



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KERROSTALORUNGON KEHITYS 1880-LUVULTA 2000-LUVULLE

Laura Paavoseppä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka

PAAVOSEPPÄ LAURA:
Kerrostalorungon kehitys 1800-luvulta 2000-luvulle

Opinnäytetyö 42 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2016

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia rakennusmääräysten ja -normien, sekä muiden rakennusalan ohjeistusten, vaikutusta kerrostalon rungon kehitykseen 1800-luvun lopusta 2000-luvulle. Opinnäytetyössä käsitellään rakennusrungon ja täydentävien rakennosien muuttumista käyttäen lähteinä rakennushistoriaa käsittelevää kirjallisuutta. 2000-luvun rakentamisen suunnat ja haasteet on käsitelty pintapuolisesti, sillä viimeisen 15 vuoden aikana julkaistut määräykset ja ohjeistukset kerrostalorakentamiseen tekisivät tästä opinnäytetyöstä liian laajan.

Kerrostalorakentamista ohjasi aluksi harvat valtion asettamat säädökset, jotka usein sisällytettiin kuntien omiin rakennusjärjestyksiin. Suomen ensimmäinen ympäristöministeriön laatima maankäyttö- ja rakennuslaki julkaistiin 1.7.1959 ja siitä lähtien suomalaista rakentamista on säädelty kunnan omien määräysten ja ohjeistusten lisäksi koko Suomea koskevalla lailla. Lakia täydentämään kehitettiin säädöksiä ja ohjeistuksia, joista koottiin Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Nykyajan kerrostalorakentamisen kulttuuriin on päästy yli 100 vuoden kehitystyöllä. Erityisesti rakenteiden kantavuuteen kiinnitettiin huomiota Helsingissä vuoden 1907 syyskuussa tapahtuneen tiilirunkoisen kerrostalon sortumisen jälkeen. Samoin Lahdessa vuonna 1963 sortunut teräsbetonirakenteinen kerrostalo toi ilmi talvibetonoinnissa ilmeviä vaaroja. Nykypäivän runkorakenteeseen onkin näin historian saatosta poimittu turvallisimmat, kustannustehokkaimmat ja asumiseltaan terveimmät rakenneratkaisut.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme of Civil engineering
Option of Building Construction

PAAVOSEPPÄ LAURA:

The high-rise building frame development from the 1800s to the 2000s

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 0 pages

May 2016

The purpose of this thesis is to investigate the impact of building codes and standards in the development of the Finnish high-rise buildings frame structure from the end of 1800s to the 2000s. The 2000s housing developments and challenges are dealt superficially in this thesis.

A Finnish apartment building began in the late 1800s due to the migration of population from the rural areas to urban centers. Former one- and two-storey buildings were no longer sufficient to inhabit the population. A need for a higher construction was born and constructions for firsts high-rise buildings began.

Before the year 1959 the construction was directed by each municipality's own building code. The Ministry of Environment published the first Finnish Land Use and Building Act 07.01.1959 and since then the Finnish construction has been regulated together by municipality's own regulations and guidelines and the Finnish Act.

Key words: high-rise building, building frame, frame structure, building code

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	Kerrostalarakentamisen läpimurtovuodet 1880–1940	8
2.1	Runkorakenteet	8
2.1.1	Ulkoseinät	9
2.1.2	Välipohja.....	11
2.1.3	Yläpohja ja vesikatto.....	14
2.2	Täydentävät rakennusosat.....	15
2.2.1	Parvekkeet.....	15
2.2.2	Hormit	16
2.2.3	Porraskäytävä	18
2.2.4	Ikkunat ja ovet.....	19
3	Modernin kerrostalarakentamisen aikakausi 1940–1960.....	21
3.1	Runkorakenteet	21
3.1.1	Ulkoseinä	22
3.1.2	Välipohja.....	24
3.1.3	Yläpohja ja vesikatto.....	26
3.2	Täydentävät rakennusosat.....	26
3.2.1	Parvekkeet.....	26
3.2.2	Hormit	27
3.2.3	Porraskäytävät.....	28
3.2.4	Ikkunat ja ovet.....	29
4	Rakentamisen teollistuminen 1960–1975.....	30
4.1	Runkorakenteet	30
4.1.1	Ulkoseinä	31
4.1.2	Välipohja.....	32
4.1.3	Yläpohja ja vesikatto.....	32
4.2	Täydentävät rakennusosat.....	33
4.2.1	Parvekkeet.....	33
4.2.2	Hormit	34
4.2.3	Porraskäytävät.....	35
4.2.4	Ikkunat ja ovet.....	35
5	Elementtirakentamisen kehittyminen 1975–2000	36
5.1	Runkorakenteet	36
5.1.1	Ulkoseinä	37
5.1.2	Välipohja.....	37
5.1.3	Yläpohja ja vesikatto.....	38

5.2	Täydentävät rakennusosat.....	38
5.2.1	Parvekkeet.....	38
5.2.2	Porraskäytävät.....	39
5.2.3	Ikkunat ja ovet.....	39
6	2000-luvun rakentamisen aikakausi	40
7	POHDINTA.....	41
	LÄHTEET.....	42

LYHENTEET JA TERMIT

Arava	vuonna 1949 perustettu Asuntorakennustuotannon valtuuskunta, joka järjesti halpakorkoisia lainoja asuntotuotantoon
BES	betonielementtistandardi
k-arvo	nykyään U-arvo, lämmönläpäisykerroin
kevytbetoni	höyrykarkaistu betoni, nykyään Siporex
lugino-massa	kipsistä, koksikuonasta, hiekasta ja liimasta valmistettu massa
rautabetonitekniikka	teräsbetonitekniikan edeltäjä, jossa käytettävää rautaa ei määritelty
singeli	luonnon pyöristämää pienikokoista kiviainesta, joka on seulottu sorasta erilleen
vekselipalkki	poikittaispalkki
voilokki	paksu huopamainen villakangas

1 JOHDANTO

Suomessa tarve monikerroksisille asuinkerrostaloille muodostui 1800-luvun lopussa ihmisten muuttaessa maaseuduilta kaupunkikeskittymiin maassa alkaneen teollistumisen myötä. Tarve tiheälle asutukselle oli suuri, sillä kaupunkien asukasluvu kasvoi nopeasti. Kaupungistumisen myötä keskustojen maanarvo kohosi, jolloin tontinomistajalle kannattavaksi tuli rakennuttaa useampia päällekkäisiä kerroksia. Kivirakentamisen myötä useamman kerroksen asuinkerrostalot alkoivat nousta kaupunkien keskustoihin.

Ensimmäiset rakennusmääräykset saivat alkunsa puurakenteisten kaupunkien tuhoutuessa suurtulipaloissa 1800-luvun alussa. Rakennusmääräyksillä on ollut suuri vaikutus suomalaisen kerrostalorakentamiseen aina palomääräysten syntymisestä 1800-luvulta nykyhetken energiatehokkuuteen. Ne ovat muovanneet rakentamista antaen suuntaviivoja niin rakenteiden suunnitteluun, kuin maankäyttöön ja kaavoitukseenkin, muodostaakseen mahdollisimman turvallisia asuintiloja ihmisille.

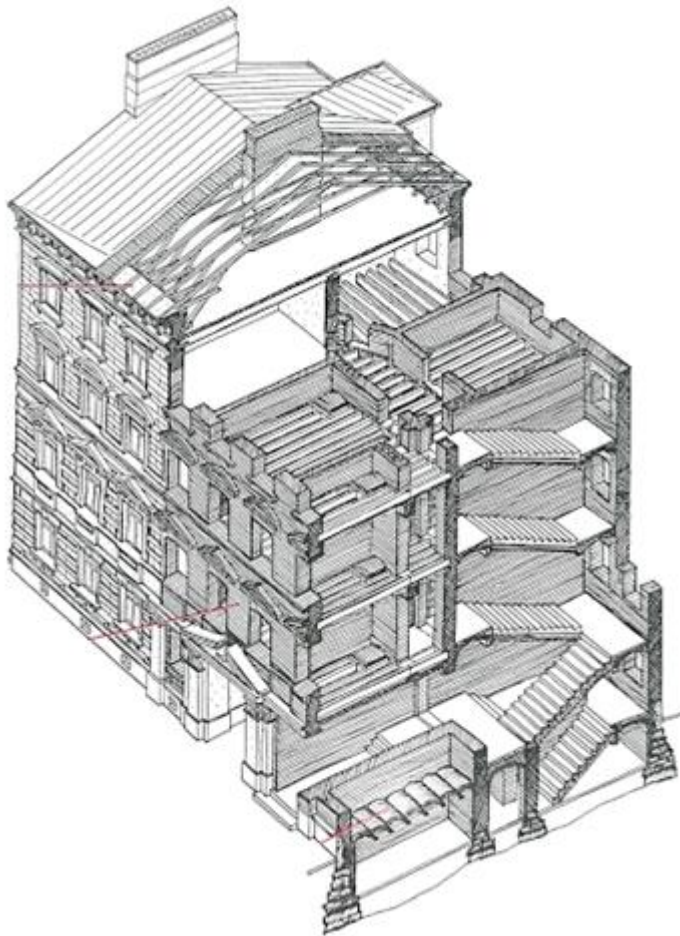
Virallisten rakennusmääräysten lisäksi Suomeen on kehittynyt merkittävä määrä määräyksiä täydentäviä ohjeistuksia. Sodan jälkeisen pääomaköyhän Suomen rakennusmääräysten muotoutumiseen vaikutti erityisesti Arava -rahoitteisten talojen rakentamiseen muodostetut määräykset ja ohjeet, joita myös vapaarahoitteisten kerrostalojen rakentamisessa käytettiin. Vuoden 1959 maankäyttö- ja rakennuslain rinnalle kehitettiin 1970-luvulla Suomen rakentamismääräyskokoelma, joka täydensi laissa määrättyjä kohtia erillisillä säädöksillä ja ohjeilla.

2 Kerrostalorakentamisen läpimurtovuodet 1880–1940

Kerrostalorakentamista ei tapahtunut Suomessa ennen 1880-luvun loppua. Esikuvat kerrostalorakentamiseen haettiin ulkomailta, joista varsinkin Ruotsi on toiminut esikuvana suomalaiselle rakentamiskulttuurille. Rakennuttajina toimi varakkaita yksityishenkilöitä, eikä erillisiä rakennuslakeja ollut. Maankäyttöä, kaavoitusta ja rakentamista sääteli kuitenkin kunnan oma rakennusjärjestys, jolla ohjeistettiin alkavaa kerrostalorakentamista.

2.1 Runkorakenteet

Ennen 1800-luvun loppua rakennusten käytetyin rakennusmateriaali oli puu. Kuitenkin vuonna 1856 annettujen kaupunkien yleisen rakennusjärjestyksen mukaan puutalot säädettiin enintään yksikerroksisiksi paloriskin takia (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 14), jolloin kiven käyttäminen rakennusaineena yleistyi. Yleisin runkorakenne vielä 1900-luvun alussakin oli tiilimuurirunko.



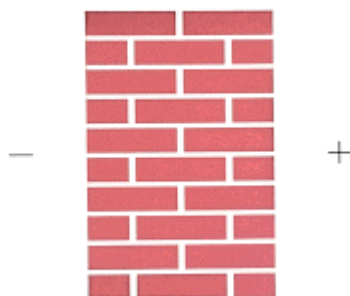
KUVA 1. Tiilimuurirunkoinen kerrostalo 1900-luvun vaihteessa (Neuvonen 2006, 42)

1900-luvun alussa Suomeen levisi rautabetonitekniikka, joka osoittautui käyttökelpoiseksi moniin eri tarkoituksiin. Materiaalina se oli lahoamaton ja paloturvallinen, ja rakennelujuutensa myötä mahdollisti uudenlaiset rakennetekniikan luomisen. Sementti oli tunnettu Suomessa jo pitkään, mutta betonia oli käytetty lähinnä julkisivukoristeissa (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 28). Ensimmäinen täysin betonirunkoinen talo valmistui Helsingin Aleksanterinkadulle vuonna 1909.

1900-luvun vaihteen rakennusjärjestyksissä asuinkerrostalojen korkeus oli rajattu viiteen asuinkerrokseen. Vuonna 1917 voimaan astuneessa rakennusjärjestyksessä kerrostalon korkeuden säätely vaihdettiin kerrosluvun määrästä julkisivulinjan avulla mitattavaan kokonaiskorkeuteen. 1920-luvun alussa säädöksen muutos mahdollisti kerrostalon asuinpinta-alan leviämisen ullakolle, jonne sisäänvedetyllä ullakkorakenteella saatiin rakennettua kuudes asuinkerros.

2.1.1 Ulkoseinät

1900-luvun vaihteessa kerrostalojen tiilirunkoinen seinärakenne pysyi lähes muuttumattomana. Yleisin ulkoseinärakenne oli kaksikivinen tiilimuuri, vaikkakin ensimmäisten rakennusjärjestysten mukaan saivat seinät olla ohuempia. Tiilen hyvän puristuslujuuden ja tiilien limityksen myötä kantavuus nousi harvoin tiilirungon mitoittavaksi tekijäksi. Vaadittavaan kantavuuteen päästiin jo 1,5 kiven tiilimuurilla, mutta rakenne ei lämmöneristävyydeltään ollut yhtä optimaalinen kuin kaksikivisellä rakenteella. Vuonna 1938 julkaistussa talonrakennustekniikan yleisesityksessä määrättiinkin alle kaksikiviset tiilimuurit ”eristettäväksi siten, että vastaava tulos saavutetaan” (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 64).

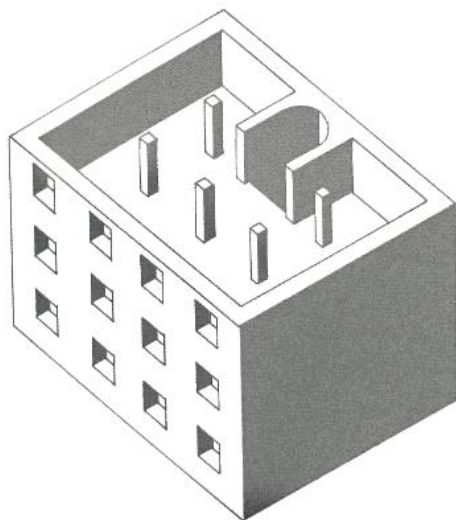


KUVA 2. Periaatekuva kaksikivisestä tiilimuurista. Tiilien limityksellä saatiin kantavuudeltaan tehokas rakenne (Neuvonen 2006, 16)

Vuosisadan alussa käyttöön otetut k-arvot (nyk. U-arvo) määrittivät seinältä vaadittavan lämmöneristyskyvyn, joka vuonna 1917 oli nyky-yksiköin ilmaistuna $1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 65). Vaadittavaan arvoon päästiin kaksikivisellä tiilirungolla, joka oli kantavuudeltaan ja lämmöneristävyydeltään toimiva rakenne. Rakenne varasi itseensä rakenteen sisäpuolella olevaa lämpöä tiilen korkean lämmönvarauskyvyn myötä, joka tasasi rakennuksen sisäpuolista lämpötilaa etenkin talvikausina.

1900-luvun alussa tiilirunkorakentamisen kanssa selkeäksi kilpailijaksi nousi Suomeen saapunut rautabetonitekniikka. Rautabetoni oli materiaalina monin verroin kantavampaa kuin tiilimuuri ja näin rautabetoniseinillä päästiin huomattavasti kapeampiin runkoseinä-rakenteisiin kuin tiilimuurilla. Samalla rungon pinta-alasta vapautui asuinpinta-alaa kerrostalon huoneistoille. Suomen ilmasto asetti kuitenkin rajoitteita rautabetonin käytölle ulkoseinämaterialina, sillä ilman erillistä lämmöneristyskerrosta betonin käyttö ulkoseinä-rakenteissa ei ollut mahdollista.

1920-luvulla tiilimuurirungon rinnalle nousi niin sanottu sekarunko, jossa rautabetonitekniikkaa käytettiin korvaamaan paksut kantavat tiiliväliseinät nyt rautabetonipilarein. Pian kuitenkin ongelmaksi muodostui kantavien rakenteiden epätasainen painuminen. Rautabetoni painui muurattuun tiiliseinään verraten hyvin vähän, mikä muodosti ongelmia esimerkiksi jatkuvissa välipohjapalkeissa. Rautabetonipilarien käyttäminen kantavina rakenteina jopa kiellettiin vuonna 1926 Helsingin rakennustarkastuskonttorin toimesta, eikä kiellon takia sekarunkoa juurikaan käytetty 1920-luvun lopun rakentamisessa (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 54).

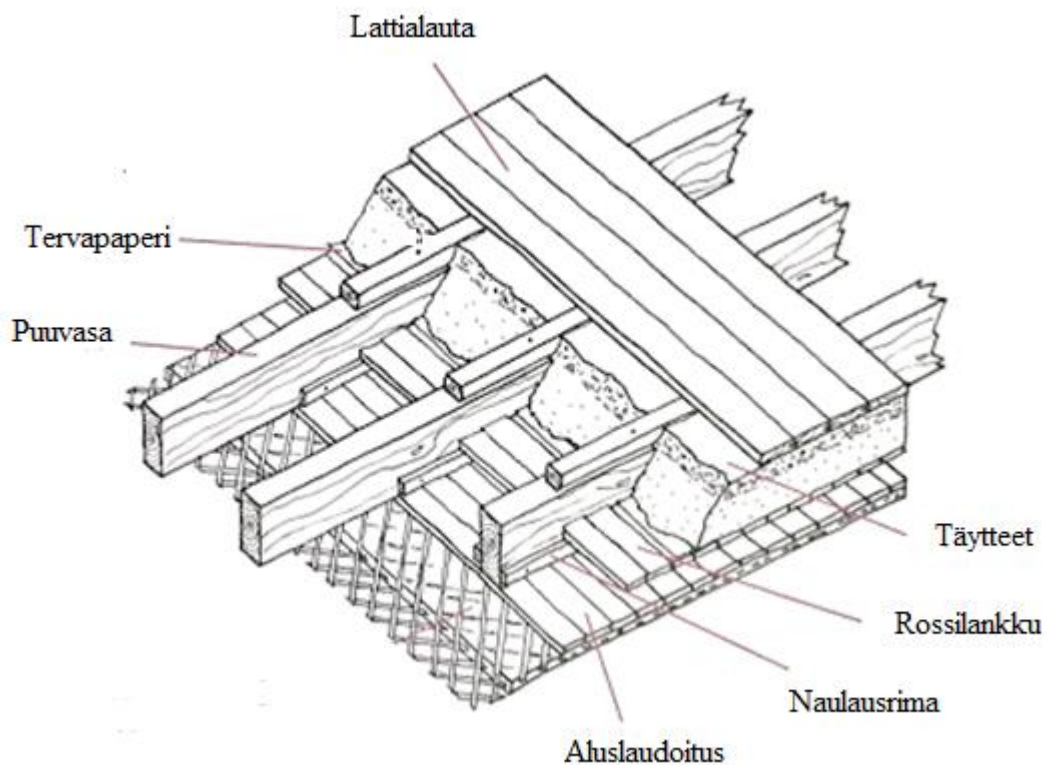


KUVA 3. Periaatekuva sekarungosta (Neuvonen 2006, 55)

Sekarungon läpimurto tapahtui uudestaan 1930-luvulla, kun ulkoseinien muurauksessa ryhdyttiin käyttämään kalkkisementtilaastia. Kalkkisementti painui muurauksen jälkeen hyvin vähän verrattuna ennen käytettyyn kalkkilaastiin ja se mahdollisti rautabetonipilariden paluun rakennuskulttuuriin. Sekarunko olikin yleisin kerrostalomuoto 1930-luvulla.

2.1.2 Välipohja

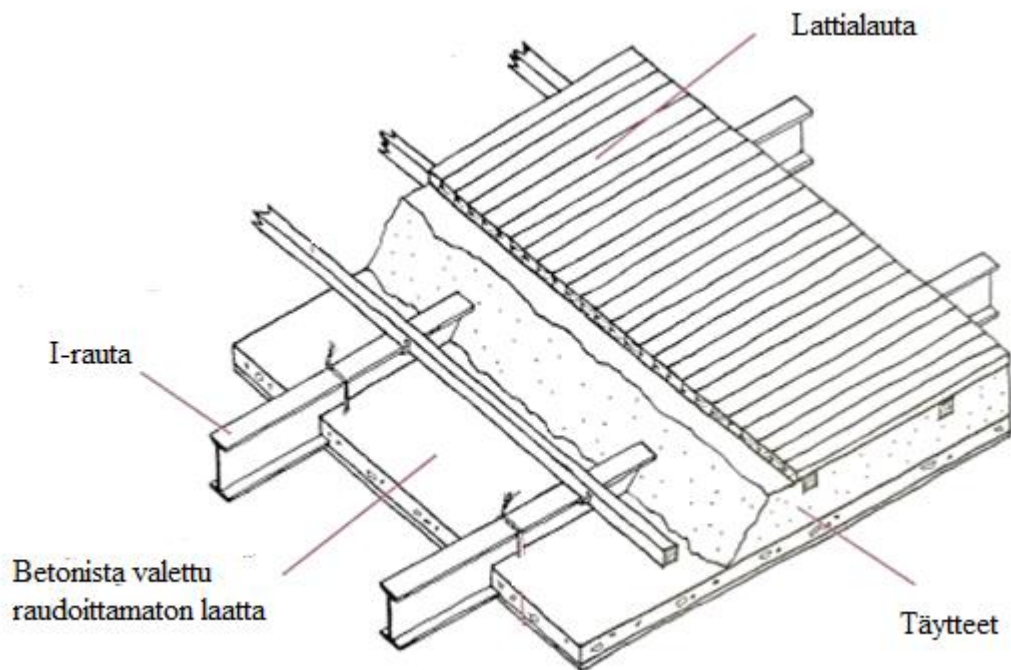
1920-lukuun asti kerrostalojen välipohjissa käytettiin puurunkoista rakennetta. Sen pääkannattimina toimivat jyrkät puivasat, jotka olivat 100–200mm leveitä ja 250–350mm korkeita sahattuja tai veistettyjä hirsiiä. Jotta välipohjarakenne otti tehokkaasti kuormitukset kantaakseen, oli vasojen välinen jako yleensä 500–700mm. Tarvittaessa rakennetta vahvistettiin joko vasojen kylkeen naulatuilla laudoilla tai välipohjan jäykistämiseksi ristikkäin vasojen väliin naulatuilla laudoilla. (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 88.)



KUVA 4. Puinen välipohjarakenne, jossa kantavina rakenteina toimivat puivasat (Neuvonen 2006, 19)

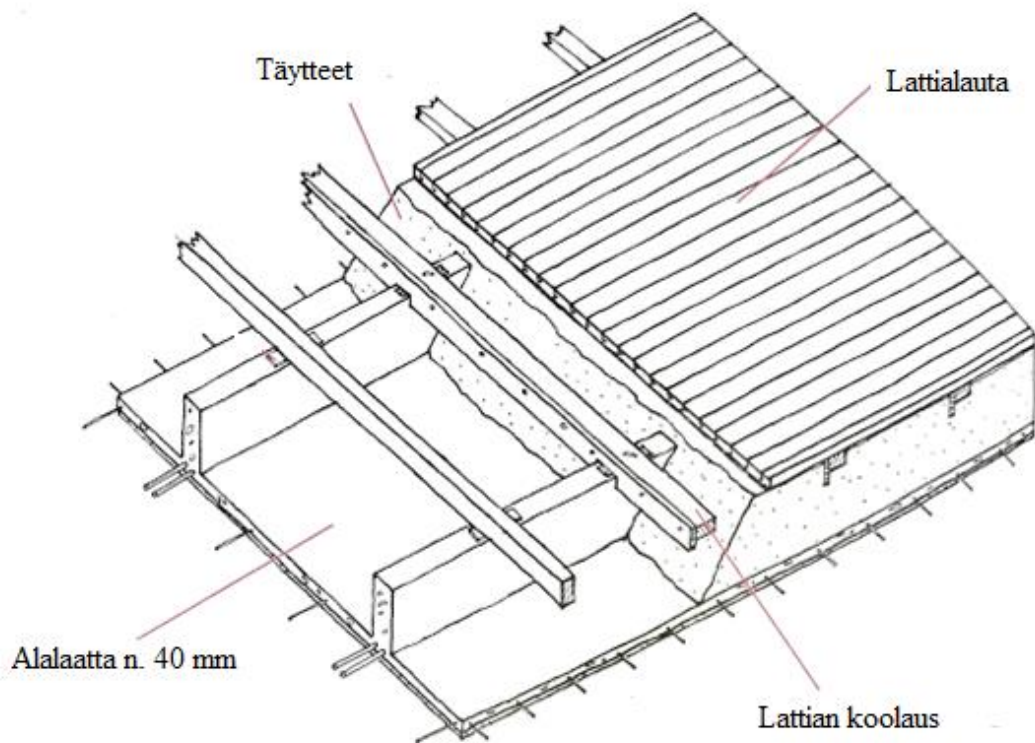
Paloturvallisuusmääräykset vaikuttivat ensimmäisten kerrostalojen välipohjiin vähän. Ainoat linjaukset tuolloin rakenteen paloturvallisuudesta koskivat lähinnä tulisijojen läheisyyteen rakennettavien välipohjien sekä kellarin ja ensimmäisen kerroksen välistä rakennetta. Tulisijan läheisyydessä vasat tuli tukea poikittaisen vekselipalkin ja lattarautaisten henkselilautojen avulla viereisiin välipohjavasoihin. Kellarit oli jo vuoden 1820 rakennusjärjestyksen mukaan holvattava, joka tarkoitti tuolloin rakentamista palamattomasta materiaalista (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 89). Vielä vuonna 1932 kellarit oli varustettava katolla, joka oli kosteus- ja paloteknisiltä ominaisuuksiltaan kestävä. Tämä toteutettiin yleensä sivelemällä holvi bitumisiveilyllä tai asfaltilla.

1920-luvun lopulla välipohjaratkaisuna käytettiin enää harvoin puisia välipohjia. Vuosina 1900–1915 paloturvallisuuden noustessa merkittäväksi tekijäksi välipohjissa, yleistyi välipohjarakenteissa I-rauta- ja ratakiskopalkit. Pian kuitenkin huomattiin paljaan raudan heikkous palotilanteessa palkkien menettäessä lujuutensa ja kantokykynsä. Rautapalkit tuli suojata jatkossa rappauksella tai ympäröidä ne kokonaan betonilla.



KUVA 5. I-raudallinen välipohjaratkaisu (Neuvonen 2006, 20)

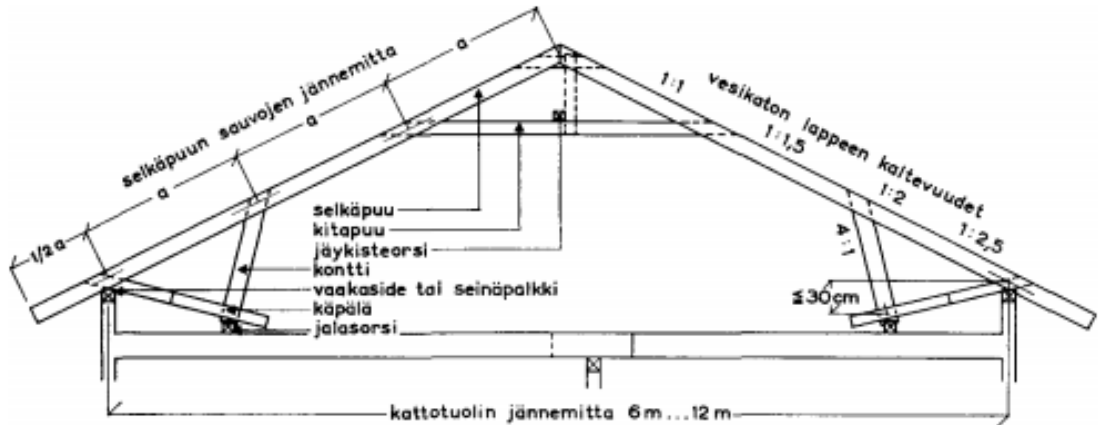
Rautabetoni yleistyi välipohjarakenteena 1900-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Aiemmin pääkannattimina toimineen rautapalkit korvattiin kokonaan raudan ja betonin yhteisrakenteella, jossa betoni otti vastaan puristusjännitykset ja rauta vetojännitykset. Yleisimmäksi rautabetonivälipohjarakenteeksi muodostui alalaattapalkisto, jonka kantavina rakenteina toimivat rautabetonista valetut palkit. Rakenteen paksuus oli määrätty vuonna 1929 vähintään 400 millimetriin, mikä teki siitä poikkeuksellisen paksun välipohjarakenteen. Betoni oli kuitenkin paloturvallinen materiaali ja muodostaessaan riittävän suojakerroksen raudoitteille oli kyseessä palotilanteessa hyvinkin kestävä välipohjarakaisu.



KUVA 6. Alalaattapalkisto välipohjarakenteena (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 94)

2.1.3 Yläpohja ja vesikatto

1900-luvun vaihteessa rakennettujen kerrostalojen yläpohjan ja vesikaton välinen ullakotila rakennettiin hyvin usein varasto- ja pyykinkuivaustiloiksi. Yleisin kattotuolimuoto oli ruotsalainen kattotuoli, jonka rakenne mahdollisti kylmien ullakkotilojen rakentamisen.



KUVA 7. Ruotsalainen kattotuoli. (RT 851.03 Ruotsalaiset kattotuolit 1963, 1)

Vuonna 1917 voimaan astunut rakennusjärjestys kumosi asuinkerrosluvun rajoittamisen viiteen uudella kerrostalon korkeutta määrävällä kokonaiskorkeudella. Tämä mahdollisti asuintilojen rakentamisen ullakkotiloihin, mikä 1920-luvun alussa nousikin pian valitsevaksi trendiksi rakentamisessa. Yleisin kattotuolimuoto oli jyrkkä mansardikatto.

Rakennusjärjestykset ottivat hyvin vähän kantaa vesikattorakenteisiin 1900-luvun alkupuolella. Niitä määrittivät lähinnä käyttötarkoitukset ja arkkitehtoniset mieltymykset, joista esimerkkinä määräys ullakkotilojen varustamisesta ikkunoin (Neuvonen 2006, 28). Vesikaton pintarakenteita ei saanut paloturvallisuussyistä rakentaa paloherkäästä materiaalista, ja näin yleisimmäksi pintamateriaaliksi yleistyi peltikatto. Kaupunkien tiheän rakentamisen vuoksi vierekkäisten tonttien asuinkerrostalot saattoivat olla hyvinkin lähellä toisiaan, jolloin palomääräykset velvoittivat rakentamaan vesikaton yli yltävän palomuurin rakentamista. Ullakot tuli varustaa myös savuluukuin, mitkä osaltaan lisäsivät paloturvallisuutta.

2.2 Täydentävät rakennusosat

Rakennusten täydentävillä rakenteilla oli paljon merkitystä myös asuinkerrostalon arkkitehtuuriin. Ikkunoilla ja parvekkeilla viestitettiin katukuvaan asumisen tasosta, jonka linja jatkui sisällä aina porraskäytävästä huoneistoihin asti. Koristeellisilla parvekkeilla ja ikkunoilla haluttiin luoda kuva korkeatuloisten asuinkerrostalosta, sillä erilliset koristeet julkisivussa tekivät rakentamisesta kalliimpaa. Hillitymmällä julkisivulla varustetuissa kerrostaloissa asui yleensä keskituloista väkeä, sillä rakentamisen kustannukset olivat pienempiä ja huoneistojen hinnat myös.

2.2.1 Parvekkeet

Huoneistokohtaiset parvekkeet olivat vielä hyvin harvinaisia 1900-luvun vaihteen kerrostalorakentamisessa ja ne toimivatkin enemmän katuarkkitehtuurisina osina. Pihan puolelle sijoitettavat porraskäytävien yhteydessä olevat seinästä ulkonevat tuuletusparvekkeet olivat kuitenkin jo kovin yleisiä. Sisäänvedettyjä parvekkeita esiintyi vähän ennen 1930-lukua, jolloin myös huoneistokohtaiset parvekkeet yleistyivät. Samalla yleisiksi tulivat myös ranskalaiset parvekkeet, joissa parvekeoven edessä oli kaide.

Ulkonevat tuuletusparvekkeet rakennettiin välipohjaan kiinnitettävien rataaksojen varaan, jotka joko valettiin rautabetonin sisään tai vaihtoehtoisesti niiden päälle asetettiin rautabetonilevy. 1930-luvulla huoneistokohtaisten parvekkeiden yleistyessä parvekkeiden yleisin rakenne oli valettu rautabetonilaatta, jossa harvoin oli enää kannattimina rautapalkkeja.



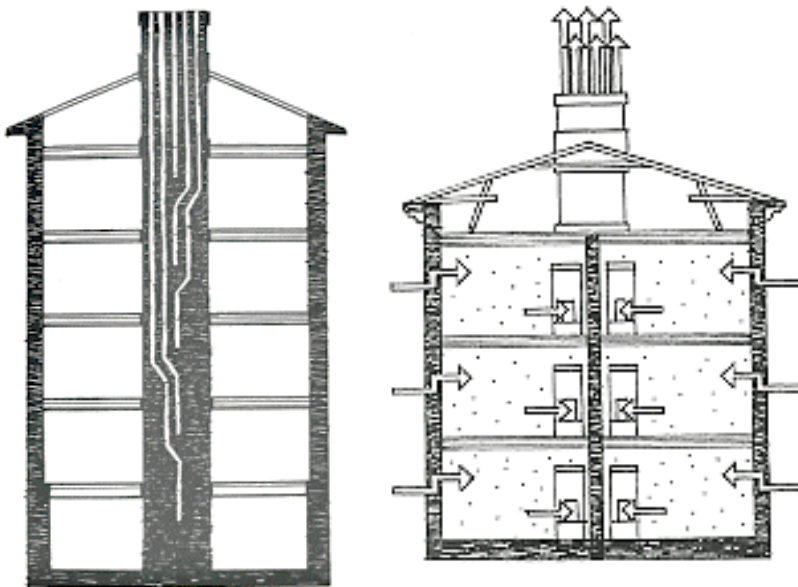
KUVA 8. Vuonna 1939 rakennetun tamperelaisen kerrostalon sisäpihan tuuletusparvekelinjastot.

Rakennusjärjestys otti 1900-luvun alussa vähän kantaa parvekkeiden turvallisuuteen. Parvekkeilla tuli olla putoamissuoja, joka yleensä oli teräksestä valmistettu teräsputkinen kaide varustettuna teräslevyillä.

2.2.2 Hormit

Ensimmäisissä kerrostaloissa lämmitys hoidettiin asuntoihin sijoitetuilla tulisijoilla. Savunpoisto tulisijoista hoidettiin erillisiin hormoneihin, jotka kuljettivat savun katon kautta savupiipun kautta pihalle. Tämä asetti hormoneille ja hormien lähellä oleville rakenteille erillisiä palovaatimuksia. Tulihormi oli rakennusmääräysten mukaan ympäröitävä vähintään puolen kiven muurauksella, joka välipohjien ja katon kohdalla nousi $\frac{3}{4}$ -kiveen. Tulihormi tuli myös ympäröitävä välipohjien kohdalla rautapellillä ja savupiippu rapattava (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 94). Kerrostalojen ilmanvaihdon toimiessa painovoimaisesti käytettiin tulihormeja myös pilaantuneen ilman poistoon. Tällöin uunin yläosaan saatettiin rakentaa erillinen venttiili, jonka kautta huoneilma pääsi poistumaan kulkematta tulipesän läpi.

Uunilämmityksen väistyessä 1910-luvulla ja keskuslämmityksen yleistyessä tulihormit poistuivat ja tilalle tulivat erilliset poistoilmahormit. Ilmanvaihdon toimiessa painovoimaisesti ulkoa otettavan kylmän korvausilman korvatessa lämmintä sisäilmaa poistui poistoilmahormien kautta katolle ja takaisin ulkoilmaan. Poistoilmahormit sijoitettiin rakennusten keskiosiin ja jokaisesta huoneistosta johdettiin oma poistoilmahorminsa aina ullakolle asti. Hormit kulkivat samalla kohdalla joka huoneistossa ja tällöin tiilirakenteiset hormit veivät verrattain paljon tilaa varsinkin korkeimmissa kerrostaloissa. Huoneistojen poistoilmahormeja ei saanut yhdistää, kuin äärimmäisen pakon edessä, etteivät huoneistojen väliset hajut ja pilaantunut ilma päässeet vahingossakaan liikkumaan toiseen asuinhuoneistoon. Korkeimmissa kerroksissa poistoilmahormit veivätkin jo merkittävän osan rakennuksen kerroksen rakenteiden pinta-alasta.



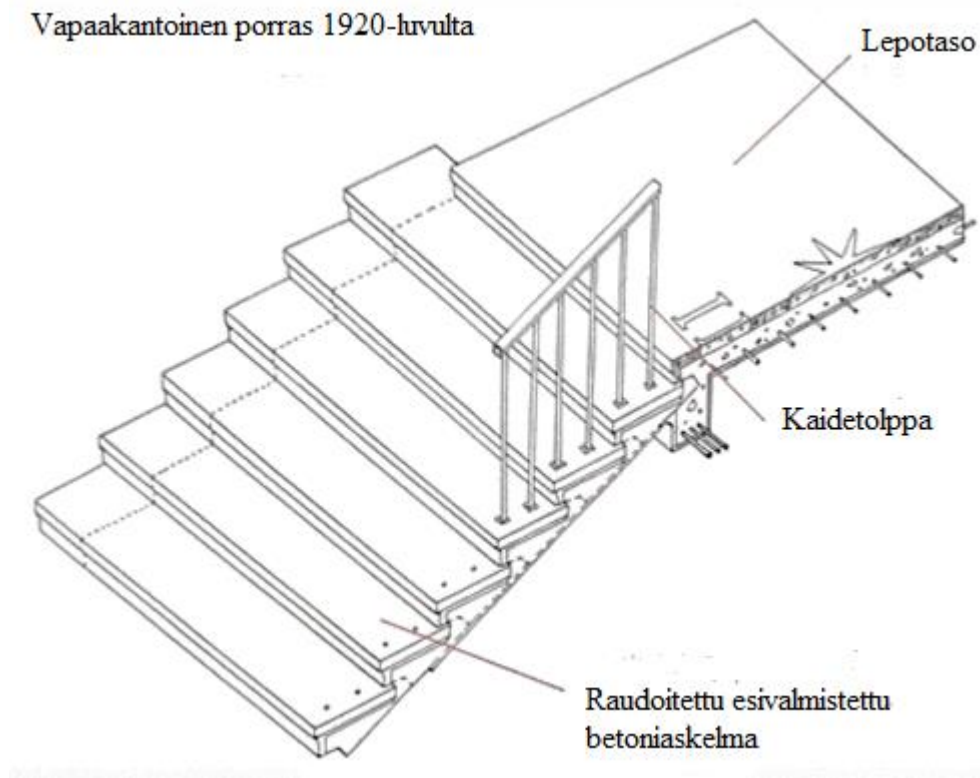
KUVA 9. Vasemmalla periaatekuva tulihormien sijoittelusta kerrostalon rakenteissa. Oikealla periaatekuva painovoimaisen ilmanvaihdon toiminnasta tulihormien kautta. (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 125–131)

Poistoilmahormit piti Helsingin rakennustarkastuskonttorin mukaan rakentaa tulenkestävästä materiaalista, joskaan ei yhtä paksua muuria tarvittu kuin tulihormissa. Aluksi hormit muurattiin tulihormin tapaan puolen kiven paksuisiksi, mutta myöhemmin hormit valmistettiin usein Lugino-massasta, riksilevyistä tai syrjätiileistä.

2.2.3 Porraskäytävä

1800-luvun lopussa ja vielä 1900-luvun alussakin kerrostaloihin johti yksi tilava pääportaikko, sekä sen lisäksi pienempi ns. keittiöporras. Vuoden 1875 rakennusjärjestys oli määrittänyt pääportaikolle minimileveydeksi 150 senttimetriä (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 116), mikä teki portaikoista tilavia. Portaikoissa oli lepotasanne, jolta yleensä oli kulku tuuletusparvekkeelle. Vuoden 1917 rakennusjärjestyksessä pääportaikon minimileveyttä kavennettiin 130 senttimetriin ja samalla määriteltiin portaikolla askelman suurin sallittu nousu 18 senttimetriä (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 116).

Vuosina 1900–1950 yleisin porrask rakenne oli vapaakantoinen porras. Portaikko koottiin erillisistä rautabetonisista askelmista, joista portaan toinen pää muurattiin kiinni porrashuoneen seinään toisen pään jäädessä ulokkeeksi. Ennen vuotta 1917 upotussyvyys oli ollut puolen kiven verran, millä säästettiin rakennuskustannuksissa porrashuoneen seinä rakennettaessa puolen kiven paksuiseksi. Kyseisen upotussyvyyden kantavuutta ei kuitenkaan pidetty riittävänä ja myöhemmin rakennusjärjestyksessä määrättiin erikseen upotussyvyudeksi 400mm, mikä teki porrashuoneiden seinistä samalla paksumpia.

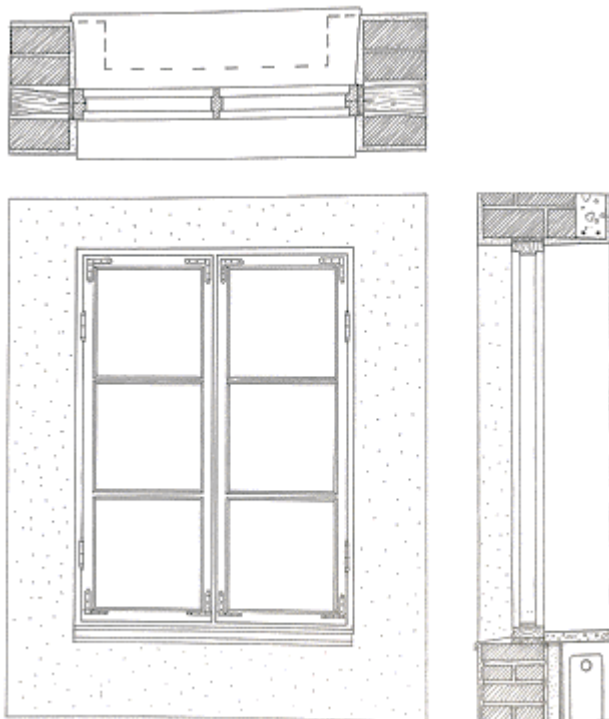


KUVA 10. Vapaakantoisen portaan kuva (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 117)

Hissit yleistyivät Suomessa asuinkerrostaloissa 1910-luvulla. Ennen tuota niitä ei asennettu edes viisikerroksisiin kerrostaloihin, mutta ne yleistyivät kuitenkin 1910-luvulla nopeasti neli- ja useampikerroksisissa taloissa. Ensimmäiset hissien asentamista ja käyttöä koskeneet määräykset astuivat voimaan vuonna 1906 (Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002, 120), joilla varmistettiin pääasiassa Ruotsista tuontitavarana tuotavien hissien oikea asennustapa. Hissikorien ovena oli liukuveräjä, sekä porrashuoneen keskelle sijoitettua hissikuilua ympäröi teräsverkko. Henkilöhissit olivat pieniä, muutaman ihmisen kantavia hissejä.

2.2.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunoiden muoto ja ulkonäkö vaihteli paljon 1900-luvun rakentamisessa. Ikkunoilla oli suuri osa kerrostalon arkkitehtuurisessa ulkonäössä ja niiden kautta oli helppo hakea uutta ulkonäköä rakennuksille. Erityisiä määräyksiä ikkunoille ei tänä aikana asetettu, sillä niiden pääasiallinen tarkoitus oli tuoda asuinhuoneistoihin valoa, vastata ilmanvaihdosta tuuletuksen muodossa sekä luoda näköyhteyttä ulos.



KUVA 11. Sisään-ulos-aukeava kaksilasinen ikkuna 1920-luvulta rakennedetaljeineen (Neuvonen 2006, 84)

Rakenteellisesti ikkunat olivat tavallisimmin kaksilasisia ja sisään–ulos-aukeavia. Ikkunamateriaalina yleensä oli mänty ja ikkunan karmit tulikin suojata huolellisesti kosteudelta jo rakennusaikana joko tervalla tai eristyspaperilla. Tiilimuurin ja karmin väli eristettiin voilokilla, jotta ikkunan ja seinän liittymä eristäisi lämpöä. Ikkunapenkit valmistettiin aluksi puusta, mutta ikkunoiden alle sijoitettavien lämpöpattereiden lämpö sai puun kuivumaan ja halkeilemaan. Myöhemmin ikkunapenkit valmistettiin paikallavalettuina betonista.

3 Modernin kerrostalorakentamisen aikakausi 1940–1960

Toinen maailmansota määritteli paljon vuosien 1940–1950 rakentamista. Sodan jälkeen rakentaminen oli vilkasta, mutta rakennusainepula esimerkiksi betoniteräksestä, tiilistä ja sementistä vaikeutti rakentamista. Pulaa ratkottiin rakenteiden mitoitusta muuttamalla ja korvikeaineita keksimällä.

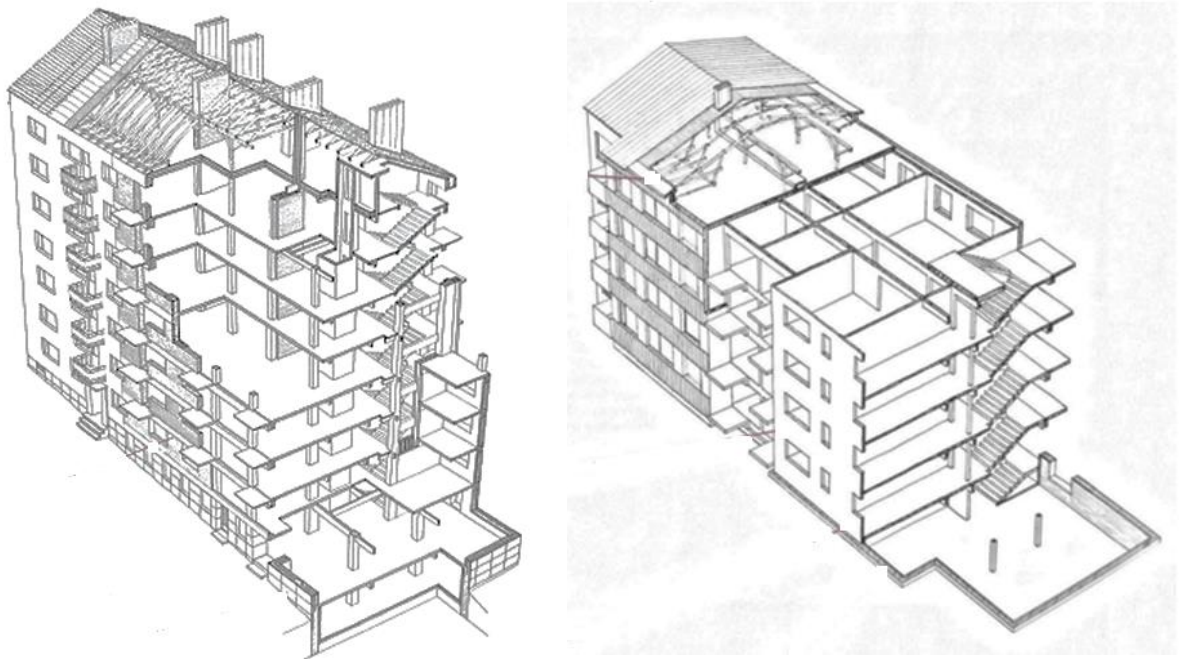
Asuntopulan myötä Suomessa syntyi ensimmäiset säätiöt, jotka rahoittivat rakentamista. Vuonna 1949 perustettiin Valtion Asuntotuotantotoimikunta eli Arava, joka rahoitti asuntorakentamista valtion halpakorkoisilla lainoilla (Neuvonen 2006, 84). Arava muodostui suureksi vaikuttajaksi suomalaiseen asuntorakentamiseen ja -suunnitteluun seuraavina vuosikymmeninä omilla ohjeillaan ja määräyksillään.

1950-luvulla asuntorakentamisessa tehtiin ensimmäisiä elementtirakentamisen kokeiluja. Esimerkiksi portaat ja parvekkeet oli helppo tuottaa elementeistä ja osaltaan nopeuttivat rakennusprosessia. Vasta lähempänä 1960-luvun taitetta teollinen elementtituotanto alkoi suuremmassa mittakaavassa ja ensimmäinen betonisandwich-runkoinen asuinkerrostalo valmistui Helsinkiin 1958.

3.1 Runkorakenteet

Tiilimuurirunko pysyi edelleen yhtenä runkotyyppinä kerrostalorakentamisessa vielä 1960-luvulle asti. Sekarunko valtasi kuitenkin rakentamismarkkinat ja oli yleisin runkorakenne 1940–1960-luvuilla. Sen suosio perustui osaltaan massiivisille ulkoseinille ja teräsbetonipilareille jaettuun kuormitukseen, joka teki siitä sota-ajan vahingoille kestävästä rakenteesta.

Teräsbetoni (ent. rautabetoni) valtasi asuntorakentamismarkkinat 1950-luvulla. Rakentaminen nopeutui betonivalujen myötä, ja näin pystyttiin vastaamaan valtavaan asuntopulaan nopeasti. Ensimmäisinä betonitaloina olivat runkotyyppiltään betonipilarirungot, joissa kuormitukset johdettiin teräsbetonipilareille. Ulkoseinät eivät enää toimineet kantavina rakenteina, vaan ne rakennettiin teräsbetonipilareiden väliin esimerkiksi muuramalla.



KUVA 12. Betonipilarirunko (vas.) ja betoniseinärunko (oik.). (Neuvonen 2006, 120–126)

1950-luvun lopulla betoni nousi käytetyimmäksi rakennusmateriaaliksi kerrostalorakentamisessa. Betoniseinärunko muodostui tällöin yleiseksi runkotyypiksi. Sen kaikki seinät olivat kantavia ja väliseinätkin rakennettiin teräsbetonista. Betoniseinärungon myötä kehittyi kerrostalorakentamiseen kirjahyllyrunгон ja betonisandwich-rakenteiden käyttöönotto 1960-luvun vaihteessa.

3.1.1 Ulkoseinä

Betonipilarirungon myötä kahden kiven tiilimuuri muodostui tarpeettoman paksuksi ulkoseinärakenteeksi ja kalliiksi, sillä tiilistä oli sodan jälkeen suuri pula. Määräykset vaativat kuitenkin ulkoseinältä samaa lämmöneristyskykyä kuin ennenkin, joten seinärakenteita tuli eristää tiilimäärän pienetessä. Yleisimmäksi seinärakenteeksi muodostui kaksipuolinen tiiliverhomuuraus, jossa verhorakenteena käytettiin $\frac{1}{2}$ - ja $\frac{1}{4}$ -kiven muurausta. Tiilimuurausten välissä eristeenä toimi kevytbetoni, jolla saavutettiin 100–200 millimetrin kerroksena vaadittu lämmöneristyskyky (Mäkiö 1990, 217).

Rakenne rapattiin ulkoapäin lisäämään lämmöneristyskykyä ja kosteudenhallintaa. Kerrostalon ylimmissä kerroksissa voitiin sallia pelkkä kevytbetoninen seinärakenne, joka ei kuitenkaan ollut suotavaa karkaisemattoman kevytbetonin sääherkkyyden takia.

Kantava seinärakenne ($r_0 =$ kuivatiavuuspari, kg/dm^3)	Kevytbetonieristyksen suositeltava vähimmäispaksuus, cm			
	Etelä-Suomi, $Q = 110$		Pohjois-Suomi, $Q = 410$	
	$r_0 = 0,4$	$r_0 = 0,65$	$r_0 = 0,4$	$r_0 = 0,65$
1 kiven punatiiliseinä, tiilen $r_0 = 1,6—1,8$	13	17	15	20
1 ½ » » » $r_0 = 1,6—1,8$	10	13	12	16
1 kiven kalkkiahiekkatiiliseinä, tiilen $r_0 = 1,7—1,8$	15	19	17	22
1 ½ kiven kalkkiahiekkatiiliseinä, tiilen $r_0 = 1,7—1,8$	12	16	14	19
Teräsbetoniseinä 15—25 cm	18	24	20	27
Tärytiiliseinä 20 cm $r_0 = 1,3—1,45$	13	17	15	20

KUVA 13. Vuoden 1946 Rakennusinsinööriyhdistys ry:n ohjeistus kevytbetonieristeisen ulkoseinän eristepaksuudelle (Mäkiö 1990, 217)

Betonin syrjäyttäessä tiilen rakennusaineena kiinnitettiin huomiota betoniseinän paksuuden riittävän kantavuuden saavuttamiseksi. Koska väliseinätkin toimivat betoniseinärungon kantavana rakenteena, vaadittiin niiltä samaa kantokykyä kuin ulkoseiniltäkin. Yleiseksi ulkoseinärakenteeksi vakiintui 150mm paksu betoniseinä, joka raudoitettiin vain aukkojen ja välipohjien liittymien kohdalta (Neuvonen 2006, 91). Koska betoniseinä vaati lämmönläpäisevyytensä takia ulkopuolisen eristyksen, käytettiin eristeenä lisäksi joko kevytbetonikerrosta tai 5 tuuman (127mm) paksuista lastuvillalevyä. Lastuvillalevyn ulkoverhouksena käytettiin asbestisementtilevyä, sillä asbestia pidettiin vielä tällöin loistavana sään- ja palonkestävänä rakenteena, joka eristi hyvin lämpöäkin. Asbestin haitalliset terveysvaikutukset havaittiin vasta vuosikymmeniä myöhemmin.

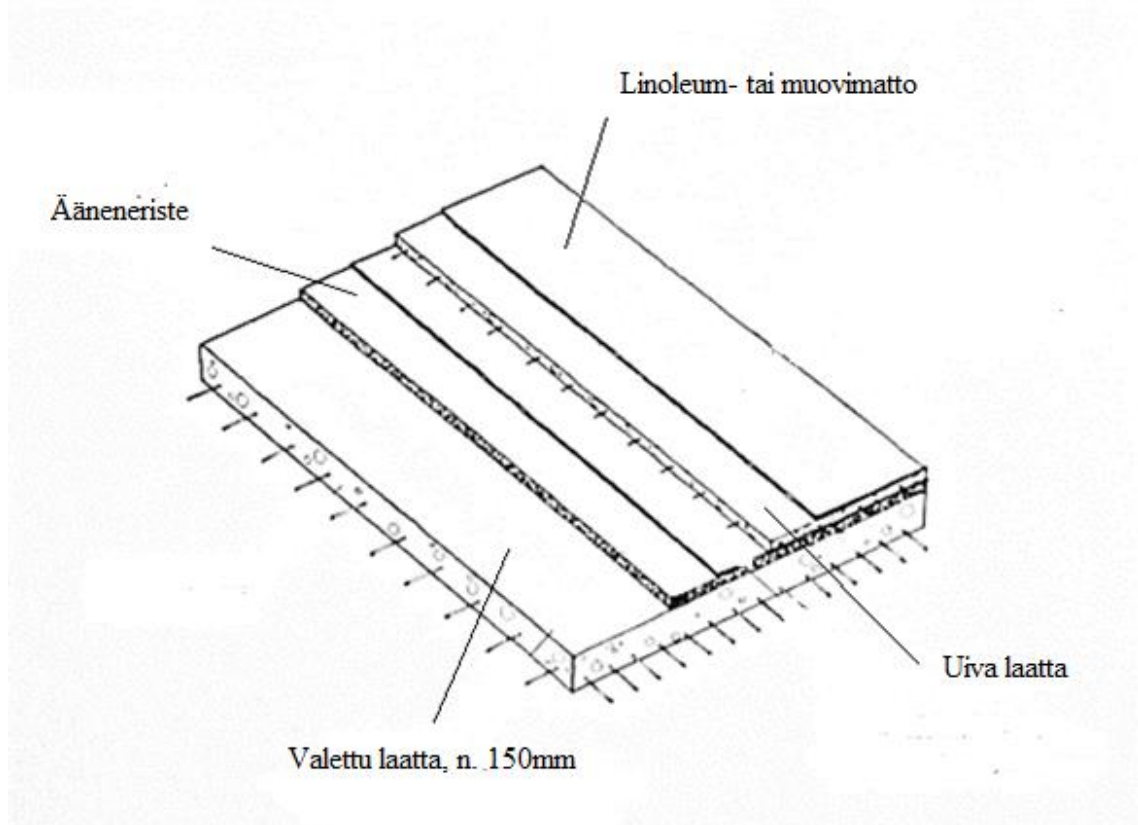


KUVA 14. Asbestilevytyksellä verhoiltu kerrostalon julkisivu Tampereen Härmälässä.

Raudoituksen lisääntyessä betonirakenteessa otti vuoden 1946 Betoninormit enemmän kantaa teräsbetonirakenteiden paksuuteen. Kantavan teräsbetoniseinän sai vain poikkeuksellisesti ja staattisten laskelmien perusteella tehdä 130mm ohuemmaksi tai 250mm paksummaksi. Määräykset edellyttivät teräslaadun St 37 käyttöä teräsbetonirakenteessa. Vuoden 1954 Betoninormit kasvatti seinän vähimmäispaksuutta 150 millimetriin sekä määräsi porrashuoneen seinän paksuudeksi 200 mm, mikäli seinään kiinnitettiin vapaa-kantoisia porraskaskelmia. (Mäkiö 1990, 206–210). Kantavien väliseinien tuli olla yhtä paksuja kuin ulkoseinän kantava betonirakenne, jotta kuormien jakautuminen kantaville seinille oli tasaista.

3.1.2 Välipohja

Alalaattapalkisto säilyi yleisimpänä välipohjarakenteena 1940-luvun. Sodan jälkeen se oli rakenteena kustannustehokas, sillä sen muodostamiin palkkeihin ja ohueen alalaattaan meni suhteessa vähän kallisarvoista betonia ja terästä. Rakennusainerajoitteiden poistuttua 1950-luvun taitteessa alalaattapalkisto muodostui liian työlääksi ja hitaaksi rakenteeksi monimutkaisten muottitöidensä takia. Alalaattapalkiston syrjäytti pian massiivilaatta, johon kului suhteessa huomattavasti enemmän betonia ja terästä, mutta oli nopeampi rakentaa yksinkertaisten muottitöiden ansiosta.



KUVA 15. Rakennekerroskuva askeläänieristetyistä massiivilaattavälipohjasta

Massiivilaatta oli rakenteeltaan huomattavasti alalaattapalkistoa kapeampi. Massiivilaattassa kantavana osana oli 150–170mm paksu, jopa kahteen suuntaan kantava teräsbetoni-laatta. Pintavalun ja mahdollisen askeläänieristeen myötä rakenteen rakennekorkeus oli noin 200–300mm (vrt. alalaattapalkiston korkeus noin 400mm). Sisäministeriö antoi syyskuussa 1953 asetuksen, jossa asuinkerrostalon huonekorkeus säädettiin vähintään 240 millimetriin, kolmi- tai useampikerroksisissa kerrostaloissa vähintään 250 millimetriin (Mäkiö 1990, 25). Huonekorkeuden määräyksen myötä massiivilaatta yleistyi ainoksi välipohjarakenteeksi, sillä säädellyn huonekorkeuden ja kapean välipohjarakenteen myötä pystyttiin rakentamaan taloudellisemmin enemmän asuinkerroksia kerrostalon kokonaiskorkeuden kuitenkin nousematta liian korkeaksi.

3.1.3 Yläpohja ja vesikatto

Sodan jälkeen säännöstelyviranomaiset kielsivät tasakattojen käyttämisen asuinkerrostalojen rakenteena. Kerroslukusäännöstelyn kumoutumisen myötä ullakolle ei enää tarvinnut rakentaa asuintiloja, joten ullakkotilat hyödynnettiin taas varastotiloina ja näin 1940–1960-luvuilla yleisimmät kattomuodot olivat harja- ja aumakatto. Ullakkotilojen kanssa hyväksi havaittua ruotsalaista kattotuolia käytettiin kantavana rakenteena.

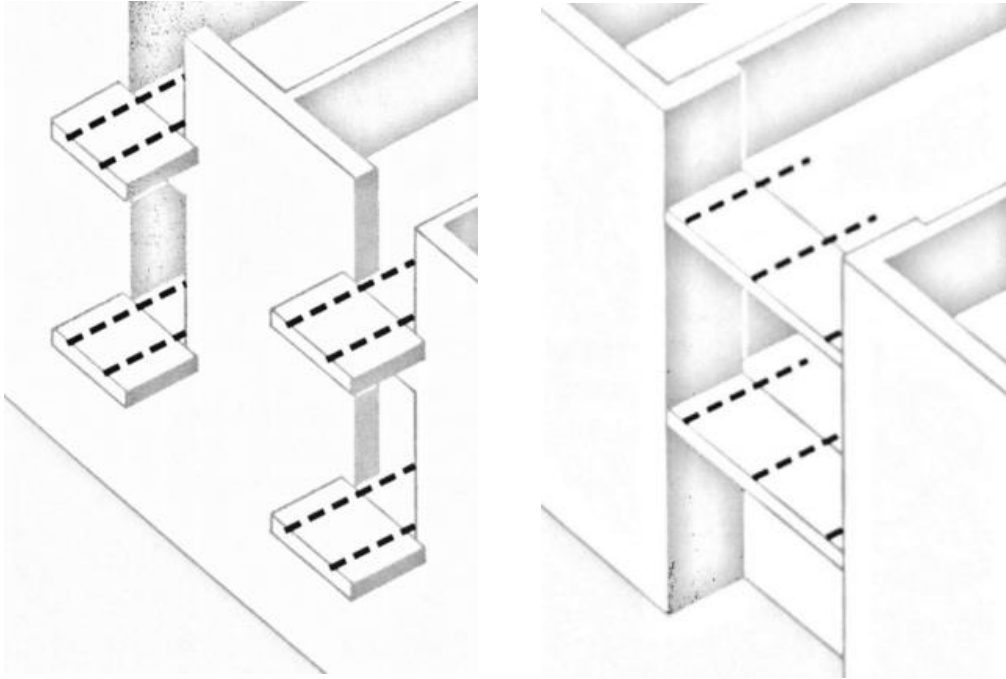
1940-luvun lopun palomääräysten myötä puurakenteisten räystäiden tekeminen oli mahdollista vain avoimen kaavoituksen alueilla (Mäkiö 1990, 132). Kaavoitetuilla alueilla paloturvallisuuteen kiinnitettiin enemmän huomiota: räystäät tuli tehdä teräsbetonista sekä yläpohjan ja vesikatteen tuli olla palonkestävä. 1950-luvun puoleen väliin asti yleisin katemateriaali oli tiili, sillä pellistä oli pulaa. 50-luvun lopulla pelti palasi kuitenkin yleisimmäksi katemateriaaliksi.

3.2 Täydentävät rakennusosat

Rakennusaineiden pula ja nopea asuinkerrostalojen rakentaminen näkyi erityisesti julkisivuissa. Koristeelliset julkisivut ja parvekkeet vaihtuivat yksinkertaisiin, nopeasti rakennettaviin rakenteisiin. Nopean rakentamisen tarpeeseen vastattiin kehittämällä ensimmäisiä standardeja esimerkiksi ikkunoille ja oville, joista julkaistiinkin ensimmäiset RT-kortiston lehdet vuonna 1943 (Mäkiö 1990, 28). Elementtirakentamisestakin haettiin ratkaisua nopeampaan asuntotuotantoon ja porraselementit yleistyivät työmailla. Näin rakentaminen nopeutui erityisesti täydentävien rakenteiden osalta huomattavasti.

3.2.1 Parvekkeet

Ennen 1940-lukua huoneistokohtaiset parvekkeet olivat hyvin harvinaisia. Sodan jälkeen ne kuitenkin yleistyivät erityisesti isoimmissa asunnoissa. Aluksi parvekkeet olivat ulokeparvekkeita, joiden kantavana rakenteena toimi aikaisemminkin hyväksi havaittu rata-kiskon kannattelema teräsbetoninen ulokelaatta. Kaiteena oli teräksinen kaide, joka saatettiin verhoilla markiisikankaalla tai asbestilevyillä lisäämään parvekkeen yksityisyyttä.



KUVA 16. Periaatekuvat ulokeparvekkeesta (vas.) ja sisäänvedetystä parvekkeesta (oik.), sekä parvekkeiden periaatteellinen kannatusmenetelmä (Neuvonen 2006, 103)

1950-luvulla parvekkeet yleistyivät lähes poikkeuksetta jokaiseen asuntoon. Parvekkeet muodostuivat kaupunkilaisten omiksi kesähuoneiksi, jolloin niistä haluttiin kookkaampia ja suojaavampia. Suosituimmaksi parvekemalliksi nousi sisäänvedetty parveke, joka mahdollisti runkoon upotettuna suojaisan ja kookkaan parvekerakenteen. Arava-rahoitteisissa asuinkerrostaloissa parvekkeiden rakentaminen pienempiin asuntoihin oli kiellettyä (Mäkiö 1990, 103), jolloin näihin asuntoihin yleensä rakennettiin ranskalainen parveke vastaamaan kesähuoneen tarvetta.

3.2.2 Hormit

1950-luvun alkupuolella koneellinen ilmanpoisto alkoi yleistyä asuinkerrostaloissa. Jokaisen huoneiston oma poistohormi korvattiin huoneistojen yhdellä yhteisellä poistohormilla, sillä koneellisen poiston myötä poistoilman ei oletettu siirtyvän huoneistojen välillä. Uusi hormirakenne säästi pinta-alaa erityisesti ylemmän kerroksen huoneistoista. Haittoina oli kuitenkin yhteisen hormikanavan kautta liikkuvat hajut ja äänet, sekä paloturvallisuuden heikkeneminen.

Paloturvallisuuden takaamiseksi pystysuorien ilmanvaihtokanavien seinämät tuli tehdä palonkestäviksi sekä vaakasuorien kanavien seinämät paloa pidättäviksi. Lisäksi paloturvallisuuden lisäämiseksi ei asuinhuoneistojen poistoilmahormiin saanut liittää mahdollisen autohallin tai liikehuoneiston poistoilmahormia. Ilmanvaihtokanavat tuli varustaa puhdistamista varten enintään 8 metrin välein luukuilla (Mäkiö 1990, 179–185). Puhdistamisella ylläpidettiin paloturvallisuutta, jottei mahdollinen tulipalo päässyt hormin liikaisten seinien kautta etenemään muihin huoneistoihin.

Koneellisen ilmanpoiston myötä kiinnitettiin enemmän huomiota hormien lämmön- ja ääneneristykseen. Hormit, jotka kuljettivat erityisesti lämmintä ja kosteaa ilmaa (esimerkiksi kylpyhuoneista) kylmempien tilojen läpi tuli eristää ulkoapäin (Mäkiö 1990, 183). Ilmanpoistokoneet olivat aikaisempaan painovoimaiseen ilmanpoistoon verrattuna äännekkäitä ja ääneneristysyistä koneen puhaltimien liikkuvat osat eivät saaneet olla kosketuksissa rakennusrunkoon. Koneet perustettiinkin ullakolla yleensä jonkun värinää ehkäisevän materiaalin varaan.

3.2.3 Porraskäytävät

Vuosina 1940–1960 porraskäytävät rakennettiin yhä erityistä huolellisuutta käyttäen. Rakennusmääräykset velvoittivat vuoteen 1959 asti porraskäytävissä olevan luonnonvaloa (Neuvonen 2006, 108), jolloin porraskäytävä rakennettiin yleensä ulkoseinän yhteyteen. Luonnonvalon pääsy portaikkoon hoitui tuuletusparvekkeiden ja ikkunoiden avulla, joita pyrittiin sijoittamaan jokaiselle lepotasanteelle. Helsingin vuoden 1945 rakennusjärjestys vaati portaiden vähimmäisleveydeksi 120cm, askelman enimmäiskorkeudeksi 18cm ja askelman vähimmäisleveydeksi 27cm, jolloin portaiden vähimmäismitoituksen ja asuinpinta-alan maksimoinnin myötä yleisimmäksi porraskäytäväksi muodostui kaksivartinen portas.

Sisäasianministeriö antoi vuonna 1936 palonkestävyyden luokittelupäätöksen, joka edellytti erityisesti kerrostalojen porraskäytävältä palon leviämistä estäviä tai hidastavia rakenteita (Mäkiö 1990, 213). Portaati tuli tehdä palonkestävinä tai paloa pidättävinä, minkä takia portaati olivat lähes poikkeuksetta betonista valettuja. Porrashuoneen yläosaan tuli tehdä paloluukku, joka kuitenkin useimmiten korvattiin porrashuoneen ikkunoilla. Porrashuoneen ja huoneiston välisen oven tuli estää palon leviäminen huoneistosta toiseen ja tällöin sen tuli olla ainakin paloa hidastava.

3.2.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunat muodostuivat 1940-luvulla hyvin samanlaiseksi, eikä yhtä suurta ikkunaruuu- vaihtelevuutta kuin aiemmin enää nähty. Sodan jälkeen lasista oli pulaa, joten ikkunala- seja oli saatavana vain 2mm tai 3mm paksuisina. Energiansäästösyistä suurien ikkunoiden tekeminen haluttiin kieltää, joten määräysten vaatima 15 prosentin ikkunapinta-ala julki- sivun pinta-alasta pyrittiin tekemään edullisesti rakentamalla mahdollisimman paljon sa- manlaisia ja -kokoisia ikkunoita.

Ensimmäisten RT-kortistojen ilmestymisen myötä vuoden 1943 jälkeen asuinkerrosta- loissa yleistyivät standardikokoiset ikkunat. RT-kortistoilla pyrittiin vähentämään ikku- noiden suurta kokovaihtelua luomalla standardimitoitetuille ikkunoille selkeät ohjeistuk- set suunnittelulle ja asentamiselle.

Sisäministeriön paloluokitukset vaikuttivat myös asuinhuoneistojen ulko-oviin. Porras- huoneen ja huoneiston välisen oven tuli estää palon leviäminen huoneistosta toiseen ja tällöin sen tuli olla ainakin paloa hidastava. Vuonna 1950 huoneistojen sisällä sallittiin puurunkoiset, kevyet väliseinät, jolloin asuinhuoneistojen ulko-ovien tuli olla puolipalo- ovia. Puolipalo-oven perustyyppi oli 44mm paksu umpipuuovi, joka verhoiltiin ohuilla asbesti- ja teräslevyillä.

4 Rakentamisen teollistuminen 1960–1975

Vuosina 1960–1970 Suomessa yhteiskunta kävi läpi suurta rakennemuutosta. Maaseuduilta muutti väestöä kaupunkeihin, mikä nosti asuntotarvetta merkittävästi. Asuntopula vaati nopeaa rakennustahtia, mikä synnytti Suomeen teollistuvan rakennuskulttuurin. Koristeellisten keskustan kerrostalojen sijaan keskityttiin rakentamaan kerrostalolähiöitä kauemmas keskustasta. Vuonna 1974 Suomessa valmistui yhteensä 46 200 kerrostaloasuntoa, mikä on maamme kaikkien aikojen asuntotuotannon ennätys.

Arava-ohjeiden mukaan rakennukset ja niiden osat oli pyrittävä tuottamaan mahdollisimman pitkälle teollisesti. Huoneistojen tuli olla mahdollisimman pitkälle samanlaisia, eikä rakennuksessa saanut olla tarpeettomia ulokkeita tai mutkia. Kohdekohtainen suunnittelu vaihtui valmiiksi moduulimitoitettujen ja standardoitujen mallilamellien käyttöön ja suunnittelijan työksi jäi lähinnä valmiiden lomakkeiden lähettäminen eteenpäin (Mäkiö 1994, 143).

4.1 Runkorakenteet

Rakentamisen teollistumisen myötä elementtirakentaminen yleistyi räjähdysmäisesti. Osaelementtimenetelmällä toteutettu kirjahyllyrunko oli Suomen yleisin runkoratkaisu 1960-luvun loppuun asti. Rakentamista nopeuttaakseen ulkoseinät koottiin elementeistä, jolloin paikalla valettavaksi jäivät vain kantavat väliseinät sekä välipohjat.

Suomalainen BES-järjestelmä julkistettiin vuonna 1970. BES-järjestelmässä standardoitiin betonielementit ja niiden liitosdetaljit siten, että urakoitsijat voivat hankkia valmisosia samaan rakennukseen useilta toimittajilta (Elementtirakentamisen historia, Elementtisuunnittelun [www-sivusto](#)). 1970-luvun runkoratkaisuksi muodostui täyselementeistä koottu kirjahyllyrunko. Ulkoseinät ja huoneistojen väliset seinät toimivat kantavina rakenteina, joille ohjattiin ontelo- tai kotelolaattavälipohjilta kuormitukset. Suomeen ensimmäinen täysin BES-järjestelmällä rakennettu kerrostalo valmistui vuonna 1971 Tampereelle (Neuvonen 2006, 150).



KUVA 17. Suomen ensimmäinen täysin BES-järjestelmällä rakennettu kerrostalo Tampereen Nekalassa.

4.1.1 Ulkoseinä

Ulkoseinäelementit vaihtuivat kevytbetonilla eristetyistä rakenteista sandwich-rakenteeksi, jossa kahden betonikuoren väliin laitettiin lämmöneriste. Sandwich rakenteessa sisäkuori toimii kantavana osana, jonka paksuus määräytyi voimassa olevien kantavien betoniseinien määräysten mukaan 150 millimetriin. Huoneistojen väliset seinät sekä rakennuksen päätyseinät toimivat elementtirungossa kantavina rakenteina. Ei-kantavien seinien sisäkuoren paksuutta ei säädelty yhtä tarkasti, jolloin sen paksuus vaihteli 70–100 millimetriin. Ulkokuoren paksuudella ei ollut kantavuuden kannalta merkitystä, jolloin sen paksuus vaihteli 40 millimetristä 60 millimetriin.

Rakennusinsinööriyhdistys ry julkaisu vuonna 1962 ensimmäiset varsinaiset lämmöneristysnormit numerolla RIY A43. Julkaisun mukaan ulkoilmaa vasten olevan seinän tuli lämmönläpäisyluvultaan olla enintään $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ Etelä-Suomessa ja $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ Pohjois-Suomessa. Sandwich-rakenteessa vaadittavaan lämmöneristykseen päästiin 100–120mm paksuisella mineraalivillakerroksella (Kouhia, Nieminen & Pulakka 2010, 14).

4.1.2 Välipohja

Paikallavalettu massiivinen teräsbetonilaatta säilytti yleisyytensä aina 1970-luvun alkupuoliskolle asti. Vuonna 1967 julkaistut ääneneristysnormit velvoittivat välipohjarakenteelta 54 dB:n ilmaääneneristävyttä, jolloin teräsbetonilaatan paksuuden tuli olla vähintään 200mm (Mäkiö 1994, 71). Kantava osa valettiin 150 tai 160mm paksuiseksi, jonka päälle laitettiin ohut ääneneriste estämään askeläänien etenemistä. Pintaan valettiin 40 tai 50mm vahvuinen raudoitettu uiva laatta, joka kuitenkin ääneneristeestä riippuen saattoi läpäistä eristekerroksen ja näin heikentää ääneneristävyttä.

BES-järjestelmään välipohjarakenteeksi valikoitui esijännitetty ontelolaatta. Paikallavalettuun massiivilaattaan verrattuna ontelolaatan 13 metrin maksimijänne (vrt. 5–6m massiivilaatalla) poisti huoneistojen sisäisten kantavien väliseinien tarpeen ja huoneistojen huonejärjestelystä tuli vapaampaa. Ontelolaatan standardipaksuus 265mm täytti osaltaan ääneneristysnormien vaatimukset, mutta askelääneneristävyydeltään ontelolaatta oli huono välipohjaratkaisu ja vaati lähes poikkeuksetta lattian pintarakenteelta erillisen askeläänieristyskerroksen.

4.1.3 Yläpohja ja vesikatto

1960-luvun alkupuoliskon jälkeen käyttöullakoista luovuttiin lähes poikkeuksetta. Loivat harjakatot sekä erilaiset porrastetut harja- ja pulpettikatot olivat yleisiä ennen tasakattorakenteen yleistymistä 1970-luvun alussa. Osaksi kerrostaloissa toteutettiin myös valetasakattoja, jossa räystään yli nostettu päätyseinä peitti loivan harjakaton todellisen muodon.

Tasakattorakenne toteutettiin suoraan lämmöneristeen varaan. Lämmöneristysvaatimukset vaativat kattorakenteelta $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ lämmönläpäisevyyttä, jolloin betonisen yläpohjajaelementin päälle asennettiin yleensä kevytsoraa 250–350mm, mineraalivillaa 125–150mm tai vaahtomuovia 8–120mm kerros (Mäkiö 1994, 75). Lämmöneristekerros kalettiin singelillä suojatulla huovalla, joka kuitenkin teki vesikattorakenteesta helposti rikkoutuvan ja näin vesivahinkojen todennäköisyys oli suurempi.

4.2 Täydentävät rakennusosat

Elementtitekniikan myötä rakennusten täydennysosat pyrittiin tuotannon helpottamiseksi rakentamaan mahdollisimman samanlaisiksi. Aikaisempien vuosikymmenten koristeellinen arkkitehtuurisuus sai viimeistään 1960-luvun alussa väistyä standardoitujen ja moduulimitoitettujen rakenneosien muodostaman julkisivun tieltä.

4.2.1 Parvekkeet

Vuoteen 1968 Arava kielsi huoneistoparvekkeiden rakentamisen yksiöihin ja kaksioihin. 1970-luvun elementtirakentamisen yleistymisen ja Aravan parvekesäätelyn loppumisen myötä kerrostalolähiöihin haluttiin ihmisille rakentaa omia kesähuoneita. Parvekelaatat oli jo 1950–1960-lukujen vaihteesta asti rakennettu elementeistä, mikä helpotti niiden suhteuttamista osaksi uutta BES-järjestelmää.

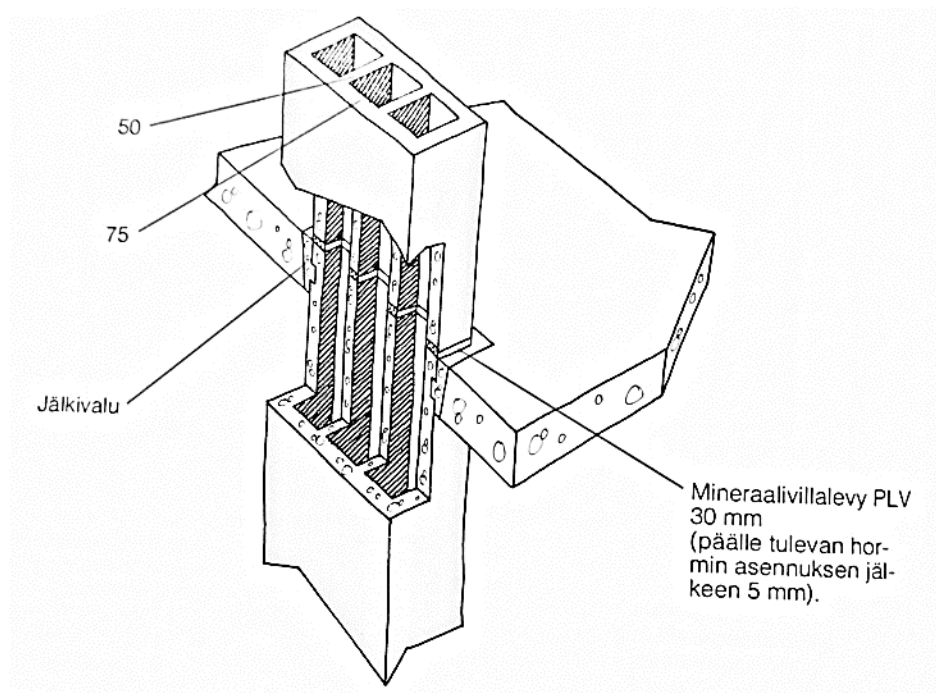


KUVA 18. Rungon ulkopuolinen parveketorni, jossa elementtiparvekelaatat kannatetaan pieliseinillä.

Aravan parvekesäätelyn loputtua jokaiseen huoneistoon oli mahdollista rakentaa oma huoneistoparvekkeensa. Parvekkeen leveyden piti kuitenkin olla vähintään vain 150cm ja sisäänvedettynä rakenteena se muodosti turhan pieniä kulmia ja muotoja. Parvekkeet sijoiteltiin 1960-luvun lopulta alkaen rungon ulkopuolelle rakennettavaan parveketorniin, jonka pieliseinät kantoivat parvekkeiden kuormat perustuksille (kts. kuva 19). Parveketorni poisti myös turhien kylmäsiltojen muodostumisen parvekelaatasta välipohjarakenteeseen ja näin mahdollisti tehokkaamman huoneiston ulkoseinän lämmöneristyksen.

4.2.2 Hormit

Aiemmin muuratut tai paikallavaletut hormirakenteet korvattiin 1960-luvulla kerroksen korkuisilla (2800mm) elementeillä. Ne sijoiteltiin kylpyhuoneen yhteyteen, jotta samalla hormirakenteella pystyttiin hoitamaan myös vesi- ja viemäröintiputkistojen kuljettaminen kerroksesta toiseen. Poistoilmanvaihto toimi kerrostaloissa yhä koneellisesti. Hormielementtien liitoskohdat osoittautuivat vaikeiksi rakenteiksi, sillä niiden saaminen ilmatii- viiksi oli hankalaa.



KUVA 19. Hormielementin liitos välipohjarakenteeseen (Mäkiö 1994, 94)

4.2.3 Porraskäytävät

1960-luvulla luonnonvalon pääsyä porrashuoneeseen ei määräyksissä enää vaadittu. Luonnonvalolla valaistut portaikot vaihtuivat sähkövalaistuihin porrashuoneisiin, jossa ainut luonnonvalo saattoi tulla porrashuoneen kattoon asennetusta kattoikkunasta. Huoneistoparvekkeiden yleistyttyä tuuletusparvekkeiden tarve väheni, jolloin portaikot pystyttiin sijoittamaan rakennuksen keskelle. Kaksivartinen porras säilytti valta-asemansa, mutta myös kierreportaat yleistyivät. Hissiä ei saanut Aravan ohjeistusten mukaan rakentaa alle viisikerroksisiin taloihin, pois lukien invalidi- ja vanhustentalot.

Suurin vaikutus porrashuoneisiin oli palomääräysten päätös uloskäytävistä vuonna 1964. Uloskäytävän korkeuden tuli olla vähintään 2100mm. Porrasaskelmien nousun tuli olla enintään 160mm ja askelman etenemän enintään 270mm. Ensimmäistä kertaa porrashuoneiden kaiteisiin kiinnitettiin huomiota ja yleensä teräskaiteena toteutettavan rakenteen kaiteen yläreunan korkeuden tuli olla vähintään 1000mm joko lattiapinnasta tai portaan askelman etureunasta katsottuna.

4.2.4 Ikkunat ja ovet

Sarjatuotannon etujen saamiseksi ikkunatyyppeiden määrä pyrittiin Arava-ohjeiden mukaan rajoittamaan. Jokainen asuinhuone tuli varustaa avattavalla tuuletusikkunalla pois lukien ne huoneet, joissa oli parvekeovi. Ikkunat olivat 1970-luvun puoliväliin saakka sisään-sisään-aukeavia kaksilasisia puuikkunoita, jotka asennettiin elementteihin joko työmaalla tai jo elementtitehtaalla. Ikkunat tuli asentaa sen verran väljästi, että koneellisen ilmanvaihdon poistamalle ilmalle tuli korvausilma ikkunoiden raoista.

Palomääräyspäätökset uloskäytävistä vaikuttivat huoneistojen ulko-ovien kehitykseen. Huoneistosta uloskäytävään johtavalta ovelta vaadittiin vähimmäisleveys 800mm sekä vapaa vähimmäiskorkeus 1950mm. Porraskäytävään johtava huoneiston ulko-ovi toimi myös ilmanvaihdon kannalta korvausilmareittinä, vaikkakin pian kyseenalaistettiin porraskäytävästä saatavan korvausilman laatu ja ovet tuli asentaa paikoilleen tiiviimmin.

5 Elementtirakentamisen kehittyminen 1975–2000

Tehokas elementtirakentaminen tähtäsi nopeaan tuotantoon. Tämä sai kuitenkin aikaan 1970-luvun loppupuolella vahvan vastareaktion, joka kyseenalaisti nopeasti tuotettujen kerrostalolähiöiden ja -asuntojen terveellisen asumisen ja viihtyvyyden. 1980-luvun alkupuolella kiinnitettiin enemmän huomiota asuinalueiden ja asuntojen viihtyvyyteen ja sitä ohjailtiin myös monilla määräyksillä ja ohjeistuksilla.

Arava vaikutti ohjeistuksillaan enemmän kuin aiemmin. Jopa vapaarahoitteisissa kerrostalohankkeissa käytettiin Aravan ohjeistuksia suunnittelupohjana, vaikkeivat ohjeistukset vapaarahoitteisuuden takia niitä koskeneetkaan. Vuosina 1980–2000 kehiteltiin monia rakentamista ja suunnittelua ohjaavia määräyksiä ja ohjeita, jotka toimivat pohjustuksena 1.1.2000 julkaistuun uuteen maankäyttö- ja rakennuslakiin.

5.1 Runkorakenteet

Elementtirakenteinen kirjahyllyrunko säilyi yleisimpänä runkorakenteena aina 2000-luvun taitteeseen asti. 1980-luvun vaihteen jälkeen elementtien monimuotoisuus kasvoi ja kehittyneemmän elementtitekniikan myötä aukotuksia ei tarvinnut tehdä enää elementin keskelle. 1990-luvulla betonirunkoisten kerrostalojen rinnalle nousivat myös teräs- ja puurakenteiset kerrostalot. Ensimmäinen kantavilla teräsrakenteilla rakennettu asuinkerrostalorunko valmistui Tampereelle Tammelaan vuonna 1991. Muutamia teräsrunkoisia kerrostaloja valmistui Suomeen 1990-luvulla, mutta suurempaa suosiota teräs ei kerrostalon runkorakenteena saanut.

Vuonna 1997 Suomen rakennusmääräyskokoelman osa E1 salli jälleen 3-4-kerroksisten puutalojen rakentamisen. Ylöjärven asuntomessuille vuonna 1996 nousivat ensimmäiset koeluontoiset 3-kerroksiset puutalot, joiden jälkeen Suomeen rakennettiin 1990-luvulla yhteensä parikymmentä puukerrostaloa. Puukerrostalojen rakentaminen jäi kuitenkin vähäiseksi, ennen kuin puukerrostalojen rakentaminen aktivoitui uudelleen 2010-luvulla.

5.1.1 Ulkoseinä

Yleisin ulkoseinärakenne vuosina 1975–2000 oli ehdottomasti betonisandwich-rakenne. Kahden betonikuoren väliin sijoitettu eristekerros muodosti tehokkaan rakenteen, jonka paksuus oli helposti säädeltävissä. Käytetyin eriste oli mineraalivilla, jonka paksuus betonisandwich-rakenteessa kasvoi samaa tahtia viranomaismääräysten kanssa. Vuosina 1975–1985 lämmöneristysvaatimukset täytti 120mm vahvuinen mineraalivillakerros, mutta jo 1990-luvun alusta vaadittiin 150mm kerros (Neuvonen 2015, 42)

1980-luvulla havahduttiin elementtien pitkäaikaiskestävyyteen. Ulkokuoren paksuutta kasvatettiin, mikä lisäsi raudoitteiden suojabetonikerrosta ja ehkäisi näin raudoitteiden korroosiota. 1970-luvun alussa ulkokuoren paksuus oli noin 50-60mm, kun jo 1990-luvulla betonikerros kasvatettiin 70–80 millimetriin (Neuvonen 2015, 42). Ensimmäistä kertaa kiinnitettiin huomiota myös ulkokuoren betonin pakkasenkestävyyteen ja vuonna 1980 normeissa esitettiin ensimmäiset pakkasenkestävyysvaatimukset. Yleisin lujuusluokka betonille 1980-luvulla oli K25, joka kasvoi Valmisosarakentamisen ohjeistuksen suosituksesta K45:een vuonna 1995, mikäli rakenteessa käytettiin tavallisia raudoitteita.

5.1.2 Välipohja

Ontelolaatasto säilytti yleisyytensä myös vuosina 1975–2000. Ontelolaatan vakioleveyden (12M) rinnalle kehitettiin myös 600/900 millimetriä leveitä ontelolaattoja, joita oli mahdollista saada erikoistilauksesta (Neuvonen 2015, 54). Kerrostalojen kerroskorkeutta kasvatettiin 280 senttimetrinä 300 senttimetriin Suomen rakennusmääräyskokoelmassa vuonna 1995, mikä mahdollisti myös 320mm paksuisen ontelolaattarakenteen käytön.

Vuoteen 2000 asti 265mm paksun ontelolaatan nähtiin sellaisenaan eristävän riittävästi kerrosten välistä ääntä. Vuoden 2000 uusien ääneneristysvaatimusten mukana kiristyi askeläänieristys, jonka vaatimukset pelkkä ontelolaatta täytti lattiamateriaalin ollessa muovimatto. Parkettipinta vaati ontelolaatan päälle asennettavaksi erillisen vaimentavan alusmateriaalin.

5.1.3 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjassa käytettiin samaa rakennetta kuin kerrostalon välipohjissa. Useasti yläpohjarakenne oli kuitenkin noin 10-20mm välipohjarakennetta ohuempi. 320mm vahvuista ontelolaattavälipohjarakennetta käytettäessä yläpohjarakenne tehtiin 265mm ontelolaatasta. Lämmöneristysvaatimukset velvoittivat vuodesta 1979 eteenpäin käytettäväksi k-arvoa 0,23 W/m²K, joka myöhemmin vuonna 1985 laskettiin arvoon 0,22 W/m²K.

Tasakattojen rinnalle nousi 1980–1990-luvuilla harja- ja pulpettikatot. Rakennusmarkkinoille uutena tuotteena tullut puhallusvilla helpotti eristeen asentamista kattoristikoiden lomaan. Vuoden 1985 lämmöneristysvaatimukset täyttyivät noin 210mm puhallusvilla-kerroksella.

5.2 Täydentävät rakennusosat

1970-luvun lopulla asuinrakennusten viihtyvyyteen kiinnitettiin enemmän huomiota, kuin 1960-luvun sarjatuotannolla tuotettujen kerrostalojen suunnitteluun. Julkisivuihin haluttiin värejä ja muotoja, eikä 1970-luvun alun betonikuutioita viihtyvyyden takia haluttu suunnitella. Arkkitehtuuri palasi kerrostalokulttuuriin ja kerrostaloista haluttiin enemmän yksilöllisempiä.

Parvekkeet, ikkunat ja porraskäytävät kokivat paljon rakennusmääräysten ja muiden ohjeistusten myötä muutoksia, mutta hormirakenne pysyi lähes muuttumattomana. Siksi sitä ei tässä kappaleessa käsitellä.

5.2.1 Parvekkeet

Vuonna 1977 Arava-ohjeistus asetti voimaan määräyksen, jonka mukaan kaikkiin asuntoihin tuli rakentaa parveke tai piha-alueeseen liittyvä terassi (Neuvonen 2015, 50). Parvekkeen vähimmäissyvyys kasvoi 150 senttimetrinä 180 senttimetriin ja vähimmäispituudeksi määritettiin 300cm. Parvekkeet lasitettiin ympärivuotisen käytön maksimoinniksi ja myös parvekerakenteen säilymisen vuoksi.

Parvekkeet sijoitettiin ja kannateltiin 1980–1990-luvuilla entistä vaihtelevammin. Pieliseinät (ks. kuva 18) vaihtuivat pieliseinän ja betonipilarin yhteistoimintaan, jossa betonipilarilla kannatettiin parvekelinjan toinen puoli. Toisinaan parveke ripustettiin kokonaan terästankojen varaan, mikä mahdollisti parvekkeiden entistä vapaamman sijoittelun. Myöhemmin parvekkeet sijoitettiin rungon muotoon tehtyjen kulmien kohdalle, jotta niistä tuli entistä suojaisampia paikkoja ihmisten katseilta.

5.2.2 Porraskäytävät

Porrashuoneet toteutettiin 1980–1990-luvuilla yhä vähimmäismitoituksella, jolloin porrashuoneen leveys on ollut 250-260mm. Määräykset edellyttivät vähintään 16-nousuisen portaan rakentamista kerrosten välillä aina vuoteen 1995, jolloin kerroskorkeuden nostaminen edellytti vähintään 17-nousuisen portaikon rakentamista. Asuntohallitus vaati vuodesta 1979 eteenpäin hissittömissä taloissa käytettäväksi suoravartisia portaita. Kierreportaat kuitenkin yleistyivät hissien yleistymisen myötä varsinkin 1970- ja 1980-lukujen vaihteen jälkeen.

Esteettömyys nousi tärkeäksi rakentamista ohjaavaksi suunnaksi. Hissit yleistyivät kerrostaloissa, sillä vuonna 1982 suunnitteluohjeissa vaadittiin nelikerroksisiin kerrostaloihin hissit (Neuvonen 2015, 67). Hissikorin sisämittojen tuli suunnitteluohjeiden mukaan olla vähintään 900 mm x 1600 mm. 1990-luvun lopussa hissejä sääteli myös EU:n hissidirektiivi 95/16/EY, joka määräsi hissikorit varustettavaksi ovella. Direktiivi myös standardoi hissikorien mitat kahteen korikokoon: 1100 x 1400 (mm) ja 1100 x 2100 (mm).

5.2.3 Ikkunat ja ovet

Vuoden 1970-luvun puolivälissä entisistä kaksilasisista ikkunoista siirryttiin energiakriisin takia kolmilasiseen ikkunaratkaisuun. Kolmilasisen ikkunan lämmönläpäisykerroin oli valoaukon kohdalla 1,85–1,95 W/m²K mikä oli kaksilasisen ikkunan lämmönläpäisyarvoon 2,75 W/m²K verrattuna huomattava parannus kerrostalojen energiatehokkuuteen. Ikkunoiden määrää ja kokoa säädeltiin asumisviihtyvyyden ja -terveyden nimissä niin, että huoneiston huoneen ikkunan valo-aukon pinta-alan tuli olla 1/10 huoneen pinta-alasta. Asuntohallituksen (ent. Arava) mukaan ikkunapinta-ala ei kuitenkaan saanut ylittää 17 %:a julkisivun pinta-alasta.

6 2000-luvun rakentamisen aikakausi

Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki astui voimaan 1.1.2000. Se uusittiin ensimmäistä kertaa sitten vuonna 1959 voimaan astuneen rakennuslain tilalle, ja näin vaikutti suuresti uusilla säädöksillään 2000-luvun rakentamiseen. Uuden maankäyttö- ja rakennuslain päähuomio oli rakentamisen esteettömyydessä, rakenteiden terveellisyydessä ja rakennuksen energiatehokkuudessa.

Elementtirakentaminen on 2000-luvulla säilyttänyt asemansa kerrostalorakentamisen pääasiallisena hankkeen toteutustapana. Energiatehokkuus on kuitenkin vaikuttanut esimerkiksi ulkoseinäelementtien paksuuteen, sillä lämmöneristysvaatimukset edellyttävät nykyään lämmönläpäisevyydeltään arvoa $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lämmöneristeenä sandwich-elementissä suositaan nykyään polyuretaanieristeitä mineraalivillaeristeen sijaan.

Rakennusten terveellisyyskysymys nousi esille jo 1990-luvulla, mutta erityisesti 2000-luvulla asiaa on määräysten ja ohjeistusten mukaan säädelty. Rakennusten liitosten tulee nykyään olla niin tiiviitä, ettei ilmanvaihdolle siirry korvausilmaa rakenteiden läpi tuoden näin mukanaan rakenteista epäterveellistä korvausilmaa. Asbestin terveyshaitat huomattiin 1980-luvun lopulla ja sen käyttö rakentamisessa kiellettiin Suomessa kokonaan vuonna 1994.

Suurimpana muutoksena 2000-luvun rakentamiselle on uudet esteettömyyteen keskittyvät määräykset. Vuonna 2005 julkaistu Suomen rakennusmääräyskokoelman osa F1 käsittelee pelkästään esteettömän rakennuksen ominaisuuksia. Sen määräysten mukaan nykyisten kerrostalojen sisäänkäynneille tulee olla esteetön pääsy järjestetty joko maanpinnan muotojen tai erikseen rakennettavan luiskan avulla. Esteettömyysmääräysten ilmentymisen jälkeen jokaiseen kerrostaloon on täytynyt rakentaa hissi, tai hissiin verrattavissa oleva nostolaite.

2000-luvulla kerrostaloista on rakennettu entistä korkeampia. Suomen korkein, 27-kerroksinen kerrostalo valmistui vuonna 2006 Helsingin Vuosaareen. Jatkuvasti korkeammalle tähtäävä rakentaminen vaatii jatkuvaa rakennusmääräysten päivittämistä, mikä pysyneekin 2000-luvun rakentamisen haasteena useamman vuosikymmenen. Haastetta jatkuu myös uudelleen muotiin palanneiden puukerrostalojen rakentamisessa, sillä 2010-luvulla Suomeen on noussut niitä jo kymmenisen kappaletta.

7 POHDINTA

Suomalaisessa rakentamisessa rakennusmääräykset sekä rakentaminen ovat kehittäneet toinen toistaan. Määräyksiä ja ohjeita on luotu ja muokattu sen mukaan, kun tarve tietyn-tyyppisille ohjeille on ilmennyt. Samalla kerrostalon rakentamiseen on noudatettu siirtymääjan puitteissa uusimpia julkaisuja määräyksistä ja ohjeista.

Palomääräykset ovat vaikuttaneet suuresti kerrostalojen kehitykseen aina 1800-luvun lopulta asti. 1800-luvun suurpalot näkyvät nykyajan rakentamisessa palomääräyksinä suuresti kaikessa – kantavat rakenteet tulee mitoittaa palotilanteelle, palotilanteen poistumistiet ja pelastussuunnitelma tulee suunnitella. Rakentamisessa käytetään heikosti syttyviä materiaaleja ja uusiin puukerrostaloihin suunnitellaan erillinen sammutusjärjestelmä.

Haasteeksi tässä opinnäytetyössä nousi yli sadan vuoden takaisten rakennusohjeiden löytäminen. 1900-luvun taitteessa jokaisen kunnan rakentamista sääteli kunnan oma rakennusjärjestys. Nämä rakennusjärjestykset kirjoitettiin käsin ja ovat nykyään säilöttyinä kunnan arkistoihin koskemattomiksi. Lähteinä tässä opinnäytetyössä käytettiin toisen asteen lähteitä, joissa taustatutkimus aikakausien rakentamisesta pohjautui myös haastatteluihin ja kerrostalojen tutkimiseen.

Aiheena kerrostalorungon kehitys on kovin laaja, sillä tästäkin opinnäytetyöstä rajattiin ulos arkkitehtuurinen näkökulma sekä talotekniikan kehitys. Käsiteltyjen aiheiden lisäksi rakentamisessa on 1900-luvulla useita erilaisia kokeiluja, joita ei tässä opinnäytetyössä ole mainittu. Kokeilujen ja virheiden kautta on maamme rakentamiseen löydetty nykyinen tyyli, joka varmasti seuraavan 100 vuoden aikana tulee muuttumaan paljon.

LÄHTEET

Neuvonen, P., Mäkiö E. & Malinen M. 2002. Kerrostalot 1880–1940. 1. painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Mäkiö, E. 1990. Kerrostalot 1940–1960. 1. painos. Helsinki. Rakennuskirja Oy.

Mäkiö, E. 1994. Kerrostalot 1960–1975. 1. painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Neuvonen, P. 1994. Kerrostalot 1975–2000. 1. painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880–2000. 1. painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

RT 851.03 Ruotsalaiset kattotuolit

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Elementtirakentamisen historia. Elementtisuunnittelun www-sivusto. Luettu 27.3.2016. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

Kouhia, I., Nieminen, J. & Pulakka, S. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. Luettu 4.4.2016. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>