

AKI KORTETMÄKI, SINI SAARIMAA, JUSSI-PEKKA JUVELA,
MIKKO JALONEN JA RAMI KOTILAINEN

Talotekniikka kerrostalojen muunneltavuuden mahdollistajana

STEK



ERKKI PAASIKIVEN
SÄÄTIÖ

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3	5. Johtopäätökset	53
Kirjoittajien esittelyt	4	5.1 Oppia joustavuuden suunnitteluun olemassa olevasta rakennuskannasta...53	
1. Johdanto	5	5.2 Joustavia uudisasuntoja suunniteltaessa tulee tunnistaa todennäköisimmät tulevat muutokset...54	
1.1 Tavoite	5	5.3 Taloteknisten järjestelmien integroimisessa on vielä kehitettävää...55	
1.2 Rajauksia.....	5	5.4 Kauaskatseisuutta tarvitaan muuntojoustavuutta suunniteltaessa...56	
2. Taustaa	7	5.5 Avaintekijänä on arkkitehtuurin ja talotekniikan varhainen vuoropuhelu...57	
2.1 LVI-tekniikan muutokset rakennuskannassa.....	7	6. Lähteet	58
2.2 Sähköisen talotekniikan muutokset rakennuskannassa.....	11		
3. Menetelmät ja aineistot	15		
3.1 Työmaavierailut.....	15		
3.2 Asiantuntijahaastattelut.....	15		
3.3 Tilamuutosskenaariot olemassa olevissa kerrostaloissa.....	16		
4. Analyysi ja tulokset	17		
4.1 Talotekniikka kerrostaloasuntojen asukaslähtöisissä tilamuutoksissa.....	17		
4.2 Talotekniikka muunneltavissa uudisasunnoissa.....	36		
4.3 Talotekniikka joustavan asuntojakauman suunnittelussa.....	42		

Tiivistelmä

Talotekniikalla on keskeinen rooli kaikessa rakennuksien käytössä ja käytön muutoksissa. Kuitenkaan ei juurikaan ole tarkasteltu, miten talotekniikka vaikuttaa asuinrakennusten kykyyn olla muunneltavissa eri käyttötarpeisiin. Vastataksemme tähän tiedontarpeeseen tarkastelimme AdaptArchTech-hankkeessa suomalaisten kerrostaloasuntojen muunneltavuuden mahdollisuuksia arkkitehtonisten muutosten taustoittamana, talotekniikan näkökulmasta. Hankkeessa tuotetut näkökulmat auttavat ottamaan huomioon talotekniset ratkaisut olemassa olevien asuntojen muutostöissä. Lisäksi hankkeessa tuotettiin tietoa uusien muuntojoustavien kerrostalojen talotekniikan suunnittelun taustaksi.

Kirjoittajien esittelyt

AKI KORTETMÄKI

Sähkötekniikan diplomi-insinööri, toimii Tampereen ammattikorkeakoulussa talotekniikan lehtorina. Työnkuva koostuu opetustyön lisäksi alan tutkimus- ja kehittämishankkeista sekä sähköisen talotekniikan tutkintovastaavan tehtävistä. Lisäksi hän toimii väitöskirjatutkijana Tampereen yliopiston sähkötekniikan yksikössä. Asuinrakennusten muuntojoustavuuden lisäksi kiinnostuksen kohteina ovat erityisesti energiamurroksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön.

SINI SAARIMAA

Arkkitehti SAFA, on työskennellyt vuosikymmenen ajan tutkimushankkeissa, jotka ovat liittyneet rakennusten ja elinympäristöjen kehittämiseen sekä tietoperustaan. Erityisesti hän on perehtynyt erilaisten käyttäjien tarpeisiin mukautuvien ja siten joustavien ja ajassa kestävien asuin ympäristöjen suunnittelun kysymyksiin. Tutkimus- ja opetustaustan lisäksi Saarimaa on toiminut asuinrakennusten ja maankäytön suunnittelijana. Saarimaa on toiminut hanketta työstäessään Tampereen yliopiston Arkkitehtuurin laitoksella ASUTUT-tutkimusryhmässä ja työskentelee parhaillaan Rakennustietosäätiö RTS:ssä innovaatiotoiminnan tutkimusjohtajana.

JUSSI-PEKKA JUVELA

Diplomi-insinööri, toimii Tampereen ammattikorkeakoulussa talotekniikan lehtorina. Työnkuvan muodostaa opetus- sekä hanketoiminta. Kiinnostuksen kohteita ovat erityisesti korjausrakentaminen, rakennusten ilmanvaihto ja elinkaariasiat.

MIKKO JALONEN

Opiskeli hankkeen aikana Tampereen ammattikorkeakoulussa LVI-talotekniikan tutkinto-ohjelmassa. Mikon insinööriyö liittyi kerrostalojen muuntojoustavuuteen.

RAMI KOTILAINEN

Opiskeli hankkeen aikana Tampereen ammattikorkeakoulussa sähköisen talotekniikan tutkinto-ohjelmassa. Ramin insinööriyö liittyi kerrostalojen muuntojoustavuuteen.

1. Johdanto

1.1 Tavoite

Rakennetun ympäristön kestävyuden edistämiseksi olisi tärkeää, että asunnot kykenisivät elinkaarensa aikana joustamaan tilallisesti ja toiminnallisesti käyttäjien muuttuvien ja erilaisien tarpeiden mukaan. Asunnon joustavuutta voidaan tarkastella asunnon monikäyttöisyyttä korostavasta näkökulmasta (engl. multi-usability) ja asunnon muunneltavuutta korostavasta näkökulmasta (engl. transformability). Näihin viitataan kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa erilaisin ja paikoin päällekkäisin käsittein. Kolmas näkökulma on tilan, tilajoukon tai rakennuksen koon muutos. Myös koon muutos eli laajennettavuus tai supistettavuus voidaan lukea osaksi muunneltavuutta. (ks. esim. Habraken 1972, 1998; Schneider & Till 2007; Schmidt & Austin 2016; Tarpio 2015; Krokfors 2017).

Tämä raportti käsittelee muunneltavuutta asuinkerrostalojen kontekstissa. Tarkemmin tarkastelussa on mahdollisuudet tehdä kerrostaloasuntoihin fyysisiä muutoksia erityisesti taloteknisestä näkökulmasta. Muunneltavuutta voivat nimittäin rajoittaa paitsi asuinkerrostalon tilojen muodot ja ikkuna-aukotukset sekä rakenteet (esim. Saarimaa & Pelsmakers 2020; Saarimaa 2020) myös taloteknisten järjestelmien ratkaisut ja asennukset. Vaikka talotekniikalla on keskeinen rooli kaikessa rakennuksien käytössä ja käytön muutoksissa, ei juurikaan ole tutkittu, *miten talotekniikka vaikuttaa asuinrakennusten kykyyn olla muunneltavissa eri käyttötarpeisiin*.

Hanke jaettiin tarkastelunäkökulman perusteella kolmeen eri työpakettiin. Ensimmäinen ja toinen työpaketti käsittelivät asuntojen muunneltavuutta asuntojen alkuperäisten rajojen sisällä. **Ensimmäisessä** työpaketissa tarkasteltiin eri vuosikymmeninä rakennettujen kerrostaloasuntojen taloteknisten ratkaisujen

vaikutusta erilaisten tilallisten muutostöiden tekemiseen, ja **toisessa** työpaketissa tarkasteltiin talotekniikan vaikutusta uusien muuntojoustavien kerrostaloasuntojen suunnitteluun. **Kolmannessa** työpaketissa tarkasteltiin tapoja rakentaa uudisrakennuskohteisiin toisiinsa yhdisteltävissä ja toisistaan erotettavissa olevia asuntoja talotekniikan näkökulmasta.

Rakentamisen sektorilla pyritään laajasti kohti hiilineutraliutta ja kiertotaloutta. On siis pyritävä siihen, että jokainen rakennus palvelee ennen mahdollista uudelleenkäyttöä hyvin ja mahdollisimman kauan. Rakennusten joustavuus on merkittävää tämän tavoitteen saavuttamisessa. Hanke on ajankohtainen myös siksi, että valmisteilla olevassa maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa niin kutsutuilla rakennusten elinkaariominaisuuksilla on esitetty olevan oleellinen rooli. Elinkaariominaisuuksilla viitataan paitsi rakennusten huollettavuuteen ja uudelleenkäytettävyyteen, myös joustavuuteen. (YM 2022).

1.2 Rajauksia

Tutkimus rajattiin kerrostaloasuntoihin ja rakennuttajavetoiseen omistusasumiseen, jota ei ole osoitettu erityisryhmille. Tutkimukseen otettiin mukaan vuosina 1941–2019 rakennettuja rakennuksia, sekä rakenteilla olevia uusia kerrostalokiinteistöjä.

Kerrostalorakentaminen on eräs lähtökohta tiiviin ympäristön rakentumiselle ja kaupunkimaisen asumisen keskeinen tunnusmerkki. Kerrostalot ovat käytännöllinen ratkaisu kaupunkien tonttimaan kalleuteen ja maan rajallisuuteen. Vaikka moni haluaisi asua pientalossa (Strandell 2017), lähes puolet kaikista Suomen asutokunnista asuu kerrostaloissa (SVT Asunnot ja asuinolot 2017).

Joustavuuden ja yksilöllisyyden puute on nähty suomalaisten kerrostalojen merkittäviksi haasteiksi (Ilmonen 2007; Vainio 2008; Vainio 2021). Siksi on tärkeää tarkastella juuri kerros-

taloasuntojen kykyä mukautua asukkaiden erilaisiin ja ajassa vaihtuviin tarpeisiin.

Talotekniikka on olennainen osa toimivaa asuntoa ja kerrostaloa. Siksi taloteknisiä näkökulmia ei voi sulkea pois, kun tarkastellaan kerrostalojen tilallista muunneltavuutta. Päinvastoin talotekninen näkökulma on erityisen tärkeä ja ajankohtainen, kun tavoitellaan muunneltavaa, mutta turvallista, terveellistä, käytettävää ja kestävää tulevaisuuden asuntorakentamista.

2. Taustaa

Olemassa olevaan rakennuskantaan on jo tehty monenlaisia tilallisia muutostöitä, joista voidaan kerätä oppia myös uusien asuntojen suunnitteluun. Koska rakennuskanta uudistuu hyvin hitaasti, muutostöitä tullaan vielä pitkään tekemään enimmäkseen jo rakennettuihin asuntoihin. Siksi on tärkeää ymmärtää, millaiset tekniset, rakenteelliset ja arkkitehtoniset ratkaisut tukevat eri vuosikymmeninä rakennettujen kerrostaloasuntojen joustavuutta.

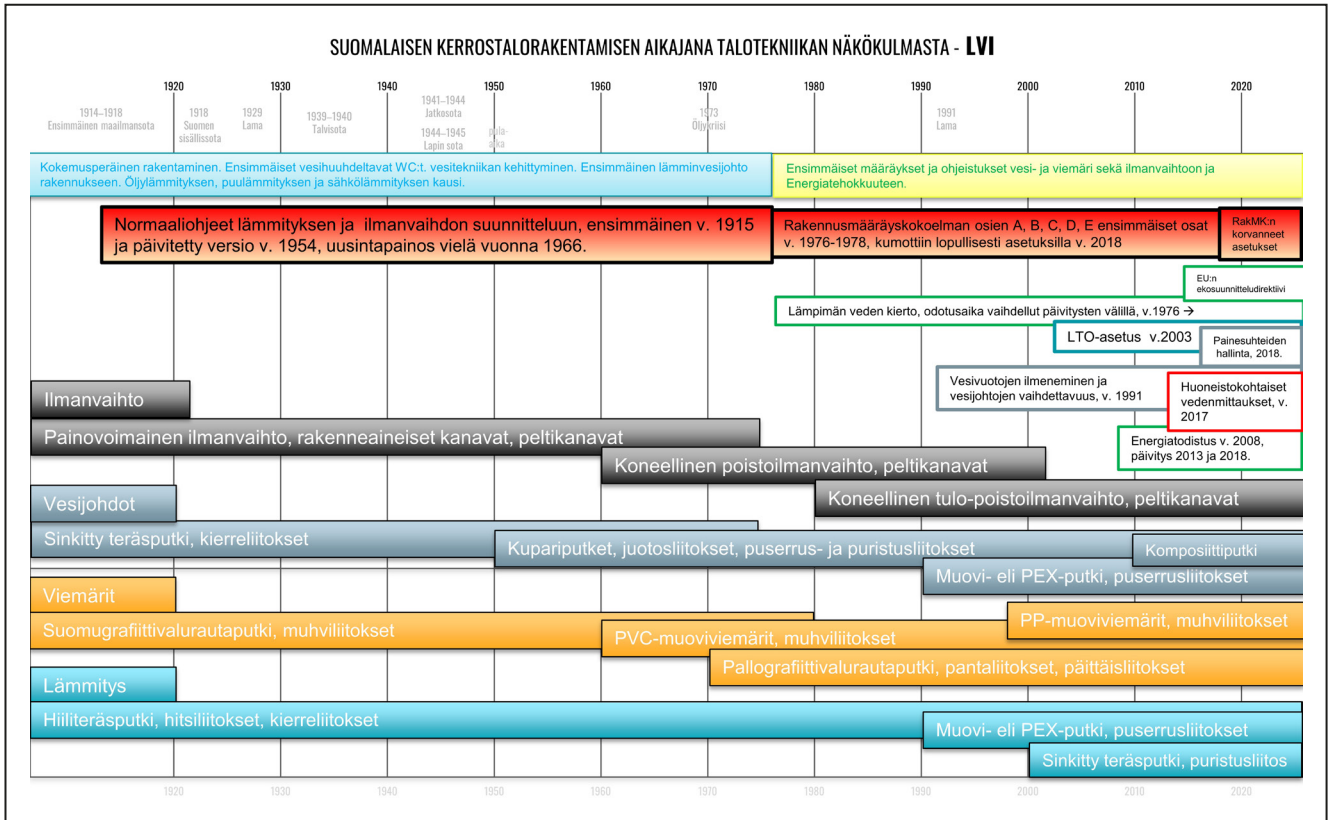
Talotekniikkaan ja toimintamalleihin ovat vuosien aikana vaikuttaneet rakennusteknisten ja arkkitehtuuriin liittyvien muutosten lisäksi oleellisesti alan säädökset, ohjeistukset ja käytänteet. On tärkeää tunnistaa eri aikojen taloteknisten järjestelmien ominaisuuksia ja vaatimuksia, jotta tämän päivän muutoksia tehtäessä voidaan varmistaa, että talotekniset järjestelmät toimivat myös muutosten jälkeen turvallisesti ja oikein. On kuitenkin huomattava, että merkittävimmät talotekniikan murrokset eivät välttämättä ajoitu samoille ajankohdille arkkitehtonisten tai rakenteellisten muutosten kanssa. Lisäksi taloteknisten ratkaisujen elinkaari on huomattavasti rakennusten elinkaarta lyhyempi, joten vanhemmassa rakennuskannassa teknisiä ratkaisuja on saatettu päivittää saneerausten yhteydessä jo useammankin kerran.

2.1 LVI-tekniikan muutokset rakennuskannassa

2.1.1 Yleistä

LVI-tekniikka on pysynyt yleistymisestään alkaen perusperiaatteeltaan melko samankaltaisena ilmanvaihtoa lukuun ottamatta. Lämmitysjärjestelmien lämmönluovutustyypit, paisuntajärjestelmät ja muutamat verkostokomponentit ovat muuttuneet tarkastelujakson aikana. Samoin käyttövesijärjestelmiin on tullut lisää verkostokomponentteja. Myös asennusmateriaalit ovat muuttuneet tarkastelujakson aikana. Muutokset eivät kuitenkaan huoneistotasolta katsottuna ole muuttaneet järjestelmien tilantarvetta kovinkaan radikaalisti.

Ilmanvaihdon osalta ensin ilmanvaihtuvuuden ja ilmanlaadun varmistaminen ja sen jälkeen ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen ovat aiheuttaneet ilmanvaihtoon huomattavia muutoksia niin järjestelmäkuin laitteistotasolla. Muutoksia ovat edistäneet pyrkimys parantaa asuntojen laatutasoa sekä muun muassa terveellisyyteen ja energiatehokkuuteen liittyvien säädösten kiristyminen.



Kuva 1: Aikajanalla esitetään oleelliset muutokset LVI-talotekniikassa sekä niihin vaikuttaneet ohjeet, määräykset ja säädökset. Seuraavassa on esitetty merkittävimmät: Ensimmäiset määräykset ja ohjeistukset vesi- ja viemärijärjestelmiin, ilmanvaihtoon ja energiatehokkuuteen tuli 1970-luvulla. Tätä ennen rakentaminen oli kokemuseräistä. Merkittävimmät ja näkyvimmat tekniset muutokset ovat olleet lämpimän veden kierrolle asetetut vaatimukset 1976 vuodesta eteenpäin, lämmöntalteenoton vaativa asetus vuonna 2003 sekä huoneistokohtaiset vedenmittaukset vuonna 2017. Ilmanvaihdossa koneellinen poistoilmaratkaisu syrjäytti asteittain painovoimaisen 1960-luvulla. Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto yleistyi 1980-luvulla. Vesijohdoissa sinkitystä teräsputkesta siirryttiin kupariputkisiin 1950–1975 välillä. Samalla kierrelitokset vaihtuivat puserrus- ja puristusliitoksiin. 1990-luvulla yleistyi lisäksi muoviputket puserrusliitoksilla. 2010-luvulla käytössä on ollut lisäksi komposiittiputki. Viemäreissä suomugrafiittivalurautaputkia käytettiin 1960–1980-luvuille, jonka jälkeen ensin PVC-muoviviemärit ja pallografiittivalurautaputket alkoivat yleistymään. 1990-luvun lopulla vaihtoehdoksi tuli lisäksi PP-muoviviemärit. Lämmityksessä hiiliteräsputki on ollut käytössä tähän päivään asti. 1990-luvulla tuli lisäksi muoviputket ja 2000-luvulla sinkityt teräsputket. Tekijä: Mikko Jalonen.

2.1.2 Määräysten ja ohjeistusten muutokset

Lämpö- ja Vesijohtoteknikkojen Yhdistys Ry:n normaalimääräyskomitea vastasi niin kutsutuista normaali-ohjeista, joissa käsiteltiin lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden suunnittelua. Niiden ensimmäinen versio julkaistiin jo vuonna 1917 ja toinen versio vuonna 1954. Ohjekirjasesta ilmestyi korjattu ja päivitetty uusintapainos vuonna 1966. (Sainio n.d.)

Vuonna 1976 julkaistiin ensimmäiset rakennusten suunnittelua koskevat valtiolliset määräykset Suomen Rakennusmääräyskokoelman muodossa. Niitä päivitettiin tasaisin väliajoin, ja viimeinen päivitys tehtiin vuonna 2017. Rakennusmääräyskokoelma (tästä eteenpäin RakMK) otti kantaa rakennuksen LVI- ja energiatalouteen sekä paloturvallisuuteen. Päivityksissä tehdyt muutokset ovat aina olleet melko maltillisia. RakMK:n ensimmäisen version mitoitusohjeet lämmitykselle, käyttövedelle, viemäri- ja ilmanvaihdolle oli otettu hyvin pitkälti suoraan normaali-ohjeista. Vesi- ja ilmanvaihtojärjestelmistä oli alusta lähtien ministeriötasoiset määräykset sekä ohjeet, mutta lämmitysjärjestelmien vaatimukset ovat tulleet paikallisilta lämmöntuottajilta tai eri lämmitysmuotoja edustavilta yhdistyksiltä. (Sainio n.d.; Hagner 2016; YM. Rakentamismääräykset)

Vuonna 1987 RakMK:n D1-osassa uutta oli määräys lämpimän käyttöveden kiertojohdon lisäämisestä terveysturvallisuuden vuoksi. Samalla ohjeistettiin lämpimän käyttöveden odotusajasta. Tällä määräyksellä käytännössä lisättiin rakennuksen vesijärjestelmään yksi käyttöveden putkilinja ja pumppu. Lisäksi vuoden 2007 päivityksen yhteydessä määrättiin, että vesijohtojen vuotovesien tulee ohjautua näkyville kaikissa tilanteissa. Vuoden 2007 määräykseen vuonna 2010 tehdyssä lisäyksessä määrättiin laskutuskelpoiset huoneistokohtaiset vesimittarit pakollisiksi luvanvaraisessa rakentamisessa. (YM. Rakentamismääräykset)

Vuonna 1987 D2-osassa määrättiin ensimmäisen kerran ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton hyötysuhteesta. Määräyksessä oli kuitenkin monia poikkeuksia, eikä lämmöntalteenotto tämän määräyksen jälkeen juuri yleistynyt. Seuraavat merkitykselliset muutokset tehtiin vasta vuonna 2003, kun RakMK:n osassa D2 määrättiin, että poistoilmasta tulisi ottaa talteen 30 prosenttia ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta ilmamäärästä kaikentyyppisissä rakennuksissa. Lisäksi määrättiin, että ilmanvaihdon tuli olla tehostettavissa 30 prosentilla. Vastaava lämpöenergiatarpeen vähennys oli mahdollista toteuttaa myös muilla tavoin, mutta silloin siitä olisi laadittava laskelma. Tämä määräys johti lämmöntalteenottojärjestelmän yleistymiseen laajasti rakennuskannassa sekä epäsuorasti myös tulo-/poistoilmanvaihtojärjestelmien yleistymiseen. Lisäksi asetettiin vaatimuksia ilmanvaihtokoneen puhaltimen ominaissähköteholle (SFP), mikä vaikutti suoraan esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän kanavakokoihin. Vuonna 2010 julkaistussa seuraavassa versiossa lämmöntalteenoton hyötysuhdetta kiristettiin 45 prosenttiin. (YM. Rakentamismääräykset)

Vuonna 2008 voimaan tulleessa RakMK:n osassa D3 määrättiin ensimmäisen kerran rakennuksen energiaselvityksestä. Energiaselvitys helpottaa rakennusten energiataloudellisuuden vertailua. Vuonna 2012 kaikki rakennuksen energiankäyttöön liittyvät asiat siirrettiin RakMK:n osaan D3. Uusien määräysten mukaan energialaskennassa oli otettava huomioon rakennuksen koko energiankäyttö ja huomioitava myös käytetyt primäärienergiamuodot. Vuoden 2012 määräyksessä vaatimukset lämmöntalteenoton hyötysuhteelle ja SFP-luvulle kiristyivät edellisistä. (YM. Rakentamismääräykset)

Vuonna 2017 RakMK:n osat kumottiin ja tilalle saatiin Ympäristöministeriön asetukset, jotka koskivat RakMK:n käsittelemiä tekniikoita. Asetuksessa rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017 muutettiin lämpimän

käyttöveden odotusaikavaatimusta pidemmäksi. Tämän seurauksena lämpimän veden kiertojohton vaikutusalue voi olla pidemmällä vesipisteistä, joka antaa enemmän mahdollisuuksia pystyhormien sijoitteluun ja määrään asunnossa. Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017 antoi suunnittelijoille vapaammat kädet toteuttaa ratkaisujaan. Se mahdollisti muun muassa jäteilma seinäpuhalluksen ja raittiin ulkoilman ottamisen samalla päätelaitteella. Asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 määrättiin, että ilmanvaihtojärjestelmän SFP-lukua oli pienennettävä entisestään ja ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde oli nostettava 65 prosenttiin. Energiansäästöä on annettu monia lisäasetuksia, kuten jo vuonna 2013 annettu asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Energiasäästöön liittyvät asetukset astuvat yleensä voimaan siinä vaiheessa, kun muutostöissä kosketaan energiatehokkuuden kannalta oleellisiin rakenteisiin, esimerkiksi ikkunoihin. Tällöin nyrkkisääntönä voidaan pitää, että uusien rakenteiden tulee olla energiatehokkuudeltaan nykyisen asetuksen mukaisia. (YM. Rakentamismääräykset)

Maankäyttö- ja rakennuslain 115 §:n muutos 812/2017 mahdollistaa rakennuksen sallitun kerrosalan ylittämisen taloteknisten järjestelmien edellyttämän kuilun, hormin tai yleisiin tiloihin avautuvan teknisen tilan rakentamiseen tarvittavan pinta-alan verran. Näin putkistoja ja laitteistoja voidaan asentaa, korjata ja huoltaa joustavammin ja kustannustehokkaammin. Tämän ansiosta uudisrakentamisessa voidaan varautua paremmin tuleviin muutoksiin. Esimerkiksi jos halutaan varautua siihen mahdollisuuteen, että keittiö siirretään myöhemmin toiselle paikalle, myös vaihtoehtoiselle sijoituspaikalle voidaan rakentaa hormi. (Maakäyttö- ja rakennuslaki 1999)

2.1.3 Muutokset käytännössä

Merkittävimmät edistysaskeleet LVI-tekniikassa, kuten vesikeskuslämmitys, kunnallisen viemäriverkostoston laajeneminen, vesivessat sekä ilmanvaihdon irtaantuminen uunilämmityksestä, ajoittuivat 1900-luvun ensimmäisille vuosikymmenille. Vuosisadan puoliväliin mennessä talotekniikan eri osa-alueet olivat kehittyneet peruseriaatteiltaan nykykäytäntöjen mukaisiksi. (Hagner 2016)

Vesi- ja viemäri-laitteistojen verkostojärjestelmät vakiintuivat nykymuotoonsa jo 1930-luvulla. Sen jälkeen vesilaitteiden ja putkistojen materiaalivaihtoehdot ja valikoima ovat kuitenkin laajentuneet merkittävästi ja niiden kestävyys on parantunut. Kuparia käytettiin jo 1950-luvulla käyttövesijohtojen materiaalina sinkityn teräsputken ohessa, mutta nykypäivänä se on muoviputkien ohella lähes ainut käyttövesiputkissa käytetty materiaali. Vuonna 1987 määrättiin lämpimän veden kiertojohtoista ja odotusajoista, mikä osaltaan kasvatti pystyhormeille tarvittavaa pinta-alaa. Vuodesta 2010 eteenpäin vaadittu huoneistokohtainen käyttöveden mittarointi asettaa osaltaan haasteita käyttöveden putkitukselle, koska kiertojohtoon asennettavista vesimittareista ei ole hyviä kokemuksia, eikä tätä toteutustapaa suositella. Tämän vuoksi pitää vesimittarit asentaa lämpimän veden kiertojohton vaikutusalueen jälkeen.

Viemäriputkistoissa on pikkuhiljaa alettu käyttää valuraudan sijasta muovia. Viemäriputkien sijoittelu märkätiloissa on vaihdellut vuosien varrella. Yleisin tapa ennen 1980-lukua oli sijoittaa viemärit välipohjan sisään. 1950-luvulla välipohjiksi alettiin valaa massiiviteräsbetonilaattoja. Näin viemäroinnit sekä muut tarvittavat putkistot saatiin helposti sijoitettua välipohjan sisälle. 1980-luvun alussa ontelolaattajärjestelmien yleistyessä putkia alettiin sijoittaa alemman kerroksen alakattoon.

Ylemmän kerroksen viemärointi saatiin hoidettua lävistämällä ontelolaatta. (Sainio n.d.; Hagner 2016)

Lämmitysjärjestelmän periaate on muuttunut hyvin vähän muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Lämmitysputkien materiaalina käytetään edelleen terästä. Patterilämmitys on ollut yleinen lämmönjakotapa, ja sitä käytetään erittäin laajasti edelleen. Lattialämmitystä käytettiin asuinrakennuksissa jo 1950-luvulla, mutta nyttemmin sitä on alettu käyttää kosteiden tilojen lisäksi myös asuintiloissa. Aluksi lattialämmityksessä käytettiin teräsputkia, myöhemmin kupariputkia ja nykyään muoviputkia. (Sainio n.d.; Hagner 2016)

Siirtyminen painovoimaisesta koneelliseen ilmanvaihtoon tapahtui muutamassa vuosikymmenessä. Muutos alkoi 1950-luvulla, jolloin koneelliseen poistoilmanvaihtoon käytettiin niin sanottua yhteiskanavajärjestelmää. Koneellinen poisto yleistyi 1960-luvulla, ja sitä on käytetty vielä vuonna 2004 rakennetuissa rakennuksissa. Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto alkoi saada jalansijaa 1970-luvun loppupuolella, mutta sitä käytettiin asuinrakennuksissa vain harvoin ennen 1990-lukua. Tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmät olivat ensin keskitettyjä järjestelmiä, eli yksi ilmanvaihtokone saattoi hoitaa kokonaisen kerrostalon ilmanvaihdon. Tällaisia järjestelmiä tehdään edelleen, mutta myös huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet ja -järjestelmät ovat yleistyneet. Vuonna 2017 voimaan tullessa asetuksessa hyväksyttiin jäteilman seinäulospuhallus. Jonka vaikutuksesta huoneistokohtaisista ilmanvaihtojärjestelmistä on tullut kerrostalorakentamisen valtavirtaa. (Sainio n.d.; Hagner 2016; YM. Rakentamismääräykset)

Koska jäteilman seinäulospuhallus on nykyään luvallista, asuntoihin on helpompaa lisätä huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä huoneistokohtaisessa saneerauksessa.

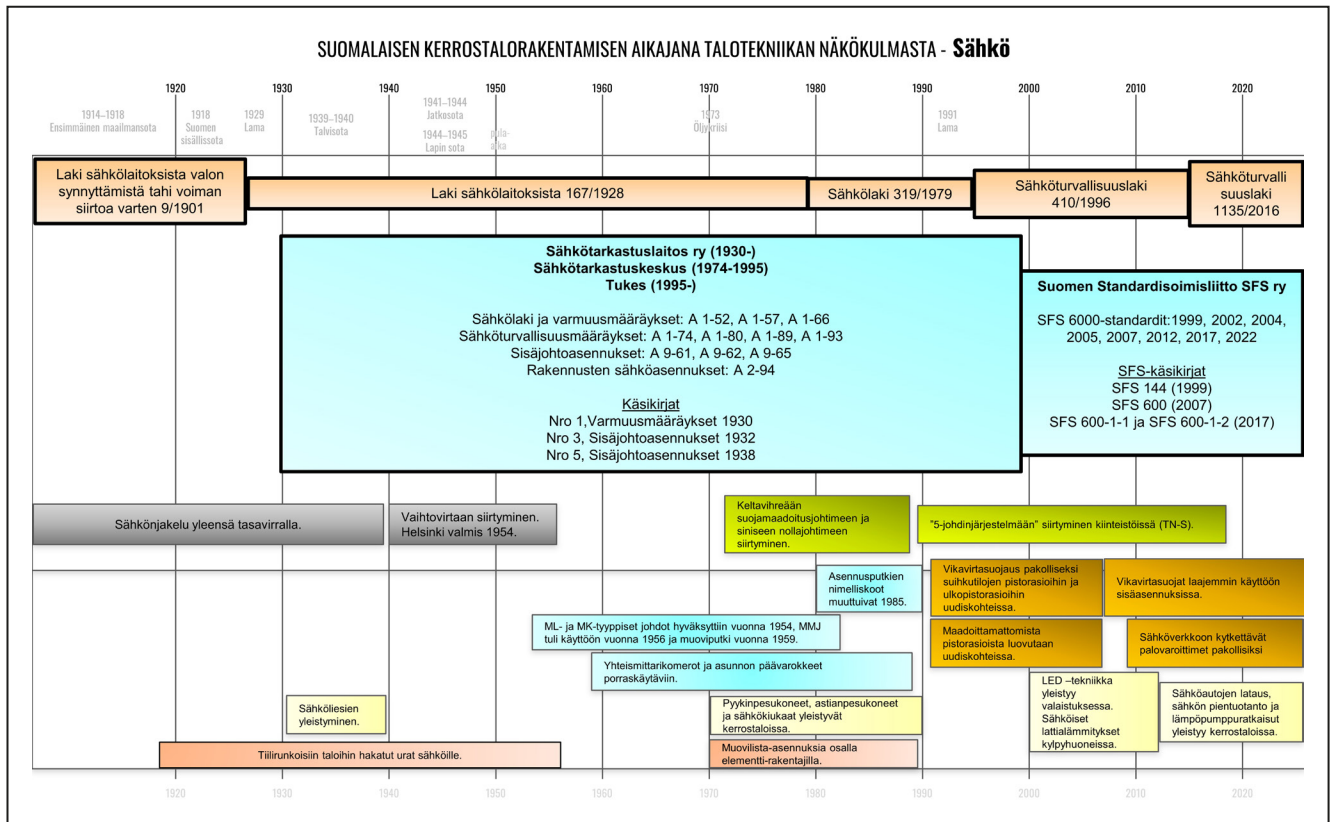
Kiristyvät vaatimukset puhaltimien energiankulutuksen pienentämisestä ovat kasvattaneet IV-koneiden ja IV-kanavien kokoja 2000-luvun alusta asti. Lisäksi määräys rakennuksen painesuhteiden hallinnasta on johtanut siihen, että kylpyhuoneiden kattoihin saatetaan sijoittaa myös painesuhteiden hallintaan vaadittavia ilmanvaihdon säätölaitteita. (YM 1009/2017)

2.2 Sähköisen talotekniikan muutokset rakennuskannassa

2.2.1 Yleistä

Rakennusten sähkötekniikan osalta vuodesta 1940 alkaneen tarkasteluajanjakson suurimpia muutoksia on ollut asennusmateriaalien ja -tarvikkeiden kehittyminen ja niiden soveltaminen kunkin aikakauden rakennustekniisiin menetelmiin. Sähköturvallisuus on ollut keskiössä, kun tekniikkaa on kehitetty ja säädöksiä tiukennettu.

Vuosien varrella merkittäviä syitä sähkötekniisten ratkaisujen muuttumiseen ovat olleet kodinkoneiden määrän kasvaminen ja se, että käyttäjät toivovat voivansa hallita sähköisiä järjestelmiä monipuolisemmin. Siksi pistorasioiden ja muiden sähköliitännöiden määrä on kasvanut, valaistusratkaisut ovat monipuolistuneet ja erilaiset ohjausratkaisut ovat lisääntyneet. Kasvaneita ohjaus-, merkinanto- ja monitorointitarpeita liittyy ovipuhelinjärjestelmiin, palovaroittimiin, ilmanvaihdon ja lämmityksen sähkötoimisiin ohjauksiin, veden mittarointiin ja näiden järjestelmien monitorointiin ohjauspaneelin. Uudenlaisia kiinteitä tai puoli-kiinteitä sähkökuormia ovat tarkastelujakson aikana olleet asuntojen sähkökiukaat, sähköiset mukavuuslattialämmittimet kosteissa tiloissa ja kolmivaiheisesti liitetyt liedet.



Kuva 2: Aikajanalla esitetään oleelliset muutokset sähköisessä talotekniikassa sekä niihin vaikuttaneet ohjeet, määräykset ja säädökset. Seuraavassa on esitetty merkittävimmät: Ensimmäinen sähköön liittyvä laki ilmestyi vuonna 1901. Nimi oli tällöin "Laki sähkölaitoksista valon synnyttämistä tahi voiman siirtoa varten". Viimeisin voimassa oleva laki on sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Asennusten turvallisuutta ohjasivat Sähkötarkastuslaitoksen, Sähkötarkastuskeskuksen sekä Tukesin antamat ohjeet ja määräykset. Näiden tilalle tuli SFS 6000-standardit vuodesta 1999 alkaen. Merkittävimmät muutokset asuinrakennusten sähkökäyttöön ovat olleet sähköliesien yleistyminen 1930-luvulla, pyykin- ja astianpesukoneet sekä sähkökiukaat 1970-luvulla ja 2000-luvun LED-tekniikka sekä sähköiset lattialämmitykset kylpyhuoneissa. Asennustekniikkaan on tullut muutoksia myös. 1954 hyväksyttiin ML- ja MK-tyyppiset johdot. Muoviputket tuli vuonna 1956. Asennusputkien nimelliskoot muuttuivat 1985. 5-johdinjärjestelmään siirryttiin vuonna 1989. 1990-luvun alussa vikavirtasuojauksen pakollisuus suihkutiloissa ja ulkotiloissa. Samalla maadoittamattomista pistorasioista luovuttiin uudiskohteissa. Nykyisin vikavirtasuojauksen laajempi käyttö myös muissa sisätiloissa. 2009 alkaen myös palovaroittimet on kytkettävä sähköverkkoon. Tekijät: Aki Kortetmäki ja Rami Kotilainen.

2.2.2 Määräysten ja ohjeistusten muutokset

1950-luvun alussa noudatettiin vielä vuodelta 1930 peräisin olevaa Sähkötarkastuslaitoksen käsikirjaa 1 ”Varmuusmääräykset”. Sitä päivitettiin vuonna 1957 Sähkötarkastuslaitoksen julkaisulla A1-57 ”Sähkölaki ja varmuusmääräykset”. Se yhdessä useiden sähkölaitosten omien lisämääräysten kanssa määräsi sisäjohtoasennusten tekemisestä varsin yksityiskohtaisesti. (Mäkiö ym. 1990, 195–196, 199.)

Vuonna 1961 tuli voimaan Sähkötarkastuslaitoksen tiedonanto T26-60 koskien elementtien sähköasennuksia. Elementtien sähköasennuksia määriteltiin vielä tarkemmin vuonna 1966. Silloin tuli voimaan Sähkötarkastuslaitoksen tiedonanto T2-66, joka muun muassa määritteli elementtitehtaalla tehtävät sähköasennukset sähkötoiksi, joita sai tehdä vain hyväksytyin sähköurakoitsijan toimesta tai tämän ohjeiden mukaisesti. (Mäkiö ym. 1994, 237–238.)

1970-luvulla uudet sähköturvallisuusmääräykset (A1-74) astuivat voimaan 1.7.1974. Niiden rinnalla käytettiin vielä vuoden ajan vuoden 1957 varmuusmääräyksiä. (Mäkiö ym. 1994, s. 238.) Yksi suurimmista muutoksista tässä vaiheessa oli keltavihreän suojamaadoitusjohtimen ja sinisen nollajohtimen käyttöönotto. Myös muiden johdinvärien käyttö yhtenäistyi. Tätä ennen ei ollut vaadittu sähköliittymään maadoituselektrodia eikä muiden johtavien osien liittämistä maadoitusjärjestelmään. (SFS 6000-8-802 2017, 13.)

1980-luvulle siirryttäessä sähkölaki ja sähköturvallisuusasetus päivittyivät vastaamaan paremmin ajan tarpeita vuonna 1979. Sitä ennen pohjana oli vuoden 1928 laki sähkölaitoksista täydennyksineen. (Neuvonen 2015, 89–90.) Uuden sähkölain (319/79) ja sähköturvallisuusasetuksen (926/79) pohjalta

Sähkötarkastuslaitos julkaisi uudet sähköturvallisuusmääräykset (A1-80), jotka astuivat voimaan 1.1.1981. Niitä päivitettiin vuosina 1985 ja 1986. Seuraavat julkaisut olivat A1-89, joka astui voimaan 1.7.1991, sekä A1-93, joka tuli voimaan 31.12.1993. (Tiainen 2019; Tukes n.d)

1980-luvulla merkittävimpiä muutoksia olivat kansainväliseen IP-luokitukseen siirtyminen 1960-luvun käyttöolosuhdeluokista sekä erillisen suojajohtimen mukaantulo asennuksiin. Ennen vuotta 1989 nollajohtimia käytettiin yhdistettyinä nolla- ja suojamaadoitusjohtimina. 1980-luvun lopulla myös putketon uppoasennus vaipallisella kaapelilla sallittiin kerrostaloissa. (Neuvonen 2015, 92–95)

1990-luvulla siirryttiin sähköturvallisuusmääräyksistä kansainvälisten standardien noudattamiseen. Kansainvälisten standardien pohjalta julkaistiin sähköasennuksia koskevat käsikirjat A2-94 sekä D1-95, joissa oli yksityiskohtaisempia soveltamisohjeita. (Neuvonen 2015, 91.) Uusi sähköturvallisuuslaki (410/96) ja sähköturvallisuusasetus (498/96) tulivat voimaan 1996. 2000-luvulla asennukset ovat seuranneet 1999 julkaistua SFS 6000-standardisarjaa, joka on uudistunut vuosina 2002, 2004, 2005, 2007, 2012 ja 2017. (Tiainen 2019) 6000-standardin uusin versio on julkaistu elokuussa 2022 (SESKO n.d).

2.2.3 Muutokset käytännössä

Kun 1950-luvulla siirryttiin kerrostalojen valurakentamiseen, myös sähköasennuksia alettiin tehdä eri tavalla. Tiilirunkoisissa taloissa sähköjärjestelmille oli hakattu urat, jotka rapattiin umpeen asennuksen jälkeen. (Mäkiö ym. 1990, s. 193.) Yleisesti käytössä oli putkitettu uppoasennus, joka sijoitettiin pääasiallisesti asunnon katon välipohjaan ja keskitettiin alimmaisen raudoituksen päälle. Asennuksissa käytettiin yleensä teräspanssariputkea. Valaisinpisteet toimivat usein myös jakorasioina. (Mäkiö ym. 1990, 193, 196–198.)

Kun 1950-luvulla siirryttiin sileävalutekniikkaan, erilaisten asennustarvikkeiden kehityksen vauhti kiihtyi. 1960-luvulla muoviputki korvasi teräspanssariputken nopeasti edullisemman hintansa, paremman sähköturvallisuutensa ja paremman käytettävyytensä ansiosta. (Mäkiö ym. 1990, 196–197; 1994, 232) Seuraavan suuren muutoksen sähköasennusputket kokivat 1980-luvulla, jolloin siirryttiin käyttämään standardoituja ulkohalkaisijoita. Silloin myös valmistettiin erilaisia sovituskappaleita, joiden avulla voitiin liittää vanhojen mitoitus-ten mukaisia putkia uusiin. Sovittimien valmistus on jo loppunut, mikä osaltaan hankaloittaa vanhojen putkitusjärjestelmien saneeraamista. (Neuvonen 2015, 99.)

1960–70-lukujen taitteessa asuntoihin sähköä syöttävät nousujohtot asennettiin yleensä kylpyhuone-elementtien hormeihin, joissa oli liitäntätilat valmiina. Myös asunnon ryhmäkeskus sijaitsi monesti kylpyhuoneen oven yläpuolella. (Mäkiö ym. 1994, 233.) 1970-luvulla kylpyhuone-elementtien merkitys korostui, kun alettiin käyttää betonielementtejä. Ryhmäkeskus, nousujohto, kylpyhuoneen valaisin sekä pesukoneen pistorasia asennet-

tiin betonielementteihin usein jo tehtaalla. Kun ontelolaatat yleistyivät, myös elementtien saumoissa olevien sähköputkitusten määrä kasvoi. Elementtisaumojen putkitusta rajoitettiin 1970-luvulla, mikä johti osaltaan sähkölistajärjestelmien käytön lisääntymiseen. (Mäkiö ym. 1994, 235–238; Neuvonen 2015, 89–90, 101–103.)

1990-luvulla sähkötekniikassa tapahtui merkittäviä muutoksia, kun vuonna 1994 otettiin käyttöön uudet standardit. Johdonsuoja-automaatit, vikavirtasuojat ja turvapistorasiat alkoivat yleistyä. Merkittävä muutos on ollut myös siirtyminen TN-S järjestelmään, eli erilliseen nolla- ja suojamaadoitusjohtimeen. Ilman suojakoskettimia olevien (0-luokan) pistorasioiden asentaminen asuntoihin kiellettiin vuonna 1997. (Neuvonen 2015, 94–95) 2000-luvulla asennuksissa on noudatettu SFS-6000-sarjan vaatimuksia. Merkittävin muutos kerrostalo-asuntojen näkökulmasta on ollut vikavirtasuojavaatimusten tiukentaminen asteittain. Se on osaltaan kasvattanut ryhmäkeskusten tilavaatimuksia, kun sähköpisteet on nyt ryhmitelty aiempaa useammille suojalaitteille.

3. Menetelmät ja aineistot

Hankkeen eri vaiheissa tarvittiin erilaisia tiedonhankinta- ja analysointimenetelmiä tutkimuskysymyksen ratkaisemiseksi. Hankkeessa hyödynnettiin siksi triangulaatiota, eli siinä yhdistettiin erilaisia menetelmiä, tietolähteitä ja eri alojen tutkijoiden näkemyksiä. Tämän nähtiin lisäävän löydösten luotettavuutta (Tuomi & Sarajärvi 2002). Seuraavaksi hankkeessa käytetyistä menetelmistä, tietolähteistä ja aineistoista kerrotaan tarkemmin.

3.1 Työmaavierailut

Hankkeen aikana vierailtiin neljän eri rakennuttajan kerrostalotyömaalla Pirkanmaalla. Kolmella työmaalla rakenteilla oli useampi eri työvaiheessa oleva rakennus, joista sisätiloissa observointiin valittiin tutkimuksen näkökulmasta parhaiten soveltuva kohde. Vierailuilla kierrettiin asuintiloissa, käytävillä ja teknisissä tiloissa yhdessä työmaalla työskentelevän talotekniikan tai rakennustekniikan asiantuntijan kanssa. Työmailla observointiin erityisesti käytettyjä taloteknisiä ratkaisuja sekä tekniikkareittien vaatimuksia. Samalla pohdittiin työmaan asiantuntijan kanssa mahdollisia tilamuutosskenaarioita ja sitä, minkälaisia haasteita käytetty talo- ja rakennustekniikka mahdollisesti aiheuttaisi muutoksia tehtäessä. Kahdessa rakenteilla olevassa kerrostalossa oli yhdistetty vierekkäisiä asuntoja tai varauduttu vierekkäisten asuntojen yhdistämiseen.

Olemassa olevien asuntojen muutostöiden haasteita tutkittiin vierailemalla kahdella asunosaneeraustyömaalla. Molemmissa kohteissa uusittiin keittiökalusteet ja -rakenteet sekä purettiin keittiön ja olohuoneen välinen seinä. Toisessa kohteessa myös saneerattiin asunnon kaikki sähköasennukset ja kalustettiin kylpyhuone uudelleen.

3.2 Asiantuntijahaastattelut

Näkemyksiä siitä, miten talotekniikka vaikuttaa asuinrakennusten kykyyn olla muunneltavissa eri käyttötarpeisiin etsittiin myös haastatteleamalla rakennetun ympäristön eri toimialojen asiantuntijoita. Haastatteluissa käsiteltiin talotekniikan vaikutusta tilan joustavuuteen niin uudiskohteiden kuin olemassa olevien asuin-kerrostalokohteiden näkökulmasta.

Haastateltavia henkilöitä oli yhteensä 20, ja he edustivat monipuolisesti rakentamisen ja talotekniikan eri osapuolia. Haastateltavat olivat työnkuvaltaan seuraavia:

- isännöitsijä
- johtaja (asuntosuunnittelu)
- LVI-kehityspäällikkö
- LVI-suunnittelutoimiston toimitusjohtaja
- LVI-suunnittelupäällikkö (2 kpl)
- LVI-projektipäällikkö
- LVI-suunnittelija
- suunnittelujohtaja (rakennusautomaatio)
- projekti-insinööri (2 kpl)
- suunnittelupäällikkö (sähköverkko)
- projektipäällikkö (2 kpl)
- työpäällikkö (rakennusinsinööri)
- yksikön päällikkö (LVIA)
- liiketoimintajohtaja (vuokrayhtiö)
- johtaja (rakennuttaminen)
- talotekniikkapäällikkö
- talotekniikka-asiantuntija

3.3 Tilamuutoskenaariot olemassa olevissa kerrostaloissa

Työryhmän tutkittavaksi valittiin 21 kerrostalokohdetta, jotka oli rakennettu Pirkanmaalle vuosien 1941 ja 2019 välisenä aikana. Eri vuosikymmeninä rakennettujen asuinkerrostalojen joustavuutta tutkittiin kolmivaiheisesti siten, että ensiksi arkkitehtitutkija laati vaihtoehtoisia kerrostaloasuntojen tilamuutoskenaarioita, seuraavaksi LVI-tekniikan ja sähkötekniikan asiantuntijat tarkastelivat tilamuutoskenaarioiden toteutettavuutta, ja kolmanneksi tuloksia tarkasteltiin arkkitehtuurin, LVI-tekniikan ja sähköisen talotekniikan asiantuntijan muodostamassa monitieteellisessä työryhmässä.

Ensimmäisessä vaiheessa laaditut tilamuutoskenaariot käsittelivät oleskelutilojen,

keittiöiden ja kosteiden tilojen mahdollisia tilamuutoskenaarioita. On huomattava, että laaditut tilamuutoskenaariot eivät muuttaneet rakennusten kantavia rakenteita. Teknisten ratkaisujen tarkastelussa käytettiin aineistona LVIS-tekniisiä dokumentteja, kuten LVIS-tasopiirustuksia, kytkentäkaavioita ja keskuskaavioita. Dokumentit saatiin tarkasteltavien kerrostalokohteiden teknisiltä isännöitsijöiltä.

Työskentelyn haasteena todettiin se, että valittujen kerrostalokohteiden rakennusajan kohtana dokumentointi on ollut nykyistä vähäisempää ja paikoin vanhat paperiset dokumentit olivat jo heikossa kunnossa. Lisäksi vanhempiin kerrostalokohteisiin on monesti jo tehty LVIS-saneeraus, joten alkuperäisillä ratkaisuilla ei välttämättä olisi enää yhtä suurta todellista merkitystä joustavuuden näkökulmasta.

4. Analyysi ja tulokset

4.1 Talotekniikka kerrostaloasuntojen asukaslähtöisissä tilamuutoksissa.

Ensimmäisessä tulosluvussa käsitellään talotekniikan merkitystä olemassa olevan kerrostaloasunnon sisäisissä asukaslähtöisissä muutostöissä. Asukaslähtöisillä muutostöillä viitataan toimiin, joita yksi asukas tai asuntokunta voi tehdä tai tilata tehtäväksi isännöitsijän, taloyhtiön ja tarvittaessa kaupungin luvalla. Talotekniset järjestelmät saattavat suoraan rajoittaa sitä, minkälaisia tilamuutoksia asunnossa on mahdollista tehdä, tai ainakin merkittävästi vaikeuttaa muutoksia.

Ensimmäiseksi käsitellään sähköisen talotekniikan kokonaiskuvaa asuntojen ryhmäkeskuksesta pistorasioille ja valaisimille. Tämän jälkeen tarkastellaan eri LVI-järjestelmien, kuten lämmityksen, ilmanvaihdon ja vesi- ja viemäri-järjestelmien toimintaa asunnoissa. Tarkastelu kohdennettiin siihen, miten järjestelmät tulee muutostöissä huomioida. Muutostöitä tarkastellaan ensin yksittäisten taloteknisten järjestelmien osa-alueiden näkökulmasta ja sen jälkeen esimerkkikohteiden kautta.

Tarkastelua tehdään kolmesta eri näkökulmasta: 1) väliseinien purkamiseen, siirtämiseen tai lisäämiseen liittyvät muutostyöt, 2) keittiöön kohdistuvat muutostyöt ja 3) märkätiloihin kohdistuvat muutostyöt. Nämä todettiin olemassa olevien kerrostaloasuntojen arkkitehtonisten tilamuutosskenaarioiden valossa olennaisimmiksi tarkastelun kohteiksi.

4.1.1 Ryhmäkeskuksen saneeraaminen tilamuutoksissa

Kuten ryhmäkeskuksen nimikin osoittaa, sieltä ryhmitellään asunnon sähkönjakelu eri suoja-laitteiden taakse niin, että vika- tai ylikuormitus-tilanteessa suojalaite toimii vaatimusten mukaisesti. Samalla vikapiste rajautuu suojalaitteen syöttämään sähköryhmään. Ryhmäkeskukseen tuodaan sähkönsyöttö niin sanotulla nousujohtolla yleensä kiinteistön teknisestä tilasta, jossa sijaitsevat kiinteistön sähköpääkeskus ja monimittauskeskus. Monimittauskeskuksessa sijaitsee myös asunnon sähkökulutusta mittaava verkkoyhtiön sähkömittari. Vanhemmissa kiinteistöissä asuntojen mittarit ja sulakkeet sijaitsevat porraskäytävissä yhteismittarikomeroissa.

Ryhmäkeskuksessa sijaitsevat asunnon sähkönjakelua suojaavat ja ohjaavat keskuskomponentit. Keskuskomponentteja ovat esimerkiksi keskuksen pääkytkin, sekä vikatilanteilta ja ylikuormitus-tilanteilta suojaavat sulakkeet tai johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojat. Lisäksi ryhmäkeskuksessa voi olla muita ohjaukseen tarkoitettuja keskuslaitteita, kuten releitä ja kellokytkimiä, joiden avulla ohjataan asunnon sähkölaitteiden päällä oloa.

Uudemmissa tai saneeratuissa kerrostaloasunnoissa ryhmäkeskuksen yhteydessä on myös erillinen IT-osio, joka toimii asunnon yleiskaapelointi-, valokuitu- ja antennijärjestelmien liitäntä- ja jakopisteenä. Tähän koteloon tuodaan kiinteistön teknisestä tilasta tiedon-siirrosta vastaavat kaapeloinnit, jotka jaetaan siitä eteenpäin asunnon eri tiloissa oleviin ATK- ja antennipistorasioihin.

Ryhmäkeskus on merkityksellinen tilamuutoksissa. Laajemmissa asunnon muutostöissä tai koko kiinteistöä koskevissa sähkösaneerauksissa alkuperäinen ryhmäkeskus yleensä vaihdetaan: vaihdon syynä on paitsi esteettisyys ja turvallisuus, myös joustavuus. Uusi ryhmäkeskus näyttää siistimmältä kuin vanha. Sen lisäksi siinä on nykyaikaiset johdonsuojakatkaisijat (ns. automaattisulakkeet) ja käyttäjäturvallisuutta lisäävät, nykyisten vaatimusten mukaan myös pakolliset vikavirtasuojat. Nämä suojalaitteet lisäävät turvallisuutta ja käytännöllisyyttä, ja lisäksi niitä on uudessa ryhmäkeskuksessa useampia kuin alkuperäisessä keskuksessa. Sen ansiosta muutostöiden yhteydessä lisättyjä sähköpisteitä pystytään syöttämään omilla ryhmäjohtoiltaan: tämä mahdollistaa siis asunnon vanhan sähköjärjestelmän laajentamisen ja muunneltavuuden vanhaa keskusta paremmin.

Uusi ryhmäkeskus mahdollistaa myös asunnon sähkönjakelun toteuttamisen erillisellä suoja- ja maadoitusjohtimella, jolloin pistorasiat ja muut suojamaadoitetut sähköpisteet pystytään suoja-

maadoittamaan luotettavasti. Ryhmäkeskuksen vaihtamisen yhteydessä voidaan myös lisätä uusia tai tulevia tarpeita palveleva erillinen IT-osio asunnon yleis- ja antennikaapelointia varten.

Uusi ryhmäkeskus asennetaan kerrostaloissa monesti vanhan keskuksen tilalle betoni- tai tiiliseinään pinta-asennuksena. Keskus siis asennetaan taustalevyä myöten seinän pintaan. Tällöin alkuperäiset, rakenteiden sisällä kulkevat putkijohdotukset voidaan liittää uusiin suojalaitteisiin keskuksen taustaseinän kautta. Uudet johdotukset voidaan tehdä pinta-asennuksena ja tuoda ulos keskuksen sivusta.

Asunnon ryhmäkeskuksen uusiminen on yleensä ajankohtaista koko kiinteistön sähkösaneerauksen yhteydessä tai tehtäessä asuntoon laajempia sähköihin liittyviä muutostöitä. Uusi ryhmäkeskus lisää asunnon sähköverkon turvallisuutta, mutta mahdollistaa myös muutostöiden yhteydessä aiempaa joustavammin uusien sähköasennusten toteuttamisen ja vanhojen asennusten saneerauksen.



Kuva 3: 1960-luvulla rakennetussa alkuperäisessä ryhmäkeskuksessa (1) on ainoastaan neljä tulppasulaketta, jotka suojaavat kaikkia asunnon sähkönsyöttöjä. Keskellä (2) on LVIS-saneerauksen yhteydessä uusittu ryhmäkeskus ja erillinen IT-keskus. Keskukset ovat pinta-asennettuja. Alkuperäiset, seinä- ja kattorakenteissa kulkevat johdotukset tulevat keskuksen takaa. Uudet ryhmäjohdot taas kulkevat keskuksen yläpuolella olevaa asennuskourua pitkin. Oikealla (3) on uusi ryhmäkeskus, jonka alapuolella on myös erillinen IT-osio. Kuvassa näkyvät myös keskuksessa olevat johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojat. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.1.2 Uudet johtoreitit tilamuutoksissa

Eräs tilamuutoksia rajoittava tekninen tekijä on sähkönjakeluun liittyvät johtoreitit. Kerrostaloasuntojen sähkönjakelu on tyypillisesti toteutettu rakenteissa, kuten väliseinien ja laattojen sisällä, kulkevilla sähköasennusputkityksillä, joissa johtimet kulkevat jako- ja kojerasioiden välillä. Nämä johdotukset voi uusia jälkikäteen, jos vanhat johtimet ovat vielä pois vedettävissä putkistaan. Tämä mahdollistaa vanhojen johtimien uusimisen lisäksi sen, että samalla voidaan lisätä uusi suojamaadoitusjohdin keskukselta suojamaadoitetuille sähköpisteille. Jos vanhat johtimet eivät ole vedettävissä putkistaan, tulee johtoreitit tarvittaessa rakentaa uusiksi.

On huomattava, että vanhojen putkitusten kautta ei kuitenkaan voi vetää johdotuksia uusissa paikoissa sijaitseville sähköpisteille. Uusien sähköjohdotusten vetämiseen on yleensä tilanteesta riippuen kolme vaihtoehtoa: asennuskanavien käyttö, rakenteisiin upottaminen ja alaslasketun katon tai kiintokalusteiden kuten keittiönkaappien hyödyntäminen. Yleisimmin käytetään pinta-asenteista asennuskanavaa, jonka sisällä on mahdollista kuljettaa kanavan koosta riippuen yksi tai useampi johto

(kuva 4). Saatavilla on erikokoisia ja erivärisiä asennuskanavia. Erikseen on saatavissa myös lattiatasoon asennettavia johtolistoja, jotka toimivat samalla jalka- tai kynnyksinä. Kuvan 4 kohdassa 1 näkyy myös LVIS-saneerauksen yhteydessä rakennettu erillinen tekniikkakotelo, jota on hyödynnetty kohteessa sekä LVI-tekniikan että uusien sähköjohtojen reittinä.

Siistimpi mutta työläämpi vaihtoehto on piilottaa uudet sähköasennusputkitukset rakenteisiin (kuva 4, kohta 2). Tässä tapauksessa seinä-, lattia- tai kattorakenne täytyy roilota, jotta uudet putket voidaan upottaa rakenteen sisään, ja tämän jälkeen tasoittaa uudelleen tarkoitukseen soveltuvalla laastilla. Tällaista asennustapaa ei yleensä suosita pienemmissä muutostöissä, mutta sitä voidaan käyttää suuremmissa saneerauksissa, koska sen avulla sähköjohdot on mahdollista piilottaa samalla tavalla kuin uudisasunnoissa.

Kolmas tapa toteuttaa uudet johtoreitit on piilottaa johdotukset alaslaskettuun kattoon, uusiin kevyisiin väliseiniin tai kiintokalusteisiin, kuten keittiökaapistoihin. Tämä eroaa edellisestä vaihtoehdosta siinä, että alkuperäisiä muurattuja tai valettuja rakenteita ei tarvitse ruuvien reikiä enempää rikkoa. Esimerkiksi kerrostaloasuntojen märkätiloihin on monesti



Kuva 4: Uudet johdot asennuskanavassa ja LVIS-saneerauksessa rakennetussa koteloinnissa (1). Sähköasennusputki on upotettu kouruamalla ennen pinnan tasoittamista ja keittiön kalusteiden asentamista (2). Johtoreitit alaslasketun katon sisällä (3). Kuva: Aki Kortetmäki.

rakennettu alaslaskettu paneeli- tai puurimakatto. Se näyttää siistiltä, ja lisäksi se mahdollistaa uusien johdotusten asentamisen alakaton yläpuolelle ja upotettavien valaisimien asentamisen. Myös asunnon päätiloihin eli keittiö-, ruokailu ja oleskelutiloihin voidaan rakentaa alaslaskettuja kattoja edellä mainittujen etujen saavuttamiseksi.

4.1.3 Pistorasiat ja sähköasennusten suojausmenetelmät tilamuutoksissa

Tilamuutosten yhteydessä on mahdollista vaihtaa alkuperäiset pistorasiat uudempiin ja lisätä uusia tarpeen mukaan. Pistorasioiden lisäys antaa mahdollisuuden sijoittaa pistorasiat käytettävyyden kannalta paremmin, mutta se voi olla myös pakollista esimerkiksi suuremman tilan jaon myötä. Pistorasioita lisätään betoni- tai tiiliseiniin yleensä pinta-asennuksella, mutta esimerkiksi uuden kevyen väliseinän rakentamisen yhteydessä voidaan asentaa myös uusia uppoasennettuja pistorasioita. Keittiöiden muutostöiden yhteydessä uudet pinta-asennetut pistorasiat saa yleensä asennettua keittiökalusteiden yhteyteen siististi. Yläkaapistojen alareunaan voidaan asentaa esimerkiksi työta-soille tarkoitettuja kulmapistorasioita, ja keittiön kiinteille sähkölaitteille tarkoitetut pistorasiat voidaan piilottaa yläkaappien ylähyllylle, kaapin päälle tai alakaappien alaosaan niin, etteivät ne näy normaalissa käytössä.

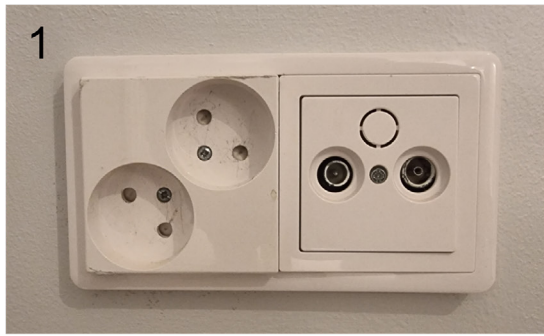
Vanhempia kerrostaloasuntoja muutettaessa on kuitenkin otettava huomioon se, miten tilojen pistorasiat on suojattu. Asunnoissa, joissa on suojamaadoittamattomia pistorasioita (*kuva 5* sivulla 21), pistorasioiden suojaus on rakentamisajankohtana perustunut eristävään ympäristöön. Eristävä ympäristö tarkoittaa, että mahdollisessa sähköiskutilanteessa kyseisen ympäristön kosketeltavissa olevien pintojen on katsottu eristävän käyttäjän maapotentiaalista riittävästi, jotta kehon läpi kulkeva virta vikatilanteessa rajoittuu vaarattomalle tasolle. Muutostyöt saattavat kuitenkin aiheuttaa

esimerkiksi tilanteen, jossa väliseinää purettaessa etäisyys olohuoneen suojamaadoittamasta pistorasiasta keittiön suojamaadoitettuun pistorasiaan (*kuva 5* sivulla 21) muuttuu lyhyemmäksi kuin standardi SFS 6000 ja vanhat määräykset sallii. Tällöin siis aiemmin eristäväksi katsotussa tilassa voi olla kosketeltavissa maapotentiaaliin yhteydessä oleva suojamaadoitettu sähkölaite. Tämän seurauksena suojamaadoittamaton pistorasia tulee vaihtaa suojamaadoitettuun, jolloin johdotus pistorasiaan saatetaan joutua uusimaan.

Kun tilassa yksi pistorasia vaihdetaan suojamaadoitettuun malliin, myös tilan muut pistorasiat saatetaan joutua samasta syystä suojamaadoittamaan vastaavalla tavalla. Toinen sähköasennusten muutostöihin johtava tilanne voi olla se, että aikaisemmin eristävä ympäristö muuttuu johtavaksi esimerkiksi lattiamaton vaihtuessa laatoitukseen, jolloin tilan suojamaadoittamattomia pistorasioita voidaan joutua vaihtamaan suojamaadoitettuihin.

Pistorasioiden ja muiden sähköpisteiden sijainnit sekä tekniset ominaisuudet täytyy osata huomioida myös silloin, kun märkätiloihin tehdään muutoksia. Standardi SFS 6000 määrittelee minimietäisyydet vesipisteisiin sekä tekniset vaatimukset asuntojen märkätiloissa käytettäville sähkölaitteille. Nämä tulee huomioida muutostöitä tehtäessä, vaikka tilan sähköjärjestelmiin ei tehtäisikään muutoksia. Esimerkiksi suihkun siirtäminen toiselle seinälle saattaa johtaa siihen, että se on liian lähellä tilan pistorasiaa.

Nämä esimerkit tuovat esiin sen, että tilamuutokset tulee huomioida osana sähköjärjestelmiä, vaikka sähköjärjestelmään ei välttämättä olisi suunniteltu muutoksia.



Kuva 5: Suojamaadoittamaton (0-luokan) kaksiosainen pistorasia (1) ja suojamaadoittamaton (0-luokan) valaisinpistorasia (2). Suojamaadoitettu kaksiosainen pistorasia (3) ja suojamaadoitettu valaisinpistorasia (4).
Kuva: Aki Kortetmäki.

4.1.4 Valaistuksen ohjaus tilamuutoksissa

Muutostöiden yhteydessä halutaan monesti myös vaikuttaa valaistuksen ohjausmahdollisuuksiin. Voi olla, että yleisvalaistus on koettu riittämättömäksi ja sitä halutaan täydentää, tai alkuperäisen valaistuspistorasian paikka ei ehkä ole enää toimiva tilamuutoksen jälkeen. Valaistuksen ohjauksen muutoksista käsitellään seuraavassa neljä vaihtoehtoa: uusien kytkimien pinta-asennus, vanhojen johdotusten uusiminen, langattomat kytkimet ja lisättävien valaisimien omat kytkinratkaisut.

Kuten luvussa 4.1.2 käsiteltiin, katon alaslaskut ja asennuskanavat mahdollistavat joustoa sähköjohtojen vetoon. Esimerkiksi, **kuva 6** sivulla 23, kohdassa 1 valaistuksen kytkin on sijainnut alun perin oven oikealla puolella, mutta se on haluttu uuden välioven vuoksi siirtää oven toiselle puolelle. Eteisen kattoon on tehty alaslasku. Alkuperäiseltä jakorasialta on tuotu uusi johdotus kytkimelle katon alaslaskussa ja seinällä johtolistalla. Huomionarvoista on, että alkuperäisen kytkimen kojerasia on peitetty peitelevyllä ja jätetty varalle mahdollista myöhempää käyttöä varten.

Toinen vaihtoehto valaistuksen ohjausmuutoksille voi olla vanhojen putkessa olevien johtimien ja ohjaavan kytkimen uusiminen. **Kuva 6** sivulla 23, kohdan 2 esimerkissä katossa on alkuperäinen jakorasia, johon tulee ryhmäkeskukselta syöttävät johtimet ja josta johdotukset haarautuvat tarpeen mukaisesti huoneen pistorasioille sekä valaisimen kytkimelle. Tämän jakorasian päälle asennetaan valaisinpistorasia, johon huoneen valaisin liitetään. Näitä putkituksia saattaa olla mahdollista hyödyntää, kun valaistuksen ohjaukseen tehdään muutoksia. Jos esimerkiksi alkuperäisen yksiosaisen 1-kytkimen tilalle haluttaisiin kaksiosainen

5-kytkin, jolla valaisinta voitaisiin ohjata kaksiportaisesti, on yleensä mahdollista vetää pois alkuperäinen johdotus ja johdottaa sen tilalle uuden kytkimen vaatimat kolme johdinta.

Kolmas vaihtoehto valaistuksen muutoksille on langattomat kytkinratkaisut, kuten **kuva 6** sivulla 23, kohdan 3 esimerkissä. Kuvassa alkuperäinen kytkin jouduttiin purkamaan kokonaan, kun seinä purettiin. Uuteen paikkaan asennettiin uusi langaton kytkinyksikkö, jolla ohjataan jakorasiassa olevaa langatonta relettä. Tämänkaltainen ratkaisu sopii hyvin tilanteisiin, joissa kytkin halutaan siirtää uuteen paikkaan mahdollisimman vaivatta ja samalla mahdollisesti halutaan myös monipuolisempia toiminnallisuuksia vanhan päälle-pois-kytkennän lisäksi. Toisena langattomana ohjaustapana voidaan pitää nykyisin yleistyneitä ”älyvalaisimia”. Ne asennetaan samalla tavalla kuin normaali, alkuperäinen valaisin, mutta niitä voidaan ohjata esimerkiksi kaukosäätimellä, älypuhelimella tai erillisellä langattomalla kytkimellä. Alkuperäinen kytkin voi toimia normaaliin tapaan, ja lisäksi laajennetuilla ohjausmenetelmillä voidaan säätää esimerkiksi kirkkautta tai väriä.

Neljäntenä vaihtoehtona on valaisimien omat kytkinratkaisut, kuten **kuva 6** sivulla 23, kohdassa 4. Sellaisia on esimerkiksi märkätilojen peilivalaisimissa ja keittiön työtasolle asennettavissa LED-valolistoissa. Oman kytkimen etu on se, että silloin ei ole tarpeen rakentaa erillistä kytkintä seinälle ja sähkönsyöttö voidaan toteuttaa suoraan pistorasioita tai jakorasiasta. Kuvan esimerkissä keittiösaneeraus yhteydessä asennettua LED-valolistaa ohjataan kaappiin upotetulla infrapunakytkimellä, jota käyttäjä ohjaa liikuttamalla kättään kytkimen lähellä. Valaisimessa on myös himmennystoiminto, joka aktivoituu, kun kättä pidetään pidempään tunnistimen lähellä.



Kuva 6: Vaihtoehdot valaistuksen ohjauksen muutoksiin: uudet johdot ja kytkimet pinta-asennuksena (1), uusien johtimien vaihtaminen vanhoihin rakenteissa oleviin putkituksiin (2), uusien ohjausten toteuttaminen langattomilla kytkimillä ja releillä (3) sekä omalla kytkimellä ja pistorasialtiällä varustetun valaisimen lisääminen (4). Kuva: Aki Kortetmäki

4.1.5 Ilmanvaihdon toimivuus tilamuutoksissa

Tilojen muutostöitä tehtäessä tulee aina selvittää, miten ilmanvaihto on asunnossa toteutettu ja miten muutostyöt mahdollisesti sen toimintaan vaikuttavat. Selvitettäviä asioita ovat ainakin asunnon tulo- ja poistoilmareittien, sekä tilojen välisten siirtoilmareittien toimivuus myös muutostöiden jälkeen.

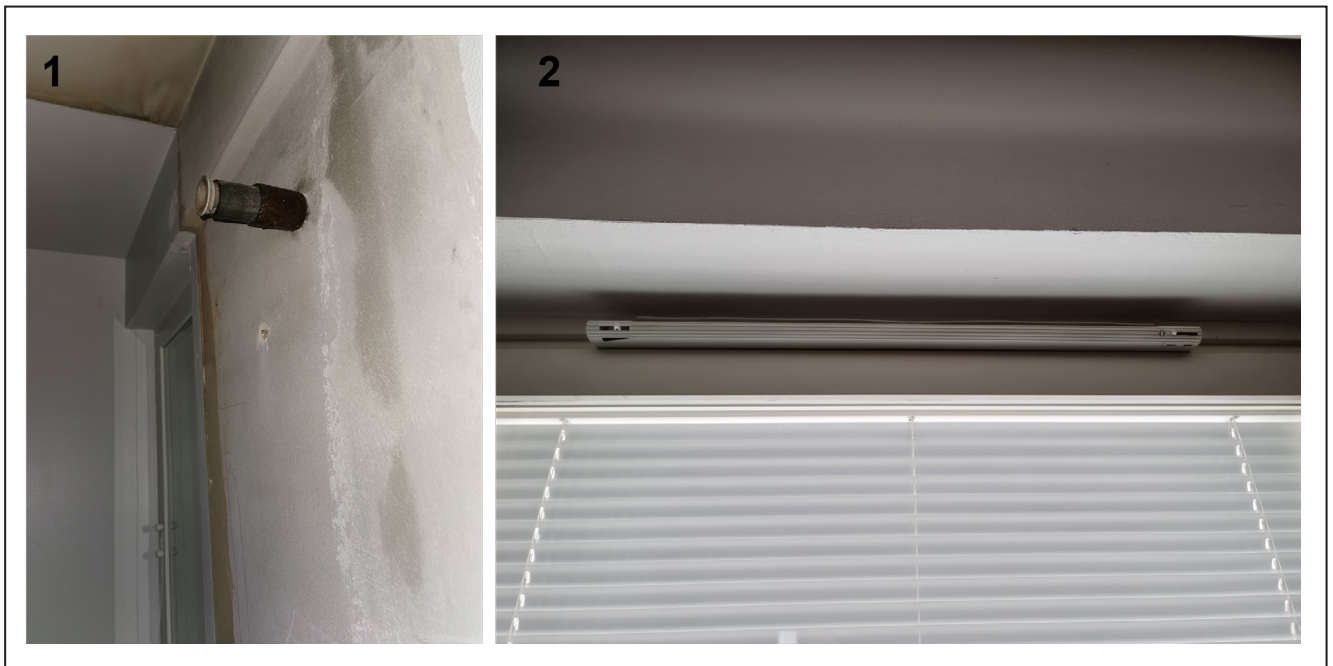
Toimivaan ilmanvaihtoon tarvitaan aina tarkoitukseen soveltuvat korvausilmareitit tai tulo-

ilmaventtiilit, joiden kautta tiloihin tuodaan puhdasta ilmaa. Lisäksi ilman tehokas liikkuminen niin sanotusti puhtaista tiloista, kuten makuuhuoneista ja olohuoneista, likaisiin tiloihin, kuten keittiöön ja kylpyhuoneeseen, tulee varmistaa huolehtimalla tilojen välisistä siirtoilmareiteistä asianmukaisesti. Poistoilmaventtiilit, jotka sijaitsevat tyypillisesti märkätiloissa ja keittiössä, taas kuljettavat ilman tiloista pois poistoilmakanavia pitkin. Aina muutoksia tehtäessä tulee selvittää nämä reitit ja varmistaa, että ne toimivat kokonaisuudessaan asianmukaisesti myös muutosten jälkeen.

Kuvan 7 kohdassa 1 on alkuperäisen keittiön kylmäkaapissa olleet korvausilmaputket, jotka ovat huolehtineet samanaikaisesti sekä kaapin viilentämisestä lämmityskaudella että tehokkaasta korvausilman tuomisesta asuntoon. Korvausilmaputket saatetaan tukkia ulkopuolelta julkisivuremontin yhteydessä tai sisäpuolelta keittiöremontin yhteydessä, jolloin tulee huolehtia korvausilman riittävästä saataavuudesta. Julkisivuremontin yhteydessä tämä tehdään monesti asentamalla uusien ikkunoiden yläpuolelle säädettävät raitisilmaventtiilit (**kuva 7**, kohta 2). Näissä tilanteissa ilmanvaihdon ammattilaisen tulisi aina tarkastella kokonaisuuden toimivuutta. Pelkkä korvaus-

ilmaputkien tukkiminen estää asunnon ilmanvaihdon. Jos taas putket korvataan ikkunoiden yhteydessä olevilla raitisilmaventtiileillä, on tärkeää huolehtia siitä, että ne sopivat asunnon ilmanvaihtoratkaisuun.

Jos asunnossa on koneellinen poistoilmanvaihto, ikkunoiden korvausilmaventtiilit tulee mitoittaa siihen tarkoitukseen soveltuviksi. Jos taas asunnon ilmanvaihto on painovoimainen, tulee huolehtia siitä, että uudet raitisilmaventtiilit mahdollistavat korvausilman saamisen riittävän pienellä vastuksella, samalla tavalla kuin korvausilmaputket aiemmin.



Kuva 7: Vanhat korvausilmaputket kylmäkaapin sisällä (1) ja julkisivuremontin yhteydessä rakennetut raitisilmaventtiilit (2). Kuva: Aki Kortetmäki.

Tilamuutoksia tehtäessä tulee huomioida myös muutosten mahdolliset vaikutukset asunnon siirtoilmareitteihin. Esimerkiksi jos asuntoon rakennetaan uusi väliseinä, tulee varmistaa, että ilma siirtyy edelleen estymättä tiloista toisiin. Vaikka tiloihin ei tehtäisikään muutoksia, esimerkiksi lattiarakenteen lisääminen jälkikäteen voi vaikuttaa siirtoilmareittien toimivuuteen. Laminaatti tai parketti voi pienentää oven ja lattian välissä olevaa siirtoilmareittiä ja näin heikentää ilman liikkuvuutta tilasta toiseen.

Kuvassa 8 on esitetty esimerkkejä erilaisista tilojen välisistä oilmareiteistä.

Muutostyöt voivat haitata myös poistoilmareittejä, mikäli niiden toimintaa ei ole ymmärretty. Poistoilmaventtiilit on yleensä sijoitettu niin sanottuihin likaisiin tiloihin, kuten keittiöön ja märkätiloihin. Näin kosteus ja epäpuhtaudet saadaan poistettua tehokkaasti ilman, että ne siirtyvät ensin oleskelutilojen läpi. Ilma siis tulee asuntoon sisään oleskelutilojen korvausilmaventtiileistä, liikkuu siirtoilmareittejä pitkin seuraaviin huoneisiin ja lopulta poistuu poistoilmaventtileistä.



Kuva 8: Esimerkkejä tilojen välisistä siirtoilmareiteistä. Toimiva asunnon ilmanvaihto on tuloilma-, siirtoilma- ja poistoilmaratkaisujen muodostama kokonaisuus. Esimerkiksi siirtoilmareitin sijainti vaikuttaa siihen, miten tilaan tuleva raitisilma "huuhtelee" ennen seuraavaan tilaan siirtymistä. Kuva: Aki Kortetmäki.

Kuvassa 9 on esitetty koneellisessa ilmanvaihdossa käytettyjä KSO-poistoilmaventtiilejä, joissa on korkea painehäviö. Näiden venttiilien asetuksia muuttamalla koneellinen ilmanvaihto voidaan käyttöönottovaiheessa säätää toimimaan halutulla ilmavirralla. Jos asukas säätää venttiilejä, myös kiinteistön muiden asuntojen ilmavirrat saattavat muuttua. Säädettävien poistoilmaventtiilien on siis tarkoitus samalla tarjota hallittu vastus koneellisesti toteutetulle poistoilmavirralle. Niitä ei ole kuitenkaan tarkoitettu painovoimaisesti toimivan ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmareitiksi, jossa ilmanvastuksen olisi hyvä olla mahdollisimman pieni, jotta järjestelmä toimisi tehokkaasti. Niitä on kuitenkin toisinaan asennettu esimerkiksi keittiöremontin yhteydessä kaapiston yläsokkeliin korvaamaan alkuperäinen ritilämallinen poistoilmaventtiili (**kuva 9**, kohta 3), jolloin painovoimainen ilmanvaihto ei enää toimi optimaalisella tavalla.

Toinen poistoilmareitteihin liittyvä virhe asuntojen muutostöissä on, että hankitaan poistoilmahormiin liitettävä liesituuletin, joka liitetään suoraan putkella poistoilmaventtiiliin. Näin ei saa toimia, mikäli poistoilmakanava ei ole tarkoitettu liesituulettimen liittämiseen. Yhteiskanavajärjestelmässä liesituulettimen liittäminen voi aiheuttaa epäpuhtauksien leviämistä muihin asuntoihin, sekä vaikuttaa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän normaaliin toimintaan. Lisäksi lieden erillispoisto aiheuttaa palo-osastointivaatimuksen kanavaan, jota yhteiskanavajärjestelmässä ei yleensä ole.



Kuva 9: Kylpyhuoneen ja keittiön KSO-tyyppiset poistoilmaventtiilit koneelliseen ilmanvaihtoon (1 ja 2). Ritilämallinen KGA-poistoilmaventtiili painovoimaiseen ilmanvaihtoon (3).
Kuva: Aki Kortetmäki.

4.1.6 Lämmönjako tilamuutoksissa

Kun asuntoon tehdään tilallisia muutoksia, on syytä miettiä myös, millä tavoin lämmönluovutus on toteutettu ja miten sitä ohjataan. Seuraavassa aihetta käsitellään vesikiertoisten pattereiden (**kuva 10**, kohta 1), vesikiertoisten lattialämmitysten (**kuva 10**, kohta 2) ja erityisesti märkätiloissa käytettävien sähköisten lattialämmitysten (**kuva 10**, kohta 3) osalta.

Lämmönluovutusta säädetään lämmönjakolaitteen yhteydessä olevalla termostaatilla, joten termostaatin tulee sijaita myös muutosten jälkeen siinä tilassa, jonka lämmitystä se ohjaa. Vesikiertoisen patterin termostaatti on yleensä patterin yhteydessä, jolloin tilamuutokset eivät juurikaan vaikuta lämmönjaon toimintaan. Vesikiertoisessa ja sähköisessä lattialämmityksessä seinällä oleva termostaatti ohjaa lämmönjaon tehoa lattiassa olevan lämpötila-anturin ja mahdollisesti termostaatissa olevan huonelämpötila-anturin avulla. Vesikiertoisessa ratkaisussa termostaatti ohjaa jakotukilla olevia lämmityspiirikohtaisia säätöventtiileitä, kun taas

sähköisessä lattialämmityksessä lämmitystehoa säädetään suoraan lämmityspiirin sähkötehoa muuttamalla. Jos asunnossa tehdään tilajakoon vaikuttavia rakenteellisia muutoksia, tulee varmistaa, että lämmönjako toimii halutulla tavalla myös muutosten jälkeen. Pahimmassa tapauksessa lämmitystä ohjaava termostaatti ja lämpötila-anturit sijaitsevat muutosten jälkeen eri tilassa kuin suurin osa lämmityspiiristä.

Moni sähköisen lattialämmityksen käyttäjä on yllättänyt ikävästi suuresta sähkölaskusta, kun lämpö on siirtynyt muihin tiloihin esimerkiksi siksi, että kylpyhuoneen ovea on pidetty auki. Kun huoneiston lämpö on noussut, termostaatti on ohjannut vesikiertoisen kiinteistölämmityksen pois päältä ja itse maksetusta mukavuuslattialämmityksestä onkin tullut vahingossa asunnon päälämmitysmuoto. Samanlainen tilanne saattaa tulla, jos esimerkiksi keittiöön tai eteiseen asennetaan lattian laatoituksen yhteydessä sähköinen mukavuuslattialämmitys, joka termostaattien asetusten vuoksi vastaakin koko asunnon lämmittämisestä päälämmönjakotavan sijaan.



Kuva 10: Vesikiertoinen patterilämmitys (1), vesikiertoinen lattialämmitys (2) sekä kylpyhuoneen sähköisen mukavuuslattialämmityksen termostaatti (3). Kuva: Aki Kortetmäki.

4.1.7 Katon alaslaskut tilamuutoksissa

Katon alaslaskeminen on yleinen keino piilottaa talotekniikkareitit rakenteiden sisään niin uudis- kuin saneerauskohteissakin. Alaslaskettuun kattoon voidaan myös upottaa valaisimia ja integroida ilmanvaihdon päätelaitteita. Lisäksi alaslaskettu katto tarjoaa vaihtelevuutta katon pintamateriaaleihin. Joitain asukkaita puupaneeli tai kipsilevyypinta miellyttää enemmän kuin betoni. Seuraavassa käsitellään katon alaslaskujen roolia tilamuutoksissa sekä asunnon päätilojen että toissijaisten tilojen kohdalla.

Alaslasketun katon rakentaminen voi mahdollistaa sähköjen uusimisen vaivattomasti tilamuutosten yhteydessä. Kuvan 11 kohdassa 1 saneeratun asunnon betonikattoon on rakennettu paneelilla verhottu alaslaskettu katto, sillä tämä toi joustoa olohuoneen valaisimien sijoitteluun ja valaisimien valintaan muuttuneen tilan muodon myötä. Samalla alaslasku mahdollisti johdotusten uusimisen ilman näkyviä asennuskanavia.

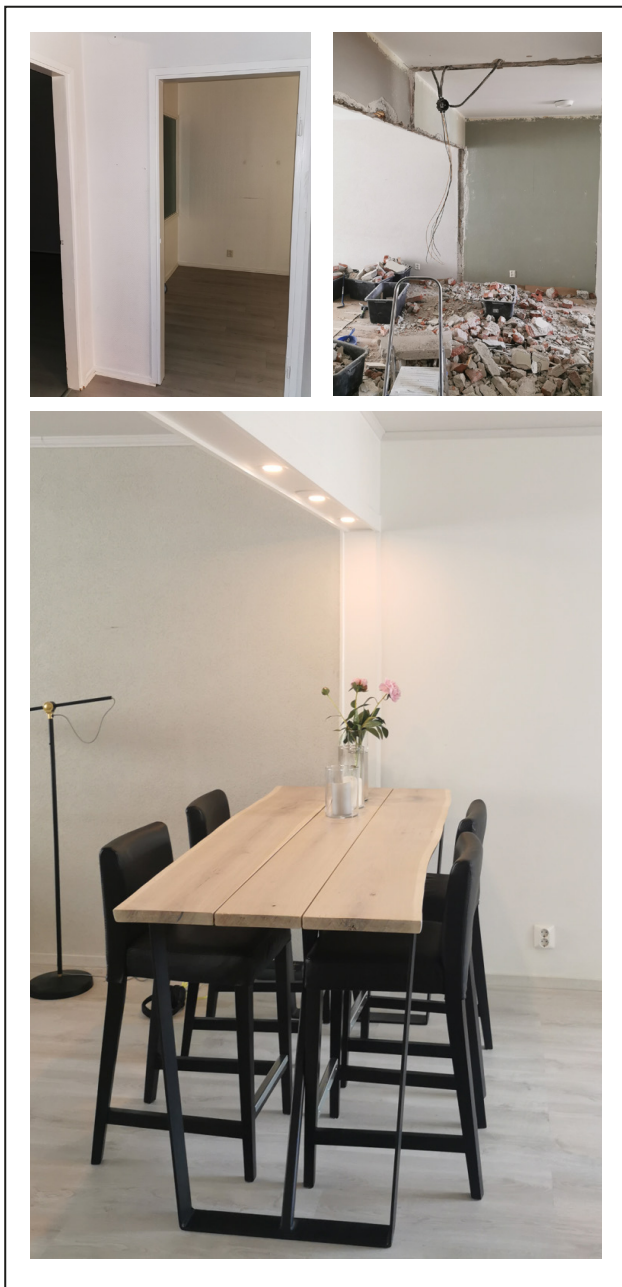
Talotekniikka viedään alaslaskettuun kattoon usein jo alun perin rakennusvaiheessa, ja tällöin alaslaskettu katto voi mahdollistaa helpon huollon tai päivityksen myös tilamuutos-tilanteissa. Tällaisissa kattoratkaisuissa tulee aina olla asianmukaiset huoltoluukut, joiden kautta voidaan tehdä huoltotoimenpiteitä ja esimerkiksi lukea vesimittari. Kuvan 11 kohdassa 2 on tyypillinen kerrostaloasunnon kylpyhuoneen alaslaskettu katto, jossa huoltoluukku mahdollistaa mittarien lukemisen ja huoltotöiden tekemisen. Kuvan 11 kohdassa 3 on LVIS-saneerauksen yhteydessä kerrostaloasunnon eteiseen rakennettu alaslaskettu katto. Sen ansiosta voitiin piilottaa asunnon uudet sähköjohdot sekä integroida viilennyskonventori ja valaisimet siististi rakenteisiin. Myös tässä tapauksessa huoltoluukku on tärkeä, jotta konvektoria voidaan huoltaa ja korjata.



Kuva 11: Olohuoneen paneloitu alakatto (1), kylpyhuoneen alakatto ja huoltoluukku (2) sekä eteisen alakatto ja huoltoluukku jäähdytyskonvektorille (3).
Kuva: Aki Kortetmäki.

4.1.8 Väliseinän purku tilamuutoksissa

Talotekniikan vaikutusta asukaslähtöisissä muutostöissä tarkasteltiin kolmesta eri näkökulmasta. Ensimmäinen näistä oli väliseiniin kohdistuvat muutostyöt, joita seuraavassa käsitellään saneerauskohdetta esimerkkinä käyttäen. Tässä esimerkissä purettiin keittiön ja olohuoneen välinen väliseinä osana laajempaa saneerausta (kuva 12).



Kuva 12: Ennen väliseinien purkamista, työn aikana ja työn jälkeen. Kuva: Aki Kortetmäki.

Talotekniikan näkökulmasta tässä tuli ratkaista se, miten purettavassa seinässä olevat sähkökojeet johtoreitteineen toteutetaan uudella tilajaolla. Seinän purkaminen aiheutti myös sen, että olohuoneen suojamaadoittamattoman ja keittiön suojamaadoitetun pistorasian välinen etäisyys lyheni huomattavasti, joten suojauksen toimivuus tuli tarkastella uudelleen. Vesi- ja viemäritekniikkaa ei väliseiniin ole asennettu. Asunnon lämmitys on toteutettu tilakohtaisilla pattereilla, joiden toimintaan seinän purku ei vaikuta. Tilojen välissä ovien alta kulki aiemmin siirtoilmareitit, joita tilojen yhdistämisen jälkeen ei enää tarvinnut huomioida.

Seinän purkamisen jälkeen lattia tuli rakentaa uudelleen ja seinät sekä kattopalkki tasoittaa. Kattoon rakennettiin alaslasku, joka mahdollisti sähköjen saneerauksen sekä kattoon jääneiden jälkien peittämisen. Kattopalkin tasoittamisen yhteydessä oli mahdollista myös asentaa upotettavat LED-valaisimet tulevan työtason päälle. Johdotukset niille tuotiin alaslaskettua kattoa hyödyntäen sekä roiloamalla palkkiin putkitus johdolle. Seinässä aiemmin olleet kytkimet ja jakorasia piti purkaa ja johdottaa uudelleen katon kautta uusille paikoille. Kytkimille rakennettiin uudet paikat uuden keittiön väliseinän rakentamisen yhteydessä, joten pinta-asennuksia ei tarvittu. Asunnon kaikki alkuperäiset johdotukset rakennettiin uudelleen, jolloin myös olohuoneen sähköpisteet saatiin suojamaadoitettua erillisellä suojamaadoitusjohtimella.

4.1.9 Keittiö tilamuutoksissa

Toinen tarkasteltava näkökulma asukaslähtöisissä muutostöissä oli keittiöihin kohdistuvat muutostyöt. Seuraavassa talotekniikan vaikutusta keittiön muutostöihin tarkastellaan kahden saneerauskohteen esimerkin avulla. Ensimmäisessä kohteessa (kuva 13) uusittiin alkuperäinen keittiö. Keittiön ja viereisen makuuhuoneen välinen seinä oli aiemmin

perustunut vain vastakkain oleviin kaapistoihin, joten väliseinä piti rakentaa uudelleen. Uuden väliseinän ansiosta oli mahdollista tehdä johdotukset uusille sähköpisteille makuuhuoneen puoleisella seinällä. Esimerkiksi uunille ja liedelle tuotiin kokonaan uudet ryhmäjohdot keskukselta hyödyntäen alaslaskettua kattoa ja uutta väliseinää. Näiden rakenteiden avulla myös valaistusten ohjaukset oli mahdollista uudistaa kokonaan.



Kuva 13: Keittiö ennen (**vasemmalla**), purettuna (**keskellä**) ja jälkeen (**oikealla**). Kuva: Aki Kortetmäki.

Keittiön muutoksia rajoittavat pitkälti käyttöveden ja viemäroinnin liitännäpisteiden sijainnit. Niiden vuoksi myös altaan paikka oli sidottu tietylle puolelle keittiötä, ja koska astianpesukone on riippuvainen sekä käyttöveden että viemäroinnin liitännäpisteistä, ja sen käyttö vaatii tietyn tilavarauksen, ei astianpesukoneen sijaintiin voitu juurikaan vaikuttaa. Uunin ja liedon siirtäminen toiselle puolelle keittiötä on toisinaan tilamuutoksissa haastavaa, sillä monesti niiden alkuperäisessä paikassa on seinällä puolikiinteä liitännärasia, johon niiden sähkönsyöttö on tuotu. Näin ollen uuteen sijaintiin pitää johdottaa uudet ryhmäjohtot ryhmäkeskuksesta tai vaihtoehtoisesti jatkaa johdotusta alkuperäisestä liitännärasiaa pinta-asennuksena esimerkiksi keittiökalusteiden alla. Jos johdotusta jatketaan, tulee kuitenkin varmistaa, ettei johdon pidentyminen hidasta suojalaitteiden toimintaa liikaa. Tämä tarkistetaan viimeistään käyttöönottomittauksia tehdessä, mutta se on hyvä selvittää jo etukäteen.

Myös liesituulettimen tarpeet on syytä ottaa huomioon uunin ja liedon siirtoa harkittaessa. Jos alkuperäinen liesituuletin on ollut poistoilmahormiin liitettävää mallia, uuden laitteen tulee olla ilmaa kierrättävä ja siinä tulee olla aktiivihilisuodatin. Tässä kohteessa ongelmia ei tullut, sillä johdotukset oli helppo vetää uusiksi

ryhmäkeskuksesta eikä kohteessa ollut ollut aiemmin lainkaan liesituuletinta.

Usein keittiön uudistuksissa tai tilamuutoksissa keittiöön lisätään uusia pistorasioita. Tässä kohteessa normaalien työtasojen pistorasioiden lisäksi uusia pistorasioita tarvittiin astianpesukoneelle, liesituulettimelle ja työtasojen valaistuksille. Uuden seinän puolella pistorasioiden johdotus oli helppo toteuttaa kevyen seinärakenteen sisällä ja keittiökalusteita hyödyntäen. Altaan puoleisella seinällä näkyvimpiä osuudet jouduttiin kuitenkin johdottamaan johtokouruissa ja seinärakenteita roiloamalla.

Keittiön muutostöissä on huomioitava paitsi käyttövesiputkien ja viemärintien sijainti myös se, että niiden läpiviennit allaskaappiin tulee tiivistää siihen tarkoitetuilla tarvikkeilla, jotta mahdolliset vuodot näkyvät kaapin ulkopuolella mahdollisimman pian (**kuva 14**). Lämmityspatterit vaikuttivat tässä kohteessa jonkin verran siihen, miten lähelle seinää astianpesukone ja jääkaappi oli mahdollista sijoittaa ilman, että oven aukeamisen kanssa tulee ongelmia. Lisäksi oli huomioitava ilmanvaihto: poistoilmaventtiilin sijainti rajoitti osaltaan sitä, miten korkealle yläkaapit oli mahdollista asentaa.



Kuva 14: Käyttövesi- ja viemäri-liitäntä ennen (**vasemmalla**), purettuna (**keskellä**) ja jälkeen (**oikealla**).
Kuva: Aki Kortetmäki.

Toisinaan tilamuutoksissa muokataan keittiön ja muun päätilan välistä suhdetta. Toisessa esimerkikohteessa tällainen muutos toteutettiin asunnon muiden pintojen uusimisen yhteydessä: keittiön ja olohuoneen välinen seinä purettiin ja keittiö uusittiin (Kuva 15).



Kuva 15: Keittiösaneeraus ja väliseinän purku. Vasemmalla tilanne ennen purkua, keskellä purkamisen jälkeen ja oikealla valmiina. Kuva: Aki Kortetmäki.

Tässäkin esimerkissä vesi- ja viemäriliitäntöjen sijainti sekä näihin liittyvien laitteiden käytettävyys määrittivät pitkälti sen, minne allas ja astianpesukone pystyttiin sijoittamaan. Sähkösuunnittelun osalta kohteen teki haastavaksi se, että muiden uusien sähköpisteiden lisäksi myös liesi ja uuni piti sijoittaa keittiön toiselle puolelle. Tässä kohteessa katon alaslaskua ei toteutettu ja johdotusten pinta-asennukset haluttiin välttää. Näin ollen ainoaksi vaihtoehdoksi jäi seinien roiloaminen sekä seinän purkamisesta syntyneen lattiaroilon hyödyntäminen johtoreittinä ennen uuden lattiapinnan asentamista. Uunille ja liedelle jatkettiin siis johdotukset alkuperäisestä liitäntärasiasista. Ne kulkivat ensin keittiökalusteiden takana ja sen jälkeen lattiaan upotettuina. Myös liesituulettimen sähkönsyöttö piti johdottaa toiselle puolelle lattian kautta ja upottaa johdotus putkessa seinään roiloamalla reitti uunin ja maustekaapin välille. Uusia ryhmäjohdotuksia ja pistorasioita piti rakentaa myös työtason valaistukselle, työtason pistorasioille ja astianpesukoneelle.

Yksi haaste väliseinän purkamisessa olivat alkuperäiset sähköasennukset. Alkuperäinen keittiön valaistuksen kytkin sijaitsi purettavassa seinässä, ja lisäksi olohuoneen puoleinen kytkin oli johdotettu osittain purettavan seinän kautta. Siksi kummatkin piti purkaa. Uusien kytkinjohdotusten roiloaminen olisi ollut erittäin työlästä, eivätkä pinta-asennukset olisi olleet visuaalisesti hyväksyttäviä. Tämän vuoksi kohteessa päädyttiin käyttämään langatonta kaksiosaista kytkintä, joka ohjaa keittiön ja olohuoneen valaisinjakorasioissa olevia langattomia releitä. Tämä toimi erittäin hyvin. Kytkintä ei myöskään erota langallisesta versiosta, sillä se on samaa kalustesarjaa kuin asunnon muutkin kytkimet.

Seinän purkaminen ja keittiön työtasolle asennetut uudet suojamaadoitetut pistorasiat johtivat siihen, että etäisyys olohuoneen suojamaadoittamattomaan pistorasiaan oli liian lyhyt. Tämän seurauksena olohuoneen pistorasia päätettiin purkaa, sillä intressejä tämän suojamaadoittamiseen ei ollut. Jatkossa suojamaadoitettu ja vikavirtasuojattu pistorasia on tarjolla lähes yhtä lähellä, keittiön työtasolla.

Keittiön tilamuutoksissa vesi- ja viemäriliitäntöjen lisäksi oli otettava huomioon myös ilmanvaihto ja lämmitys. Menneiden vuosikymmenten keittiöihin liittyy alkuperäisten kylmäkaappien korvausilmaputket. Esimerkkinä kohteen julkisivuremontissa ikkunaan oli asennettu uusi korvausilmaventtiili, mutta alkuperäiset kylmäkaapin korvausilmaputket olivat vielä käytössä. Isännöitsijältä tarvittiin vahvistus sille, että remontin yhteydessä putket saa katkaista ja tukkia ilman, että ilmanvaihdon toiminta kärsii. Lisäksi keittiön poistoilmaventtiili asetti rajoitteensa sille, miten korkeat yläkaapit keittiöön oli mahdollista asentaa. Myös keittiön patterien sijainti rajoitti sitä, minkälaiset kaapit keittiöön voitiin asentaa ja minne. Jotta patterit toimisivat oikein, ilman pitää voida vaihtua patterin ympäristössä, ja patterin pitää voida lämmittää yllä olevan ikkunan edustaa vedon tunteen vähentämiseksi. Patterin vuoksi keittiöön jouduttiin valitsemaan normaalia lyhyemmät laatikostot. Sokkelilevyyn porattiin reikiä, jotta ilma pääsee kiertämään patterille alakautta, ja työtasoon tehtiin aukko, joka mahdollistaa lämmön nousun ylös ja jossa oleva ritinä estää esineiden putoamisen työtason alle.

4.1.10 Kylpyhuoneiden muutostyöt

Kolmas tarkasteltava näkökulma asukaslähtöisissä muutostöissä oli kylpyhuoneisiin kohdistuvat muutostyöt. Kylpyhuoneiden tilallisiin muutosmahdollisuuksiin vaikuttaa oleellisesti se, puretaanko tilan rakenteita niin, että käyttöveden ja viemärin liitännäpisteiden sijaintia voidaan muuttaa ja sähköasennuksia voidaan rakentaa uppoasennettuna uudelleen. Kylpyhuoneen muunneltavuuden näkökulmasta on tärkeää myös ottaa huomioon, että standardisarja SFS 6000 asettaa vaatimuksia sille, minkälaisia sähkölaitteita tilaan voidaan asentaa ja miten lähellä ne voivat sijaita vesipisteitä. Kylpyhuoneen muutostöissäkin saattaa siis olla tilanteita, joissa pelkästään rakenteellisten muutostöiden seurauksena sähköasennukset eivät enää täytä standardin vaatimuksia.

Seuraavassa talotekniikan vaikutusta kylpyhuoneiden muutostöihin tarkastellaan kahden saneerauskohteen esimerkin avulla. Molemmat ovat alkuperäiseltä pohjaratkaisultaan samoja. Ensimmäisessä kohteessa (**kuva 16**) ei tehty muutoksia kylpyhuoneen lattia- tai seinärakenteisiin vaan ainoastaan päällystettiin kaakelit ja vaihdettiin kylpyhuonekalusteet. Tällaisissa pienemmissä saneerauksissa tilallisten muutostöiden tekeminen on melko hankalaa, sillä viemäreiden sijainnit määrittelevät pitkälti sen, miten kalusteita voidaan sijoittaa. Tästä esimerkiksi kuitenkin huomataan, että käyttövesiputket voidaan rakentaa uudelleen pinta-asennuksella. Tässä tapauksessa se mahdollisti siirtymisen yhdestä hanakalusteesta erilliseen suihkuun ja allashanakalusteeseen.

Myös pesukoneen käyttövesiputki huoneen nurkassa on pinta-asenteinen. Pesukoneen vedenpoisto aiheutti enemmän haasteita, koska siihen vaaditaan viemärointiä. Viemärointi hoidettiin pintaputkituksena suihkun nurkkaa pitkin altaan alla olevalle viemäroinnille. Tässä kohteessa pesukoneen pistorasia oli jo valmiiksi oikealla paikalla, joten pesukoneelle ei tarvinnut

rakentaa sähkönsyöttöä. Kun alaslaskettu katto rakennettiin uudelleen, sähkönsyöttö peilikaapille voitiin uusia. Nyt peilikaapissa on pistorasia, jossa on jatkuva sähkönsyöttö, sekä valaistus, jota ohjataan erikseen kytkimestä. Katon paneloiminen mahdollisti myös upotettavien LED-valaisimien asentamisen kattoon.



Kuva 16: Tässä kohteessa kylpyhuoneeseen tehtiin pintasaneeraus, vaihdettiin kalusteet ja uusittiin käyttövesiputket. Kuva: Aki Kortetmäki.

Toisessa esimerkissä (**kuva 17**) kylpyhuone on saneerattu seinä- ja lattiarakenteita myöten. Alkuperäinen allas purettiin, ja pinnat sekä vesieristeet rakennettiin uusiksi. Tämän ansiosta myös huoneen viemärintiin oli mahdollista tehdä muutoksia. Tässä kohteessa pesukoneelle voitiin rakentaa erillinen uppoasenteinen poistoputki ja tilaa pystyttiin muutenkin hyödyntämään järkevämmiin. Sähköpisteiden alkuperäinen sijainti oli sopiva eivätkä niiden etäisyydet vesipisteisiin muuttuneet, joten niihin ei tarvittu muutoksia pistorasioiden uusimista lukuun ottamatta.



Kuva 17: Tässä kohteessa uusittiin kylpyhuoneen pintarakenteet. Samassa yhteydessä oli mahdollista tehdä muutoksia myös viemärintiin. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.2 Talotekniikka muunneltavissa uudisasunnoissa

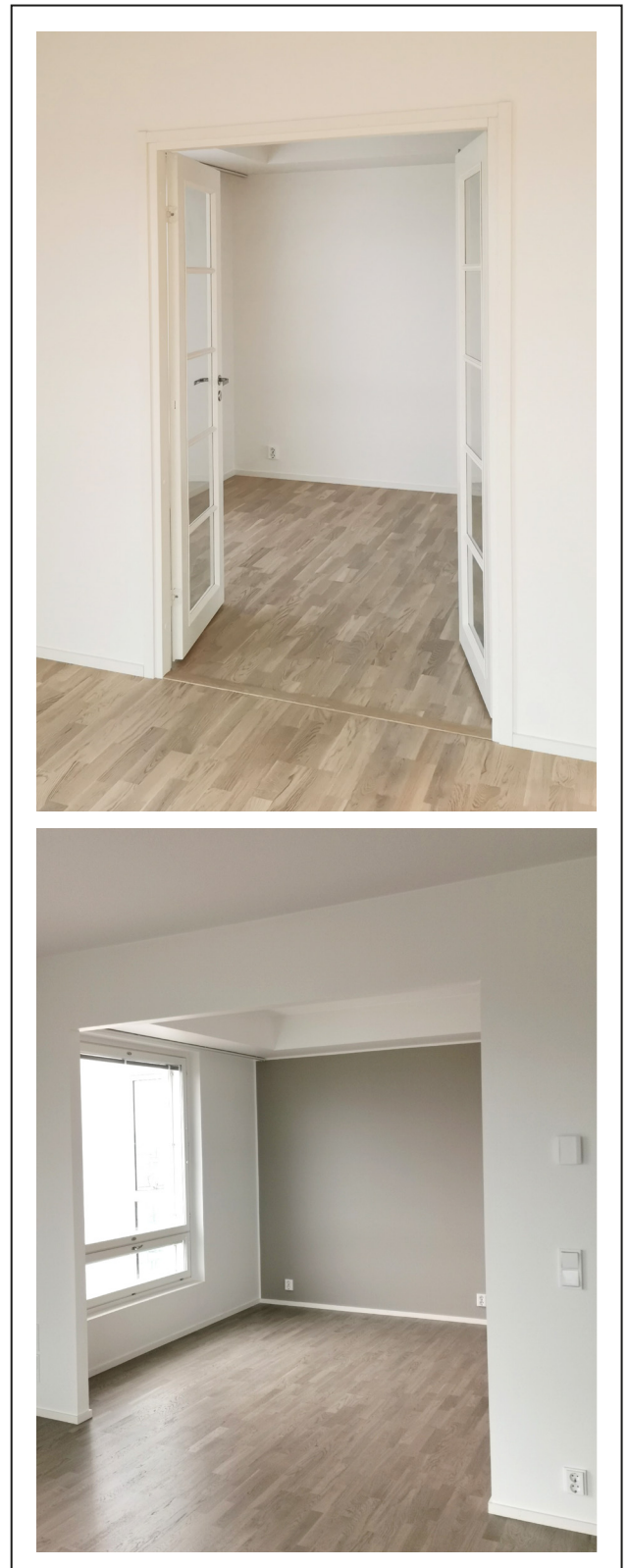
Toisessa tulosluvussa käsitellään talotekniikan merkitystä uusien muuntojoustavien asuntojen suunnittelussa. Asuntojen muunneltavuuteen vaikuttavat paitsi mitoitukselliset ja tilalliset lähtökohdat myös se, mikä on kohteen rakenteellinen kokonaisuus ja miten talotekniset järjestelmät on toteutettu. Mahdollisuutta muunneltavuuteen lisää ennakoiva suunnittelu niin tilojen, rakenteiden kuin myös talotekniikan osalta. Joustavan talotekniikkasuunnittelun tulee perustua arkkitehdin esittämiin todennäköisimpiin vaihtoehtoihin tilajakoihin, joiden toteutumiseen myös talotekniikan osalta tulisi varautua. On erittäin tärkeää tuoda asiakkaalle luovutetussa loppudokumentaatiossa selvästi esiin kaikki talotekniikan suunnittelemaat varaukset.

4.2.1 Väliseinämuutoksiin varautuminen uudisasunnoissa

Todennäköisimmät tulevat väliseinämuutokset voidaan pyrkiä huomioimaan talotekniikan eri suunnitteliijaosapuolien toimesta, mikäli nämä on osattu esittää jo varhaisessa vaiheessa. Seuraavassa on esimerkkejä hyväksi käyttäen esitetty, miten eri taloteknisten järjestelmien osalta voidaan huomioida väliseinien purkamiseen ja rakentamiseen liittyvät muutokset.

Sähköisen varustelun osalta tulee miettiä, miten pistorasiat ja kytkimet voidaan sijoittaa siten, että väliseinämuutoksia voidaan tehdä mahdollisimman vapaasti ilman kojeiden ja johtoreittien purkamista tai uudelleen rakentamista.

Kuvan 18 esimerkissä pistorasiat on sijoitettu pystyyn seinän reunaan ja kytkimet avattavan seinän ulkopuolelle, jolloin tilat jakavan seinän pystyy avaamaan lähes kokonaan ilma muutoksia tekniikkaan.



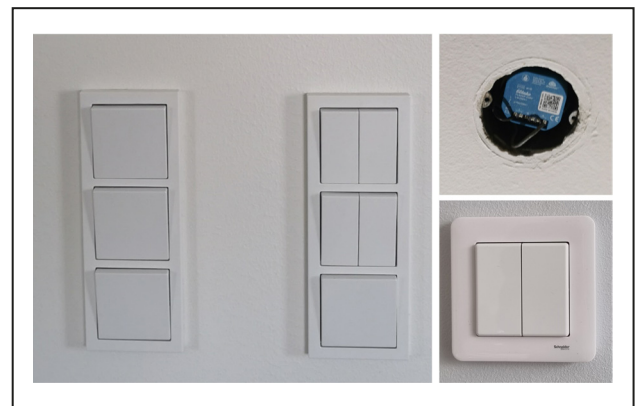
Kuva 18: Tässä uudiskohteessa asukas on voinut etukäteen päättää, tuleeko huoneista erillisiä vai yhdistetäänkö tilat. Ilmanvaihto ja lattialämmityspiirit on suunniteltu pienimmän tilajaon periaatteella. Sähköpisteet sijaitsevat seinän reunoissa, jolloin tilan voi avata tai sulkea myös tulevaisuudessa tarpeiden muuttuessa. Kuva: Aki Kortetmäki.

Huonejakomuutoksiin voidaan varautua myös tekemällä sähköasennusputki- ja kojerasiavaraukset vaihtoehtoiseen paikkaan, jotta esimerkiksi kytkimien paikkaa voidaan muutosten yhteydessä tarvittaessa siirtää. Mitoittamalla riittävän suuret putkitukset rasioiden välille, voidaan myös varautua johtimien vaihtamiseen tai lisäämiseen jälkikäteen, jolloin muutokset alkuperäisiin sähköasennuksiin on helpompi toteuttaa. Uuden väliseinän rakentamista voidaan ennakoida myös tekemällä kattoon varaus sähkönsyötölle siihen kohtaan, johon uusi seinä todennäköisesti rakennettaisiin. Vastaavasti mahdollisesti purettavan väliseinän sähkönsyötöt voitaisiin rakennettaessa tuoda katossa olevan jakorasiassa kautta, jolloin seinää purettaessa sähkönsyötöt voitaisiin päättää rasiassa sisälle ja peittää kannella (**kuva 19**).



Kuva 19: Mikäli kuvan huonetila suunniteltaisiin väliseinällä jaettavaksi, vaihtoehtoinen tilajako voitaisiin huomioida tuomalla seinän kohdalle tarvittavat johtovaraukset esimerkiksi jakorasialle valmiiksi (kuvassa ylhäällä). Tällöin johdotusta seinälle ei tarvitse rakentaa jälkikäteen esimerkiksi pinta-asenteisia johtokouruja hyväksi käyttäen. Kuva: Aki Kortetmäki.

Valaisinpisteiden sijainnit ja ohjausmahdollisuudet voidaan suunnitella siten, että niitä on mahdollista käyttää tarkoituksenmukaisesti myös todennäköisimpien tilamuutosten jälkeen. Jos tilamuutoksia odotetaan tehtävän useammin, voidaan perinteisten kytkinten sijaan harkita myös langattomia kytkimiä, jolloin on helppo muuttaa kytkimen sijaintia ja ohjelmoida uudelleen ohjauksen kohteena olevia valaisimia. Tarvittaessa langattomilla kytkimillä voidaan jälkikäteen myös korvata tai laajentaa perinteisiä johdotettuja ratkaisuja (**kuva 20**).



Kuva 20: Monipuolisilla valaistusohjauksilla ja -ohjausvarauksilla voidaan vaikuttaa valaistuksen ohjauksen muunneltavuuteen. Kytkimien siirtäminen ja johdottaminen uuteen paikkaan jälkikäteen on työlästä. Kuvassa oikealla on langaton kytkin, joka on ohjelmoitu ohjaamaan katon jakorasiassa olevaa relettä. Kytkin on mahdollista jälkikäteen siirtää ja tarvittaessa myös ohjelmoida ohjaamaan toista valaisinta. Kuva: Aki Kortetmäki.

Myös asunnon lämmitys ja ilmanvaihto voidaan suunnitella todennäköisimmät tilajaot huomioiden. Tällöin esimerkiksi lattialämmityspiirit ohjauksineen suunnitellaan pienimmän tilajaan mukaan, jolloin huonelämpötilaa voidaan mitata ja ohjata huonekohtaisesti riippumatta huonejaosta. Tämä tarkoittaa myös sitä, että lattialämmityspiirien reitit tulee olla tarkkaan dokumentoituna ja selvästi merkittynä, jotta jälkikäteen tiedetään mihin väliseinä voidaan turvallisesti rakentaa. On myös hyvä huomioida, että seinän rakentamisen yhteydessä ei voida porata lattiaan minkäänlaisia kiinnitysreikiä, mikäli lämmityspotkien reiteistä ei olla täysin varmoja (kuva 21).



Kuva 21: Vasemmalla on lattialämmityspiirien jakotukki, jonka venttiileillä tilojen lämmitystä hallitaan termostaattien ohjaamana. Oikealla on yhden huonetilan yhtenäinen lattialämmityspiiri. Jos tämä tila jaettaisiin väliseinällä, lämpötilaa mittaava ja ohjauksesta vastaava termostaatti jäisi toiseen tilaan. Tällöin lämpötilaa voisi hallita ainoastaan toisesta tilasta ja ohjaus perustuisi siitä tilasta mitattuun lämpötilaan. Huonelämpötilan säätö ei tällöin välttämättä toimisi optimaalisella tavalla. Kuva: Aki Kortetmäki.

Vastaavalla tavalla myös tulo- ja poistoilman päätelaitteet ja kanavareitit voidaan sijoittaa niin, etteivät ne rajoita mahdollisia väliseinämuitoksia. Koska asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet ovat yleistyneet ja jäteilman seinäulospuhallus on sallittu, ilmanvaihtokanavat saattavat kulkea huonetilojen läpi koteloituina. Kanavien reitit ovat muuntojoustavuuden näkökulmasta tärkeää suunnitella niin, etteivät ne rajoita mahdollisuuksia avata tiloja (kuva 22).

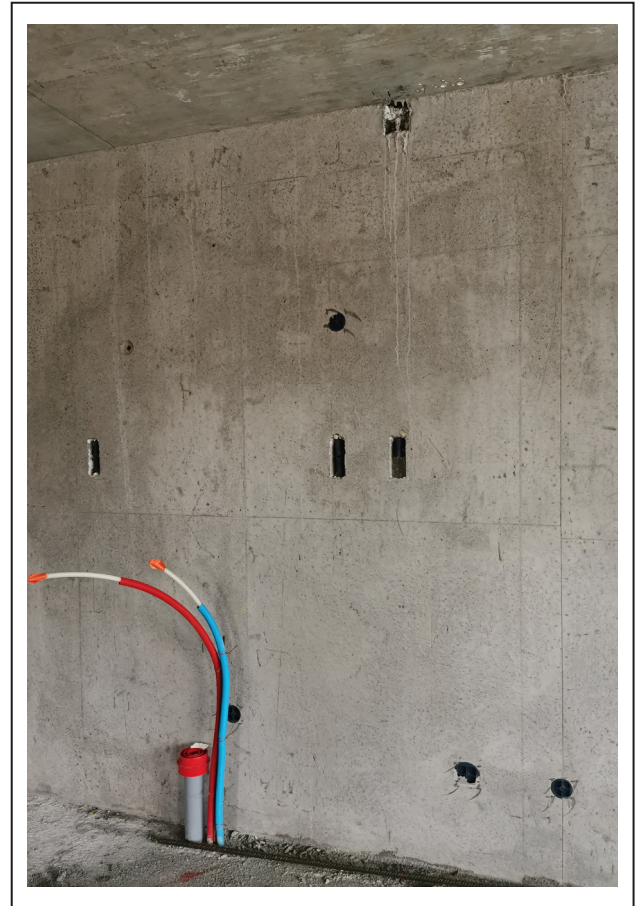


Kuva 22: Tässä asunnossa väliseinä olisi suhteellisen pienellä työllä purettavissa huoneistoremontin yhteydessä. Kuvassa näkyy, että IV-koneen kanavointit kulkevat viereisen tilan vastapäisellä seinällä kylpyhuoneesta ulkoseinälle. Tämä on joustavuuden kannalta hyvä ratkaisu, sillä kanavointien sijoittaminen väliseinän puolelle olisi vaikeuttanut tilan avaamista huomattavasti. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.2.2 Keittiömuutoksiin varautuminen uudisasunnoissa

Uusissa kerrostalokohteissa mahdollisiin tuleviin keittiömuutoksiin varautuminen on syytä aloittaa arvioimalla, millaiset tilamuutokset ovat tarpeellisia ja siten todennäköisiä, ja suunnittelemalla asunnon pitkäikäiset osat niin, että ne tukevat näitä tilavaihtoehtoja. Talotekniikan näkökulmasta keittiön tilallisia muutoksia rajoittavat eniten veden ja erityisesti viemärin liitännäspisteiden sijainnit. Ne määrittelevät sen, mille alueelle altaan ja astianpesukoneen voi sijoittaa. Keittiön muutoksia voi rajoittaa myös erillispoistona ilmanvaihto-hormiin liitetty liesituuletin, sillä liesi on sijoitettava hormin läheisyyteen. Toinen vaihtoehto on vaihtaa kanavoitu, ulos ilmaa vievä liesituuletin ilmaa kierrättävään aktiivihiihilaitteeseen. Tällöin tulee kuitenkin varmistaa, että keittiön ilmanvaihto hoituu yleisilmanvaihdolla, johtamalla yleisilmanvaihdon kanavisto keittiön vaikutusalueelle. Olemassa olevien sähköpisteiden sijainnit eivät yleensä suoraan rajaa keittiötilaan tehtäviä muutoksia.

Kun on arvioitu, mitkä tilamuutokset ovat todennäköisimpiä, veden ja viemärin liitännäspisteet voidaan sijoittaa suhteessa asunnon muihin pitkäikäisiin osiin niin, että muutosten tekeminen myöhemmin on mahdollista (**kuva 23**). Jos esimerkiksi keittiön ja oleskelutilan välille rakennetaan purettavissa oleva väliseinä, kalusteiden ja kodinkoneiden sijoittelulla sekä vesi- ja viemärisuunnittelulla voidaan helpottaa tilojen rajaamista ja yhdistämistä joustavasti, asukkaan toiveen ja tarpeen mukaan. Kun vesi- ja viemäripisteet sijoitetaan pitkäaikaisen osan yhteyteen, siis paikallaan pysyvän tai kantavan seinän yhteyteen, väliseinän purkaminen on helpompaa. Toisaalta jos ne sijoitetaan väliseinän yhteyteen, keittiön voi vaihtoehtoisesti "kääntää" viereiseen tilaan (**kuva 24** sivulla 40).

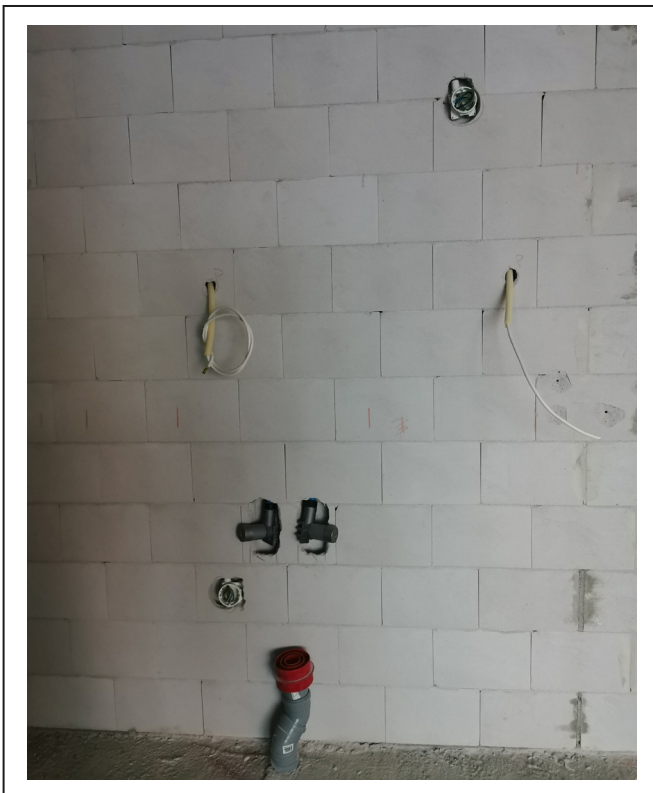


Kuva 23: Tässä kohteessa keittiön veden ja viemärin liitännäspisteet tulevat kantavan elementtiseinän puolelle. Samalle seinälle tulevat myös liesi ja liesituuletin. Näin ollen väliseinä, joka erottaa keittiön viereisestä tilasta, on tarvittaessa purettavissa. Jos nämä liitännäspisteet sijaitsisivat tilat jakavan väliseinän puolella, keittiö olisi käännettävissä seinän toiselle puolelle, mutta silloin väliseinän purkaminen olisi vaikeampaa. Kuva: Aki Kortetmäki.



Kuva 24: Kuvitteellinen pistetalon esimerkiasunto (70m²) kuvaa keittiön “kääntämisen” mahdollisuuden, joka vaatii vesipisteen ja viemärin sijoittelun tiloja rajaavan, ei-kantavan väliseinän yhteyteen. Oranssi korostus kuvaa vesipisteen ja viemärin muuttumatonta sijaintia. Kuva: Sini Saarimaa

Keittiön siirtäminen kokonaan toiseen paikkaan asunnossa on haastavampi tehtävä. Jos isommassa asunnossa halutaan varautua keittiön siirtämiseen, joissain tapauksissa esimerkiksi kylpyhuoneen vesi-, viemäri- ja IV-liitäntöihin voidaan tehdä ennakoivia varauksia sitä silmällä pitäen, että keittiö olisi vaihtoehtoisesti sijoitettavissa kylpyhuoneen läheisyyteen. Tällöin ilmanvaihtokanavat sekä vesi- ja viemäri-liitännät tulpataan turvallisesti piiloon pintamateriaalien alle. Sähkölle voidaan rakentaa putki-varaukset ryhmäkeskuksesta sopivaan paikkaan tarvittavien johdotusten mahdollistamiseksi.



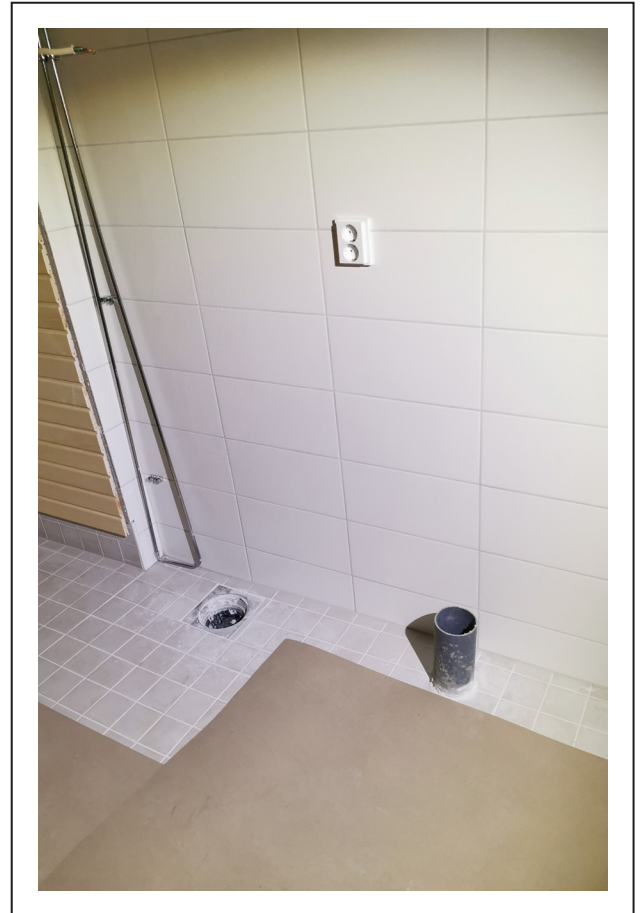
Kuva 25: Keittiön vaatima tekniikka tulee rakentaa monelta osin jo rakentamisvaiheessa, ja erityisesti viemärin ja käyttöveden liitäntäpisteiden siirtäminen jälkikäteen on vaikeaa. Isommissa asunnoissa voisi olla kuitenkin mahdollista piilottaa tekniikkavaraukset vaihtoehtoiseen paikkaan esimerkiksi märkätilan läheisyyteen, jolloin keittiön sijaintia voitaisiin tarvittaessa muuttaa. Tässä kohteessa keittiö rakennetaan kylpyhuoneen seinän toiselle puolelle, jolloin voidaan käyttää samoja tekniikkareittejä kylpyhuoneen kanssa. Tämänkaltaiset tekniikkaliitännät voitaisiin tulpat ja piilottaa varalle, jos keittiö sijaitsisi toisaalla asunnossa. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.2.3 Märkätilamuutoksiin varautuminen uudisasunnoissa

Märkätiloissa viemärien sijainnit määrittelevät pitkälti sen, miten tilaa voidaan käyttää ja joiltain osin muuttaa, jos ei haluta ryhtyä kokonaisvaltaiseen saneeraukseen. Isommissa kylpyhuoneissa voidaan tehdä varauksia esimerkiksi wc:n tai toisen suihkun lisäämiseksi sekä pesukoneen sijainnin muuttamista varten (*kuva 26*).

Toisaalta esimerkiksi vaatehuoneeseen voidaan sijoittaa vaihtoehtopohjan mukaiset tekniikkavaraukset piilotettuina, jotta vaatehuone olisi tulevaisuudessa muutettavissa lisämärkätalaksi tai saunaksi. Kun varaudutaan saunan rakentamiseen jälkikäteen, on huomioitava, että seinässä on oltava oviaukkovaraus viereiseen kylpyhuoneeseen. Jotta ilmanvaihto voidaan toteuttaa saunan vaatimusten mukaisesti, tilassa on oltava kanavavaraukset. Lisäksi kiukaan ja lattialämmityksen vaatimalle sähkölle tarvitaan putkivaraukset. Muutostyövaiheessa tilaan rakennetaan vedeneristykset. Viemärointi voidaan hoitaa tällöin lattiakaadon avulla viereisen, usein suihkun sisältävän märkätilan kautta. Rakennetun saunan lattialämmitys voidaan rakentaa muutostyövaiheessa lattiavaluun.

Märkätilojen kalusteet uusitaan yleensä koko taloyhtiön linjasaneerauksen tai yksittäisen kylpyhuoneen kokonaisvaltaisen remontoinnin yhteydessä. Tässä vaiheessa on mahdollista siirtää viemärointejä, jotka rajaavat mahdollisuuksia tilan muuttamiseen, tai rakentaa kokonaan uusia. Vesi- ja sähköpisteiden väliset minimietäisyydet rajoittavat osaltaan sitä, miten tilaa voidaan muuttaa. Pienemmissä muutostöissä sähkö- ja käyttövesijohtoja voidaan asentaa pinta-asenteisina seinälle tai alaslaskettuun kattoon ilman tarvetta suuremmalle saneeraukselle. Uppoasennettujen sähkökojeiden siirtäminen tai lisääminen vaatii tilaan kokonaisvaltaisen remontin.



Kuva 26: Tässä isommissa kerrostaloasunnossa on kylpyhuoneen lisäksi erillinen wc. Viemäri olisi mahdollista tulpata asiakkaan toimesta varaukseksi, jos kylpyhuoneessa ei ole tarvetta wc-istuimelle. Viemäri voitaisiin esimerkiksi koteloida kaapiston taakse, jolloin jälkikäteen olisi mahdollista ottaa wc-istuin käyttöön uusimatta vesieristystä. Vastaavasti erillisestä wc:stä olisi vaihtoehtoisesti mahdollista rakentaa aluksi vaatehuone. Tekniikkarakennukset voitaisiin piilottaa niin, että vaatehuone olisi mahdollista muuttaa wc:ksi myöhemmin. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.3 Talotekniikka joustavan asuntojakauman suunnittelussa

Kolmannessa tulosluvussa tarkastellaan talotekniikan merkitystä uusien keskenään yhdistävissä olevien asuntojen suunnittelussa. Tuleviin kerrostalon asuntojakauman muutokseen voidaan varautua suunnittelemalla asuntoja esimerkiksi niin, että vierekkäiset asunnot on mahdollista erottaa toisistaan ja yhdistää toisiinsa. Toinen esimerkki on kytköhuoneiden hyödyntäminen. Kytköhuoneet ovat tiloja asuntojen välissä, jotka voidaan liittää kumpaankin tahansa viereisistä asunnoista. Tärkeää olisi tunnistaa jo ennakolta, mitkä muutokset ovat todennäköisimpiä. Muutosmahdollisuus on otettava huomioon sekä tila- ja rakennesuunnittelussa että talotekniikassa. Lähtökohtana on, että arkkitehdin luomat tilasuunnitelmat antavat talotekniikan suunnittelijoille lähtötiedot.

Taloteknisessä suunnittelussa ohjenuorana voidaan pitää teknisesti vaativimman ratkaisun eli pienimmän tilajaon periaatetta. Tämä tarkoittaa sitä, että tekniset ratkaisut suunnitellaan palvelemaan tilannetta, jossa asuntoja ja huonetiloja on maksimimäärä eli niitä ei ole yhdistetty toisiinsa tilallisesti. Tästä syystä seuraavissa kappaleissa käsitellään joustaviin asuntojakaumiin varautumista asuntojen tai tilojen yhdistämisen kautta. Jos tiloja tai asuntoja yhdistetään, toisen tilan tai asunnon tekniikkaliitännät voidaan jättää rakenteisiin piilotetuiksi varauksiksi. Toisin päin kääntäen, jos laajemmista asunnoista halutaan sulkea osa omaksi asunnokseen (ilman laajoja saneeraus- toimenpiteitä), on kummassakin erotettavassa osassa oltava riittävät talotekniset järjestelmät tai niiden varaukset.

4.3.1 Asuntojen tai tilojen yhdistämiseen varautuminen

Seinärakenteiden osalta tilojen tai asuntojen yhdistämisiin voidaan varautua kolmella vaihtoehdoisella tavalla. Jos asunnot (tai asunnon ja

kytköhuoneen) erottava seinä on betonielementti, elementtiin voidaan tehdä aukkovaraus, joka erillisten asuntojen tapauksessa muurataan tiilellä umpeen (kuva 27).



Kuva 27: Bonavan Duo-asunnon muurattu aukkovaraus. Kuva: Bonava.

Toinen vaihtoehto on rakentaa kevyempi väliseinä, johon on helpompi tehdä aukko jälkikäteen. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon palo- ja äänieristysaasteet. Kolmas vaihtoehto, joka sopii asuntojen yhdistelyn ja erotte- lun tilanteissa (mutta ei kytköhuoneissa), olisi suunnitella asunnot niin, että niissä on yhteinen pääsisäänkäynti ja mahdollisesti siten myös eteistila. Tällöin asunnot voidaan joustavammin pitää erillään tai yhdistää tilanteen mukaan. On tärkeää, että suunniteltu ratkaisu on talotekniikkasuunnittelijan ja kaikkien rakentamisen eri osapuolien tiedossa, jotta esimerkiksi suunnitellun aukon kohdalle ei asenneta sähköjohtoja, kytkimiä tai pistorasioita.

4.3.2 Varaukset tekniikkareiteille rakenteissa

Yhdisteltäviä tai muutoin tilallisesti joustavia asuntoja suunniteltaessa on tärkeää tiedostaa tarpeet mahdollisille sähkönsyötön, viemäroinnin, IV-kanavien tai käyttövesiliitännöiden varauksille. Nämä varaukset tulee huomioida tekniikkareittejä suunniteltaessa, ja ne tulee asentaa samaan aikaan muiden tekniikkareittien kanssa.

Tekniikkareittien ja liitäntäpisteiden toteuttamistapaan ja niiden sijoittelun joustavuuteen vaikuttavat oleellisesti rakenteelliset ratkaisut. Erityisesti välipohjan toteutustapa vaikuttaa tekniikkareitteihin suuresti. Paikallavaluna (kuva 28) rakennettaessa viemäroinnit, käyttövesiputket ja sähköputkitukset voidaan asentaa melko vapaasti eri suuntiin. Sen sijaan ontelolaattaratkaisussa (kuva 29 sivulla 44) tekniikkareitit voivat kulkea elementissä ainoastaan ontelon suuntaisesti. Tämä rajaa osaltaan sitä, miten tekniikkareittejä voidaan rakenteisiin toteuttaa (kuva 30 sivulla 44).



Kuva 28: Välipohjan valutyöt meneillään. Tässä esimerkissä nähdään, miten vapaasti sähkö-, käyttövesi- ja viemärireitit pystytään välipohjaan rakentamaan. Kuva: Aki Kortetmäki.

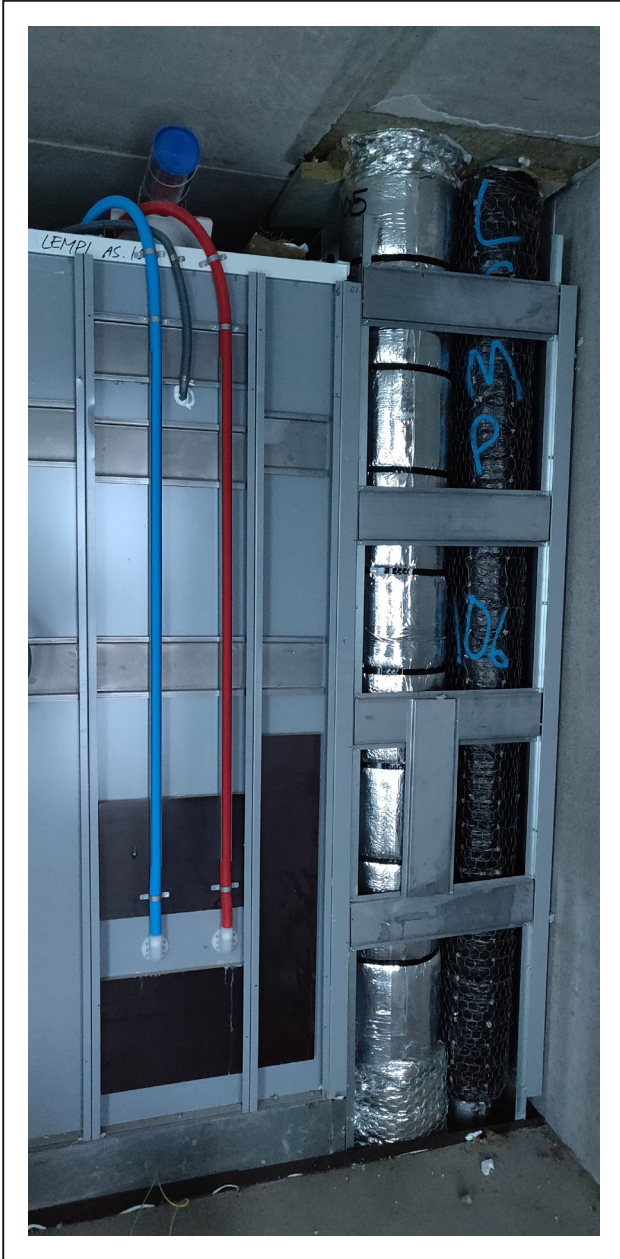


Kuva 29: Ontelolaattojen asentamista työmaalla. Ontelolaattaratkaisussa tekniikkareittien kulkuun laattojen sisällä ei voi vaikuttaa yhtä paljon kuin paikallavalettujen välipohjien yhteydessä. Kuva: Aki Kortetmäki.

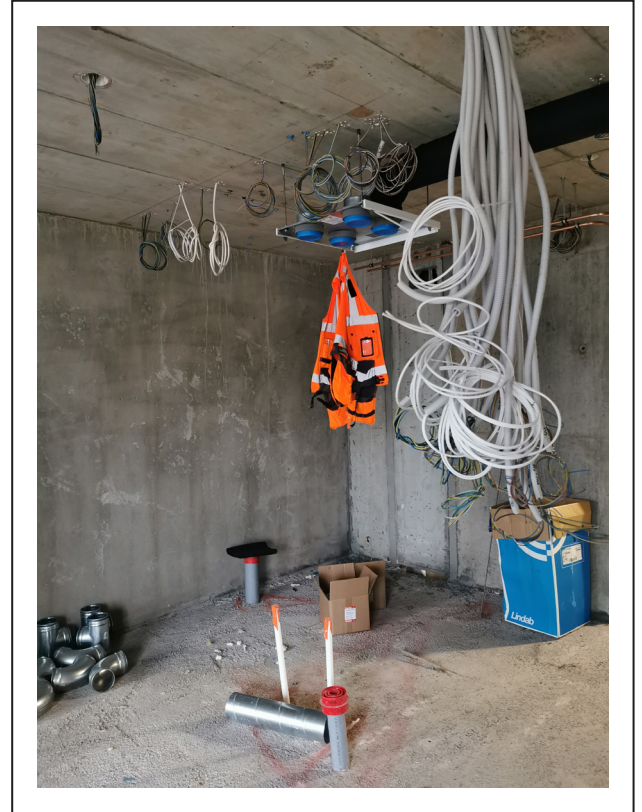


Kuva 30: Tämän kohteen välipohjissa on käytetty ontelolaattarakennetta, jonka tunnistaa katossa olevasta elementtisaumasta valaisinpistorasian vieressä. Jääkapin vieressä näkyy tekniikkakuilu, jota pitkin talotekniikka on tuotu asuntoon eteisen alaslaskettua kattoa hyödyntäen. Kuva: Aki Kortetmäki.

Toinen tekniikkavarauksiin ja tekniikkareitteihin vaikuttava tekijä on märkätilojen toteutustapa. Valmiissa kylpyhuone-elementeissä talotekniikka on rakennettu valmiiksi tehtaalla, jolloin muutosten tekeminen myöhemmässä rakennusvaiheessa on haastavampaa (kuva 31). Paikan päällä rakennetuissa märkätiloissa sen sijaan tekniset ratkaisut voidaan toteuttaa joustavammin asuntokohtaisesti (kuva 32).



Kuva 31: Kylpyhuonemoduuli ja tekniikkareitit. Kuva: Aki Kortetmäki.



Kuva 32: Paikan päällä rakennettavan kylpyhuoneen talotekniikka ennen sisäseinien muurausta. Kuva: Aki Kortetmäki.

4.3.3 Lämmityksen ja ilmanvaihdon huomioiminen

Lämmitys on se talotekninen osa-alue, joka vaatii yleensä vähiten huomioimista yhdisteltävissä ja erotettavissa asunnoissa. Jos lämmönjako hoidetaan tilakohtaisilla pattereilla, lämpötila säätyy patterikohtaisesti. Patteri sijaitsee yleensä ikkunan alla ulkoseinällä, johon tilamuutokset harvemmin vaikuttavat. Lattialämmityspiirien suunnittelussa noudatetaan pienimmän tilan periaatetta, jolloin piirit säätimiseen pysyvät saman tilan sisällä riippumatta siitä, onko asunnot yhdistetty toisiinsa vai erotettu toisistaan.

Kerrostaloissa lämmitystä ei useimmiten mitata asuntokohtaisesti, koska se olisi todella haastavaa toteuttaa oikeudenmukaisesti. Asunnossa voi kuitenkin olla esimerkiksi **kuvassa 33** esitetty ohjauspaneeli, josta eri tilojen lämmitystä voi hallinnoida. Joustavaa asuntojakaumaa suunniteltaessa voitaisiinkin jo ennalta selvittää, pystyykö tämänkaltaisia ohjausratkaisuja jälkikäteen yhdistämään ohjelmallisesti keskenään asuntoja yhdistäessä.



Kuva 33: Ylempänä tilojen lämmityksen hallintänäköymä ohjauspaneelissa. Alempana lämmityksen jakotukki, jonka avulla eri lämmityspiirien virtaamaa ohjataan. Kuva: Aki Kortetmäki.

Ilmanvaihdon suunnittelussa on pyrittävä siihen, että ilmanvaihto toimisi vaatimusten mukaisesti riippumatta siitä, onko asunnot yhdistetty vai erotettu toisistaan. Tässäkin apuna toimii ratkaisujen suunnittelu ensin pienimmän tilan periaatteella, esimerkiksi kahden erillisen asunnon näkökulmasta. On kuitenkin jo suunnitteluvaiheessa hyvä ennakoita, miten ilmanvaihdon integrointi toteutetaan, jos asunnot myöhemmin yhdistetään. Esimerkiksi ilmanvaihdon tehostusohjauksen tulee toimia sekä silloin, kun asunnot on yhdistetty, että silloin, kun ne ovat erillään. Tällä hetkellä vallitseva käytännö vaikuttaa olevan, että kun kaksi asuntoa yhdistetään, molemmat ilmanvaihtokoneet (**kuva 34**) jätetään toimimaan omina itsenäisinä yksikköinä eikä ilmanvaihtokoneiden ohjauksia tai ilmanjakoa juurikaan tarkastella uudelleen.



Kuva 34: Asuntokohtainen ilmanvaihtokone ja ulkoseinällä olevat tulo- ja poistoilmakanavan päätelaitteet. Kuva: Aki Kortetmäki.

Ilmanvaihdon toiminta tasapainotetaan asunnon käyttöönottovaiheessa. Asuntojen ilmanvaihtoa voidaan tehostaa tapauskohtaisesti esimerkiksi liesituulettimesta tai erillisestä ohjauspaneelista (**kuva 35**). Koska rakenteet ovat nykyään entistä tiiviimpiä, on ensiarvoisen tärkeää, että tulo- ja poistoilmavirtaukset ovat tasapainossa joka hetki.



Kuva 35: Ilmanvaihdon asuntokohtaista tehostusta voidaan ohjata ohjauspaneelista tai liesituulettimesta. Kuva: Aki Kortetmäki.

Kun asuntoja yhdistellään tai erotellaan, ilmanvaihdon tasapainoista toimintaa ja sen ohjattavuutta on tarkasteltava uudelleen. Kun rakennetaan tekniikkavarauksia keittiölle, tulee huomioida myös ilmanvaihdon tehostuksen ohjattavuus. Asuntojen ilmanvaihto voidaan hoitaa joko huoneistokohtaisilla IV-koneilla tai keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä. Nimensä mukaisesti huoneistokohtainen kone vastaa huoneiston ilmanvaihdosta paikallisesti, ja kullekin huoneistolle on omat tulo- ja poistoilmakanavansa. Vastaavasti keskitetty ilmanvaihtokone vastaa koko rakennuksen ilmanvaihdosta ja asuntojen tulo- ja poistoilma kuljetetaan koneelle erillisillä IV-kanavilla. Lisäksi liesituulettimille on omat poistoilmakanavansa.

4.3.4 Sähkö-, automaatio- ja mittausjärjestelmät

Yhdisteltävissä asunnoissa voidaan suunnitella putkivaraukset sähkönsyötölle ja ohjaustarpeisiin todennäköisimpiä tila- tai käyttötarkoituksimuutoksia varten. On kuitenkin ratkaistava kysymys siitä, mitä tulisi tehdä sähkönkäyttöpaikoille, kun kaksi asuntoa yhdistetään yksittäiseksi kokonaisuudeksi. Tyypillisesti kerrostalokohteissa jokaisen asunnon sähkönkulutusta mitataan erikseen jakeluverkkoyhtiön energiamittarilla, jolloin jokaisella asunnolla on oma sähkönkäyttöpaikka. Sähkönkulutusta mitataan yleensä keskitetysti monimittauskeskuksella, josta lähtee erillinen nousujohto jokaisen asunnon ryhmäkeskukselle (**kuva 36** sivulla 49). Fyysiset muutokset mittaroinneissa tai sähkön nousujohdoissa aiheuttavat turhaa työtä ja syöttöjen sekaantumisen vaaraa tulevaisuudessa, sillä käyttöpaikkojen mittaustiedot olisi mahdollista yhdistää myös mittaustietojärjestelmissä sähköisesti. Tällä hetkellä on mahdol-

lista yhdistää kahden käyttöpaikan laskutus, mutta asiakas joutuu maksamaan perusmaksut kahdesti. Kaksinkertaisesta perusmaksusta voi olla vaikea päästä kokonaan eroon ainakaan lähitulevaisuudessa.

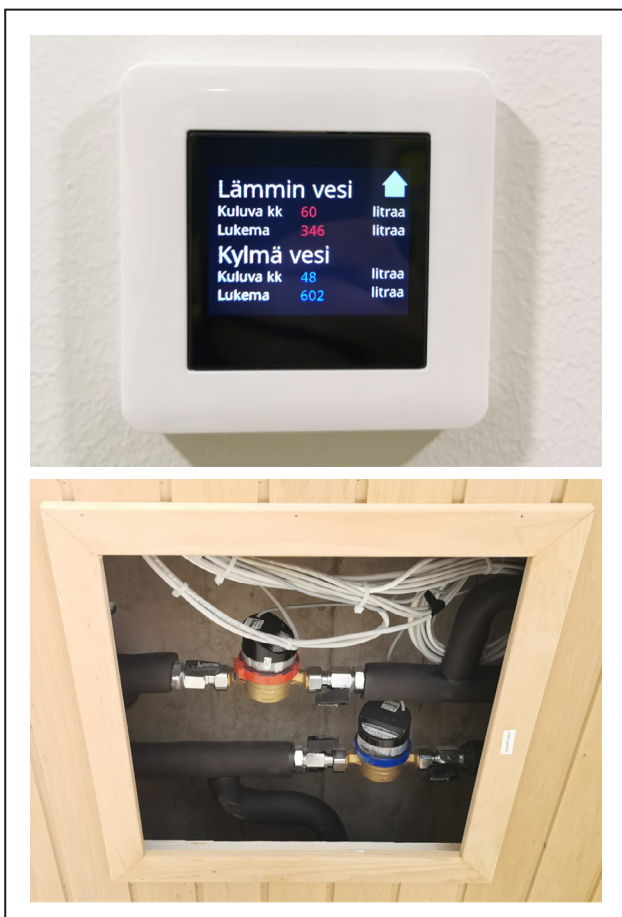
Huoneistojen sähkönmittaus- ja sähkönsyöttöjärjestelmien muuttamisesta fyysisesti niin, että syöttö tulee yhden mittarin kautta, saattaa seurata haasteita. Joissain tapauksissa se saattaa aiheuttaa työturvavariskejä tulevaisuudessa, kun sähkönsyöttö tulee poikkeavaa reittiä. Se voi myös aiheuttaa sekaannuksia nousujohtojen ja mittareiden numeroinnissa sekä laskutuksessa, jos tilanne muuttuu taas tulevaisuudessa. Jos asuntojen ryhmäkeskukset yhdistetään saman nousujohdon syöttämäksi, myös nousujohdon riittävyys ja suojalaitteiden selektiivisyys tulee arvioida uudelleen. Lisäksi yhteen mittariin siirryttäessä syntyy asennusku- luja sekä muutostöistä että siitä, kun verkkoyhtiön edustaja tulee purkamaan toisen käyttöpaikan mittarin pois.

Sellaisissa kohteissa, joissa sähkönkulutusta mitataan niin sanotulla takamittaroinnilla, tilanne on toinen. Tällöin koko kiinteistön sähkö ostetaan yhden verkkoyhtiön käyttöpaikan kautta, ja sitä mitataan yhdellä mittarilla. Kiinteistöautomaatioon voidaan liittää kullekin asunnolle oma mittarinsa, tai asukkaat voivat maksaa sähköstä kiinteää kuukausihintaa. Tällaisissa kohteissa yhdistettyjen asuntojen mittaustiedot voitaisiin tarvittaessa liittää yhteen ohjelmallisesti. Takamittarointia käytetään tyypillisesti sellaisissa vuokra-asuntokohteissa, joissa koko talo on samassa omistuksessa, kuten opiskelija-asuntoloissa.



Kuva 36: Kerrostalokiinteistöissä jokaisen asunnon sähkönkäyttöä mitataan yleensä omalla verkkoyhtiön energiamittarilla. Mittausjärjestelyt tulee huomioida asuntojen yhdistämistä suunniteltaessa.
Kuva: Aki Kortetmäki.

Uusissa kerrostalokiinteistöissä vedenkulutusta mitataan yleensä asuntokohtaisesti kiinteistön omalla mittausjärjestelmällä (**kuva 37**). Tällöin vesilaitos laskuttaa kiinteistöä yhteisen päämittauksen perusteella ja taloyhtiö laskuttaa osakkaita asuntokohtaisen toteutuneen kulutuksen mukaisesti. Vanhemmissa kohteissa, joissa ei ole tehty linjasaneerausta vuoden 2011 jälkeen, asuntokohtaista mittausta ei ole yleensä lainkaan. Kun kaksi asuntoa yhdistetään, niiden vesimittarit voi jättää erillisiksi. Vesimittaus on taloyhtiön sisäinen järjestely, joten mittareiden erilleen jättäminen ei aiheuta merkittäviä lisäkuluja, esimerkiksi kaksinkertaista perusmaksua. Joissain vesimittarijärjestelmissä on mahdollista yhdistää useita mittareita samaan käyttöliittymään.



Kuva 37: Ylhäällä asunnon hallintapaneeli, josta voi seurata myös vedenkulutusta reaaliajassa. Alhaalla asuntokohtaiset lämpimän ja kylmän veden mittarit kylpyhuoneen alaslasketun katon huoltoluukusta tarkasteltuna. Kuva: Aki Kortetmäki.

Tele- ja tietojärjestelmätekniikan tulee luonnollisesti toimia riippumatta siitä, ovatko asunnot erillisiä vai onko ne yhdistetty. Järjestelmiä suunniteltaessa onkin hyvä miettiä, miten järjestelmät saadaan toimimaan halutulla tavalla, kun asunnot yhdistetään. Pystyykö ovipuhelinjärjestelmät tarvittaessa ohjelmoimaan tai kytkemään yhteen? Miten toteutetaan asuntojen välinen yleiskaapelointiyhteys? Tarvitaanko asuntoja yhdistettäessä muita tiedonsiirtoyhteyksiä, joihin voisi varautua laitevalinnoilla ja putkivarauksilla? Tällaisia tiedonsiirtotarpeita voisivat olla esimerkiksi ilmanvaihdon ohjaukset, lämmitysjärjestelmien ohjaukset tai vällypohjaiset valaistusohjaukset.

Edellä on esitetty yksittäisiä, järjestelmäkohtaisia mittaus- ja ohjausratkaisuja. Tulevaisuudessa voidaan kuitenkin odottaa kerrostaloissakin olevan entistä enemmän integroituja ja keskitettyjä ohjausratkaisuja. Tällöin tärkeä rooli on kokonaisuutta tarkastelevalla integraattorilla, joka varmistaa eri järjestelmien optimaalisen toiminnan. Keskitetyissä älykkäissä automaattoratkaisuissa eri talotekniikkajärjestelmät voivat jatkossa olla itsenäisiä IP-pohjaisia järjestelmiä, jotka jakavat tietoa keskenään yhteisten pilvipohjaisten rajapintojen kautta. Tällöin on helpompaa muuttaa jälkikäteen mittaus-, ohjaus- ja monitorointiratkaisuja, kun se onnistuu ilman fyysisiä muutoksia.

4.3.5 Keittiöille tehtävät varaukset

Kun yhdistetään kaksi asuntoa, usein toisen asunnon keittiö puretaan varaukseksi ja otetaan muuhun käyttöön. Keittiön tekniikat voidaan tulpata turvallisesti varauksiksi mahdollista myöhempää käyttöön-ottoa varten. Tällöin viemäri tulpataan lattiatasoitteen alle. Vesijohdot irrotetaan jakotukista, ja hanakulmarasia piilotetaan varaukseksi esimerkiksi väliseinään tasoitteen alle. Liesituulettimen hormit voidaan tulpata esimerkiksi yläkotelointiin. Vastaavasti keittiön sähköt voidaan piilottaa esimerkiksi yläkotelointiin, katon alaslaskuihin tai peitelevyllä suojattuna jako- ja kojerasioihin. On tärkeää dokumentoida varaukset selkeästi luovutusdokumentteihin.



Kuva 38: Esimerkki keittiön vaatimasta talotekniikasta Bonavan kerrostalotyömaalta. Jos asunnot yhdistetään, toisen keittiön tekniikat voidaan jättää varauksiksi päättämällä ne turvallisesti rakenteisiin. Kuva: Bonava.

4.3.6 Märkätiloille tehtävät varaukset

Kun suunnitellaan yhdisteltäviä asuntoja, kummastakin asunnosta tulee löytyä tekniikkavaraukset keittiön lisäksi märkätiloille. Jos asunnot yhdistetään saman omistajan toiveesta jo rakentamisvaiheessa, toisesta kylpyhuoneesta voidaan rakentaa esimerkiksi kodinhoitohuone tai vaatehuone (**kuva 39** sivulla 52). Mikäli asunnot yhdistetään, märkätilojen tekniikkavaraukset on hyvä jättää varalle, vaikka tila otettaisiin muuhun käyttöön. Aineistosta löytyi tapauksia, joissa asuntojen omistajan rahoitustilanne on muuttunut rakentamisvaiheessa ja yhteen rakennetut huoneistot onkin jouduttu erottamaan. Tekniikkavaraukset ovat tällöin myös rakennuttajan etu.



Kuva 39: Kohteessa kaksi asuntoa yhdistettiin jo rakentamisvaiheessa yhdeksi isommaksi asunnoksi. Toisen asunnon kylpyhuone muutettiin kodinhoituhuoneeksi. Alkuperäisten tekniikkavarausten ansiosta alkuperäinen asuntojako voidaan palauttaa tarvittaessa. Kuva: Aki Kortetmäki.

5. Johtopäätökset

5.1 Oppia joustavuuden suunnitteluun olemassa olevasta rakennuskannasta

Rakennuskanta uudistuu hitaasti, ja tällä hetkellä tilallisia muutostöitä tehdään pääosin olemassa olevaan rakennuskantaan. Muutokset voivat olla asukkaiden luvanvaraisesti tilaamia tai tekemiä muutoksia yksittäisessä asunnossa, tai ne voivat olla osa laajempaa, koko rakennusta koskevaa saneerausta. Erityisesti asukaslähtöisissä, yksittäistä asuntoa koskevissa muutostöissä on tärkeää valvoa, että niin rakenteelliset kuin talotekniset ratkaisut toimivat kokonaisuutena oikein myös muutosten jälkeen. Tällöin on tärkeää tunnistaa rakennusajankohdan rakennustavat, ohjeistukset ja vaatimukset, jotta ne osataan ottaa huomioon muutoksia tehtäessä.

Tilamuutoksia tehtäessä on tärkeää varmistaa, että talotekniikka toimii myös muutosten jälkeen, vaikka muutokset eivät vaikuttaisikaan suoraan talotekniikkajärjestelmiin. Rakenteelliset muutokset saattavat esimerkiksi heikentää ilmanvaihdon tulo-, siirto- tai poistoreittejä tai muuttaa johtavien pintojen ja suoja- maadoittamattomien pistorasioiden etäisyyksiä niin, että sähköturvallisuusvaatimukset eivät enää täyty. Tutkimalla eri vuosikymmeninä rakennettujen asuntojen muutostöitä saadaan myös tärkeää tietoa siitä, miten muunneltavuus voitaisiin huomioida paremmin uudiskohteita suunniteltaessa.

Uudiskohteita suunniteltaessa on tärkeää miettiä, onko muutoksia tarkoitus tehdä asuntokohtaisesti vai osana laajempaa rakennuksen saneerausta esimerkiksi viemärien käyttöiän päättyessä. Haastavimpia asukaslähtöisiä muutostöitä ovat kylpyhuoneiden muutostyöt, sillä viemärien liitännäspisteiden sijainnit määrit-

televät pitkälti sen, miten kalusteita voidaan tilaan sijoittaa. Viemärimuutoksia tehdään yleensä ainoastaan laajamittaisten saneerausten yhteydessä tai silloin, kun kylpyhuoneen rakenteet uusitaan kokonaan lattiavalua myöten. Märkätilojen sähköasennuksiin on mahdollista tehdä jossain määrin muutoksia vanhoja sähköasennusputkituksia, alaslasketua kattoa tai pinta-asennuksia hyödyntäen. Seinäpintoja saneerattaessa voidaan myös rakentaa uppoasenteisia uusia sähköpisteitä. Käyttövesiputkiin muutoksia voidaan tehdä melko joustavasti ja siististi pinta-asennuksilla.

Eräs asukaslähtöinen tilamuutos asunnoissa ovat keittiön saneeraukset. Niissä vesi- ja viemäri-liitännöjen sijainnit asettavat merkittävimmät raamit keittiömuutoksille. Ne määrittelevät suurelta osin sen, minne altaan ja astianpesukoneen voi sijoittaa. Yleensä allas on viemärin yläpuolella ja astianpesukone sen vierellä, sillä suoraan viemärin liitännäspisteeseen kohdalla syvyys ei riitä koneen asentamiseen.

Aktiivihiihtisuodattimella varustetut liesituuletinimet mahdollistavat lieden sijoittelun melko joustavasti keittiössä. Jos liesituuletin on kuitenkin aiemmin ollut liitettynä erillispoistokanavana toimivaan hormiin ja sitä on käytetty ilmanvaihdon tehostamiseen, asunnon ilmanvaihdon toimintaa on tarkasteltava uudelleen, kun liesituuletin vaihdetaan ilmaa kierrättävään malliin. Ammattilainen voi suunnitella ja toteuttaa sähköjohdoille uusia reittejä esimerkiksi rakenteisiin roiloamalla. Sähköjohdot voi laittaa kulkemaan myös uuden kevyen väliseinän sisällä, katon alaslaskussa, keittiökaappien suojassa tai pinta-asenteisina johtolistoilla.

Asunnon tilajaon muuttaminen myöhemmin väliseiniä avaamalla tai uusia väliseiniä rakentamalla on tärkeä osa joustavuutta. Näissäkin tapauksissa on tärkeää konsultoida rakenteet tuntevan asiantuntijan lisäksi talotekniikan asiantuntijoita, vaikka purettavassa tai rakennettavassa väliseinässä ei itsessään tekniikkaa kulkisikaan. Uusi väliseinä saattaa esimer-

kiksi heikentää ilmanvaihdon toimintaa. Seinän purkaminen puolestaan saattaa muuttaa suoja- maadoittamattoman pistorasian ja suojamaa- doitettujen pistorasioiden tai johtavien pintojen etäisyyttä standardin sallimaa lyhyemmäksi. Monesti purettavassa seinässä kuitenkin on sähköjohtoja sekä pistorasioita ja kytkimiä, joiden siirtäminen toimivaan uuteen sijaintiin siististi saattaa vaatia suunnittelijalta ja asenta- jalta työtunteja. Uuden seinän rakentamisen yhteydessä taas tulee suunnitella erityisesti kytkimille ja pistorasioille sellaiset uudet sijain- nit, että ne palvelevat uutta tilajakoa oikein.

5.2 Joustavia uudisasun- toja suunniteltaessa tulee tunnistaa todennäköisim- mät tulevat muutokset

Tässä raportissa uudisasuntojen muunneltavuutta on tarkasteltu asuntojen sisäisten tilamuutosten sekä asuntojen yhdistelemisen ja erottamisen näkökulmasta. Molemmissa näkökulmissa toistuu samoja ratkaisumalleja ja lainalaisuuksia, mutta erityisesti asunnon ja kytköhuonetilan tai kahden asunnon yhdistäminen sekä laajemman asunnon jakaminen erillisiin asuntoihin tuo uudenlaisia haasteita ratkot- tavaksi myös talotekniikan osalta.

Kun suunnitellaan joustavia asuntoja ja asunto- jakaumia, ensin arkkitehtisuunnittelussa on pohdittava, millaiset tilamuutokset ovat toden- näköisimpiä. Sen ansiosta talotekniikkasuun- nittelussa voidaan varautua todennäköisimpiin tilamuutoksiin. Hyvänä ohjenuorana talotekniik- kasuunnittelussa on se, että asunto tai raken- nuksen vyöhykkeet suunnitellaan pienimmän tilajaon periaatteen mukaan. On erittäin tärkeää, että suunnittelijoilta asiakkaalle luovutettavassa loppudokumentaatioissa tuodaan selvästi esiin kaikki talotekniikan ratkaisut ja myös varaukset.

On selvítettävä, minkälaisia tarpeita todennä- köisimmät tilanjako- tai käyttötarkoitusmuu- tokset aiheuttavat rakenteiden ja talotekniikan ratkaisuille, jotta muutoksiin voitaisiin varautua etukäteen. Yhdisteltävissä asunnoissa asunto- jen välisen seinärakenteen on mahdollistettava asuntojen yhdistäminen ilman, että rakenteiden kantavuus heikentyy tai talotekniikan tekniikka- reitit katkeavat. Se, miten välipohja ja kylpyhuo- neet on rakennettu, vaikuttaa oleellisesti siihen, miten vapaasti talotekniikan tekniikkareitit voidaan soveltaa. Paikalla valetut välipoh- jat ja paikan päällä rakennetut kylpyhuoneet saattavat olla joustavampia asuntokohtaisesti poikkeaville talotekniikkaratkaisuille.

Tilan käyttötapojen ja tilajakojen muutoksiin voidaan varautua ohjauksen osalta muunneltavalla valaistuksella tai esimerkiksi siirreltä- villä ja uudelleen kohdisteltavilla kiskoihin liitetyillä valaisimilla. Lämmitystä on yleensä helppo säädellä tilakohtaisesti niin, että kussakin tilassa on oma termostaattinsa. Lämmitysvyöhykkeet tulee kuitenkin suunnitella pienimmän tilajaon perusteella. Termostaatin sijainnissa on otettava huomioon mahdolliset seinämuutokset, lisälämmönlähteet ja muut tekijät, jotka voivat heikentää ohjauksen toimin- taa. Tulo- ja poistoilman päätelaitteet ja kanava- reitit voidaan sijoittaa niin, etteivät ne rajoita mahdollisia väliseinämuutoksia.

Märkätilojen muutoksia suunniteltaessa viemä- rien sijainnit määrittelevät pitkälti sen, miten tilaa voidaan käyttää ilman kokonaisvaltaista saneerausta. Isommissa kylpyhuoneissa voidaan tehdä varauksia esimerkiksi wc-istui- men tai toisen suihkun lisäämiseksi sekä pesukoneen siirtämiseksi. Joissain kohteissa voidaan varautua esimerkiksi vaatekomeron muuttamiseen lisämärkätilaksi jälkikäteen. Tällöin tulee rakenteellisten ratkaisujen lisäksi suunnitella varaukset ilmanvaihtoa varten ja mahdollisesti putki- ja kojerasiavaraukset jälkepäin lisättäville sähkön ryhmäjohtoille.

Yhdisteltävissä asunnoissa saatetaan jättää rakentamatta toinen keittiöistä, ja yksittäisessä asunnossa saatetaan varautua keittiön sijainnin muuttamiseen. Tällöin ilmanvaihtokanavat sekä vesi- ja viemäri-liitännät tulpataan turvallisesti piiloon pintamateriaalien alle. Sähkölle voidaan rakentaa putkivaraukset ryhmäkeskuksesta sopivaan paikkaan tarvittavien johdotusten mahdollistamiseksi.

Yhdisteltävissä asunnoissa tele- ja tietojärjestelmäteknikan tulee toimia sekä silloin, kun asunnot ovat erillisiä, että silloin, kun ne on yhdistetty. IT-keskuksen ei välttämättä tarvitse sijaita ryhmäkeskuksen yhteydessä, jos se palvelee esimerkiksi langattoman lähiverkon tarpeita tai asuntojen muutostöihin varautumista tehokkaammin toisessa paikassa.

Veden mittaus hoidetaan kerrostalokiinteistöissä yleensä asuntokohtaisesti kiinteistön omalla mittausjärjestelmällä, joten asuntojen yhdistäminen ei aiheuta ongelmia veden mittaukseen. Sen sijaan sähkön mittaaminen voi olla ongelma, jos asunnoissa on verkko-yhtiön erillinen sähkönmittaus ja mittaukset haluttaisiin yhdistää. Käyttöpaikkojen yhdistäminen edellyttää fyysisiä muutostöitä, joista koituu kustannuksia ja voi aiheutua riskejä. Tähän ei ole vielä löydetty ratkaisua. Ostosähkön siirto- ja energialaskut on mahdollista yhdistää tietokannoissa, mutta molemmilta käyttöpaikoilta veloitetaan edelleen erikseen perusmaksut.

Todennäköisimpien tila- tai käyttötarkoituksien muutosten ennakoimiseksi asuntoihin voidaan suunnitella putkivaraukset sähkönsyötölle ja ohjaustarpeisiin. Ilmanvaihto on suunniteltava niin, että se toimii eri tilanteissa. Esimerkiksi ilmanvaihdon tehosteohjauksien tulee toimia sekä silloin, kun asunnot on yhdistetty, että silloin, kun ne ovat erillään. Rakenteet rakennuksissa ovat entistäkin tiiviimpiä, ja näin ollen on ensiarvoisen tärkeää, että tulo- ja poistoilmavirtaukset ovat alati tasapainossa.

5.3 Taloteknisten järjestelmien integroimisessa on vielä kehitettävää

Asuntojakauman muunneltavuuden parantamiseksi on myös mietittävä, miten merkinanto-, mittaus- ja tiedonsiirtojärjestelmät olisi helpointa integroida, kun asuntoja yhdistetään. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi veden mittaus, ovipuhelinjärjestelmät, palohälyttimet ja yleiskaapelointi. Veden mittauksessa ratkaisutavaksi jää laskutusten ja mahdollisen monitoroinnin yhdistäminen. Ovipuhelimet olisi hyvä voida yhdistää ohjelmallisesti niin, että oven voi avata kulloinkin lähimpänä olevasta puhelimesta ja vastaavasti molemmat ulko-oven painikkeet toimivat puhelimen merkinantoon.

Palohälyttimet ovat nykyisin verkkosähkövarmenteisia, ja jotkin mallit ovat yhteydessä toisiinsa hälytystilanteessa. Laiteparitukset on siis syytä huomioida asuntomuutoksissa. Yhdistetyssä asunnossa voi olla myös tärkeää, että asunnon puolelta toiselle on langallinen tiedonsiirtoyhteys. Sitä varten tarvitaan mahdollisuus rakentaa yhteys IT-keskusten välille esimerkiksi putki- tai aukko-varauksia hyödyntäen.

Kaikki nämä haasteet ovat ratkaistavissa, mutta monesti se vaatii sitä, että asuntojakauman mahdollinen muutos on osattu huomioida jo laitteiden valintoja, sijainteja sekä toteutus-tapoja suunniteltaessa. Yksittäisten laitteiden, tuotteiden ja järjestelmien kehittämisen ohella onkin pohdittava, missä määrin eri järjestelmien integrointia voitaisiin jatkossa kehittää. Tällä hetkellä taloteknisiä järjestelmiä ohjataan ja monitoroidaan pääosin laitteiden omilla ratkaisuilla.



Kuva 40: Asunnon ohjauspaneelista voidaan ohjata ja monitoroida esimerkiksi tilojen lämmitystä, ilmanvaihdon tehostusta ja vedenkulutusta. Asuntojen yhdistämiseen tai erottamiseen varauduttaessa tulisi miettiä mahdollisuuksia näiden ohjauksien integrointiin. Alan toimijoiden haastattelujen perusteella näin ei ainakaan toistaiseksi toimita. Kuva: Aki Kortetmäki.

Asuntojakauman muutospotentiaalin ja resurssitehokkuuden optimoimiseksi kaivattaisiin ratkaisuja, joissa eri järjestelmien ohjaus, tiedonsiirto, merkinanto ja monitorointi olisivat yhdistettävissä ja muunneltavissa yhteisten rajapintojen kautta tekemättä fyysisiä muutoksia. Keskitetyissä älykkäissä automaattoratkaisuissa eri talotekniikkajärjestelmät voivat jatkossa olla itsenäisiä IP-pohjaisia järjestelmiä, jotka jakavat tietoa keskenään yhteisten pilvipohjaisten rajapintojen kautta. Tällöin mittausta, ohjausta ja monitorointia on aiempaa helpompaa muuttaa jälkikäteen, kun se ei edellytä fyysisiä muutoksia.

5.4 Kauaskatseisuutta tarvitaan muuntojoustavuutta suunniteltaessa

Kun kaksi asuntoa yhdistetään ja taloteknisiä varauksia jää käyttämättä, varauksia ei välttämättä ole tarpeen poistaa. Tekniikkavaraukset on hyvä jättää varalle, vaikka asuntoja ei olisi-kaan tarkoitus erottaa uudelleen. Vastaan on esimerkiksi tullut tilanteita, joissa asunnot on yhdistetty rakennusvaiheessa ostajan toiveesta mutta ne on jouduttu erottamaan toisistaan uudelleen siksi, että omistajan rahoitustilanne

on muuttunut yllättäen. Tällöin tekniikkavaraukset erityisesti märkätiloissa ja keittiöissä ovat sujuvoittaneet muutosta merkittävästi.

Tilamuutosten tekeminen on aina suuri työ, joka vaatii paljon resursseja. Siksi on selvitettävä, minkälainen varautuminen on teknis-taloudellisesti järkevää ja mikä taho on valmis maksamaan siitä. Esimerkiksi asuntosijoitusyhtiö, joka omistaa asunnot rakennuksen koko elinkaaren ajan, saattaa haluta jo suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa varautua tilamuutoksiin esimerkiksi seuraavan LVIS-saneerauksen yhteydessä. Tällöin asuntojen mahdolliseen yhdistämiseen voidaan varautua purettavissa olevilla väliseinillä, mutta muutokset LVIS-järjestelmiin tehdään vasta saneerauksen yhteydessä. Muutama haastateltu rakennuttaja on huomioinut mahdollisuuden asuntojen yhdistämiseen tekniikkavarauksilla. Tällöinkään ei ole kuitenkaan kiinnitetty huomiota yhdistettävien asuntojen mittaus-, ohjaus- ja merkinantojärjestelmien integrointiin.

Tilallisilta ratkaisuiltaan joustavia malleja on tarkasteltu ja kehitetty koko teollisen rakentamisen kehityskaaren ajan. Historiassa onkin kehitetty erilaisia tapoja tasapainoilla välttämättömien kiinteiden osien sekä asukkaiden

muuttuvien tarpeiden välillä. Ainakin Suomessa talotekniikkaan erityistä joustavuutta sekä helppoa muutoskyvykkyyttä tarjoavat ratkaisut, kuten asennuslattiat, ovat asuinkerrostalokohteissa harvinaisia. Olisikin tärkeää kehittää näiden rinnalle jossain määrin joustavia, mutta kustannus- ja materiaalitehokkaita LVIS-ratkaisuja.

5.5 Avaintekijänä on arkkitehtuurin ja talotekniikan varhainen vuoropuhelu

Vaikka tässä raportissa keskitytään talotekniikan rooliin asuinrakennusten joustavuudessa, rakennusten muunneltavuuden edistäminen vaatisi muutosta kaikilla suunnittelualoilla ja suunnittelualojen yhteistyössä. Tämä ravitsuttaa asuntorakentamisen suunnittelukentän vakiintuneita käsityksiä, menettelyjä ja tapoja. Perinteisessä tilanteessa LVIS-perustuu arkkitehdin laatimaan pohjakuvaan. Jotta taloteknisesti voidaan varautua erilaisiin tilallisiin muutoksiin, arkkitehdin tulisi tarjota useampia vaihtoehtoisia pohjaratkaisuja. Parhaassa tapauksessa talotekninen suunnittelu olisi

mukana jo määrittämässä vaihtoehtoisten pohjaratkaisuiden ominaisuuksia.

Arkkitehtisuunnittelussa ei kuitenkaan useimmiten tuoteta vaihtoehtoisia pohjaratkaisuja, ellei tilaaja niitä tilaa. Tilaajaa vaihtoehtoisia tilajakoja esittävät pohjakuvat saattavat huolestuttaa siksi, että niiden vuoksi kustannukset eri alojen suunnittelutehtävistä kasvavat. Näin muodostuu itseään toistava kuvio, jossa aiemmat valinnat ja käsitykset tekevät vallitsevasta kehityssuunnasta hallitsevan samalla, kun vaihtoehtoiset asuntorakentamisen kehityspotut jäävät marginaaliin.

Rakennushankkeen eri osapuolten tiiviiseen yhteistyöhön perustuva toteutusmuoto, kuten allianssimalli, voisi tukea joustavien ratkaisuiden kehittämistä ja pienentää joustavuuden suunnitteluun liittyvää riskiä. Ehdotussuunnitteluvaiheen talotekninen konsultointi voisi olla oleellinen katalyytti joustavien mutta teknistaloudellisesti järkevien, vaihtoehtoisten tilaratkaisuiden luonnostelussa ja kiinteän, pitkäikäisen rakennusosan vakioinnissa. Lisäksi varhainen yhteistyö auttaa synnyttämään uusia teknis-tilallisia innovaatioita.

6. Lähteet

- Ahola, S. 2014. Putkimateriaalien kestävyys LVI-järjestelmissä. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu
- Habraken, N. J. 1972. Supports: an alternative to mass housing. London:ArchitecturalPress.
- Habraken, N.J. (Toim. Teicher J.) 1998. The Structure of the Ordinary: Form and Control in the Built Environment. Cambridge: MITPress.
- Hagner, B. 2016. Kun isoisä Fläktiltä pajatuhtottimen osti: LVI-alan historiakooste. Tampere
- Ilmonen & Pakkala. 2007. Vetovoimainen kerrostalo julkaisussa Kerrostalojen kehittäminen: talotyypiselvitys. (pp. 9-21). (Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja; No. 10).
- Krokfors, K. 2017. Time for space: typologically flexible and resilient buildings and the emergence of the creative dweller. Väitöskirja. Espoo: Aalto yliopisto.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. Viitattu 15.6.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.
- Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Sinkkilä, J., Tuunanen, A., Saarenpää, J. 1990. Kerrostalot 1940–1960. 2. painos (2016). Rakennustieto Oy
- Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Vikström, K., Mäenpää, R., Saarenpää, J., Tähti, E. 1994. Kerrostalot 1960–1975. 2. painos (2016). Rakennustieto Oy
- Neuvonen, P. 2015. Kerrostalot 1975–2000. Rakennustieto Oy
- Saarimaa & Pelsmakers. 2020. Better living environment today, more adaptable tomorrow? The Finnish Journal of Urban Studies 58, 2/2020.
- Sainio, J. Lämpö, vesi ja ilmanvaihto 1950-luvun kouluissa. Verkkosivu. Viitattu 15.8.2022 <http://www.koulurakennus.fi/1950-luvun-koulu/talotekniikka>
- Schmidt III, R. & Austin S. 2016. Adaptable Architecture: Theory and Practice. London: Routledge.
- Schneider, T. & Till, J. 2007. Flexible Housing. Amsterdam, Boston: ArchitecturalPress.
- SESKO. n.d. SFS 6000 uudistus 2022. Verkkosivu. Viitattu 22.11.2022. <https://sesko.fi/standardointi/sahkoasennukset/sfs-6000-uudistus-2022>
- SFS 6000-8-802:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8–802: Täydentävät vaatimukset. Sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustyöt. SESKO ry. 2017
- Strandell, A. 2017. Asukasbarometri 2016 – Kysely kaupunkimaisista asuin ympäristöistä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 19/2017.
- SVT, Suomen virallinen tilasto. 2022. Asunnot ja asuinolot [verkojulkaisu]. ISSN=1798–6745. 2017. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 11.8.2022]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/asas/2017/asas_2017_2018-05-17_tie_001_fi.html
- Tiainen, E. 2019. Sähköasennusmääräykset 1930-luvulta nykypäivään. ST 51.05. Sähkötieto ry.
- Tukes. n.d. Vanhat määräykset. Verkkosivu. Viitattu 22.11.2022. <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahko-asennusten-tekniset-vaatimukset/vanhat-maaraykset>
- Tuomi & Sarajärvi. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- Vainio, T. 2008. Kohti yksilöllisempää – Asuntotuotannon laatumuutokset 1990–2005. VTT 2008.

- Tarpio, J. 2015. Joustavan asunnon tilalliset logiikat: Erilaisiin käyttöihin mukautumiskykyisen asunnon tilallisista lähtökohdista ja suunnitteluperiaatteista. Väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Talotekniikkateollisuus. Talotekniikkainfo. Verkkosivusto. Viitattu 20.8.2022. <https://talotekniikkainfo.fi/>
- Vainio, T., Kuismanen, K., Ala-Kotila, P., Vesanen, T. 2021. Asuntotuotannon laatumutokset 2005–2020. Korkeampaa, tiiviimpää, energiatehokkaampaa. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:29.
- YM. 2017. 1010/ 2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Helsinki.
- YM. 2017. 1009/ 2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. Helsinki.
- YM. 2017. 1047/ 2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Helsinki.
- YM. 2022. Hallitus antoi eduskunnalle rakentamisen päästöjä vähentävät ja digitalisaatiota edistävät lakiesitykset. Ympäristöministeriö 15.9.2022. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/hallitus-antoi-eduskunnalle-rakentamisen-paastoja-vahentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lakiesitykset>.
- YM. Rakentamismääräykset. verkkosivu. Viitattu 20.11.2022 <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>.
- YM. Kulttuuriympäristomme.fi-palvelu. Verkkosivusto. Viitattu 22.8.2022. [https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Viisaita_korjausperiaatteita/Kerrostalojen_perusrakenteet_ja_talotekn\(37828\)](https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Viisaita_korjausperiaatteita/Kerrostalojen_perusrakenteet_ja_talotekn(37828))