Tampereen yliopisto

Max Sivula

ASUNTOJEN MUUNNELTAVUUS JA SEN KANNATTAVUUS TALOUDEN JA YMPÄRISTÖN NÄKÖKULMASTA

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Toukokuu 2024

TIIVISTELMÄ

Max Sivula: Asuntojen muunneltavuus ja sen kannattavuus talouden ja ympäristön näkökulmasta (The modifiability of apartments and its profitability from an economic and environmental perspective)
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2024

Muunneltavuutta tarjoavilla asunnoilla vastataan väestörakenteen muuttuessa tulevaisuuden asumisen haasteisiin paremman elinkaaren aikaisen toimivuuden ja käyttötarpeisiin vastaavuuden avulla. Muunneltavuus on toimisto- ja toimitilarakentamisessa huomattavasti yleisempää kuin asuinrakentamisessa ja tutkimusta asuntojen muunneltavuuden kannattavuudesta taloudellisista ja ympäristöllisistä näkökulmista on vielä suhteellisen vähän. Tässä kandidaatintyössä tutkittiin muunneltavuutta tarjoavia rakenne- ja suunnitteluratkaisuita sekä niiden taloudellisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia. Kandidaatintyössä selvitettiin myös muunneltavuuden kehitystä muutaman vuosikymmenen aikana sekä perehdyttiin muunneltavuuden tämänhetkiseen tilanteeseen.

Kandidaatintyö toteutettiin kirjallisuustutkimuksena ja data-analyysinä. Kirjallisuusaineistona käytettiin aikaisempaa tutkimusta muunneltavuudesta, muuntojoustavuudesta ja asuinrakentamisen kehittämisestä, rakennusalan yhdistysten ja yritysten julkaisuja sekä aiheeseen liittyviä artikkeleita. Data-analyysin aineistona toimi Elementtitehdas A:n laatima betonielementtihinnasto tutkimuksessa tuotetun materiaalin pohjalta. Kandidaatintyössä vastataan päätutkimuskysymykseen, millaista muunneltavuutta on ja mitä vaikutuksia sillä on talouden ja ympäristön näkökulmasta. Muunneltavina ratkaisuina esitellään pilarirunko, Duo-asunnot ja erilaiset muunneltavuutta tarjoavat varaukset. Kustannuslaskelmaa käytettiin pilari -runkoisten ja kantavaseinä -runkoisten asuinkerrostalojen kustannuserojen vertailuun.

Tutkimuksen perusteella muunneltavuus asuinrakentamisessa on melko uusi ilmiö, ja sitä on Suomessa alkanut 2000-luvulta lähtien esiintymään asuinrakentamisessa. Viimeisimmän vuosikymmenen aikana muunneltavia asuntoja on ollut tarjolla enemmän ja uusia on alettu rakentamaan lisää. Muunneltavuutta on ennen pidetty kalliina sen hyötyihin nähden, mutta tämän tutkimuksen perusteella näin ei voida enää olettaa olevan. Tutkimuksen perusteella muunneltavuudesta on merkittävää hyötyä vuokrausliiketoiminnassa, jossa käyttöasteella ja mahdollisimman hyvällä käyttötarpeisiin vastaavuudella muuttuvassa väestötilanteessa on suuri merkitys. Muunneltavuuden edellytyksenä on, että muunneltavaa tilaa on riittävästi ja sen hyödyt kasvavat tilan kasvaessa, siksi vuokrausliiketoimintaa harjoittavan kannattaa omistaa kiinteistöstä mahdollisimman paljon itse. Tutkimuksen mukaan myös korkeassa rakentamisessa muunneltavalla pilariringolla on saatu aikaan kustannussäästöjä rakennusajan lyhentyessä. Ympäristön näkökulmasta muunneltavuudella saadaan rakennuksen käyttöikää pidennettyä monipuolisemman käyttötarpeisiin vastaavuuden ja paremman elinkaaren aikaisen toimivuuden takia. Pilari -rungossa käytetyn betonin määrä on pienempi väliseinien osalta kuin kantavaseinä -runkoisessa asuinkerrostalossa, jolloin betonista aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat myös pienemmät. Jatkotutkimusta asuntojen muunneltavuuden kustannuksista kannattaisi tehdä lisää, koska siitä ei ole vielä paljoa tutkimustietoa. Kustannustehokkaampaa ratkaisumallia pilari-palkkirungolle asuinrakennuskäyttöön kannattaisi myös tutkia lisää, sillä tässä tutkimuksessa tehty esimerkki pyrki osoittamaan muunneltavuuden mahdollisuuksia helposti ymmärrettävässä muodossa eikä siksi ollut kustannustehokkaimmasta päästä. Jatkotutkimusta muunneltavuuden ympäristöystävällisyydestä kannattaisi myös tehdä, mikäli muunneltavat asunnot saavuttavat lisäsuosiota.

Avainsanat: muunneltavuus, muuntojoustavuus, muunneltavuuden nykytila, muunneltavuusratkaisut, muunneltavuuden kannattavuus, muunneltavuuden ympäristöystävällisyys

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
1.1 Tutkimuksen taustaa 1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset 2
1.3 Tutkimusmenetelmät sekä tutkimuksen toteutus ja rajaus 2
2. MUUNNELTAVUUS 3
2.1 Muunneltavuus ennen ja havaitut muutokset 3
2.2 Muunneltavuuden nykytila 4
2.3 Pilarirakenne 5
2.4 Duo-asunto 11
2.5 Muunneltavuus varaukset 13
3. TALOUDEN NÄKÖKULMA 14
3.1 Asuntojen myyntiajat ja rakentamisnopeus 14
3.2 Runkojen kustannuserojen vertailu 16
3.3 Vaikutus vuokraukseen, vuokra-aikoihin sekä käyttö- ja vuokrausasteeseen 20
4. YMPÄRISTÖN NÄKÖKULMA 22
4.1 Betonin vähentäminen 22
4.2 Elinkaaren aikainen toimivuus ja vaikutus käyttöikään 23
5. PÄÄTELMÄT 27
LÄHTEET 30
LIITTEET 35
LIITE 1. 36

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Työssä tutkitaan asuntojen rakentamista muunneltavammaksi eri runko- ja suunnitteluratkaisuiden avulla ja selvitetään investoimisen kannattavuutta taloudellisista ja ympäristöllisistä näkökulmista. Muunneltavuutta tarkastellaan asuntojen pohjaratkaisuiden rakenteellisella toteuttamisella niin, että rakentamisen jälkeen pohjat ovat muunneltavissa niin huoneistojen sisäisten kuin huoneistojen välisien ei-kantavien väliseinien osalta.

Taloudellista näkökohtaa tutkitaan myynti- ja vuokra-aikojen, rakentamisnopeuden ja käyttöasteen kautta sekä kantavaseinäisen rungon ja pilarirungon kustannuseroja vertailemalla. Myyntiaikojen lyheneminen vaikuttaa rakennushankkeiden käynnistymispäätöksiin, vuokra-aikojen piteneminen käyttöasteeseen ja rakentamisnopeus työmaa-aikaisiin kustannuksiin.

Ympäristöhyötyjä tutkittaessa tarkastellaan, miten muunneltavuus vaikuttaa elinkaaren aikaiseen toimivuuteen ja mahdollistaako se rakennuksen käyttöiän pidentämisen. Asuntojen elinkaaren aikainen parempi toimivuus ja tarpeisiin vastaavuus sekä pidempi käyttöikä parantaisivat kannattavuutta ympäristön näkökulmasta. Ympäristöystävällisyyttä tutkitaan myös eri runkoisten rakennusten välillä tarkastelemalla tarvittavan betonin määrää näiden välillä. Betonin valmistuksesta aiheutuu paljon hiilidioksidipäästöjä ja sen vähentämisellä saadaan rakennuksen hiilijalanjälkeä pienennettyä.

Muunneltavuudesta ja muuntojoustavuudesta on aikaisemminkin tehty selvityksiä. Järveläinen (2021) on tehnyt kandidaatintyönsä muunneltavista kodeista arkkitehtuurin ja yksilön näkökulmasta tarkasteltuna. Mansnerin (2022) kandidaatintyössä käsitellään puolestaan muuntojoustavuutta suurempana ilmiönä maailmanlaajuisesti. Lisäksi VTT on tehnyt julkaisun Häkkisen ja Ala-Kotilan (2019) tutkimuksesta, joka käsitteli muunneltavuutta kestävässä rakentamisessa.

Tutkimuksessa kootaan yhteen rakennuttajalle sekä asunto- ja kiinteistösijoittajalle hyödyllistä tietoa asuntojen muunneltavuuden kannattavuudesta talouden ja ympäristön näkökohdista. Kandidaatintyössä tarkastellaan myös, miten muunneltavuus linkittyy kestävää rakentamiseen, vähähiilisyyteen ja ympäristötekijöiden moninaisuuteen.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, minkälaista muunneltavuutta on toteutettu, muodostuuko erirunkoisten rakennusten rakentamisesta kustannuseroja ja saadaanko paremmin muunneltavalla rungolla taloudellista ja ympäristöllistä hyötyä. Tavoitteena on myös tutustua ja selvittää, kuinka paljon muunneltavia asuntoja Suomessa on aikaisemmin tehty ja onko viime vuosina tapahtunut muutosta johonkin suuntaan.

Työssä vastataan päätutkimuskysymykseen, millaista muunneltavuutta on ja mitä vaikutuksia sillä on talouden ja ympäristön näkökulmasta. Alatutkimuskysymyksenä on, miten myynti- ja vuokra-ajat, rakentamisnopeus ja asunnon käyttöaste muuttuvat, kun runkoratkaisu tarjoaa muunneltavuutta asuntoihin, ja vaikuttaako näiden neljän muutos taloudelliseen kannattavuuteen. Toisena alatutkimuskysymyksenä on, vaikuttaako muunneltavampi runko elinkaaren aikaiseen toimivuuteen ja käyttöikään sekä onko sillä vaikutusta ympäristöystävällisyyteen jollain muulla tavoin. Kolmantena alatutkimuskysymyksenä on, miten asuntojen muunneltavuus on muuttunut ja millainen tämänhetkinen tilanne on.

1.3 Tutkimusmenetelmät sekä tutkimuksen toteutus ja rajaus

Kandidaatintyö toteutetaan kirjallisuustutkimuksena ja data-analyysinä. Kirjallisuusaineistona käytetään aikaisempaa tutkimusta muunneltavuudesta, muuntojoustavuudesta ja asuinrakentamisen kehittämisestä, rakennusalan yhdistysten ja yritysten julkaisuja sekä aiheeseen liittyviä artikkeleita ja kirjallisuuslähteistä löytyviä haastatteluja. Data-analyysin aineistona on Elementtitehdas A:n laatima betonielementtihinnasto tutkimuksessa tuotetun materiaalin pohjalta.

Kirjallisuusaineistoja käytetään muunneltavuuden, myynti- ja vuokra-aikojen, rakentamisnopeuden, käyttöasteen, elinkaaren aikaisen toimivuuden, käyttöiän pituuden ja betonin määrän vertailuun sekä muunneltavuuden nykytrendin selvittämiseen. Elementtitehdas A:n laatimaa hinnastoa käytetään kappaleessa 3.2 data-analyysiin, jossa eri runkoisten rakennusten kustannuseroja vertaillaan.

Tutkimus rajautuu Suomessa sijaitsevien uusien betonirunkoisten asuinrakennusten ja asuntojen muunneltavuuteen. Rajausta tehdään myös kappaleen 3.3 osalta käsittelemään vuokrausta, vuokra-aikaa ja käyttöastetta sellaisten vuokrausliiketoimintaa harjoittavien yritysten, säätiöiden ja yhteisöiden kannalta, jotka omistavat asuinkiinteistön kokonaisuudessaan itse.

2. MUUNNELTAVUUS

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) 17 luvun ja 117 pykälän mukaan rakennuksen tulee olla käyttötarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa. Tämä luku käsittelee muunneltavuutta ja muunneltavien asuntojen kehityskulkua tähän päivään saakka ja tuo esiin tehtyjä havaintoja vuosien varrelta. Muunneltavina ratkaisuina luvussa esitetään pilarirunko, Duo-asunto ja erilaiset varaukset, joilla muunneltavuutta saavutetaan.

2.1 Muunneltavuus ennen ja havaitut muutokset

Kiinteistö- ja rakennusalan kestävän kehityksen tärkeänä tavoitteena on ollut muuntojousto 1990-luvulta lähtien. Se on kuitenkin melko huonosti tarttunut asuntorakentamisen käytäntöihin. Suomessa on perinteisemmin ollut enemmän monikäyttöisyyttä kuin muunneltavuutta. Rakennusalan asenteet ovat hidastaneet muuntojouston toteutumista uudisrakentamisessa. Muuntojouston taloudellisuudesta ja muista hyödyistä on alalla vaihtelevia näkemyksiä. Muuntojoustavuuden suunnittelua tukevien suunnitteluperiaatteiden ja kriteerien puute tai lievä epämääräisyys on myös vaikuttanut muunneltavuuden toteutumiseen. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019)

Samanlaisia havaintoja ja päätelmiä muunneltavuuden vähäisyydestä on tehty myös Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston tutkimuksessa. Pakkala et al. (2007, s. 68) ovat todenneet, että rakennustuotannossa asunnot ovat keskenään melko samanlaisia. Asuntotypologiaan on tullut variaatioita lisääntyneiden joustavuus- ja muunneltavuusvaatimuksien takia, mutta varsinaisessa asuintuotannossa nämä ratkaisut ovat jääneet varsin marginaalisiksi (Pakkala et al. 2007, s. 68).

Pakkala et al. (2007, s. 68) ovat olleet kuitenkin myös sitä mieltä, että muuntojoustavuus, muunneltavuus ja muokattavuus ovat tavoiteltavia tekijöitä. Monipuoliset asuntoratkaisut täydentävät toisiaan asuntotuotannossa. Viimeaikaisessa tuotannossa on korostunut tilallisesti avoimet asuntopohjat, joissa tarvitaan sekä suljettuja ja avoimia pohjaratkaisuja. Parhaimmillaan molemmat ratkaisut ovat saavutettavissa suhteellisen helposti yhden pohjaratkaisun sisällä. (Pakkala et al. 2007, s. 68)

Väliniemi-Laursonin (2023, s. 7–8) mukaan vuonna 2009 käynnistynyt Kehittyvä kerrostalo -ohjelma on pyrkinyt muuttamaan tyypillistä kerrostaloasumista asukaslähtöisempään ja tiloiltaan toimivampaan suuntaan. Kehittyvä kerrostalo -ohjelman perustamisvai-

heessa tärkeimmiksi tavoitteiksi vuosina 2009–2017 muodostuivat muun muassa asuntojen muuntojoustavuus ja talotyyppien monipuolisuus. Vuonna 2017 ohjelmaa kehitettiin ja tärkeimmiksi teemoiksi nousivat asumisen ratkaisut, talotyypit, elinkaariratkaisut, tekniset ratkaisut ja kohtuuhintaisuus. Kehittämiskohteiksi listattiin silloin muun muassa asuntojen muunneltavuus ja yksilölliset asuntoratkaisut. Tilasuunnittelun monipuolistaminen koettiin myös yhdeksi kehittämistarpeeksi. (Väliniemi-Laurson 2023, s. 7–8)

Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 34) mukaan muunneltavuutta on 1990-luvulla toteutettu yhdistettävien asuntojen ideologialla. Ajatuksena on, että isomman huoneiston viereen tehdään yksiö, joka on yhdistettävissä tai erotettavissa suuremmasta asunnosta. Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 34) raportissa haastatteleman Vantaan kaupungin hankesuunnittelupäällikkö Ifa Kytösahon mukaan 1990-luvulla Helsingin Ruoholahdessa oli vaatimus 20-neliöisistä yksiöistä, jotka olisivat yhdisteltävissä. Sivuasunnot olivat silloin tontinluovutusehdoissa vaatimuksena. Kytösahon mukaan erotettavissa ja yhdistettävissä olevat yksiöt ovat erinomaisia omistusasuntotuotantoon, kun halutaan saavuttaa muunneltavuutta. Hän painottaa myös, että yhdistettävyys on huomioitava hallintamallissa ja yhtiöjärjestyksessä, jotta keskenään yhdistettävät asunnot kuuluisivat helpommin samalle omistajalla ja näin asunnot toimisivat tarkoituksenmukaisesti vielä omistajan vaihtuessakin. (Häkkinen & Tarpio 2021, s. 34)

2.2 Muunneltavuuden nykytila

Valmistuneita muunneltavia asuntoja ovat muun muassa Bonavan (2024) rakentamat Duo-asunnot Vantaalla Hiekkaharjussa sijaitsevassa Vantaan Hillassa sekä Turun Kirstinpuistossa sijaitseva Turun Solina 15. Myös Laptin (2021) rakentama Asunto Oy Porin Sävel on muunneltavissa vastaavalla tavalla kuin Bonavan Duo-asunnot. Duo-asunnoissa muunneltavuus perustuu kahden asunnon yhdistämis- ja erottamismahdollisuuteen. Duo-asuntoja käsitellään tarkemmin kappaleessa 2.4.

Erilaiset loft-asunnot, jotka on tehty vanhaan tehtaaseen tai toimistorakennukseen, ovat myös suosittuja ja hyviä esimerkkejä muunneltavuudesta ja rakennuksen elinkaaren jatkamisesta parhaimmillaan. Esimerkkinä tästä ovat Kojamo-konsernin rakentamat Lumokodit Emil Aaltosen vanhaan kenkätehtaaseen Tampereella (Capiten 2017). Vaikka asunnot ovat tehty vanhaan tehtaaseen, eivätkä ne ole tutkimuksen käsittelemää uudisrakentamista niin ne ovat silti hyvä esimerkki muunneltavuuden kannattavuudesta. Vanha tehdas olisi aikanaan voitu purkaa ja tilalle olisi voitu rakentaa uusi asuinkerrostalo. Tämä olisi kuitenkin ollut turhaa ja epäekologista. Muunneltava pilarirunko on mahdollistanut rakennuksen elinkaaren jatkamisen ja käyttötarkoituksen muutoksen juuri sillä

tavalla, kun muunneltavuutta nykypäivänä suunniteltaessa ajatellaan sen tulevaisuudessa rakennuksen myöhemmässä käyttövaiheessa toimivan. Kenkätehdasta rakennettaessa ei tosin ole ajateltu, että siitä tehtäisiin joku päivä asuntoja, vaan on tarvittu suurta tilaa tehtaan käyttöön. Lopputuloksena on kuitenkin syntynyt juuri vastaavanlaista tilaa, mitä nykypäivän muunneltavuuden puolestapuhujat tarkoittavat ja haluaisivat rakentaa.

Myös uudisrakentamista loft-teemalla on nykypäivänä nähtävissä. EKE-Rakennus (2024) tekee uusia loft-asuntoja Verkkosaareen vuosien 2024 ja 2025 välisenä aikana. Asiakas ostaa raakavalmiin loft-asunnon rungon ja valmiiksi toteutetut WC- ja kylpyhuonetilat. Tilassa ei ole väliseiniä vaan ostaja tekee itse haluamansa tilajaon ja keittiön sekä viimeistelee tilat mieleisellään tavalla. (EKE-Rakennus 2024) Nämä uudet loft-asunnot ovat saaneet innovaationsa todennäköisesti juuri vanhoista tehtaista, jotka ovat ajan saatossa muutettu asunnoiksi.

2.3 Pilarirakenne

RT 82-10814:n (2004, s. 2) mukaan asuinkerrostaloihin soveltuvat paikallavalurunkoratkaisuista kantavat seinät -rungon lisäksi myös kantavat seinät ja täydentävät pilarit -runko sekä kantavat pilarit -runko. Myös Kestävä kivitalo -yritysryhmä, joka tekee kivirakentamisesta julkaisuita ja oppaita ja joka edustaa hyvää ja kestävää paikallarakentamisen perinnettä, on tullut samaan päätelmään. Kestävän kivitalon (2024) julkaisussa todetaan, että pilari-laattarunko on maailmanlaajuisesti yleisin runkorakenne etenkin liike- ja toimistorakennuksissa, mutta myös asuinrakennuksissa sitä on käytetty jossain määrin. Tavanomaisessa kerrostalotuotannossa se ei kuitenkaan ole parhaimmillaan. Pilari-laattarunko sopii hyvin rakennuksen mahdolliseen uuteen käyttötarkoitukseen. Runkoon sijoitettavien hissikuilujen ja portaiden asemointi on suhteellisen vapaata. (Kestävä kivitalo 2024)

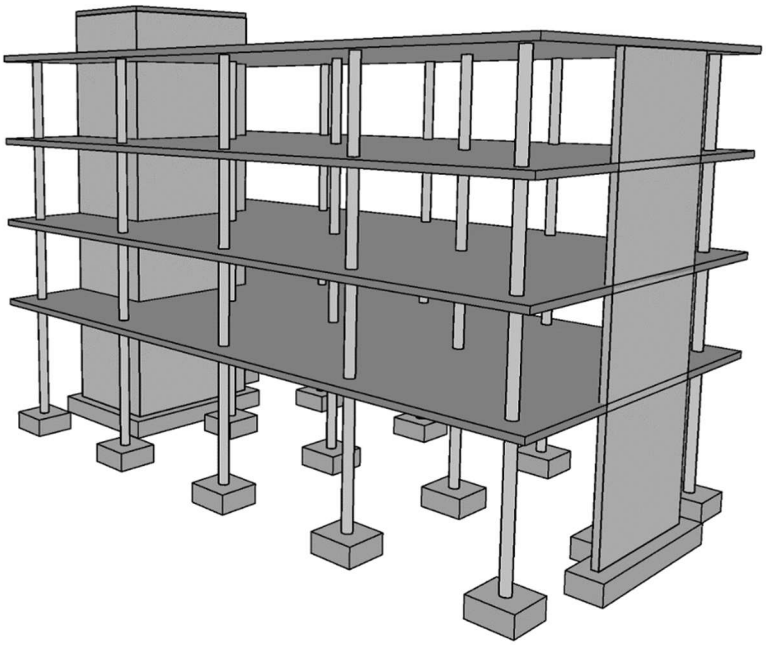
Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 39) raportissa on haastateltu Skanskan talousyksikön johtajaa Toni Tuomolaa. Hän totesi, että jos halutaan laajempaa muunneltavuutta, tarvitaan uusi rakennejärjestelmä. Esimerkkinä hän mainitsi pilari-palkkijärjestelmän. Vanha rakennejärjestelmä, jonka tilalle Tuomola pilari-palkkijärjestelmää toisi, on BES-järjestelmä. (Häkkinen & Tarpio 2021, s. 39) BES tarkoittaa betoniteollisuuden standardisoitua elementtijärjestelmää (Mölsä 2021). Suomen Betoniyhdistys ry (2024a) määrittelee BES-järjestelmän seuraavasti: ”BES- järjestelmä on suomalainen avoin rakennusjärjestelmä, joka kehitettiin alun perin kerrostalorakentamiseen. Sen kantavina rakenteina ovat väli- ja päätyseinät ja välipohjina esijännitetyt laatat.” BES-järjestelmä on siis tyypillisesti käytetty järjestelmä kantavat seinät -runkoisissa asuinrakennuksissa.

Paastelan (2022) kirjoittamassa artikkelissa on haastateltu SRV:n tornirakentamisen yksikönjohtajaa Kai Remmleriä. Hänen mukaansa pilari-laatasto kantavana rakenteena mahdollistaa muuntojoustavuuden rakennuksen elinkaaren aikana, kun väliseinät eivät ole kantavia vaan kevytrakenteisia (Paastela 2022). Kerrosten pohjaratkaisut ovat silloin muutettavissa tulevaisuuden tarpeiden mukaan muuntojoustavasti. Samaan päätelmään on myös Mölsä (2021) päätynyt todeten, että pilari-laatta mahdollistaa hyvän muuntojoustavuuden. Paastelan (2022) haastattelema Remmler on sitä mieltä, että kun rakennetaan pilari-laattarunkoisia asuinrakennuksia, niin samalla myös rakennuksen hiilijalanjälkeä on pystytty pienentämään, koska väliseinät eivät ole kantavia betoniväliseiniä.

Pilari-laattarunko tarjoaa muunneltavuudelle hyvät lähtökohdat ja mahdollistaa asuinhuoneistojen pohjaratkaisuiden muunneltavuuden suhteellisen edullisilla ja vaativuusasteeltaan tavanomaisilla rakennustöillä. Rakennusfaktan (2023) mukaan perinteiset raskaat rakenteet, kuten betoniseinät, ovat tyypillisesti painavia ja vaikeasti muokattavia vaihtoehtoja käytettäväksi osastoivissa väliseinärakenteissa. Ne rajoittavat rakennuksen sisätilojen muunneltavuutta ja vaativat huomattavaa työtä, jos tilajärjestelyjä halutaan muuttaa myöhemmin. Kipsilevyjärjestelmin on mahdollista saavuttaa vastaavat ääni- ja palovaatimukset, kuin raskailla rakennevaihtoehdoillakin. Kevyet väliseinät ovat kapeampia kuin kantavat betoniset väliseinät, jonka takia asuntoihin saadaan enemmän asuinpinta-alaa. Seurauksena saavutetaan taloudellista hyötyä, kun tuottavia asuinneliöitä on enemmän. Etuna on myös väliseinän helppo purkaminen ja kierrättäminen, mikäli kaksi huoneistoa halutaan tulevaisuudessa yhdistää. (Rakennusfakta 2023)

Häkkisen ja Ala-Kotilan (2019, s. 50) mukaan muunneltavuuden avulla tilaa saadaan muutettua uuteen käyttötarkoitukseen sopivaksi jonkin asteisia rakennustöitä tekemällä. Pilarirakenteisen rungon tapauksessa ei-kantavien väliseinien purkaminen on mahdollista ja sillä saavutetaan asuntojen pohjaratkaisuihin muunneltavuutta. Vanhojen seinien purkaminen ja uusien tekeminen – asunnon sisällä tai useamman asunnon yhdistämisen seurauksena – on toteutettavissa hyvin erilaisten tilakombinaatioiden saavuttamiseksi. Myös suuren asunnon jakaminen esimerkiksi kahdeksi pienemmäksi on pilarirunkoisessa rakennuksessa mahdollista. Nämä kevytrakenteiset väliseinät yhdistettynä pilarirakenteiseen runkoon mahdollistavat helpomman ja tehokkaamman muunneltavuuden edullisemmin ja ympäristöystävällisemmin.

Pilarirakenteisista rungoista tässä työssä on nostettu esiin Paastelan (2022) ja Mölsän (2021) artikkeleissa mainittu pilari-laatta runko ja Häkkisen ja Tarpion (2021) mainitsema pilari-palkkirunko. Pilari-laatta rakenteista runkoa on havainnollistettu kuvassa 1.

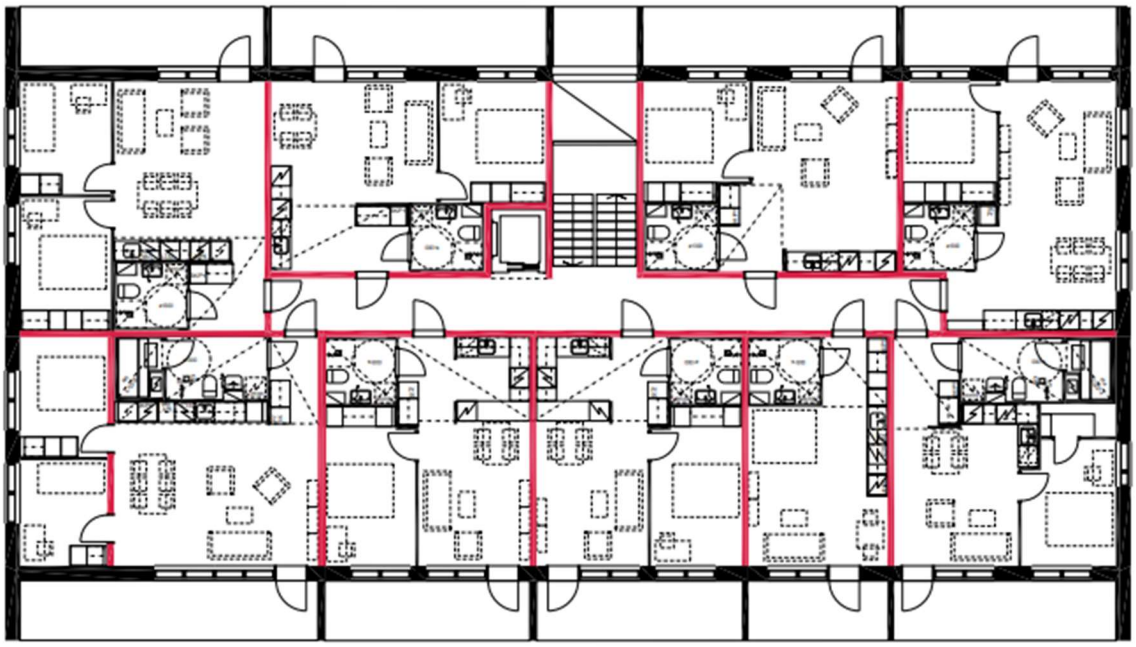


Kuva 1. *Havainnekuva pilari-laattarakenteesta (Kestävä kivitalo 2024).*

Eroavaisuutena pilari-laattarakenteeseen on, että pilari-palkkirakenteessa pilarien päälle tullee vielä palkit, joiden päälle laatta tukeutuu. Pilari-palkkirakennetta on puolestaan havainnollistettu kuvassa 2.

Kuva 2. *Havainnekuva pilari-palkkirakenteesta (Elementtisuunnittelu 2024).*

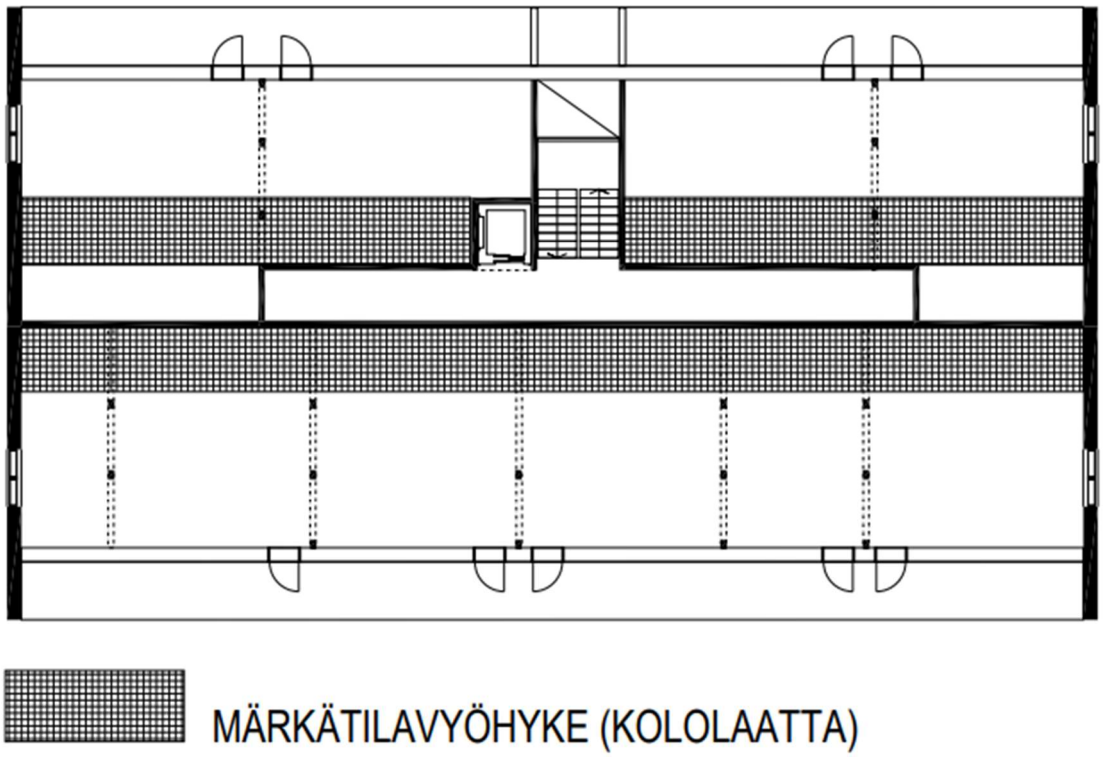
Kantavien väliseinien tilanteessa laatalta tuleva kuorma siirtyy seinille, jolloin seinät toimivat kantavana osana rakennuksen rungossa. Seinät eivät tarjoa pilarien tavoin rakennuksen kerroksen matkalla suurta ja avaraa tilaa. Ne jakavat kerroksen pienempiin tiloihin, joista muodostuvat asuinrakennuksessa huoneistot, huoneistojen sisäiset tilat ja porrashuone. Kuvassa 3 on esitetty perinteisen kantavaväliseinä runkorakenteisen asuinkerrostalon pohjapiirustus ja siitä tilajakoa voidaan todentaa.



***Kuva 3**. Kantava väliseinä rakenteisen asuinkerrostalon pohjapiirustus, jossa kantavat seinät merkitty punaisella.*

Kuvasta 3 voidaan päätellä, että muunneltavuutta voidaan toteuttaa vain kalustuksen ja kiintokalusteiden sijainnin vaihtelulla. Keittiö- ja märkätilojen osalta asuntojen pohjaratkaisuiden muunneltavuutta rajoittavat viemäröintien ja vesiputkien sijainnit.

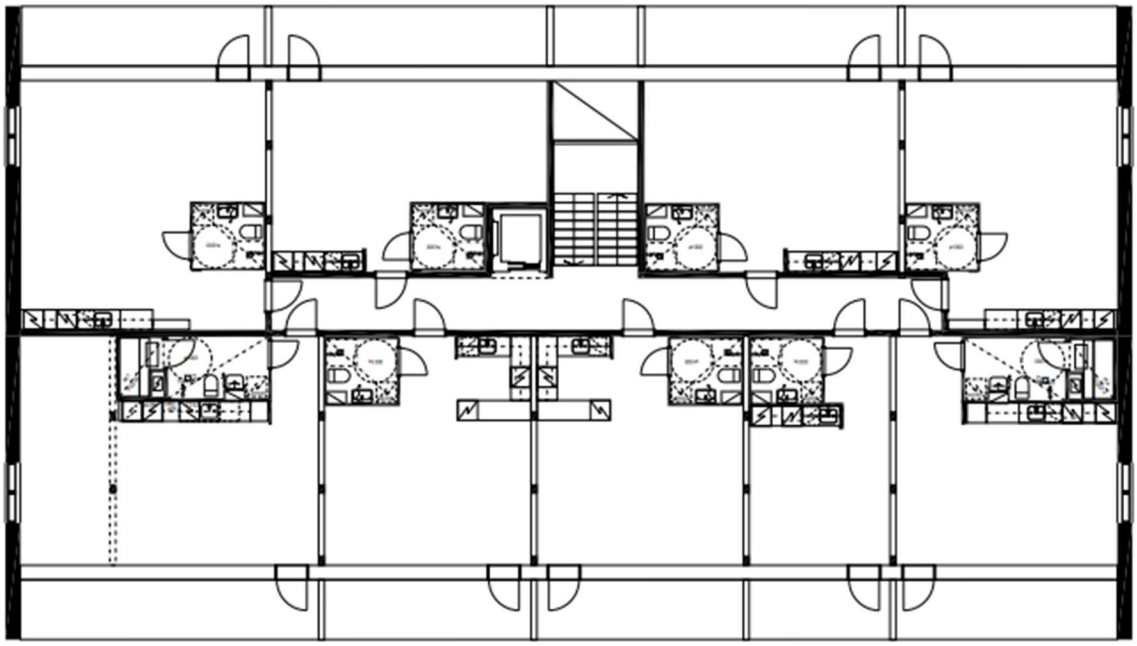
Pilari-laatta- tai pilari-palkkirunkoinen kerrostalo tarjoaa helpompaa ja edullisempaa muunneltavuutta kuin perinteisempi huoneistojen välille rakennettujen kantavien väliseinien muodostama runko, kun asuntojen tilantarpeissa tapahtuu muutoksia. Silloin, kun kuorma siirtyy joko suoraan laatalta pilareille tai palkkien jakamana pilareille, mahdollistuu suurta ja avaraa tilaa. Tämä voidaan todeta kuvasta 4, jossa on esitetty pilarirunkoisen asuinkerrostalon pohjapiirustus ilman asuntojen rajauksia.



Kuva 4. *Pilarirunkoisen asuinkerrostalon pohjapiirustus ilman asuntojen rajauksia.*

Kuvasta 4 huomataan, että muunneltavuutta voidaan toteuttaa sekä kalustuksen ja kiintokalusteiden sijainnin vaihtelulla että väliseinien ja märkätilojen sijoittelun osalta. Kuvassa 4 ruudutetulla rasteroinnilla on esitetty märkätilavyöhykkeet, joita käsitellään tarkemmin kappaleessa 2.5.

Kuvassa 5 on esitetty yksi mahdollinen kerrospohjaratkaisu pilarirakenteisessa rungossa. Kuvan 5 tarkoituksena on havainnollistaa laajemman muunneltavuuden toteutumista pilarirungossa.



Kuva 5. *Yksi kerrospohjaratkaisu pilarirakenteisessa muunneltavassa rungossa.*

Kuvasta 5 huomataan, kuinka samanlaisten asuntojen pohjaratkaisuita voidaan muunnella vapaammin. Kuvat 4 ja 5 on laatinut tutkimuksen tekijä hyödyntäen kuvia 1 ja 2, joissa pilari-laattarakennetta ja pilari-palkkirakennetta on havainnollistettu. Kuvien 4 ja 5 laadinnassa on käytetty myös kuvaa 3, jotta esimerkki kerrospohjakuva muunneltavammasta pilarirungosta olisi mahdollisimman vertailukelpoinen kantavaseinäisen rungon kanssa. Rakennesuunnittelijaa ei ole konsultoitu kuvien 4 ja 5 osalta. Kuvassa 4 ja 5 jäykistävinä rakenteina toimii porrashuone, hissikuilu ja rakennuksen ulkoseinät. Sisäpuolella kantavien seinien paikalle on laitettu pilarit. Sen vuoksi rakenne ei ole utopistinen tai täysin tekaistu ja sen kantokyky ja toimivuus tällaisenaan on pääpiirteittäin – ellei täysin – mahdollinen.

2.4 Duo-asunto

Duo-asunnosta voi erottaa pienemmän sivuasunnon muusta asunnosta, sillä sivuasunto on varustettu omalla sisäänkäynnillä. Ratkaisu toimii myös toiseen suuntaan, jolloin kaksi asuntoa voidaan yhdistää yhdeksi suuremmaksi asunnoksi esimerkiksi perhekoon kasvaessa. Kun asunnon ostaja tekee ostopäätöksen rakentamisvaiheen aikana, voidaan asuntojen yhdistäminen tehdä muutostyönä rakentamisen aikana. Tarvittaessa asuntojen erottaminen onnistuu esimerkiksi myyntiä varten. Duo-koteja on saatavissa erilaisilla kokoonpanoilla. Asuntokokoja on esimerkiksi 1 h + 3–4 h sekä 1 h + 2–3 h. (Bonava 2024)

Duo-asunnoissa muunneltavuus on otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Sen vuoksi pohjaratkaisu toimii niin yhdessä kuin erikseen. Sivuasunnon erottaminen vaatii asuntojen välisen oviaukon rakentamisen umpeen ja keittiön asentamisen sivuasuntoon. Keittiön asennusta varten sivuasunnossa on valmiiksi rakennetut varaukset viemärille ja vesiputkille. Asuntojen välinen oviaukko rakennetaan umpeen niin, että palo- ja äänieristysvaatimukset täyttyvät huoneistojen välillä. Molemmissa asunnoissa on aina omat sisäänkäynnit, ilmanvaihtojärjestelmät, sähkön- ja vedenkulutuksen mittausjärjestelmät sekä irtaimistovarastokomerot. (Bonava 2024)

Duo-asunnot tarjoavat enemmän muunneltavuutta perinteisemmällä kantavat väliseinät rungolla kuin ne asunnot, joissa muunneltavuutta ja yhdistettävyyttä ei ole otettu huomioon. Kuvassa 6 on havainnollistettu Duo-asunnon pohjaratkaisua molemmissa tilanteissa – yhtenä asuntona ja kahtena erillisenä.

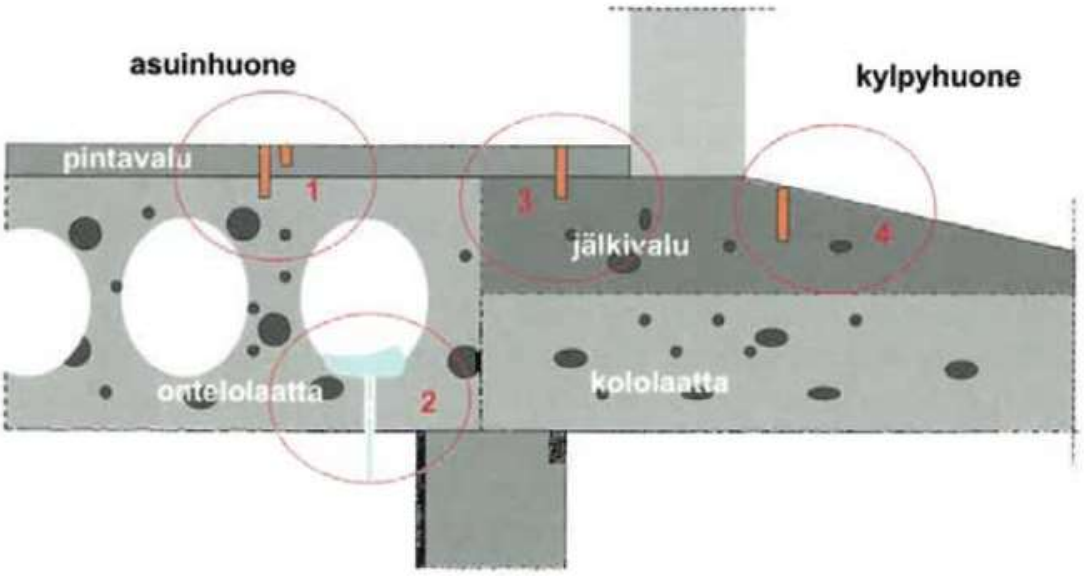
Kuva 6. *Havainnekuva Duo-asunnosta (Bonava 2024).*

Duo-asunnoissa on kahdet osakekirjat suunnitellun asuntojaon mukaisesti. Yhtiöjärjestyksessä vierekkäisten Bonava Duo-asuntojen omistajilla on myyntitilanteessa lunastusoikeus toisiinsa nähden. (Bonava 2024) Yhtiöjärjestyksellä taataan asuntojen suunnitellun muunneltavuuden toimivuus koko asuinrakennuksen elinkaaren ajan, kun vierekkäisten Duo-asuntojen omistus pysyy varmemmin samalla omistajalla.

2.5 Muunneltavuus varaukset

Vertailukohteena on myös rakentamisen aikana tehtävät muunneltavuusvaraukset, kuten kantavien teräsbetoni rakenteisten seinien raudoittamisessa tehtävät oviaukkovaraukset sekä viemäri- ja vesiputkivaraukset. Näitä varauksia hyödynnetään muun muassa muunneltavissa Duo-asunnoissa. Kantavat väliseinät voidaan raudoittaa niin, että niihin jätetään oviaukon tai kahden kokoinen raudoittamaton vyöhyke. Bonavan (2024) mukaan se mahdollistaa käyttäjälle aukon avaamisen rakennuksen elinkaaren myöhäisemmässä vaiheessa. Aukkovarauksen käyttöönotto toteutetaan purkamalla seinästä aukkovarauksen kokoinen alue betoniseinää pois. Tilalle voidaan käyttäjän halutessa asentaa ovi. (Bonava 2024)

Asuinrakennusten kylpyhuoneissa kallistusvaluissa ja talotekniikan asennuksissa käytetään ontelolaattoja, joihin voidaan tehdä syvennyksiä. Näitä syvennyksillä varustettuja laattoja kutsutaan kololaatoiksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2024b) Märkätilan viereen voidaan tehdä ylimääräinen vyöhyke kololaatoista. Se mahdollistaa näin märkätilan muunneltavuuden säilyttäen samalla esteettömyyden huoneistossa, kun märkätilan pinta-alaa voidaan kasvattaa myöhemmässä vaiheessa varauksen alalle. Sekin (2018) mukaan kololaatta voi jatkua asuinhuoneen puolelle. Kololaattavarausvyöhykkeitä on havainnollistettu ruudutetulla rasteroinnilla kuvassa 4 ja kuvassa 7 on esitetty kololaattarakennetta suhteessa muihin rakenteisiin. Märkätilan muunneltavuuden parantaminen lisää myös muun asunnon muunneltavuutta.



Kuva 7. *Kololaatan havainnekuva ja asemointi suhteessa muihin rakenteisiin (Sekki 2018 s. 6).*

3. TALOUDEN NÄKÖKULMA

Tässä luvussa keskitytään RT 82-10814 2004, s. 2 poimituista runkojärjestelmän valintaan vaikuttavista tekijöistä pelkästään talouden kannalta merkityksellisiin tekijöihin eli muun muassa rakennuskustannusten optimointiin, rakentamisaikaan ja sen lyhentämiseen sekä toiminnallisten tavoitteiden saavuttamiseen muunneltavuuden kautta. Luvussa 4 keskitytään myös rakennuksen ja rakenteiden käyttöiän varmistamisen osalta käyttöikään ja elinkaaren aikaiseen toimivuuteen.

Muunneltavuudella haetaan useimmiten taloudellista ja sosiaalista hyötyä. Sillä voi olla merkittävää taloudellista hyötyä, kun sen avulla voidaan ehkäistä rakennuksen nopeaa vanhanaikaistumista. Muunneltavuudella halutaan välttää myöhemmät resursseja kuluttavat muutokset. Muutoksiin varautumisessa on aina kuitenkin tuhlauksen riski, sillä varautumistarve on voitu arvioida väärin. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 50)

Muunneltavuus on taloudellisesta näkökulmasta kannattavaa, kun sen avulla saadaan lyhennettyä asuntojen myyntiaikoja, pidennettyä vuokra-aikoja ja parannettua asunnon käyttöastetta. Rakentamisajan keston väheneminen parantaa myös rakennushankkeen kannattavuutta ja muunneltavamman pilarirakenteisen rungon rakentamisnopeudella, suhteessa kantavat seinät -runkoon, on näin ollen vaikutusta runkojen kannattavuuksiin.

3.1 Asuntojen myyntiajat ja rakentamisnopeus

Vartian (2015) diplomityön tilaaja ja rahoittaja oli NCC Rakennus Oy. Yritys pyrki tutkimuksen avulla selvittämään, minkälaisia tarpeita ja toiveita ihmisillä on asuntojen suhteen. Tavoitteena oli käyttää tietoa hyväksi ja kartoittaa, millaisia asuntoja kannattaa tulevaisuudessa rakentaa, jotta myyntiaikoja voitaisiin mahdollisesti lyhentää. NCC:n mukaan myyntivaiheessa ostajien kiinnostus sivuasuntoratkaisuun kävi ilmi. Vain pieni osa yksiöistä myytiin eri ostajille, kuin jolle suurempi viereinen asunto oli myyty. Sivuasunto tarjoaa mahdollisuuden asuntojen yhdistämiselle, kun asunnot kuuluvat samalle omistajalle. (Vartia 2015) Sivuasunto on konseptiltaan samanlainen kuin luvussa 2.4 käsitelty Duo-asunto. Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 31) mukaan joissakin tapauksissa asuinrakennuksissa muunneltavuus on myyntivaltti. Muunneltavuus ja muuntojousto lisää asunnon houkuttelevuutta ja helpottaa markkinointia. Asunto on turvallisempi sijoitus, kun sitä voidaan muunnella käyttötarpeen muuttuessa, eikä ole pelkoa sen nopeasta vanhanaikaistumisesta tai käyttötarpeisiin vastaamattomuudesta.

Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 39) raportissa haastateltu Toni Tuomola totesi haastattelussa pilari-palkkijärjestelmän olevan erittäin kallista koko rakentamisprosessin kannalta, koska pitäisi rakentaa ilman BES-järjestelmää. Kallis investoiminen pilari rakenteiseen runkoon voi olla kannattavaa, jos sillä saavutetaan rakentamisen keston lyhenemisen myötä säästöjä.

Mölsän (2021) mukaan SRV huomasi Helsingissä Kalasatamassa rakentaessaan tornitaloja, että pilari-laatta nopeuttaa rakentamisen aikataulua. SRV:n tornit yksikön johtajan Kai Remmlerin mukaan Kalasataman tornien rakentamisajan lyhentämiseen on painotettu paljon, koska rakennusaika on kallista. Yhden tornin nimi on Majakka, toisen Loisto ja kolmannen Lumo One. Majakan rungon rakentaminen kesti 2,5 viikkoa yhtä kerrosta kohti. Loistossa kului 2 viikkoa ja Lumo Onessa meni enää 6 päivää. (Mölsä 2021) Rakennukset ovat yli 30 kerrosta korkeat (Taipale 2021). Rakentamisnopeuden kasvun korkeussuunnassa voidaan olettaa säästävän paljon rakentamiskustannuksissa.

Loistossa on 249 asuntoa. Rakennuksen valmistumishetkellä vain viisi asuntoa oli myymättä. (Taipale 2021) Tilanne on rakennuttajalle taloudellisesti hyvä, kun myymättömistä asunnoista ei ole huolta ja tuottoa on odotettavissa jo heti rakentamisen valmistuttua. Kalasataman tornit ovat myös muilta ostajaa houkuttelevilta ominaisuuksiltaan poikkeukselliset, ei vain pilari-laattarungon tarjoaman muunneltavuuden kannalta. Asunnoista on sijaintinsa ja korkeutensa puolesta poikkeukselliset näköalat. Siksi pelkästään vain tämän kohteen myyntiaikojen tutkiminen ei toisi oikeanlaista lopputulosta.

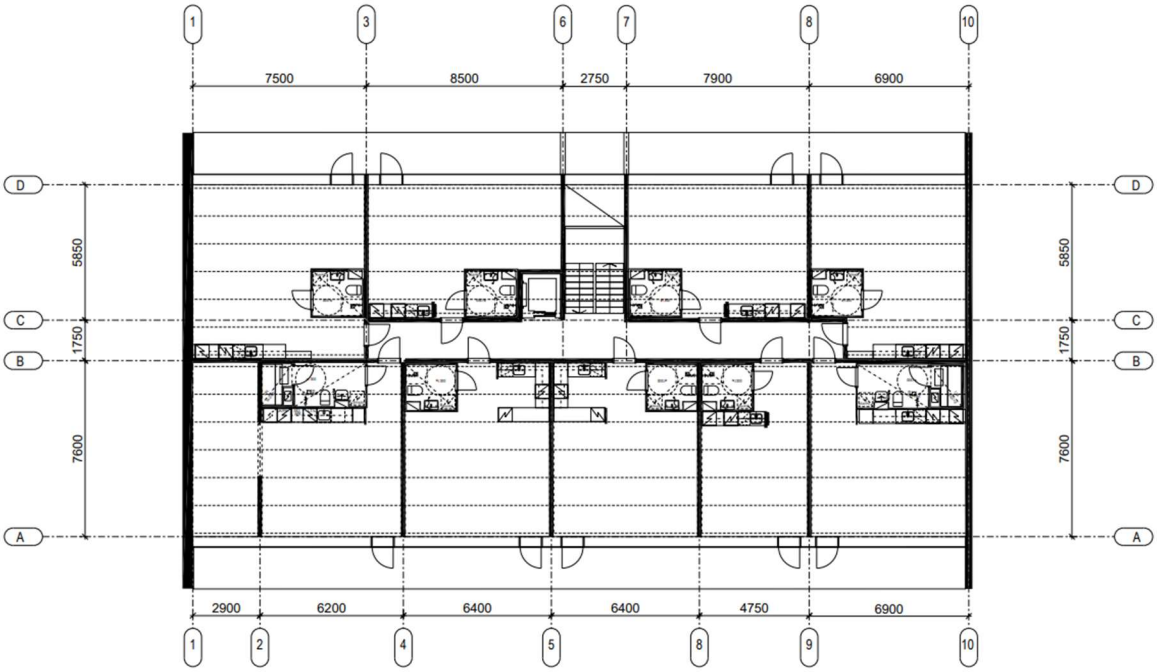
Toisena myyntiaikaverrokkina ovat Duo-asunnot. Törmäsen (2021) mukaan Helsingissä kaupunki vaatii, että uudessa kerrostalossa pitää olla isoja asuntoja pienten asuntojen lisäksi. Isot asunnot menevät huonommin kaupaksi. Kalliin hintansa takia ostajia on vähemmän. Monelle 4–5 huoneen asunnolle ei ole suurta kysyntää samassa rakennuksessa. Siksi ison asunnon rakentaminen joka kerrokseen on riski. Bonava on ratkaisut ongelman tekemällä muunneltavia Duo-asuntoja. Tarkoituksena on ollut myynnin nopeuttaminen ja helpottaminen. Kauppoja syntyy kuitenkin harvakseltaan ja yhdeksi syyksi arvioidaan hinnoittelu. Kaksi yhdistettävää asuntoa maksaa enemmän kuin yksi yhdistelmän pinta-alaa vastaava tavallinen asunto. (Törmänen 2021) Tämä on ymmärrettävää, koska kaksi asuntoa sisältää kaksinkertaisen määrän märkä- ja keittiötiloja, jotka ovat asunnon kalleimpia tiloja. Duo-asunnoissa ostaja saa kuitenkin kaksi asuntoa, eikä vain yhtä ja myyntitilanteessa erotetut Duo-asunnot voidaan myydä kuin kaksi eri asuntoa, koska toiminnot ovat kuin kahdessa erillisessä asunnossa. Myyntituotto on todennäköisesti silloin myös suurempi kuin yhdellä tavallisella asunnolla, jonka pinta-ala vastaa kahta Duo-asuntoa. Bonavan Duo-asunto kohteissa muunneltavuus ei kuitenkaan ole lyhentänyt myyntiaikoja halutulla tavalla.

3.2 Runkojen kustannuserojen vertailu

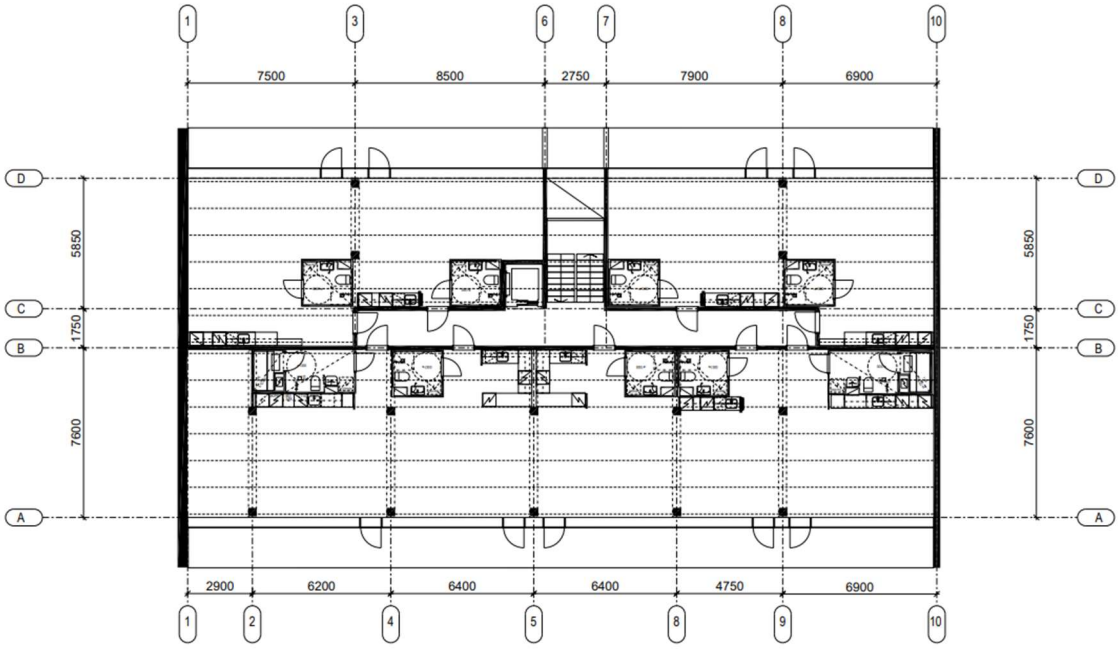
Kustannuserojen vertailussa on muunneltavuutta tarjoavasta pilarirungosta tehty kaksi toteutus ja kustannuslaskelma esimerkkiä – pilari-palkki ja ontelolaattaholvit -runko sekä pilari-laatta eli pilarit ja paikallavaluholvit -runko. Kantavat seinät -rungosta on esitetty samaan tapaan ontelolaattaholvillinen ja paikallavaluholvillinen runko.

Laskelmassa on esitetty runkojen rakentamisesta muodostuvat materiaalikustannukset sisältäen kuljetuskustannukset pääkaupunkiseudulla noin 50 km alueelle toimitettuna. Laskelmaa varten on Elementtitehdas A laatinut betonielementtihinnaston kuvien 8 ja 9 pohjalta ja se on esitetty liitteessä 1. Kuvat 8 ja 9 on tutkimuksessa tuotettuja asuinkerrostalon kerrospohjakuvia ja ne on laadittu kuvista 3 ja 5. Kuvat 8 ja 9 ovat runkoratkaisua lukuun ottamatta täysin identtiset, jotta kustannusvertailua olisi mahdollisimman helppo tehdä ja se keskittyisi pelkästään eri runkojen kustannuseroihin. Huonekorkeutena laskelmissa on käytetty 3000 mm. Elementtitehdas A:n mielestä kuljetuskustannukset ovat olennainen osa laskelmaa, sillä eri elementeillä on eri kuljetuskustannukset ja siksi ne ovat otettu laskelmassa huomioon.

Ulkoseinät voidaan toteuttaa esimerkiksi betonipintaisella sandwich-elementillä, jonka keskihinta on 260–290 €/m² välillä tai kantavalla ja eristetyllä sisäkuorielementillä, jonka keskihinta on 150–180 €/m² välillä. Molempien elementtien tapauksissa rakennuksen alimpiin kolmeen kerrokseen sijoitettavat elementit raudoitetaan verkkoraudoitteella ja loput ylempien kerrosten elementit rengasteräksillä (Liite 1). Ulkoseinien, parvekkeiden, porrashuoneen, hissikuilun ja rappukäytävän hintoja ei kuitenkaan ole laskelmassa otettu huomioon, koska kyseessä on kustannuserojen vertailu ja ne ovat runkoratkaisusta riippumatta samat kuten kuvasta 8 ja 9 voidaan todeta.



Kuva 8. *Kantavat seinät -rungon kustannuslaskenta-aineisto.*



Kuva 9. *Pilari-palkkirungon kustannuslaskenta-aineisto.*

Kuvista 8 ja 9 huomataan, että rakennuksen kerrospohjakuvassa vain runkorakenne muuttuu. Kuvassa 8 kantavien seinien päälle on esitetty asennettavan ontelolaatat, jotka on piirretty katkoviivalla. Kuvan 8 kantavien seinien linjoille on kuvassa 9 esitetty pilarit, joiden päälle palkit tukeutuvat. Palkkien päälle asennetaan ontelolaatat samaan tapaan kuin kuvassa 8.

Taulukossa 1 on esitetty betonielementtien hintoja sisältäen kuljetuskustannukset ja kevytrakenteisen huoneistojen välisen väliseinän hinta sisältäen kaksinkertaisen kipsilevyn, eristeen sekä väliseinärangan ja -kiskon. Väliseinä toteuttaa vaadittavan äänieristysarvon, palonkeston ja murtosuojaluokan.

Taulukko 1. *Betonielementtien ja kevytrakenteisen huoneistojenvälisen väliseinän hinnat neliömetriä ja kuutiometriä kohden (Liite 1; Saint-Gobain 2022, s.11).*

	Kevytrakenteinen huoneistojenvälinen väliseinä 55 dB, EI 90	Betonipalkki 380 x 600 mm	Betonipilari 380 x 380 mm	Ontelolaatta P37 370 mm	Betoniseinä 200 mm
Hinta	30 €/m²	1200–1500 €/m³	1300–1500 €/m³	60 €/m²	90–100 €/m²

Taulukon 1 hintojen perusteella saadaan kerroskohtaiset hinnat betonielementeille ja kevytrakenteisille huoneistojenvälisille väliseinille. Taulukossa 2 on esitettynä taulukon 1 hintojen tulo kuvissa 8 ja 9 esitettyjen mittojen kanssa huonekorkeuden ollessa 3000 mm.

Taulukko 2. *Betonielementtien ja kevytrakenteisen huoneistojenvälisen väliseinän hinnat yhden kerroksen osalta.*

	Kevytrakenteinen huoneistojenvälinen väliseinä	Betonipalkki 380 x 600 mm	Betonipilari 380 x 380 mm	Betoniseinä 200 mm
Volyymi	149,1 m²	34,0 m³	6,1 m³	149,1 m²
Hinta/krs.	4 473 €	40 794–50 992 €	7 884–9 097 €	13 419–14 910 €

Taulukosta 2 on laadittu taulukko 3, jossa on esitetty kustannukset pilari-palkkirungolle ja kantavat seinät -rungolle yhtä kerrosta kohden. Pilari-palkkirungon kustannukset muodostuvat kevytrakenteisten huoneistojenvälisien väliseinien, pilarien ja palkkien kustannuksista. Kantavat seinät -rungon kustannukset muodostuvat betoniseinien kustannuksista. Ontelolaattoja ei oteta laskelmassa huomioon, koska niiden mitat ja kappalemäärät ovat samat molemmissa runkotapauksissa. Toisin sanoen rungot eivät eroa ontelolaattojen osalta toisistaan, jolloin niiden hinnat eivät vaikuta kustannuseroon runkojen välillä.

Taulukko 3. *Pilari-palkkirungon ja kantavat seinät -rungon kustannuserot yhtä kerrosta kohden.*

	Pilari-palkkirunko	Kantavat seinät -runko
Hinta/krs.	53 151–64 562 €	13 419–14 970 €

Taulukosta 3 huomataan, että tässä vertailussa pilari-palkkirunko on noin neljä kertaa kalliimpi kuin kantavat seinät -runko. Taulukon 3 tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että kyseessä on kustannuserojen vertailu eikä kumpaankaan runkoon ole sisällytetty ontelolaattojen hintaa.

Paikallavalettavien holvien osalta valettava pinta-ala on molemmissa rungoissa sama, joten paikallavalettavien holvien kustannukset ovat samat pilari-laattarungossa ja kantavat seinät -rungossa. Tämä on todennettavissa kuvista 8 ja 9 sillä erotuksella, että kuvissa poikittaissuuntaan piirretyillä katkoviivoilla kuvatut ontelolaatat ovat tässä tilanteessa paikallavalulaattaa, mutta kuitenkin niin, että laatta kattaa saman alan kuin ontelolaatatkin. Holvien kustannusten pysyessä samoina eri rungoissa kustannuseroa muodostuu näin ollen pilarien, kevytrakenteisten seinien ja kantavien seinien osalta. Kustannusero pilari-laattarungon ja kantavat seinät -rungon välillä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. *Pilari-laattarungon ja kantavat seinät -rungon kustannuserot yhtä kerrosta kohden.*

	Pilari-laattarunko	Kantavat seinät -runko
Hinta/krs.	12 357–13 570 €	13 419–14 970 €

Taulukosta 4 huomataan, että pilari-laattarunko on hieman halvempi kuin kantavat seinät -runko. Taulukon 4 tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että kyseessä on kustannuserojen vertailu eikä kumpaankaan runkoon ole sisällytetty paikallavaletun laatan hintaa. Pilari-laatan kustannuksiin ei ole myöskään sisällytetty pilarin vahvikkeiden hintaa, koska vahvikkeiden tarvetta ei ole tutkimuksessa selvitetty.

3.3 Vaikutus vuokraukseen, vuokra-aikoihin sekä käyttö- ja vuokrausasteeseen

Yli puolitoista miljoonaa asuu vuokralla ja vuokra-asunnoissa asuu noin kolmasosa Suomen väestöstä. Vuokralla asuvien määrä on ollut kasvussa vuonna 2021 ja neljä viidestä alle 30-vuotiaasta asuu vuokralla. (Tilastokeskus 2021)

Vuokralla asuvien määrä on suuri, jonka vuoksi asuntojen vuokrausliiketoiminnassa on suuret markkinat ja moni taho harjoittaakin sitä. Vuokra-asuntojen tarjonta on kasvanut etenkin pääkaupunkiseudulla ja vuokralaisista käydään nyt kovaa kilpailua. Vuokra-asuntojen houkuttelevuutta täytyy parantaa, jotta kilpailussa menestyy. Asiasta on uutisoitu laajasti ja esimerkiksi Ylen julkaisema Heiman (2022) artikkeli ja Vantaan Sanomien julkaisema Suojasen (2023) artikkeli käsittelevät tätä aihetta. Häkkinen ja Ala-Kotila (2021) totesivat muunneltavuuden myyntivaltiksi, joten sillä todennäköisesti parannettaisiin myös vuokra-asuntojen houkuttelevuutta.

Muunneltavuutta tarjoavalla rungolla voisi olla erityisen suurta kysyntää vuokrausliiketoimintaa harjoittavien yritysten, säätiöiden ja yhteisöiden keskuudessa, kun nämä omistaisivat itse koko asuinkiinteistön ja muunneltavuutta voitaisiin toteuttaa laaja-alaisesti. Nämä toimijat voisivat muunnella asuntoja vapaasti kiinteistön sisällä vuokramarkkinoiden ja asumistarpeiden muuttuessa, koska omistussuhde koko talossa olisi yhdellä ja samalla toimijalla. Tällaisia toimijoita ovat esimerkiksi Sato Oyj sekä Kojamo Oyj yritysten puolelta, eri kaupunkien opiskelija-asuntosäätiöt sekä yleishyödylliset yhteisöt, joista esimerkkinä ARA eli Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus.

Green Building Council Finlandin (2021) julkaisemassa artikkelissa kerrotaan Aaltoyliopiston apulaisprofessori Heidi Falkenbachin todenneen eräässä FIGBC:n järjestämässä kiertotalouden teematapaamisessa muunneltavuuden ja muuntojouston aihepiiriin johdattelevassa puheenvuorossaan rakennuksen vajaakäytön olevan itseään voimistava kierre, millä on vaikutuksia myös ympäröivään alueeseen. Rakennuksen vuokrausasteen pienentyessä vuokrauksesta saatavat tulot vähenevät, jolloin korjaus- ja ylläpitokustannuksiin ei ole varaa niin paljon kuin aikaisemmin. Samalla tyhjillään olevat raken-

nukset heijastuvat koko alueen profiiliin laskemalla alueella olevien asuntojen ja rakennusten houkuttelevuutta. Kierre johtaa heikkenevään taloudelliseen kehään, jolla on negatiivisia vaikutuksia koko alueen kehitykseen. (Green Building Council Finland 2021)

Taloudellinen puoli ja riskien hallinta ovat muunneltavuuden päämotiivit vuokrausliiketoiminnassa. Vuokranantajan kannalta on tärkeää, että vuokratilassa aiheutuvat tilan muutostarpeet ovat toteutettavissa uusien vaatimuksien mukaisesti suuria kustannuksia aiheuttamatta. Vuokrattavan tilan muuntojoustavuus vaikuttaa myös vuokranantajan imagoon. Asuinrakentamisessa rakentajien halukkuus muuntojoustavuuteen on kokonaan erilainen kuin esimerkiksi toimisto- ja liikerakentamisessa. (Häkkinen & Ala-Kotila 2021, s. 44) Vuokrausliiketoimintaa harjoittavan on siksi vaikeampaa löytää asuntoja tai asuinkiinteistöjä, jotka olisivat muunneltavia, vaikka halukkuutta muunneltavuuteen voisi löytyä. Siihen vaikuttaa todennäköisesti aikaisemmin todetut rakennusalan vanhat tavat ja haluttomuus tuottaa muunneltavia asuntoja. Pelkona saattaa olla ajatus muunneltavuuden lisäkustannuksista ja tarpeettomuudesta.

Omistusasumisessa muunneltavuuden hyödyt ovat pitkälti käyttäjän kokemia aineettomia hyötyjä. Muunneltavuus voisi maksaa itsensä paremmin takaisin juuri asuntojen vuokrausliiketoiminnassa. Tilan käyttö on silloin omistajalleen tuottoista toisin kuin omistusasumisessa, jossa tilan muunneltavuuden taloudelliset hyödyt rajoittuvat pitkälti myyntiin ja sieltä saatavaan tuottoon. Vuokrausliiketoiminnassa taloudellinen hyöty on kuukausittaista ja siinä muunneltavuus voisi parantaa kysyntää ja vaikuttaa sitä kautta positiivisesti vuokratuloihin. Asuinrakennusten puolella on lisääntyviä mahdollisuuksia käyttöasteiden kasvattamiseen monikäyttöisyyden avulla (Häkkinen & Ala-Kotila 2021, s. 45). Asuntojen käyttökustannukset pienenisivät, kun käyttöaste paranisi. Häkkinen ja Ala-Kotila (2021, s. 49) näkevät muuntojoustavuuden vielä tarpeellisempana vuokra-asuntopuolella, sillä omistajille vuokra-asuntojen käyttöaste on todella tärkeä. Vuokra-asunnon käyttöaste on suoraan verrannollinen asunnon tuottavuuteen.

4. YMPÄRISTÖN NÄKÖKULMA

4.1 Betonin vähentäminen

Paastelan (2022) artikkelissa haastatellun Kai Remmlerin mukaan rakennuksen hiilijalanjälkeä on pystytty merkittävästi vähentämään, kun pilari-laattarungon avulla väliseinät toteutetaan kevytrakenteisina. Kuormat välittyvät pilarien kautta perustuksille, joten kantavia betoniväliseiniä ei tarvita.

Mölsän (2021) kirjoittamassa rakennuslehden julkaisemassa artikkelissa kerrotaan, että pilari-laattarunko voisi vähentää betonirakennuksen ilmastopäästöjä. Sementtiteollisuus valitsi kantavat seinät asuntorakentamisen elementtijärjestelmä BES:n perustaksi aikanaan. Intressinä oli maksimoida sementin myynti. Betoniteollisuus voisi pienentää hiilijalanjälkeään vaihtamalla vähemmän sementtiä vaativaan runkojärjestelmään. Pilari-laattarunko on yleinen liike- ja toimistorakennuksissa, mutta ei asuinkerrostaloissa. Pilarlaattarakenne oli vahva ehdokas 1960-luvun lopulla, kun Asuntohallitus, betoniteollisuus ja rakennusliikkeet kehittivät BESiä. Arvoanalyysi osoitti vuonna 1969 pilari-laattajärjestelmän voittajaksi. Sementtiteollisuuden takia arvoanalyysin painokertoimia muutettiin siten, että kantavat seinät -järjestelmä voitti vertailun. Sementtiä saataisiin myytyä enemmän. (Mölsä 2021)

Mölsän (2021) mukaan sementtiä halutaan ilmastosyistä vähentää. Sementti on yksi betonin raaka-aineista ja mikäli sementin määrää halutaan vähentää se tarkoittaa myös betonin määrän vähentämistä. Illikaisen (2024) mukaan rakennusmateriaalina sementti on halpaa ja helppokäyttöistä, mutta sen ja siitä valmistetun betonin hiilidioksidipäästöt ovat kuitenkin useita muita rakennusmateriaaleja korkeammat. Illikainen (2024) on todennut lisäksi seuraavaa: ”Sementin valmistusprosessin aikana syntyy hiilidioksidia kalkkikiven kemiallisesta hajoamisesta. Lisäksi sementti valmistetaan korkeassa lämpötilassa hyödyntämällä pääasiassa fossiilisia polttoaineita, jolloin myös polton yhteydessä vapautuu hiilidioksidia. Koska sementin käyttömäärät ovat valtavia, myös sementin valmistuksen aiheuttama hiilidioksidikuorma on valtava. Sementinvalmistus on maailmanlaajuisesti suurin yksittäinen ihmisen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen lähde. Sementin valmistuksen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen tehdään paljon töitä, mutta ongelmaan ei ole helppoa ratkaisua. Vaikka sementin valmistuksessa käytettäisiin uusiutuvaa energiaa, kemiallisessa reaktiossa vapautuvan hiilidioksidin syntymistä ei voida estää. Olemassa olevat keinot ovat joko sementin käytön vähentäminen tai uusien sementtimateriaalien kehittäminen perinteisen Portland-sementin tilalle.”

Mölsän (2021) mukaan betoniteollisuus ei usko runkojärjestelmän vaihtamisella kantava seinä järjestelmästä pilari-laattajärjestelmään olevan suurta merkitystä hiilidioksidipäästöjen pienentämiseksi. Betoniteollisuus uskoo ratkaisun löytyvän vähähiilisistä sementeistä. Betonimenekki on arvioitu pilari-laatta- ja kantava seinä -runkoisille rakennuksille yhtä suureksi betoniteollisuuden Jussi Mattilan mukaan. Lujabetonin toimitusjohtaja Mikko Isotalon mukaan hiilidioksidipäästöt olisivat kokonaisuudessa samassa luokassa näissä kahdessa eri runkoratkaisussa. (Mölsä 2021) Tämä on ristiriidassa Paastelan (2022) haastatteleman Remmlerin lausunnon kanssa. Suomen Betoniyhdistys ry (2024c) on verkkosivuillaan todennut seuraavaa: ”Viime aikoina on havaittu, että korkeissa asuinrakennustorneissa on edullista valita runkojärjestelmäksi pilari-laatta ja tehdä väliseinät kevytrakenteisina. Tällöin materiaalien nostot helpottuvat ja rakenteiden massa saadaan pienemmäksi. Pienenevän betonimenekin ohella myös betonin hiilipäästöt vähenevät.” Tämä on linjassa Paastelan (2022) artikkelin kanssa. Lausuntojen antajien tavoitteet ja päämäärät vaikuttavat asiaan. Kiistatonta on kuitenkin se, että pilarirungon takia ei-kantavia betonisia väliseiniä tarvitse rakentaa. Väliseinät voidaan toteuttaa ilman betonia. Silloin ainakin väliseinien osalta betonimenekin täytyy olla pienempi kuin kantavissa betoniseinärunkoisissa rakennuksissa, jolloin myös betonin aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat pienemmät kuin kantavat seinät rungossa.

4.2 Elinkaaren aikainen toimivuus ja vaikutus käyttöikään

Tilastokeskus (2019) on todennut seuraavaa: ”Suomessa ei 15 vuoden kuluttua ole enää yhtään maakuntaa, jossa syntyy enemmän ihmisiä kuin kuolee, jos syntyvyys pysyy nyt havaitulla tasolla. Maamme väkiluku lähtee nykyisellä kehityksellä laskuun vuonna 2031.” Uusien asuintalojen rakentamisessa on syytä ottaa väestörakenteen muutos muunneltavuudessa huomioon, jotta rakennukset olisivat tulevaisuudessa muuttuvassa väestökehityksessä toimivia koko suunnitellun elinkaarensa ajan.

Väestörakenteen muutokset ja väestön ikääntyminen korostavat rakentamisen muuntojoustavuuden tärkeyttä. Muunneltavuuteen liittyvä purettavuus ja kierrätettävyys voivat olla tärkeitä, mikäli väestörakenteen muutoksien takia rakennustyyppien tarve eri alueilla samalla muuttuu merkittävästi. Mitä määrätietoisemmin pyritään rakentamisen kasvihuonekaasujen vähentämiseen, sitä tärkeämmäksi muunneltavuus ja sitä palveleva helppo purettavuus voivat tulla. Uuden rakentamisen tarve voitaisiin saada merkittävästi vähenemään, jos kaikilta uusilta ja peruskorjattavilta rakennuksilta vaadittaisiin hyvää muunneltavuutta. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 50–51)

Green Building Council Finlandin (2021) julkaisemassa artikkelissa kerrotaan, että käyttötarkoituksen muutokset ja joustava tilankäyttö ovat kiertotalouden ytimessä. Artikkelissa kerrotaan Falkenbachin sanoneen, että mikäli rakennuksen käyttöiäksi tavoitellaan 100 vuotta ei kaikkia tulevia muutoksia voida ennakoida ja muuntojoustavuuden haasteisiin tuleekin siksi löytää ratkaisuja. Hän toteaa, että esimerkiksi etätyön takia muuntojoustaville ratkaisuille on erityisen paljon tarvetta. Samaan aikaan muuntojoustavuus on kuitenkin melko tuore käsite, eikä sen kaikkia näkökulmia ymmärretä vielä täysin. Uusia ratkaisumalleja tarvitaan hänen mukaansa myös esimerkiksi kaavoitukseen, joka rakentamista ohjaa. (Green Building Council Finland 2021)

Muuntojoustavuutta pidetään yhtenä kestävän rakentamisen osatekijänä. Se on indikaattorina monissa kestävän rakentamisen arviointimenetelmissä. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 5) Häkkisen ja Ala-Kotilan (2019, s. 25) mukaan muunneltavissa rakennuksissa myös tiloja ja materiaaleja käytetään todennäköisesti elinkaaren aikana tehokkaammin kuin muissa rakennuksissa. Muunneltavuus ja monikäyttöisyys parantaa rakennuksen ympäristövaikutuksia erityisesti paremman tilankäytön tehokkuuden ansiosta. Ympäristöhyödyt saavutetaan myös pidemmän käyttöiän ja paremman elinkaarenaikaisen toimivuuden sekä hitaamman vanhanaikaistumisen seurauksena. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, s. 25)

Muunneltavuus on yksi kolmesta tekijästä, jotka vaikuttavat rakennuksen pitkäikäisyyteen. Pitkäikäisyyden edistämisen ehdoton edellytys on rakennuksen kyky joustaa käyttäjien tarpeiden mukaan. (Rakennetun omaisuuden tila ROTI 2023, s. 11) Häkkisen ja Ala-Kotilan (2019, s. 25) mukaan muunneltavuus lisää rakennuksen kokonaiskäyttöikää. Rakennus jää helpommin vaille käyttötarkoitusta, kun se ei enää palvele käyttäjäänsä, eikä rakennusta ole kannattavaa aiempien rakenneratkaisuiden vuoksi muuntaa uuteen käyttötarkoitukseen. Tällöin rakennus puretaan ja tilalle tehdään uusi.

Jotta rakennuksen käyttöikää on mielekästä pidentää, on rakennuksen pystyttävä vastaamaan käyttäjiensä tarpeisiin myös tulevaisuudessa. Sen on myös pysyttävä teknisiltä ominaisuuksiltaan kestävän kehityksen perässä. Rakennuksen energiatehokkuutta tulisi silloin myös parantaa, jotta vanhan rakennuksen säilyttäminen olisi ympäristöystävällisempää kuin uuden rakentaminen.

Käyttötarpeen muutoksia ja elinkaariskenaarioiden huomioon ottamista pitäisi vaatia. Rakennukset tulisi suunnitella niin, että jo suunnitteluvaiheessa otettaisiin huomioon rakennuksen seuraava käyttötarkoitus. Ongelmana tässä ajattelussa on, että ensimmäinen tilaaja ei ole halukas maksamaan lisäkustannuksia, joita tästä muodostuisi. (Häkkinen & Tarpion 2021) Yhtenä keinona voisi olla, että rakennuslupaa haettaessa pitäisi

vaatia esitettäväksi, kuinka rakennuksen seuraava käyttötarkoitus on otettu huomioon. Se vaatisi todennäköisesti jonkinlaisen muunneltavuuden suunnittelua ja toteuttamista. Seuraavan käyttötarkoituksen huomioimisella ja muunneltavuuden varmistamisella jo suunnitteluvaiheessa saataisiin hyvin todennäköisesti pidennettyä rakennuksen käyttöikää.

Suomessa väestön syntyvyyden ja väkiluvun pienenemisen seurauksena asuntojen tilantarpeet muuttuvat. Lapsimäärä perheissä pienenee, jolloin tarve monille huoneille asunnossa vähenee. Asuntilan pinta-alan ei tarvitse muutoksessa pienentyä. Huoneet voivat olla suurempia. Ylimääräisten huoneiden neliöt voidaan ottaa parempaan käyttöön tehokkaammalla käyttöasteella olevissa huoneissa muunneltavuuden ansiosta. Mikäli uusia asuntoja ei rakenneta muuttuvia käyttöolosuhteita huomioiden, asunnot eivät välttämättä vastaa käyttötarpeisiin tulevaisuudessa. Silloin elinkaaren aikainen toimivuus ei välttämättä toteudu.

Häkkisen ja Tarpion (2021, s. 46) raportissa haastatellun Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuu- ja laatujohtaja Juha Lemströmin mukaan on ongelmallista puhua elinkaaren pidentämisestä ja energiatehokkuuden parantamisesta samassa asiayhteydessä. Ne ovat ristiriitaisia asioita toistensa kanssa, vaikka molemmat tarkoittavat aidosti hyvää. On parempi puhua päästöistä energiatehokkuuden rinnalla, koska päästöihin keskittyminen on oleellista. Onko elinkaaripainotuksella tehdyt vähemmän energiatehokkaat päätökset kuitenkin päästöjen kannalta parempi ratkaisu? (Häkkinen & Tarpion 2021, s. 46)

Vanhan asuinrakennuksen muuttaminen, paremmin käyttäjiään palvelevaksi voi olla päästöjen kannalta parempi ratkaisu kuin vanhan talon purkaminen ja uuden rakentaminen. Uuden rakennuksen energiatehokkuus on parempi kuin vanhan, mutta sen rakentamisessa syntyy puolestaan paljon päästöjä. Lavento (2021) kirjoittamassa Rakennusmaailman julkaisemassa artikkelissa on haastateltu Rakennusteollisuus RT:n rakentamisen kehityksen asiantuntija Jani Kemppaista. Hänen mukaansa rakennuksen purkamisessa ja uuden rakentamisessa kuluu energiaa ja syntyy paljon alkupään päästöjä. Vanhan rakennuksen korjaamisella päästään yleensä pienemmillä päästöillä ja kustannuksilla kuin uuden rakentamisella. (Lavento 2021)

Päästölaskelmissa on otettava monia asioita huomioon kuten esimerkiksi rakentamisestä, kuljetuksista, käyttöajasta ja purkamisesta aiheutuvat päästöt. Laskelmissa ja arvioissa täytyy aina tehdä jonkinlaisia rajauksia ja oletuksia. Laskelmat eivät aina välttämättä vastaa todellisuutta. Päästölaskelmissa täytyy aina ottaa huomioon laskelmien laatijan intressit ja tavoitteet. Asiat ovat monimutkaisia ja jokainen rakennushanke on erilainen. Vanhan säilyttämisen tai uuden rakentamisen välillä on aina tapauskohtaisesti

arvioitava kummasta syntyisi vähemmän ympäristöhaittoja kyseisessä kohteessa. Arvioinnissa pitää käyttää muitakin mittareita kuin vain hiilidioksidipäästöjä. Esimerkiksi Ympäristösuojelulain (527/2014) 1 luvun ja 1 pykälän mukaan ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen, terveellisen ja viihtyisän ympäristön turvaaminen sekä luonnonvarojen kestävän käytön tehostaminen ovat myös huomionarvoisia seikkoja.

5. PÄÄTELMÄT

Tutkimuksen perusteella muunneltavuutta on alettu 2000-luvun alkupuolella arvostamaan enemmän. Viimeisen vuosikymmenen aikana muunneltavuutta on ollut enemmän markkinoilla kuin aiemmin. Rakennusalan aikaisemmat asenteet ovat hidastaneet muunneltavuuden kehitystä, mutta tämän tutkimuksen nykytilaselvityksen mukaan uusia muunneltavia asuntoja on valmistunut lähivuosina ja niitä tehdään myös tulevaisuudessa. Jos muunneltavuutta halutaan tulevaisuudessa toteuttaa vielä enemmän asuinrakentamisessa, tulisi sitä edellyttäviä ratkaisuja painottaa kaavoituksessa ja vaatia lainsäädännöllisin keinoin. Uuden muunneltavuutta tarjoavan rakennejärjestelmän kehittäminen BES-järjestelmän tilalle voisi lisätä myös muunneltavien runkojen rakentamista. Muunneltavina ratkaisuina työssä esiteltiin pilarirunkoiset rakenteet, Duo-asunnot sekä muunneltavuutta tarjoavat varaukset. Muunneltavuuden hyödyt kasvavat sen mukaan, mitä enemmän muunneltavaa tilaa on.

Taloudellisesta näkökulmasta muunneltavuutta on pidetty kalliina lisävarusteena. Tutkimuksen perusteella muunneltavassa pilarirakenteisessa rungossa rakentamisnopeuden kasvaessa on myös saatu aikaan kustannussäästöjä korkeassa asuinrakentamisessa. Runkojen kustannuserojen vertailun perusteella toisaalta huomataan, että tässä tutkimuksessa esimerkkinä olleen pilari-palkkirungon materiaalikustannukset ovat nelinkertaiset kantava seinäiseen ontelolaattaholviseen -runkoon verrattuna. Pilari-laattarungossa kuitenkin päästään samansuuruisiin runkomateriaalikustannuksiin kuin kantava seinäisessä paikallavaluholvisessa -rungossakin – jopa hieman pienempiin.

Duo-asunnoissa rungon rakentamisnopeus ei poikkea perinteisen asuinrakennuksen rungon rakentamisnopeudesta, koska rungot ovat samanlaisia ja tällöin myös rungon rakentamiskustannukset ovat suuruusluokaltaan samat. Duo-asuntojen vesi- ja viemärivarauksista aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia voidaan vähentää sijoittamalla niitä WC- ja kylpyhuonetilojen viereen tai niiden kanssa samoihin linjoihin.

Myyntiaikoihin muunneltavuudella ei voida tämän tutkimuksen perusteella olettaa olevan yksiselitteisesti vaikutusta. Lähteet ovat ristiriitaisia asiasta toistensa kanssa. Joissain tapauksissa muunneltavuutta pidetään myyntivalttina ja joissain taas liian kalliina. Muunneltavuus on vielä niin uutta asuntorakentamisessa, ettei suuri osa asiakaskunnasta osaa sitä vaatia. Myyntiaika riippuu paljolti sijainnista.

Vuokrausliiketoiminnassa muunneltavuuteen sijoittamista pidetään kannattavana myös asuntopuolella. Sen ajatellaan parantavan käyttö- ja vuokrausastetta, tilankäytön tehokkuutta sekä käyttötarpeisiin vastaavuutta. Niiden avulla saadaan asuinkiinteistöistä ja asunnoista tuottavampia ja houkuttelevampia. Käyttö- ja vuokrausastella nähdään myös olevan merkitystä koko alueen vaurauteen ja imagoon. Vuokra-aikojen pidennyttyä kilpailu on kiristynyt ja on vaikea todentaa yksiselitteisesti vaikuttaako muunneltavuus vuokra-aikoihin. Sijainnilla tuntuu taas olevan eniten merkitystä. Muunneltavuus kuitenkin tarjoaa houkuttelevuutta ja moderniutta kiristyneillä markkinoilla.

Ympäristövaikutuksiin on monia mittareita ja tässä työssä ympäristönäkökulmaa tarkasteltiin betonin vähentämisen, elinkaaren aikaisen toimivuuden ja käyttöiän kannalta. Lähteistä riippuen on eroavaisia lausuntoja pilarirungon kyvystä vähentää hiilidioksidipäästöjä vähäisemmän betonimenekin takia. Lausuntojen antajien tavoitteet ja päämäärät vaikuttavat asiaan. Pilarirungon takia kantavia betonisia väliseiniä ei tarvitse rakentaa ja väliseinät voidaan toteuttaa kevytrakenteisina ilman betonia. Kuormat välitetään pilarirungossa laatan tai palkkien avulla pilareille ja sieltä perustuksille. Silloin ainakin väliseinien osalta betonimenekin täytyy olla pienempi kuin kantavissa betoniseinä -runkoisissa rakennuksissa. Tutkimuksen mukaan muunneltavuudella saataisiin parannettua elinkaaren aikaista toimivuutta ja pidennettyä rakennusten käyttöikiä, jolloin sillä olisi suoranaisesti vaikutusta myös asunnon käyttöikään. Rakennuksen käyttöiän pitenemisen aiheuttamaa ympäristöhyöty ja -haitta suhdetta on vertailtava aina tapauskohtaisesti uuden rakennuksen ympäristöhyöty ja -haitta suhteeseen. Vaikka rakentamisvaiheessa syntyykin paljon päästöjä, niin rakentamis-, käyttö- ja purkamisvaiheista käyttövaiheessa syntyy eniten päästöjä. On kuitenkin muistettava, että käyttövaihe on myös merkittävästi kahta muuta vaihetta pidempi.

Elinkaaren aikaisessa toimivuudessa muunneltavuus on tulevaisuudessa tärkeässä asemassa. Uudet rakennukset suunnitellaan kantavien rakenteiden osalta kestämään 100 vuotta. Väestörakenteet muuttuvat 100 vuoden aikana ja asuntojen on vastattava tulevaisuudessakin käyttäjiensä tarpeisiin koko suunnitellun elinkaarensa ajan ja silloin muunneltava pilarirunko on avainasemassa, kun tiloihin tulee muutostarpeita.

Kokonaisuudessaan tutkimus onnistui hyvin, pysyi aikataulussa ja tutkimuskysymyksiin saatiin vastauksia. Rajauksen kanssa oli välillä haasteita, mutta lopputulos on mielekäs ja kattaa monipuolisesti aiheen kannalta oleellisia asioita. Runkojen kustannuseroa koskevia tutkimustuloksia tarkastellessa on syytä ottaa huomioon, että työn rajauksen takia ei rakenteiden mitoitusta tehty eikä paikallavalukustannuksia selvitetty, joka vaikuttaa osaltaan tutkimustulosten luotettavuuteen. Esimerkki pilari-palkki -rungosta, jota kustannuserojen vertailussa käytettiin, ei myöskään välttämättä ole optimaalisin kustannusten

minimoimiseksi. Lähteet, joiden avulla tutkittiin elinkaaren aikaista toimivuutta sekä vaikutusta käyttöikään, vuokraukseen ja käyttöasteeseen vaikuttavat luotettavilta ja niistä saadut tutkimustulokset tuntuvat paikkansapitäviltä.

Jatkotutkimuksessa kannattaisi keskittyä pelkästään joko taloudellisiin tai ympäristöllisiin seikkoihin, koska molempien laajuus osoittautui työn edetessä suuremmaksi ja moniulotteisemmaksi kuin alussa osasi odottaa. Tutkimusta asuntojen muunneltavuuden kustannuksista on toistaiseksi tehty vähän, joka osaltaan vaikeutti tutkimusaineiston keräämistä. Jatkotutkimukselle olisi tältä osin tarvetta, jos muunneltavuus saavuttaa lisäsuosiota. Kustannustehokkaampaa ratkaisumallia pilari-palkkirungolle asuinrakennuskäyttöön kannattaisi myös tutkia lisää, sillä tässä tutkimuksessa tehty esimerkki pyrki osoittamaan muunneltavuuden mahdollisuuksia helposti ymmärrettävässä muodossa eikä se tästä syystä ollut kustannustehokkaimmasta päästä. Jatkotutkimusta muunneltavuutta tarjoavien ratkaisuiden ympäristöystävällisyydestä kannattaisi myös tehdä, koska ympäristöystävällisyys ja hiilijalanjälki riippuu paljolti rakennusmateriaalista ja tämä tutkimus rajautui pelkästään betonirakentamiseen.

LÄHTEET

Bonava (2024). Duo. Saatavissa (viitattu 27.2.2024): https://www.bonava.fi/uudiskohteet/bonava-koti/bonava-duo

Capiten, I. (2017). Emil Aaltosen vanha kenkätehdas sai uuden elämän. Lumo Kodit Oy. Saatavissa (viitattu 11.3.2024): https://lumo.fi/lumo-elamaa/emil-aaltosen-vanha-kenkatehdas-sai-uuden-elaman

EKE-Rakennus (2024). Myynnissä uniikit EKE loft -kodit – Olet yksilö. Entä kotisi. EKE-Rakennus Oy. Saatavissa (viitattu 11.3.2024): Asunto Oy Verkkosaaren Artus, Helsinki - Ekerakennus

Elementtisuunnittelu (2024). Toimisto- ja liikerakennukset. Saatavissa (viitattu 19.2.2024): https://www.elementtisuunnittelu.fi/rakennejarjestelmat/toimisto-ja-liikerakennukset

Green Building Council Finland (2021). Maailma muuttuu nopeammin kuin rakennettu ympäristö – Muunneltavuus ja muuntojousto vastaavat haasteeseen. Saatavissa (viitattu 23.5.2024): https://figbc.fi/maailma-muuttuu-nopeammin-kuin-rakennettu-ymparisto-muunneltavuus-ja-muuntojousto-vastaavat-haasteeseen

Heima, T. (2022). Sijoittajien kilpailu uusista vuokralaisista kiristyy – iso yritys tarjoaa satoihin asuntoihin ilmaisen kuukauden. Yle. Saatavissa (viitattu 1.3.2024): https://yle.fi/a/3-12278820

Häkkinen, T. & Ala-Kotila, P. (2019). Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT TECHNOLOGY 363. 58 s. Saatavissa (viitattu 27.1.2024): https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2019/T363.pdf

Häkkinen, T. & Tarpio, J. (2021). Elinkaariominaisuudet rakentamisen ohjauksessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 46/2021. Suomen ympäristökeskus. 83 s. Saatavissa (viitattu 19.2.2024): https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/af1b96ab-5df0-4487-b453-742b38734fa5/content

Illikainen, M. (2024). Betonia teollisuuden sivuvirroista. Ril ry. Saatavissa (viitattu 26.2.2024): https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/betonia-teollisuuden-sivuvirroista.html

Järveläinen, O. (2021). Muunneltavat kodit. Kandidaatintyö. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Tampereen Yliopisto. Saatavissa (viitattu 27.1.2024): https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202110137583

Kestävä kivitalo (2024). Kivirakentamisen julkaisut ja oppaat. Saatavissa (viitattu 15.2.2024): https://www.kivitalo.fi/betonirakenteet/pilarilaatta-rakenteena-mitoitus-raudoitusohjeita/

Lapti (2021). Lapti rakentaa muunneltavia ja yhdisteltäviä asuntoja Karjarantaan Poriin. Rakennusliike Lapti Oy. Saatavissa (viitattu 11.3.2024): Lapti rakentaa muunneltavia ja yhdisteltäviä asuntoja Karjarantaan Poriin - Lapti

Lavento, D. (2021). Vanhan talon remontoiminen voi olla purkamista fiksumpaa. Rakennusmaailma. Saatavissa (viitattu 22.2.2024): https://rakennusmaailma.fi/vanhan-talon-remontoiminen-voi-olla-purkamista-fiksumpaa/

Mansner, H. (2022). Joustavuus laatukriteerinä. Kandidaatintyö. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Tampereen Yliopisto. Saatavissa (viitattu 27.1.2024): https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/138856/MansnerHarry_PDFA.pdf?sequence=2

MRL 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Saatavissa (viitattu 12.2.2024):

https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132

Mölsä, S. (2021). Pilari-laattarunko voisi vähentää betonirakennuksen ilmastopäästöjä – Kalasataman tornissa se myös nopeutti selvästi rakentamista. Rakennuslehti. Saatavissa (viitattu 26.2.2024): https://www.rakennuslehti.fi/2021/04/pilari-laattarunko-voisi-vahentaa-betonirakennuksen-ilmastopaastoja-kalasataman-tornissa-se-myos-nopeutti-selvasti-rakentamista/

Paastela, K. (2022). Järeä tolppa keskellä uuden tornitalon makuuhuonetta ihmetyttää – "Parhaimmillaan mielenkiintoinen lisä", selittää rakennusyhtiö. Länsiväylä. Saatavissa (viitattu 26.2.2024): https://www.lansivayla.fi/paikalliset/5582667

Pakkala, P. Jalkanen, R. Lindroos, A. Tasa, J. Anttinen, S. & Lehto, A. (2007). Kerrostalojen kehittäminen – Talotyyppiselvitys. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 83 s. Saatavissa (viitattu 12.2.2024): https://www.hel.fi/static/liitteet/kanslia/aluerakentaminen/kehittyvakerrostalo/Julkaisut/kerrostalojen-kehittaminen-talotyyppiselvitys.pdf

Rakennusfakta (2023). Muunneltavuus jatkaa rakennuksen elinkaarta. Saatavissa viitattu (19.2.2024): https://www.rakennusfakta.fi/muunneltavuus-jatkaa-rakennuksen-elinkaarta-355229/uutiset.html

ROTI 2023 (2023). Rakennetun omaisuuden tila. 43 s. Saatavissa (viitattu 12.2.2024): https://www.ril.fi/media/2023/vaikuttaminen/roti-2023/roti_2023_final_suojattu.pdf

RT 82-10814 (2004). Paikallavaletut betonirunkorakenteet. Rakennustietosäätiö. 15 s. Saatavissa (viitattu 27.2.2024): https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/5619#page=1

Saint-Gobain (2022). Gyproc Hinnasto. 56 s. Saatavissa (viitattu 28.2.2024): https://www.gyproc.fi/sites/mac3.gyproc.fi/files/2022-09/Gyproc-Hinnasto2022-062022_web.pdf

Sekki, P. (2018). Betonin kuivumisen mallintaminen. Vahanen-yhtiöt. 15 s. Saatavissa (viitattu 29.2.2024): https://betoni.com/wp-content/uploads/2018/11/4.-Betonin-kuivumisen-mallintaminen-DI-Pauli-Sekki-Vahanen-Rakennusfysiikka-Oy.pdf

Suojanen, A. (2023). Kilpailu kiristyy: Vuokra-asuntoa etsiviä houkutellaan nyt kaikin keinoin Vantaalla – ”On vuokralaisen markkinat”. Vantaan Sanomat. Saatavissa (viitattu 1.3.2024): Kilpailu kiristyy: Vuokra-asuntoa etsiviä houkutellaan nyt kaikin keinoin Vantaalla – ”On vuokralaisen markkinat” | Paikalliset | Vantaan Sanomat

Suomen Betoniyhdistys ry a. (2024). BES-järjestelmä. Saatavissa (viitattu 19.2.2024): https://www.betonitieto.fi/kirjasto-ja-sanasto/betonisanasto/bes-jarjestelma.html

Suomen Betoniyhdistys ry b. (2024). Kololaatta. Saatavissa (viitattu 29.2.2024): https://www.betonitieto.fi/kirjasto-ja-sanasto/betonisanasto/kololaatta.html

Suomen Betoniyhdistys ry c. (2024). Runkorakenteet. Saatavissa (viitattu 4.4.2024): Runkorakenteet - Betonitieto

Taipale, T. (2021). Kalasataman toinen tornitalo valmistui aikataulussa – Neljännen tornin rakentamisen on tarkoitus käynnistyä vielä tänä vuonna. Rakennuslehti. Saatavissa (viitattu 11.3.2024): Kalasataman toinen tornitalo valmistui aikataulussa - Neljännen tornin rakentamisen on tarkoitus käynnistyä vielä tänä vuonna | Rakennuslehti

Tilastokeskus (2021). Asunnot ja asuinolot. Tilastokeskus. Helsinki. Saatavissa (viitattu 1.3.2024): https://www.stat.fi/julkaisu/cktcn27io352g0b62f6u4sky0

Tilastokeskus (2019). Väestöennuste 2019–2070. Tilastokeskus. Helsinki. Saatavissa (viitattu 19.2.2024): Untitled (stat.fi)

Törmänen, E. (2021). Asuntorakentaja keksi Helsinkiin talokonseptin, jossa asunnosta saa isomman yhdistämällä siihen viereisen yksiön – tällaisia ne ovat. Tekniikka & Talous. Saatavissa (viitattu 1.3.2024): Asuntorakentaja keksi Helsinkiin talokonseptin, jossa asunnosta saa isomman yhdistämällä siihen viereisen yksiön – tällaisia ne ovat | Tekniikka&Talous (tekniikkatalous.fi)

Vartia, H. (2015). Asunto kotina. Diplomityö. Arkkitehtuurin laitos. Aalto-yliopisto. 166 s. Saatavissa (viitattu 26.2.2024): https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/5f9908c6-fd82-4c49-9cb7-4d58f5096e58/content

Väliniemi-Laurson, J. (2023). Kehittyvä kerrostalo -ohjelman arviointi. Helsingin kaupunginkanslia. 29 s. Saatavissa (viitattu 15.2.2024): https://www.hel.fi/static/kanslia/kehittyvakerrostalo/Arviointiraportti/Kehittyva_kerrostalo_arviointiraportti_saav.pdf

YSL 527/2014. Ympäristönsuojelulaki. Saatavissa (viitattu 28.2.2024): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527

LIITTEET

Liite 1. Betonielementtihinnasto

LIITE 1.

Liitteessä 1 on Elementtitehdas A:n laatima betonielementtihinnasto ja saatteena tullutta yksityiskohtaisempaa tietoa elementeistä.

Betonielementtihinnasto

Elementti	Keskihinta
Betoniseinä	90-100 €/m^2
Ontelolaatta P37	60 €/m^2
Betonipilari 380x380 kantava 1-kerrospilari	1300-1500 €/m^3
Betonipalkki 380x600	1200-1500 €/m^3
SW-elementti	260 - 290 €/m^2
SK-sisäkuorielementti, eristetty	150 - 180 €/m^2

Betoniseinät:

Alemmissa kerroksissa usein verkkoraudoitettuja seiniä, jolloin hinta korkea. Ylemmissä kerroksissa riittää pelkät kiertävät teräkset.

Verkkoraudoitetut ja muutenkin runsaammin varustellut (lipat, hanakulmat, jne.) seinät valmistetaan tasomuoteilla, jolloin valmistuskustannus on isompi kuin patterimuotilla valmistettaessa. Patterimuotilla valmistetaan seinät, joissa ei ole verkkoraudoitteita.

Betoniseinän keskihinta liikkuu 90–100 €/m²

Ontelolaatta:

P37 asuntokohteissa (maltillinen jännepunosmäärä) keskihinta 60 €/m².

Betonipilari:

380x380 kantava 1-kerrospilari, hinta-arvio 1300–1500 €/m³.

Betonipalkki:

Suorakaide 380x600, kylmällä teräksellä raudoitettu, hinta-arvio 1500 €/m³. Betonipalkkia voisi ajatella myös jännebetonirakenteisena leuka- tai suorakaidepalkkina. Siinä pitää huomioida, että jännebetonituotteiden valulinjat ovat pitkiä (75–130 m), jolloin palkkien poikkileikkauksen tulisi olla samankaltainen. Teollistamisella voidaan saada kustannusetua, hinta-arvio näille 1200–1500 €/m³.

SW-elementti:

Betonipinta, alimmat 3 kerrosta verkkoraudoitettu, muut kerrokset rengasteräkset, keskihinta 260–290 €/m²

SK-sisäkuorielementti:

Eristetty, alimmat 3 kerrosta verkkoraudoitettu, muut kerrokset rengasteräkset, keskihinta 150–180 €/m²

Hinta-arviot oletettu pääkaupunkiseudulle, noin 50 km rahdilla.