kalliilta investoinnilta Jokiniemessä välttyttäisiin, mikäli lounaiden valmistus voitaisiin sijoittaa muualle logistisesti parempaan paikkaan Tikkurilan alueella. Keittiö tullaan todennäköisesti rakentamaan uudisosaan, minkä seurauksena nykyisen keittiön tilat muutetaan muuhun käyttöön, josta aiheutuu merkittäviä korjauskustannuksia.

## 5.5 Tehtyjen korjausten vaikutusten tunnistaminen ja selvittäminen

Case-kohteen rakennuksissa tehdyistä korjausta ja sisäilmaongelmien esiintyvyydestä on raportoitua tietoa melko vähän saatavilla. Näin ollen eri korjaustoimenpiteiden vaikutuksia sisäilmaongelmien yleisyyteen on haastavaa arvioida. Järjestelmällisempi korjausten dokumentointi ja oireiden seuranta helpottaisi sisäilmaongelmien syiden selvittämistä ja parantaisi korjausten lopputulosta. Myös systemaattisempi ilmanvaihdon seuranta ja ilmanvaihtoon tehtyjen korjausten ja muutosten kirjaaminen voisi auttaa löytämään ilmanvaihtoon ja oireisiin liittyviä yhteyksiä.

## 5.6 Riski sisäilmaongelmien jatkumisesta korjaamisen jälkeen

Sisäilmakorjausten riskinä on aina sisäilmaongelmien jatkuminen, mikäli varsinaista oireiden aiheuttajaa ei saada poistettua. Mikäli oireet ovat peräisin useista eri lähteistä, tai selkeitä syitä oireille ei löydetä, on korjausten onnistuminen aina epävarmempaa. Case-kohteen vuonna 1997 valmistuneesta Valkoisesta talosta löydettiin useita mahdollisia syitä käyttäjien oireille, ja kosteusvaurioita oli useissa rakenteissa eri puolilla rakennusta. Tämän vuoksi vaurioiden korjaaminen on haastavaa. On mahdollista, että sisäilmaongelmien aiheuttajaa ei saada poistettua korjaamalla ja käyttäjien oireilu jatkuu korjausten jälkeenkin.

Marraskuun 2018 ja tammikuun 2019 välisenä aikana oli tehty Valkoisessa talossa oirekysely, jonka mukaan 60 % henkilökunnalle suunnattuun kyselyyn vastanneista koki oireita rakennuksessa. Lisäksi 75 % vastanneista koki rakennuksessa olosuhdehaittoja kuten tunkkaisuutta ja hajuja. Myös oppilaille suunnatussa kyselyssä oirehaitat sekä olosuhdehaitat olivat alakoulussa merkittäviä. Kyselyt tehtiin samaan aikaan kuin sisäilmakorjauksia, joten korjausten onnistumista ei voida tuon kyselyn perusteella vielä arvioida.

On erittäin tärkeää, että hankesuunnitteluvaiheessa otetaan huomioon vaihtoehto, jossa rakennuksen käyttäjien oireilut tulevat jatkamaan valkoisessa talossa. Tämän vuoksi rakennukseen ei tule kohdistaa tässä vaiheessa mittavia investointeja. Case-kohteen rakennuksilla on erimittaiset elinkaaret, mikä pitää myös huomioida suunnittelussa ja päätösten teossa. Esimerkiksi kalliin uudisosan kytkeminen sisäilmaongelmaiseen Valkoiseen taloon saattaa aiheuttaa ongelmia uudisosan käytölle, mikäli Valkoinen talo tullaan purkamaan aiemmin. Muutoinkin on riskiratkaisu kytkeä sisäilmaongelmainen rakennus kiinteästi uudisosaan.

Rakennuttajan lähtökohtaisena ajatuksena oli Valkoisen talon korjaaminen, joten sen purkamista ja uudelleen rakentamista ei kokouksissa vakavasti pohdittu. Kokouksiin osallistuneet tutkijat toivat kylläkin useaan otteeseen esille, että rakennuttajan on varauduttava siihen, että Valkoinen talo saatetaan joutua purkamaan, jos sisäilmaongelmat jatkuvat. Kuntotutkijoiden mukaan Valkoinen talo on mahdollista korjata terveeksi, mutta toisaalta ylläpidosta ja rakenneratkaisuista mahdollisesti aiheutuvia ongelmia ja niiden kustannuksia ei juurikaan arvioitu. Valkoiseen taloon tehtiin laaja-alaisia Vantaan tilakeskuksen kunnossapitoyksikön tilaamia tiivistyskorjauksia kesästä 2018 lähtien helmikuuhun 2019 asti. Tuolloin tehtyjen korjausten onnistumista ei kuitenkaan ehditty hankesuunnittelun aikataulussa todentamaan. Tutkijat suosittelivat vahvasti tiivistyskorjausten onnistumisen seuranta Valkoisessa talossa. Mikäli oireilu Valkoisessa talossa ei tule vähenemään, olisi tutkijoiden mielestä pohdittava myös rakennuksen purkamista ja korvaamista uudisrakennuksella.

## 5.7 Aikataululliset haasteet

Hankesuunnittelun alkuvaiheessa oli runsaasti aikaa selvittää rakennusten kuntoa ja korjaustarpeita. Tampereen yliopiston tutkijat tulivat mukaan hankkeeseen huhtikuussa 2018, ja rakennuttaja valitsi kuntotutkijat heti sen jälkeen. Tutkijoiden kanta oli se, ettei tehdyillä kuntotutkimuksilla saatu täyttä varmuutta valkoisen talon sisäilmaoireilun aiheuttajasta. Potentiaalisia aiheuttajia on useita, joita käsiteltiin raportin luvussa 4. Myös käyttäjien toiveita ja tarpeita selvitettiin laajasti vielä hankesuunnittelun aikana. Suunnittelijat tulivat hankkeeseen mukaan joulukuussa 2018, ja he esittivät ensimmäiset luonnokset uudisrakennuksesta tammikuun 2019 lopulla. Kokouksessa sovittiin myös aikataulusta, ja koska kustannusarvion piti olla valmis 23.4.2019, suunnitelma piti saada kustannuslaskijoille maaliskuun loppuun mennessä. Uudisosan sijoittaminen kampukselle on

ongelmallista, ja luonnosvaihtoehtoihin liittyviä haasteita käytiinkin tarkasti läpi seuraavissa hankesuunnittelukokouksissa. Eri tahojen eli koulun, päiväkodin ja keskuskeittiön tarpeita ja toiveita on hankala saada sovitettua kampanjalle, ja hyvän ratkaisuvaihtoehdon löytäminen on haastavaa. Maaliskuun lopulla käydyssä kokouksessa suunnittelija esitteli uusimman luonnoksen uudisosan ja Valkoisen talon tiloista. Suunnitelma sai paljon kritiikkiä muun muassa päiväkodin tilojen mitoittamiseen liittyen. Myös kulkureitti päiväkotiin koettiin hyvin haastavaksi. Suunnittelijat muokkasivat huhtikuun alussa suunnitelmia annetun palautteen perusteella ja laativat myös rakennustapaselostuksen. Lopullisten suunnitelmien arviointiin ei siis juurikaan jäänyt aikaa, ja koska huhtikuun alussa ei hankesuunnittelukokouksia järjestetty, tutkijat ja kuntotutkijat arvioivat rakennustapaselostusta vain sähköpostin välityksellä.

## **5.8 Hankesuunnittelukokousten jälkeen saatu tieto tiilitalon käyttäjien oireilusta**

Aiemman käsityksen mukaan Jokiniemen yhtenäiskoulun 1955 valmistuneessa Tiilitalossa on koettu muutaman luokkatilan alueella sisäilmaperäisiä oireita. Turun yliopisto suoritti marras- ja joulukuussa 2018 Vantaan koulujen oppilaille ja henkilökunnalle suunnatun oirekyselyn, ja raportti kyselyn tuloksista (Vantaan kaupunki, 2019) julkaistiin maaliskuun 2019 lopussa. Uuden raportin mukaan myös Tiilitalossa käyttäjät oireilevat merkittävän paljon, ja olosuhdehaitat ovat merkittävästi korkeammat kuin vertailuaineistossa. Uuden raportin mukaan erityisesti nuha- ja iho-oireita sekä väsymystä oli käyttäjillä vertailuaineistoa enemmän. Aikaisemman tiedon perusteella rakennuttaja oli suunnitellut Tiilitalon korjauksen toteutettavaksi myöhemmin aikavälillä 2023-2025. Saadun uuden tiedon perusteella rakennuttaja arvioi, että Tiilitalon toiminta joudutaan todennäköisesti lakkauttamaan aikaisemmin, jolloin peruskorjauksen ajoitus on myös syytä tarkistaa ja saada toteutukseen aikaisemmin.

## 6. YHTEENVETO

Vaativiin korjaushankkeisiin liittyy monenlaisia riskejä sekä epävarmuutta. Mikäli riskejä tunnistetaan jo hankkeen alkuvaiheessa, voidaan niitä torjua tai varautua niihin paremmin. Usein myös hankkeen alkuvaiheessa riskien hallintaan ja tunnistukseen käytetyt kustannukset ovat hyvin pieniä verrattuina kustannuksiin, joita syntyy tunnistamattomien riskien toteutuessa rakentamis- tai käyttövaiheessa.

Tämä tutkimus kohdistui Jokiniemen yhtenäiskoulun hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa selvitettiin yhtenäiskoulun rakennusten korjaustarpeita ja eri toimintoihin liittyviä tarpeita sekä luotiin suunnitelmat uudisrakennuksesta sekä Valkoisen talon ja Tiilitalon tilamuutoksista. Pilotointitutkimuksessa tutkijat osallistuivat aktiivisesti hankesuunnittelukokouksiin, ja toivat esiin havaintojaan sekä suosituksiaan.

Projektin merkittävä haaste ja todettu riski oli Valkoisessa talossa koetut sisäilmaongelmat. Rakennuksessa tehtiin tiivistyskorjauksia hankesuunnittelun aikana, mutta korjausten vaikutuksia käyttäjien oireisiin ei hankesuunnittelun aikataulussa ehditty vielä selvittää. Näin ollen riski sisäilmaongelmien jatkumisesta aiheuttaa suuren riskin koko hankkeelle. Lisäksi tehdyt tiivistyskorjaukset ovat melko lyhytaikaisia korjausratkaisuja, minkä vuoksi ne pitää uusida noin viiden vuoden välein.

Hyvin haasteellista oli myös eri toimintojen sijoittaminen kampusalueelle. Tontti on melko pieni, minkä vuoksi suuren oppilasmäärän, kasvavan päiväkodin tilatarpeen sekä valmistuskeittiön yhteensovittaminen on hyvin ongelmallista, eikä näin ollen kovin hyvään ratkaisuun ole mahdollista päästä. Haasteita aiheutti myös huoltoliikenteen kulkureittien turvallinen sijoittaminen tontille.



Tutkimuksen perusteella voidaankin hahmottaa seuraavat vaativan korjaushankkeen hankesuunnittelua koskevat periaatteet:

- 1. Hankesuunnitelma ja hankeselvitys on syytä eriyttää. Hankeselvityksen avulla varmistetaan riittävät selvitykset ja tutkimukset, ja siten luodaan hankesuunnitelman laadinnan edellytykset. Ilman, että tiedetään rakennuksen nykytila, ei voida rakennuksen tulevaisuutta luotettavasti määrittää.**
- 2. Korjaushankkeissa luoteenomaista on hankkeen iteroitavuus ja vaiheittaisuus. On oltava mahdollisuus palata aiempiin vaiheisiin, mikäli havaitaan tietojen olevan puutteellisia tai paikkansapitämättömiä tai hankkeen tavoitteet muuttuvat.**
- 3. Huolelliset kuntotutkimukset ja suunnittelu vaativat riittävästi aikaa. Tarpeettomat ajalliset rajoitteet aiheuttavat sen, että tyydytään ensimmäiseen ratkaisuun, tällöin usein myös konsultti- ja suunnittelusopimukseen on tarvittaessa tehtävä muutoksia.**
- 4. Tilavaatimukset ja tilatarpeet on mahdollista tyydyttää useilla vaihtoehtoisilla suunnitteluratkaisuilla. Täten vaihtoehtojen kehittäminen ja huolellinen tarkastelu on keskeistä.**
- 5. Tulee kiinnittää huomio yksityiskohtiin, mutta johtaa hankesuunnittelua kokonaisuutena. Konsultteja ja suunnittelijoita tulee määrätietoisesti ohjata kohti tavoitetta.**

## 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.
- Asikainen, V., 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Osa 1 Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnan tutkimiseen ja korjaushankkeisiin, Opetushallitus, 43 p.
- FISE, rakennusvirhepankki., 2018. Kapillaarisen kosteuden pääsy maanvaraisiin alapohjarakenteisiin. RVP-S/T-RF-58. Saatavissa: <https://fise.fi/wp-content/uploads/2016/12/RVP-ST-RF-58-Kapillaarisen-kosteuden-p%C3%A4sy-mv-alapohjarakenteisiin-P%C3%A4ivitetty-160818.pdf> (luettu 15.3.2019)
- Haverinen-Shaughnessy, U., Hyvärinen, A., Putus, T., Nevalainen, A., 2008. Monitoring success of remediation: seven case studies of moisture and mold damaged buildings. *Sci. Total Environ.* 399, 19–27.
- Holmijoki, O., 2017. Toimitilojen kunnan ja sisäilman terveystaloudsvaikutukset kunnissa, Suomen Kuntaliitto.
- Imai, N., Imai, Y. ja Kido, Y., 2008. Psychosocial factors that aggravate the symptoms of sick house syndrome in Japan. *Nursing & health sciences*, 10(2), pp.101-109.
- Järnström, H., Koivusaari, R., Saari, M., 2017. Sisäilman laadun hallinta rakennushankkeen eri vaiheissa.
- Kankainen, J., Junnonen, J.-M., 2015. Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy. Helsinki.
- Korhonen, E., Niemi, J., Ekuri, R., Oksanen, R., Miettinen, H., Parviainen, J., Haapanen, A., Patanen, T., 2018. Kuntien rakennuskannan kehitys- ja säästöpotentiaali. Valtioneuvost. kanslia, Valtioneuvost. selvitys- ja tutkimustoiminnan Julk.
- Kosteus- ja hometalkoot., 2016. Sisäilmaongelmien ratkaiseminen. Ohjekortisto ammattilaisille.
- Kurnitski, J., 2009. Koulurakennusten sisäilmaongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamisen oppaat. Rakennustieto.
- Lappalainen, S., Reijula, K., Tähtinen, K., Latvala, J., Hongisto, V., Holopainen, R., Kurttio, P., Lahtinen, M., Rautiala, S., Tuomi, T. and Valtanen, A., 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Meklin T., Putus T., Hyvärinen A., Haverinen-Shaughnessy U., Lignell U., Nevalainen A., 2007. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot –Opas ongelmien selvittämiseen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja C 2/2008, ISBN:978-851-740-779-3

- Pitkäranta, M. (toim.), 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöopas. Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto. Rakennustieto Oy, 234 s.
- Reijula, K.; Ahonen, G.; Alenius, H.; Holopainen, R.; Lappalainen, S.; Palomäki, E.; Reiman, M., 2012. Rakennusten Kosteus- Ja Homeongelmat. Parliam. Finland, Audit Comm. Publicatio, 179 p.+28 p. app.
- RT 10-11255, Talonrakennushankkeen kulku.
- RT 10-11284, Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo.
- Saari, A., 1998. The viability of rehabilitated apartment buildings: A feasibility study method for building rehabilitation projects developed by action research. Acta Polytech. Scand. Civ. Eng. Build. Constr. Ser.
- Saari, A., 2001. Tavoitteiden asettaminen rakennuksen muunto- ja käyttöjoustavuudelle. Teknillisen korkea-koulun rakentamistalouden laboratorion selvityksiä 36. Espoo. 31 s.
- Saari, A., 2002. Systematic procedure for setting building flexibility targets. In Proceedings of the CIB Working Commission 070 Facilities Management and Maintenance Global Symposium. J Hinks, D Then & S Buchanan, ed. CIB Proceedings: Publication 277. pp. 115-122. ISBN 1-903661-33-1.
- Saari, A., 2005. Rakennushankkeen tavoitteiden asettaminen. Teoksessa: Rakentajain kalenteri. Helsinki: Rakennustieto Oy 2004. ss. 415-418.
- Sahlberg, B., Gunnbjörnsdóttir, M., Soon, A., Jogi, R., Gislason, T., Wieslander, G., Janson, C. and Norback, D., 2013. Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS). *Science of the total environment*, 444, pp.433-440.
- Saastamoinen, O., 2005. Tilaajaorganisaation riskienhallinta ja menetelmät korjaushankkeissa. *Rakennustieto*.
- Sisäilmayhdistys Ry, 2010. Terveelliset tilat. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Terveydelliset-tutkimukset/Orebro-ja-muut-kyselyt> (luettu 16.4.2019).
- Sweco, 2018. Sisäilmatekninen korjaus –suunnitelmat.
- Vaahtera, A-J., Saari, A., Junnonen, J-M., 2018. Korjaushankkeen epävarmuuden hallinta suunnitteluvaiheessa: Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 2. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio, Rakennustuotanto ja –talous. Raportti 25.
- Vantaan kaupunki, tilakeskus, 2017. Jokiniemen yhtenäiskoulu ja päiväkoti –tarveselvitys.

Vantaan kaupunki, 2019. Sisäilmaoirekysely 201802019, Koulukohtaiset raportit sisäilmaoirekyselystä. Saatavissa: [https://www.vantaa.fi/asuminen\\_ja\\_ymparisto/toimitilat\\_ja\\_kiinteistot/sisaymparistoasiat/koulujen\\_raportit](https://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/toimitilat_ja_kiinteistot/sisaymparistoasiat/koulujen_raportit) (luettu 20.5.2019)