

Joni Sundström

Lisä- ja muutosrakentamisen rakennetekniset haasteet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK)

Rakentamisen koulutusohjelma

Opinnäytetyö

22.04.2014

Tekijä(t) Otsikko	Joni Sundström Lisä- ja muutusrakentamisen rakennetekniset haasteet
Sivumäärä Aika	73 sivua 22.04.2014
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	Rakentamisen koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Korjausrakentaminen
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Jouni Kalliomäki Varatoimitusjohtaja Mika Laitala
<p>Tämän työn tarkoituksena oli tutkia 1960- ja 1970-lukujen teräsbetonirunkoisten asuinkerrostalojen korottamisen rakennesuunnittelullisia haasteita. Taustalla oli tarve luoda toimintaohje Insinööritoimisto Konstru Oy:lle. Lisäksi työssä selvitettiin mahdollisuuksia muuttaa toimistorakennus asuinkerrostaloksi.</p> <p>Asuinkerrostalojen korottamisen osalta tutkittiin lisäkerrosten erilaisia rakenneratkaisuita sekä uusia tukirakenteita lisäkerrosten kannattelemiseen. Näitä ovat esimerkiksi uudet porrashuoneet, parveketornit tai pilarit julkisivussa. Lisäksi perehdyttiin rakennuksen olemassa olevien rakenteiden selvittämiseen ja niiden vahvistamiseen. Työssä selvitettiin lisäkerrosrakentamista koskevia määräyksiä ja niiden soveltamista. Erityisesti keskityttiin energiamääräyksiin sekä kantavien rakenteiden mitoittamiseen Suomen rakentamismääräyskokoelman ja EN-standardien avulla.</p> <p>Selvitystyön perusteella todettiin, että lisäkerrosrakentamiseen parhaiten soveltuva olemassa oleva rakennus on kalliolle perustettu betoniseinärunkoinen asuinkerrostalo. Tällaisessa rakennuksessa on harvoin tarvetta olemassa olevien rakenteiden vahvistamiselle, jolloin lisäkerroksen rakentaminen on taloudellisinta.</p> <p>Tarkastelu toimistorakennuksen käyttötarkoituksen muutoksesta keskittyi muuttuviin määräyksiin ja vaatimuksiin. Lisäksi selvitettiin rakennukseen tehtäviä rakenteellisia toimenpiteitä, jotka johtuvat sekä määräyksistä että asuinrakennukselta vaadittavista muista ominaisuuksista. Selvitystyön perusteella saatiin kuva näistä toimenpiteistä, joita käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä joudutaan tekemään.</p> <p>Tutkimuksessa saatuja tietoja pystytään tulevaisuudessa hyödyntämään vastaavanlaisten projektien hoitamisessa.</p>	
Avainsanat	Lisäkerrosrakentaminen, käyttötarkoituksen muutos

Author(s) Title	Joni Sundström The structural challenges in the additional and modification construction
Number of Pages Date	73 pages 22 th April 2014
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Renovation
Instructor(s)	Jouni Kalliomäki, Principal Lecturer Mika Laitala, Vice President
<p>The aim of this thesis was to investigate challenges concerning the structural design of additional concrete floors in 1960's and 1970's apartment buildings. The motivation was to create a directive for Insinööritoimisto Konstru Oy. There was also a need to investigate the possibilities to change an office building into an apartment building.</p> <p>Concerning the additional floors in apartment buildings, the investigation included different structural solutions and new supporting structures for the additional floors. These are for example new staircases, balcony towers or columns on the facade. In addition, the examination of the existing structures and possibilities to strengthen them was investigated. Concerning the additional floors, the examination included familiarization with the regulations and applying them. The focus was especially on the regulations concerning energy consumption and the design of supporting structures using Finnish building regulations and EN standards.</p> <p>Based on this investigation, it was noticed that the best apartment building for additional floors is a concrete-wall-framed building with its foundations on solid rock. In this kind of a building there is rarely need for strengthening existing structures, which makes the construction of an additional floor the most economical.</p> <p>Concerning the changing of an office building into an apartment building the focus was set on the changing regulations and demands. The specific structural changes needed, caused by regulations or other features required of an apartment building were also investigated. Based on this investigation, it became clear what kind of structural changes are needed due to the change of use.</p> <p>Knowledge from this investigation can be used in the company in the future when dealing with similar projects.</p>	
Keywords	Additional floor, change of use

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Asuinkerrostalon korottaminen tai laajentaminen	2
2.1	Lisäkerrosten erilaiset rakennevaihtoehdot	2
2.1.1	Tilaelementti	4
2.1.2	Osaelementeistä rakennettuna	6
2.1.3	Paikalla rakennettuna	6
2.1.4	Puurakenteinen lisäkerros	7
2.1.5	Teräsrakenteinen lisäkerros	9
2.2	Muut perusparannukset ja laajennustavat	10
2.2.1	Porras- ja hissitornit	11
2.2.2	Parveketornit	13
2.2.3	Ulkoseinälinjan muuttaminen	15
2.3	Uudet kantavat rakenteet ja nykyisten vahvistaminen	16
2.3.1	Perustusten vahvistaminen	16
2.3.2	Uudet pilarit ja palkit	19
2.3.3	Parveketornit	22
2.3.4	Porras- ja hissitornit	23
2.3.5	Rakennuksen laajennus	23
2.4	Nykyisten rakenteiden selvittäminen ilman alkuperäisiä suunnitelmia	24
2.4.1	Pohjatutkimukset	25
2.4.2	Rakenteiden avaukset	26
2.4.3	Rakenteiden tutkiminen ja mittaaminen	27
2.5	Nykyisten rakenteiden selvittäminen alkuperäisten suunnitelmien avulla	31
2.5.1	Pohjatutkimukset	31
2.5.2	Rakenteiden avaukset	32
2.5.3	Rakenteiden tutkiminen	33
2.6	Nykyisten rakenteiden kapasiteetin laskeminen	33
2.6.1	Suunnitteluperusteet uusille rakenteille	40
2.7	Määräykset	40
2.7.1	Nykyisten rakenteiden energiatehokkuuden parantaminen	41
2.7.2	Lisäkerroksen tai laajennusosan määräykset	45

2.7.3	Talotekniikka ja energiatalous	48
2.8	Parhaat nykyrakenteet ja pohjaratkaisut lisäkerrosrakentamiseen	48
2.8.1	Perustukset	48
2.8.2	Runkorakenteet	49
2.9	Rakenteiden ja järjestelmien korjaustarpeen arviointi	56
2.10	Lisäkerrosrakentamisen projektin eteneminen	58
3	Toimistorakennuksen käyttötarkoituksen muutos asuinrakennukseksi	59
3.1	Kuormitukset	60
3.1.1	Kuormituksen muutokset	60
3.1.2	Suunnitteluperusteet	61
3.2	Runkorakenteiden soveltuvuus	62
3.2.1	Toimistorakennuksen runkojärjestelmä	62
3.2.2	Ääneneristys	62
3.2.3	Palo-osastointi	63
3.3	Rakennuksen pohjaratkaisut	64
3.3.1	Asuntojen toimivat pohjaratkaisut	64
3.3.2	Uudet märkätilat	64
3.3.3	Tekniikkakuilut	65
3.3.4	Porras- ja hissikuilut	65
3.3.5	Väliseinien liittymät julkisivuun	66
3.3.6	Parvekkeiden rakentaminen	66
3.4	Energiamääräykset	66
3.4.1	Talotekniikka	68
4	Yhteenveto	69
	Lähteet	71

Lyhenteet

A2-s1, d0	Rakennustarvike, jonka osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu, savuntuotto erittäin vähäistä ja palavia pisaroita tai osia ei esiinny.
B-s1, d0	Rakennustarvike, jonka osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu, savuntuotto erittäin vähäistä ja palavia pisaroita tai osia ei esiinny.
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i> . Liimaamalla ristikkäin ladotuista kerroksista muodostuva puulevy, jossa lamellit on myös syrjäliimattu toisiinsa kiinni.
D-s2, d2	Rakennustarvike, jonka osallistuminen paloon on hyväksyttävissä, savuntuotto vähäistä ja palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 luokkien vaatimuksia.
D _{FL} -s1	Lattianpäällyste, jonka osallistuminen paloon on hyväksyttävissä ja savuntuotto on rajoitettu.
EI60 ja EI30	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukainen rakenteen palonkestoajaluokka. Rakenteen tulee säilyttää tiivytensä ja eristäväytensä merkinnän osoittama minuuttimäärä.
K ₂ 30	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukainen rakenteen suojaverhousluokka. Rakenne tulee suojata syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta 30 minuuttia.
L' _{n,w}	Askelääneneristävyyttä tilojen välillä kuvaava askeläänitasoluku paikalta mitattuna. Mitä pienempi arvo, sitä parempi eristävyys. Yksikkönä käytetään dB.
P1 ja P2	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukainen rakennuksen paloluokka.
R60 ja R30	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukainen kantavan rakenteen palonkestoajaluokka. Rakenteen tulee kestää sortumatta merkinnän osoittama minuuttimäärä.

- R'_w Ilmaääneneristävyyttä tilojen välillä kuvaava ilmaääneneristysluku paikalta mitattuna. Mitä suurempi arvo, sitä parempi eristävyys. Yksikkönä käytetään dB.
- U-arvo Rakennusosan lämmönläpäisykerroin, jolla tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosien eri puolilla on yksikön suuruinen. Mitä pienempi arvo, sitä parempi eristävyys. Yksikkönä käytetään W/m^2K .

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Insinööritoimisto Konstru Oy:lle. Yrityksessä on tehty asiakkaille alustavia selvityksiä vanhojen betonirunkoisten asuinkerrostalojen lisäkerrosten rakentamisesta. Selvityksissä on keskitytty kantavien rakenteiden kestävyYTEEN. Toisinaan kohteista on ollut käytössä alkuperäisiä rakennesuunnitelmia, toisinaan ei.

Tässä opinnäytetyössä syvennyttään vanhojen 1960- ja 1970-lukujen betonirunkoisten asuinkerrostalojen korotusrakentamisen rakenteellisiin mahdollisuuksiin sekä niihin liittyviin haasteisiin. Tarkoituksena on tutkia lisäkerrosten erilaisia rakenteellisia toteutusvaihtoehtoja sekä mahdollisia vanhaan runkoon tehtäviä vahvistuksia tai kokonaan uusia kantavia rakenteita. Työssä käydään lävitse myös nykyisten kantavien rakenteiden tutkimus- ja selvitystapoja, mikäli alkuperäisiä rakennesuunnitelmia ei ole käytettävissä. Opinnäytetyössä selvitetään myös rakentamista säätelevien normien vaihtumisen tuomia haasteita. Nykyiset korotettavat rakennukset on suunniteltu Rakentamismääräyskokoelmaa käyttäen kun taas nykyisin rakentamisessa on siirrytty EN-standardien käyttöön.

Asuinkerrostalojen korottamisen lisäksi toimistorakennusten muuttaminen asuinkäyttöön tulee tulevaisuudessa ajankohtaiseksi. Tässä työssä on tarkoitus selvittää myös tähän liittyviä määräyksiä ja haasteita. Tätä käyttötarkoituksen muutoksen selvitystyötä lähestytään sekä rakenteellisesta että toiminnallisesta näkökulmasta.

Tavoitteena on tehdä yritykselle selvitystyötä vastaavien projektien hoitamiseksi tulevaisuudessa. Asuinkerrostalojen korottaminen sekä toimistorakennusten muuttaminen asuinkäyttöön tulee entistä kannattavammaksi varsinkin suurien kaupunkien keskuksissa sekä lähiöissä, jolloin vastaavanlaiset projektit yleistyvät. Tällöin yrityksellä on valmiina erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja, jolloin selvitystyön tarve projektin alussa jää vähäisemmäksi.

2 Asuinkerrostalon korottaminen tai laajentaminen

1960- ja 1970-lukujen lähiöiden asuinkerrostalojen lisäkerrosrakentamista on julkisuudessa perusteltu tulevien peruskorjausten rahoittamisen vaihtoehtona. Tällaisia suuria peruskorjauksia ovat esimerkiksi täydelliset putki- ja talotekniikkaremontit tai julkisivu- ja vesikattokorjaukset. Lisäkerrosrakentamisen mielekkyyden ja taloudellisen kannattavuuden ratkaisevat kuitenkin markkinatilanteen ja kysynnän lisäksi loppujen lopuksi tekniset seikat. Projekti alkaakin rakennusten nykyisten rakenteiden ja ratkaisuiden kartoittamisesta sekä uuden laajemman rakennuskokonaisuuden toimivuuden selvittämisestä. Jopa ennen arkkitehdin kytkemistä projektiin kannattaa selvittää, onko rakennuksen korottaminen rakenteellisesti mahdollista ja jos on, niin vaatiiko se nykyiseen runkoon muutoksia. Tällöin pystytään haarukoimaan projektin kustannuksia ja punta-roimaan uuden rakennusoikeuden tuomia tuottoja sekä muun peruskorjauksen kustannuksia. Tämän jälkeen voidaan arkkitehdin avulla miettiä lisäkerrosten pohjaratkaisuita tai muita mahdollisia rakennuksen perusparannuksia kuten esimerkiksi hissien rakentamista.

Lisäkerrosrakentamisen kustannuksiin vaikuttavat rakennuskustannuksien lisäksi monet muutkin seikat. Yksi suurimmista rakentamisen kannattavuuteen vaikuttavista seikoista on rakennuksen sijainnilla ja rakentamisen laajuudella. Hyvillä rakennuspaikoilla uusista asunnoista saa parhaan hinnan, mutta toisaalta rakennuskustannukset ovat myös suuremmat. Varsinaisen lisäkerroksen rakentamisen kustannukset eivät juurikaan vaihtele, mutta esimerkiksi autopaikan rakentamisen kustannuksissa erot voivat olla suuria. Lisäkerroksen rakentaminen saattaa myös vaatia kaavamuutoksen, jonka pitkän prosessin läpivieminen voi maksaa taloyhtiölle huomattavia summia mm. konsulttipalkkioiden muodossa. Uudisrakentamiseen verrattuna lisäkerrosten rakentamisen kustannukset ovat lähes samaa tasoa, todennäköisesti kuitenkin hieman korkeammat. (Luoma-Halkola 2013.)

2.1 Lisäkerrosten erilaiset rakennevaihtoehdot

Rakennusta voidaan korottaa erilaisilla tavoilla. Pääasiassa jako voidaan tehdä kahteen, elementteihin tai paikalla rakennettaviin rakenteisiin. Molemmissa tavoissa voidaan rungossa käyttää lähes kaikkia erilaisia rakennusmateriaaleja, mutta kiviaineiset

(kevytsora ja kevytbetoni) rakenteet soveltuvat yleensä pelkästään paikalla rakentamiseen. Teräsbetonirakenteita ei normaalisti voida käyttää ollenkaan niiden suuren oman painon vuoksi.

Lisäkerroksen runkojärjestelmänä toimivat parhaiten joko pilari-palkkirunko tai kantavat seinät. Usein paras lopputulos saadaan näitä kahta tyyppiä yhdistelemällä. Pilaripalkkirungon pilarit tuetaan vanhojen kantavien seinälinjojen kohdalle. Pilaripalkkirungon käyttäminen mahdollistaa laajemmat avoimet tilat ja seinien vapaamman sijoittelun kuin kantavien seinien käyttäminen. Toisaalta pilarit aiheuttavat vanhoille rakenteille pistekuormia joiden sijoittaminen tulee ottaa suunnittelussa huomioon esimerkiksi siinä tapauksessa, että palkit sijaitsevat pitkittäin ulkoseinälinjalla ja pilarit tällöin vanhan kantavan seinän päässä. Tällöin pilari kantaa vesikaton, ulkoseinän sekä uuden välipohjan kuormia. Kantavat seinät voivat sijaita joko vanhojen poikittaisten väliseinien kohdilla tai ulkoseinälinjoilla toimien seinämäisinä palkkeina. Kantavan ulkoseinälinjan tapauksessa on huomioitava seinän aiheuttama pistekuorma vanhan kantavan väliseinän päähän. Kantavan ulkoseinän ja julkisivun suuntaisen palkin tapauksessa vesikatto kannatetaan normaalisti kattoristikoilla. Tämä on hyvin toimiva siinä tapauksessa, että vanhan rakennuksen pitkätkin sivut ovat kantavia seiniä. (Luoma-Halkola 2013.)

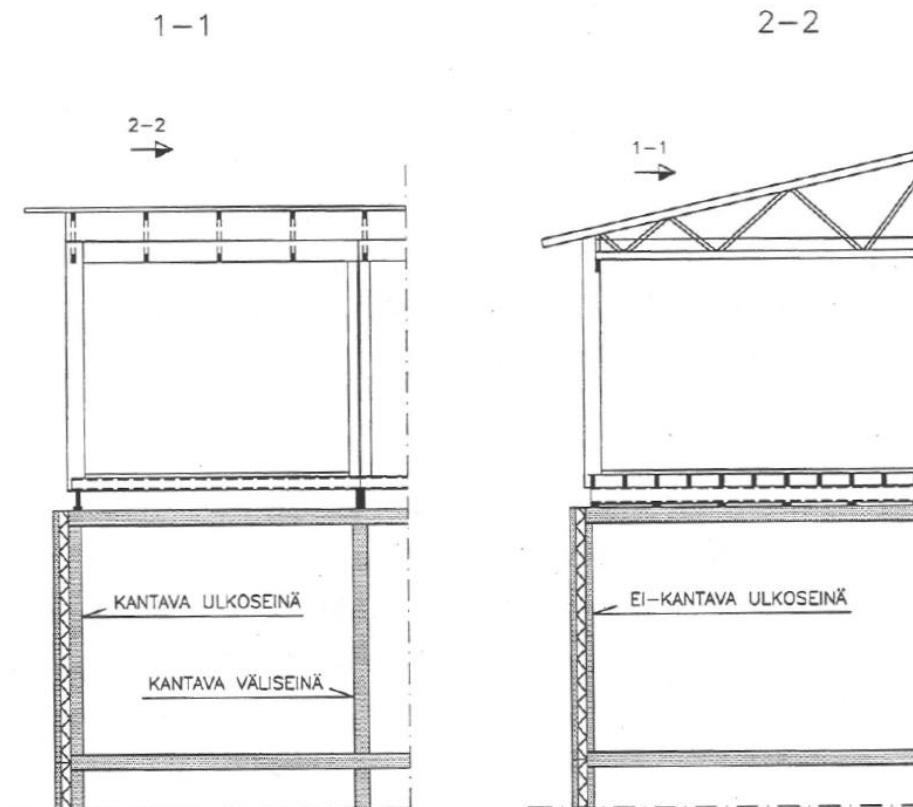
Lisäkerroksen rakenteet voivat olla hyvin pitkälti uudisrakennusta vastaavia alimman kerroksen lattiaa lukuun ottamatta. Vanhasta yläpohjarakenteesta puretaan kaikki kerrokset kantavaan teräsbetonirakenteeseen saakka. Uusi välipohja voi muodostua vanhasta laatasta ja uudesta pintavalusta sekä -materiaalista, mutta talotekniikan toteuttamisen vuoksi joudutaan usein tekemään ns. korotuslattia. Korotustilassa pystytään tekemään talotekniikan asennukset, jolloin tilojen sijoittelu lisäkerroksissa ei ole riippuvainen vanhan rakennuksen tilojen sijainneista. Korotuslattiaa saatetaan tarvita myös ääniteknisistä syistä, mikäli vanha yläpohjalaatta ei uusien pintarakenteiden kanssa täytä välipohjan vaatimuksia. Korotuslattia voi muodostua esimerkiksi palkistosta ja levyrakenteesta tai kuormitusten niin salliessa vaikka kevytsorasta ja teräsbetonilaatasta. Korotuslattian tapauksessa on otettava huomioon myös huoneistojen välillä vaaditut palokatkot lattian alle jäävässä tilassa. (Luoma-Halkola 2013.)

Lisäkerroksen runkojärjestelmästä ja -materiaalista sekä julkisivuverhouksesta riippumatta suunnittelussa ja rakentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota vedenpoiston- ja liittymien (lämmöneristeet, höyrynsulku ja julkisivun pellitykset) detaljeihin sekä

räystäsrakenteisiin. Julkisivuverhous olisi lähtökohtaisesti hyvä tehdä tuulettuvana rakenteena. (Luoma-Halkola 2013.)

2.1.1 Tilaelementti

Tilaelementillä tarkoitetaan rakennuselementtiä, jossa on valmiina alapohja ja väli- tai yläpohja sekä seinistä vähintään päätyseinät. Tilaelementti nostetaan valmiina suoraan vanhan rakennuksen päälle tai esimerkiksi vanhan rakennuksen kantavien seinälinjojen kohdille tuettujen palkistojen tai muuratun korokkeen päälle (kuva 1). Näin saadaan nopeasti valmista tilaa, jossa on vesikate valmiina. Uuden kerroksen tilajaosta riippuen tilaelementissä voi olla myös sivuseinät joko kokonaan tai osittain. Lisäkerros voidaan toteuttaa hyvinkin erikokoisista tilaelementeistä. Tilaelementti voi olla joko koko asunnon kokoinen tai osa siitä, asuntojen koosta riippuen. Pääperiaatteena on, että tilaelementti sisältää vain yhden asunnon tiloja ja rakenteita jolloin vältetään esimerkiksi äänitekniset ongelmat. Elementtien kokoon vaikuttavat erityisesti kuljetuksen ja nostojen aiheuttamat rajoitukset. (Lylykangas 2012; Luoma-Halkola 2013.)



Kuva 1. Lisäkerroksen tilaelementin tukemisen periaate rakennuksen kantavien seinien kohdalta. (Luoma-Halkola 2013)

Tilaelementit voivat olla valmiusasteeltaan erilaisia. Niissä voi olla pintamateriaalit asennettuna valmiiksi sekä sisä- että ulkopuolella. Samoin ikkunat ja ovet sekä parhaimmillaan kiintokalusteetkin voivat olla valmiiksi asennettuina, jolloin työmaalla tehtäväksi jää vain elementtien liittämisen toisiinsa sekä talotekniikan kytkennät. Tällöin rakentaminen kohteessa on nopeaa ja rakenteiden kastumisen riski on huomattavasti normaalia rakentamista pienempi, koska tilaelementit tehdään vesikatetta myöden valmiiksi sisätiloissa talotehtailla. Lisäksi korkea esivalmistusaste johtaa siihen, että rakennuspaikalla häiriötekijät ajoittuvat lyhyelle ajalle eikä esimerkiksi telineitä tarvita välttämättä ollenkaan. Tämä on asuinrakennuksen nykyisten asukkaiden kannalta tärkeä asia.

Tilaelementti voidaan tehdä joko teräs-, pelti- tai puurunkoisena. Pintamateriaalit sisäpinoissa tai julkisivussa voivat olla lähestulkoon mitä tahansa pois lukien raskaimmat ja vaurioherkimmät materiaalit kuten esimerkiksi erilaiset muuraukset. Materiaalien rajoitukset johtuvat kuitenkin pääasiassa vanhan rakennuksen kantavien rakenteiden kapasiteetista eikä tilaelementistä itsestään.

2.1.2 Osaelementeistä rakennettuna

Osaelementtirakentamisella tarkoitetaan tilaelementtiratkaisun ja paikalla rakentamisen välimuotoa. Tähän kuuluu normaalisti melko paljon paikalla rakentamista ja sen vuoksi rakennusaika on tilaelementtiratkaisua pidempi, jolloin myös asukkaille aiheutuva haitta on suurempi. Osaelementtiratkaisussa lisäkerroksen runkorakenteet voidaan toteuttaa esimerkiksi teräs- tai puupilareista ja -palkeista. Ulkoseinät ja yläpohja puolestaan voidaan toteuttaa joko puu- tai termorankaelementeistä. Tilaelementtitoteutuksesta poiketen osaelementtirakaisu on syytä toteuttaa sääsuojan alla. (Luoma-Halkola 2013.)

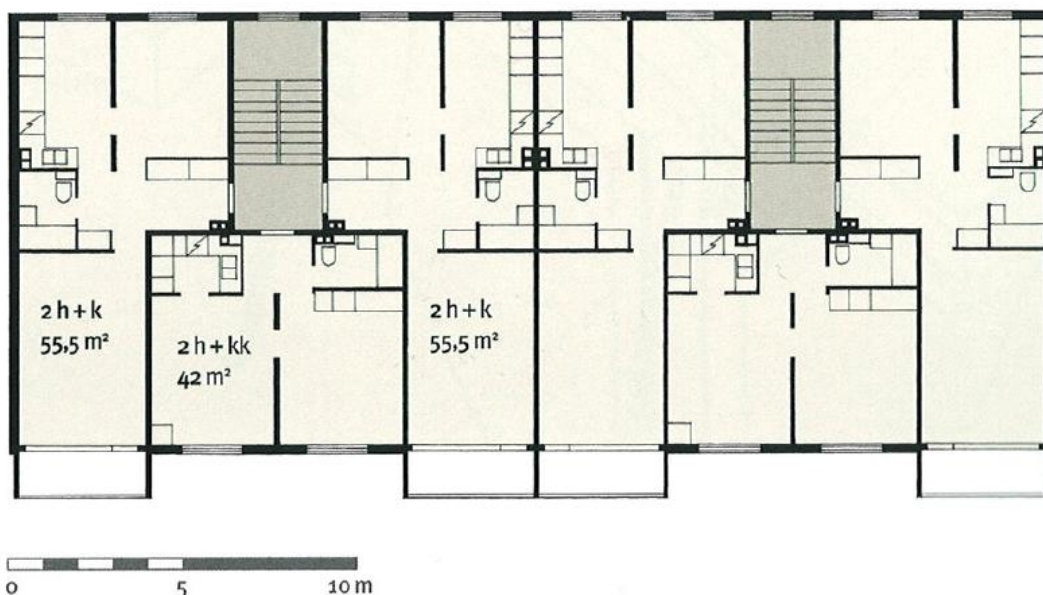
2.1.3 Paikalla rakennettuna

Paikalla rakennettuna uusien kerrosten tilajako voi olla vielä tilaelementtejäkin vapaampaa ja lähes täysin riippumatonta alapuolisen rakennuksen kantavien seinälinjojen sijainneista erityisesti silloin kun vanhan yläpohjan kantavan rakenteen kapasiteetti on riittävä uusille lattian ja seinien rakenteille. Toisaalta suoraan vanhan laatan päälle rakennettaessa märkätilojen sijoitteluun vaikuttaa alapuolisten tekniikkakuilujen sijainti, mikäli lattiaa ei toteuteta korotuslattiana. Rakennusmateriaaleina voidaan käyttää teräksen, pellin ja puun lisäksi myös muurattavia kevytsora- tai kevytbetoniharkkoja. Ainoa rajoittava tekijä paikalla rakentamisen tapauksessa on rakenteiden omapaino, mikäli uusi kerros tukeutuu suoraan alkuperäisen rakennuksen vahvistamattomaan runkoon. Tällöin kiviaineisten harkkojen käyttäminen tulee kysymykseen lähinnä ulkoseinissä tai vanhojen kantavien väliseinien kohdalla. On kuitenkin epätodennäköistä, että vanhassa yläpohjalaatassa olisi riittävästi kapasiteettia muuratuille ulkoseinille, mikäli kuormia ei voida johtaa vanhan rakennuksen ulkoseinille.

Paikalla rakennettuna lisäkerrokset on syytä tehdä sääsuojan alla rakenteiden kastumisriskin vuoksi. Lisäksi rakennusvaiheessa puretaan vanhan rakennuksen vesikatto, jolloin riski sen rakenteiden kastumiselle tilaelementtejä huomattavasti pidemmän rakennusprosessin aikana on suurempi. Paikalla rakentaminen aiheuttaa myös suurimman haitan nykyisille asukkaille pitkästä rakennusajasta johtuen. (Luoma-Halkola 2013.)

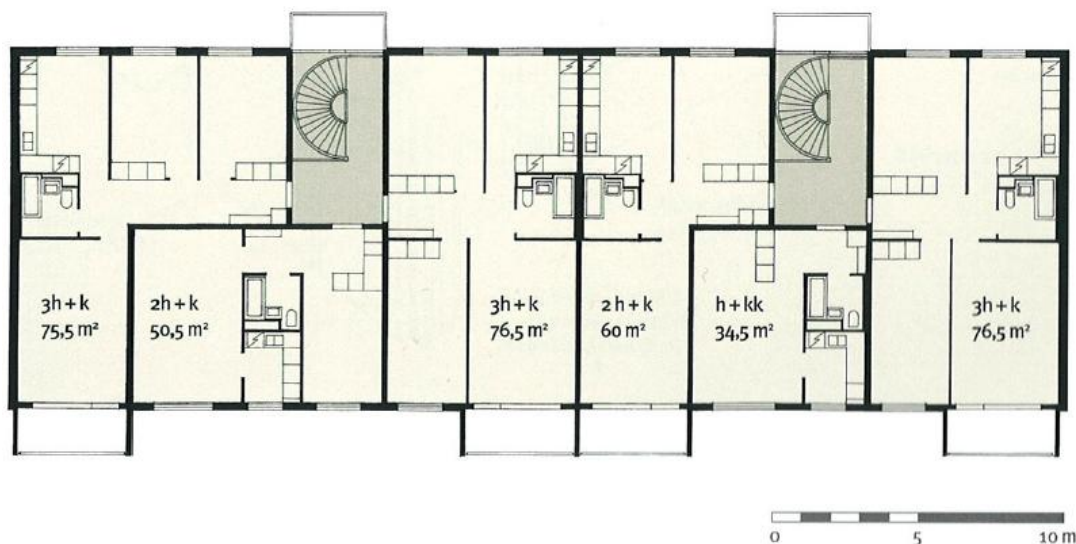
2.1.4 Puurakenteinen lisäkerros

Alkuperäisen rakennuksen kantavien rakenteiden kannalta pienen oman painon omaava puurakenteinen lisäkerros / -kerrokset ovat varteenotettava vaihtoehto. Raskaampien rakenteiden tekeminen suoraan vanhan rungon varaan saattaa olla mahdotonta, mutta puurakenteisena hyvinkin toteutettavissa. Näin varsinkin useamman lisäkerroksen tapauksessa, kun rakenteiden omapaino täytyy saada pidettyä mahdollisimman pienenä. Mikäli raskaammat rakenteet aiheuttaisivat nykyisen rungon vahvistamista tai kokonaan uutta kantavaa rakennetta, on puurakenteinen lisäkerros / -kerrokset myös taloudellisesti hyvä vaihtoehto. Lisäkerros voidaan tehdä puurakenteisena joko täysin paikalla rakennettuna tai puuelementeistä kuten suurelementeistä (seinäelementtejä) tai tilaelementeistä. Korotettavan rakennuksen kantavien linjojen sijainnit sanelevat hyvin pitkälle uusien puurakenteisten kerrosten rakentamisen mahdollisuuksia, kun tarkoituksena on rakentaa kaksi tai useampia lisäkerroksia. Jotta uudet kantavat seinät voidaan tukea suoraan vanhan rakennuksen kantavien seinien kohdalle ja välipohja on järkevästi toteutettavissa puurakenteisena, on seinien välimatkan oltava yleensä noin viisi metriä tai alle. Tämä toteutuu parhaiten rakennusten kohdalla, joissa nykyiset välipohjat ovat massiivia paikalla valettuja holveja (kuva 2).



Kuva 2. Paikalla valetulla välipohjalla toteutetun asuinkerrostalon pohjakuva. Kaikki väliseinät ja päätyseinät ovat kantavia. (Neuvonen 2006)

Ontelolaattavälipohjien tapauksessa kantavien linjojen etäisyydet ovat usein suurempia (6...8 m) ja tällöin lisäkerrosten alle saatetaan tarvita uusia palkistoja, joiden avulla kantavia linjoja pystytään tekemään tiheämmin (kuva 3).



Kuva 3. Ontelolaattavälipohjalla toteutetun asuinkerrostalon pohjakuva. Paksummat väliseinät ja päätyseinät ovat kantavia. (Neuvonen 2006)

Puurakenteisissa lisäkerroksissa ulkoseinät tehdään päätyseiniä lukuun ottamatta rankarunkoisina joko paikalla tai elementteinä ei-kantavina seininä. Huoneistojen väliset seinät tulee ääneneristyksen vuoksi tehdä kaksoisrunkoisina rankaseininä. Normaalisti nämä huoneistojen väliset seinät ovat myös kantavia seiniä. Yläpohja voidaan toteuttaa esimerkiksi palkkirakenteisilla puuelementeillä, jotka tukeutuvat kantaviin seiniin. Yläpohjaelementtien tulee ääniteknisistä syistä tukeutua kaksoisrunkoisten kantavien väliseinien ko. asunnon puoleisiin osiin, jotta äänen sivutiesiirtymä asunnosta toiseen ei ole mahdollinen. Lisäkerrosten stabiliteetin vuoksi seinät on hyvä jäykistää levyrakenteilla. Vaihtoehtoisesti seinissä voidaan rankarungon sijaan kantavana ja jäykistävänä rakenteena käyttää CLT-levyjä. CLT-levyjä voidaan käyttää myös ulkoseinissä kantavina rakenteina seinämäisen palkin tapaan. Tällöin levyn tukipisteet ovat vanhan rakennuksen kantavien seinälinjojen kohdalla. Kantavan puurungon palosuojaus on helpointa tehdä sisäverhouksen yhteydessä levytyksellä jättämällä runko seinän sisään. (Puuinfo 2011b.)

2.1.5 Teräsrakenteinen lisäkerros

Puurakenteisen lisäkerroksen lisäksi myös teräsrakenteinen lisäkerros / -kerrokset ovat keveitä ja siksi varteenotettavia vaihtoehtoja. Teräksisen runkorakenteen etuna puurakenteeseen verrattuna on suurempien jänneväliden mahdollistaminen ja kantavien rakenteiden pienemmät poikkileikkaukset. Tällä on toisaalta vaikutusta vain huoneistojen välisissä seinissä ja välipohjissa, koska ulkoseinissä ja yläpohjassa rakenteen kokonaispaksuuden määrää lämmöneristys, ei runkorakenteen poikkileikkauksen suuruus. Lisäksi varsinkin useamman lisäkerroksen tapauksessa palomääräykset suosivat teräsrakennetta. Kantavan teräsrungon palosuojaus on helpointa tehdä sisäverhouksen yhteydessä levytyksellä jättämällä runko seinän sisään. Myös rakenteiden kosteusvaurioitumisriski on teräsrakenteita käytettäessä pienempi. Näin ollen se on puurakennetta suositeltavampi vaurioherkissä kohdissa ja kestää puuta paremmin pienet suunnittelu- tai toteutusvirheet. Toisaalta teräsrakenteiden suunnittelu vaatii huolellisuutta kantavien rakenteiden ja detajiiikan osalta, koska teräsrakenne aiheuttaa puurakennetta suurempia kylmäsiltoja. Teräksestä on kuitenkin helppoa tehdä mittatarkkoja esivalmisteisiä osia, jotka asennetaan paikoilleen, kunhan vanhan rakennuksen mitat on tarkastettu.

Lisäkerros voidaan tehdä teräsrakenteisena puurakenteisen tapaan joko täysin paikalla rakennettuna tai elementeistä kuten suurelementeistä (seinäelementtejä) tai tilaelementeistä. Teräsrakenteilla päästään välipohjissa helpommin suurempiin jänneväleihin ja saadaan tilojen sijoitteluun enemmän vapautta. Teräsrakenteiset kantavat seinät voidaan tukea suoraan vanhan rakennuksen kantavien seinälinjojen kohdille tai vapaasti uusien palkistojen päältä. Teräsrakenteiset seinät voidaan toisaalta tukea vain nurkkapisteistään, mikäli lisäkerros kannatellaan esimerkiksi uudella rungolla eikä vanhan rakennuksen päältä. Tällöin kantavia seiniä voivat olla joko poikittaiset huoneistojen väliset seinät tai ulkoseinät. Käytännössä kantavia seiniä ovat huoneistojen väliset seinät, jolloin seinärakenteen sisään voidaan tehdä kerroksen korkuinen ristikko ja profiilien poikkileikkaukset saadaan pidettyä mahdollisimman pieninä. Ulkoseinissä olevat aukot tekevät ristikkorakenteen käytöstä hankalaa ja pelkkien palkkirakenteiden käyttäminen taas johtaa suuriin profiilikokoihin. Käytännössä teräsrakenteisissa lisäkerroksissa ulkoseinät tehdään päätyseiniä lukuun ottamatta termorankarunkoisina joko paikalla tai elementteinä ei-kantavina seininä. Huoneistojen väliset seinät tulee ääneneristyksen vuoksi tehdä kaksoisrunkoisina seininä, joissa kantavana rakenteena toimivat teräsprofiilit joko tolppina tai ristikkorakenteena. Yläpohja voidaan toteuttaa esimerkiksi kantavan profiilipellin avulla, joka tukeutuu kantaviin seiniin. Kuten puurakenteenkin

kohdalla, tulee profiilipellin ääniteknisistä syistä tukeutua kaksoisrunkoisten kantavien väliseinien asunnon puoleisiin osiin, jotta äänen sivutiesiirtymä asunnosta toiseen ei ole mahdollinen. Lisäkerrosten stabiliteetin vuoksi rankarakenteiset ulkoseinät on hyvä jäykistää levyrakenteilla. Mikäli poikittainen seinä toteutetaan ristikkorakenteena, saadaan seinän jäykistys hoidettua samalla. Katossa puolestaan jäykistys saadaan yleensä hoidettua profiilipellillä, kunhan sen suunta on kantaviin seiniin nähden poikittainen.

2.2 Muut perusparannukset ja laajennustavat

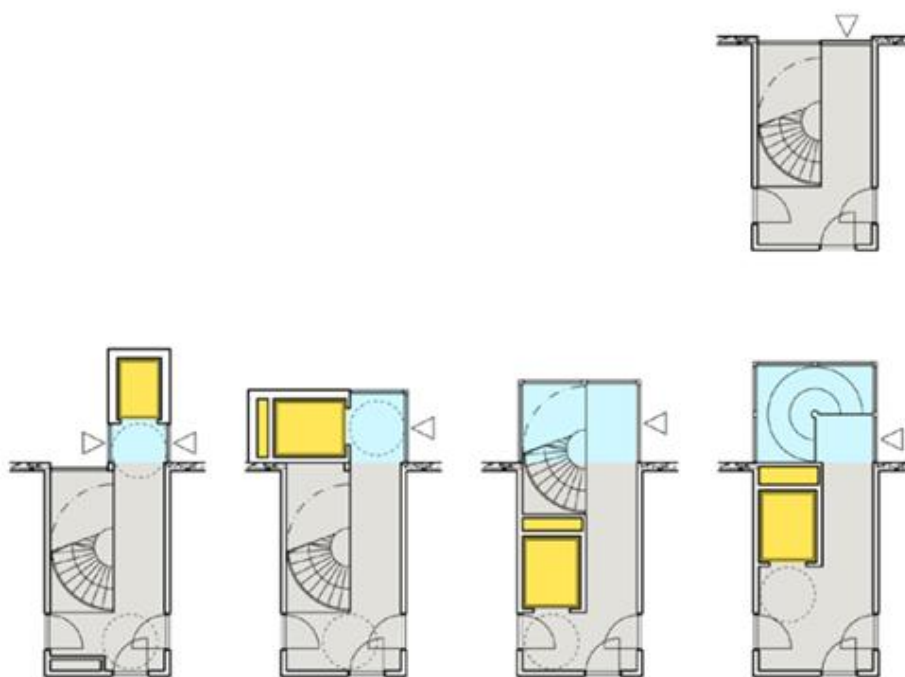
Rakennuksen korottamisen lisäksi on samalla mahdollista tehdä rakennukseen myös muita perusparannuksia, joilla voidaan ratkoa nykyisiä lähiötalojen laadullisia ongelmia. Tällaisia laadullisia ongelmia ovat esimerkiksi hissien puuttuminen, ulkoseinien huono kunto ja lämmöneristävyys, parvekkeiden puuttuminen varsinkin pienistä asunnoista, huono ilmanvaihto, talojen rumaksi koettu ulkonäkö sekä asuntojakauman yksipuolisuus. Näitä ongelmia voidaan ratkoa korottamisen lisäksi rakennusta laajentamalla ulkoseinälinjaa muuttaen.

Uuden lisäkerroksen myötä hissien rakentaminen alunperin hissittömään taloon tulee pakolliseksi esteettömyysvaatimusten täyttämiseksi, kun talosta tulee kolmikerroksinen tai korkeampi. Lisäksi hissiyhteys tulee olla kellari- ja ullakkokerrokseen, mikäli niissä on asumista palvelevia tiloja. Muiden laadullisten ongelmien poistaminen on kiinni lähinnä rakennuttajan omista valinnoista asuinviihtyvyyden parantamiseksi. Toisaalta parvekkeiden lisäämistä tai uusimista ulkopuolisina parveketorneina sekä uutta ulkoseinälinjaa saattaa puoltaa myös korottamisen vaatimat uudet kantavat rakenteet. Tiettyjä vaatimuksia joudutaan täyttämään myös siinä tapauksessa, että korottamisen yhteydessä päätetään korjata vanhan rakennuksen julkisivua tai ilmanvaihtoa. Korjausten kustannuksia voidaan kompensoida lisäkerroksen tuomilla tuotoilla, mutta hissien lisääminen tai parvekkeiden rakentaminen nostaa myös rakennuksen sekä asuntojen arvoa jo itsessään, ja on sen vuoksi harkinnan arvoinen korjaus. Kustannuksia tarkasteltaessa saattaa tulla ilmi, että nämä perusparannukset nostavat asuntojen arvoa niin paljon, että sillä voidaan kompensoida rakennuskustannukset näiden töiden osalta lähes kokonaan. Toisaalta näitä perusparannuksia ja laajennuksia harkittaessa keskitytään usein liiaksikin numeroihin ja nettotuottoon unohtaen asumismukavuuden parantaminen, jonka arvoa on toisaalta vaikea mitata. Tilanne kuitenkin on se, että esimerkiksi

lisäkerroksen ja hissien rakentamisen yhteydessä rakennuttaja joutuu aina maksumiehiksi, vaikka pitkällä aikavälillä asuntojen arvo nousisikin. (Junnonen & Karhu 2012; SRMK G1 2005.)

2.2.1 Porras- ja hissitornit

Uuden rakennuksen ulkopuolisen porras- tai hissitornin lisääminen jokaisen porrashuoneen kohdalle on nykyään yleistä ja helppoa. Torni voi olla suhteellisen kevytrakenteinen valmis tilaelementti, joka pystytetään rakennuksen kylkeen. Tällöin tornin perustukset voivat myös olla suhteellisen kevyet, joko maanvaraiset tai paalutetut, ja näin ollen myös rakennuskustannukset ovat melko matalat. Torniin voidaan portaiden tai hissien lisäksi varata tilaa myös uudelle talotekniikkakuilulle. Erilaisia sijoitusvaihtoehtoja on esitetty kuvassa 4.



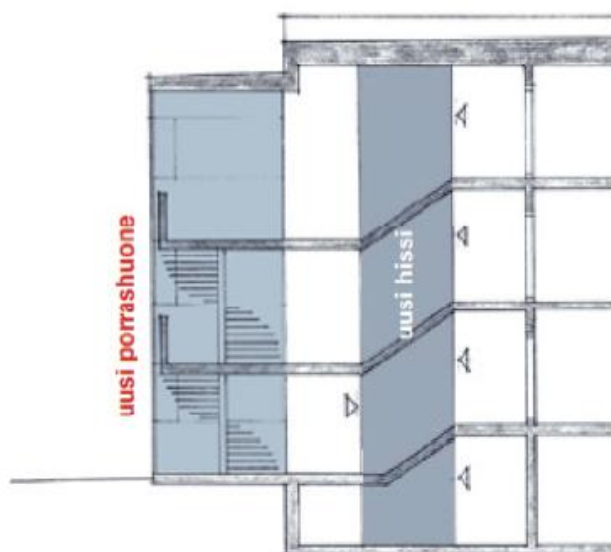
Kuva 4. Uuden hissi- tai porrastornin erilaisia sijoitusvaihtoehtoja. (Lylykangas 2012).

Uudessa tornissa voi olla joko portaat tai hissi. Tällöin vanha porrashuone jää tilanteesta riippuen joko portaaksi tai sitten uusi hissi rakennetaan sinne. Kaikissa tapauksissa tämä uuden porras- tai hissitornin lisääminen aiheuttaa jonkinlaisia muutoksia vanhaan porrashuoneeseen, mutta vähimmillään ne jäävät uuden aukon tekemiseen julkisivuun

ja porrastasanteen tukemiseen aukon kohdalla. Rakenneteknisesti uuden aukon tekeminen ei-kantavaan julkisivuun on helppoa. Muutosten ja rakennustöiden suuruus riippuukin pääasiassa nykyisen porrashuoneen järjestelyistä ja porrastyypistä.

Mikäli uusi hissi tulee ulkopuoliseen torniin, aiheuttaa se muutoksia portaikkoon johtuen siitä, että hyvin usein olemassa oleva porras on suorasivuinen kaksisyöksyinen porras. Tällaisessa portaassa välitasanne on kerroksen puolivälin korkeudella ulkoseinällä ja asuntojen sisäänkäynnit taas ovat sisempänä rakennusrungossa. Jotta hissiltä voidaan järjestää kulku asuntojen ulko-oville, vaatii se yleensä koko portaikon uusimista ja uudelleen järjestelyä. Mikäli porras taas on kaari- tai u-mallinen ja porrashuoneessa pitkitäin, on portaikossa vain kerrostanne asuntojen kanssa samassa kerroksessa ja ovi hissille voidaan tehdä suoraan ulkoseinään.

Toinen vaihtoehto on rakentaa uusi hissi vanhan portaikon tilalle, jolloin portaat tulevat uuteen ulkopuoliseen torniin (kuva 5). Tällöin hissiltä päästään helposti oikeaan kerroskorkeuteen, mutta hissien rakentaminen vaatii yleensä porrashuoneen alapohjan purkamista ja hissimontun rakentamista vanhan rakennuksen sisään. Tämä on suhteellisen helppoa, koska porrashuoneet sijaitsevat yleensä ulkoseinällä. Tämä vaihtoehto mahdollistaa hankalimmissa porrashuoneissa (suorasivuinen kaksisyöksyinen porras) pienemmät muutokset portaiden syöksyissä, koska normaalisti toinen syöksy voidaan jättää yhdistämään uutta porrastornia ja asuinkerroksia. Molemmissa em. tapauksissa vanhan porrashuoneen katto joudutaan purkamaan johtuen hissien tai portaiden jatkamisesta uusiin yläpuolisiin kerroksiin.



Kuva 5. Porrashuoneen sijoittaminen rakennuksen ulkopuolelle suorasisuisen kaksisyöksyisen portaan tapauksessa. (Junhonen & Karhu 2012).

Kolmas vaihtoehto hissien toteutukselle on tehdä uusi hissikuilu nykyisen porrashuoneen yhteyteen. Portaikossa ei lähiötalojen tapauksessa välttämättä ole tilaa uudelle hissikuilulle, mutta se voidaan toteuttaa porrashuoneen viereiseen tilaan asunnon puolelle, mikäli tilan ottaminen asunnosta hissikuilukäyttöön on mahdollista. Tämä vaatii muutoksia kaikissa päällekkäisissä asunnoissa ja onkin yleensä mahdollista vain vuokrataloissa. Toki tämä on mahdollista myös asunto-osakeyhtiössä, mikäli osakkaat ovat suostuvaisia asunnon tilamuutoksiin ja korvauksesta tilan lunastamiseksi saadaan soveltua. Tällöin rakennuksen ulkoseinälinja saadaan pidettyä ennallaan. Rakennusteknisesti ongelmia saattaa tuottaa uuden hissikuilun aukon tukeminen, mutta yleensä se onnistuu kuilun uusilla seinärakenteilla ja suurin työ onkin kuilun perustuksien rakentaminen rakennuksen sisällä.

2.2.2 Parveketornit

Mikäli vanhassa rakennuksessa on rakennuksen ulkopuoliset (kuva 6), huonokuntoiset parveketornit, on niiden uusiminen rakennuksen korottamisen yhteydessä järkevää varsinkin silloin, jos uusien kerrosten parvekkeet halutaan toteuttaa samankokoisina ja samassa linjassa. Alkuperäiset parveketornit on yleensä toteutettu teräsbetonielementeistä ja ne saattavat olla peruskorjauksen tarpeessa. Vaurioita on useimmiten ohuissa kaide-elementeissä sekä laatoissa, mikäli niiden vedeneristepinnoitteet eivät ole kun-

nossa. Parveketornien pielet saattavat olla hyvässä kunnossa, varsinkin jos ne ovat raudoittamattomia betonielementtejä eli niissä on vain pieliteräkset. Parvekkeiden paikakorjauksen sijaan on mahdollista purkaa parveketornit kokonaan ja rakentaa uudet, esimerkiksi teräsrunkoiset lasitetut parveketornit ulottumaan jokaiseen kerrokseen. Näiden ulkopuolisten parveketornien tapauksessa tämä on mahdollista melko helposti, koska uusi torni voidaan rakentaa suoraan vanhan tornin perustusten päälle. Samalla parvekkeita voidaan myös hieman suurentaa, mikäli se on tarpeen ja näin parantaa niiden toimivuutta. Lisäkerrosten parvekkeiden rakentaminen tähän samaan torniin on yleensä mahdollista, mikäli uusi torni tehdään teräksestä ja lasista. Tämä johtuu tornin oman painon pienenemisestä alempien kerrosten osalta. Näin uusien kerrosten kuorma pystytään kompensoimaan vanhojen betonipieliin ja kaiteiden purkamisella.



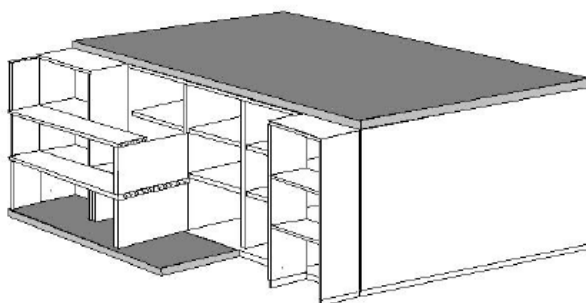
Kuva 6. Rakennusrungon ulkopuoliset parveketornit. (Junhonen & Karhu, 2012).

Mikäli nykyisiä parveketorneja ei ole syytä tai ei haluta purkaa niiden hyvän kunnon tai muun syyn vuoksi, eivätkä ne kestä uusien parvekkeiden tuomia kuormia, on lisäkerrokseen mahdollista toteuttaa terassi vanhan rakennuksen ulkoseinälinjojen sisäpuolelle. Tällöin lisäkerroksen ulkoseinät ovat vanhaa julkisivua sisempänä ja terassin rakentaminen onnistuu päätyasunnon osalta jopa kolmelle sivulle. Tämä on toteutuskelpoinen ratkaisu myös silloin, kun vanhassa rakennuksessa on sisäänvedetyt parvekkeet eikä uusia torneja haluta tai voida toteuttaa.

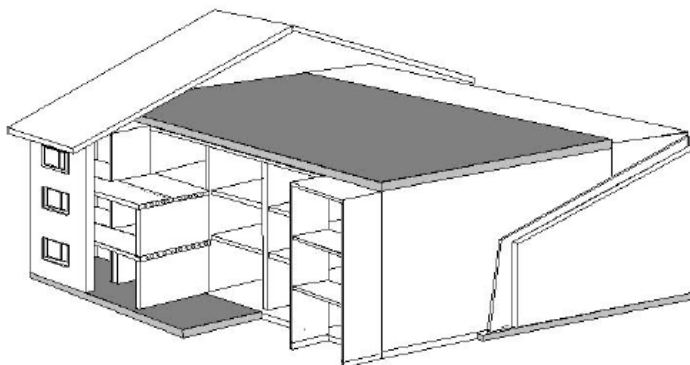
2.2.3 Ulkoseinälinjan muuttaminen

Rakennusta voidaan laajentaa korottamisen lisäksi tai sijaan myös viemällä ulkoseinälinjoja ulospäin (kuva 7). Tällainen muutos on järkevää tehdä yleensä vain pitkillä sivuilla, koska ne eivät ole kantavia ja siten niiden purkaminen on kantavia päätyseiniä helpompaa. Ulkoseinälinjan muutos voidaan tehdä myös vain osalle rakennuksen sivua, vain toiselle sivulle tai sitten molemmille puolille riippuen siitä, mikä on laajennuksella haettavan lisätilan tarve.

Rakennuksen laajentamisen ja korjauksen periaate



Leikkauskuva lopputuloksesta



Kuva 7. Ulkoseinälinjan muuttamisen periaate. (Hakkarainen 2013)

Uusi laajennusosa vaatii uudet perustukset ja sen runko on järkevintä tehdä vanhan rakennuksen mukaisesti myös teräsbetonista. Laajennuksen mittamaailma on melko vapaa, mutta elementtirakenteisena se on helppo sitoa välipohjissa käytettävien laatta-elementtien normaaleihin leveyksiin tai niiden kerrannaisiin.

Rakennuksen laajentaminen ulkoseinälinjoja ulospäin viemällä on rakenteellisesti yksinkertaista, mutta sen haasteet ovat tulevien tilojen toiminnallisuudessa. Asuinhuoneiden lukumäärän lisääminen tällä tavalla on haastavaa, koska syntyviä pidempiä tiloja ei voida jakaa makuuhuoneiksi muualla kuin päätyseinien kohdalla, jossa keskelle jääviin huoneisiin on mahdollista tehdä uusi ikkuna-aukko päätyseinään. Muutoin pelkästään ulkoseinillä olevien huoneiden pinta-alan kasvattaminen taas ei yleensä ole tavoiteltavaa. Rakennuksen keskelle voidaan tällä tavalla tehdä suurempia avoimia alueita, mikäli väliseiniä siirretään ulkoseinän mukana.

2.3 Uudet kantavat rakenteet ja nykyisten vahvistaminen

Uusien lisäkerrosten rakentaminen suoraan vanhan rakennuksen päälle ja sen kantavien rakenteiden varaan ei aina ole mahdollista. Tällöin uusi tai uudet lisäkerrokset on mahdollista kannattaa joko kokonaan uusilla, vanhasta rakennuksesta irti olevilla rakenteilla tai vanhan rakennuksen rakenteita vahvistamalla. Näiden eri tapojen rakenteellinen vaativuus sekä erityisesti kustannusvaikutus riippuu hyvin suuresti vanhan rakennuksen rakenteista ja eniten sen perustuksista ja perustamistavasta. Lisäksi valittavaan menetelmään ja kustannuksiin vaikuttavat rakennukseen muutoin suunnitelmassa olevat perusparannukset ja -korjaukset.

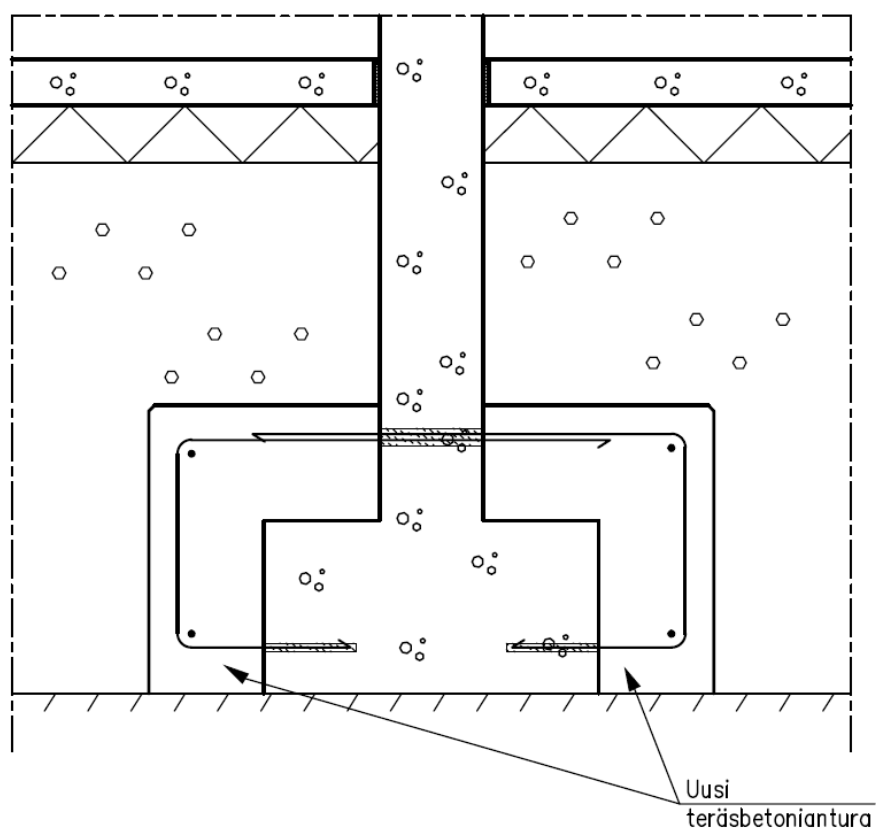
2.3.1 Perustusten vahvistaminen

Nykyisiä rakenteita voidaan vahvistaa monin tavoin. Vahvistettavista rakenteista vaativimpia ja kalliimpia ovat nykyisen rakennuksen perustukset. Tämä voi kuitenkin olla perusteltua, mikäli nykyisen rakennuksen runko muutoin kestäisi kasvavat kuormat. Perustusten vahvistamisen mielekkyys riippuu pääasiassa perustamistavasta ja -syvyydestä. Nykyisen rakennuksen paaluanturoita ei yleensä ole järkevää lähteä vahvistamaan lisäpaaluilla. Se on myös rakenneteknisesti erittäin hankalaa ja vaativaa, joskaan ei mahdotonta. Kallionvaraisen perustuksen vahvistaminen on helppoa ja kustannuksiltaan melko halpaa, mikäli perustamissyvyys on riittävän matala. Myös maanvaraisen anturan vahvistaminen on mahdollista ja sen kustannustehokkuus riippuu eniten perustamissyvyydestä. Vahvistettavat anturat ovat kirjahyllyrunkoisissa rakennuksissa perustamistavasta riippumatta lähes aina kantavien seinälinjojen alla olevia jatkuvia anturoita.

Paaluperustusten vahvistamisen vaativin osa on työn tekeminen rakennuksen sisällä, koska uusien paalujen lyöminen tai poraaminen rakennuksen ulkopuolella on helppoa. Perustukset tulee kuitenkin vahvistaa tasapuolisesti jokaiselta suunnalta, jolloin uusia paaluja vaaditaan myös rakennuksen alle ja uusien paalujen asentaminen täytyy tehdä rakennuksen sisällä. Lisähaasteen tälle vahvistamiselle tuo se, että 1960- ja 1970-lukujen rakennuksissa on käytetty teräsbetonipaaluja eikä erilaisten paalujen sekoittaminen samassa rakennuksessa, tai varsinkaan anturassa, ole suotavaa. Perustusten vahvistaminen on helpointa teräksisillä porapaaluilla, jolloin ei synny nykyisiä rakenteita vaurioittavia tärinöitä ja paalut saadaan varmimmin suoraan sekä oikeaan sijaintiin. Teräspaalu on kuitenkin ainoa mahdollisuus paalutustyölle rakennuksen sisällä sen jatkamisen helppouden ja pienen kaluston vuoksi.

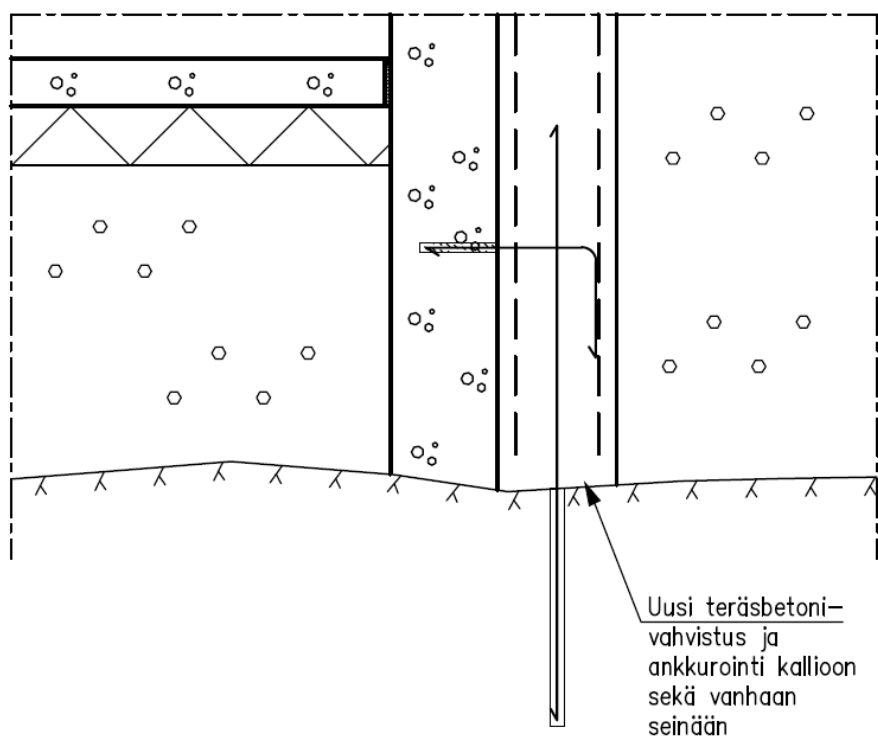
Perustusten vahvistaminen uusilla paaluilla on kuitenkin mahdollista ja kuorman siirtäminen uusille paaluille voidaan tehdä kahdella tavalla. Vanha antura voidaan mantteloita niin, että uudet paalut jäävät sen sisäpuolelle. Tällöin uusille paaluille ei siirry kuormaa alkuvaiheessa ja ne alkavat toimia vasta kuormien kasvaessa mikäli vanhat paalut antavat periksi. Toinen tapa on asentaa uudet teräspaalut sen verran vanhaa anturaa alemmas, että vastakkaisten paalujen päälle ja vanhan anturan väliin voidaan asentaa teräspalkki. Tällä palkilla siirretään vanhan anturan kuormaa uusille paaluille niiden kapasiteettien suhteessa kiilaamalla palkkiin tietty taipuma. Tällöin kuormien kasvaessa uusi kuorma jakautuu kaikille paaluille niiden kapasiteettien suhteessa.

Maanvaraisten anturoiden kapasiteettia voidaan suurentaa kasvattamalla niiden leveyttä, jolloin anturan maapohjalle aiheuttama pohjapaine pienenee. Maanvaraisen anturan leveyden kasvattaminen tehdään mantteloimalla vanha antura uuden anturan sisään, jolloin sekä leveys että yleensä myös korkeus kasvavat. Perustusten vahvistamisessa tärkeää on saada olemassa oleva ja uusi teräsbetonivalu toimimaan monoliittisena rakenteena. Tämä aiheuttaa vaatimuksia uusien harjaterästen ankkurointiin olemassa olevaan anturaan. Maanvaraisen anturan vahvistamisen periaate on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Periaateleikkaus maanvaraisen anturan vahvistamisesta.

Kallionvaraisessa perustuksessa ei välttämättä ole varsinaista anturaa vaan rakennuksen kantava seinä jatkuu saman levyisenä kallioon saakka. Kallion suuri kantavuus sallii tämän ratkaisun, mutta kuormituksen kasvaessa perustus saattaa vaatia vahvistamista. Perustuksen kapasiteetin lisääminen tehdään yksinkertaisesti kallion päällä olevaa seinärakennetta leventämällä ja ankkuroimalla uusi teräsbetoniseinä kiinni olevaan seinään sekä kallioon. Uuden seinäosan korkeuden määrittelee kuormien siirtämiseen vaadittava pituus. Periaatekuva tällaisesta perustuksen vahvistamisesta on esitetty kuvassa 9. Heikon kallioperän alueella seinän alapäässä voi olla maanvaraisen perustuksen kaltainen jatkuva antura, jonka vahvistaminen tehdään mantteloimalla kuten maanvaraisessa anturassa.



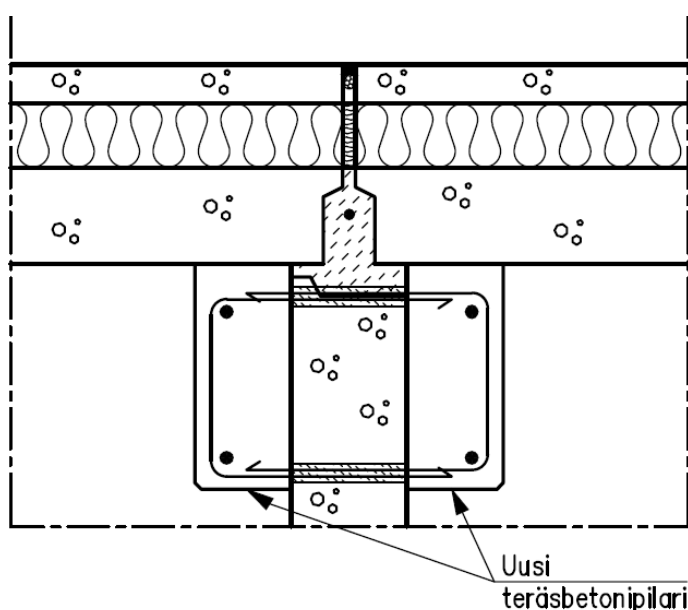
Kuva 9. Periaateleikkaus kalliivaraisen perustuksen vahvistamisesta.

2.3.2 Uudet pilarit ja palkit

Mikäli rakennuksen nykyinen runko ei kestä lisäkerrosten tuomia kasvavia kuormia, voidaan nykyistä runkoa vahvistaa tai vaihtoehtoisesti kannattaa lisäkerrokset omalla, vanhasta rakennuksesta irti olevalla uudella rungolla. Nykyistä runkoa voidaan vahvistaa joko sisä- tai ulkopuolelta ja joko teräs- tai teräsbetonirakentein. Yleensä rungon vahvistaminen tarkoittaa myös perustusten vahvistamista edellä kuvatuin tavoin.

Rakennuksen sisäpuolella runkoa voidaan vahvistaa rakentamalla sinne uusia kantavia pystyrakenteita, joilla lisäkerrosten kuormat viedään perustuksille. Yksinkertaisimmillaan nämä vahvistukset ovat vanhojen kantavien seinien viereen asennettavia uusia teräs- tai teräsbetonipilareita tai -pilastereita. Nämä uudet pilarit on järkevää asentaa nurkkiin tai muutoin seinän viereen sekä rakenteellisista että käytännöllisistä syistä. Uudet rakenteet saadaan sidottua kiinni vanhoihin kantaviin seiiniin, jolloin niiden tukeminen nurjahtamista vastaan on helppoa ja rakenteiden poikkileikkaukset voivat olla pienempiä. Esimerkiksi uusi teräsbetonipilari kannattaa valaa ulkoseinällä vanhan väli-seinän molemmin puolin vasten ulkoseinää niin, että puolet on sidottu toisiinsa ja van-

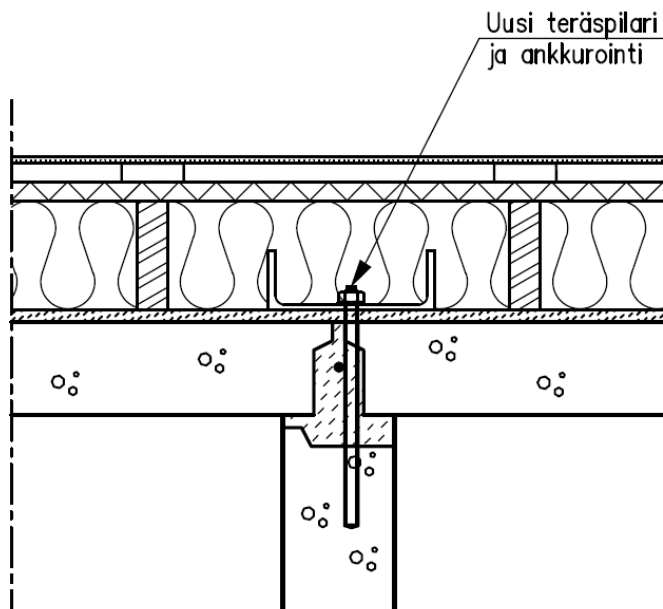
haan seinään (kuva 10). Tällöin rakenne on itse asiassa pilasteri ja siitä voidaan tehdä hoikan näköinen rakenne. Tällainen uusi pilari tulee viedä koko rakennuksen lävitse vanhasta yläpohjan laatasta aina perustuksiin saakka ja sen alle tehdään uusi perustus tai vahvistetaan nykyistä. Vanhojen kantavien seinien vieressä ja nurkissa näistä uusista rakenteista on myös vähiten haittaa tilojen käytölle tulevaisuudessa. Rakennuksen sisäpuolisista vahvistuksista on aina haittaa asukkaille rakennusaikana, mikä tekee niiden käytöstä ulkopuolisia vahvistuksia hankalampia. Ne ovat kuitenkin hyvä vaihtoehto, mikäli rakennuksen julkisivuun ei haluta näkyviin uusia vahvistusrakenteita tai erillistä runkoa.



Kuva 10. Periaateleikkaus kantavan seinän ja ulkoseinän nurkkaan valettavasta uudesta teräsbetonipilarista.

Rakennuksen ulkopuolella tehtävät rungon vahvistukset ovat toteutukseltaan hyvin samankaltaisia kuin sisäpuolella tehtävät. Nämäkin ovat suositeltavia tehdä kantavien seinälinjojen päihin, jolloin niitä voidaan käyttää nurjahdustukina ja uusista rakenteista saadaan mahdollisimman hoikkia ja vähän julkisivusta erottuvia. Tämä vahvistustapa on harkinnan arvoinen varsinkin silloin, jos rakennuksen julkisivu vaatii muutenkin peruskorjausta. Julkisivua täytyy purkaa vähintään paikallisesti, jotta uusi teräspilari tai teräsbetonipilasteri saadaan suoraan kiinni vanhaan betonirakenteeseen. Tällöin pilari tai pilasteri saadaan myös tuettua vanhaa perustusta vahvistamalla eikä kokonaan uusia perustuksia tarvitse rakentaa. Mikäli julkisivu korjataan kokonaan, esimerkiksi sandwich-elementtien tapauksessa ulkokuoret ja lämmöneristeet purkamalla, voidaan

uudet vahvistukset piilottaa uuden julkisivun sisään, jolloin niitä ei pysty havaitsemaan julkisivusta (kuva 11).



Kuva 11. Periaateleikkaus uudesta teräsrungosta ja julkisivurakenteesta.

Muussa tapauksessa vahvistetut kohdat erottuvat julkisivusta, mikä saattaa toisaalta olla myös tavoiteltavaa arkkitehtonisista syistä. Hyväkuntoisessa, vaikkakin lämmöneristykseltään alkuperäisessä ulkoseinässä, tämä paikallinen korjaustapa on ainoa kustannuksiltaan järkevä tapa, koska rakenteet voidaan piilottaa myös myöhemmin varsinaisen julkisivukorjauksen yhteydessä.

Tällaiselle vaipan ulkopuolisille uusille runkorakenteille ja vaipalle on Lemminkäinen Oy:lle myönnetty Euroopan patenttiviraston eurooppapatentti. Korotus tehdään nykyisiä runkorakenteita ja perutuksia kuormittamatta täysin omana rakenteenaan. Menetelmällä on mahdollista tehdä jopa kolme lisäkerrosta nykyisen rakennuksen mittasuhteista riippuen. (Luoma-Halkola 2013.)

Vanha runko saattaa muuten kestää uusien lisäkerrosten kuormat, mutta vanhan yläpohjalaatan kapasiteetti voi olla liian pieni uuden asuinkerroksen lattiaksi. Vanhan laatan vahvistaminen yläpuolelta on vaikeaa ja alapuoliset vahvistukset taas tulisivat näkyviin asuntojen kattoon. Tällöin on mahdollista rakentaa laatan päälle uusi, laatasta irti oleva teräsrunko, joka tuetaan alapuolisten kantavien seinälinjojen päälle. Uuden ker-

roksen runko rakennetaan tämän teräsrungon päältä. Rungon päälle voidaan nostaa valmiita tilaelementtejä tai lisäkerros voidaan rakentaa paikalla.

Mikäli vanhan rungon vahvistaminen ei ole järkevää, voidaan lisäkerrokset kannattaa myös täysin uudella, vanhan rungon ulkopuolisella teräsrungolla. Tällöin uusi runko muodostaa kehät, joiden sisään vanha rakennus kokonaisuudessaan jää. Kehät voidaan tukea vanhaan rakennukseen nurjahdusta vastaan, mutta pystykuormia ei vanhaan runkoon välitetä. Uudet kehät asennetaan siis tässäkin tapauksessa vanhan rakennuksen kantavien väliseinien kohdalle. Tällöin uusi runko jää täysin näkyviin vanhaa julkisivua ulommas. Kehän pilareille tehdään täysin uudet ja vanhasta rakennuksesta erilliset perustukset. Kehän vaakarakenteet voivat olla teräspalkkeja tai -ristikoita. Lisäkerrosten runkorakenteet rakennetaan näiden kehien päältä mahdollisimman kevytrakenteisina, joko tilaelementteinä tai paikalla tehtynä.

Kaksi viimeistä vaihtoehtoa, jossa uudet kerrokset ovat irti vanhasta, antavat paremmat mahdollisuudet tilojen järjestämiselle vanhan rakennuksen tilajaosta riippumatta. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että vanhan ja uuden kerroksen väliin jäävässä tyhjässä tilassa voidaan talotekniikkaa koota ja jakaa vapaasti, jolloin esimerkiksi märkätilojen ei tarvitse olla samalla kohdalla vanhan rakennuksen ja sen talotekniikkakuilujen kanssa. Samaa lopputulokseen tilajärjestelyiden vapauden suhteen päästään toki myös rakentamalla korotuslattia, vaikka lisäkerrokset tuettaisiinkin vanhan rakennuksen rungon päältä.

2.3.3 Parveketornit

Uusia parveketorneja voidaan käyttää kannattamaan uusia lisäkerroksia ainakin toisella puolella rakennusta. Mikäli vanhassa rakennuksessa on ulkopuoliset tornit, voidaan ne uusiksi helposti ja rakentaa uudelleen niin, että ne pystyvät kantamaan lisäkerrosten tuomat kuormat. Tämä vaatii parveketornin perustuksien uusimista tai vahvistamista, koska vanhat perustukset on suunniteltu kantamaan vain parvekkeiden kuormat eikä niissä normaalisti ole kapasiteettia näin suurilla lisäkuormilla varten. Samalla parvekkeiden kokoa tai muotoa voidaan muuttaa toimivammaksi. Jos vanhassa rakennuksessa ei ole parvekkeita ollenkaan, voidaan ne nyt lisätä rakentamalla uusi ulkopuolinen torni ja puhkaisemalla oviaukot vanhan rakennuksen seinään. Molemmissa tapauksissa uudella parvekkeella parannetaan myös vanhan rakennuksen asuntojen viihtyvyyttä ja

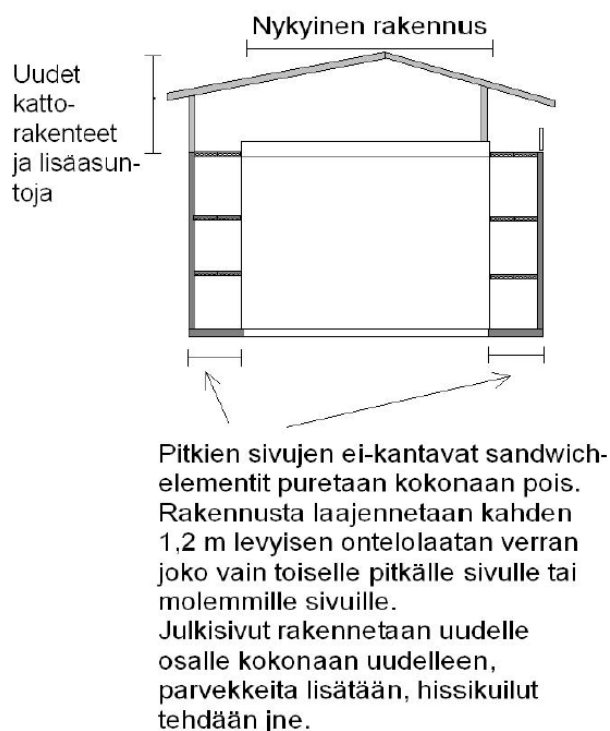
nostetaan niiden arvoa. Parveketornia käytetään kantavana pystyrakenteena kuten uusien teräskehien pilareita, ja siihen tuetaan vaakapalkistojen toinen pää.

2.3.4 Porras- ja hissitornit

Parveketornien tavoin voidaan rakennuksen toisella puolella käyttää uusia rungon ulkopuolisia porras- tai hissitorneja lisäkerrosten kannattamiseen. Hissittömän rakennuksen korottamisen myötä uuden tornin rakentaminen on välttämätöntä ja tällöin sen käyttäminen lisäkerrosten kannattamiseen on suositeltavaa, mikäli vanhan rakennuksen rakenteiden kapasiteetti ei ole riittävä. Porrashuoneet saattavat olla liian harvassa kannattamaan koko kerrosta, jolloin myös uusien teräskehien lisääminen on välttämätöntä. Yhdessä toisella puolella taloa olevien uusien parveketornien kanssa nämä tarjoavat kuitenkin oivan mahdollisuuden sekä lisäkerrosten kannattamiseen että talon perusparannukseen.

2.3.5 Rakennuksen laajennus

Uudet lisäkerrokset on mahdollista kannattaa myös rakennusta laajentamalla. Tällöin esimerkiksi molempia pitkiä sivuja siirretään ulommas ja laajennuksen uusista ulko- sekä väliseinärakenteista tehdään kantavia (kuva 12). Laajennusosalle tehdään täysin uudet perustukset, jotka voidaan kytkeä rakennuksen vanhoihin perustuksiin.



Kuva 12. Ulkoseinälinjan muuttamisen ja lisäkerroksen periaate. (Hakkarainen 2013)

2.4 Nykyisten rakenteiden selvittäminen ilman alkuperäisiä suunnitelmia

Hyvin usein 1960- ja 1970-lukujen lähiökerrostalojen alkuperäisiä rakennesuunnitelmia ei ole käytettävissä. Rakennesuunnitelmat puuttuvat tällöin niin omistajan (asunto-osakeyhtiö tai vuokratyöyhtiö) kuin rakennusvalvonnankin arkistoista. Pääpiirustukset usein löytyvät vähintään rakennusvalvonnasta. Lähiöiden rakentamisessa 1960- ja 1970-luvuilla on ollut yleistä monistaa taloja taloudellisista syistä. Yksi rakennusliike on saanut käyttöönsä tietyn alueen ja saanut lähestulkoon vapaat kädet rakentamisen suhteen. Tällöin on käynyt niin, että alueen talot ovat kopioita toisistaan tai muutokset ovat hyvin pieniä. Yleisin talomalli on tasakattoinen, kolmikerroksinen ja kolmiportainen lamellitalo. Pääpiirustukset on tuotettu kaikista taloista rakennuslupien hakemista varten, mutta rakennesuunnitelmat on saatettu laatia vain yhdestä kohteesta. Samoin on käynyt pohjatutkimusten suhteen. Rakentaminen on siis tehty osin vajavaisin tiedoin lähinnä pohjaolosuhteiden muuttumisen kannalta. Etsittäessä rakennesuunnitelmia tällaisten alueiden taloista onkin tärkeää jalkautua naapurustoon havainnoimaan ja etsimään omaa kohdetta vastaavia rakennuksia. Näistä vastaavanlaisista taloista saat- taan löytyä rakennesuunnitelmat ja pohjatutkimukset rakennusvalvonnan arkistosta.

Mikäli myös rakennuttaja ja rakentamisajankohta ovat omaa kohdetta vastaavia, voi hyvin olettaa myös rakenteiden olevan lähellä toisiaan. Kun on edes pieni aavistus siitä mitä on etsimässä, saa hyvän lähtökohdan oman kohteen rakenteiden tarkemmalle tutkimiselle. Alkuvaiheen tutkimuksiin panostaminen säästää yllätyksiltä lopullisessa suunnittelu- tai rakentamisvaiheessa, ja näin ollen myös kustannuksissa.

2.4.1 Pohjatutkimukset

Selvitys mahdollisesta lisäkerroksesta tai -kerroksista rakentamisesta suoraan nykyisen rakennuksen päälle kannattaa aloittaa perustuksista ja maapohjasta. Alkuperäisten suunnitelmien puuttuessa saattaa olla, ettei ole tietoa edes siitä, onko talo perustettu maanvaraisesti vai paaluille. Toisinaan taas talon toinen pää saattaa olla suoraan kalliolla ja toinen pää paalujen varassa. Rakennuksen korottamista ja sitä kautta kuormien kasvattamista suunniteltaessa, on selvitystyö hyvä aloittaa perustamistavasta sekä perustuksien kestävydestä. Uusien perustusten tekeminen, ja varsinkin nykyisten vahvistaminen, on koko projektin kustannusten kannalta tärkeä lähtötieto. Kustannuksiin vaikuttaa suuresti se, voidaanko lisäkerros rakentaa suoraan puretun vesikaton tilalle vai täytyykö runkoa vahvistaa jo perustuksista lähtien. Käytännössä on havaittu, että rakennuksen teräsbetoninen runko kestäisi useammankin lisäkerroksen tuoman kuorman, mutta perustukset saattavat olla äärirajoillaan jo nykyisillä kuormilla.

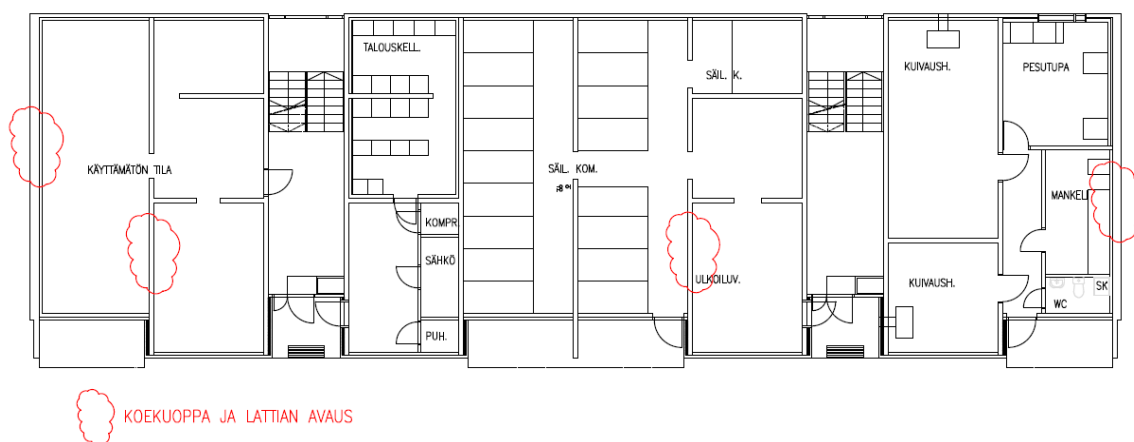
Pohjatutkimuksia on hyvä tehdä sekä kairauksen että koekuopan tai -kuoppien avulla. Kairauksia kannattaa tehdä rakennuksen koosta riippuen vähintään nurkissa sekä sivuilla vähintään sivun puolella välissä. Tällöin saadaan riittävän tarkka kuva pohjaolosuhteista selvitystyötä varten. Varsinaisessa suunnitteluvaiheessa pohjatutkimuksia voidaan vielä tarkentaa lisäkairauksin, mikäli tarpeellista.

Koekuoppia rakennuksen ulkopuolelle on tehtävä vähintään yksi, mutta suositeltavaa on tehdä kuoppa rakennuksen molempiin päätyihin, mikäli se on teknisesti mahdollista eli päädyssä ei kulje autotietä tai kaivua estävää kunnallistekniikkaa. Koekuopan tarkoituksena on kaivaa esille rakennuksen perustukset ulkopuolelta. Sama tutkimus tulee tehdä myös rakennuksen sisäpuolella, josta kerrotaan seuraavassa luvussa. Kuopan avulla saadaan selville mm. perustamistapa (maanvarainen vai paaluperustus), perustamissyvyys sekä anturoiden mitat. Lisäksi pystytään havainnoimaan maanvaraisten anturoiden alla olevan täyttömateriaalin laatua, kun arvioidaan maapohjalle sallittavia

pohjapaineita. Maanvaraiset anturat on saatettu valaa suoraan löyhän hiekkamaan tai silttikerroksen päälle.

2.4.2 Rakenteiden avaukset

Rakenteiden avauksia on syytä tehdä vähintään alimman kerroksen lattiaan. Avaukset tehdään päätyseiniin ulkopuolisten koekuoppien kohdalle sekä muutamien kantavien väliseinien kohdalle. Rakennuksen ulkopuolisten ja sisäpuolisten avausten sekä koekuoppien periaatteellinen sijoittelu on esitetty kuvassa 13. Lattioiden avausten suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon myös tilojen nykyinen käyttötarkoitus ja pyrkiä sijoittamaan ne vähiten haittaa aiheuttaviin kohtiin, kuten varastotiloihin tai käyttämättömiin tiloihin mikäli sellaisia on. Lisäksi avausten tekemistä märkätiloihin on syytä välttää, koska niiden paikkaaminen on huomattavasti työläämpää ja kalliimpaa. Tämä siksi, että ko. ajan asuinrakennusten runkotyyppi on pääosin kirjahyllyrunko eli se muodostuu kantavista päätyseinistä sekä samansuuntaisista kantavista väliseinistä. Pitkien sivujen seinät kantavat vain itsensä, eikä niillä yleensä ole omia perustuksia, vaan ne tukeutuvat kantavien seinälinjojen perustusten päihin tai suoraan kantavien seinien päihin. Niiden mahdollisten omien perustusten selvittäminen ei ole oleellista, koska mahdollisen lisäkerroksen kuormat johdettaisiin perustuksille kantavien väliseinien ja päätyseinien kautta. Rakenneavausten tekeminen muualle kuin alimman kerroksen lattiaan ei yleensä ole välttämätöntä, koska muut selvitystyössä tarpeelliset tiedot voidaan selvittää ainetta rikkomattomin menetelmin tai huomattavasti pienemmillä purkutöillä, esim. poralieriöillä tai vieläkin pienemmillä porarei'illä.



Kuva 13. Koekuoppien ja lattia-avausten periaatteellinen sijoittelu.

Sisälle tehtävistä koekuopista tehdään samoja havaintoja kuin ulkopuolisistakin koekuopista eli selvitetään perustamistapa, -syvyys sekä anturoiden mitat ja maanvaraisen anturoiden alapuolisen täyttömateriaalin laatu. Tällöin saadaan selville perustamissyvyyden muutokset rakennuksen pituussuunnassa. Sillä on suuri merkitys kustannuksiin, mikäli perustuksia päätetään vahvistaa. Pelkät rakennuksen päissä olevat koekuopat eivät välttämättä kerro riittävän tarkasti perustamissyvyyden vaihtelusta koko rakennuksen matkalla.

Myös anturoiden leveyden mittaaminen kantavien seinälinjojen kohdalla on oleellista, jotta voidaan laskea nykyisten perustusten ja maapohjan kapasiteetti. Perustuksia tulee kaivaa esiin riittävästi, koska rakennusajankohdalle on ollut tyypillistä rakenteiden optimointi ja anturoiden leveydet vaihtelevat sen mukaan kuinka paljon niille tulee kuormaa nykytilanteessa. Anturat eivät siis välttämättä ole saman levyisiä jokaisen seinän kohdalla ja leveys saattaa vaihdella seinän matkalla niin, että keskellä antura on kaapeampi kuin ulkoseinien vieressä. Tämä johtuu siitä, että ulkoseinien lähellä kuormaa lisäävät ei-kantavat ulkoseinäelementit, jotka tukeutuvat näiden anturoiden päihin. Rakennuksen päissä sisäpuolinen ja ulkopuolinen kuoppa tulee tehdä samalle kohdalle ja niiden välille tulee kaivaa yhteys anturan alitse. Tällöin anturan leveys saadaan varmasti mitattua.

Anturoista tulee mitata leveyden lisäksi myös korkeus, jotta sen kapasiteetin laskeminen tai edes arviointi olisi mahdollista. Korkeutta mitattaessa on huomioitava, että anturat on yleensä valettu suoraan täytön päälle ilman routaeristettä. Tällöin anturan alapinnassa on epämääräinen korppuvalu, jota ei kannata ottaa mukaan anturan toimivaan korkeuteen.

2.4.3 Rakenteiden tutkiminen ja mittaaminen

Rakennuksen olemassa olevien kantavien teräsbetonirakenteiden mittojen, raudoitusten ja ljuuksien selvittäminen on tärkeää sekä niiden kapasiteetin kannalta että niiden tuoman oman painon kannalta. Näiden asioiden selvittämiseen on käytettävissä monia keinoja, joista toiset aiheuttavat enemmän haittaa rakennuksen nykykäytölle ja toiset taas ovat asukkaille lähes huomaamattomia. Eroa on myös tutkimustapojen kustannuksissa sekä tarkkuustasossa.

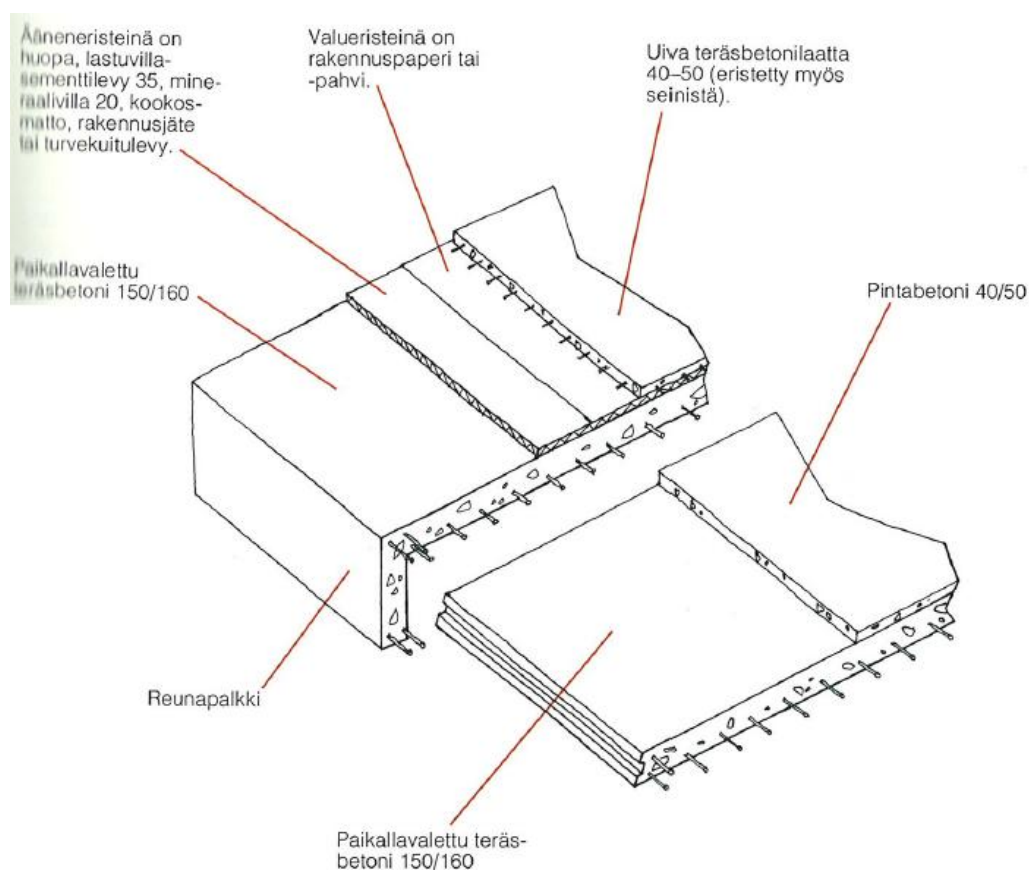
Rakenteiden mitat, lähinnä paksuudet, saadaan kantavista väliseinistä helpoimmin aukkojen pielistä mittaamalla. Myös mahdollisten parvekkeiden pieli- ja väliseinien paksuudet pystytään useimmiten mittaamaan ilman rakenteiden purkutöitä. Kantavien päätyseinien kohdalla on lähes aina turvauduttava joko porareikämittaukseen tai muuhun rakenneavaukseen, esimerkiksi aukon pielen avaamiseen. Porareikämittauksessa on huomioitava, että ulkoseinän kantavan sisäkuoren paksuus saattaa esimerkiksi sandwich-elementin tapauksessa vaihdella hyvinkin paljon mittauskohdasta riippuen. Tämä johtuu elementtien valutavoista sekä aikoinaan käytettyjen lämmöneristeiden pehmeystä. Niiden painuessa kasaan päällimmäisestä betonikerroksesta tuli suunniteltua paksumpi. Mittauksia onkin hyvä tehdä useampia sekä verrata niitä tiedossa oleviin rakennusaikana käytettyihin normaaleihin sisäkuorten paksuuksiin. Tavallisimmat suunnitellut sisäkuorten ja kantavien väliseinien paksuudet olivat 150 mm, 160 mm ja 180 mm (kuva 14). Nykyään paksuus saadaan selville myös ainetta rikkomattomilla menetelmillä, kuten rakenneskannerilla.



Kuva 14. Elementtirakenteisten ulkoseinien yleisimmät rakenteet 1960- ja 1970-lukujen asuin-kerrostaloissa. (Mäkiö 1994).

Seinien paksuuksien lisäksi merkitystä on myös välipohjien ja yläpohjan paksuudella. Yläpohjan tapauksessa merkitystä on erityisesti kantavan rakenteen paksuudella, jota tarvitaan mahdollisen uuden asuin-kerroksen lattian kapasiteetin laskennassa. Koko rakenteen paksuus ja eri rakennekerrokset (betoni ja pintamateriaalit) taas vaikuttavat laskentaan rakennetta kuormittavina omina painoina. Näiden riittävän tarkalla määrittämisellä saattaa olla hyvin merkittävä vaikutus, jos perustuksien kapasiteetit ovat lä-

hellä ylärajoja selvitetessä perustusten vahvistamista suunniteltaessa yhden tai useamman lisäkerroksen rakentamista. Tällöin esimerkiksi kolmen senttimetrin yliarviointi nykyisen teräsbetonisen välipohjan paksuudessa vastaa nelikerroksisessa rakennuksessa suurin piirtein uuden lisäkerroksen lattian hyötykuorman suuruutta. 1960- ja 1970-lukujen asuinkerrostalojen välipohjissa betonin yhteispaksuus on yleensä luokkaa 190...200 mm sisältäen massiivisen kantavan laatan ja uivan lattian pintalaatan tai pelkän ohuen pintavalun (kuva 15). Ontelolaattavälipohjissa ontelolaatan paksuus on 265 mm ja sen päällä on normaalisti vain ohut tasoitekerros. Yläpohjalaatat puolestaan ovat yleensä ohuempia, esimerkiksi 160 mm paksua massiivilaattaa tai 200 mm paksua ontelolaattaa. Tämä johtuu siitä, että yläpohjan paksuudella ei ollut merkitystä ääneneristävyydelle välipohjan tapaan. (Neuvonen 2006; Luoma-Halkola 2013.)



Kuva 15. Paikallavalettujen välipohjien rakenteita. (Mäkiö 1994)

Mittojen lisäksi teräsbetonirakenteiden kapasiteettien laskemista varten tarvitaan myös tietoa raudoituksesta. Päätyseinien kantavat sisäkuoret ovat raudoitettuja teräsbetoniseiniä, mutta väliseinät ja parvekkeiden pieliseinät saattavat olla raudoittamattomia

betoniseiniä. Elementtiseinien tapauksessa raudoittamattomissa väliseinäelementeissä on vain pieliteräkset. Raudoituksen olemassaolo ja k-jako voidaan varmistaa yksinkertaisesti raudoitteen betonipeitemittarilla, mutta teräksen halkaisijan selvittäminen tarkasti sen avulla on mahdotonta. Tällöin saadaan kuitenkin selville, ovatko seinät raudoittamattomia vai raudoitettuja, ja pystytään tarvittaessa laskemaan raudoittamattoman seinän kapasiteetti.

Seinien ja yläpohjan raudoitusten halkaisijat sekä k-jaot voidaan selvittää joko ainetta rikkomattomin tai rikkovin menetelmin. Ainetta rikkomattomat menetelmät ovat rakeneskanneri tai röntgenkuvaus. Rakeneskannerilla saadaan rakenteesta 3D-kuva aina 300 mm:n paksuuteen saakka, joka normaaleissa rakenteissa riittää koko rakenteen ylitse. Tällöin saadaan kerralla selville rakenteen molemmissa pinnoissa olevat teräkset sekä elementtirakennuksen tapauksessa elementtien liitoksissa käytetyt liitostavat. Röntgenkuvauksella voidaan selvittää samat asiat, mutta ilman 3D-kuvaa. Molemmat tavat ovat melko kalliita ja vielä harvinaisia, mutta ainetta rikkomattomina erittäin käytökelpoisia asuinrakennuksissa pienen haittansa vuoksi. Niillä voidaan myös helposti käydä lävitse suurempia alueita kuin ainetta rikkovilla menetelmillä, ja näin ollen saadaan laajempi sekä varmempi kuva koko rakenteesta. Ainetta rikkova menetelmä on terästen paikantaminen raudoitemittarilla ja niiden esiin piikkaaminen mittauksia varten. Tämä on erittäin työläs sekä asukkaille paljon haittaa aiheuttava tutkimusmenetelmä.

Perustusten raudoituksen selvittäminen on seiniä ja laattoja hankalampaa niiden suurien rakennepaksuuksien sekä sijainnin vuoksi. Esimerkiksi rakeneskannerilla paksut anturat tulisi kiertää kokonaisuudessaan raudoituksen selvittämiseksi. Käytännössä tämä on ainoa tällä hetkellä käytävissä oleva keino. Anturan kapasiteetin laskemisen kannalta raudoituksen selvittäminen on kuitenkin välttämätöntä, mikäli ei voida luottaa siihen, että se on raudoitettu leveyttään vastaavaa täyttä pohjapainetta vastaan. Alkuperäisten suunnitelmien puuttumisen vuoksi tällainen oletamus saattaa olla vaarallinen, koska ei tiedetä mille sallitulle pohjapaineelle anturat ovat mitoitettu.

Rakenteissa käytetyn betonin puristus- ja vetolujuus voidaan selvittää poraamalla rakenteista poralieriöitä ja testaamalla ne laboratoriossa. Näytteitä on hyvä ottaa riittävästi, vähintään muutama per kerros, jotta otannasta saadaan riittävän kattava ja alkuperäisen betonin lujuusluokka voidaan määrittää tarpeeksi varmasti. Kun lujuusluokka on saatu selville, voidaan kapasiteettien laskennassa käyttää rakentamisajankohdan

normeissa ko. lujuusluokalle ilmoitettuja arvoja. Poraliiriöiden paikat olisi hyvä valita niin, että ne eivät osu asuntojen välisiin seiniin tai porrashuoneen ja asunnon väliseen seinään, jolloin reiän paikkaustyön vaativuus ääneneristyksen kannalta tulee vaativammaksi. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, varsinkaan, jos rakennuksessa on pääasiassa pieniä huoneistoja eikä asuntojen sisällä ole kantavia väliseiniä.

2.5 Nykyisten rakenteiden selvittäminen alkuperäisten suunnitelmien avulla

Jos kohteesta on käytävissä alkuperäiset suunnitelmat, joko rakennusvalvonnassa hyväksytyt ja arkistoidut tai omistajan arkistosta löytyneet, on niiden paikkansapitävyys syytä tarkastaa projektin alkuvaiheessa kun pohditaan lisäkerroksen tai muun laajenuksen rakentamista. Saattaa hyvin olla, että suunnitelmista poiketen rakennus on toteutettu esimerkiksi elementtirakenteisena paikallavaletun teräsbetonin sijaan. Tällaisten muutosten suunnitelmia ei välttämättä ole aina toimitettu rakennusvalvontaan tai suunnitelmia ei jostain syystä löydy arkistoista. Joka tapauksessa suunnitelmien saamisen jälkeen ensimmäisenä kannattaa tehdä kohteessa silmämääräinen tarkastelu-kierros ja yrittää havainnoida näitä muutoksia suunnitelmien ja toteutuksen välillä.

Kohteessa olisi aina hyvä tehdä myös tarkempia tutkimuksia edes pistokoeluoontoisesti, jolloin alkuperäisten suunnitelmien paikkansapitävyydestä voi varmistua. Mikäli koko projektin suunnittelu tehdään vain alkuperäisten suunnitelmien perusteella ja eroavaisuudet havaitaan vasta esimerkiksi rakentamisvaiheessa, saattaa edessä olla erittäin suuritöiset ja kalliit rakenteiden muutostyöt. Pahimmassa tapauksessa näitä ei havaita edes rakennusvaiheessa. Tästä esimerkkinä vaikka talon perustukset mikäli niiden esiin kaivamiselle ei rakennusvaiheessa ole mitään muuta syytä. Nämä yllätykset voidaan kuitenkin helposti välttää tekemällä alkuvaiheessa muutamia tarkastuksia tärkeimpiin kohtiin. Mikäli pistokoeluoontoisessa tarkastuksessa havaitaan eroavaisuuksia suunnitelmiin, voidaan käynnistää tarkemmat tutkimukset, joiden laajuus on samaa luokkaa kuin tilanteessa, jossa alkuperäisiä suunnitelmia ei ole käytössä ollenkaan.

2.5.1 Pohjatutkimukset

Pohjatutkimusten laajuuden rakennuksen ulkopuolella tulisi olla samaa luokkaa kuin tilanteessa, jossa alkuperäisiä suunnitelmia ei ole käytössä lainkaan. Tämä tarkoittaa

sekä kairauksia että kahta koekuoppaa. Perustukset ja maapohjan kantavuus ovat rakennuksen korottamisen ja kuormien lisäämisen kannalta useimmiten ratkaisevimmat tekijät. Paaluille perustettujen rakennusten kohdalla alkuperäisten suunnitelmien paikkansapitävyys on todennäköisesti melko hyvä ja suunnitelmissa mainittuja paalujen kantavuuksia voidaan käyttää suunnittelun lähtötietona. Paaluperustuksien testaaminen on toki myös erittäin vaikeaa.

Maanvaraisten perustusten tapauksessa alkuperäisten suunnitelmien paikkansapitävyyden tarkastaminen on erittäin tärkeää heti suunnittelun alkuvaiheessa, koska sen perusteella määritetään pystyvätkö perustukset kantamaan yhden tai useamman kerroksen tuoman lisäkuorman vai eivät. Tämä usein ratkaisee, ryhdytäänkö koko hankkeeseen. Suunnitelmien mukaan rakennus saattaa olla perustettu esimerkiksi kalliolle, mutta koekuopan avulla saatetaan havaita, että näin ei olekaan ainakaan koko talon osalta. Lisäksi perustusten koko tai maapohjalle sallittu pohjapaine saattavat erota suurestikin suunnitelmien ja toteutuksen välillä.

Eräässä tutkimuskohteessa alkuperäisissä rakennesuunnitelmissa perustusten alle oli määrätty tiivistetty sora ja maapohjalle oli sallittu pohjapaineeksi 300 MPa. Uusien pohjatutkimusten ja koekuopan perusteella anturan alta löytyi hienoa hiekkaa, jonka kantavuus oli todellisuudessa välillä 100...200 MPa. Pelkkiin alkuperäisiin suunnitelmiin luottaminen olisi mahdollistanut rakennuksen korottamisen kahdella kerroksella ilman pohjapaineen 300 MPa ylittymistä. Todellisuudessa anturoiden aiheuttama pohjapaine oli jo nykyisen kuormituksen ylärajalla. Perustusten mitat olivat alkuperäisten suunnitelmien mukaisia, mutta maapohja ei täyttänyt sille määritettyjä vaatimuksia. Tätä muutosta ei todennäköisesti olisi havaittu edes rakentamisvaiheessa, koska tarvetta rakennuksen viereisille kaivutöille ei olisi ollut.

2.5.2 Rakenteiden avaukset

Rakenneavauksien tekeminen alimman kerrokseen lattiaan on tärkeää alkuperäisten suunnitelmien tarkastamisen vuoksi. Avauksia ja koekuoppia ei kuitenkaan tässä tapauksessa ole tarvetta tehdä jokaisen kantavan seinän kohdalle vaan pari avausta vähiten haittaa aiheuttavista kohdista riittää. Mikäli nämä havaitaan alkuperäisten suunnitelmien mukaisiksi, voidaan suunnittelua jatkaa suunnitelmien perusteella. Jos taas havaitaan poikkeavuuksia, on tutkimuksia syytä laajentaa varman lähtötiedon saami-

seksi. Avauskohdista tarkastetaan samat asiat kuin aiemmassakin tapauksessa eli perustamistapa, anturoiden leveys ja korkeus sekä täyttömateriaalin laatu. Avaukset kannattaa mahdollisuuksien mukaan kohdistaa sellaisiin kohtiin, joissa perustuksissa tapahtuu jokin muutos, esimerkiksi leveyden tai korkeuden vaihtuminen, mikäli sellaisia suunnitelmien perusteella on.

2.5.3 Rakenteiden tutkiminen

Rakennuksen olemassa olevien kantavien teräsbetonirakenteiden kapasiteettien laskemisessa rakenteiden mittojen, raudoituksien ja lujuuksien paikkansapitävyyden selvittäminen verrattuna alkuperäisiin suunnitelmiin on tärkeää. Mittojen tarkastamisella on vaikutusta myös rakenteiden oman painon laskemiseen. Nämä tutkimukset tulee suorittaa samoin kuin tilanteessa, jossa alkuperäisiä suunnitelmia ei ole käytössä. Tutkimusten laajuus voi kuitenkin olla pienempi ja enemmän pistokoeluotoinen. Tutkimukset tehdään samoille rakenteille eli seinille, laatoille ja anturoille. Mikäli muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin havaitaan, tulee tutkimuslaajuutta tarpeen mukaan suurentaa.

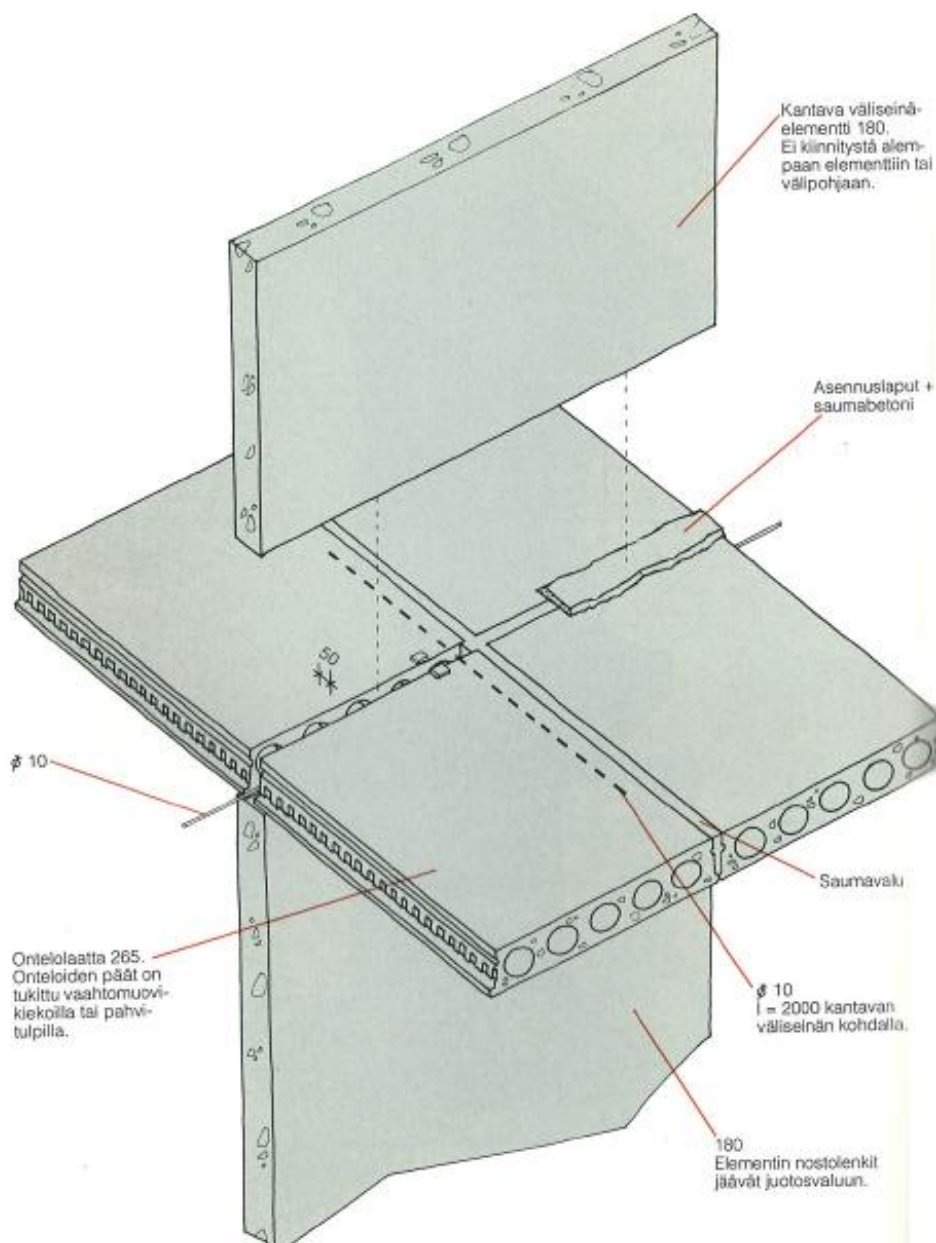
2.6 Nykyisten rakenteiden kapasiteetin laskeminen

Rakennuksen nykyisten rakenteiden kapasiteettien laskeminen on tärkeimpiä ensimmäisiä tehtäviä silloin kun jonkin rakennuksen korottamista tai laajentamista sekä sitä kautta kuormien lisäämistä harkitaan. Tämä olisi järkevää tehdä jo ennen suurta panostusta arkkitehtisuunnitteluun, koska rakenteiden kantavuus määrittelee käytettävissä olevat toteutustavat ja niiden kustannukset. Mikäli alkuperäisiä suunnitelmia ei ole käytettävissä tai niihin ei ole merkitty suunniteltuja kuormituksia, on laskelmat tehtävä rakennusajankohtana käytössä olleita normeja ja niissä mainittuja hyötykuormia käyttäen. Näillä tarkastuksilla määritetään kestäkö rakennuksen nykyinen runko, ja erityisesti perustukset, uudet kasvavat kuormat.

Useimmiten nimenomaan perustukset ovat rajoittava tekijä lisäkerrosten rakentamiselle ylipäättään tai niiden lukumäärälle mikäli lähtökohtana on tehdä lisäkerrokset ilman nykyisten rakenteiden vahvistuksia tai uutta ulkopuolista kantavaa runkoa suoraan vanhan rakennuksen päälle. Perustamistavalla on suuri merkitys, koska parhaiten uudet kasvavat kuormat kestää kallionvarainen rakennus. Maanvaraisen tai paaluille peruste-

tun rakennuksen perustuksissa on harvoin riittävästi kapasiteettia useammalle lisäkerrokselle, mutta yhden kevytrakenteisen kerroksen rakentaminen saattaa olla hyvinkin mahdollista ilman vahvistustoimenpiteitä. Perustamistavasta riippuen onkin selvittävä kallion, maapohjan tai paalujen kantavuus joko alkuperäisten suunnitelmien tai tutkimusten avulla. Laskentaa varten tarvitaan alkuperäisistä suunnitelmista perustamistapalausunto, paalutuspyytäkirja (paaluperustukset), perustusten tasopiirustukset sekä perustusleikkaukset. Näistä pystytään selvittämään paalutusluokka, sallittu paalukuorma ja paalujen mitat tai maanvaraisen perustuksen tapauksessa sallittu pohjapaine. Lisäksi saadaan selville perustusrakenteiden mitat ja raudoitukset.

Teräsbetoniset kantavat seinärakenteet yleensä kestävät kasvavat pystykuormat ilman vahvistuksia, olivat ne sitten raudoitettuja tai eivät. Seinien kannalta pystykuormien kasvamista merkittävämmäksi tulee tuulikuormien kasvaminen rakennuksen korkeuden kasvamisen myötä. Karkeasti voidaan todeta, että kolmikerroksisen rakennuksen korottaminen kahdella lisäkerroksella lähes kaksinkertaistaa tuulikuorman suuruuden. Näin ollen rakenteiden kapasiteetin tarkastaminen myös rakennuksen jäykistykseen suhteen on syytä tehdä riittävän aikaisessa vaiheessa. Kirjahyllyrunkoisissa rakennuksissa on riittävästi seiniä rakennukseen nähden poikittain, mutta pitkittäisseiniä saattaa olla vain porrashuoneiden seinissä. Lisäksi elementtirakenteisen rakennuksen tapauksessa on syytä tarkastaa elementtien liitosten kestävyys (kuva 16), mikäli niihin uudessa kuormitustapauksessa syntyy vetovoimia tai leikkausvoimat kasvavat huomattavasti. Toisaalta myös näiden alkuperäisten seinien päälle tulevat pystykuormat kasvavat uuden tai uusien kerrosten myötä, mikä kompensoi tuulikuorman kasvamisesta johtuvia vaikutuksia. Jo esitarkastelussa, mutta varsinkin jatkosuunnittelussa, on syytä muistaa, että uusilta rakenteilta tulevat kuormat eivät välttämättä jakaannu jokaiselle nykyiselle seinälle, jolloin seinän pystykuorma ei suurene. Laattojen, ja elementtitalossa laatastojen, tapauksessa tällä tuulikuormien kasvamisella on harvoin merkitystä, mutta laatastojen rengas- ja saumaterästen kapasiteetin tarkastamista ei silti voi unohtaa.

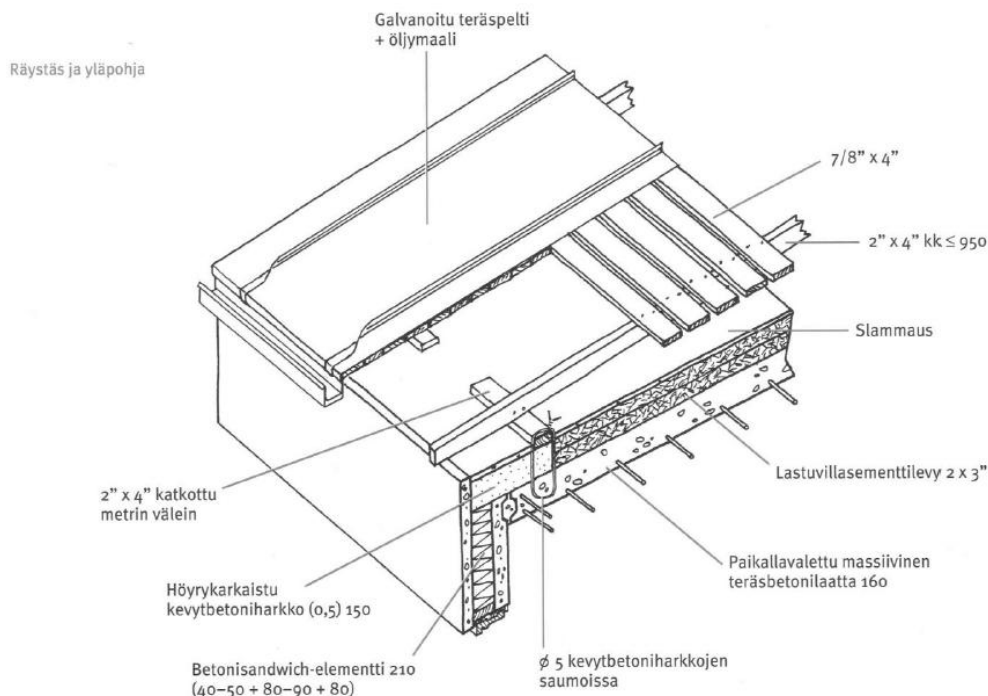


Kuva 16. Elementtirakennuksen kantavan väliseinän ja välipohjan liitos. (Mäkiö 1994)

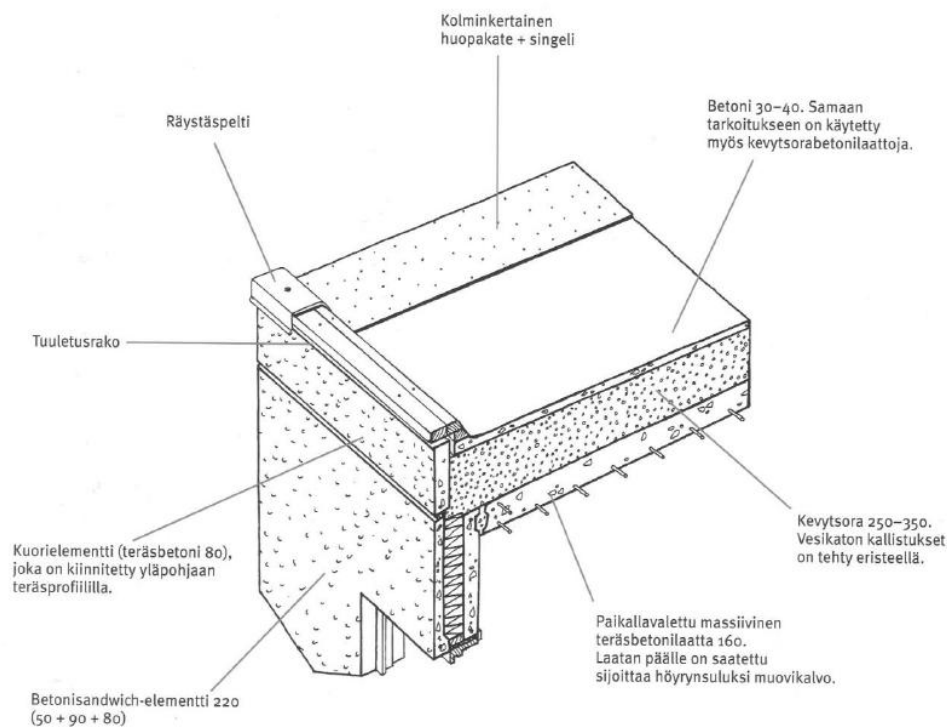
Perustusten kapasiteetin ollessa ääriarjoilla voi säästöä kuormitukseen hakea esimerkiksi ulkoseinien sandwich-elementtien ulkokuorien purkamisesta ja uuden kevytrakenteisen julkisivun tekemisestä, mikäli nykyinen julkisivu on käyttökänsä päässä. Ulkokuoren paksuus vaihtelee normaalesti välillä 40...60 mm ja kolmikerroksisen rakennuksen tapauksessa kuormitussäästö voi olla merkittävä. Suurimman hyödyn tästä saa päätyseinissä sekä pitkillä sivuilla siinä tapauksessa, että julkisivuelementit tukeutuvat kantavien seinälinjojen päihin samoille perustuksille. Tällöin uuden lisäkerroksen kuormi-

tuksia voidaan keskittää näille kohdille ja parhaimmillaan kompensoidaan ainakin yhden kevytrakenteisen lisäkerroksen rakenteiden omapaino.

Nykyisten välipohjien kuormitukset eivät muutu uusien lisäkerrosten myötä, mutta vanha vesikaton kantava laatta muuttuu uuden asuinkerroksen lattiaksi, jolloin sen tulisi kestää uudet lattiarakenteet sekä hyötykuorma. Tämä saattaa tulla rajoittavaksi tekijäksi, mikäli kantava laatta on alun perin mitoitettu hyvin tarkasti vesikaton rakenteille ja lumikuormalle. Vesikaton rakenteiden omapaino on yleensä melko vähäinen (puupukit, lämmöneristeet ja peltikate tai lämmöneristeet, bitumikermikate sekä singeli). Vesikat-
tojen tyypilliset rakenteet on esitetty kuvissa 17 ja 18.

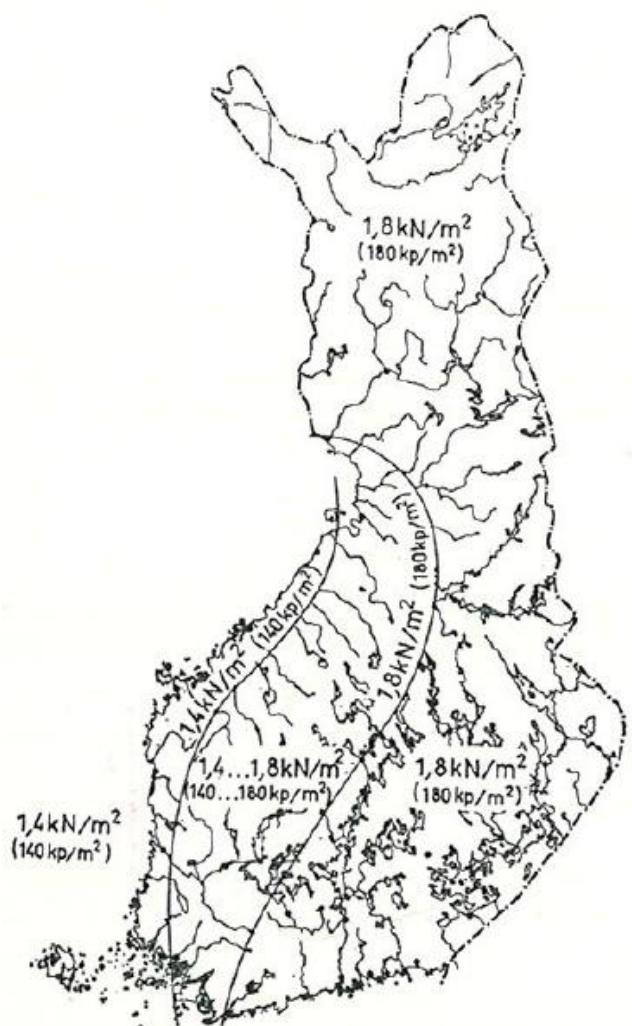


Kuva 17. Tyypillinen 1960-luvun peltikatteen rakenne. (Neuvonen 2006)



Kuva 18. Tyypillinen 1960-luvun tasakaton rakenne. (Neuvonen 2006)

Rakentamisajankohdasta riippuen määräysten mukainen minimilumikuorma on pääkaupunkiseudulla ollut 1,0...1,8 kN/m². Vuoteen 1973 saakka määräysten mukaan lumikuorman suuruus Uudenmaan läänissä vaihteli välillä 1,0...1,5 kN/m² ja tämän jälkeen lumikuorman arvoksi ko. alueella määrättiin 1,8 kN/m² (kuva 19). Tällöin uuden lattian vaatimien pintarakenteiden (pintavalu ja pintamateriaali, ~50 mm ja ~0,125 kN/m²) ja uusien keveiden väliseinien sekä hyötykuorman, Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 mukaan 1,5 kN/m² ja SFS-EN 1991-1-1 kansallisen liitteen mukaan 2,0 kN/m², aiheuttama suurempi kuormitus saattaa johtaa lattian tekemiseen kevytrakenteisena niin, että kuormat viedään palkeilla suoraan alapuolisten seinälinjojen päälle vanhan kantavan laatan sijaan. Kevytrakenteisella korotuslattialla on myös muita etuja, kuten parempi ääneneristävyys sekä tila välipohjan sisällä tehtäville talotekniikan vaakavedoille ja sitä kautta tilajaon vapaudelle lisäkerroksessa. (Rakentajain kalenteri 1964; RIL 59e 1975; SRMK B1 1998; SFS-EN 1991-1-1, NA; Neuvonen 2006.)



Kuva 19. Vuoden 1973 jälkeen käytetyn minimilumikuorman osoittava kartta. (RIL 59e 1975)

Nykyisten rakenteiden kapasiteetin tarkastaminen tulisi ensisijaisesti tehdä rakennuksen rakentamisajankohtana voimassa olleiden määräysten eli Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisesti. Tämä on mahdollista, koska rakentamismääräyskokoelman ja EN-standardien rinnakkaiskäyttö jatkuu edelleen. Tällöin rakennelaskelmat on mahdollista tehdä rakentamismääräyskokoelman B-sarjan mukaisesti. Ongelma syntyy kun EN-standardien kanssa päällekkäiset suunnittelusäännöt, mm. käytettävät kuormat, poistetaan rakentamismääräyskokoelmasta ja suunnittelussa tulisi käyttää vain ja ainoastaan EN-standardeja. Tämä aiheuttaa ristiriitaa esimerkiksi silloin, kun lasketaan perustusten kapasiteettia lisäkerroksia varten, koska normien varmuustasot ovat erilaiset. Toisaalta kuormituksina on vanhojen kerrosten kohdalla käytettävä joko alkuperäisissä suunnitelmissa esitettyjä tai rakentamisajankohdan määräysten mukaisia minimikuormia. Kun tarkastellaan rakentamismääräyskokoelman mukaan suunnitel-

lun rakennuksen kokonaiskuormituksia ja -kapasiteetteja EN-standardien mukaan, tulee vanhoilla välipohjilla käyttää kuormitusta $1,5 \text{ kN/m}^2$, vaikka se on pienempi kuin SFS-EN 1991-1-1 kansallisen liitteen asuinrakennuksen välipohjan minimikuorma, jos se on ollut rakennuksen rakentamisajankohdan määräysten mukainen minimikuorma. Vuoteen 1973 saakka asuinrakennusten teräsbetonisten välipohjien minimihyötykuorma on ollut $2,0 \text{ kN/m}^2$ ja tämän jälkeen rakennetuissa $1,5 \text{ kN/m}^2$. Käytännössä kuormitusta pienennettiin arvoon $1,5 \text{ kN/m}^2$ jo hieman aiemmin vuoden 1969 ilmestyneen Rakenteiden kuormitusnormin RIL59 perusteella, vaikka sisäasianministeriön päätös asiasta annettiin vasta vuonna 1973. (Rakentajain kalenteri 1964; RIL 59e 1975; SRMK B1 1998; SFS-EN 1991-1-1, NA, Mäkiö 1994.)

Suunnittelunormeja eli rakentamismääräyskokoelmaa ja EN-standardeja ei saa käyttää ristiin, vaan uusia rakennusosia suunniteltaessa tai vanhoja tutkittaessa rakennesuunnittelijan tulee tutkia se kokonaisuudessaan yhden normin mukaan. Normin kaikki eri osat muodostavat kokonaisuuden, johon normin varmuustaso perustuu, eikä määräyksiä voi sekoittaa keskenään. Tällöin koko rakennusta tarkasteltaessa uusien rakenteiden ja kerrosten kuormat otetaan EN-standardeista, mutta vanhojen rakenteiden kuormien osalta käytetään joko rakentamisajankohtana voimassa olleita ohjearvoja tai suunnitelmiin merkittyjä kuormia.

Mikäli uudet lisäkerrokset mitoitetaan eurokoodien avulla, vaikka tällä hetkellä myös rakentamismääräyskokoelman käyttäminen on mahdollista, on olemassa olevien rakenteiden (seinät, pilarit, perustukset) kantavuus hyvä tarkastaa EN-standardien avulla, jolloin samaa rakennejärjestelmää olevat rakenteet tulee tarkastettua samalla suunnittelujärjestelmällä. Olemassa olevien rakenteiden mitoituksessa tulee käyttää yllä mainittuja kuormituksia. Jos osoittautuu, että rakenne täyttää vaatimukset ja varmuustasot myös EN-standardeilla mitoitettaessa, ei rakenteiden vahvistamiselle ole tarvetta, eikä normien välille synny ristiriitaa. Rakennuksen jäykistystä tarkasteltaessa tulee luonnonkuormina käyttää aina käytettävän normin mukaisia luonnonkuormia koko rakennuksen osalta, vaikka alemmat kerrokset olisikin aikoinaan mitoitettu eri normilla ja kuormilla.

Nykyisten, olemassa olevien rakenteiden varmuustaso tulee arvioida tapauskohtaisesti ja käytettävästä menettelytavasta on hyvä sopia etukäteen paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Näin vältetään uusintalaskelmilta sekä erilaisilta tulkinnoilta suunnittelun ja rakentamisen myöhemmässä vaiheessa.

2.6.1 Suunnitteluperusteet uusille rakenteille

Uusien rakennusosien mitoitus tulee tehdä aina voimassa olevan normin ja sen kuormien mukaisesti. Tällä hetkellä kantavien rakenteiden mitoitus on mahdollista sekä rakentamismääräyskokoelman B-sarjan että EN-standardien mukaan. Lisäkerrosrakentamisen yhteydessä tämä tarkoittaa sekä uusien kerrosten rakenteita että mahdollisia vanhoihin rakenteisiin tehtäviä vahvistuksia. Lisäkerroksen osalta tämä on yksinkertaista eikä eroa uudisrakentamisesta, jossa EN-standardeja on voitu käyttää jo vuosia.

Nykyisiä rakenteita vahvistettaessa, joko pystykuormien suurenemisen tai lisääntyvän jäykistyksen tarpeen vuoksi, tulee koko rakennus mitoittaa uudelleen yhtä suunnittelunormia käyttäen. Kuormitukset valitaan normista riippuen edellisen luvun mukaisesti. Tällöin EN-standardeja käytettäessä, esimerkiksi perustusten vahvistamisen yhteydessä, tulee perustukselle tulevat kuormitukset sekä itse perustus, mitoittaa EN-standardien mukaisesti. Vanhan anturan kapasiteetti siis lasketaan EN-standardin mukaisesti ja samalla periaatteella siihen suunnitellaan vahvistus, maanvaraisen tapauksessa lisää leveyttä ja paaluanturan tapauksessa lisäpaalut sekä anturan levennys. Oleellista on sopia käytettävästä menettelytavasta paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa jo luonnossuunnitteluvaiheessa.

2.7 Määräykset

Kaikkea rakentamista ohjaa Suomen rakentamismääräyskokoelma ja lisäkerrosrakentamisen osalta sen soveltuvat osat. Lisäkerrokset ovat verrattavissa uudisrakennukseen ja niiden rakenteiden tulee täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman asettamat vaatimukset esimerkiksi rakenteiden lämmön- ja ääneneristävyyksille, ilmatiiviydelle sekä paloturvallisuudelle. Lisäksi rakenteiden kantavuuden ja vakavuuden osalta on noudatettava EN-standardeja soveltuvin osin.

Lisäkerrosrakentamisen luvanvaraisuudesta johtuen sitä koskevat myös ympäristöministeriön asetukset. Ympäristöministeriön asetus 4/13 "rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä" edellyttää luvanvaraista korjaus- ja muutostyötä tehtäessä energiatehokkuustarkasteluja ja vanhan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista, mikäli nykyinen rakennus ei täytä asetuksen vaatimuksia. Ase-

tuksen mukaan energiatehokkuusvaatimusten toteutuminen voidaan osoittaa kolmella vaihtoehtoisella tavalla. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013.)

2.7.1 Nykyisten rakenteiden energiatehokkuuden parantaminen

1960- ja 1970-lukujen betonilähiöiden rakennusten lämmöneristävyyden parantaminen julkisivuun liittyvien korjausten yhteydessä on perusteltua, koska ko. talot ovat Suomen rakennuskannan energiatehottomin osa (Nieminen 2010). Näiden talojen kohdalla energiatehokkuuden parantaminen jollakin tavalla on lähes aina välttämätöntä, jotta täytetään ympäristöministeriön asetuksen 4/13 vaatimukset. Asetuksen antamista kolmesta vaihtoehtoisesta tavasta voidaan tapauskohtaisesti valita edullisin ja toteutuskelpoisin tapa. Vaihtoehtoista voi valita joko rakennusosien tai koko rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen perustuvan vaihtoehdon. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013; Lylykangas 2012.)

Kolme vaihtoehtoista tapaa rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ympäristöministeriön asetus 4/13 mukaan ovat:

1. Rakennuksen peruskorjattavien, uudistettavien tai uusien rakennusosien tulee täyttää asetuksen 4 §:ssä säädetyt rakennusosakohtaiset vaatimukset. Rakennusosittain tai yksittäisen kohdan osalta voidaan vaatimuksen täyttämättä jättäminen kompensoida ylittämällä vaatimustaso toisen rakennusosan tai yksittäisen kohdan osalla. Asetuksen mukaiset rakennusosakohtaiset vaatimukset ovat.
 - a. Korjauksen yhteydessä ulkoseinän alkuperäinen U-arvo tulee puolittaa eli korjauksen jälkeen U-arvon tulee olla: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ eli uudisrakennuksen vaatimusta ei tarvitse alittaa.
 - b. Korjauksen yhteydessä yläpohjan alkuperäinen U-arvo tulee puolittaa eli korjauksen jälkeen U-arvon tulee olla: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ eli uudisrakennuksen vaatimusta ei tarvitse alittaa.

- c. Korjauksen yhteydessä alapohjan energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan, mutta vaatimusta U-arvolle ei ole. U-arvo ei kuitenkaan saa heikentyä.
 - d. Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava uudisrakentamista vastaavia eli $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa lämmönpitävyyttä on parannettava mahdollisuuksien mukaan.
2. Rakennuksen energiankulutus (kWh/m^2) saa olla enintään asetuksen 6 §:ssä säädettyjen rakennusluokkien vaatimusten mukainen. Asuinkerrostalon kohdalla standardikäyttöön perustuvan energiakulutuksen tulee olla alle 130 kWh/m^2 .
 3. Rakennuksen kokonaisenergiankulutusta kuvaava E-luku saa olla enintään asetuksen 7 §:ssä säädettyjen rakennusluokkien vaatimusten mukainen. Asuinkerrostalon kohdalla kokonaisenergiankulutusta kuvaavan E-luvun tulee olla vähintään $0,85 \times E$ -laskettu, jossa E-laskettu lasketaan standardikäyttöön perustuvaan ominaisen kulutuksen avulla.

Pelkkään energiataloudellisuuteen tähtäävät korjaukset eivät pitkistä takaisinmaksuajoista johtuen yksinään tehtynä useinkaan ole kustannustehokkaita. Kärjistettynä hyväkuntoisten kaksilasisten ikkunoiden vaihtaminen ei ole taloudellisesti järkevää, mutta mikäli ikkunat ovat huonossa kunnossa ja ne on uusittava tai kunnostettava muutoin kuin huoltomaalaamalla, on ikkunoiden vaihtaminen nykyaikaisiin perusteltua. Rakennuspaikasta riippuen uuden ikkunan myötä paranee myös ääneneristävyys ja sitä kautta asuinviihtyvyys. Myöskään hyväkuntoista julkisivua ei ole mielekäästä lähteä lisälämmöneristämään, mutta muun julkisivukorjauksen yhteydessä lisälämmöneristämisen toteuttamisesta tulee järkevää.

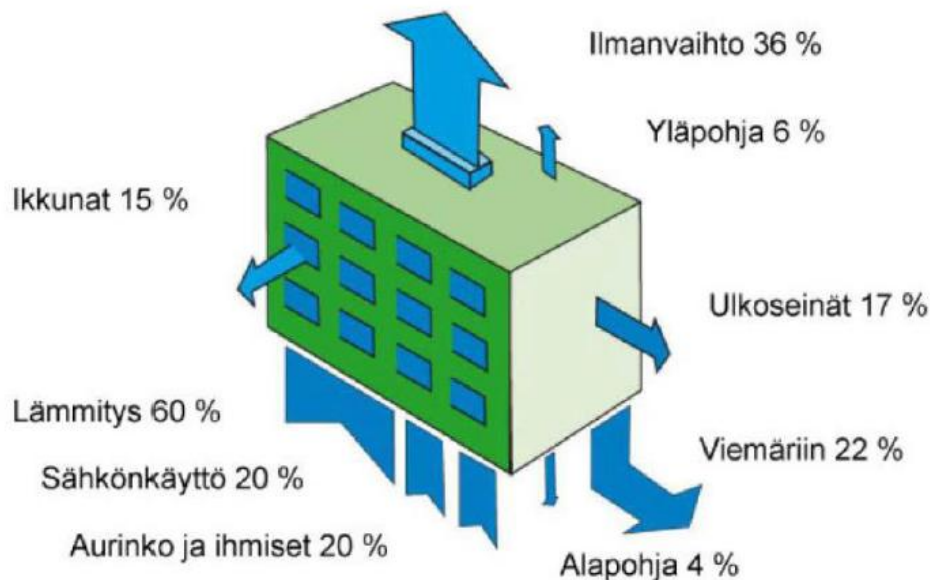
Toisaalta energiatehokkuuden parantamiseen ohjaavat korjausrakentamisen määräykset ovat tervetulleita, jotta korjausten yhteydessä kiinnitetään entistä enemmän huomiota energiatehokkuuteen. Määräykset lähtevät siitä, että ehjiä tai toimivia rakenteita ja järjestelmiä ei tarvitse lähteä uusimaan pelkästään energiatehokkuuden vuoksi, vaan määräyksiä on noudatettava vasta kun korjaus tehdään teknisistä syistä. Lisäksi korjausten porrastaminen on mahdollista niin, että tavoiteltu taso saavutetaan vasta useamman korjauksen yhteisvaikutuksena esimerkiksi niin, että ensin tehdään ikkuna- ja

julkisivukorjaus ja muutaman vuoden kuluttua toteutettavan ilmanvaihtoremontin yhteydessä täytetään vaadittu taso, kun vaihtoehdoksi on valittu joko 2 tai 3 eli energiankulutusvaatimukset tai E-luku-vaatimus rakennusluokittain. Tällöin ikkuna- ja julkisivukorjauksen rakennuslupaa haettaessa on esitettävä suunnitelma toimenpiteiden yhteisvaikutuksesta eli myös ilmanvaihtoon tehtävät muutokset ja perusteet, vaikka toteutus tehtäisiinkin vasta esimerkiksi viiden vuoden kuluttua. Mikäli energiatehokkuuden parantamisessa noudatetaan julkisivu- ja ikkunakorjausten osalta vaihtoehdon 1 vaatimuksia ja ilmanvaihdon osalta asetuksen 5 §:ssä säädettyjä vaatimuksia sellaisenaan, ei kokonaisvaikutusta tarvitse arvioida erikseen. Näin myös mikäli rakennuslupaa edellyttävän korjauksen yhteydessä tehtävän energiatehokkuuden parannuksen vaikutus koko rakennuksen energiatehokkuuteen on vähäinen tai olematon. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013.)

Lisäkerrosten avulla rakennuksen energiankulutusta asuinneliometriä kohden pystytään joka tapauksessa pienentämään nykyisestä, koska lisäkerrokset tulee tehdä vähintään uudisrakentamista koskevilla vaatimuksilla lämmöneristyksen ja ilmanvaihdon osalta. Mikäli rakenteet tehdään vieläkin paremmiksi, esimerkiksi passiivitalonrakenteilla, on vaikutus vieläkin suurempi. Tällöin ulkoseinien ja ikkunoiden sekä ilmanvaihdon lämpöhäviöiden osuudet pienenevät kun rakennusta verrataan normaaliin korjaamattomaan 1960- ja 1970-luvun asuinkerrostaloon. Ilmanvaihdossa pienenemisen aiheuttaa vanhan rakennuksen painovoimaisen tai koneellisen poiston vaihtuminen lisäkerroksen lämmöntalteenotolla varustettuun koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon. Toisaalta energiankulutusta pienentää vanhan rakennuksen mahdollisen koneellisen poistoilmanvaihdon kytkeminen lisäkerroksen lämmöntalteenotolla varustettuun järjestelmään. Koska vanhat koneet sijaitsevat normaalisti vanhalla ullakolla, on tämä muutos lähes pakonomainen. (Luoma-Halkola 2013.)

Lisäkerroksen myötä vanha yläpohja muuttuu välipohjaksi ja uuden yläpohjan lämmöneristys sekä tiiveys ovat vanhaa rakennetta paremmat. Näillä lisäkerroksen tai -kerrosten ratkaisulla voidaan vaikuttaa siihen, että koko kiinteistö täyttää sille korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräysten asettamat vaatimukset jopa ilman vanhaan rakennukseen kohdistuvia toimenpiteitä. Suunniteltujen lisäkerrosten ratkaisuiden vaikutus koko rakennuksen energiankulutukseen tulee laskea suunnittelun aikana erikseen kokonaisenergiatarkastelun kautta ja alustavasti jo luonnossuunnitteluvaiheessa, jotta voidaan varmistaa ympäristöministeriön asetuksen vaatimusten toteutuminen se-

kä arvioida käyttökustannuksissa saavutettavia säästöjä. (Lylykangas 2012; Luoma-Halkola 2013)



Kuva 20. 1960- ja 1970-luvuilla rakennettujen asuinkerrostalojen keskimääräisiä lämpöhäviöitä ja lämmönlähteitä (Lylykangas 2012).

Suunnitellessa lisäkerrosta energiatehokkuuden kannalta, rakennuksen muodon osalta edullisimman lähtökohdan tarjoaa malli, jossa vanhan rakennuksen ulkoseinälinja jatkuu lisäkerroksessa eli lisäkerroksen kerrosala on yhtä suuri. Tällöin rakennuksen muotokerroin muodostuu mahdollisimman edulliseksi kun lasketaan ulkovaipan lämpöhäviöitä. Muotokerroin tarkoittaa lämpöhäviöitä aiheuttavan ulkovaipan pinta-alan suhdetta lämmitettävään tilavuuteen. Energiatehokkuuden kannalta lisäkerroksen ja vanhan rakennuksen rajakohdassa tulisi pyrkiä ilmatiiviin kerroksen eli vanhan rakennuksen betonisen sisäkuoren ja lisäkerroksen höyrynsulun (kevytrakenteisessa ratkaisussa) sekä lämmöneristekerroksen mahdollisimman hyvään jatkuvuuteen vanhasta osasta uuteen. (Lylykangas 2012.)

Yksinkertainen ja suhteellisen edullinen tapa nykyisen rakennuksen lämmitysenergian pienentämiseen on nykyisten parvekkeiden lasittaminen tai uusien lasitettujen parveketornien rakentaminen. Energiansäästön suuruus riippuu parvekkeen pinta-alan osuudesta julkisivussa sekä parvekkeen takaseinän ikkunoiden, ovien ja itse seinärakenteen tasosta. Lisäksi tähän vaikuttaa parvekkeiden suunta eli säästö on suurin etelään suunnatuilla parvekkeilla. Lämmitysenergiesäästön lisäksi lasituksella on suuri vaiku-

tus asumismukavuuteen ja parvekkeen käyttöaikaan sekä -ikään, jotka lasituksen myötä pitenevät. (Lylykangas 2012.)

2.7.2 Lisäkerroksen tai laajennusosan määräykset

Ääneneristyksen määräykset

Lisäkerroksen tai muun laajennuksen osalta noudatetaan Suomen rakentamismääräskokoelman osan C1 määräyksiä ja ohjeita. Askeläänitasoluvun osalta uuden ja vanhan asunnon välisen välipohjan tulee täyttää rakentamismääräysten asettama vaatimus $L'_{n,w} \leq 53$ dB sekä uloskäytävän kohdalla $L'_{n,w} \leq 63$ dB. Nämä vaatimukset eivät teräsbetonirakenteisen ja korotuslattian kanssa yleensä tuota ongelmia, koska nämä muodostavat yhdessä kaksinkertaisen rakenteen. Tarvittaessa ja rakenteiden kapasiteetin sen salliessa voidaan lisäkerroksen lattian askelääneneristävyyttä parantaa lisäämällä lattiarakenteiden massaa joko levyrakenteilla tai valettavilla massoilla. Teknisten tilojen laitteet puolestaan tulee irrottaa lattiarakenteista ääntä vaimentavilla rakenteilla. Useamman lisäkerroksen tapauksessa uusien asuntojen välisen välipohjan rakenne voidaan toteuttaa täysin uudisrakennusta vastaavilla rakenteilla ja näin ollen vaatimusten täyttäminen onnistuu ennenkin käytetyillä ja testatuilla rakenteilla. On kuitenkin muistettava, että rakenteiden vaadittu keveys asettaa haasteita niin suunnittelulle kuin tarkalle toteutuksellekin. (SRMK C1 1998; Lylykangas 2012.)

Uusien asuntojen osalta seinä- ja lattiarakenteiden tulee täyttää rakentamismääräysten asettamat vaatimukset $R'_w \geq 55$ dB asuntojen välillä ja $R'_w \geq 39$ dB asunnon ja toista asuntoa palvelevan uloskäytävän välillä, silloin kun välissä on ovi. Uusien kevytrakenteisten huoneistojen välisten seinien kohdalla vaatimuksen täyttäminen ja äänen sivutiertymien estäminen tarkoittaa kaksoisrunkoisten seinien käyttämistä. Tällöin myös lattian ja yläpohjan rakenteet tulee katkaista asuntojen välillä. (SRMK C1 1998.)

Myös ulkoseinärakenteelle on asetettu tietyt ääneneritysvaatimukset rakennuksen sijainnista riippuen. Esimerkiksi lentomelualueella julkisivun rakenteeseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Lämmöneristyksen määräykset

Lisäkerroksen tai muun laajennuksen osalta noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C3 määräyksiä ja ohjeita. Rakentamismääräyksen mukaan rakennuksen ulkovaippaan kuuluvan rakennusosan (ulkoseinä ja yläpohja) lämmönläpäisykerroin lämpimien tilojen osalla saa olla enintään 0,60 W/m²K ja ikkunan osalta enintään 1,8 W/m²K. Jotta kompensatiota rakennusosien välillä ei jouduta tekemään ja laskemaan, on suositeltavaa käyttää määräyksissä annettuja vertailuarvoja, joista lisäkerrosta koskevia ovat:

- ulkoseinä $U \leq 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja $U \leq 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ikkuna, kattoikkuna tai ovi $U \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Näistä yläpohjan vertailuarvo koskee myös lisäkerroksen terassirakennetta, mikäli siitä muodostuu vanhan rakennuksen yläpohja, koska siitä tulee uudisrakennuksen osa. Jos uusi lisäkerros on vanhaa rakennusta pienempi ja sen reunoille jää vanhaa, mutta korjattavaa yläpohjaa, voidaan tuon yläpohjan kohdalla käyttää ympäristöministeriön asetuksen 4/13 4 §:ssä annettua ohjetta alkuperäisen rakenteen U-arvon puolittamisesta tai uudisrakentamisen tasosta. Käytännössä järkevää on kuitenkin tehdä yläpohja uudisrakentamisen tasoon, mikäli se vain rakenneteknisesti on mahdollista. Mahdollisen laajennuksen (ulkoseinien siirto) kohdalla em. vertailuarvojen lisäksi tulee käytettäväksi myös seuraavat vertailuarvot:

- ryömintätilaan rajoittuva alapohja $U \leq 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- maata vasten oleva rakennusosa $U \leq 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

Näitä on käytettävä myös esimerkiksi uuden hissi- tai porrastornin suunnittelussa. (SRMK C3 2010.)

Palomääräykset

Lisäkerroksen tai muun laajennuksen osalta noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 määräyksiä ja ohjeita. Korotettavaksi suunniteltavat asuinkerrostalot kuuluvat normaalisti paloluokkaan P2 sekä ennen että jälkeen korotuksen. Palomääräysten mukaan asuinrakennuksen osastointi tulee tehdä huoneistoittain ja kantavat rakenteet (seinät ja välipohjat) suunnitella luokkaan REI60. (SRMK E1 2011.)

Puurakenteisten lisäkerrosten tapauksessa yhden lisäkerroksen osalta noudatetaan omia palomääräyksiä ja useampien kerrosten tapauksessa noudatetaan puukerrosta-loista annettuja P2-paloluokan määräyksiä. Yhden puurakenteisen lisäkerroksen määräykset ovat voimassa kun lisäkerros tehdään betonirunkoisen P1-paloluokan asuinkerrostalon päälle. Tällöin rakennus saa lisäkerroksen kanssa olla enintään kahdeksankerroksinen ja korkeus enintään 26 metriä. Lisäkerroksia saa olla vain yksi ja sen on oltava asuinkäyttöön tarkoitettu. Lisäkerroksen palokuorman tulee olla alle 600 MJ/m². (Puuinfo 2011a.)

Lisäkerroksen kantavat rakenteet tulee mitoittaa luokkaan R60 ja suojaverhoilla talon sisällä luokkaan K₂ 30. Vaihtoehtoisesti suojaverhous K₂ 30 voidaan korvata rakenteella, joka vastaavan ajan suojaa sen takana olevia rakenteita syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta. Käytännössä tämä tarkoittaa kantavan rakenteen sisäpuolelle toteutettavaa EI30 seinärakennetta. Huoneistojen välisten ja uloskäytävien rakenteiden tulee täyttää vaatimus EI60. Lisäkerroksen ulkoverhous koolauksineen voidaan toteuttaa puurakenteisena, vähintään D-s2, d2-luokan tuotteilla. Tällöin räystäät tulee suunnitella luokkaan EI30 siten, että estetään palon pääseminen puujulkisivulta ullakolle tai yläpohjan onteloon. Ulkoseinän tuulensuoja tulee toteuttaa vähintään B-s1, d0-luokan tuotteilla kuten esimerkiksi kipsilevyllä tai mineraalivillalla. Lämmöneriteiden tulee olla A2-s1, d0-luokan tuotteita eli esimerkiksi mineraalivillaa. Asuntojen seinä- ja kattopinnat voidaan tehdä puusta, vähintään D-s2, d2-luokan tuotteilla, mutta lattiapinnoille ei ole asetettu pintaluokkavaatimusta. Porrashuoneiden rakenteet tulee tehdä A2-s1, d0-luokan rakenteista ja porrassyöksyt sekä -tasanteet suunnitellaan luokkaan R30. Uloskäytävien lattiat tulee tehdä vähintään D_{FL}-s1-luokan tuotteella johon kuuluvat myös puuaineiset pinnat kuten esimerkiksi puuparketit. Parvekkeiden kantavat rakenteet tulee suunnitella luokkaan R30 ja pintarakenteiden luokkavaatimus on sama kuin ulkoverhouksella. (Puuinfo 2011a; Puuinfo 2012; SRMK E1 2011.)

2.7.3 Talotekniikka ja energiatalous

Lisäkerroksen tai muun laajennuksen osalta talotekniikan suunnittelussa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D-osan määräyksiä ja ohjeita sekä niihin liittyviä taustamateriaaleja. Lisäksi suunnittelussa tulee huomioida tarpeelliset valtioneuvoston ja ympäristöministeriön asetukset sekä uudisrakentamiseen että korjausrakentamiseen liittyen.

2.8 Parhaat nykyrakenteet ja pohjaratkaisut lisäkerrosrakentamiseen

Seuraavaksi arvioidaan parhaita rakenneratkaisuja lisäkerrosrakentamisen kannalta, tärkeimpänä kriteerinä toteutuksen helppous sekä kustannustehokkuus. Tärkeimpiä rakenteita ovat perustukset sekä rakennuksen kantava runko. Nykyisen rakennuksen vesikaton rakenteella ei juurikaan ole merkitystä lisäkerroksen kannalta ja sen vaikutus liittyikin lähinnä purkukustannuksiin sekä vedenpoiston toteutukseen (Luoma-Halkola 2013).

2.8.1 Perustukset

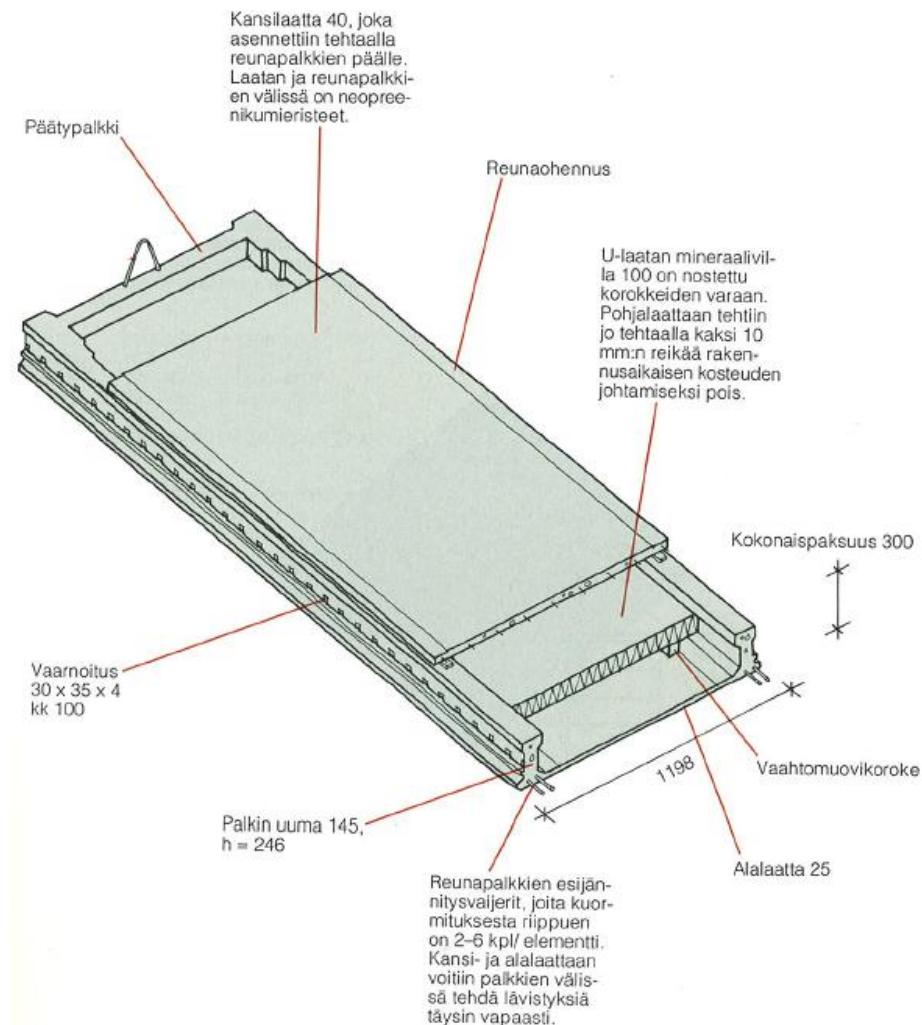
Lisäkerrosrakentamisen kannalta paras talotyyppi on suoraan kalliolle perustettu rakennus. Tällöin perustuksien kapasiteetti on yleensä riittävä useammallekin lisäkerrokselle ja tarvittaessa myös perustuksien vahvistaminen on tehtävissä helposti ja kustannustehokkaasti. Mitoittavana tekijänä ei tällöin yleensä ole kallion geotekninen kantavuus vaan perustusrakenteen kestävyys. Kallioperustaisissa rakennuksissa lisäkerrokset saatetaan pystyä toteuttamaan myös raskaammilla rakenteilla kuten teräsbetonielementeillä, jolloin saavutetaan helpommin vaadittavat ääneneristysarvot sekä palonkestävyys. (Luoma-Halkola 2013.)

Maanvaraisissa perustuksissa kapasiteettia ei aina ole käytettävissä varsinkaan useammalle lisäkerrokselle. Mitoittavana tekijänä on yleensä maapohjan geotekninen kantavuus, koska antura on normaalisti mitoitettu sallitun pohjapaineen maksimiarvolle. Maanvaraisen perustuksen vahvistamisen helppous ja kustannustehokkuus riippuu paljon alkuperäisestä perustamissyvyydestä.

Paaluille perustettujen rakennusten korottaminen on yleensä vaikeinta johtuen perustojen kapasiteetin puutteesta ja vahvistustyön vaativuudesta sekä suurista kustannuksista. Paaluperustuksien kapasiteetin arvioiminen tukipaalujen kohdalla on kuitenkin yleensä helpompaa kuin maanvaraisten anturoiden tapauksessa, johtuen tarkemmista suunnitteluohjeista sekä paremmasta dokumentaatiosta, kuten paalutuspöytäkirjan arkistoisesta. Paalut ovat normaalisti kallioon tai kantavaan pohjakerrokseen lyötyjä teräsbetonipaaluja. Kitka- ja koheesiopaalujen kantavuuden arvioiminen on vaikeampaa, eivätkä ne todennäköisesti sovellu lisäkuormitukselle eikä rakennus sitä kautta lisäkerrosrakentamiseen. Tukipaalujen kantavuus voidaan laskea paalutuspöytäkirjan ja perustussuunnitelman sekä rakentamisajankohdan normien avulla. Lisäkerrosten toteuttamisessa ratkaisevinta saattaa olla paalujen pituus. Rakennuksen toisessa päässä paalut voivat olla lyhyitä eikä kapasiteetti siellä ole riittävä, vaikka toisessa päässä pitkien paalujen kantavuus mahdollistaisikin lisäkerroksen. Paaluperustan kapasiteetin laskennassa tulee myös huomioida, että normaalisti näissä asuinrakennuksissa ei ole käytetty vinopaaluja vaan kaikki paalut ovat suorja ja ottavat vastaan pääasiassa pystykuormia. (Luoma-Halkola 2013.)

2.8.2 Runkorakenteet

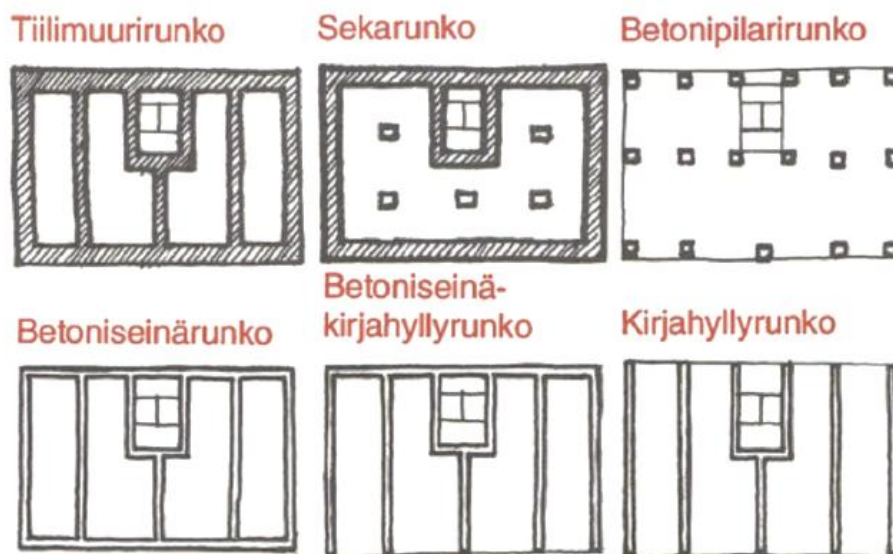
Rakennuksen runkona paikallavalettu teräsbetoninen runko on normaalisti paras ja siinä on riittävästi kapasiteettia jäljellä sekä pystykuormien että jäykistyksen kannalta. Heikkoutena saattaa olla entisen yläpohjan kestäminen uuden asuinkerroksen lattiana. Käytettäessä korotuslattiaa tämäkään ei ole ongelma, koska kuormat viedään suoraan kantaville seinille. Myös elementtirakenteisen rakennuksen rungossa on yleensä riittävästi kapasiteettia kasvaville pystykuormille, mutta elementtien liitoksien kestävyys jäykistyksen kannalta saattaa tulla vastaan varsinkin useamman lisäkerroksen tapauksessa. Lisäksi elementtirakenteisen (ontelolaatoista tai Nilcon-laatoista tehdyn, kuva 21) entisen yläpohjan kapasiteetin selvittäminen on vaikeaa varsinkin silloin kun alkuperäisiä rakennesuunnitelmia ei ole käytettävissä. Alkuperäisiä ontelolaattasuunnitelmia ei yleensä ole mahdollista löytää ja näin ollen laattojen punostuksen selvittäminen luotettavasti on haastavaa. (Mäkiö 1994.)



Kuva 21. Välipohjassa käytetyn Nilcon-laatan periaate. (Mäkiö 1994)

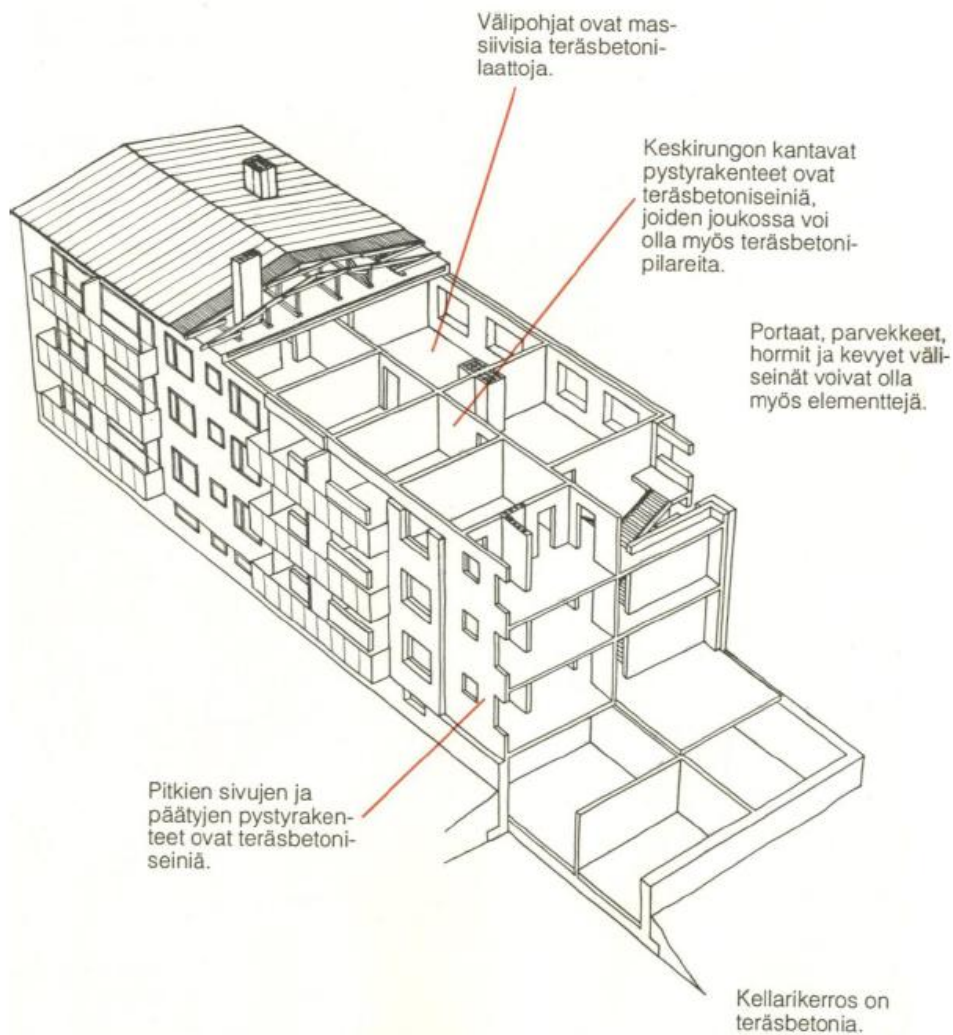
Välipohjia toteutettiin myös massiivisilla laattaelementeillä, jolloin kapasiteetin selvittäminen on helpompaa. Elementtirakentaminen yleistyi juuri 1960- ja 1970-lukujen lähiörakentamisen aikoina. Rakennuksissa on usein myös sekoitettu elementti- ja paikallavalurakentamista niin, että seinät ovat elementtirakenteisia ja holvit paikalla valettuja. (Mäkiö 1994.)

Asuinrakennusten runkojärjestelmissä ja -ratkaisuissa oli vielä 1960- ja 1970-luvuilla suurta vaihtelua. Ajankohdan runkotyypit voidaan jakaa kuuteen perustyyppiin (kuva 22), joista neljä viimeistä on teräsbetonirakenteisia. Näitä kaikkia runkotyyppejä pystyttiin tekemään sekä paikalla rakentaen että elementtirakenteisina. Nykyisten lähiöiden osalta suosituin runkotyyppi on joko paikalla rakennettu tai elementtirakenteinen kirjahyllyrunko. (Junnonen & Karhu 2012; Mäkiö 1994.)



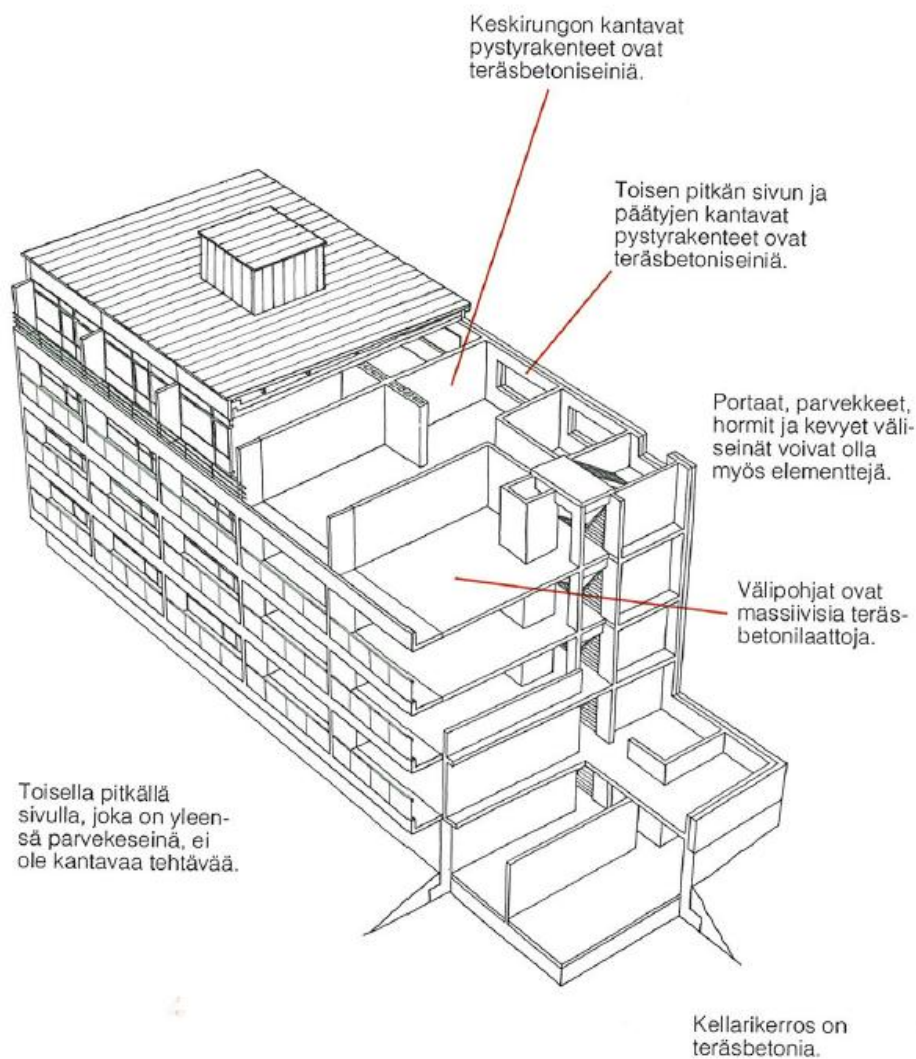
Kuva 22. Asuinkerrostalojen runkojärjestelmät 1960- ja 1970-luvuilla (Mäkiö 1994)

Lisäkerrosten rakentamisessa nykyisen rakennuksen betoniseinärunko ja betoniseinä-kirjahyllyrunko ovat parhaat vaihtoehdot, mutta todellisuudessa valitettavan harvinaisia varsinkin pääkaupunkiseudulla ja muissa 1960- ja 1970-lukujen kasvukeskuksissa, joissa elementtirakentaminen oli kiivainta. Näitä runkotyyppejä onkin enemmän 1950-luvun asuinkerrostaloissa. Betoniseinärungossa (kuva 23) kantavana rakenteena toimivat rakennusta kiertävät tasapaksut teräsbetoniseinät ja paikallavalurakenteisena sen seinien jännevälit ovat lyhyitä, jolloin lisäkerroksen tukeminen on helppoa. Lisäksi seinä on riittävästi molempiin suuntiin ottamaan vastaan lisäkerrosten tuulikuormasta johtuvat jäykistyksen kasvavat vaatimukset. (Mäkiö 1994.)



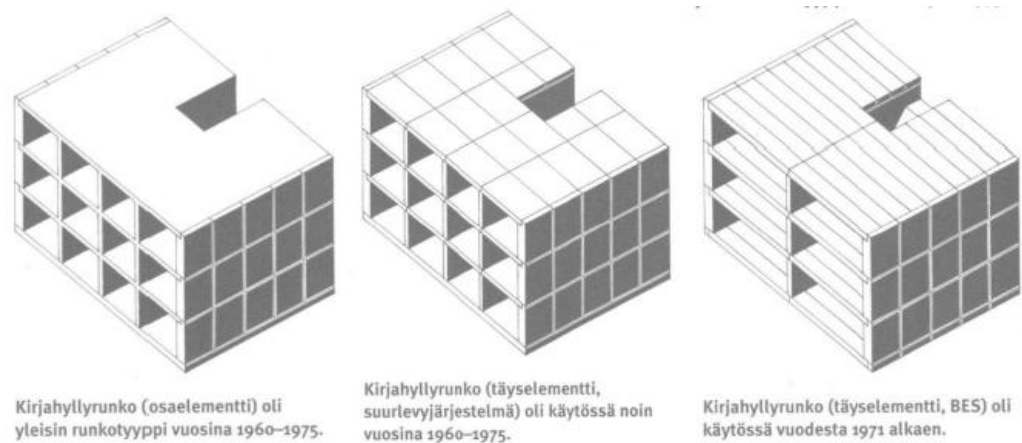
Kuva 23. Asuinkerrostalon betoniseinärungon tyypilliset ominaisuudet (Mäkiö 1994)

Betoniseinäkirjahyllyrunko (kuva 24) taas on kahden runkotyyppin yhdistelmä, jossa pääty- ja poikittaiset väliseinät sekä toinen pitkä julkisivu ovat kantavia rakenteita. Sisäänvedettyjen nauhaparvekkeiden puoli taas on toteutettu kirjahyllyrungon periaatteella eikä siellä ole kantavaa ulkoseinää. (Mäkiö 1994.)



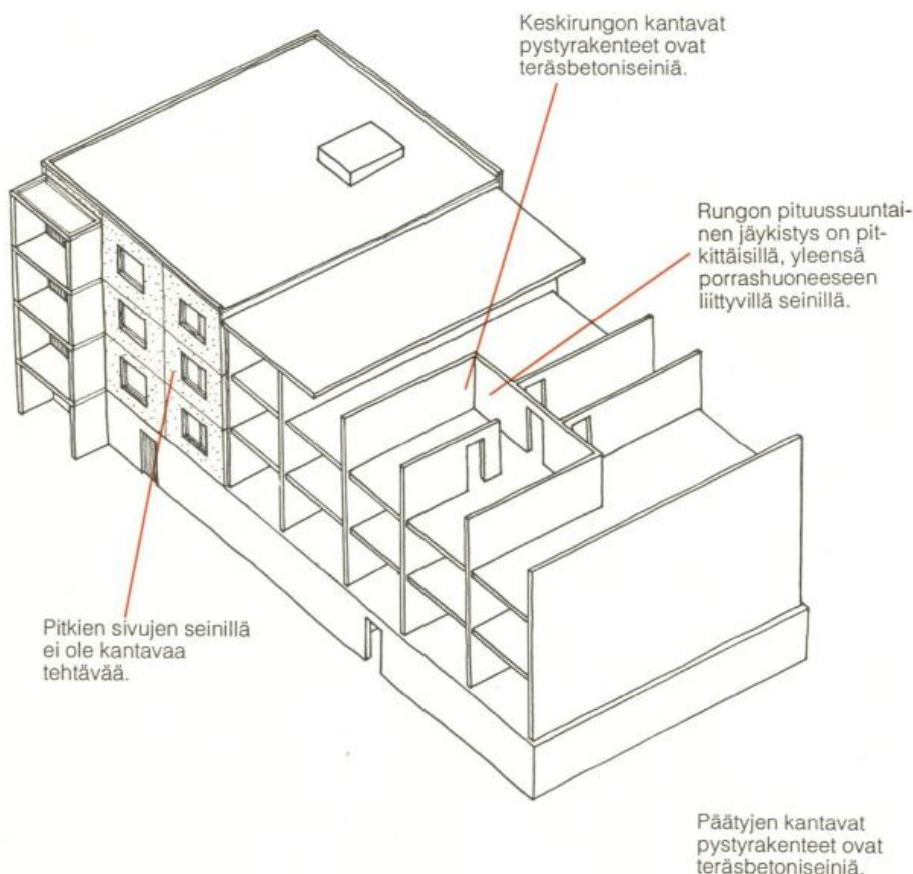
Kuva 24. Asuinkerrostalon betoniseinäkirjahyllyrunгон tyypilliset ominaisuudet (Mäkiö 1994)

Runkojärjestelmänä myös 1960- ja 1970-lukujen tyypillisin runkojärjestelmä, kirjahyllyrunko, on hyvä uusien lisäkerrosten rakentamisessa. Kirjahyllyrungolle oli monia erilaisia toteutustapoja paikallatehdystä täyselementtijärjestelmään (kuva 25).



Kuva 25. Kirjahyllyrunгон erilaiset toteutustavat (Neuvonen 2006)

Kantavia poikittaisia seiniä kirjahyllyrungossa on yleensä riittävästi ja niiden väli on asuntojen kohdalla 3 ja 4 metrin välillä, mikäli nykyiset väli- ja yläpohjat on tehty paikalla rakentaen massiivisina teräsbetonilaatastoina. Jos rakennuksen laatastot ovat ontelolaatastoja, ovat kantavia seiniä normaalisti vain huoneistojen väliset seinät ja suurien huoneistojen kohdalla se voi tarkoittaa noin kahdeksan metrin jänneväliä. Tätä pidempiä jännevälejä on käytetty asuinrakennuksissa harvoin, vaikka se ontelolaatan kapasiteetin puolesta olisi ollut mahdollista. Kirjahyllyrunгон heikkous on rakennuksen pitkitäissuunnassa olevien kantavien seinien vähyys rakennuksen jäykistyksen kannalta, mikäli pitkien sivujen julkisivuelementtejä ei pystytä hyödyntämään jäykistykseen (kuva 26). (Mäkiö 1994.)



Kuva 26. Asuinkerrostalon kirjahyllyrunгон tyypilliset ominaisuudet (Mäkiö 1994)

Lisäkerrosten rakentamisessa nykyisen rakennuksen huonoin runkojärjestelmä on pilarirunko eikä tällaisen rakennuksen korottaminen yleensä ole taloudellisesti kannattavaa. Toisaalta tällaisen runkojärjestelmän omaavia asuinkerrostaloja on vähän. Pila-reissa ja perustuksissa on harvoin kapasiteettia ottamaan vastaan lisäkerroksen tuomia pystykuormia, mutta tätäkin suuremmaksi ongelmaksi nousee rakennuksen jäykistäminen kasvaville tuulikuormille.

Mikäli uusia kantavia rakenteita joudutaan tekemään ja halutaan käyttää ulkopuolisia porras- ja parveketorneja, on eduksi, jos nykyisessä rakennuksessa on ulkopuoliset tornit sisäänvedettyjen parvekkeiden sijaan. Uusi parveketorni voidaan tehdä myös sisäänvedetyn parvekkeen kohdalle sen syvyyttä lisäämällä, mutta tällöin parvekkeista saattaa tulla kohtuuttoman suuria. Toisaalta vanhat sisäänvedetyt parvekkeet voivat olla syvyyssuunnassa hyvinkin kapeita, jolloin tämä lisätila on myös tarpeen. Mikäli hissittömään taloon tehdään uusi hissi- tai porrastorni, ei porrashuoneen nykyisellä

muodolla tai järjestelyllä ole suurtakaan merkitystä muutostyön kannalta, koska normaalisti koko porrashuone joudutaan rakentamaan uudelleen.

2.9 Rakenteiden ja järjestelmien korjaustarpeen arviointi

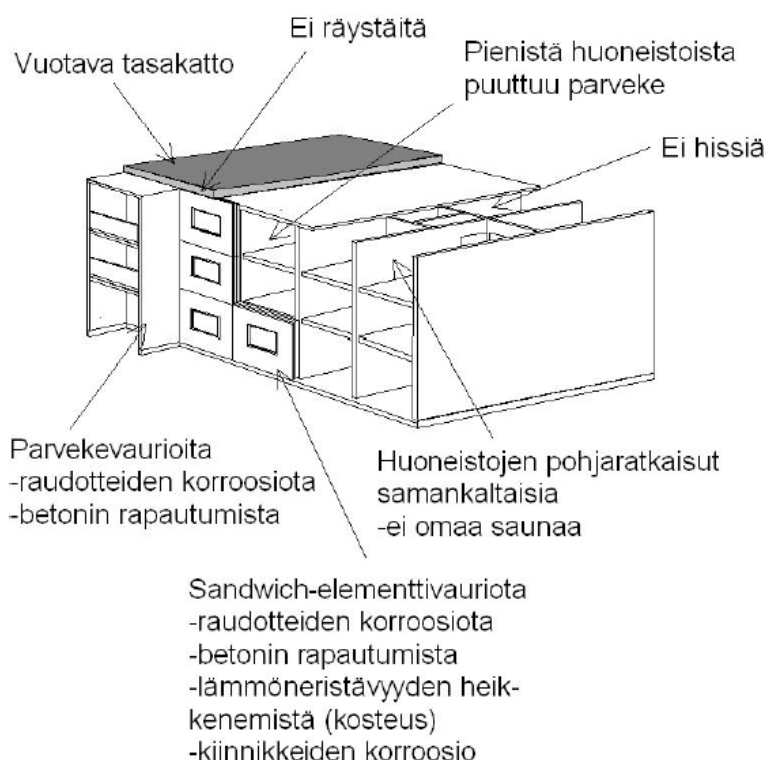
Rakennuksen korottamiseen ja sitä myöden rakenteiden sekä järjestelmien muuttumiseen liittyen on projektin alkuvaiheessa hyvä suorittaa kohteessa kuntoarvio tai -tutkimus. Näistä saatuja lähtötietoja voidaan hyödyntää suunnittelussa kun arvioidaan korjauslaajuutta ja näin pienentää muutosten sekä lisätöiden tarvetta rakentamisvaiheessa. Tämä on tärkeää varsinkin niiden rakenteiden ja järjestelmien osalta, jotka liittyvät suoraan lisäkerroksen rakenteisiin tai talotekniikkaan. Asuinkerrostalossa korjauskohteita on monia ja jos remonteja ei ole vielä tehty, saattaa korjausvelka olla suuri, koska rakennukset ovat jo saavuttaneet tai saavuttavat 50 vuoden suunnitellun käyttöiän. Suurimpia korjauskohteita ovat julkisivut parvekkeineen ja ikkunoineen sekä lämmitys, vesi, ilmanvaihto- ja viemärijärjestelmät (kuva 27). Tällöin edessä saattaa olla suuri perusparannusremontti, jonka kustannuksia voidaan osin kattaa lisäkerrosrakentamisella. (Luoma-Halkola 2013.)

1960- ja 1970-lukujen betonitalojen kantava runko on yleensä hyvässä kunnossa lukuun ottamatta ulkona olevia rakenteita kuten parvekkeiden pieliseiniä. Näin ollen mahdollisen lisäkerroksen rakentamisen yhteydessä kantavien väliseinien tai päätyjen kantavien sisäkuorien kunnan selvittäminen ei yleensä ole tarkoituksenmukaista, mutta esimerkiksi parveketornien huonokuntoiset pieliseinät saattavat vaatia korjauksia tai uusimista ennen uusien parvekkeiden lisäämistä niiden varaan. Parvekepielien kantavuuden heikkeneminen ei yleensä ole ongelma, mutta huonokuntoisten parvekkeiden uusiminen saattaa olla kustannustehokkaampaa kuin raskaat paikkakorjaukset. Varsinkin kun samalla pystytään parantamaan parvekkeiden toimivuutta ja muuttamaan ulkoasua.

Julkisivujen kunnan arviointi tai tutkiminen on mielekästä tehdä, vaikka uusi lisäkerros kannatettaisiin suoraan vanhan rakennuksen rakenteiden päältä ilman julkisivuun tehtäviä muutoksia. Tutkimuksen yhteydessä pystytään arvioimaan julkisivun korjaustarvetta ja jäljellä olevaa käyttöikää sekä arvioimaan julkisivun osuutta energiankulutuksen pienentämisessä. Tämän avulla rakennuttajan on helpompaa arvioida julkisivukorja-

uksen kannattavuutta lisäkerrosrakentamisen yhteydessä. Asukkaiden kannalta korjauksen aiheuttamat haitat saattaa olla hyvä liittää muun rakennustyön yhteyteen. Näin pystytään säästämään myös rakennuskustannuksissa kun työ toteutetaan kerralla. Lisäksi uuden ja vanhan rakenteen liittymä pystytään toteuttamaan paremmin varsinkin siinä tapauksessa, että vanhan rakennuksen lämmöneristys uusitaan. Myös julkisivun ilmeen kohottaminen uuden lisäkerroksen myötä saattaa olla perusteltua.

Rakennuksen vesikaton ja yläpohjan kunnan arvioinnilla ei ole teknisesti merkitystä lisäkerroksen rakentamiseen liittyen, koska vesikaton rakenteet puretaan joka tapauksessa kantavaan teräsbetoni-laattaan saakka. Toisaalta huonokuntoisen vesikaton ja yläpohjan korjaamisen aiheuttamat kustannukset voidaan käyttää lisäkerroksen rakentamiseen ja näin tavallaan pienentää rakentamisesta syntyviä kustannuksia.



Kuva 27. Betonisandwich-elementtitalon tyypillisiä epäkohtia (Hakkarainen 2013)

Rakennuksen teknisten järjestelmien kunnolla on merkitystä lisäkerroksen rakentamisen kustannuksiin, mikäli lisäkerroksen talotekniikka on suunniteltu liitettävän vanhan rakennuksen järjestelmiin ja käytettäväksi samoja talotekniikkakuiluja sekä runkolinjoja. Esimerkiksi viemäreiden osalta ainakin runkolinjojen uusiminen pystykuiluissa on jär-

kevää tehdä, mikäli lisäkerroksen viemärit on tarkoitus liittää samoihin pystylinjoihin. Uusimistarpeen saattaa toisaalta aiheuttaa viemäreiden koon suurentaminen lisäkapasiteetin tarpeen vuoksi. Muutoinkin samojen runkolinjojen (esim. käyttövesi) käyttäminen saattaa aiheuttaa uusimistarvetta lisäkapasiteetin vuoksi. Näiden toimenpiteiden myötä on käytännössä edessä vanhan rakennuksen linjasaneeraus, jonka tarpeellisuuden kuntoarviossa voidaan ottaa kantaa. Hyväkuntoisten järjestelmien uusiminen vain lisäkerroksen vuoksi ei ole järkevää ja tällöin olisi tärkeää löytää uusia pystykuilujen paikkoja esimerkiksi porrashuoneista tai uudesta hissi- / porrastornista. Näitä uusia kuiluja ja runkolinjoja voidaan tarpeen mukaan hyödyntää tulevaisuudessa mahdollisen linjasaneerauksen yhteydessä. Samoja periaatteita voidaan noudattaa myös ilmanvaihdon ja sähkön osalta.

2.10 Lisäkerrosrakentamisen projektin eteneminen

Lisäkerroksen tai -kerrosten rakentamisen suunnittelutyö on hyvä viedä lävitse tietyn kaavan mukaisesti. Rakennuttajan yhteydenoton jälkeen eri vaiheet ja vaihtoehdot on hyvä käydä läpi heti alkuvaiheessa. Tällöin voidaan sopia mahdollisista muutoksista menettelytapoihin. Pääpiirteissään pelkkää rakennuksen korottamista koskevan projektin tulisi sisältää ja siinä tulisi ottaa huomioon seuraavat asiat:

- Kohteeseen ja ympäristöön tutustuminen paikan päällä yhdessä tilaajan kanssa.
- Kohteen vanhojen suunnitelmien ja laskelmien etsiminen omistajan sekä rakennusvalvonnan arkistoista.
- Tutkimusohjelman ja tutkimusten tekeminen kohteen nykyisten rakenteiden selvittämiseksi tai varmistamiseksi.
- Nykyisten rakenteiden ja järjestelmien kunnan selvittäminen kuntoarvion tai -tutkimuksen avulla korjauslaajuuden ja perusparannustarpeiden selvittämiseksi.

- Rakennuksen nykyisten rakenteiden kapasiteettien laskeminen ja lisäkerrosten kannattamiseen käytettävien toteutusvaihtoehtojen sekä muiden mahdollisten laajennus-, korjaus- ja perusparannustarpeiden selvittäminen ja esittäminen tilaajalle.
- Arkkitehdin mukaan ottaminen projektiin viimeistään tässä vaiheessa erilaisten vaihtoehtojen tutkimiseksi esimerkiksi kaavamuutosten ja rakennusoikeuden sekä muiden määräysten kannalta.
- Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteiden ja esimerkiksi energiamääräysten selvittäminen rakennusvalvonnan kanssa.
- Luonnos- ja toteutussuunnitelmien tekeminen yhdessä muiden suunnittelijoiden kanssa. Tarvittaessa vanhan rakennuksen mittaaminen ja mallintaminen tarkkojen suunnitelmien ja ristiintarkasteluiden tekemiseksi sekä esivalmistettujen rakenteiden käyttämisen mahdollistamiseksi.
- Muutossuunnitelmien tekeminen rakennustöiden yhteydessä tarpeen mukaan.

3 Toimistorakennuksen käyttötarkoituksen muutos asuinrakennukseksi

Nykyisten lähiöiden matalien asuinkerrostalojen korottamisen lisäksi uusien asuntojen rakentamisen ratkaisuksi on mahdollista myös tyhjien toimistorakennusten muuttaminen asuinkäyttöön. Onhan asuntoja tehty vanhoista tehdaskiinteistöistä, niin miksi ei toimistorakennuksistakin. Kaikki vanhat toimistorakennukset eivät tietenkään sovellu asunnoiksi eikä niiden käyttötarkoituksen muuttaminen ole kustannusten puolesta järkevää. Vanhojen ja tyhjentyneiden toimistorakennusten saaminen uudelleen toimistokäyttöön on vaikeaa, koska uusia rakennetaan kiihtyvällä tahdilla vastaamaan nykypäivän vaatimuksia. Toimistorakennusten muuttaminen asuinkäyttöön saattaa olla kannattavaa, jos muutosten kustannukset pysyvät kohtuullisina. Helpointa tällaisia käyttötarkoituksen muutoksia on toteuttaa keskustojen vanhoissa, ennen vuotta 1940 rakennetuissa rakennuksissa, jotka on alunperin ainakin osittain suunniteltu asuinkäyttöön ja sittemmin muutettu toimistoiksi. Tässä työssä keskitytään kuitenkin uudempien toimistorakennusten muuttamiseen asunnoiksi.

3.1 Kuormitukset

Kuormitusten puolesta käyttötarkoituksen muutokselle toimistoista asunnoiksi ei yleensä ole estettä, koska Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukaan suunniteltujen toimistojen välipohjien suunnitteluhyötykuormat ovat vuoden 1973 jälkeen olleet $0,5 \text{ kN/m}^2$ asuntoja suurempia. Rungolle tulevat lisäkuormitukset ovat lähinnä uusista väliseinistä tai välipohjien ääneneristysten parantamisesta johtuvia. (RIL 59e 1975; SRMK B1 1998.)

3.1.1 Kuormituksen muutokset

Toimistorakennukset ovat Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukaan suunniteltu vähintään $2,0 \text{ kN/m}^2$:n tasaiselle hyötykuormalle. Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan B1 viimeisimmän, vuoden 1998, version mukainen asuntojen tasaisen hyötykuorman vähimmäisarvo puolestaan on $1,5 \text{ kN/m}^2$. Toimisto- ja asuintilojen kaikki muut kuormitukset ovat vähimmäisarvoiltaan samoja. Tällöin rakennuksen rakentamisajankohdan mukaisten normien perusteella estettä käyttötarkoituksen muutokselle ei rakenteiden kestävyiden puolesta yleensä ole. Tilamuutosten vuoksi rakenteiden omat painot ja niiden sijainnit toki kyllä muuttuvat, jolloin rakenteiden kestävyttä joudutaan tutkimaan ainakin jonkin verran. Tällaisia ovat esimerkiksi vanhojen toimistojen väliseinien purkaminen ja uusien asuntojen väliseinien rakentaminen sekä märkätilojen rakentaminen. Lisäksi välipohjien rakenteet mahdollisten pintamateriaalien muutosten ja ääneneristävyyksien parantamisen myötä tuovat oman lisänsä kuormitukseen. Näiden kaikkien tarpeellisuus ja toteutusmahdollisuudet riippuvat kuitenkin hyvin paljon välipohjien olemassa olevista rakenteista. (SRMK B1 1998.)

Muunnettaessa 1960-, 1970- ja 1980-lukujen toimistorakennuksia asuinkäyttöön, joudutaan sisäpuoliset tilat muuttamaan porrashuoneita lukuun ottamatta lähes kokonaan. Toimistorakennuksissa on sekä muurattuja että levyrakenteisia väliseiniä. Muuratut väliseinät tuovat nykyiselle välipohjalle suhteellisen suuren viivakuorman, joka vie välipohjan kuormituskapasiteettia pois uusilta väliseiniltä. Jos välipohjien kapasiteetti sallii nykyisten muurattujen väliseinien jättämisen, ovat ne hyviä sekä asuntojen välisinä että sisäisinä väliseininä. Muurattu 130 mm paksu kahitiiliseinä painaa kolme metriä korkeana noin $7,0 \text{ kN/m}$ ja asuntojen välinen ääneneristävyydeltään riittävä uusi levyrakenteinen seinä taas painaa noin $1,0 \dots 1,2 \text{ kN/m}$. Poistamalla olemassa olevat tiiliseinät

voidaan tiloihin rakentaa enemmän levyrakenteisia väliseiniä tai kasvattaa välipohjan omaa painoa. (RT 38406 2013; Gyproc käsikirja 2013.)

Märkätilojen rakentaminen saattaa lisätä välipohjien massaa kohdissa, joissa tällaista kuormitusta ei ole aiemmin ollut. Mikäli nykyisessä välipohjassa ei ole poistettavaa pintavalua, joka voidaan korvata uudella kaatovalulla, tulevat kaatovalun ja pintarakenteiden massa suoraan lisäkuormaksi välipohjalle.

Välipohjien ääneneristävyyden parantaminen päällekkäisten ja viereisten asuntojen välillä saattaa aiheuttaa merkittävän lisän välipohjan kuormitukseen. Päällekkäisten asuntojen välisen ääneneristyksen toteuttaminen onnistuu sekä ylä- että alapuolisin uusien rakenteiden avulla. Alapuolisen ääneneristysalakaton rakentaminen ei lisää kuormitusta merkittävästi. Suurin haaste saattaa olla asuntojen madaltuminen, jos toimistorakennuksen kerroskorkeus ei ole riittävä. Yläpuolinen ääneneristävyys toteutetaan uudella kulluvalla lattiarakenteella, joka saattaa olla välttämätön vierekkäisten asuntojen ääneneristävyyden kannalta. Tämä kasvattaa välipohjan kuormitusta, mikäli uutta massaa ei pystytä kompensoimaan purkamalla nykyisiä pintarakenteita, esimerkiksi kantavan välipohjan päällä mahdollisesti olevaa pintavalua.

3.1.2 Suunnitteluperusteet

Kantavien rakenteiden osalta tällaisen käyttötarkoituksen muutoksen mukanaan tuomat mitoitusvaatimukset voidaan tehdä joko Suomen rakentamismääräyskokoelman B-sarjan tai EN-standardien mukaan. Olemassa oleva rakennus on mitoitettu rakentamismääräyskokoelman mukaan, joten sen käyttäminen on perusteltua sen kumoamiseen saakka. Kuten edellä on todettu, rakennuksen koko rungon uudelleen laskeminen ei käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä ole tarpeellista ja kantavien rakenteiden suunnitteluperusteita tarvitaan lähinnä runkoon tehtävien muutosten vuoksi. Tällaisia voivat olla esimerkiksi paikalliset muutokset runkorakenteisiin, kuten suuret uudet aukotukset tai uusi parveketorni.

3.2 Runkorakenteiden soveltuvuus

Toimistorakennuksen rungon ja rakenteiden soveltumista asuinrakennukseksi voidaan tarkastella toimivuuden ja joustavuuden, ääneneristävyyden sekä palonkeston kannalta. Näitä asioita tarkastellaan seuraavaksi.

3.2.1 Toimistorakennuksen runkojärjestelmä

1960-, 1970- ja 1980-lukujen toimistorakennuksissa on normaalisti teräsbetoninen pila-ripalkkirunko, jonka välipohjissa on käytetty ensin massiivista teräsbetoni-laattaa ja vuodesta 1970 lähtien useimmiten ontelolaattaa. Tässä runkotyyppissä massiivisia kantavia seiniä on yleensä vain porrashuoneiden yhteydessä tai rakennuksen jäykistykseen kannalta merkityksellisissä kohdissa. Näin ollen runkotyyppi tarjoaa paljon avointa ja joustavasti muunneltavaa tilaa. Jos rakennuksesta puretaan myös kaikki vanhat kevyet väliseinät, voidaan uusien asuntojen tilat järjestää täysin toiminnallisesta näkökulmasta ilman rakenteiden aiheuttamia rajoituksia.

3.2.2 Ääneneristys

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1, vuodelta 1998, mukaan asuinhuoneistojen välisen ilmääneneristävyyden tulee olla vähintään $R'_{w} = 55$ dB ja askeläänitasoluvun enintään $L'_{n,w} = 53$ dB. Toimistorakennuksille ei puolestaan ole koskaan ollut vaatimuksia ilmääneneristävyyden tai askeläänitason osalta, vaan ne on tullut toteuttaa niin, että suunniteltu toiminta on tiloissa mahdollista. Tämän vuoksi toimistorakennuksien nykyisten rakenteiden ääneneristävyys ei yleensä ole riittävä asuinkäyttöön, vaan rakenteiden ääneneristävyyksiä joudutaan parantamaan. Tyypillisen toimistotalon ontelolaattarakenteisen (ontelolaatta 265 mm + pintavalu 50 mm + kova pinnoite) välipohjan ilmääneneristävyys on luokkaa $R'_{w} = 55$ dB ja todennäköisesti täyttää asuinhuoneistojen välisen vaatimuksen. Kovan pinnoitteen kanssa välipohja ei kuitenkaan täytä askelääneneristävyyden vaatimusta, mutta joustavalla pinnoitteella (esim. pehmeät muovimatot) vaatimus pystytään täyttämään. Tällöin vaadittavan ääneneristykseen toteuttaminen vaatii yleensä vähintään pintamateriaalin vaihtamista ja askelääneneristeen käyttämistä kovien pintamateriaalien (esim. parketti) kanssa. (SRMK C1 1998; RIL 129 2003.)

Toimistoissa yleisten kahitiiliväliseinien ääneneristävyys on luokkaa $R'_w = 46...49$ dB riippuen tiilipinnan käsittelystä (puhtaaksi muurattu, tasoitettu tai rapattu). Muuratut väliseinät eivät sellaisenaan kelpaa asuntojen välisiksi seiniksi, mutta ovat helposti muunnettavissa tällaisiksi esimerkiksi rakentamalla seinän toiselle puolelle tiiliseinästä irti oleva levyseinä. Asuntojen sisäisinä seininä ne taas ovat normaaleja levyseinäitä parempia ääneneristävyyskannalta, ja sen vuoksi säilyttämisen arvoisia, mikäli se muutoin tilajärjestelyiden yms. seikkojen puolesta on mahdollista. Valmiit kiviseinät ovat myös hyviä pohjia uusille märkätiloille. Lisähaasteen tuovat äänen sivutiesiirtymien katkaiseminen asuntojen välisten seinien kohdalla. Tämä aiheuttaa yleensä koko pintarakenteen katkaisemisen. (RT 38406 2013.)

Ulkoseinärakenteelle on myös asetettu tietyt ääneneristysvaatimukset rakennuksen sijainnista riippuen. Vaatimukset saattavat esimerkiksi aiheuttaa kohteen ikkunoiden vaihtamisen tarpeen. Akustikon käyttäminen tämän tyyppisissä käyttötarkoituksen muutoksissa on suotavaa hyvän lopputuloksen saamiseksi.

3.2.3 Palo-osastointi

Rakennuksen palonkesto ei yleensä tuota vaikeuksia käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä, koska toimistorakennuksenkin kantavat rakenteet ovat normaalisti suunniteltu luokkaan R60 ja porrashuoneet luokkaan REI60, kun rakennuksessa on enintään kahdeksankerrosta. Palo-osastoinnin kannalta ero tulee siinä, että asuinrakennuksen tapauksessa osastointi täytyy tehdä huoneistoittain, eikä tietyn pinta-alan mukaan kuten toimistorakennuksessa. Näin ollen uusien asuntojen välisten seinien tulee olla normaalisti luokkaa EI60, kun kyseessä on 3-8-kerroksinen rakennus. (SRMK E1 2011.)

Palo-osastojen muutokset saattavat aiheuttaa muutoksia myös ikkunoihin sekä julkisivurakenteeseen. Jotta asuntojen välisen uuden seinän kohdalla pystytään toteuttamaan vaatimus EI60, joudutaan esimerkiksi nauhaikkunan tapauksessa ikkunoita poistamaan ja rakentamaan tilalle umpiosa. Mahdollisen rakennuksen sisänurkan kohdalla saatetaan ikkunoita myös joutua rakentamaan umpeen tai vaihtamaan paloikkunoiksi, jos nurkassa on kahden asuinhuoneiston raja. (SRMK E1 2011.)

3.3 Rakennuksen pohjaratkaisut

Suurin haaste käyttötarkoituksen muutoksella toimistorakennuksesta asuinrakennukseksi liittyy arkkitehtisuunnitteluun sekä talotekniikan suunnitteluun ja toteutukseen. Miten entisen toimistorakennuksen pohjaratkaisu saadaan muokattua toimiviksi asunnoiksi märkätiloineen ja mahdollisine parvekkeineen? Minne rakennetaan uudet tekniikkakuilut lisääntyvän talotekniikan vuoksi ja mihin tekniikka piilotetaan asunnoissa? Miten järjestetään kulku kaikkiin asuntoihin suuren runkosyvyyden omaavassa toimistotalossa?

3.3.1 Asuntojen toimivat pohjaratkaisut

Arkkitehtisuunnittelun kannalta suurin haaste tällaisessa muutoksessa on luoda pohjaratkaisuiltaan toimivia ja järkeviä asuinhuoneistoja varsinkin suuren runkosyvyyden omaavissa toimistorakennuksissa, jolloin ulkoseinän määrä asuntoa kohden on hyvin rajallinen. Asuinhuoneessa (makuu- ja olohuone sekä keittiö) on määräysten mukaan aina oltava tietyn kokoinen ikkuna. Mikäli läpitalon huoneistoja ei ole mahdollista rakentaa suuren runkosyvyyden tai muiden syiden vuoksi, tulee asunnoista pitkänomaisia ja makuuhuoneiden määrä jää pieneksi. Tällöin asunnoista tulee kaksioita tai kolmioita. Tämä siksi, että sekä olohuoneeseen että makuuhuoneisiin on saatava luonnonvaloa, jolloin ainoa mahdollisuus on sijoittaa huoneet ulkoseinälle. Aputilat eli keittiö, märkätilat sekä vaatehuoneet tms. varastot jäävät tällöin rakennuksen keskiosalle. Toisaalta rakennusrunko mahdollistaa suurien avotilojen muodostamisen, jolloin olo- ja ruokailuhuone sekä keittiö voidaan helposti yhdistää yhdeksi suureksi avotilaksi. Nykypäivänä on kuitenkin kysyntää pienemmille asunnoille, jolloin kaksioiden ja kolmioiden rakentaminen kohtuullisilla kustannuksilla voisi olla kannattavaa.

3.3.2 Uudet märkätilat

Toimistorakennuksissa alkuperäisten märkätilojen määrä on rajallinen ja ne rajoittuvat lähinnä keskitettyihin wc-tiloihin. Asuinrakennuksessa märkätilojen määrä on huomattavasti suurempi varsinkin pienten asuntojen rakennuksessa. Vesipisteiden ja viemäreiden lukumäärä saattaa pysyä melkein samana, mutta ne hajoavat keskitetyistä wc-tiloista ympäri rakennusta uusien asuntojen märkätilojen ja keittiöiden luokse. Vaikka uusien asuntojen märkätilat ja keittiöt sijoitettaisiin asuntoon keskitetysti yhdelle alueel-

le, ja huoneistojen välisten seinien eri puolille samaan kohtaan, aiheuttaa varsinkin viemäreiden sijoittaminen rakenteisiin haasteita.

Toimistotalojen wc-tiloissa on harvoin lattiakaivoja, ja usein suihkutilat ovat olleet keskitetyksi esimerkiksi kellarin pukutiloissa. Tällöin esimerkiksi lattiakaivoja tulee merkittävästi lisää kerroksiin ja uusiin sijainteihin. Näiden upottaminen välipohjan rakenteisiin on ratkaistava. Jos päällekkäiset asunnot ovat erilaisia, on tämä haaste myös ääneneristävyyden kannalta, mikäli kylpyhuoneet eivät ole samalla kohdalla.

3.3.3 Tekniikkakuilut

Uusien märkätilojen ja keittiöiden sekä koneellisen ilmanvaihdon vuoksi rakennuksiin on välttämätöntä tehdä uusia talotekniikkakuiluja. Uudet viemäreiden vaakavedot välipohjarakenteissa ovat haastavia toteuttaa. Tämän vuoksi asuntojen märkätilojen ja keittiöiden kohdalle on tehtävä uusi kuilu, johon parhaassa tapauksessa saadaan johdettua kahden asunnon viemärit ja vesijohdot sekä ilmanvaihtokanavat.

Toimistorakennuksissa on hyvin usein jo valmiiksi koneellinen ilmanvaihto, mutta sen reitit joudutaan uusimaan kun kerrokset jaetaan asuinhuoneistoiksi. Kanavia ei voida enää kuljettaa vanhoilta kuiluilta pitkiä matkoja asuntojen lävitse, vaan yhden asunnon kanavat tulevat suoraan omasta kuilusta. Kanavien läpiviennit asuntojen välisistä seinistä ovat haastavia sekä ääni- että palotiiviyden kannalta. Lisäksi kanavien piilottaminen matalissa kerroksissa on hankalaa mikäli kanavat ovat suurikokoisia.

3.3.4 Porras- ja hissikuilut

Toimistorakennusten porrashuoneiden ja hissien lukumäärä sekä sijainti saattavat olla asuinrakennuksen kannalta ongelmallisia. Ne saattavat olla keskitetyksi rakennusmasan keskellä, jolloin kohtuullisen kokoisten ja toimivien asuntojen tekeminen niiden ympärille on haasteellista. Ratkaisuna tähän voidaan pitää joko käytävien tekemistä kerroksiin tai sitten uusien hissien ja portaiden rakentamista.

Pitkät käytävät tekevät porrashuoneesta hotellinomaisen, eikä tämä ole ollut Suomessa kovinkaan käytetty ratkaisu asuinrakennuksissa. Tällöin hissiltä ja portaalta lähtevät pitkät käytävät, joiden varrella asunnot ovat. Tämä on kuitenkin käyttötarkoituksen

muutoksen tapauksessa kustannustehokkain tapa järjestää kulku asuntoihin ja mahdollistaa pienten asuntojen rakentamisen järkevillä pohjaratkaisuilla ilman turhia käytävaneliöitä asuntojen puolella. Toimistorakennuksen pilaripalkkirungosta johtuen uusien porrashuoneiden ja hissien tekeminen rungon sisälle on rakenteellisesti suhteellisen helppoa. Tämä on käyttökelpoinen vaihtoehto silloin, kun pitkiä käytäviä ei haluta tai ne eivät ole mahdollisia esimerkiksi poistumistiepituuksien ylittymisen vuoksi.

3.3.5 Väliseinien liittymät julkisivuun

Toimistorakennuksissa on usein käytetty ns. nauhaikkunoita, jotka eivät asuinrakennuksen kannalta ole parhaita mahdollisia. Nauhaikkunoiden alareunat ovat yleensä työpöytien korkeuden mukaan mitoitettuja ja tällöin esimerkiksi olohuoneiden ikkunoiksi liian korkealla. Nauhaikkunat katkeavat vain rungon pilareiden kohdilla, mikä ei ole asuinhuoneistojen kannalta paras mahdollinen jako. Nauhaikkunoita joudutaan poistamaan ja rakentamaan umpeen vähintään uusien, sekä asuntojen välisten että huoneistojen sisäisten, väliseinien kohdilta. Tällöin seinien liittymät ulkoseinään pystytään tekemään vaatimusten mukaisesti sekä palo-osastoinnin että ääneneristävyyden kannalta.

3.3.6 Parvekkeiden rakentaminen

Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä rakennukseen voidaan rakentaa uudet parveketornit, joihin voidaan puhkaista kulku vanhan julkisivun lävitse. Ulkopuolisen parveketornin pystyttäminen muusta rakennusrungosta erillisenä omille perustuksilleen on mahdollista melko helposti. Parvekkeilla pystytään lisäämään asuinviihtyvyyttä huomattavasti ja melko pienellä vaivalla. Samalla toimistorakennuksen ulkomuotoa pystytään muuttamaan muistuttamaan enemmän asuin kerrostaloa.

3.4 Energiamääräykset

Käyttötarkoituksen muutoksen luvanvaraisuudesta johtuen sitä koskee ympäristöministeriön asetukset. Ympäristöministeriön asetus 4/13 "rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä" edellyttää käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä energiatehokkuustarkasteluja ja vanhan rakennuksen energiatehokkuuden

parantamista, mikäli nykyinen rakennus ei sellaisenaan täytä asetuksen vaatimuksia. Asetuksen mukaan energiatehokkuusvaatimusten toteutuminen voidaan osoittaa kolmella vaihtoehtoisella tavalla joista voidaan tapauskohtaisesti valita edullisin ja toteutuskelpoinen tapa. Vaihtoehtoista voi valita joko rakennusosien tai koko rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseen perustuvan vaihtoehdon. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013.)

Kolme vaihtoehtoista tapaa rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ympäristöministeriön asetuksen 4/13 mukaan ovat:

1. Rakennuksen peruskorjattavien, uudistettavien tai uusien rakennusosien tulee täyttää asetuksen 4 §:ssä säädettyt rakennusosakohtaiset vaatimukset. Rakennusosittain tai yksittäisen kohdan osalta voidaan vaatimuksen täyttämättä jättäminen kompensoida ylittämällä vaatimustaso toisen rakennusosan tai yksittäisen kohdan osalla. Asetuksen mukaiset rakennusosakohtaiset vaatimukset ovat.
 - a. Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä ulkoseinän alkuperäinen U-arvo tulee puolittaa eli korjauksen jälkeen U-arvon tulee olla: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin vähintään $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai enintään $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ eli uudisrakennuksen vaatimusta ei tarvitse alittaa.
 - b. Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä yläpohjan alkuperäinen U-arvo tulee puolittaa eli korjauksen jälkeen U-arvon tulee olla: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin vähintään $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai enintään $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ eli uudisrakennuksen vaatimusta ei tarvitse alittaa.
 - c. Korjauksen yhteydessä alapohjan energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan, mutta vaatimusta U-arvolle ei ole. U-arvo ei kuitenkaan saa heikentyä.
 - d. Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava uudisrakentamista vastaavia eli $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa lämmönpitävyyttä on parannettava mahdollisuuksien mukaan.

2. Rakennuksen energiankulutus (kWh/m^2) saa olla enintään asetuksen 6 §:ssä säädettyjen rakennusluokkien vaatimusten mukainen. Asuinkerrostalon kohdalla standardikäyttöön perustuvan energiakulutuksen tulee olla alle 130 kWh/m^2 .
3. Rakennuksen kokonaisenergiankulutusta kuvaava E-luku saa olla enintään asetuksen 7 §:ssä säädettyjen rakennusluokkien vaatimusten mukainen. Asuinkerrostalon kohdalla kokonaisenergiankulutusta kuvaavan E-luvun tulee olla vähintään $0,85 \times E$ -laskettu, jossa E-laskettu lasketaan standardikäyttöön perustuvaan ominaisen kulutuksen avulla.

Vaihtoehdot ja raja-arvot ovat siis samat kuin lisäkerrosrakentamisen yhteydessä lukuun ottamatta vaihtoehdon 1 ulkoseinien ja yläpohjan U-arvon vähimmäisvaatimusta $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013; Kauppinen 2014).

Asetuksen vaatimuksista on hyvä sopia etukäteen paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Esimerkiksi muutettaessa keskustan vanhaa täystiilirunkoista toimistorakennusta asunnoiksi, on vanhan massiivisen täystiiliseinän U-arvo luokkaa $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, jolloin asetuksen mukaan seinän lämmönläpäisykerroin tulisi puolittaa arvoon $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vastaavanlaisia rakenteita omaavia asuinrakennuksia on Suomessa kuitenkin paljon. Mikäli rakennuksen julkisivut ovat suojeltuja, ei asetuksen vaatimukset koske niitä. Tällaisen täystiiliseinän lisälämmöneristäminen sisäpuolelta taas ei ole rakennusteknisesti järkevää, koska se saattaa aiheuttaa vaurioita seinärakenteeseen sen kylmenemisen seurauksena. Sama koskee hyväkuntoisia julkisivuja, joiden lämmönläpäisykerroin on kohtuullisen hyvä. Tällaisten julkisivujen lisälämmöneristäminen tekee käyttötarkoituksen muutoksesta kannattamatonta, mikäli energiatehokkuusmääräyksiä ei pystytä täyttämään pelkästään talotekniikan muutosten avulla. Sopiminen energiatehokkuuden parantamisesta voidaan kuitenkin tehdä rakennusvalvontaviranomaisen kanssa ja lisälämmöneristäminen toteutetaan vasta, kun julkisivun tekninen kunto sitä vaatii. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013; SRMK C4 2003.)

3.4.1 Talotekniikka

Energiatehokkuusmääräykset voidaan yrittää täyttää myös uuden talotekniikan avulla, joka on toteutettava vähintään ympäristöministeriön asetuksen vaatimuksen mukaisesti. Käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä talotekniikan suunnittelussa on noudatet-

tava myös Suomen rakentamismääräyskokoelman D-osan määräyksiä ja ohjeita sekä niihin liittyviä taustamateriaaleja. (Ympäristöministeriön asetus 4/13 2013.)

4 Yhteenveto

Kerrostalon lisäkerrosrakentamisen yhteydessä rakennetekniseltä kannalta tärkein asia on olemassa olevan rakennuksen perustusten kantavuus. Tämä määrittelee hyvin pitkälti lisäkerrosten kustannusten suuruuden sekä rakentamisen helppouden ja näin ollen työmaavaiheen nopeuden. Toisin kuin muiden runkorakenteiden, perustusten vahvistaminen on hankalaa ja kallista, jolloin lisäkerroksen rakentamisesta tulee usein kannattamatonta. Lisäkerroksen erilaisilla runkoratkaisuilla voidaan myös helposti jakaa kuormia kantaville seinille, mikäli nykyinen yläpohjalaatta ei kestä uuden asuinkerroksen kuormituksia, mutta perustusten osalla tällainen jakaminen ei onnistu. Toisaalta lisäkerroksen kannattelemisen on mahdollista uusilla rakennuksen ulkopuolisilla ratkaisuilla, kuten hissi- ja parveketorneilla tai pilari-palkkiratkaisulla.

Lisäkerroksen teknisen toteutuksen ja rakennesuunnittelun lähtötietojen saamisen kannalta on tärkeää selvittää rakennuksen nykyinen rakennejärjestelmä sekä rakenteiden omat painot, käytetyt kuormitukset ja käytettävissä oleva kapasiteetti. Luonnosuunnitteluvaiheessa riittävän tarkat tiedot saadaan alkuperäisistä rakennesuunnitelmista, mutta mikäli niitä ei ole käytettävissä on turvaututtava paikalla tehtäviin tutkimuksiin jo projektin alkuvaiheessa. Lopullisia rakennesuunnitelmia ja -ratkaisuja tehtäessä on jonkinasteisen tutkimuksen tekeminen suositeltavaa alkuperäisten suunnitelmien paikkansa pitävyyden tarkastamiseksi ja luotettavien suunnitelmien tekemiseksi.

Lisäkerroksen rakenneratkaisuja ja materiaalivalintoja ohjaa sekä nykyisen rakennuksen runko jännevälien ja käytettävissä olevan kapasiteetin perusteella että rakentamiseen käytettävissä oleva aika ja haitan minimoiminen mahdollisille rakentamisen aikaisille asukkaille. Nykyisin käytettävissä olevilla rakennusmateriaaleilla ja -ratkaisuilla lisäkerroksen rakentaminen on rakenneteknisesti mahdollista lähes kaikkiin 3-5-kerroksisiin asuinkerrostaloihin joko suoraan vanhan rakennuksen päälle tai uuden rungon ja perustusten varaan. Ainoa lisäkerrosrakentamisen rajoittava tekijä onkin sen kustannusten suuruus.

Toimistorakennuksen käyttötarkoituksen muutos asuinrakennukseksi on rakenneteknisesti hyvin mahdollista ja suurimmat haasteet liittyvätkin arkkitehtisuunnitteluun. Varteenotettavan vaihtoehdon uusien asuntojen rakentamiseksi tästä tekevät todennäköisesti uudis- sekä lisäkerrosrakentamista alhaisemmat kustannukset ja näin ollen mahdollisuus halvempiin asuntoihin. Tällaisen muutoksen todellisista kustannuksista ei ole todellista tietoa toteutuneiden kohteiden perusteella. Lisäkerrosrakentamiseen verrattuna säästöä tuo se, että rakennuksen kantavaan runkoon tehtävät muutokset ovat pieniä ja muutoksen yhteydessä uusitaan vain pintarakenteita sekä talotekniikkaa. Toimistorakennusten etuna lisäkerrosrakentamiseen verrattuna on yleensä myös se, että vaadittavat pysäköintialueet ovat olemassa eikä niitä tarvitse rakentaa. Toisaalta kustannuksia voivat nostaa suurestikin energiansäästön vaatimat toimenpiteet varsinkin silloin, jos tavoitteita ei pystytä täyttämään pelkän talotekniikan avulla.

Lähteet

Gyproc käsikirja. Lokakuu 2013. Kevytrakennejärjestelmät. Kirkkonummi: Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy

Hakkarainen, Hannu. 2013. Korjausrakennustekniikka. Luentomoniste 17.4.2013. Helsinki: Metropolia ammattikorkeakoulu

Junnonen, Juha-Matti. Karhu, Jessica. 2012. Asuinalueen parannusopas. Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA 8/2012. Espoo: Aalto-yliopisto

Kauppinen, Jyrki. 2014. Yli-insinööri, Ympäristöministeriö, Helsinki. Sähköpostikirjeenvaihto 5.3.2014

Luoma-Halkola, Pasi. 2013. Lähiökerrostalon lisäkerrosrakentamisen tekniset elementtiratkaisut ja kustannusvaikutukset täydennysrakentamisessa. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Rakenne- ja rakennustuotantotekniikanlaitos. Espoo.

Lylykangas, Kimmo. 2012. Kevytrakenteisen lisärakentamisen mahdollisuudet 1960-70-lukujen lähiöissä. As Oy Kuulaharjat –kiinteistön rakennusten korottaminen meri- ja metalliteollisuuden osaamista hyödyntäen. Selvitys ja luonnossuunnitelma. Verkkodokumentti.

<<http://www.turunseutu.fi/public/download.aspx?ID=158844&GUID=%7B2A7B2216-A13B-49CE-BE5E-83CAC402FA1E%7D>>. 14.8.2012. Luettu 4.3.2014.

Mäkiö, Erkki ym. 1994. Kerrostalot 1960 – 1975. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Neuvonen, Petri. Mäkiö, Erkki. Flink, Selja. Lindh, Tommi. 2006. Kerrostalot 1880-2000. Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Nieminen, Jyri. 2010. Eko- ja energiatehokkuus alueiden ja rakennusten uudistamisessa. Verkkodokumentti.

<http://www.vtt.fi/files/news/2010/korjausrakentamisen_sem/nieminen_eko_energiatehokkuus_vtt2010.pdf>. 19.1.2010. Luettu 3.3.2014.

Puuinfo. 2011a. Tekninen tiedote: Lähiötalon lisäkerros – palomääräykset. Verkkodokumentti.

<<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/rakentamismaaraykset/lahtiotalon-lisakerros-palomaaraykset/lahtiotalon-lisakerros-palomaaraykset.pdf>>.

13.4.2011. Luettu 3.3.2014.

Puuinfo. 2011b. Tekninen tiedote: Lähiötalon lisäkerros – toteutus. Verkkodokumentti.

<<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/lahtiotalon-lisakerros-toteutus/lahtiotalon-lisakerros.pdf>>. 13.4.2011. Luettu 3.3.2014.

Puuinfo. 2012. Tekninen tiedote. Pintojen ja katteiden paloluokat. Verkkodokumentti.

<<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/pintojen-ja-katteiden-paloluokat/pintojen-ja-katteiden-paloluokat.pdf>>. 19.3.2012. Luettu

3.3.2014.

Rakentajain kalenteri. 1964. Sisäasianministeriön päätös eräistä huonerakenteista 7.9.1932.

RIL 59e. 1975. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Rakenteiden kuormitusnormit (1969, 1970, 1971, 1974) 1975. Helsinki.

RIL 129. 2003. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Ääneneristyksen toteuttaminen. Helsinki.

RT 38406. 2013. Kahi-kalkkihiekkatiilet ja –harkot. Saint-Gobain Weber Oy Ab.

SFS-EN 1991-1-1, NA. 2010. Kansallinen liite. Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Suomen standardisoimisliitto. 5.11.2010

SRMK B1. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma B1. Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, Määräykset 1998.

SRMK C1. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma C1. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, Määräykset ja ohjeet 1998.

SRMK C3. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma C3. Rakennusten lämmöneristys, Määräykset 2010.

SRMK C4. 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma C4. Lämmöneristys, Ohjeet 2003.

SRMK E1. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2011.

SRMK G1. 2005. Suomen rakentamismääräyskokoelma G1. Asuntosuunnittelu, määräykset ja ohjeet 2005.

Ympäristöministeriön asetus 4/13. 2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä.