

HURMAAVA LÄHIÖ

Energiatehokas lähiökorjaaminen
-hankkeen loppujulkaisu

ELINA ALATALO (TOIM.)

Tampereen teknillinen yliopisto

Arkkitehtuurin laitos

Kevät 2012

Visuaalinen ilme: Leena Kisonen

Painettu kierrätyspaperille



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Arkkitehtuurin laitos

HURMAAVA LÄHIÖ

**Energiatehokas lähiökorjaaminen
-hankkeen loppujulkaisu**

Toimittanut: Elina Alatalo, arkkitehti
Hankkeen vastuullinen johtaja: Harri Hagan, arkkitehti

27.3.2012

TIIVISTELMÄ

AVAINSANAT: lähiö, korjausrakentaminen, kestävä kehitys.

Suomi kaupungistui lähiöistymällä. Lähes puolet suomalaisista asuinkerrostaloista on rakennettu 1960- ja 1970-luvuilla¹. Nämä kerrostalot suunniteltiin alun perin käytettäväksi vain 30 vuoden ajan². Aikaa on kulunut 40-50 vuotta ja näitä eri tavoin teknisessä korjaustarpeessa olevia asuntoja on noin puoli miljoonaa³.

Lähiökorjaamisen hetki on siis viimeistään nyt. Tässä suuressa rakennetun ympäristön urakassa piilee mahdollisuuksia. Osana kansainvälistä yhteistyötä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi Suomi on sitoutunut vähentämään omat kasvihuonekaasupäästönsä kestäväälle tasolle. Vuoden 1990 tasosta pyritään vähentämään 80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä⁴. Mikäli lähiöitä korjataan vähänkään energiatehokkaammiksi ja kestäviä elintapoja tukeviksi, sillä on merkitystä näiden kansallisten tavoitteiden saavuttamiseksi jo pelkästään lähiökorjaamisen volyymin vuoksi.

Asumisen kulttuuri on muuttunut 40 vuodessa. Tarvitsemme erilaisia ja erikokoisia asuntoja kuin ennen⁵. Asuntomarkkinoitamme puuttuu monia asumisen tyyppejä, kuten pientalomainen asuminen kaupunkiympäristössä. Korjaamisen yhteydessä lähiöihin voidaan kehittää asumisen tyyppejä, joita ei ole saatavissa missään muualla.

ENTELKOR eli Energiatehokas lähiökorjaaminen -hankkeessa näitä lähiökorjaamisen mahdollisuuksia lähdettiin kartoittamaan kysymällä: Mitä ei ole toistaiseksi tutkittu? Uusien tutkimusaiheiden etsintä yhdistettiin perinteiseen pitkän linjan tutkimus- ja kehitystyöhön. Tästä syntyi neljä teemaa, jossa eri alat ja eri tekijät nivoutuvat toisiinsa: kierrätys, energia, kaupungin ekosysteemi ja strategiat.

ABSTRACT

KEYWORDS: suburb, rehabilitation, sustainable development.

The urbanization of Finland was based on suburbs of apartment buildings. Nearly half of the Finnish apartment houses were built in the 1960's and 1970's¹. These apartment houses were originally planned to be used only 30 years². 40 to 50 years time has passed and there are about half a million apartments like these in the need of different kind of technical repairs³.

Thus the moment of rehabilitation of the suburbs is now, at the latest. There lie possibilities in this large task of the built environment. As part of the international collaboration for mitigation of the climate change, Finland is committed to reduce its greenhouse gas emissions to a sustainable level. By 2050 80% is aimed to be cut off from the level of 1990's⁴. If suburbs are repaired to become even a little bit more energy-efficient and supportive to sustainable lifestyles, this action has meaning for these national aims merely due to the great amount of suburbs there are to be repaired.

The culture of dwelling has changed in 40 years. We need different apartment sizes and types than before. The housing market is lacking many types of urban dwelling such as variations of detached houses in an urban environment. New housing types that are not available elsewhere can be developed in suburbs in pursuance of their renovation.

Project ENTELKOR, i.e. "Energy efficient rehabilitation of suburbs of concrete element apartment buildings", has started to map these possibilities of suburb renewal by asking: What has not been explored so far? The search for new research subjects was combined to traditional long term research and development work. This gave birth to four themes: recycling, energy, ecosystem of the city and strategies.

1 Statistics Finland: *Asumisen tilastot*. 2010. [searched 11.6.2010]. available: <http://www.tilastokeskus.fi/til/asu.html>

2 Hankonen, J: *Lähiöt ja tehokkuuden yhteiskunta*. Otatieto Oy, Tampere, 1994.

3 Köliö, A: *Betonilähiöiden julkisivujen tekninen korjaustarve*. Master's Thesis. Tampere University of Technology, 2010.

4 *Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea*. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 28/2009, Helsinki, 2009.

5 Juntto, A: *Suomalaisten asumistoiveet ja mahdollisuudet*. Survey. Ministry of the Environment, Helsinki, 2007.

ALKUSANAT

On ollut riemastuttavaa ja hämmäntävää seurata, kuinka EN-TELKOR- hanke osittain suunnittelematta ja osittain suunnitellusti synnytti ympärilleen ryhmän, joka keskittyy kestäväan kehityksen ja lähiökorjaamisen kysymyksiin.

Ryhmän nimi, Aarre, viittaa useampaankin asiaan. Ensinnäkin se viittaa tutkimusasenteeseen, jossa on ripaus tutkimusmatkailijaa, aarteen etsintää tutun kartoitetun alueen ulkopuolelta. Toiseksi näemme lähiöt aarteina, joiden arvoa ei toistaiseksi täysin havaita. Lähiöillä on omia erityisiä identiteettitekijöitään. Kestäväan kehityksen näkökulmasta lähiöiden alkamaisillaan oleva korjausaalto muodostaa arvokkaan mahdollisuuden, jossa suuren mittakaavan muutokset kohti kestävämpää yhteiskuntaa ovat mahdollisia.

Kolmanneksi olemme halunneet tehdä omasta arjestamme aarretta. Olemme kiinnittäneet erityistä huomiota erilaisiin työskentelyn tapoihin, paikasta ja ajasta riippuvaisiin ja riippumattomiin, kunkin työntekijän omiin erityiskykyihin ja tarpeisiin sekä kokeilleet erilaisia ryhmätyöskentelyä kehittäviä metodeja. Tämä on ollut erittäin kiinnostava oppimisprosessi, jonka kautta myös oma käsitys siitä, miten työtä on mahdollista tulevaisuudessa tehdä, on muuttunut.

Lisätietoa: www.aarre.org

KIITOKSET

Jokaiselle hankkeessa työskenneelle: olemme olleet ennen kaikkea ryhmä, vaikuttaneet toistemme tekemisiin ja ajatuksiin. Yksin meistä ei kukaan olisi tässä.

Ohjausryhmälle hyvistä keskusteluista.

Turun Härkämäen ja Jyrkkälän lähiöiden aktiiveille. Olette osoittaneet, että lähiöissä on paljon positiivista voimaa, josta meillä tutkijoilla ja suunnittelijoilla on vasta ensimmäisiä aavistuksia.

Harri Haganille. Pitkän linjan käytännön kokemuksesi lähiökehittämisestä on kultaakin kalliimpaa.

SISÄLLYS

OHJAUSRYHMÄ

Alatalo Elina, projektipäällikkö, Entelkor-hanke TTY
Hagan Harri, vastuullinen johtaja, Entelkor-hanke TTY
Hakaste Harri, yliarkkitehti, Ympäristöministeriö
Hedman Markku, professori, arkkitehtuurin laitos TTY
Heljo Juhani, Lab.ins., Evako-hanke, TTY
Kurvinen Antti, projektipäällikkö, Evako-hanke TTY
Lahdensivu Jukka, TkT, rakennustekniikan laitos TTY
Nevalainen Jaana, ylitarkastaja, Ympäristöministeriö
Peltonen Vesa, arkkitehti, Inststo Vahanen
Rantama Markku, johtava asiantuntija, Suomen Kiinteistöliitto
Salmi Kari, projektipäällikkö, Ara
Sassi Leo, toim.joht. Kiint. Oy Kummatti

TIIVISTELMÄ 4

ALKUSANAT 6

JOHDANTO 11 Hurmaava lähiö 11 40 vuotta "muuntojoustavaa" lähiöasumista 14

1. KIERRÄTYS 23

1.1 Kertakäyttölähiöistä kestävä yhdyskunnan vetureiksi 26

1.2 Elementtikerrostalon osittainen purkaminen – rakennetekniset haasteet 34

1.3 Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa 43

2. ENERGIA 51

2.1 Aurinkolämpöä lähiöiden peruskorjauskohteisiin 52

2.2 Parvekelasituksen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen 61

2.3 Kerrospihatalo 66

2.4 Toteutuneen ja laskennallisen energiankulutuksen erot 75

2.5 Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon energiankulutukseen 82

3. KAUPUNGIN EKOSYSTEEMI 91

3.1 Lähiö osana kaupunkiekosysteemiä 92

3.2 Täydennysrakentaminen systeemin noodeihin 100

4. STRATEGIAT 109

4.1 Lähiöiden todellinen kunto 110

4.2 Kulttuurisen muutoksen tarve ja mahdollisuus ekologista kestävyyttä tavoiteltaessa 119

LOPPUSANAT 131 Entelkor-hankkeen anti käytännön lähiökorjaamiselle 136

YHTEYSTIETOJA 152



JOHDANTO

Hurmaava lähiö

Hankkeen nimi, Energiatehokas lähiökorjaaminen, kantaa itsessään kolmea käsitettä, jotka ovat arkkitehdin näkökulmasta perinteisesti kovin epäkiinnostavia: energiatehokkuus, lähiöt ja korjausrakentaminen.

Energiatehokkuus viittaa rakentamisen teknistymiseen: arkkitehdin mielikuvissa automaatio hallitsee ja energialaskennat ohittavat painoarvolla asunnon pehmeät arvot. Toisaalta energiatehokkuus liitetään äärimmäiseen tekniikasta kieltäytymiseen, homssuiseen viherpiipertämiseen ja siitä kumpuavaan estetiikkaan, jota arkkitehdit helposti myös vieroksuvat.

Entä lähiöt? Lähiöt muodostavat meille sokean pisteen, epä-mukavuusalueen. Paljon helpommin mukavaa ympäristöä voi kehittää keskustoissa. Keskustoissa ei ole sitä harvaa epämääräistä rakennusmassaa, eikä lähiöiden sosiaalisia ongelmia. Lähiöitä vältellään myös, sillä uskotaan, ettei mitään voi todella saada aikaan, että tilanne on lukossa.

Kolmanneksi, arkkitehteja koulutetaan uudisrakentamiseen. Haaveena siintää itsensä ilmaisu museon tai muun näyttävän julkisen rakennuksen muodossa. Korjausrakentamisesta kiinnostuminen luetaan merkiksi siitä, ettei kuvittelekaan kuuluvansa siihen valiokaartiin, joka uudisrakennuksien toteuttamisesta kilpailee.

Mitä merkitystä sillä on, mitä arkkitehdit ajattelevat? Ensinnäkin, kun tutkimusta tehdään myös arkkitehtuurin näkökulmasta, alan vanhoihin mielikuviiin tukehtuminen on riski.

Elina Alatalo,
arkkitehti, projekti-
päällikkö Entelkor

OSION ARTIKKELIT:

Katriina Kakko: 40 vuotta
"muuntojoustavaa" lähiöasumista

KOLLAASI (Elina Alatalo)

Toiseksi, mitä kiinnostavammaksi ja mitä katu-uskottavammaksi energiatehokkaan lähiökorjaamisen voi osoittaa, sitä lahjakkaammat arkkitehdit tulevaisuudessa tarttuvat lähiökorjausprojekteihin. Sillä on merkitystä.

Hankkeen tavoitteena on siis energiatehokkaan lähiökorjaamisen imagon pesu. Eikä pelkästään arkkitehtien ja muiden suunnittelijoiden tai tutkijoiden näkökulmista, vaan myös päättäjien ja lähiöiden asukkaiden. Kun tarkastelemme haasteellisia ilmiöitä, takerrumme helposti ongelmiin ja jätämme mahdolliset positiiviset kehityspolut huomiotta. Tässä hankkeessa pyrimme eroon lähiöiden ongelmakeskeisestä tarkastelutavasta keskittymällä nimenomaan niiden mahdollisiin positiivisiin kehityspolkuihin. Tähän olemme ottaneet avuksi tulevaisuuden tutkimuksen työkaluja. Haluamme laajentaa lähiökehityksen odotushorisonttia. Mikään ei ole merkittävämpää, kuin tieto siitä, mitä ei vielä ole, mutta voisi olla.

Rajasimme tutkimusta tämän lisäksi etenkin sellaisiin lähiöiden korjaamisen tapoihin, jotka vaikuttavat lupaavilta samanaikaisesti niin rakennusteknisesti, arkkitehtonisesti, sosiaalisesti, taloudellisesti kuin ympäristön kestävä kehityksen kannalta. Tähän meidät vei yhtäältä huomio lähiökehityksen usein vähistä rahallisista resursseista, jolloin mahdollisuus ”lyödä monta kärpää yhdellä iskulla” on merkittävää. Toisaalta huomasimme, kuinka hyödytöntä lähiökehityksen käsittely vain yhdestä näkökulmasta kerrallaan mitä todennäköisimmin olisi. Esimerkiksi kerrostalo saatetaan korjata teknisesti moitteettomaan kuntoon, mutta mikäli talon vanhat asuntotyyppit eivät kykene vastaamaan nykyisiä elämäntapojamme, eikä niitä korjauksen yhteydessä päivitetä, saattavat nämä teknisesti laadukkaat asunnot jäädä tyhjilleen. Samalla vieressä voi olla kerrostalo, jossa ei ole hissiä ja ikkunoista tuulee sisään, mutta taloon on kehittynyt voimakas sosiaalinen yhteisö, eivätkä asukkaat missään nimessä halua muuttaa muualle.

Kokonaisuuden toisin katsomiseen oli myös toinen syy. Kestävä kehitys itsessään on monimutkainen haaste. Puhutaan häijystä ongelmasta, systeemisestä haasteesta. Häijyille ongelmille on ominaista, että niitä ei pystytä edes tarkasti määritte-

lemään. Näin ollen niille ei ole olemassa myöskään yhtä oikeaa ratkaisua. Yksittäisten ratkaisujen sijaan pitää etsiä kokonaisia – systeemisiä – ratkaisumalleja, joissa muutetaan useita toisiinsa vaikuttavia tekijöitä yhtä aikaa. Toteutettu ratkaisu voi osaltaan muuttaa ongelman luonnetta.¹ Täten kestävä kehityksen tutkimuksessa tarvitaan aina uutta kysymyksenasettelua.

ENTELKOR eli Energiatehokas lähiökorjaaminen on EDGE arkkitehtuuri- ja kaupunkitutkimuslaboratorion koordinoima monialainen hanke, jonka roolina oli siis tarkoituksellisesti hakeutua tutun tutkimuskentän ulkopuolelle. Uusien tutkimusaiheiden kartoitus yhdistettiin perinteiseen pitkän linjan tutkimus- ja kehitystyöhön. Tässä loppujulkaisussa uusien aiheiden esitutkimukset ja pidempiaikainen tutkimus nivoutuvat toisiinsa lyhyinä puheenvuoroina neljän eri teeman alla. Nämä teemat ovat kierrätys, energia, kaupungin ekosysteemi ja strategiat. Jokaisen teeman yhteydessä käydään läpi merkittävimmät johtopäätökset ja suositukset toiminnalle jatkossa. Artikkelit ovat kokoelma erilaisia näkökulmia lähiöön, monia kiinnostavia keskustelunavauksia jää vielä odottamaan seuraavia areenoita. Lopputyöt ja muut pidemmät julkaisut, joiden pohjalta tämän julkaisun artikkelit on kirjoitettu, ovat kokonaisuudessaan luettavissa hankkeen nettisivuilla osoitteessa www.aarre.org.

Vielä sana hurmaavuudesta. Koska etsimme tuoreita ajatuksia, osa hankkeesta toteutettiin lopputyöpoolina. Aluksi työskentelimme tiiviinä ryhmänä, kunnes kullekin aiheelle löytyi oma ääni ja näkökulma. Tämä välittyy töistä; sille, että on päädytty juuri tiettyyn kysymykseen, on erityiset syyt ja tekijöillä on näkökulmaansa erityinen palo. Väitän, että kukin meistä omalla tavallaan rohkeasti hurmaantui lähiöistä ja jo siten osa tavoitteestamme oli saavutettu. Toivottavasti osa tuosta positiivisesta energiasta välittyy myös eteenpäin.

¹ Demos Helsinki: *Metropolin hyvinvointi, Tulevaisuudessa menestyvät alueet, jotka saavat ihmiset yhdessä ratkomaan aikamme häijyimpiä ongelmia*. Jyväskylän yliopisto, Helsinki, 2010.

Katriina Kakko,
arkkitehti

Diplomityö 2011: Muunneltava lähiöasunto. Lähiökorjaamis- ta asunnon ja asujan näkökul- masta.

1 Neuvoenen, Petri (Toim.): *Kerros- talot 1880-2000 -arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen*.Ra- kennustieto Oy, Helsinki, 2006

2 Tilastokeskus 2011 [Liite 1]

3 Hyvää asumista ajan haasteisiin *vastaten*. [viitattu 10.02.2011] Saa- tavissa: [http://www.ara.fi/default. asp?node=1624&lan=fi](http://www.ara.fi/default.asp?node=1624&lan=fi)

4 Nikula, Riitta: *Suomen arkkiteh- tuurin ääriiviivat*. Otava, Helsinki, 2005.

Neljäkymmentä vuotta
"muuntojoustavaa" lähiöasumista

Suomi on Espanjan jälkeen Euroopan kerrostalovaltais in maa. Maahamme on vuosina 1880-2000 rakennettu yli 50 000 ker- rostaloa, joka tarkoittaa yli 1 200 000 kotia kerrostalossa. Laa- jimmat kerrostalokeskittymät sijaitsevat maamme suurimmis- sa asutuskeskittymissä; pääkaupunkiseudulla, Tampereella ja Turussa, kussakin yli 50 000 kerrostaloasuntoa.¹ Kerrostalo- kannastamme yli 60 prosenttia on valmistunut vuoden 1970 jälkeen. Rakentamisen hulluina vuosina, 1971-75, maahamme valmistui yli 200 794 kerrostaloasuntoa.² Suurin osa näistä on edelleen käytössä.

Lähiöt — mistä ne tulivat?
Kaupunkikeskustojen ulkopuolelle syntyneiden asuntokes- kittymien, lähiöiden, voidaan katsoa syntyneen maahamme toisen maailman sodan jälkeen Tapiolasta alkaen. Suomen vuosina 1939-45 käymien sotien seurauksena luovutettujen alueiden 400 000 Karjalan siirtolaista oli asutettava uusien ra- jojen sisäpuolelle. Vuonna 1949 kaupunkien katastrofaalista asuntopulaa korjaamaan päätettiin perustaa valtiollinen elin, Asuntorakennusvaltuuskunta Arava. Järjestelmän oli tarkoitus käynnistää asuntotuotanto nimenomaan kaupunkitaajamissa. Maa- ja metsätalouden rationalisointi työnsi ihmisiä maalta kaupunkiin paremman toimeentulon toivossa. Asumisen taso sen aikaisissa kaupungeissa oli huono ja asuntojen tarve val- tava.³ Niin sanottujen Arava-talojen tuotanto jatkui runsaana 1950-luvun jälkipuoliskolle ja asuntorakentamisen näkökul- masta jälleenrakentamiskauden voidaan katsoa kestäneen aina vuosiin 1956-58 asti⁴.

Suomen ensimmäinen asemakaavaopin professori Otto-Ii- vari Meurman julkaisi vuonna 1947 teoksensa ”Asemakaava- oppi”. Kirjan mukaan ihannekaupungissa luonto hallitsee ih- misen aikaansaannoksia. Kaavoituksen keskeinen periaate oli



hajakeskitys, jossa asumakunnat tuli erottaa toisistaan metsän, viljelysten ja puistoalueiden avulla.⁴ Ajatuksensa Meurman oli ammentanut brittiläiseltä Ebenezer Howardilta, jonka ajatuk- set puutarhakaupunki-ideologiasta syntyivät jo 1800-luvun lopussa. Howardin keskeisiin ideoihin kuuluivat maa-alueen itsenäinen julkinen hallinto sekä taloudellisen toiminnan sää- tely. Suomalaisen arkkitehtikunnan kansainvälisesti tunnetuin esitys puutarhakaupunki-ideologian sovelluksesta oli Espoon Tapiolan ensimmäinen vaihe, Itäinen lähiö, joka rakentui enim- mäkseen 1950-luvun alussa. ⁵Ympäristö on laadultaan edelleen omaa luokkaansa. Puutarhakaupunkimaisuus kääntyi kuiten- kin suomalaisittain enemmän metsäkaupunkimaisuudeksi. Ajatus itsenäisyydestä ei myöskään täysin toteutunut, sillä to- dellisuudessa Tapiolasta kehittyi noin 30 000 asukkaan metsä- kaupunki, jonka asukkaista suurin osa kävi töissä Helsingissä.⁴

KUVA (kuvaaja tuntematon):
Tapiola 1960 tai 1961. Kuva
Tapiola 50 -juhlakirjasta.

5 Hankonen, Johanna: *Lähiöt ja tehokkuuden yhteiskunta*. Otatieto Oy, Tampere,1994.

Asuntopulan ratkaisemiseksi arkkitehdit alkoivat etsiä standardiratkaisuja jo 1950-luvulla. Tämä tapahtui lähinnä arkkitehtiliiton Asemakaava- ja standardoimislaitoksella. Arkkitehtiliitto ajautui kuitenkin sisäisiin ongelmiin vuosien 1953-57 välissä, jona aikana arkkitehtikunnan passivoituminen päästi teollisen kehityksen jatkumaan rakentajien ehdoilla.⁵ Arkkitehtikunnan rooli vaihtui työprosessia alusta loppuun valvovasta suunnittelijasta henkilöksi, jonka tehtäväksi jäi ennemminkin asiantuntijan ja valmiiden suunnitelmien läpiviejän rooli. 1950-luvun alkupuolella rakennetuissa taloissa on nähtävissä vielä käsityön ja elementtirakentamisen yhdistyminen positiivisella tavalla. Uuden teollisen rakennustavan ratkaisuperiaatteet hahmoteltiin valmiiksi 1950-luvun aikana, mutta niiden laajamittainen toteuttaminen jätettiin seuraaville vuosikymmenille.

Tultaessa 1960-luvulle elementtirakentaminen nähtiin ainoana mahdollisena ratkaisuna asuntojen hintojen kohtuullistamiselle ja asuntopulan ratkaisemiselle.⁵ Rakentamisen rationalisoinnin perusteluna on pidetty kustannusten hallintaa, joka ei usein kuitenkaan näkynyt kuitenkaan toteutuneiden asuntojen hinnoissa. Suomen ensimmäinen täyselementtikohde toteutettiin 1962 Turun Sokeritehtaan alueelle rakennusliike A.Puolimatkan Ranskasta tuottaman nosturin avulla. Ensimmäisen täyselementtikerrostalon tittelistä kilpailee myös Mattinen&Niemi As Oy Lemminkäisenkatu 2 Tampereen Kalevassa. Tämä on pelkästään osoitus siitä, kuinka nopeasti elementtirakentaminen pääsi maassamme vauhtiin ja kuinka samanaikaisesti asiat tapahtuivat eri puolilla Suomea.⁵ Lähiöiden koko kasvoi koko 1960-luvun ajan rakennuttajien hankkiessa maata kaupunkien keskustojen ulkopuolelta. Lähiöt siirtyivät yhä kauemmaksi ydinkeskustoista, mikä lisäsi yksityisautoilua ja kasvatti parkkialueiden kokoa. Työpaikka-liikenne alkoi tukkia kaupunkien keskustat ja lopulta henkilö-auto ajoi melko kirjaimellisesti Meurmanin vihreän lähiöideologian yli. Ruotsalaisten asiantuntijoiden avulla saatiin aikaan asemakaavasäädöksiä, joilla päästiin ideaalityömaatilanteeseen elementtirakentamisen kannalta. Säädökset koskivat ra-



kennusmassojen muotoa ja sijoittelua tontilla. Rakennuksista poistettiin turhat kulmat ja ulokkeet. Asuinympäristön suunnittelu oli muuttunut toisarvoiseksi, tuotannon tehokkuus saneli säännöt.⁶ Asuntotuotannon avainsanoja olivat myös teollinen sarjatuotanto, esivalmisteiset rakennusosat, moduulimitoitus ja standardointi.

Kuinkas sitten asuttiin?

Rakentamisen huippuvuonna 1974 rakennettiin 46 200 kerrostaloasuntoa. Vertailun vuoksi vastaava luku oli 8493 vuonna 2009.² Suomalaista asuntotarjontaa on moitittu yksipuoliseksi ja asuntotuotantoa vaihtoehdottomaksi, eikä suotta. Tämä ei ollut kuitenkaan alkuperäinen tarkoitus.¹ 1940-1960-luvuilla yleisin kerrostalotyyppi oli suorakaiteen muotoinen 3-4 kerroksinen hissiton lamellitalo, jossa oli tyypillisimmillään kaksi tai kolme asuntoa porrashuonetta kohti. Asunnot olivat useimmiten yksiöitä tai kaksioita. Päädyssä saattoi olla kolmio tai suurempi perheasunto, jotka olivat kuitenkin harvinaisempia.

Asuntojen koot vaihtelivat 30m²:stä 70m²:iin. Aikakauden lamelli- ja pistetalot kehitettiin tukemaan standardiratkaisuja. Vuonna 1968 aloitettiin suomalaisen betonielementtijärjestelmän kehittämistutkimus BES, jonka ensisijaisena tavoitteen-



KUVA⁵ (kuvaaja tuntematon): Nosturilähtöistä suunnittelua Ruotsista. Rakennusmassat sijoitettiin kiskoilla kulkevan torninosturin kantaman sisäpuolelle. Ellipsin muotoon sijoitettu asuma-alue on tuotannon tehostamista parhaimmillaan.

⁶ Mäkiö, Erkki: *Kerrostalot 1960-1975*. Rakennustieto Oy, Helsinki, 1994

7 BES — kohti avointa suomalaista elementtijärjestelmää. ARK. 3/1969

8 Seppänen, Matti: *Uuden elementtitekniikan vaatimukset asuntosuunnittelulle*. ARK. 2/1972



KUVA (Katriina Kakko)

na oli rakennuskustannusten alentaminen standardoimisen avulla⁷. Eräänä keskeisenä tavoitteena oli myös, ainakin teoreettisella tasolla, asuntojen muunneltavuus. Pari vuotta tutkimuksen valmistumisen jälkeen Arkkitehti-lehdessä käydään keskustelua sen puolesta, että kaikessa uustuotannossa tulisi huomioida potentiaaliset joustamismahdollisuudet ja pyrkiä käyttämään niitä maksimaalisesti hyväksi⁸. Kuinka siis on mahdollista, että lopputulos oli joka paikassa samanlainen?

Käsite ”muuntojoustavuus” otettiin käyttöön jo BES –selvityksen yhteydessä. Muuntojoustavuudella tarkoitettiin rakennusvaiheen jälkeisiä muuntelumahdollisuuksia, joita voitiin käyttää järjestelmän avulla toteutetuissa rakennuksissa. Rakennusten kantavat seinät on sijoitettu vain asuntojen välille, mikä oli muunneltavuuden näkökulmasta huomattava parannus verrattuna aiemmin käytettyyn suurlevyjärjestelmään.⁸ BES- järjestelmä mahdollisti myös asuntojen koon tai lukumäärän muuttamiseen rakennuksen sisällä yhdistämällä tai erottamalla asuntoja toisistaan tai muuttamalla rakennuksen osan käyttötarkoitus kokonaan toiseksi. Tämä oli ainakin teoreettinen mahdollisuus, jota ei kuitenkin kehitetty suunnitteluvaiheessa tarpeeksi pitkälle, jotta muunneltavuus olisi oikeasti ollut helposti toteutettavissa. Muunneltavuuden käsite ei ole kuitenkaan muuttunut 40 vuoden kuluessa, joten täyselementtitekniikalla toteutettuihin rakennuksiin voidaan ainakin jossain määrin muun korjausrakentamisen yhteydessä soveltaa muunteluperiaatteita, joita niihin alun perin suunniteltiin.

Muuntojoustavuudella ja elinkaariasumisella vaihtoehtoja asuntotarjontaan

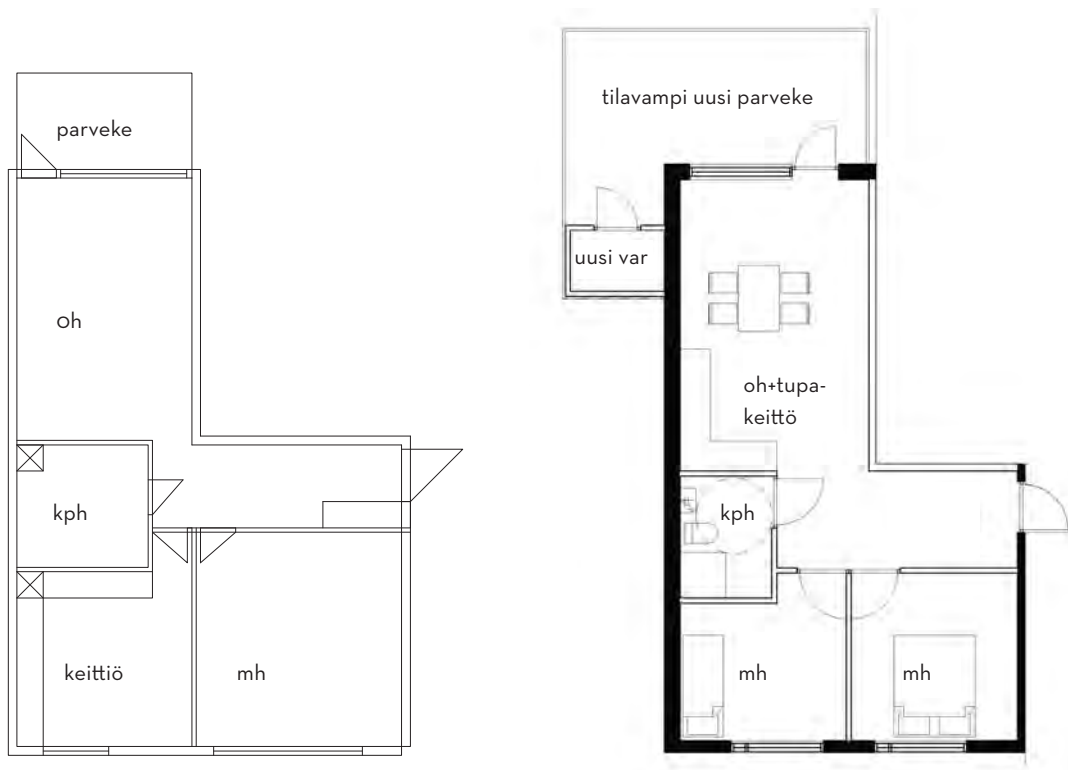
Asuntojen muunneltavuus on asia, jota voidaan soveltaa sekä uudis-, että korjausrakentamiseen. Asuntojen muunneltavuudella ei vaikuteta pelkästään asumisen laatuun vaan otetaan myös kantaa ekologiseen näkökulmaan korjaamalla lähiöistä kilpailukykyisempiä nykyisille asuntomarkkinoille ja luomalla uudistuotannosta muuntojoustavampaa, jolloin elinkaariasuminen olisi paremmin toteutettavissa On ekologista käyt-



tää olemassaolevaa rakennuskantaa mahdollisimman pitkään. Monipuolinenkaan asuntotarjonta ei kuitenkaan pysty vastaamaan kestävästä yhdyskunnan tarpeisiin, mikäli se ei samanlaisesti pysty sopeutumaan ajan ja asukkaiden tarpeiden muutoksiin.

Nykyään korostetaan elinkaarilähtöistä suunnittelua ja asukkaiden asumistoiveiden huomioimista. Ajatellaan, että ihmisillä on mahdollisuus asua samassa asunnossa koko elinikänsä ajan. On kuitenkin huomattu, että asumistoiveet muuttuvat asumisuran eri vaiheissa. Asukkaat vahvistavat itselleen sopivien ja merkityksellisten ominaisuuksien painoarvoa ja vä-

KUVA (Katriina Kakko): Ovatko asumistoiveemme samoja kolmenkymmenen vuoden kuluttua kuin nyt?



KUVA (Katriina Kakko): Kuvat tekijän diplomityöstä.

Esimerkiksi tyypillinen 1970-luvun lamellissa sijaitseva 2h+k voidaan tehdä vaihtoehtoisesti kahden makuuhuoneen ja tupa-keittiön yhdistelmänä. Tällainen asuntotyyppi soveltuu ihmisille, jotka tarvitsevat kaksi makuuhuonetta, esimerkiksi nuori-pari ja lapsi, mutta tyytyvät yhteiseen oleskelutilaan, johon mahtuvat myös keittiökalusteet ja ruokapöytä. Myöhemmin asunto voidaan palauttaa 2h+k tyyppiä niin haluttaessa.

hentävät omaan elämäntilanteeseensa ja tarpeisiinsa vähäpätöisemmiksi kokemiansa ominaisuuksien merkitystä.⁹

Muunneltavuutta ja muuntojoustavuutta käsittelevät tutkimukset keskittyvät lähinnä tuotannolliseen muuntojoustavuuteen asuntojen uudistuotannossa. Asukkaiden toiveista ja käyttäytymisestä tarvittaisiin nykyistä monipuolisempaa tutkimustietoa ja toisaalta tietoa siitä, kuinka hyvin asunnon suunnittelun prosessi ja lopputulos vastaavat asukkaiden toiveita¹⁰. Tiedämmekö, mitä kaikkia muunnoksia asuntoihin todella kaivataan?

Muunneltavuus tulee ajankohtaiseksi perheen tilanteen muuttuessa: saadaan lapsia, aikuistuneet nuoret muuttavat pois kotoa tai joku perheenjäsenistä joutuu pyörätuoliin. Vanhoissa asunnoissa esteettömyyden takaaminen tuottaa haasteita usein märkätilojen kohdalla, mutta lisätilaa onnistutaan yleensä irrottamaan muista huoneista, jotka ovat melko väljiä. Uusissa asunnoissa märkätilat taas ovat esteettömiä, mutta

muiden huoneiden äärimmäisen niukka mitoitus ei anna juurikaan varaa muuntelulle.

Kun kiinteät seinät eivät estä väliseinien siirtelyä, voidaan toteuttaa uudella tavalla vanha idea hartiapankkirakentamisesta. Raakatiloina toteutetut uusloftit ovat nykyään valtavan suosittuja. Samaa ideaa olisi täysin mahdollista toteuttaa myös täyselementtitaloissa, joista niin sanotun raakatilankin hankkiminen voi olla nykyisillä asuntomarkkinoilla hyvinkin edullista.

Muuntojoustava asunto on tilakonsepti, joka mahdollistaa tilojen laajenemisen ja supistumisen tarpeen mukaan. Tiloja tulee voida käyttää joustavasti eri tarkoituksiin. Yksittäisen tilan muuntojoustavuus edellyttää riittävää neliömäärää, jotta se soveltuisi yhtä hyvin esimerkiksi makuuhuoneeksi, työhuoneeksi, lastenhuoneeksi, keittiöksi tai kirjastoksi. Vanhoissa asunnoissa muuntojoustavuus onkin usein toteutettavissa yllättävän hyvin riittävän suuren huonekoon ansiosta. Laajeneminen voi merkitä kokonaan uutta lisärakentamista, esimerkiksi rakennuksen katolle tai jonkin muun tilan, kuten toisen asunnon, liittämistä osaksi aiempaa kokonaisuutta. Supistuminen useimmiten tarkoittaa jonkin tilan erottamista omaksi kokonaisuudekseen, esimerkiksi jakamalla suurikokoinen asunto kahdeksi pienemmäksi. Supistaminen voi yksinkertaisimmillaan tarkoittaa myös olemassa olevien tilojen käyttötarkoituksen muuttamista. Muuntojoustavan asunnon suurin etu onkin se, että resurssit on mahdollista kohdistaa aina käsillä olevan elämänvaiheen vaatimuksiin, ja siksi se on ehkä kaikkein joustavin ratkaisu yksilöllisten tarpeiden näkökulmasta.¹⁰

Asuntosuunnittelussa muuntojoustavuus on perusteltua. Muuntojoustava asunto on aina monen suunnittelijan yhteistyön tulos. Aiempaa enemmän huomiota tulisi kiinnittää päällekkäiskäyttöön, eli siihen kuinka samaa tilaa voidaan käyttää erilaisiin toimintoihin, jotta jokaista toimintoa varten ei tarvitse rakentaa omaa huonetta. Heli Mäntylä toteaaakin väitöskirjassaan "Avain ekotoimivaan kotiin", että jos muuntojoustavuudesta tulisi yksi suunnittelun osa-alue, ryhdyttäisiin suunnittelussa todella miettimään muuntojoustavia ratkaisuja.¹⁰ Siihen asti muuntojoustavuuden miettiminen on vain ylimääräistä työtä.

9 Kakko, Katriina. *Muunneltava lähiöasunto - Lähiökorjaamista asunnon ja asujan näkökulmasta*. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2011.

10 Mäntylä, Heli: *Avain ekotoimivaan kotiin - Asumisvalintojen kestävyys suunnittelun haasteena*. Väitöskirja. Aalto yliopisto, Helsinki, 2011.



1 KIERRÄTYS

Betonielementtirakentamisen alkuperäisenä ideologiana oli muunneltavuus. Suomalaisessa BES-tutkimuksessa 1960-luvun lopussa oli jopa eräänlaisena tavoitteena tuottaa siirrettäviä rakennuksia, ja helpommin avattavia elementtien liitoksia kehitettiin vaihtoehtoina.¹

Kierrättäminen tulee olemaan jälleen rakentamisessa uudella tavalla läsnä. Suomi on asettanut tavoitteeksi, että 70% rakennusjätteestä tulee hyötykäyttää 2010-luvun loppuun mennessä. Vuonna 2003 tästä tavoitteesta toteutui puolet.² Mikäli rakennus- ja purkujätteestä jopa 70% on betonia, ei sen kierrätystä voida sivuuttaa.³

Saksassa betonielementtien kierrättäminen on saatu taloudellisesti kannattavaksi ja kierrätettävien elementtien laatu vastaa lähes uusien elementtien laatua.⁴ Suomessa Kummatin koe-rakennuskohteessa elementtejä ryhdyttiin purkamaan ehjänä, koska se oli purkuteknisesti hallittavampaa ja tuli halvemmaksi kuin perinteinen murskaaminen.⁵

Yksi tämän teeman johtopäätöksistä on, että kierrätettyjen materiaalien ja rakennusosien käytölle olisi paljon nykyistä käytäntöä enemmän tarvetta ja mahdollisuuksia. Meidän tulisi siirtyä ajatteluun, jossa uudet rakennukset ja vanhojen rakennusten korjaukset suunniteltaisiin siten, että niissä nyt käyttöön tulevat materiaalit ja rakennusosat olisivat tulevaisuudessa entistä kierrätettävämpiä.

Kierrätettyjen materiaalien käyttö luo merkityksiä ja paikallisia tarinoita⁶. Tämän kaltaiselle rakennetun ympäristön monimuotoisuudelle olisi etenkin lähiöissä tarvetta.

1 Seppänen M. & Koivu T. (toim.): *BES. Tutkimus avoimen elementtijärjestelmän kehittämiseksi*. Suomen betoniteollisuuden keskusjärjestö, Helsinki, 1969.

2 Huhtinen, K. et al: *Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016*. Taustaraportti. Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 2007.

3 Perälä, A. & Nippala, E: *Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö*. VTT tiedotteita 1936. Espoo, 1998.

4 Asam, C: *Recycling prefabricated concrete components – a contribution to sustainable construction*. IEMB info 3/2007. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin.

5 Hagan, H: *Kummatin koerakennuskohte*. Esitelmä. 17.2.2012, Raahe.

6 Veijola, P: *Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa*. Diplomityö, TTY, Arkkitehtuurin laitos, 2011.

KUVA (Claus Asam): Elementtien ehjänä purkaminen on kuin rakentamista mutta käänteisessä järjestyksessä.

KIERRÄTYS-TEEMAN

ARTIKKELIT:

1.1 Satu Huuhka: Kertakäyttö-
lähiöistä kestävän yhteiskun-
nan vetureiksi

1.2 Kari Saastamoinen: Elementti-
kerrostalon osittainen purkami-
nen – rakennetekniset haasteet

1.3 Päivi Veijola: Kierrätysma-
terialien käyttö rakentami-
sessa

KUVA VASEMMALLA (Jon Wis-
bey): Perinteinen purkutyömaa.
Purkutavan valinta ratkaisee, onko
rakennusosien uudelleenkäyttö
mahdollista.

KUVA OIKEALLA (3RW Arkitek-
ter): Retkeilijöille tarkoitettu
info-rakennuksen hirret ovat
peräisin paikallisista autiota-
loista. Paikallisen rakentami-
sen kulttuuria tuodaan osaksi
uutta rakennusta.



Satu Huuhka, arkkitehti

Diplomityö 2010: Kierrätys arkkitehtuurissa. Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa sekä lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa.

1 Oehme, Ines: *Purchasing guidelines for green buildings. Background document. EU-research project RELIEF. Work package 13.* Inter-university research centre for technology, work and culture & Austrian institute for ecological and healthy buildings, Graz, 2003.

2 2008/98/EY. *Jätedirektiivi.* [Viitattu 22.12.2011]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF>

3 McDonough, William & Braungart, Michael: *Cradle to cradle. Remaking the way we make things.* North point press, New York, 2002.

4 Nurmi, Esko: *Jopa 40 000 aravavuokra-asuntoa joutuu lähiövuosina poistokoriin.* Helsingin Sanomat. 16.10.2007.

1.1 Kertakäyttölähiöistä kestävä yhdyskunnan vetureiksi

Rakennusala on huomattava luonnonvarojen kuluttaja ja jätteen tuottaja. EU-tutkimus RELIEFin mukaan rakennusala kuluttaa noin puolet Euroopassa vuosittain käytetyistä luonnonvaroista ja tuottaa yli 40% jätteistä. ¹ EU:n jätedirektiivi vaatii, että rakennus- ja purkujätteestä 70% painossa mitattuna on kierrätettävä – mieluiten uudelleenkäytettävä – vuoteen 2020 mennessä. ²

Luonnossa ei kuitenkaan esiinny jätteen käsitettä, vaan aiheet ovat päättymättömässä kiertokulussa maapallon suljetussa systeemissä. Tämä merkitsee, että luonnonvaroja planeetallamme esiintyy vain se määrä, joka sillä on nyt olemassa (uusiutumattomat) tai joita se kykenee tuottamaan (uusiutuvat), eivätkä ihmiskunnan tuottamat maatumattomat jätteet häviä kaatopaikoilta mihinkään. 1900-luvun aikana kehitettiin lukuisia uusia synteettisiä materiaaleja ja tuotteita, jotka eivät toimi luonnon kiertokulun periaatteen mukaisesti. McDonough ja Braungart esittävät, että luonnonmateriaalit (”biologiset ravinteet”) ja synteettiset materiaalit (”tekniset ravinteet”) on pidettävä erillään omista kiertokuluissaan. Kuten luonnonjärjestelmässäkkin, teknisten ravinteiden kiertokulun tulee olla suljettu, jolloin ne käytön jälkeen palaisivat takaisin teollisuuden raaka-aineeksi – eivätkä joutuisi jätteeksi kaatopaikalle. McDonoughin ja Braungartin mukaan materiaalin pitäisi vieläpä jalostua kierrätyksessä entistä laadukkaammiksi tuotteiksi, kun nykyään kierrätysmateriaalin arvo lähinnä laskee prosessissa. ³

Suomi on betonielementtitekniikan käytössä maailman kärkeä, minkä vuoksi juuri betonielementtien kierrätyksen kehittäminen on täällä merkityksellistä. Huomattava osa rakennuskannastamme on rakennettu 1970-luvun lähiöbuumin aikana. Nämä elementtitalot ovat energiatehokkuudeltaan, tekniseltä kunnoltaan ja arkkitehtuuriltaan rakennuskantamme heikointa osaa. ARAn mukaan jopa 40 000 aravavuokra-asuntoa saatetaan joutua purkamaan käyttöasteongelmien vuoksi. ⁴



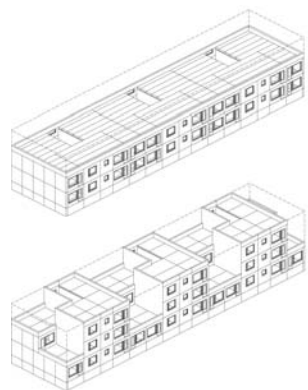
Elementtilähiöt voidaankin nähdä materiaalipankkina betonielementtien uudelleenkäyttöä ajatellen, sillä esivalmistustekniikka mahdollistaa myös elementtien irrotuksen. Ehjänä purkaminen on lisäksi käyttökelpoinen tekniikka tiiviissä ja asutussa ympäristössä purettaessa, vaikka uudelleenkäyttöä ei suunniteltaisikaan. Säilytettävien rakennusten osalta osittaisella purkamisella voidaan vaikuttaa moneen lähiökorjaamisen tarpeeseen: käyttöasteen parantamiseen, asuntojakauman monipuolistamiseen, asuntojen toiminnallisuuteen sekä alueiden imagoon, identiteettiin ja vetovoimaisuuteen ja sitä kautta myös tasapainoiseen sosiaaliseen rakentamiseen. Yhdessä osapurkaminen ja elementtien uudelleenkäyttö näyttäytyvät eräänlaisena olemassa olevan ympäristön uudelleenjärjestelynä, joka huomioi tasapuolisesti kestävä kehityksen* eri osa-alueet.

KUVA (Harri Hagan): Koerakentamista Raahessa: Kummatin lähiön osapurku.

* Kestävä kehitys on ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka tarkoituksena on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvän elämän mahdollisuudet. Kestävä kehityksen osa-alueita ovat ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys, ja sen perusehtona on biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien toimivuuden säilyttäminen sekä ihmisen taloudellisen ja aineellisen toiminnan sopeuttaminen pitkällä aikavälillä luonnon kestävykseen.



KUVAT (Claus Asam): Berliini, Saksa. Ahrensfelder Terrassen -kortteleissa oli ennen muutosta 10 asuntotyyppiä. Muutoksen jälkeen niitä on 39.



Aksonometriat kirjoittajan diplomityöstä.

Osittainen purkaminen uudistajana

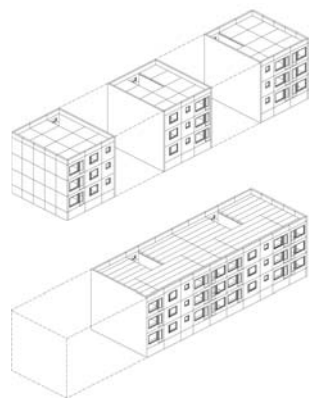
Lähiökerrostalojen osapurkaminen on nähty Saksassa ja Ruotsissa yhdeksi vastaukseksi lähiöiden käyttöaste- ja imago-ongelmiin. Korjausrakentamiseen yhdistetyllä asuinkerrostalojen osittaisella purkamisella on yhtäaikaista sekä vähennetty elementtikerrostaloasuntojen ylitarjontaa että parannettu jäljelle jäävien lähiöasuntojen ja -alueiden veto-voimaisuutta nykyisten asukkaiden säilyttämiseksi ja uusien hankkimiseksi. Perinteisesti suureen määrään ylimääräisiä asuntoja on reagoitu toisella tavoin: purkamalla kokonaisia asuinkerrostalokortteleita. Tämä kyllä vähentää asuntoja, mutta ei auta lisäämään alueiden houkuttelevuutta – päinvastoin, purkaminen merkinä alueen taantumisesta saattaa jopa kiihdyttää poismuuttoa edelleen.

Osapurkamista ei koskaan toteuteta yksinään, ainoana toimenpiteenä, vaan sitä sovelletaan yhdessä muiden strategioiden ja tekniikoiden – mm. lisäeristämisen, sisäpuolisen saneerauksen, lähiympäristön parantamisen, täydennysrakentamisen ym. – kanssa. Joidenkin rakennusten madaltamisella on muun muassa saatu keskitettyä resurssit hissien rakentamiseksi vain tiettyihin rakennuksiin alueella. Osa-

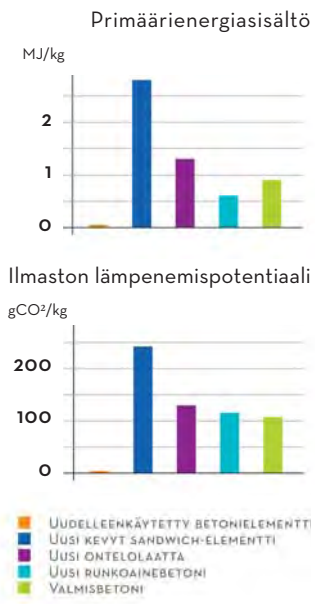
purkamista sisältävissä korjaushankkeissa on aina kokonaisvaltainen, eri osa-alueet tasapainoisesti huomioiva ote, joka on mahdollistanut lähiöiden muodonmuutoksia harmaista betonilabyrinteistä omaleimaisiksi asuinalueiksi.

Vaikka osapurkamisen näkyvimmat vaikutukset koskevat rakennusten ulkonäköä ja sitä kautta koko alueen houkuttelevuutta ja imagoa, liittyy siihen myös mittavia rakennuksen sisäisiä toiminnallisia parannuksia, kuten asuntajakau- man, -tyyppien ja -pohjien laajamittaisia muutoksia. Väestön ikääntyminen sekä asukas- ja asuntajakau- man yksipuolisuus ovat yksiä lähiöiden haasteista. Perheen perustaminen on tähän asti usein tarkoittanut alueelta pois muuttoa, sillä lähiöiden yleisin asuntotyyppi lienee yhden makuuhuoneen kaksio. Tarpeeseen voidaan vastata yhdistelemällä asuntoja suuriksi perheasunnoiksi samalla kun osapurkamisella muutetaan kerrostaloja hahmoltaan ja ulkotiloiltaan pientalo- maisempaan suuntaan. Kerrostaloasumisen kehittäminen lähiöissä luo paremmat edellytykset myös asuntojen myynnille tulevaisuudessa, ja omistusasumisen lisääminen voi edelleen monipuolistaa alueiden sosiaalista rakennetta.

KUVAT (Satu Huuhka): Leinefelde, Saksa. Kaupungille tyypillisiä DDR:n aikaisia betonielementtitaloja ennen ja jälkeen osapurkamisen ja korjaamisen.



Aksonometriat kirjoittajan diplomityöstä.



Kuvaajat kirjoittajan diplomityöstä.

Uudelleenkäytöllä monia hyötyjä

Saksassa betonielementtien uudelleenkäyttö on nähty osapurkamisen luonnollisena jatkeena, sillä asuinkerrostalojen hahmon hallittu muokkaus on mahdollista ainoastaan irrottamalla betonielementit kokonaisina. Ehjänä puretut betonielementit on laboratoriokokeissa todettu täysin käyttökelpoiseksi rakennusmateriaaliksi, jonka ympäristöystävällisyys on kiistatonta, kun sitä verrataan uusien elementtien valmistamiseen riippumatta siitä, millä mittarilla asiaa tarkastellaan.⁵ Maailmanlaajuisesti uuteen betoniin tarvittavan sementin valmistus aiheuttaa nimittäin yli kaksi kertaa niin paljon kasvihuonekaasupäästöjä kuin lentoliikenne.⁶ Ekologisesta näkökulmasta betonielementtien uudelleenkäyttö on selkeästi parempi kierrätysratkaisu kuin esimerkiksi uusiorunkoainebetoni, jossa kiviaineksena on käytetty murskattua vanhaa betonia. Uudelleenikäyttö on myös taloudellisesti edullista uudisrakennuksessa saavutetun kustannussäästön vaihdelta 10–30% välillä.⁵

Parhaimmillaan elementtien uudelleenkäyttö on tietysti purkukohteen välittömässä läheisyydessä niin taloudelliselta kuin ekologiseltakin näkökannalta. Cottbusin teknillisessä yliopistossa on laskettu, että kustannuksissa mitattuna kierrätyslementtien pitkätkin kuljetusmatkat voivat olla kannatta-

via. Maakuljetuksessa rajana pidetään 300 kilometriä, mutta jopa laivakuljetuksen Saksasta Venäjälle on laskettu kannattavan taloudellisesti – tällaisen kuljetuksen ekologinen järkevyys on sitten asia erikseen. Kannattaa kuitenkin huomata, että Suomessakin uusien elementtien keskimääräinen maakuljetusmatka on 200 kilometriä, ja julkisivuelementtejä tuodaan myös Suomenlahden yli Virossa sijaitsevilta tehtailta.

Purettujen betonielementtien käyttömahdollisuudet uudis- ja täydennysrakentamisessa ovat monipuoliset, vaihdellen ympäristörakenteista ja kylmistä piharakennuksista matala-energiatasoiisiin asuinrakennuksiin.^{7,8} Irrotetuista elementeistä tapahtuvassa kierrätysrakentamisessa vapaudet tuottaa uudenlaisia asuntoja asukkaiden erilaistuviin tarpeisiin ovat ehkä vieläkin laajemmat kuin kerrostalojen korjausrakentamisessa. Arkkitehtuuriltaan kierrätystalot eivät poikkea tavanomaisesta uudisrakentamisesta kuin korkeintaan positiivisessa mielessä.

Teollisen tehonrakentamisen aikakaudella ympäri Suomen samanlaisiksi syntyneistä lähiöistä puuttuu yksilöllisyys, vaihtelevuus ja ajallinen syvyys. Tulevaisuudentutkimuksen mukaan meneillään on siirtymä tietoyhteiskunnasta merkitysysteiskuntaan, jossa esimerkiksi kulutuksen painopiste siirtyy massatuotannosta merkitysten hakemiseen yksilöllisten kokemusten ja oman identiteetin ilmentämisen kautta. Erilaiset ekologiset trendit liittyvät läheisesti merkitysysteiskuntaan.⁹ Kierrätysrakentamisella voidaan luoda lähiöihin yksilöllisyyttä, historiaa, tarinoita ja uusia merkityksiä, joita lähiöbrändi kipeästi kaipaa. Lähiöiden potentiaali on vielä hyödyntämättä kestävän yhteiskunnan rakentamisessa.

Lopuksi: purkaa vai korjata?

Kokonaisten lähiöiden laajamittainen purkaminen ei liene realistinen tulevaisuudenkuva, sillä rakennuksiin on sitoutunut merkittävä osa kansallisosaisuuttamme. Kun huomioidaan vielä asumisväljyyden kasvu, ei uudisrakentaminen riittäne korvaamaan laajamittaista purkamista. Nykynäkemyksen mukaan

KUVAT (Claus Asam): Kierrätyslementeistä rakennettu omakotitalo Berliinissä.

⁵ Asam, Claus et al: *Untersuchung der Wiederverwendungsmöglichkeiten von demontieren Fertigteillementen aus Wohnungsbautypen der ehemaligen DDR für den Einsatz im Wohnungsbau*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Berlin, 2005.

⁶ World Resources Institute. [Viitattu 18.01.2012]. Saatavissa: <http://www.wri.org>

⁷ Mettke, Angelika et al: *Rückbau industrieller Bausubstanz - Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf. Teil 2: Wieder- und Weiterverwendung großformatiger Betonbauteile*. Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Cottbus, 2008.

⁸ Huuhka, Satu: *Kierrätys arkkitehtuurissa. Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa sekä lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa*. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2010.

9 Heinonen, Sirkka. Professori, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto: *Katse tulevaisuuteen - kuinka tunnistaa megatrendejä, heikkoja signaaleja ja mustia joutsenia*. Esitelmä kirkon viestintäpäivillä 8.9.2011.

10 Mainio, Tapio: *Purku uhkaa satoja tyhjiksi jääneitä arava-asuntoja eri puolilla Suomea*. Helsingin Sanomat. 28.11.2006.

11 Tilastokeskus 2010. [Viitattu 22.12.2011] <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/vaestotietoja/Documents/Muutos%202009-2030%204%20karttaa.jpg>

12 Kiuru, Krista. Asuntonministeri. Puhe Lähiöohjelman päätösminaarissa 29.11.2011.

13 Vasanen, Antti: *Valonpilkahduksia asumispreferenssien hämäryyteen*. Yhdyskuntasuunnittelu 48:3, 2010.

14 Lappalainen, Noona: *Kerrospihatalo - rakennus pukeutuu energiatehokkaaksi*. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, 2012.

15 Thomsen, A. & van der Flier K: *Replacement or renovation of dwellings: the relevance of a more sustainable approach*. TU Delft, 2009.

arava-asuntoja rakennettiin kasvu-uskossa paljon väärille paikkakunnille, mutta toisaalta talojen tyhjenemistä on pisteittäin ja alueittain myös kasvupaikkakunnilla.¹⁰ Ennusteiden mukaan väestö keskittyy seuraavan 20 vuoden aikana entistä voimakkaammin suurille kaupunkiseuduille,¹¹ joissa väestön segregatio ja asuinalueiden eriarvoistuminen syventyvät.¹² Muuttoliike onkin merkittävä lähiöiden kehittämiseen vaikuttava ilmiö niin muutotappio- kuin kasvualueillakin. Lienee selvää, että sama resepti ei tepsii Helsingissä ja Kemijärvellä. On siis kehitettävä erilaisia lähiökorjaamisen strategioita. Etenkin muuttotappioalueilla kokonaisten lähiöiden ja yksittäisten rakennusten elinvoimaa on yhä useammin haettava laadullistavan kutistumisen kautta.

Lähiöiden rakennuskanta vaatii 40 vuoden käytön jälkeen perusteellista teknistä korjaamista sekä sisältä että ulkoa. Lisäksi ilmastonmuutoksen myötä lähiöihin kohdistuu uusia energiatehokkuusvaatimuksia. Tekniset korjaukset ovat kuitenkin pelkkä välttämättömyys, eivätkä ne vielä turvaa asuntojen arvoa tai paranna lähiöiden kilpailukykyä asuntomarkkinoilla. Rakennusten purkaminen kokonaan ei puolestaan ratkaise muuttotappioalueillakaan jäljelle jäävien suurta energiankulutusta, heikkoa arkkitehtonista ja teknistä laatua, huonoa houkuttelevuutta ja laatutason jälkeensäjääneisyyttä.

Asumistarpeita ja -ihanteita mittaavien tutkimusten mukaan ihmiset kaipaavat asumiseltaan pientalo-omistusasumista kaupunkimaisessa ympäristössä, mikä tarkoittaa palveluita ja omakotimaisia piirteitä, jotka kyselyissä usein ilmaistaan ”luonnonläheisyytenä”. Tällaisia piirteitä ovat mm. oma piha, tilan runsaus, yksityisyys ja asuntoon liittyvät harrastusmahdollisuudet.^{13, 14} Sekä kotimaisten että ulkomaisten tutkimusten mukaan kevyt pintaremontointi ja välttämätön tekninen korjaaminen eivät riitä muuttamaan huonomaineiseksi leimautuneiden lähiöiden negatiivista kierrettä, vaan mielikuvien muuttamiseksi tarvitaan radikaalia transformaatiota.^{15, 16}

Kestävän kehityksen näkökulmasta olemassa olevan rakennuskannan muokkaaminen on purkamista ja uudisrakentamista järkevämpää. On taloudellista ja ekologista hyödyntää jo olemassa olevaa infrastruktuuria ja kehittää lähiökantaa.



Kestävän kehityksen sosiaalisten ja kulttuuristen aspektien toteuteuminen edellyttää kuitenkin nykyajan asumismieltymyksien huomioimista lähiökorjaamisessa – osapurkaminen ja täydennysrakentaminen kierrätetyistä betonielementeistä on tähän yksi keino. Lähiöiden uudelleenmuotoilu – joillain alueilla rakennusten madaltaminen, toisilla korottaminen ja täydennysrakentaminen – on siis rakennetun ympäristön uudelleensuunnittelua, joka voi vastata lähiöiden monipolvisen problematiikkaan. Helsingin yliopiston kaupunkitutkimuksen professoreita Mari Vaattovaaraa ja Matti Kortteista referoiden: ”Jos nyt tyydytään tämän asuntokannan pienimuotoiseen, teknis-taloudelliseen peruskorjaukseen, merkitsee se sitä, että asiallisesti ottaen hyväksytään kaupunkirakenteen jo tapahtunut eriytyminen ja uusien maltillisten ratkaisujen kautta tehdään siitä Ruotsin tapaan pysyvä”¹⁶

KOLLAASI (Satu Huuhka): Korttelitalo kierrätetyistä betonielementeistä. Havainnekuva diplomityön suunnitelmaosuudesta.

16 Vaattovaara et al. *Miten kehittää lähiötä? - tapaustutkimus Riihimäen Peltosaaresta, metropolin laidalta*. Suomen ympäristö 46. Asumisen rahoitus- ja kehittämisskeskus, Lahti, 2009.

1.2 Elementtikerrostalon osittainen purkaminen - rakennetekniset haasteet

Kari Saastamoinen
tekn. yo. &
Jukka Lahdensivu
Tkt

Elementtikerrostalon osittaisen purkamisen keskeisimmät rakennetekniset haasteet liittyvät rakenteiden purku- ja suojaustekniikoihin, jäljelle jääneen rakenteen kantavuuteen ja stabiliteettiin sekä rakennusfysikaaliseen toimintaan. Purkutekniikan kysymykset liittyvät käytettyjen liitosten avaamiseen, elementtien turvalliseen pois nostamiseen ja jäljelle jäävien rakenteiden sekä mahdollisten uudelleen käytettävien elementtien sääsuojaukseen purkutyön aikana. Jäljelle jäävän rakenteen stabiliteetin kannalta keskeisimmät kysymykset liittyvät rengas- ja saumaraudoitusten katkeamiseen sekä uuden ulkoseinärakenteen sitomiseen onnettomuuskuormia vastaan. Muut rakenteen lujuuteen liittyvät kysymykset, kuten aukkojen tekeminen kantavaan rakenteeseen, koskevat muitakin kuin betonielementtitaloja. Niiden tekemiseen voidaan soveltaa jo aiemmin kehitettyjä ratkaisuja. Rakennusfysikaaliset kysymykset liittyvät pääasiassa rakennuksen lämmöneristävyyden ja ilmanvaihtotekniikan parantamiseen sekä alkuperäisen rakenteen puutteelliseen ääneneristykseen. Kaikkiin muihin kysymyksiin liittyen ja vielä niiden lisäksi yhtenä suurimpana haasteena on se, ettei rakentamismääräysten soveltamisesta korjausrakentamisessa ole yksiselitteisiä ohjeita eikä yhtenäisiä tulkintoja.

Vanhat rakenteet – kirjallisuus- ja arkistoselvitys
Erilaisia vanhoja elementtikerrostalojen rakenteita selvitettiin tätä tutkimusta varten kirjallisuudesta sekä pienellä 29 kohteen otannalla Tampereen rakennuskannasta. 1960–1970-luvuilla rakennetut elementtirakenteiset asuinkerrostalot ovat useimmiten ns. kirjahyllyrunkoisia. Lamellitaloissa porraskäytäviä on yleisimmin kolme tai neljä. Tampereelta tutkitussa aineistossa suurin lamellien määrä oli jopa yhdeksän ja rakennuksen pituus tällöin lähes 140 metriä. Selvästi yleisin asuinkerrosten lukumäärä on kolme, minkä lisäksi taloissa on yksi kellarikerros.



Pistetalat ovat yleensä korkeampia. Parvekkeet ovat 1960-luvun alussa usein sisäänvedettyjä, mutta kaikkiaan ulkonevat tornit ovat yleisempiä. Yleensä parveketornit ovat itsekantavia ja ne on sidottu talon runkoon vain vaakavoimia varten.

Talojen elementtiaste vaihtelee. Yleisimmin elementtejä ovat ei-kantavat ulkoseinät sekä parvekkeet ja muut täydentävät rakenneosat. Paikallavalettuja rakenteita puolestaan ovat useimmin välipohjat ja pituussuuntaiset jäykistävät seinät. Vanhimmissa elementtitaloissa myös kantavat väliseinät ovat usein paikallavalettuja. Tyypillisesti kellarin holvi ja seinät varsinakin väestönsuojien osalta olivat paikallavalettuja pitkälle 1980-luvulle saakka.

KUVA (Petri Kontukoski): Kummatin lähiö, Raahe. Suomalaista koerakentamista: kerrostalot purettiin osittain ja elementeistä rakennettiin autokatokset. Rakennukset verhoiltiin värikäästi. Kuva työmaavaiheesta.

Ei-kantavat ulkoseinät ovat yleensä sandwich-elementtejä. Ruutuelementit on ripustettu rakennuksen runkoon, tai ne toimivat itsekantavina välittäen kuormat pystysuunnassa omille perustuksilleen. Myös kantavat ulkoseinät ovat yleensä sandwich-elementtejä. Kantavissa väliseinäelementeissä ei yleensä ole rakenteellista raudoitusta. Jäykistävät seinäelementit on voitu raudoittaa teräsverkoilla. Välipohjaelementit olivat 1960-luvulla yleensä massiivisia, yhteen suuntaan kantavia, ½ – 1 huoneyksikön kokoisia, 170 – 190 mm paksuja laattoja, joiden päällä ns. kelluvan pintalaatan käyttö oli yleistä. 1970- ja 1980-luvuilla BES-järjestelmän ja ontelolaattojen tulon jälkeen välipohjaelementit olivat yleensä 1200 mm leveitä, 265 mm paksuja esijännitettyjä ontelolaattoja. Paikalla valetun kantavan välipohjalaatan paksuus on yleensä 180 – 200 mm.

Elementtien välisissä liitoksissa on juotosvalu, joka välittää leikkaus- ja puristuskuormia. Veto- ja leikkausjännitysten välittämiseen voidaan tarvita myös teräksisiä liitososia. Sauman leikkauskestävyyden varmistamiseksi elementeissä on voitu käyttää vaarnausta. Seinäelementtien pystysaumojen tartuntana voi olla hitsatut teräslaput tai juotosvalun välityksellä kuormia siirtävät teräslaput ja niiden läpi kulkeva pystyteräs tai saumaan taivutettu koukkuraudoitus ja mahdollisesti pystyteräs. Tampereelta tutkitussa aineistossa viimeksi mainittu vaihtoehto on selvästi yleisin.

Massiivisten välipohjalaattojen välisissä saumoissa elementtien välisen sidonnan tyypilliset vaihtoehdot ovat hitsatut teräslaput sekä saumateräkset ja rengasankkurointi. Rengasankkurointia käytetään myös hitsiliitosten yhteydessä. Ontelolaattojen saumat toteutetaan saumateräksillä ja rengasankkuroinnilla. Seinäelementtien sidonta välipohjaan on voitu toteuttaa monella eri tavalla ennen BES-järjestelmää. BES-järjestelmässä sidontaan käytetään seinä- ja laattaelementtien saumateräksiä ja rengasankkureita. Pitkissä ulkoseinäelementeissä käytettiin myös välikiinnitystä seinäelementtien sidontapisteisiin. Itsekantavien parveketornien sidonta rakennusrunkoon on järjestetty usein kerroksittain pieliementtien nostolenkeistä välipohjaan tai kantavaan runkoon.

Purkutyö

Elementtikerrostalon osittaisessa purkamisessa perustapauksena voidaan pitää laataston osan ja siihen liittyvien kantavien ja ei-kantavien pystyrakenteiden poistamista. Mahdollista on myös esimerkiksi ruutuelementin irrotus säästettävästä rakenteesta, kun vanhan ulkoseinälinjan ulkopuolelle halutaan tehdä erkkeri tai muu alkuperäisestä muodosta poikkeava rakenne. Lisäksi elementtikerrostalon osittaisen purkamisen yhteydessä tehdään muita purkutöinä pidettäviä toimenpiteitä, joilla ei kuitenkaan varsinaisesti vähennetä kerrosalaa, kuten esimerkiksi kattorakenteiden, väliseinien, vanhojen parvekkeiden ja hormien purkamista, uusien aukkojen tekemistä ja vanhojen suurentamista sekä vanhojen ikkunoiden, ovien ja muiden varusteiden sekä pintamateriaalien poistamista.

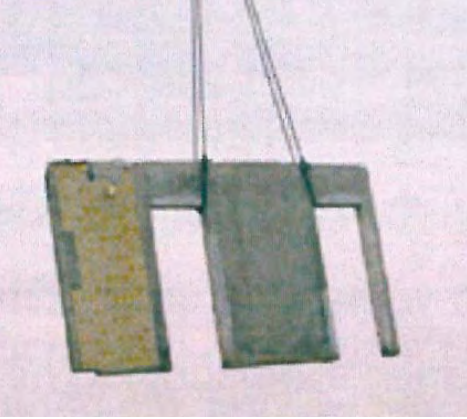
Periaatteessa purkamistyön järjestys on vastakkainen asennusjärjestykseen. Purettavasta rakennuksen osasta poistetaan ensin kalusteet, asennukset ja kevyet sisäpuoliset rakennusosat. Elementit, joilla on putoamis- tai kaatumisvaara, on tuettava samaan tapaan kuin pystytettäessä. Elementtien saumoja ja kiinnikkeitä ei saa rikkoa ennen kuin elementti on tuettu riittävästi. Työteknisesti saattaa olla järkevää edetä purkamisessa vyöhykkeittäin esimerkiksi päädyistä alkaen yksi tai kaksi aukkokenttää kerrallaan ylhäältä alimpaan purettavaan kerrokseen asti ja edetä sitten seuraavaan purettavaan aukkokenttään. Tämä helpottaa työmaan järjestelyä ja sääsuojausta sekä vähentää tuennan tarvetta, kun työn alla on kerrallaan vain pieni osa rakennusta.

Poistettava laatta on luonnollisesti tuettava päistään holvituilla. Tuennan on mahdollisesti jatkuttava perustuksille saakka, mikäli alemman kerroksen laatta ei kestä tuennasta aiheutuvaa leikkausvoiman lisäystä. Pituussuuntaiset saumat piikataan tai sahataan auki ja mahdolliset teräksiset liitoskappaleet katkaistaan. Ontelolaattojen paksuus vaikeuttaa piikkaamista, ja sauman suuntaiset sauma- ja rengasteräkset vaikeuttavat sahaamista. Laatat on todennäköisimmin helpointa purkaa siten, että ne katkaistaan hieman tuen vierestä, sillä tuen päällä olevan sauman avaaminen on vaikeampaa siellä kulkevien rengasterästen vuoksi. Laatan irrotukseen voidaan



KUVAT 1: Elementtikerrostalon purkutyötä Saksassa

1 Spyra W. & Mettke A: *Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf*. Brandenburgische Technische Universität, Cottbus, 2008.



KUVAT ^{1,2}: Jos seinäelementin nostolenkkejä ei voida käyttää, nostaminen saattaa onnistua käyttämällä hyväksi aukkoja tai erillisiä nosto-osia.

2 Mettke A: *Alte Platte – Neues Design – Die Platte lebt*. Brandenburgische Technische Universität, Cottbus, 2005.

mahdollisesti käyttää apuna vinoa nostoa, kuten Saksassa yleisesti tehdään. Tällöin riittäisi, että vain toinen irrotettavan laattaelementin pituussuuntaisista saumoista olisi täysin auki ja toinen vain riittävästi heikennetty. Käytännössä tämä tarkoittaisi Suomessa käytetyillä rakenteilla sitä, että myös heikennetty sauma olisi lähes täysin auki piikattu tai sahattu. Tällaiseen menetelmään kuitenkin liittyy työturvallisuusriskejä, jotka on ehdottomasti selvitettävä ennen toimeen ryhtymistä. Massiivielementtien nostolenkkejä voidaan mahdollisesti käyttää nostamiseen, mutta ontelolaattoihin joudutaan poraamaan reiät nostorakseille.

Jäljelle jäävä rakenne

Lyhennettäessä rakennusta rengasankkurointi ja saumateräksiset katkeavat, ja kantavasta väliseinästä tulee ulkoseinä. Lisäksi laataston katkaisukohdasta jää seinään poistetun laataston päätyä, jonka kiinnittyminen seinärakenteeseen voi olla puutteellinen. Jäljelle jäävään rakennukseen tehdään oletettavasti myös suuria muutostöitä, joilla pyritään parantamaan talon ominaisuuksia. Tällöin rakenteiden osalta on otettava huomioon myös uudet rakentamismääräykset.

Korjausrakentamisessa sovelletaan lähtökohtaisesti rakennusajankohdan rakennusmääräyksiä. Uusien rakenteiden sekä vanhojen rakenteiden niiltä osin, kun niitä muutetaan, on kuitenkin vastattava voimassaolevaa vaatimustasoa. Rajanveto uuden ja vanhan rakenteen välillä voi kuitenkin olla vaikeaa. Käytännössä määräysten soveltamisesta on aina neuvoteltava rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Usein nykytason saavuttaminen vanhassa rakennuksessa on kuitenkin mahdotonta tai ainakin investointina kohtuuttoman kallista, eikä se saa muodostua esteeksi rakennuksen käytölle.

Elementtikerrostalon osittaisen purkamisen kannalta eräs oleellisimmista määräyksistä koskee jatkuvan sortuman rajoittamista. Elementtirakenteen jatkuvan sortuman estyminen voidaan osoittaa tapauskohtaisella laskelmalla tai liittämällä elementit muuhun kantavaan rakenteeseen määräysten

mukaiset raudoituksen kapasiteetin raja-arvot täyttävillä liitoksilla. Uudisrakentamisessa tavanomaisille rakenteille käytetään yleensä jälkimmäistä menetelmää.

Rengasraudoitus, joka pitää laataston vaakasuunnassa yhtenäisenä levynä paitsi käyttö-, myös onnettomuustilanteessa, pitää laataston lyhentämisen jälkeen saada taas jatkuvaksi uuden ulkoreunan alueella ja uuden ulkoreunan yli. Yleensä mitoittavana tekijänä rengasraudoitukselle on juuri jatkuvan sortumisen estäminen, ja sen vuoksi raudoituksen on myös oltava jatkuva kulman ympäri. Rengasraudoitus myös toimii yhdessä saumaterästen ja ulkoseinän vaakakiinnityksen kanssa. Laattaelementtien saumaraudoitus mahdollistaa jäykistyskuormien siirtymisen saumassa sekä sitoo onnettomuustilanteessa seinä- ja välipohjaelementit toisiinsa. Väliseinien yli kulkevat laattaelementtien suuntaiset saumateräksiset sitovat onnettomuustilanteessa tuen eri puolilla olevat laattaelementit toisiinsa. Kantavilla ulkoseinillä saumateräksiset on ankkuroitu päätysauman valuun taittamalla ne rengasterästen takaa. Kantavilla väliseinillä saumateräksiset kulkevat suoraan tuen yli, joten laataston katkaisun jälkeen niillä ei ole riittävää ankkurointia.

Rengas- ja saumaraudoituksen uudelleenjärjestelyä vaikeampaa on kuitenkin uuden ulkoseinän eli entisen väliseinän ja välipohjan sitominen toisiinsa onnettomuustilanteen varalle. Tämä edellyttää sitä, että saumaterästen kuormien on välityttävä tuelle ja tukena toimivan seinän on kestävä tämä. Lisäksi seinäelementit on kiinnitettävä sisäpuoliselle paineelle ylä- ja alapäästään. Vanhoissa väliseinäelementeissä ei ole välikiinnityksiä eikä liitoksia ole muutenkaan suunniteltu seinän tasoa vastaan kohtisuorille suurille kuormille. Lisäksi onnettomuuskuormat edellytetään sidottavan teräsosien välityksellä, joten elementtien ja sauman kitkaa ei voida käyttää hyväksi. Sidontateräksiset voidaan ankkuroida ontelolaatastoon esimerkiksi riittävän tiheään onteloiden kohdille asennetuilla vaarnoilla tai onteloihin juotetuilla harjaterästangoilla. Väliseinäelementit eivät vahvistamattomina kestä suuria pienelle alalle kohdistuvia seinän tasoa vastaan kohtisuoria voimia,



KUVAT ^{1,2}: Ylhäällä välipohjalaatan sahausta säästettävän rakenteen vierestä. Seuraavissa saksalaista laataston purkua.

joten kiinnitykseen on käytettävä kiinnikkeitä, jotka jakavat jännitykset suurelle alueelle, tai seinäelementin reunaa on vahvistettava. Jännityksen jakautuminen suurelle alueelle voidaan järjestää joko käyttämällä tiheässä olevia pienikapasiteettisia kiinnikkeitä tai riittävän jäykkiä ja laaja-alaisia tukipintoja. Sidontaosien on myös oltava palo- ja ruostesuojattuja.

IV- järjestelmien sijoitus vanhaan runkoon

Tyypillisiä asuinviihtyvyyttä heikentäviä tekijöitä vanhoissa elementtitaloissa ovat epäkäytännöllisten ja tarvetta vastamattomien tilojen lisäksi muun muassa huono ääneneristys, epätydyttävä ilmanvaihto ja suuri energiankulutus. Ennen 1980-lukua kerrostaloissa oli tyypillisesti yhteiskanavallinen poistoilmanvaihtojärjestelmä ilman tuloilmaventtiileitä, joten korvausilma tulee hallitsemattomasti vaipan vuotokohdista kuten ikkunoiden reunoista. Poisto- ja vuotoilman mukana menee paljon lämpöä hukkaan. Usein varsinkin makuuhuoneissa ilma kuitenkin vaihtuu puutteellisesti, mikä heikentää viihtyvyyttä ja lisää asukkaiden omatoimisen ikkunatuuletuksen käyttöä.

Tulo-poisto-ilmanvaihtojärjestelmä lämmön talteenotolla on toimiessaan energiansäästön ja sisäympäristön kannalta paras ratkaisu. Järjestelmä vaatii kuitenkin tilaa uusille ilmanvaihtokanaville ja -koneille. Matala huonekorkeus asettaa haasteita iv-putkistojen vaakavedoille huoneistojen sisällä. Tämän lisäksi tarvitaan enemmän kokoojakanavia, sillä myös tuloilmalle pitää rakentaa putkistot. IV-konehuoneen sijoittamisessa ja putkistojen sijoittelussa rakennukseen tarvitaan saumatonta yhteistyötä arkkitehdin, iv-suunnittelijan ja rakennesuunnittelijan kesken.

Elementtien uudelleenkäyttö

Elementtien uudelleenkäyttöä rajoittavat puutteellinen pakaskestävyys, orgaaniset pintamateriaalit sekä varastoinnissa tai purkamisen yhteydessä kastuneet vanhat lämmöneristeet, elementtien työstötarve uutta käyttöä varten sekä elementtien



rikkoutuminen purkamisen yhteydessä ja elementtien rapautuma- ja korroosioauriot.

Rakenneteknisesti ehjien elementtien uudelleenkäytön haasteet liittyvät pitkälti elementtien työstämiseen ja uudelleenliittämiseen. Uudelleen käytettäessä rakentamista koskevat aina nykyiset rakentamismääräykset sekä elementtien ja niiden välisten liitosten että koko rakennuksen osalta. Helpointa ja edullisinta on rajata betonielementtien uudelleenkäyttö muuhun kuin asuinrakentamiseen.

Elementtien alkuperäisten kiinnikkeiden kapasiteetti on usein riittämätön voimassaoleviin uudisrakentamisen määräyksiin nähden, vaikka ne säilyisivät irrottamisesta vahingoittumattomina. Usein myös halutaan muuttaa elementin kokoa, jolloin elementtien reunoilla olevat kiinnikkeet menetetään. Samoin elementtien käyttötapakin voi muuttua, halutaan esimerkiksi käyttää parvekkeen pielitelementtiä seinärakenteena, jolloin liitoksen sijainti ja tyyppi tuskin vastaavat tarvetta.

Elementtien uudelleenkäyttö saattaa olla helpointa silloin, kun ne liitetään kokonaan uuteen rakenteeseen, kuten terästäi paikallavalurakenteeseen. Tällöin sidontateräksiset voidaan sijoittaa vapaasti ja helposti liittyvään rakenteeseen ilman jälkiankkurointia. Uudelleen käytettävä elementti voidaan myös upottaa osin päistään uuteen rakenteeseen tai liittää elementin läpi porattavilla riittävän tiheässä olevilla kiinnikkeillä.

KUVA (Carsten Wlewiorra): Ensimmäinen Berliinin teknillisen yliopiston tutkimusryhmän toteuttama elementtien uudelleen käyttöä kokeileva prototyyppirakennus, pieni taidegalleria, vuodelta 2004.



1.3 Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa

Rakennusmateriaalien valinnalla on merkitystä Rakentamisessa on tällä hetkellä keskitytty ennen kaikkea rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen, sillä noin 80–90 % rakennuksen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä syntyy rakennuksen käytön aikana¹. Rakennusmateriaalien osuus rakennuksen kasvihuonekaasupäästöistä on tähän asti ollut vähäinen, mutta kun rakennusten energiakulutus saadaan laskemaan, tulee rakennusmateriaalien aiheuttamien ympäristövaikutusten merkitys korostumaan. Tulevaisuudessa rakennusmateriaalien valinta onkin yksi merkittävä tekijä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä.

Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset syntyvät niiden koko elinkaaren aikana, valmistuksesta käytöstä poistamiseen ja mahdolliseen kierrätykseen. Valmistusvaiheessa huomio kiinnittyy erityisesti valmistuksen energiankulutukseen ja siitä aiheutuneisiin kasvihuonekaasupäästöihin sekä luonnonvarojen kulutukseen. Myös raaka-aineen alkuperä ja uusiutuvuus sekä valmistuksessa syntyvät jätteet ja päästöt maaperään ja vesistöön ovat merkityksellisiä. Päästöjä aiheutuu myös materiaalin kuljetuksesta, eli raaka-aineiden kuljetuksesta tehtaallesi, käsittelystä ja varastoinnista sekä valmiin tuotteen toimittamisesta asiakkaalle.

Rakennuksen käytön aikana materiaalivalinnat vaikuttavat mm. rakennuksen energiankulutukseen sekä rakennusosien käyttöikään, kestävyYTEEN ja korjattavuuteen. Energiankulutuksen kannalta vaipan ja siinä käytettyjen materiaalien tärkeimmät ominaisuudet ovat lämmöneristävyyS, lämpökapasiteetti sekä ilmanpitävyys. Rakennusosan käyttökelpoisuus ei suinkaan pääty käytöstä poistamiseen, vaan se voidaan kierrättää uudelleen käyttöön tai sitä voidaan hyödyntää raaka-aineena uuden tuotteen valmistuksessa.

Esisijainen tavoite on jätteen synnyn ehkäisy, mikä tapahtuu jo ennen kuin tuote tai materiaali luokitellaan jätteeksi. Mikäli jätteen syntyä ei kuitenkaan voida välttää, tulisi jäte kier-

Päivi Veijola, arkkitehti

Diplomityö 2011: Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa.

¹ Martinkauppi, K. (toim.) *ERA17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017*. Ympäristöministeriö, Sitra ja Tekes, Helsinki, 2010.

KUVA (Päivi Veijola): Käytöstä poistettuja kontteja voidaan uudelleenkäyttää rakentamisessa, kuvassa Lontoossa sijaitseva Container City II.



KUVAT(Kiertokapula Oy, Detail 12/2010): Rakentamisen puujätettä ja tасolasia.

2 *Jätetilasto 2007*.Tilastokeskus, Ympäristö ja luonnonvarat, Helsinki, 2009.

rättää. Luonnosta peräisin olevat raaka-aineet, jotka teollisuus muokkaa rakennusmateriaaleiksi, eivät kuitenkaan käytön jälkeen palaudu takaisin luonnon biologiseen kiertokulkuun, vaan niiden kierrätys vaatii tietoista valintaa. Kierrätys tarkoittaa tuotteen tai materiaalin uudelleenkäyttöä tai uusiokäyttöä raaka-aineena. Esimerkiksi betonin kierrätys voi tarkoittaa kerrostalosta puretun betonielementin käyttöä uudestaan seuraavassa rakennuksessa tai uusiokäyttöä murskattuna kiviaineena betonin valmistuksessa.

Rakennusmateriaalin uudelleenkäyttö on uusiokäyttöä parempi ratkaisu, sillä tällöin sen valmistukseen käytetty työ ja energia eivät häviä. Käytännössä rakennusosien uudelleenkäyttöä teollisessa rakentamisessa rajoittaa kuitenkin se, että purkamisvaihe vaatii paljon käsityötä eikä puretun materiaalin laatu välttämättä vastaa nykyisiä normeja. Uusiokäytön etuja puolestaan on se, että uusiotuotteet ovat teollisesti valmistettuja, tasalaatuisia ja helposti saatavilla. Uudelleenkäyttö ja uusiokäyttö voidaankin siis nähdä kahtena, toisiaan täydentävänä tapana kierrättää.

Kierrätys ei tee rakennusmateriaalista automaattisesti ekologisempaa, mutta se säästää luonnon raaka-aineita ja vähentää jo syntyneen jätteen määrää.

Jätteestä uusiotuotteeksi

Materiaaleja uusiokäytetään jo rakentamisessa ja potentiaalisen kierrätysraaka-aineen määrä on valtava. Vuonna 2007 Suomessa syntyi jätettä yhteensä 74 miljoonaa tonnia ja jätteen hyödyntämisaste oli lähes 40 %. Suurimmat jätemäärät muodostuivat rakentamisessa syntyvästä jätemaasta, mineraalien kaivun jätteistä sekä teollisuudesta. Yhdyskuntajätteen osuus kokonaisjätemäärästä oli vain noin 3,6 %.² Ilman jätemaita talonrakentamisessa syntyi vuonna 2007 noin 1,6 miljoonaa tonnia jätettä. Talonrakentamisen jätteistä 16 % on peräisin uudisrakentamisesta, 57 % korjausrakentamisesta ja 27 % rakennusten purkamisesta. Vuonna 2007 näistä jätteistä noin 40–42 % oli puuta, 28–31 % kivipohjaisia aineita kuten betonia ja tiiltä, 14 % metalia ja loput muovi- ja maalijätettä, lasia sekä yhdyskuntajätteen



kaltaisia jätteitä.³

Rakentamisessa syntynyt jäte, kuten betonirakenteet, kannattaa ensisijaisesti käyttää uudelleen sellaisenaan. Uusiokäyttöön sopivia jättemateriaaleja ovat mm. kiviperäiset murskat, metallit, kipsilevyt, lasi ja mineraalivillat. Vaikka rakentamisen kohdalla on loogista pyrkiä hyödyntämään ainakin sen itsensä aiheuttamat jätteet, kierrätysmateriaalin ei suikaan tarvitse olla peräisin pelkästään rakentamisesta. Potentiaalisia uusiokäyttöön soveltuvia raaka-aineita ovat myös muiden toimialojen jätteet ja sivutuotteet. Sivutuotteella tarkoitetaan raaka-ainetta, joka muodostuu jonkin toisen tuotteen valmistuksen yhteydessä ja se kerätään talteen tehtaalla. Esimerkiksi puuhake on metsäteollisuuden sivutuote, jota voidaan käyttää lastulevyn valmistukseen.

Kierrätysraaka-aineen käyttökelpoisuuteen vaikuttavat sen määrä ja saatavuus, käytännössä vain harvinaisilla raaka-aineilla on toimivat kierrätysjärjestelmät. Esimerkiksi metallijäte kierrätetäänkin jo tehokkaasti takaisin teollisuuden raaka-aineeksi⁴. Uusiokäytön kannalta kiinnostavimpia ovat kuitenkin materiaalit, jotka vielä liian usein hyödynnetään energiana tai jäävät kokonaan hyödyntämättä. Tällaisia ovat esimerkiksi puu-, paperi-, lasi-, ja muovijäte sekä olki, joka on maatalouden sivutuote, ja energiantuotannon sivutuotteena syntyvä tuhka. Uusiokäytön kohdalla materiaalilähtöisyys merkitsee sitä, että ensin on tarkasteltava, mitä kierrätysmateriaalia on saatavilla, ja vasta sen jälkeen voidaan miettiä sopivaa käyttökohdetta.

Uusiomateriaali on materiaali tai tuote, joka valmistetaan

KUVAT (www.flickr.com): Tekstiliijätettä, olkea, keräyspaperia ja vanhoja renkaita.

3 *Rakentamisen jätteet*. 2009, Ympäristöministeriö. [viitattu 20.9.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=171851>.

4 Melanen, M. et al: *Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa*. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 401, Helsinki, 2000.



KUVAT (Bonded Logic ja Mod-Cell): Tekstiilijätteestä tehtyä puuvillakuitueristettä sekä olkea hyödyntävä, teollisessa tuotannossa oleva ModCell-paneeli.

5 Vakkuri, R: *Purkubetoni hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti*. Betoni 81, 2/2011, s. 46-51.

ainakin osittain kierrätysmateriaalista. Kierrätysraaka-aineen osuus uusiomateriaalissa vaihtelee suuresti, joissain uusiotuotteissa kierrätysraaka-ainetta on 100 %, osassa reilusti alle 50 %. Yleisesti käytössä olevia rakennustuotteita, joiden valmistuksessa uusioraaka-ainetta jo hyödynnetään, ovat mm. kipsilevy, lasivilla ja terästuotteet. Uutta ovat esimerkiksi erilaiset komposiittimateriaalit sekä perinteisten luonnonmateriaalien uusi tuleminen. Komposiittimateriaalit itsessään voivat olla hankalia kierrätettäviä, mikäli halutaan päästä takaisin niihin materiaaleihin, joista komposiitti on alunperin koostettu.

Uusiotuotteiden valikoima on laaja, ja uusia kehitellään koko ajan. Puujätettä ja puupohjaisia kuituja voidaan uusio-ikäyttää mm. puumuovikomposiiteissa ja laminaateissa, eristeissä ja rakennuslevyissä. Kierrätyslasista voidaan valmistaa julkisivu- ja lattialaattoja, keittiötasoja sekä eristeitä, kuten lasivillaa ja vaahtolasia. Myös kierrätysmuovia voidaan hyödyntää monenlaisten rakennusosien raaka-aineena, esimerkiksi muoviprofileissa, putkissa, eristeissä, rakennuslevyissä ja julkisivu-verhouselementeissä. Olki toimii eristeenä erilaisissa, tavallisesti puurunkoisissa seinärakenteissa, ja levymäistä eristettä voidaan valmistaa myös mm. puuvillakuidusta tai orgaanisesta jätteestä.

Betonijätteen uusiokäytön kohdalla on syytä huomata, että betonimurskasta valmistetun uusiorunkoainebetonin valmistusta ei Suomessa tällä hetkellä pidetä järkevänä, sillä uusiorunkoainebetonin valmistuksessa tarvitaan enemmän sementtiä kuin tavallisen betonin valmistuksessa ja juuri sementti aiheuttaa valtaosan betonin päästöistä⁵. Lähes kaikki kierrätetty betoni päättyykin tällä hetkellä murskattuna maa- ja tierakenteisiin. Yksi tapa pyrkiä vähentämään betonin valmistuksesta aiheutuvia päästöjä on korvata osa sementistä seosaineilla, kuten kivihiilen poltossa syntyvällä lentotuhkalla tai raudan valmistuksen masuunikuonalla. Lisäksi useat yritykset maailmalla ovat kehittämässä kilpaa uudenlaisia, ympäristöystävällisempiä sementtejä, joiden valmistusprosessi hyödyntää kierrätysraaka-aineita ja aiheuttaa tavanomaista huomattavasti vähemmän hiilidioksidipäästöjä tai jopa sitoo hiilidioksidia. Tulevaisuuden hiilidioksidivarastot eivät siis sijaitse ainoastaan



öljy- ja kaasukentissä ja merenpohjassa, vaan hiilidioksidia voidaan mahdollisesti varastoida myös rakennusaineisiin ja näin saada hyötykäyttöön.

Uudelleenkäyttöön ja uusiokäyttöön päätyvät kierrätysraaka-aineet ja sivutuotteet ovat peräisin eri kierrätysjärjestelmistä ja toimialoilta. Samalla on hyvä muistaa, että raaka-aine on monella tapaa sidoksissa sitä tuottavaan toimialaan. Esimerkiksi lentotuhkan valmistuksen ei sen sivutuoteluonteen vuoksi itsessään katsota aiheuttavan päästöjä, mutta lentotuhkan saatavuus raaka-aineena perustuu siihen, että energiaa tuotetaan jatkossakin fossiilisilla polttoaineilla. Mikäli kivihiilellä tuotetusta energiasta tulevaisuudessa luovutaan, ei lentotuhkaa enää synny sivutuotteena, vaan sen käyttö raaka-aineena edellyttäisi erillistä tuotantoa. Kierrätysmateriaalin alkuperällä on siis merkitystä, erityisesti kun pohditaan kierrätyksen tuottamaa lisäarvoa rakennusmateriaalille.

KUVA (POLLI-Brick): EcoARK-paviljongin julkisivu koostuu kennomaisista rakennuspalikoista, jotka on tehty kierrätysmuovipulloista sulattamalla. Muovikennojen sisällä oleva ilma toimii eristeenä.



KUVAT (2012 Architecten): Ajan patina näkyy Villa Welpeloon julkisivuverhouksessa, jossa käytetty puu on peräisin vanhoista kaapelikeloista.

Kierrätys voi tuoda materiaaleihin uudenlaista, merkityksellistä syvyyttä

Kierrätysmateriaalien käyttöä rakentamisessa voidaan pohtia myös estetiikan kautta, sillä kestävä rakentaminen pitää sisällään myös kulttuurisen ja henkisen ulottuvuuden. Materiaalien estetiikka on luonteeltaan jotain sellaista, mitä ei voida mitata samoin kuin esimerkiksi niiden ympäristövaikutuksia. Se pitää kokea. Kun uusiotuotteiden hyväksyttävyyttä pohditaan näistä materiaaleista rakennetun asuintalon asukkaan näkökulmasta, ovat mielipiteet sekä järki- että tunneperäisiä. Samaa tunneperäisyyttä tarvitaan myös rakennusmateriaalien käytössä, pelkän teknisen tiedon lisäksi.

Rakentamisen estetiikkaa on totuttu tarkastelemaan sen visuaalisten ominaisuuksien kautta. Tällöin ekologinen esteetiikka, samoin kuin ekologinen rakentaminenkin, jakautuu tyylillisesti kahteen koulukuntaan, luonnonmukaisuutta ja teknologiaa korostavaan. Molempia yhdistää se, että valitun tyylin halutaan näkyvän ja erottuvan. Estetiikka ei kuitenkaan

ole pelkkää visuaalista havainnointia, vaan paljon monimuotoisempi kokonaisuus. Kun rakennettua ympäristöä ja rakennusmateriaaleja tarkastellaan moniaistisen tutkimuksen ja fenomenologisen ympäristöestetiikan näkökulmista, saa estetiikan käsite laajemman merkityksen. Ekologisessa estetiikassa on lopulta kyse arvoista ja siitä, minkä koemme eettisesti oikeana.

Myös kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa saa uuden merkityksen fenomenologian kautta tarkasteltuna. Fenomenologinen ympäristöestetiikka korostaa ympäristön esteettisen havaitsemisen moniaistisuutta, havaitsijan ja ympäristön suhteen vastavuoroisuutta sekä ihmisen identiteetin ja paikan välisen suhteen merkityksellisyyttä⁶. Rakennusmateriaalin ikääntyessä sen luonnollinen kuluminen, rapautuminen ja patina koetaan paikan ajallisena syvyytenä, ja siten myös esteettisenä arvona⁶. Kierrätysmateriaali ja siihen liittyvä tarina voikin olla juuri se tekijä, mikä antaa rakennukselle identiteetin ja vahvistaa paikkakokemusta.

60- ja 70-luvulla rakennetut betonielementtilähiöt ovat saaneet osakseen paljon kritiikkiä ympäristön yksipuolisuudesta ja rakennusten heikosta esteettisestä laadusta. Tyypillinen lähiö koostuu suorakulmaisista lamelleista, jotka on sijoitettu nosturinkantaman päähän toisistaan. Rakennukset ovat harmaita, tasaisesti aukotettuja ja samankaltaisia. Lähiöiden rapistuneet julkisivut ja hoitamattomat ulkotilat huonontavat asumisen laatua ja viestivät alueen matalasta statuksesta. Lisäksi lähiöistä usein puuttuvat rakennukset, jotka olisivat kiinnekohtia ympäristössään. Huonokuntoisissa lähiöissä kietyvät nykyaikainen paikattomuus ja identiteetin puute.

Kierrätysmateriaalien käyttö on yksi tapa korjata lähiöitä. Estetiikan näkökulmasta kiinnostavaa on kuitenkin erityisesti näiden kahden suhde toisiinsa. Sekä kierrätysmateriaalien käytössä rakentamisessa että lähiöiden korjaamisessa on kyse vanhan ja uuden yhdistämisestä. Kierrätysmateriaalit ja lähiöt pitävät sisällään merkityksiä ja tarinoita, jotka uusiotuotteen valmistuksen tai peruskorjauksen yhteydessä saavat uuden kontekstin. Ajallinen syvyys ja historia ovat vahvuuksia, jotka uudisrakentamisessa helposti jäävät puuttumaan.

⁶ Forss, A-M: *Paikan estetiikka. Eletyn ja koetun ympäristön fenomenologiaa*. Yliopistopaino, Helsinki, 2007.



2 ENERGIA

Energia-teema jakautuu kahteen osioon. Ensimmäisessä tarkastellaan aurinkolämpöä ja sen hyödyntämismahdollisuuksia lähiökorjaamisessa. Toinen osio nojautuu laajaan kerrostalojen energiankulutuksen seuranta-aineistoon.

Aurinkolämpökeräinten integroiminen rakennuksiin julkisivuremontin yhteydessä kannattaa. Aurinkolämpöä voi hyödyntää myös lasittamalla parvekkeen eli muodostamalla lämmittämättömän puskurivyöhykkeen. Tämän kaltaisen asuttavan puskurivyöhykkeen eri muunnokset saattavat olla lähiön oman erityisen asuntotyyppin alkioita: Miltä kuulostaa vuodenaikajoustava puutarha oman asunnon jatkeena? Puskurivyöhyke toimii nimenomaan lähiötalojen yhteydessä, sillä se hyötyy melko huonosti lämpöä eristävästä seinistä.

Energiankulutuksen seurannan mukaan 1960-2010 rakennetut kerrostalot sijoittuvat kaikki energiatehokkuudessa keskimäärin luokkaan E. Uusi rakennuskanta ei ole sen energiatehokkaampaa, kuin lähiökerrostalot. Tätä selittää osin lähiökerrostalojen puutteellinen ilmanvaihto. Lämmitysjärjestelmään tehtävät korjaukset ja säädöt ovat yleisesti kannattavimpia energiatehokkuuden parannustapoja. Aineistosta nousi esiin tilanteita, joissa rakennukset, joiden laskennallisten arvioiden mukaan ei pitäisi olla energiatehokkaita, kuluttivatkin mitattuina vähän. Tämä toistui myös toisinpäin: laskennallisesti energiatehokas rakennus osoittautui mitattuna energiasyöpöksi. Tämä kertoo sekä siitä, kuinka vaikeasti ennustettava ilmiö energiatehokkuus reaali maailmassa on, sekä siitä, kuinka suuri rooli asukkaan käyttäytymisellä on rakennuksen toteutuvaan energiankulutukseen.

OSION ARTIKKELIT:

2.1 Timo Silomaa: Aurinkolämpöä lähiöiden peruskorjauskohteisiin

2.2 Kimmo Hilliaho & Jukka Lahdensivu: Parvekelasituksen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen

2.3 Noona Lappalainen: Kerrospihatalo

2.4 Sanna Boström & Jukka Lahdensivu: Toteutuneen ja laskennallisen energiankulutuksen erot

2.5 Ulrika Uotila & Jukka Lahdensivu: Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon energiankulutukseen

KOLLAASI (Elina Alatalo)

Timo Silomaa,
arkkitehti

Diplomityö 2011; Aurinkolämpö ja korjausrakentaminen

1 Lahdensivu, Jukka. & Köliö, Arto: *Suomalaisen betonikerrostalokannan korjaustarpeet*. Kiinteistöposti Professional 10/2010. s. 36-38.

2 Hilliaho, Kimmo: *Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset*. Diplomityö, Rakennustekniikan laitos, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 2010..

2.1 Aurinkolämpöä lähiöiden peruskorjauskohteisiin

Suomen vanhat betonilähiöt kaipaavat remonttia. Suuri osa 70-luvun betonielementtikerrostaloista tarvitsee julkisivukorjausta rakenteellisten vikojen ja lisälämmöneristystarpeen vuoksi.¹ Rakennusten ulkovaipan peruskorjausten yhteydessä tarjoutuu mahdollisuus toteuttaa erilaisia aurinkoenergia-hankkeita.

Aurinkoenergia on puhdas ja uusiutuva energianlähde ja siksi sillä on paitsi taloudellista myös yhteiskunnallista ja ympäristönsuojelullista merkitystä. Rakennuksen korjauksen yhteydessä voidaan taloon lisätä lasitetut parvekkeet ja/tai muita lasitettuja lämmittämättömiä tiloja, rakennukseen integroituja aurinkokeräimiä ja –paneelija sekä seiniin valoa läpäiseviä eristeitä. Näillä toimenpiteillä voidaan parantaa rakenteita, energiatehokkuutta ja asumismukavuutta. Lisäksi, koska ekologisuuden koetaan olevan muodikasta, modernia ja edistykselistä, korjauskohteiden imago muuttuu ja paranee. Lähiöiden houkuttelevuus asumisalueina kohenee ja lähiöiden asukas-kanta voi monipuolistua.

Lasitetuilla parvekkeilla ja muilla lämmittämättömillä lasitetuilla tiloilla voidaan vähentää rakennuksen ilmastuvuotoja sekä konvektiosta ja kylmäsilloista johtuvia lämpöhäviöitä. Suuri säästö syntyy myös sillä, että korvausilma, joka otetaan lasitetusta tilasta, on tällöin esilämmitettyä.² Samalla tavalla ja jopa tehokkaamminkin erilaiset kaksoisjulkisivurakenteet ja integroidut aurinkokeräimet voivat auttaa rakennuksen energiataloudessa. Läpikuultavilla eristeillä voidaan korvata muuta lisälämmöneristystä. Valoa läpäisevät eristeet ja niiden takana oleva julkisivu samalla toimivat aurinkokeräiminä. Kaikki nämä toimenpiteet vaikuttavat voimakkaasti rakennuksen arkkitehtoniseen kokonaisuuteen ja niiden suunnitteluun ja toteutukseen tulisi arkkitehtien ottaa kantaa.

Lämpö- ja ilmastuvuodot rakennuksen vaipan läpi ovat yleensä yksi suurimmista energiahukan aiheuttajista korjausta kaipaavissa rakennuksissa. Näitä energiahäviöitä on tavallisesti

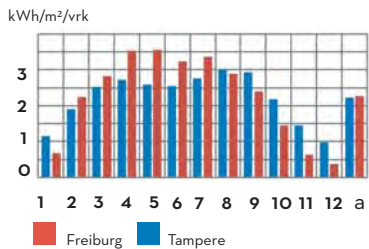


korjattu rakennuksen vaipan ilmatiiveyttä parantamalla, lisälämmöneristämällä ja uusimalla ikkunoita. Nämä perinteiset ratkaisut vain vähentävät lämpöhäviöitä. Aurinkoenergiaratkaisuilla pystytään paitsi vähentämään lämpöhäviöitä, myös tuottamaan lisäenergiaa.

Suomessa rakennusalalla kuitenkin suhtaudutaan aurinkoenergian käyttömahdollisuuksiin melko epäilevästi. Tyypillinen kommentti on, ettei aurinkoenergialla kuitenkaan voida lämmittää rakennuksia keskellä lämmityskautta joulu- ja tammi-kuussa, joten aurinkolämpösystemien rakentaminen on ikään kuin itsestään selvästi hyödytöntä. TTY:n rakennustekniikan laitoksella tehtyjen tutkimusten perusteella nykyiset aurinkosähköjärjestelmät eivät vielä ole taloudellisesti kannattavia, mutta aurinkolämpöjärjestelmät kykenevät maksamaan itsensä takaisin Suomen oloissa ja hinnoilla noin yhdessätoista vuodessa.³

KUVA (Timo Silomaa): Aurin-gon säteilyn määrä on Suomessa suurimmassa osassa talveakin riittävää aurinkolämpöhyötykäyttöä varten.

3 Kurvinen, A. & Vihola, J: ECO2 energiafoorumi - *Aurinkoenergian tulevaisuus Tampereella*, paneelikeskustelu, 13.10.2011

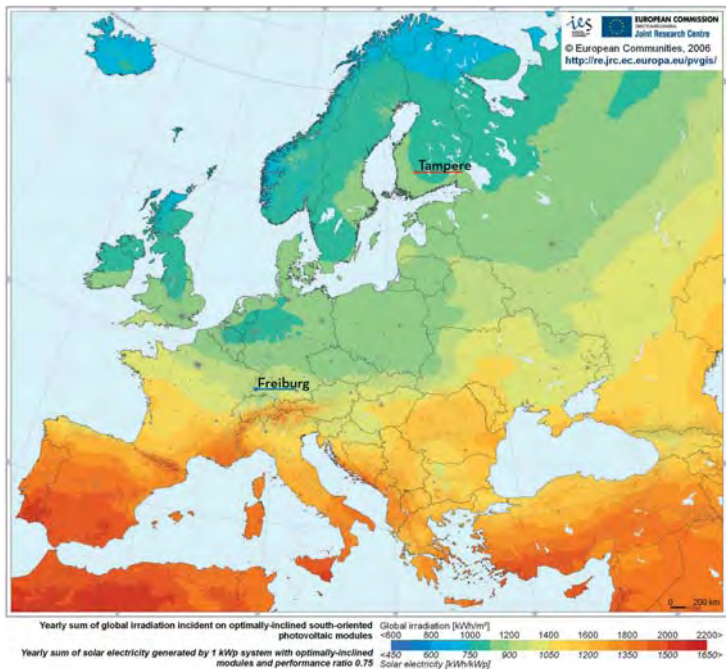


KAAVIO (Timo Silomaa): Auringonsäteilyn määrä Freiburgissa ja Tampereella etelään suunnatulle pystysuoralle pinnalle.

Auringonsäteilyn riittävyys Suomessa

Suomessa saadaan auringonsäteilyä yhtä paljon tai jopa enemmänkin kuin missä tahansa Alppien pohjoispuolisessa Euroopassa. Jos verrataan esimerkiksi Tamperetta, aurinkoenergian käytöstä kuuluisaan saksalaiseen kaupunkiin, Freiburg im Breisgauhin, voidaan todeta, että vuotuinen auringonsäteilyn määrä on lähes sama. Säteilymäärien vaihtelu Tampereella eri vuodenaikojen mukana on merkittävästi voimakkaampaa kuin Freiburgissa, eli Tampereella saadaan keskitalvella huomattavasti vähemmän auringonsäteilyä ja kesällä enemmän kuin Freiburgissa (katso kaavio vasemmalla).

Auringonsäteilyn maanpinnalle saapuva määrä on Suomessa talvella vähäistä, jopa niin vähäistä, että marras–tammi-kuussa sitä ei oikeastaan saada nimeksikään, mutta se ei sulje pois sitä, etteikö ainakin osaa koko vuoden lämmityksestä olisi



KUVA. (Photovoltaic Geographical Information System, European Communities. 2006 [Viitattu 08.01.2011]. Saatavissa: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>): Vuotuinen auringonsäteilyn määrä etelään suunnatulle optimikallistetulle pinnalle Euroopassa. Suurin osa suomalaisista asuu vyöhykkeellä, jolla saadaan yhtä paljon auringonsäteilyä kuin yleensäkin Alppien pohjoispuolisessa Euroopassa.

taloudellista hoitaa aurinkoenergialla. Jo helmikuussa auringonsäteilyä saadaan keskimäärin 2230 Wh/m²/vrk Tampereella sijaitsevien rakennusten eteläpuoleisille pystysuorille seinäpinoille (katso taulukko oikealla).

Aurinkoenergialaitteen pinnalle saapuvan auringonsäteilyn määrä vaihtelee sen mukaan mihin ilmansuuntaan aurinkoenergialaite on suunnattu ja missä kallistuskulmassa laite on. Usein suositellaan, että laitteet asennetaan optimikulmaan, eli kulmaan jossa laitteet saavat maksimimäärän ympärivuotisesta säteilystä. Tämä ajattelutapa voidaan kuitenkin kyseenalaistaa. Suomessa saadaan auringonsäteilyä eniten kesällä, jolloin aurinko paistaa korkealta ja energiantarve on vähäisintä, siksi aurinkoenergialaitteet voisikin olla kannattavampaa asentaa pystysuorempaan kulmaan kuin optimikulmaan, jotta matalalta saapuva talvinen auringonsäteily saataisiin mahdollisimman tehokkaasti talteen. Pystysuoriin julkisivuihin integroidut aurinkoenergialaitteet tuottavatkin Tampereella enemmän energiaa kuin vastaavat laitteet Freiburgissa.

Myös ilmansuunnalla, johon laitteet on suunnattu, on merkitystä. Paras suuntakulma aurinkoenergialaitteille on lähes tarkkaan etelä, mutta suuntakulman kääntäminen etelästä 45° pienentää optimikulmassa olevalle tasolle tulevaa keskimääräistä vuotuista auringonsäteilyä vain noin 10 %. Tosin kaakkoon tai lounaaseen suunnatuille pystysuorille pinnoille saadaan helmikuussa noin 25 % vähemmän ja lokakuussa noin 20 % vähemmän auringonsäteilyä kuin etelään suunnatuille pystysuorille pinnoille eli näin jyrkkä poikkeama etelästä ei ole suositeltavaa. Pystysuorien pintojen suuntakulman ollessa 22° etelästä, pinnoille saadaan helmi- ja lokakuussa vain noin 7 % vähemmän auringonsäteilyä kuin suoraan etelään suunnatuille tasolle.⁴ Iltapäivien keskimäärin suuremman pilvisyyden vuoksi lounaaseen suuntautuvalla pinnalle säteilymäärä pienenee enemmän kuin kaakkoon suuntautuvalla.

Vastoin yleistä käsitystä, näyttäisi vahvasti siltä, että aurinkoenergian määrä Suomessa on suurimpana osana lämmityskauttakkin riittävää siihen, että sitä on taloudellisesti kannattavaa hyödyntää rakennusten lämmittämiseen.

KUUKAUSI	S OPT	S V
TAMMIK.	565	664
HEMIK.	2020	2230
MAALISK.	3070	2820
HUHTIK.	4640	3530
TOUKOK.	5510	3550
KESÄK.	5390	3220
HEINÄK.	5410	3350
ELOK.	4150	2900
SYYSK.	2860	2390
LOKAK.	1500	1450
MARRASK.	571	618
JOULUK.	304	367
VUOSI	3000	2260
S OPT: SÄTEILY OPTIMAALISESTI (42°) KALLISTETULLE PINNALLE (WH/M²/VRK)		
S V: SÄTEILY VERTIKAALILLE PINNALLE. (WH/M²/VRK)		

TAULUKKO (Timo Silomaa): Auringonsäteilyn määrä Tampereella etelään suunnatulle optimikallistetulle ja pystysuoralle pinnalle.

⁴ Photovoltaic Geographical Information System: *Interactive access to solar resource and photovoltaic potential, Europe*. European Communities 20, November 2008. [Viitattu 08.01.2011]. Saatavissa: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

5 Weiss, W, Stadler, I: *Façade integration – a new and promising opportunity for thermal solar collectors*. Proceedings of the Industry Workshop of the IEA Solar Heating and Cooling Programme, Task 26. Delft, Netherlands, 2001.

6 Absorptanssi: Se osuus aurin-gonsäteilyn sisältämästä energiasta, jonka kappale absorboi.

7 Emittanssi: Se osuus kappaleen absorboimasta energiasta, jonka se säteilee pois esim. lämpösäteilynä.

KUVA (Timo Silomaa): Värejä joiden arvot CIE L*a*b* väriavaruudessa ovat vaaleus L*=45 (ulompi kehä) ja L*=30 (sisempi kehä) sekä metri-nen värin voimakkuus (metric chroma) C*<10. Nämä kriteerit täyttävillä väreillä Orel et al.⁸ tutkimuksessa pinnotteiden absorptanssi oli >80 % ja emittanssi ≤ 30 %. Kuvan värit eivät välttämättä ole samoja joita Orel et al.⁸ valmistivat tutkimuksessaan, mutta niiden vaaleus tai tummuus ja värin voimakkuus ovat samoja kuin tutkimuksen maaleilla.

Keräinteknologioiden soveltuminen rakennusten julkisivuihin integrointiin

”Aurinkokeräimet voivat olla minkä värisiä tahansa kunhan se väri on musta”, näin voidaan väaristellä vanhaa lausahdusta T-Fordista. Weissin ja Stadlerin mukaan 85 % arkkitehdeista toivoisi, että aurinkokeräinten väri olisi jokin muu kuin musta, vaikka se heikentäisi niitten suorituskyyä.⁵

Aurinkoenergialaitteiden väri on yleensä ollut musta, koska musta väri absorboi suurimman osan siihen osuvasta säteilystä ainakin näkyvän valon alueella. Parhailla teollisesti valmistettavilla ja yleisesti saatavilla olevilla aallonpituusselektiivisillä absorptiopinnoitteilla absorptanssi⁶ on ≥ 95 % ja emittanssi⁷ on ≤ 10 %. Jos kuitenkin halutaan laajempi väriskaala kuin musta tai tumma sininen, joudutaan nykyteknologialla



alentamaan näitä vaatimuksia. Voidaan kuitenkin todeta, että on olemassa erilaisia menetelmiä, joilla saadaan aikaiseksi aallonpituusselektiivisiä absorbointipinnoitteita, joiden väri ei ole musta ja joiden suorituskyyky on hyväksyttävissä rajoissa eli esimerkiksi absorptanssi ≥ 80 % ja emittanssi ≤ 30 %.⁸ Jos hyväksytään emittanssille arvoksi ≤ 50 %, voidaan saada aikaiseksi hyvinkin kirkkaita värejä.

Keräinten väriä voidaan muuttaa myös lasikatteita muokkaamalla. Katteen ominaisuuksia muutetaan niin, että se heijastaa vain hyvin kapean aallonpituusalueen näkyvästä valosta katsojan silmään ja päästää lopun auringonsäteilystä lävitsensä keräimen absorptiopinnalle. Koska heijastunut osa spektristä on kapea, läpi pääsevän säteilyn häviöt ovat pieniä, mutta heijastuneella osuudella on selkeästi näkyvä väri.⁹

Keräimien ei myöskään tarvitse olla lasilla tai muulla heijastavalla materiaalilla katettuja, vaan on olemassa tehokkaita keräimiä, jotka näyttävät lähes tavallisilta julkisivun osilta. Pelkkä metallikasettiverhous, jonka taakse järjestetään tehokas ilmankierto ja josta lämmennyt ilma otetaan hyötykäyttöön, on melko hyvä aurinkokeräin.

Keräimiä on siis ulkonäöltään hyvinkin erilaisia ja niiden ulkonäköä voidaan muuntaa melko paljon. Keräinten värin ei tarvitse olla musta tai tummansininen, eikä rakennusten suunnittelijoiden tarvitse olla aurinkokeräinvalmistajien armoilla kun puhutaan keräinten mitoista tai ulkonäöstä. Varsinkin ilmakiertoiset aurinkolämpökeräimet voidaan sovittaa täysin rakennuksen mittojen mukaan. Nykyteknologioilla on siis selvää, että erilaisten aurinkoenergiasysteemien integrointiin rakennusten julkisivuihin ei ole ainakaan arkkitehtonisia esteitä.



8 Orel, Z. C. et al: *Spectrally selective solar absorbers in different non-black colours*. Elsevier Sci Verse, Science Direct, 2004.

9 Roecker, C. et al: *Facade integration of thermal solar collectors: a breakthrough?* Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 2007.

KUVA (Müller T. et al: *Colourface. Planungsrichtlinien für farbige Fassadenkollektoren*. Aks Doma Solartechnik GMBH, 2004.): Colourface -projektin tulosten perusteella väritettyjä metalliprofiileja joiden absorptanssi on >80 % ja emittanssi ≤ 50 %.

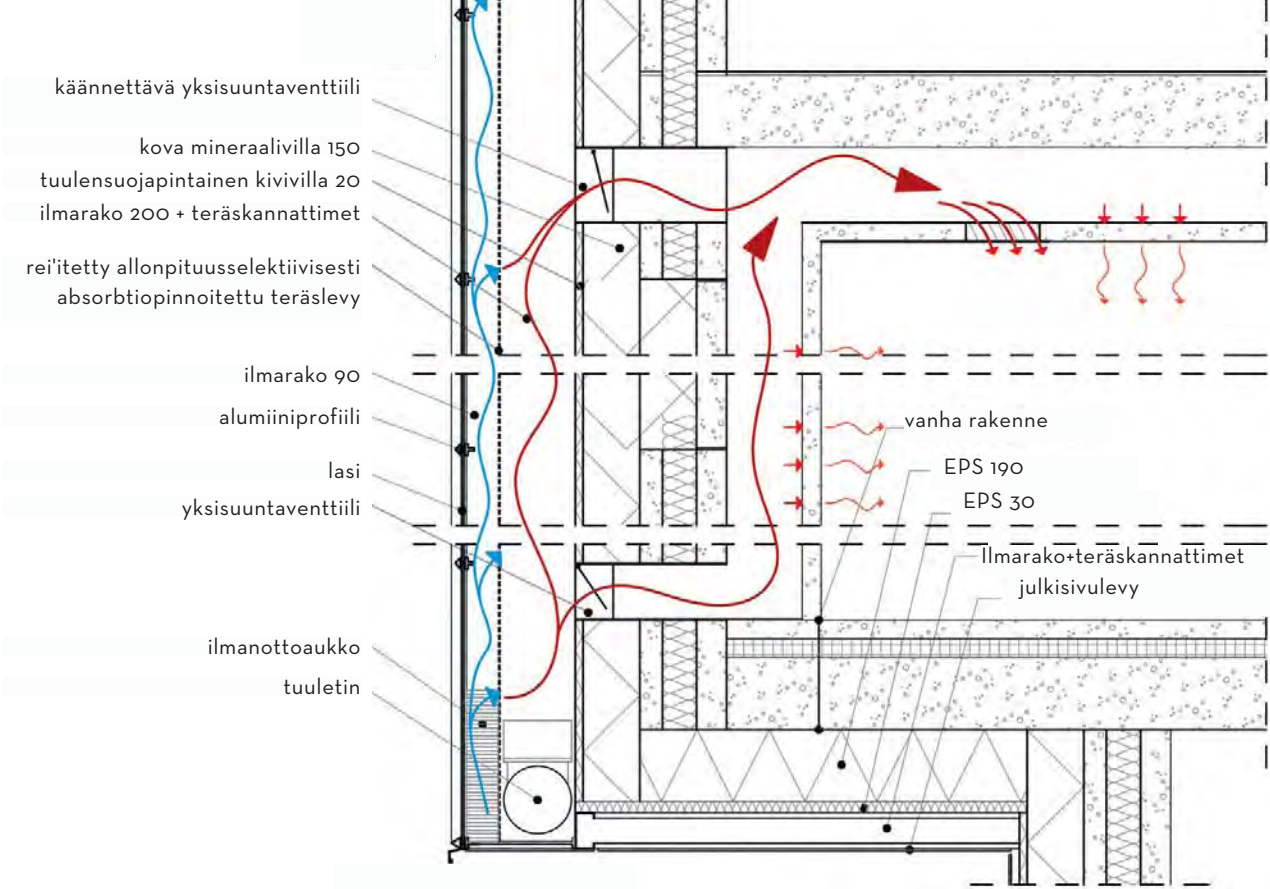
Aurinkokeräinten taloudellisuus

Diplomityössäni ”Aurinkolämpö ja korjausrakentaminen” suunnittelin 1970-luvulla rakennettuun kolmen kerrostalon esimerkkikohteeseen rakennusten ulkovaipan korjauksen, jossa ulkovaipan eristysarvot nousivat kauttaaltaan vuoden 2010 vaatimusten mukaisiksi. Lisäksi laadin suunnitelman, jossa rakennusten etelänpuoleisiin julkisivuihin integroitiin ilmakiertoiset aurinkolämpökeräimet. Julkisivuihin integroiduille aurinkokeräimille arvioitiin yli kolminkertainen hinta tavalliseen julkisivuvuorverhoukseen nähden. Korjausten kustannusarviot perustuivat henkilökohtaisiin yhteydenottoihin eri julkisivumateriaalien valmistajiin ja Rakennustiedon ROK – Rakennusosien kustannuksia 2011 -julkaisun tietoihin.¹⁰

Koska keräimiä ei asennettu esimerkkiratkaisuissani kaikkiin julkisivuihin, eivätkä ne peitä niitäkään julkisivuja joihin ne suunniteltiin asennettaviksi kokonaan, koko rakennusten ulkoverhouskulut nousivat vain 24 % perinteisesti toteutetusta julkisivuverhouksesta. Koko rakennusten vaipan lisälämmöneristykseen ja ulkoverhouksen remontoitinkulut nousivat noin 6 %.

Ilmakiertoisia keräimiä on useita erilaisia ja niiden hyötysuhde vaihtelee 30 - 80 % välillä riippuen materiaaleista, olosuhteista ja ilman nopeudesta keräimessä. Parhaimmillaan voidaan päästä jopa 90 % hyötysuhteeseen.¹¹ Esimerkkikohteen seiniin suunnittelemleni keräimille laskin alhaisen, vain 30 % hyötysuhteen. Todennäköisesti hyötysuhde on parempi, esimerkiksi sen ansiosta, että keräimestä pääsee karkaamaan lämpöä hukkaan vain etusivulta. Takasivulta karkaava lämpö päättyy rakennukseen. Varmuuden vuoksi, ilman käytännön mittaustuloksia, arvioin hyötysuhteen hyvin alhaiseksi.

Helmikuussa Tampereella auringonsäteilyä saadaan, kuten aiemmin mainittu, keskimäärin 2230 Wh/m²/vrk rakennusten etelänpuoleisille pystysuorille seinäpinnoille. Jos energiasta saadaan hyötykäyttöön vain 30 % tuosta määrästä eli 669 Wh/m²/vrk yhdellä neliömetrillä lämpökeräintä voidaan lämmittää 1,34 m² neliometriä esimerkkikohteen tiloista keskimääräisellä helmikuun lämmitystarpeella. Maaliskuussa yksi neliometri keräintä tuottaa jo 846 Wh/m²/vrk ja tuolla lämpöenergialla



voidaan lämmittää jo 2,08 m² rakennuksen tiloista keskimääräisellä maaliskuun lämmitystarpeella. Huhtikuussa vastaavat luvut ovat 1059 Wh/m²/vrk ja 3,77 m². Kun otetaan huomioon, että esimerkkikohteen eteläseiniin integroitujen keräinten yhteispinta-ala on 482 m², niin keräimillä saadaan maaliskuussa lämmitettyä 1820 m² rakennusten sisätiloista eli 29,7 %.

Tuottamalla lämpöenergiaa ja pienentämällä ostoenergian tarvetta esimerkkikohteen aurinkokeräimet maksaisivat itsensä takaisin jo 11–18 vuodessa ja lyhentäisivät koko vaipparemontin takaisinmaksuaikaa 25 % eli 60 vuodesta 45 vuoteen. Voidaan todeta, että aurinkolämpökeräinten integroiminen rakennuksiin julkisivuremontin ja lisäeristämisen yhteydessä on taloudellisesti ehdottomasti kannattavaa.

KUVA (Timo Silomaa): Periaatekuva aurinkolämpöseinästä ja sen toimintaperiaatteesta. Mittakaava 1 : 20

10 Rakennustieto Oy: *ROK - Rakennusosien kustannuksia 2011*. Tallinna, 2011.

11 Kumar, Ashish: *Mathematical modeling of solar air heater with different geometries*. Thapar University. Patiala, 2001.



2.2 Parvekelasituksen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen

Parvekkeiden lasittamista perustellaan usein parvekerakenteiden huolto- ja korjaustarpeen vähenemisellä, kalustettavuuden paranemisella ja asumisviihtyvyyden lisääntymisellä. Puhutaan lisähuoneesta, joka mahdollistaa asukkaalle yhteyden ulkoilmaan vuodenajasta ja säästä riippumatta. Harvinaisempaa on lasitettujen parvekkeiden mieltäminen puolilämpimäksi tilaksi tai passiivisesti aurinkoenergiaa varastoivaksi tuulikaapiksi.

Kenttämittauksiin ja 3D-simulointeihin perustuva tutkimus

Kenttämittauksista ja tietokonesimuloinneista koostunut energiansäästötutkimus suoritettiin heinäkuu 2009 – kesäkuu 2010 välisenä aikana Tampereen alueella. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 11 kerrostaloa ja 23 parvekettä. Yhden kerrostalon päällekkäisille parvekkeille ja niitä vastaaviin huoneistoihin sijoitettiin n. 50 pintalämpötilamittaria, jotka kytkettiin ohjausyksikköön. Tämän seurannan tarkoituksena oli kalibroida IDA-ICE laskentaohjelma vastaamaan todellisia lämpötilaolosuhteita. Lisäksi kenttämittauksia täydennettiin sijoittamalla 11 kerrostalon 18 lasitetulle parvekkeelle ja 5 lasittamattomalle parvekkeelle ja niitä vastaaviin huoneistoihin ilman lämpötilaa mittaavat mittausanturit. Mittaukset kestivät n. 10 kuukautta. Kerrostaloja oli 60-, 70-, 80- ja 2000-luvulta. Suurin osa parvekkeista oli 70-luvun elementtikerrostaloissa, joissa oli ulkonevat eli rakennusrungosta ulos tulevat parveketornit.

Kenttämittausten tuloksia verrattiin IDA Indoor Climate and Energy (IDA-ICE)-ohjelmistolla suoritettuihin 3D-simulointeihin. Luotettavan laskentatarkkuuden varmistamiseksi pintalämpötilamittauskohteen rakenteet, lämmitysjärjestelmän toiminta ja ilmanvaihto sekä asukkaiden sähkön-, valaistuksen- ja asunnon käyttö selvitettiin yksityiskohtaisesti jo-

Kimmo Hilliaho,
diplomi-insinööri &
Jukka Lahdensivu,
TkT

Diplomityö, Hilliaho, 2010:
Parvekelasituksen energia-
taloudelliset vaikutukset.

KUVA (Lumon Oy): Lasitetulla parvekkeella oleskellaan ulkotilassa huonolta säältä suojassa pidempään kuin lasittamattomalla.



KUVA (Kimmo Hilliaho): Parvekkeiden lasittamisesta voidaan tehdä koko rakennuksen julkisivun läpi jatkuva vyöhyke. Kun suurempi osuus julkisivusta jää puskurivyöhykkeen taakse, energiansäästö kasvaa.

kaisesta kohteesta. Tästä johtuen laskennassa päästiin hyvin lähelle todellisia olosuhteita, alle 0,5 asteen tarkkuuteen, kaikissa ulkoilmaolosuhteissa. Tämä osoitti, että IDA-ICE ohjelma soveltui erittäin hyvin parvekelasitusten energiansääötarkastelun tekemiseen. Tämän jälkeen tutkimusta jatkettiin tekemällä simulaatiotarkastelut 80 m²:n huoneistoon erilaisissa laskentatapauksissa. Muuttujina laskennassa olivat maantieteellinen sijainti, ilmansuunnat, parvekkeen ikkunan, oven ja taustaseinän lämmöneristystaso sekä parveketyyppi, ilmatiiviys ja rakennuksen tuloilmaventtiilin sijainti. Yhteensä laskentatapauksia oli 256 kappaletta.

Puskurivyöhykkeellä mahdollisuus lämpötilaerojen pienentämiseen

Parvekkeiden lasittamisen yhteydessä syntyy ulko- ja sisätilan välille yhtenäinen tuulelta hyvin suojaava puskurivyöhyke, joka tasaa ulkoilman olosuhteita. Tämä vyöhyke varastoi passiivisesti auringon säteilyä rakenteisiinsa ja kerää rakennuksen lämpöhäviöitä talteen. Näin muodostuu välitila, joka on yleensä 2-8 °C ulkoilmaa lämpimämpi, tapauksesta ja ajankohdasta riippuen. Tämä lämmennyt välitila pienentää sisä- ja ulkoilman välistä lämpötilaeroa parvekkeen kohdalla ja samalla vähentää rakennuksen lämpöhäviöitä. Pintalämpötilojen seuranta osoitti, että parvekkeen taustaseinän lämpöhäviöt pienenevät parvekelasitusten ansiosta merkittävästi. Kyseisessä kohteessa parvekkeen taustaseinän lämpöhäviöt pienenevät 18 %, parvekeoven 15 % ja parvekeikkunan 22 %.

Simulointitarkastelut

Simulointitarkastelujen mukaan parvekelasituksilla säästetään 80 m²:n huoneistossa lämmitysenergiaa 3,4-10,7 % Suomen olosuhteissa. Eniten energiaa säästyy Helsingissä sijaitsevassa 1970-luvulla rakennetussa elementtikerrostalossa, jonka sisäänvedetyt parvekkeet on suunnattu etelään ja rakennuksen tuloilma otetaan parvekkeen läpi. Vähiten säästöä syntyy Sodankylässä sijaitsevilla 2010-luvun rakennuksissa, joiden



parvekkeet on suunnattu itään ja tuloilma otetaan parvekkeen ulkopuolelta. Keskimäärin energiaa säästyi suomessa 5,9 %. Vertailun vuoksi tarkasteltiin tutkimuksessa myös energiansäästöä Berliinin olosuhteissa. Siellä energiansäästö vaihteli 5,6-12 % välillä ja oli keskimäärin 8,2 %. Tästä voidaan havaita, että Suomessa lasitetuilla parvekkeilla saadaan lähes yhtä suuri energiataloudellinen hyöty kuin Keski- Euroopassa.

Laskennallisten tarkasteluiden mukaan parvekelaseista oli eniten hyötyä kohteissa, joissa parvekkeella esilämmennyt ilmaa hyödynnettiin rakennuksen ilmanvaihdoissa.¹ Tuloilman esilämmitys vaikutti energiansäästöön 24-38 % tapauksessa riippuen eli noin ¼ energiansäästöstä tuotettiin ottamalla tuloilma lasitetulta parvekkeelta. Esimerkiksi 8% energiansäästö muuttui 6 % energiansäästökseksi, kun tuloilmaventtiili siirrettiin parvekkeelta parvekkeen ulkopuolelle yhdessä tapauksessa. Keskimäärin energiansäästö tuloilman parvekkeelta ottaneissa huoneistoissa oli 6,8 % ja parvekkeen ulkopuolelta ottaneissa huoneistoissa 4,9%. Tästä johtuen tuloilmaventtiilit, esim. ikkunan rakoventtiilit, olisi suotavaa sijoittaa parvekkeen kohdalle koneellisella poistoilmanvaihdoilla varustetuissa kerrostaloissa.

Myös parveketyypillä ja -suuntauksella on huomattava vaikutus energiansäästöön. Sen sijaan maantieteellisellä sijainnilla, lämmöneristystasolla ja ilmatiiviydellä on vähäisempi vaikutus säästöjen muodostumiseen. Tämä osoittaa, että auringon säteilyenergian hyödyntämisen maksimoiminen on keskeinen mahdollisuus parvekkeita suunniteltaessa.

KUVA (Lacaton&Vassal): Ranskalaiset arkkitehdit Lacaton ja Vassal ovat tutkineet rakennuksissaan lämmittämättömän puolilämpimän tilan käyttöä. Kuva heidän suunnittelemaastaan koulusta, jonka lämmittämättömässä välitilassa kasvatetaan kasveja.

¹ Esimerkiksi Helsingissä on vuodesta 2010 lähtien ollut mahdollista käyttää lasitetulla parvekkeella esilämmitettyä ilmaa asunnon korvausilmana, kunhan korvausilman laatu taataan. Katso: Helsinki-Espoo-Vantaa-Kauniainen rakennusvalvonta: *Viberhuone ja lasikuisti asuinrakennuksessa, ohjeet ARK05*. saatavissa: http://www.pksrava.fi/asp2/tulkintoja_print.aspx?s=32 [haettu 30.11.2010].



KUVA (Elina Alatalo): Simuloinneissa huomattiin myös, että lasituksen ei suinkaan tule olla täysin tiivis, jotta se muodostaa taakseen puskuri-vyöhykkeen. Vaikka lasituksen ilmarakojen suurennettiin, sillä ei näyttänyt olevan välitöntä vaikutusta energiansäästöön. Mielenkiintoista olisikin jatkaa tutkimusta ja selvittää, kuinka "harva" rakenne voisi olla ja millä eri materiaaleilla tai ratkaisuilla puskurivyöhyke voidaan saavuttaa. Toimisiko esimerkiksi pergolamainen kasviseinä?

Parveketyyppi ja parvekkeiden suuntaus vaikuttavat oleellisesti energiansäästömahdollisuuksiin

Sisäänvedetyillä parvekkeilla energiansäästö on keskimäärin 14-35 % suurempi kuin ulkonevilla parvekkeilla. Tämä johtuu siitä, että sisäänvedetyissä parvekkeissa on parvekkeen kolmella sivulla lämpöhäviöitä tuottavaa ulkoseinää ja vain yhdellä sivulla lasitusta. Tästä johtuen parveke voi ottaa talteen jopa kolminkertaisen määrän rakennuksen lämpöhäviöitä kuin vastaava ulkoneva parveke. Tällä on merkittävä vaikutus säästettyyn energiaan. Energiansäästö ulkonevilla parvekkeilla oli 80m²:n huoneistossa keskimäärin 5 % ja sisäänvedetyillä parvekkeilla 6,8 %. Parveketyypin vaikutus korostuu erityisesti huonosti eristetyissä rakennuksissa.

Parvekkeen suuntaus on kolmas merkittävä asia energiansäästön kannalta. Tämän vaikutus energiansäästöön on 15-35 %. Paras suuntaus auringon säteilyn kannalta on suoraan etelään, mutta pienet, esim. 15 asteen poikkeamat itään tai länteen eivät juuri vaikuta auringon säteilyn saatavuuteen. Tosin voi olla tilanteita, joissa ulkopuolisen varjostuksen kannalta parvekkeet kannattaa sijoittaa muihinkin ilmansuuntiin maksimaalisen aurinkoenergian keräämiseksi.

Laskennallisissa tarkasteluissa saavutettiin pohjoiseen suunnatuilla parvekkeilla keskimäärin 5,5 % ja etelään suunnatuilla parvekkeilla 6,7 % energiansäästö. Suuntauksen vaikutus oli merkittävin huonosti eristetyissä rakennuksissa, jotka ottivat tuloilmansa parvekkeelta ja vähäisin hyvin eristetyissä rakennuksissa, joiden parvekkeet oli suunnattu pohjoiseen ja tuloilma otettiin parvekkeen ulkopuolelta.

Asukkailla keskeinen vaikutus todellisten säästöjen syntyyn

Seuranta paljasti mielenkiintoisen asian asukkaiden käytöksessä kenttämittausten aikana. Asunnoissa, joissa oli lasitettu parveke, olohuoneen sisälämpötilaa pidettiin keskimäärin 0,5 °C viileämpänä kuin vastaavia huoneistoja, joissa oli lasittamatomat parvekkeet. Asukkaat olivat reagoineet lämmöneristysky-

vyn parantumiseen ja vedon tunteen pienenemiseen alentamalla sisälämpötilaa termostaattia säätämällä. Tällä perusteella arvioitiin, että parvekelasit mahdollistavat 0,5-1,0 °C sisälämpötilaan laskun sisäilmaolosuhteiden laadusta tinkimättä.

Tätä ylimääräistä sisälämpötilan laskua ei ole sisällytetty simulaatiotarkasteluissa saatuun keskimääräiseen 5,9 % energiansäästöön. Jos tämä sisällytetään energiansäästötarkasteluihin, voidaan parvekelaseilla saavuttaa vielä suurempia energiansäästöjä asuinkerrostaloissa. Motivan mukaan yhden asteen lämpötilan lasku vastaa 5 % energiansäästöä². Tällöin voidaan karkeasti arvioida, että hyödyntämällä sisälämpötilan laskeminen voidaan saavuttaa keskimäärin n. 8 % energiansäästö asuinhuoneiston lämmitysenergiankulutuksessa. Tällä on jo merkittävä vaikutus asunnon lämmityslaskuun, jos kaikki huoneistot varustetaan lasitetuin parvekkein.

Edellytyksenä energiansäästölle on, että parvekelasitusta käytetään mukaillen sääolosuhteita. Eli lasitus pidetään kylminä syys- ja talvi-iltoina kiinni ja avataan kauniina kesäpäivinä. Näin saadaan lasitetuista parvekkeista talvella energiataloudellinen hyöty ja välttyään kesällä liialliselta kuumuudelta. Tosin laskennalliset tarkastelut osoittavat, ettei lasitetun parvekkeen lämpeneminen juuri vaikuta asunnon sisälämpötilaan, koska lämpötilan nousut parvekkeella ovat kuumina kesäpäivinä lyhytaikaisia.

Pidentyvä käyttöaika

Kenttämittaukset osoittivat, että lasitetun parvekkeen sisälämpötilat nousivat miellyttävälle tasolle keskimäärin kuukauden ja parhaassa tapauksessa jopa 2,5 kuukautta pidempään kuin lasittamattomilla parvekkeilla. Tässä tutkimuksessa miellyttäväksi oleskelulämpötilaksi määritettiin yli 20 asteen sisälämpötila, joka kesti parvekkeella yhtäjaksoisesti vähintään yhden tunnin ajan. Miellyttävä aika käyttää parvekettä ulottuu näin maaliskuun puolivälistä lokakuun puoliväliin asti. Heikkilä on havainnut käyttöajan pidentymisen myös vuorokauden sisällä. Lasitetun parvekkeen käyttö alkaa aamulla aikaisemmin ja päättyy illalla myöhemmin kuin lasittamattoman.³

2 Motiva Oy: *Terveellinen ja taloudellinen sisälämpötila*. saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lampo/sisalampotila [viitattu 30.11.2010].

3 Heikkilä J.: *Parveke suomalaisen kerrostalon asunkohtaisena ulkotilana*. Oulun yliopisto, Oulu 1996.

Noona Lappalainen, arkkitehti

Diplomityö 2012: Kerrospiha-
talo. Rakennus pukeutuu ener-
giatehokkaaksi.

1 Juntto, Anneli: *Suomalaisten asu-
mistoiveet ja mahdollisuudet*. Tilasto-
keskus, 2007.

2. Silvennoinen, Heli & Hirvonen,
Jukka: *Koti kerrostalossa - Asukkai-
den arjen kokemuksia asumisestaan*.
Suomen ympäristö 575. Ympäristö-
ministeriö, 2002.

3 Hilliaho, Kimmo: *Parvekelasituk-
sen energiataloudelliset vaikutukset*,
Diplomityö. Tampereen teknillinen
yliopisto, 2010.

2.3 Kerrospihatalo

Suomalaisen toiveasunto on pientalo rauhallisella alueella, josta kuitenkin on hyvät yhteydet monipuolisiin palveluihin¹. Konkreettinen tilallinen haave on oma piha². Pihaa jokainen käyttää omalla tavallaan: oleskelutilana, päiväunipaikkana, leikkitilana, jääkaappina, tupakkapaikkana. Pihalla haravoi-
daan, viljellään, kuivatetaan pyykkiä, askarrellaan, huolletaan ja säilytetään polkupyörää tai autoa. Pihalta saadaan sisätiloi-
hin luonnonvaloa ja kosketusta vuodenaikaan.

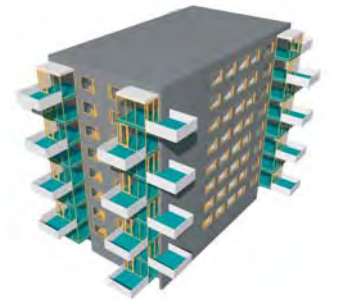
Tällä hetkellä nämä suomalaisten asumistoiveet – oma piha ja helposti saavutettavat palvelut – esiintyvät kuitenkin harvoin yhdessä¹. Haja-asutusalueen pientalot sijaitsevat usein kaukana palveluista. Samaan aikaan suurimmassa osassa lähiöistä on energiataloudellisten puutteiden lisäksi viihtyvyys- ja imago-
ongelmia. Kun lähiöt alkavat nyt olla rankan peruskorjauksen tarpeessa, on tavoitteeksi otettava haluttava lähiö, jonne tahdo-
taan muuttaa, vaikka olisi varaa muuhunkin. Olisiko lähiöissä erityisiä ominaisuuksia, joiden varaan rakentamalla voisimme tuoda asumistoiveet yhteen?

Olettaen, että palvelut ovat lähiöissä helpommin järjestettä-
vissä, kuin haja-asutusalueella tai väljillä pientaloalueilla, keski-
tyn työssäni pihan eri muunnoksiin. Tässä artikkelissa esittelen
seitsemän lähiökorjaamiseen sopivaa kerrospihatalon tyyppiä. Näissä monin tavoin käytettävät yksityiset ulkotilat yhdistyvät
kerrostalon infrastruktuuriin. Pihan käsitän rakennettuna tai ra-
kentamatta jätettynä tilana, joka on alusta erilaisille yleensä ulko-
na tapahtuville toiminnoille. Piha voi olla rakenteeltaan parveke,
lämpimän tilan päälle sijoittuva terassi tai maantasopiha.

Pihojen kattamisella ja sulkemisella lasituksin voidaan li-
sätä asuntoon puolilämmintä tilaa, joka laajentaa pihan käyt-
tömahdollisuuksia ja pidentää käyttöaikaa keväällä ja syksyllä. Lasittamisen on todettu vähentävän lämmitykseen tarvittavan
energian määrää. Erityisen suuri energiaa säästävä vaikutus la-
situksella on tyypillisissä 1960- ja 1970-lukujen rakennuksissa
niiden huonon lämmöneristyksen vuoksi. Lasitettu tila muo-
dostaa julkisivulle puskurivyöhykkeen, joka vähentää lämpö-
häviöitä. Tällainen asuttava puskurivyöhyke voi olla vaihtoehto
julkisivun lisäeristämiseksi.³

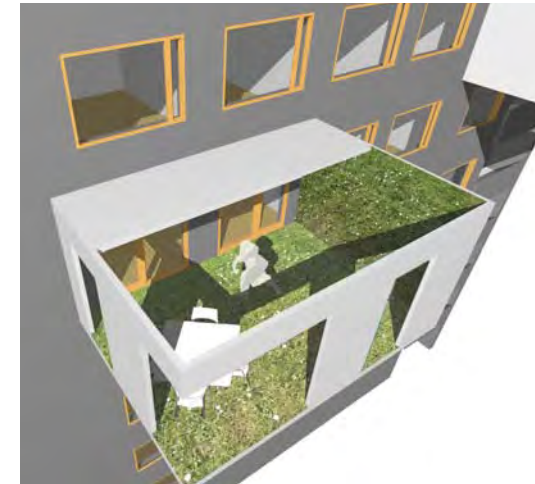
Seitsemän lähiökorjaamiseen sopivaa kerrospihatalon tyyppiä:

1 OLEMASSA OLEVAN PARVEKKEEN JATKAMINEN



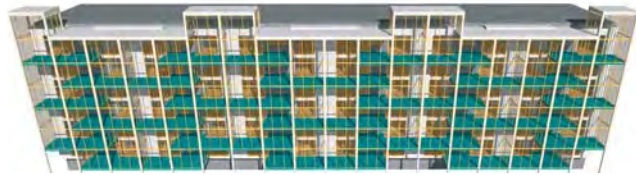
Olemassa olevaa parvekettä laajen-
netaan joko ulokerakenteena tai
itsensä kantavana parveketornina.
Pihat kääntyvät päällekkäisissä
kerroksissa vastakkaisiin suuntiin
siten, että niille saadaan osittain
kahden kerroksen korkeus.

2 PARVEKE TILAELEMENTILLÄ



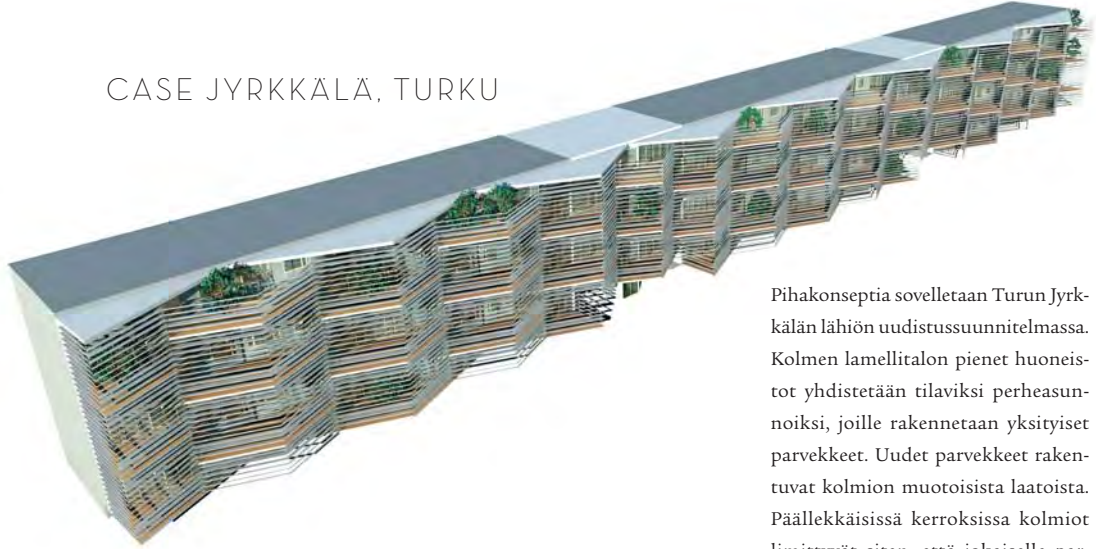
Kevytrakenteinen elementtikontti
ripustetaan kerrostalon välipohjis-
ta tai kantavista seinistä. Olemassa
oleva ikkuna puretaan ja korvataan
parvekeovella. Konttien seinät ovat
kerroksen korkuiset, mikä suojaa nä-
kymiä viereisten asuntojen ja kont-
tien välillä. Rakenteet on upotettu
konttien pieliseiniin.

3 JULKISIVUN PARVEKEVYÖHYKE

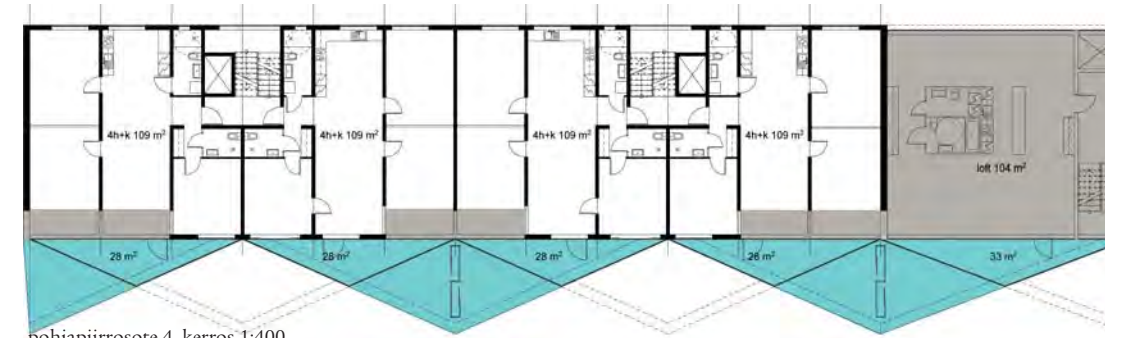


Koko julkisivu kuorrutetaan parvekevyöhykkeellä. Jokainen parveke on osittain yhden ja osittain kahden kerroksen korkuinen. Kaksikerroksisen osan sijainti vaihtelee päällekkäisissä kerroksissa. Yhteys asunnosta ulkotilaan järjestyy matalan parvekeosuuden kautta. Näin estetään eri asuntojen tuuletusilmojen sekoittuminen.

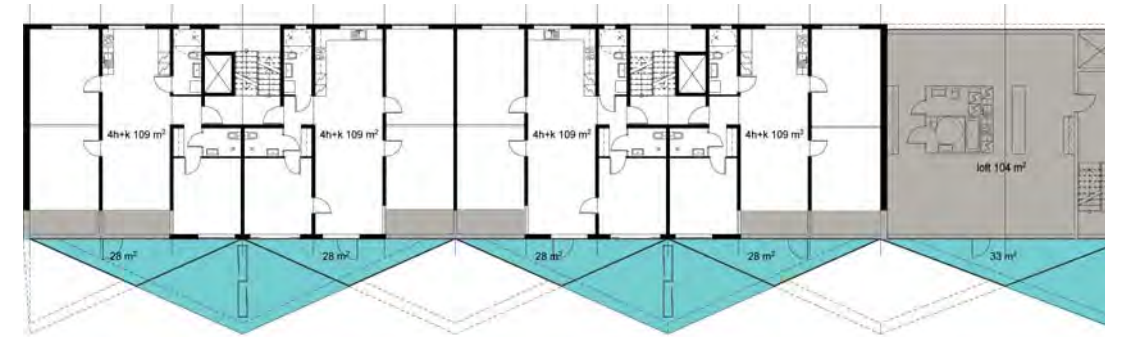
CASE JYRKKÄLÄ, TURKU



Pihakonseptia sovelletaan Turun Jyrkkälän lähiön uudistussuunnitelmassa. Kolmen lamellitalon pienet huoneistot yhdistetään tilaviksi perheasunnoiksi, joille rakennetaan yksityiset parvekkeet. Uudet parvekkeet rakentuvat kolmion muotoisista laatoista. Päällekkäisissä kerroksissa kolmiot limittyvät siten, että jokaiselle parvekkeelle saadaan osittain kaksikerroksista tilaa. Parvekkeet voidaan lasittaa kauttaaltaan, tai siten, että vain yksikerroksinen osuus on lasitettu. Parvekkeiden ulkoseinä muodostuu puusäleiköstä, joka toimii näkö- ja auringosuojana.



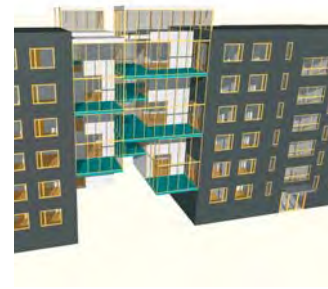
pohjapiirrosote 4. kerros 1:400



pohjapiirrosote 3. kerros 1:400

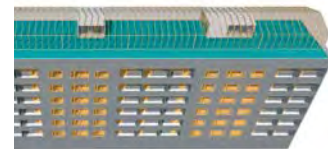


4 PARVEKE RAKENNUSTEN VÄLIIN



Vierekkäisten asuinkerrostalojen umpiseinien väliin rakennetaan piha-laajennus. Tässä yhteydessä voidaan lisätä myös lämmintä tilaa päätyhuoneistoon. Piha on osittain kaksikerroksinen. Pihan kaksikerroksinen osuus vaihtaa paikkaa päällekkäisissä kerroksissa.

5A PIHA KATOLLE - YHTEISPIHA



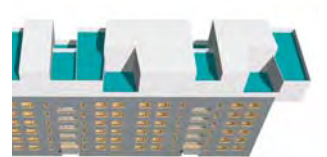
Porrashuonetta korotetaan yhdellä kerroksella jatkumaan katolle asti esimerkiksi porrashuonekorjauksen tai uuden hissien rakentamisen yhteydessä. Olemassa oleva vesikatto päällystetään kevytrakenteisella teras-silauoituksella ja katon reunoille rakennetaan kaiteet.

5B PIHA KATOLLE - ASUNTOKOHTAINEN PIHA



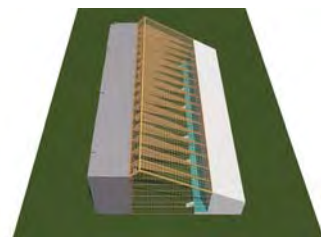
Ylimmän kerroksen asunnoille rakennetaan porraskäytävät, joiden kautta päästään nousemaan katolle. Porraskäytävä liitetään asunnossa esim. olemassa olevaan ikkunaukkoon, jota laajennetaan oveksi. Pihan voi jakaa asuntojen kesken tai se voi olla yhteistä vapaata tilaa.

5C PIHA KATOLLE - TÄYDENNYSRAKENTAMINEN



Varsinkin kasvukeskuksissa olemassa olevien rakennusten katon käyttöönotto tonttimaaksi voi olla perusteltua. Ullakkorakentaminen on suosittua kaupunkien keskustoissa ja rakennusten korottamista muutamalla kerroksella suunnitellaan jo lähiöihin.

6_A PIHA MAANTASOLLE - ATRIUM



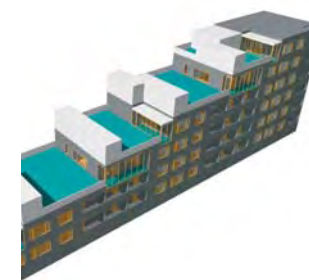
Olemassa olevan lamellitalon ja uuden rivitalon väliin jäävä piha suljetaan lasilla. Lasitettu atrium toimii sisäänkäyntipihana ja oleskelupihana. Kaikki atriumiin rajautuvat asunnot ovat läpitalon asuntoja. Atriumia voi käyttää taloyhtiön yhteisenä kasvihuoneena ja se voi toimia osana rakennusten ilmanvaihtoa.

6_B PIHA MAANTASOLLE - ASUNTOKOHTAINEN PIHA



Ensimmäisen kerroksen asunnoille avataan yhteys pihalle rakentamalla porras nykyiseltä parvekkeelta maantasolle. Pihaja rajataan aidoin ja varistorakennuksin. Toisen kerroksen parvekkeilta voidaan rakentaa silta varaston katolle, jolloin saadaan laajennettua myös toisen kerroksen asuntonjen yksityistä ulkotilaa.

7_A PIHA PURKAMALLA - TERASSOINTI



Rakennus puretaan terassoidusti siten, että ylimpien kerrosten asunnoille avautuu suuret terrassipihat. Vanhan välipohjan muutos uudeksi yläpohjaksi lisää rakennepaksuutta ja asunnosta onkin nouseva noin kolme askelta terassille.

7_B PIHA PURKAMALLA - VYÖHYKE



Talosta puretaan puolet pois ja leikkuuspintaan rakennetaan uusi julkisivu, jota aukottamalla asuntoihin ja porrashuoneeseen saadaan lisää luonnonvaloa. Jäljelle jäävät asunnot yhdistetään kaksikerroksisiksi paritaloiksi. Puretun osan kantavat rakenteet hyödynnetään uuden pihavyöhykkeen rakentamiseen.



2.4 Toteutuneen ja laskennallisen energiankulutuksen erot

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla asuinkerrostalon laskennalliseen ja toteutuneeseen energiankulutukseen perustuvia energiatehokkuuslukuja (ET-luku [kWh/brm2/vuosi]). Tavoitteena on myös selvittää asuinkerrostalon lämmönkulutuksen jakautuminen ilmanvaihdon, johtumishäviöiden ja lämpimän käyttöveden kesken. Tutkimuksessa hyödynnettiin mittausaineistoa, jossa on 727 kerrostalokiinteistön lämmitysenergian, kaukolämpöveden, kiinteistösähkön ja veden kulutustiedot. Aineistosta valittiin kuusi asuinkerrostalokiinteistöä eri vuosikymmeniltä siten, että niiden valmistumisvuodet sijoittuvat eri lämmöneristeen suunnittelupaksuuksien ajanjaksoille. Taulukossa 1.1 on perustietoja valituista kohteista ja taulukossa 1.2 on kohteiden kulutustietoja vuodelta 2008.

Sanna Boström,
tekn.yo. &
Jukka Lahdensivu
TkT

KUVA (Pekka Tynkkynen)

Taulukko 1.1 Kohteiden tietoja

	RAKENNUS- VUOSI	SIJAINTI	RAKENNUS- TILAVUUS [Rm3]	KERROSALA [m2]	ASUKAS- LUKU	ULKOSEINÄRAKENTEEN LÄMMÖNERISTEEN PAKSUUS [mm]
KOHDE 1	1965	Helsinki	4875	1074	31	50
KOHDE 2	1974	Tampere	15030	3425	98	90
KOHDE 3	1978	Tampere	19990	4452	137	120
KOHDE 4	1981	Tampere	7780	1900	56	120
KOHDE 5	1989	Järvenpää	3770	910	29	140
KOHDE 6	1992	Tampere	17150	4158	114	140

Taulukko 1.2 Kohteiden kulutustietoja vuodelta 2008

	LÄMMITYS- ENERGIAN KULUTUS [Mwh]	LÄMMITYSTARVE- LUKUKORJATTU ENERGIAN KULU- TUS [Mwh]	KIINTEISTÖ- SÄHKÖN KULUTUS [kwh]	VEDEN KULUTUS [m3]	OMINAISLÄMMITYS- ENERGIAN KULUTUS [kWh/Rm3]	KIINTEISTÖ- SÄHKÖN OMI- NAISKULUTUS [kWh/Rm3]	VEDEN OMINAIS- KULUTUS [l/as/vrk]	VEDEN OMINAIS- KULUTUS [l/Rm3]
KOHDE 1	207	294	15 514	1 694	60	3,2	150	347
KOHDE 2	571	678	78 416	6 000	45	5,2	168	399
KOHDE 3	830	996	75 228	7 310	50	3,8	146	366
KOHDE 4	281	326	31 318	3 755	42	4,0	184	483
KOHDE 5	139	177	18 616	1 591	47	4,9	150	422
KOHDE 6	690	817	79 499	7 388	48	4,6	178	431

1 *D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007.* Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

2 *Energiatodistusopas 2007.* Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. Ympäristöministeriö, 2009.

Energiankulutuksen ja energiatehokkuusluvun laskenta

Rakennuksen energiankulutus ja energiatehokkuusluku lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 ohjeiden¹ sekä Ympäristöministeriön Energiatodistusoppaan² avulla. Energiatehokkuusluku saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen lämmitettyjen tilojen bruttopinta-alalla. Kerrostalossa energiankulutukseen lasketaan mukaan lämmitysenergian, kiinteistösähkön ja mahdollisen jäähdytysenergian kulutus. Jotta eri puolella Suomea sijaitsevat rakennukset olisivat vertailukelpoisia keskenään, on niiden lämmitysenergiankulutus suhteutettava Jyväskylän sähkään. Taulukossa 2.1 on kohteiden laskennalliset ja toteutuneet energiankulutukset sekä niitä vastaavat energiatehokkuusluvut ja -luokat.

Taulukko 2.1 Toteutunut ja laskennallinen energiankulutus, energiatehokkuusluku ja -luokka

	RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS [kWh]		TOTEUTUNEEN KULUTUKSEN ERO LASKEN- NALLISEEN	ENERGIATEHOKKUUSLUKU [kWh/brm2/vuosi]		ENERGIATEHOKKUUSLUOKKA	
	TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN		TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN	TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN
KOHDE 1	309 383	329 358	-6%	180	191	D	E
KOHDE 2	756 171	1 058 220	-29%	145	203	D	E
KOHDE 3	1 070 997	1 324 599	-19%	155	191	D	E
KOHDE 4	357 321	388 322	-8%	134	145	C	D
KOHDE 5	196 069	189 002	+4%	158	153	D	D
KOHDE 6	896 512	805 787	+11%	150	135	D	C

Kohteiden 1 – 4 laskennallinen energiankulutus on suurempi kuin toteutunut energiankulutus. Etenkin kohteilla 2 ja 3 ero toteutuneen ja laskennallisen kulutuksen välillä on todella suuri. Vastaavasti kohteiden 1 - 4 laskennalliseen energiankulutukseen perustuva energiatehokkuusluku on suurempi toteutuneeseen verrattuna. Kohteiden 5 ja 6 toteutunut energiankulutus on suurempi laskennalliseen energiankulu-

tukseen verrattuna ja vastaavasti niiden toteutuneeseen energiankulutukseen perustuva energiatehokkuusluku on suurempi laskennalliseen verrattuna.

Ilmanvaihdon merkitys

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaan rakennuksen energiankulutuksen laskennassa käytetään ilmapuotoluvun arvona n50 = 4 1/h, jos lukua ei tunneta¹. Laskennassa on myös käytetty ilmanvaihtokertoimen arvoa 0,5 1/h, koska tietoa kohteiden ilmanvaihtokertoimen suuruudesta ei ollut saatavilla. Laskennallista energiankulutusta on varioitu ilmapuotoluvun ja ilmanvaihtokertoimen avulla, jotta nähdään kertomien suuruuksien vaikutukset laskennalliseen kulutukseen. Ilmapuotoluvun pienentyessä arvosta n50 = 4 1/h arvoon n50 = 1 1/h on laskennallinen energiankulutus 7–10 % pienempi kohteesta riippuen. Rakennuksen tiiveydellä on siten suuri merkitys energiankulutukseen.

Ilmanvaihtokertoimen pienentyessä arvosta 0,5 1/h arvoon 0,1 1/h on laskennallinen energiankulutus 14 – 20 % pienempi. Toisaalta ilmanvaihtokertoimen suurentuessa arvosta 0,5 1/h arvoon 0,7 1/h on laskennallinen energiankulutus 7 – 10 % suurempi. Lähiökerrostaloissa on tyypillisesti vain poistoilmanvaihto ilman lämmön talteenottoa. Ilmanvaihdon määrällä on siten suuri merkitys rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen, sillä ulkoa tulevaa kylmää ilmaa joudutaan lämmittämään ja lämmitetty ilma puhalletaan suoraan ulos.

Määräystasoa (0,5 vaihtoa tunnissa) pienemmällä ilmanvaihdolla on mahdollista saada merkittävää energiankulutuksen pienenemistä. Tällöin oleellinen kysymys on, kuinka paljon ilmanvaihtoa voidaan pienentää huoneilman laadun oleellisesti siitä kärsimättä. Voidaanko ilmanvaihto esimerkiksi ajastuksella ohjata pienemmäksi päiväajaksi, kun asukkaat suurimmalta osin ovat töissä tai koulussa. Toisaalta kesäkaudella, jolloin kerrostaloasunnoissa on usein liian lämmin, ilmanvaihtoa tulisi tehostaa.

3 C4 Lämmöneristys. Ohjeet 2003.
Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Maan lämmönvastuksen huomioon ottaminen laskennassa
Energiankulutuksen laskennassa maanvastaisen alapohjan läpi johtuvan energian määrä lasketaan käyttäen U-arvoa, joka ei huomioi alapohjan alapuolisen maan lämmönvastusta. Kohteiden energiankulutukset on laskettu uudelleen käyttäen alapohjan U-arvona Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C4 mukaan³ laskettua U-arvoa, joka ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Tällöin laskennallinen energiankulutus on 10 – 27 % pienempi kohteilla 1 – 3. Muilla kohteilla maan lämmönvastuksen huomioon ottaminen ei vaikuta rakennuksen energiankulutuksen laskennalliseen arvoon. Taulukossa 2.2 on kohteiden laskennalliset ja toteutuneet energiankulutukset sekä niitä vastaavat energiatehokkuusluvut ja –luokat, kun laskennallisessa kulutuksessa on huomioitu maan lämmönvastus.

Taulukko 2.2 Toteutunut ja laskennallinen energiankulutus, energiatehokkuusluku ja -luokka, kun energiankulutus on laskettu maan lämmönvastus huomioiden

	RAKENNUKSEN ENERGIAANKULUTUS (MAAN LÄMMÖNVASTUS OTETTU HUOMIOON) [kwh]		TOTEUTUNEEN KULUTUKSEN ERO LASKEN- NALLISEEN	ENERGIATEHOKKUUSLUKU (MAAN LÄMMÖNVASTUS OTETTU HUOMIOON) [kwh/brm2/vuosi]		ENERGIATEHOKKUUSLUOKKA	
	TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN		TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN	TOTEUTUNUT	LASKENNALLINEN
KOHDE 1	309 383	296 348	+4%	180	172	D	D
KOHDE 2	756 171	769 047	-2%	145	148	D	D
KOHDE 3	1 070 997	1 038 896	+3%	155	150	D	D
KOHDE 4	357 321	389 837	-8%	134	146	C	D
KOHDE 5	196 069	189 002	+4%	158	153	D	D
KOHDE 6	896 512	795 070	+13%	150	133	D	C

Kun energiankulutus lasketaan alapohjan alapuolisen maan lämmönvastus huomioiden, on kohteiden 1 – 3 laskennallinen kulutus lähellä toteutunutta kulutusta joka tarkoittaa myös sitä, että kohteiden energiatehokkuuslukujen laskennalliset arvot ovat lähellä toteutuneita arvoja.

Lämmönkulutuksen jakautuminen
Kohteiden käyttöveden lämmitykseen kulunut energia on mitattu ja ilmanvaihdon lämmitykseen kulunut energia on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaan¹. Johtumishäviöihin kulunut energia on saatu vähentämällä mitatusta lämmitysenergian määrästä veden ja ilmanvaihdon lämmitykseen kuluneet energiat. Johtumishäviöiden jakautuminen eri rakennusosille on laskettu rakennusosien pinta-alojen ja U-arvojen perusteella. Ikkunoiden osuuteen on laskettu myös parveke- ja ulko-ovet. Johtumishäviöiden jakautumisessa on pieniä kohdekohtaisia eroja, mutta keskimäärin noin puolet johtumishäviöistä tapahtuu ikkunoiden, parvekeovien sekä ulko-ovien kautta ja noin kolmasosa ulkoseinien kautta. Taulukossa 3.1 on lämmönkulutuksen jakautuminen kohteittain ja taulukossa 3.2 johtumishäviöiden osuudet lämmönkulutuksesta.

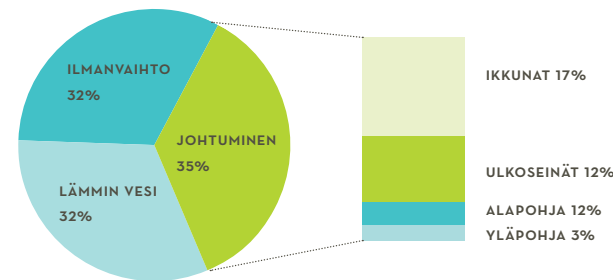
Taulukko 3.1 Kohteiden lämmönkulutuksen jakautuminen

	KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYS	ILMANVAHDON LÄMMITYS	JOHTUMISHÄVIÖT
KOHDE 1	20%	28%	52%
KOHDE 2	33%	34%	33%
KOHDE 3	28%	31%	41%
KOHDE 4	42%	36%	22%
KOHDE 5	36%	32%	32%
KOHDE 6	33%	32%	35%

Taulukko 3.2 Johtumishäviöiden osuus lämmönkulutuksesta

	IKKUNAT	ULKOSEINÄT	YLÄPOHJA	ALAPOHJA
KOHDE 1	22,3%	16,9%	7,3%	5,4%
KOHDE 2	13,0%	12,5%	2,9%	4,8%
KOHDE 3	19,4%	12,9%	3,4%	5,6%
KOHDE 4	10,5%	7,1%	1,8%	2,5%
KOHDE 5	17,1%	7,3%	3,5%	3,8%
KOHDE 6	17,5%	12,0%	1,8%	3,5%

Kuva 3.3 Kohteiden lämmönkulutuksen jakauman keskiarvo.



Lämmönkulutuksen jakauma vaihtelee suuresti kohteittain. Lämpimän käyttöveden osuus on 20 – 42 %, ilmanvaihdon lämmityksen osuus on 28 – 36 % ja johtumishäviöiden osuus on 22 – 52 % kohteesta riippuen. Kuvasta 3.3 nähdään, että kohteiden lämmönkulutuksen keskiarvo jakautuu melko tasaisesti ilmanvaihdon, johtumishäviöiden ja lämpimän käyttöveden kesken.

Johtopäätökset

Laskennalliseen energiankulutukseen perustuva energiatehokkuusluku ei vastaa toteutuneen kulutuksen mukaista energiatehokkuuslukua. Etenkin kohteilla 2 ja 3 on suuri ero laskennallisen ja toteutuneen energiatehokkuusluvun välillä ja vain yhdellä kohteella laskennallinen energiatehokkuusluku on lähes sama toteutuneen kanssa.

Alapohjan alapuolisen maan lämmönvastuksen huomioonilla on suuri merkitys laskennalliseen energiankulutukseen, koska alapohjan U-arvo eroaa huomattavasti siitä, lasketaanko se Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5¹ vai C4³ ohjeiden mukaan. Toisaalta tulosten perusteella voidaan päätellä, että maan lämmönvastuksen huomioonottamisella on merkitystä lähinnä vanhemmille asuin kerrostaloille, joissa alapohjien lämmöneristys on usein varsin vaatimaton tai sitä ei ole ollenkaan. Koska asuin kerrostalon energiatehokkuusluku pe-



rustuu laskennalliseen energiankulutukseen vain uudisrakennuksella, ei alapohjan U-arvon laskentatavalla ole tällöin suurta vaikutusta asuin kerrostalon energiatehokkuuslukuun.

Kohteiden lämmönkulutuksen keskiarvon perusteella lämmönkulutus asuin kerrostalossa jakautuu lähes tasan kolmeen osaan: käyttöveden lämmityksen osuus on 32 %, ilmanvaihdon osuus on 32 % ja johtumishäviöiden osuus on 36 %. Johtumishäviöistä noin puolet tapahtuu ikkunoiden ja parvekeovien kautta, noin kolmasosa ulkoseinien kautta ja loput ala- ja yläpohjien kautta. Suurin energiansäästöpotentiaali koko lähiökerrostalokannasta löytyy siis ikkunoiden ja parvekeovien uusimisesta.

Koska toteutuneiden ja laskennallisten energiatehokkuuslukujen välillä sekä lämmönkulutusten jakaumissa oli suuria kohdekohtaisia eroja, olisi tarpeen tutkia useampia kerrostaloja.

KUVA (Pekka Tynkkynen)

2.5 Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon energiankulutukseen

Ulrika Uotila,
tekn.yo. &
Jukka Lahdensivu
TkT

1 Rakennusalan suhdanne-ryhmä: *Rakentaminen 2011-2012*. Valtiovarainministeriö, 2011. [Viitattu 10.11.2011].
Saatavissa: http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/02_taloudelliset_katsaukset/20110913Rakent/RAK-SUraportti_13092011.pdf

2 Isaksson, K. et al: *Korjausrakentaminen 2000-2010*. Espoo, VTT Tiedotteita 2154, 2002.

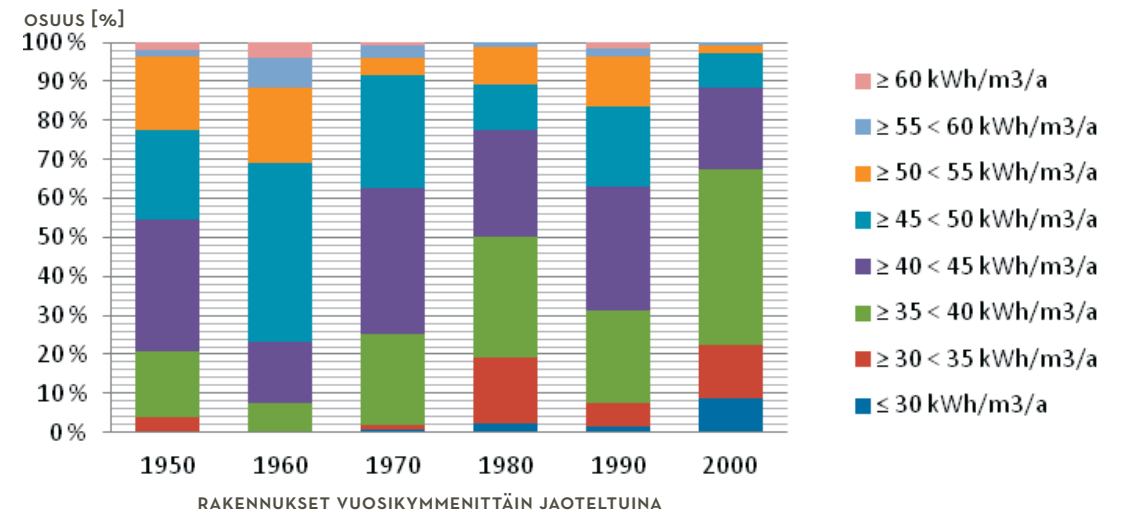
Korjausrakentaminen on lisääntynyt viime vuosina 3-5 % vuosivauhdilla ^{1,2} ja lähivuosina kasvun ennustetaan olevan parin prosentin luokkaa. Tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa suurin osa Suomen asuinkerrostalojen korjauksista tehdään 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuihin kohteisiin. Tämän aikakauden rakennukset edustavat myös suurinta osaa koko kerrostalokannastamme. Yleensä korjauksiin ryhdytään erilaisten vaurioiden ilmestyessä, mutta myös rakennuksen energiatehokkuutta pystytään parantamaan muiden korjausten yhteydessä melko helposti ja kustannustehokkaasti. Tavallisesti yksittäisten korjaustoimenpiteiden vaikutus kerrostalojen energiankulutukseen on kuitenkin melko vähäinen, vain noin muutaman prosentin luokkaa.

Energiankulutuksessa suuria eroja rakennusten välillä

Rakennusten lämpöenergiankulutuksissa on suuria eroja. Useimmat paljon lämpöenergiaa kuluttavat kerrostalot on rakennettu 1960 ja 1970 -luvuilla. Lämpöenergiankulutukseen vaikuttaa rakenteiden ja tilaohjelman lisäksi merkittävästi ilmanvaihto. Koneellinen ilmanvaihto alkoi yleistyä 1970-luvulla ja erityisesti 1990-luvun rakennusten kulutuksessa näkyy lisääntyneiden ilmamäärien aiheuttama lämmönkulutuksen kasvu. Kuvaajassa 1 on esitetty eri vuosikymmenillä rakennettujen kerrostalojen lämmönkulutuksen jakaumaa. Lähtötietoina on käytetty yli 700 eri puolella Suomea sijaitsevan kerrostalokiinteistön mitattuja lämpöenergiankulutustietoja. Pohjois-Suomen kerrostalokannan lämpöenergiankulutus on ilmasto-olojen vuoksi noin 20 % suurempaa kuin Etelä-Suomen kerrostalojen kulutus. Asuinkerrostalot jaetaan energiankulutuksen perusteella eri energiatehokkuusluokkiin (ET-luokkiin). Suurin osa Suomen asuinkerrostaloista kuuluu E-luokkaan. Tällöin kerrostalon energiankulutus on 181-230 kWh/a/brm².

Eri korjaustoimenpiteiden vaikutukset lämpöenergiankulutukseen vaihtelevat huomattavasti eri kohteiden välillä. Yleensä on kannattavinta korjata paljon energiaa kuluttavia rakennuksia eli kerrostaloja, jotka kuuluvat esimerkiksi E- tai F-energiatehokkuusluokkiin. Korjausrakentamisessa energiatehokkuuteen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota varsinkin 1950-, 1960- ja 1970-lukujen suureen rakennuskantaan, sillä näiden rakennusten energiatehokkuutta pystytään parantamaan merkittävästi.

Kuvaaja 1: Kiinteistötietokannan ja kulutusaineiston perusteella eri vuosikymmenillä rakennettujen asuinkerrostalojen ominaiskulutuksen jakautuminen



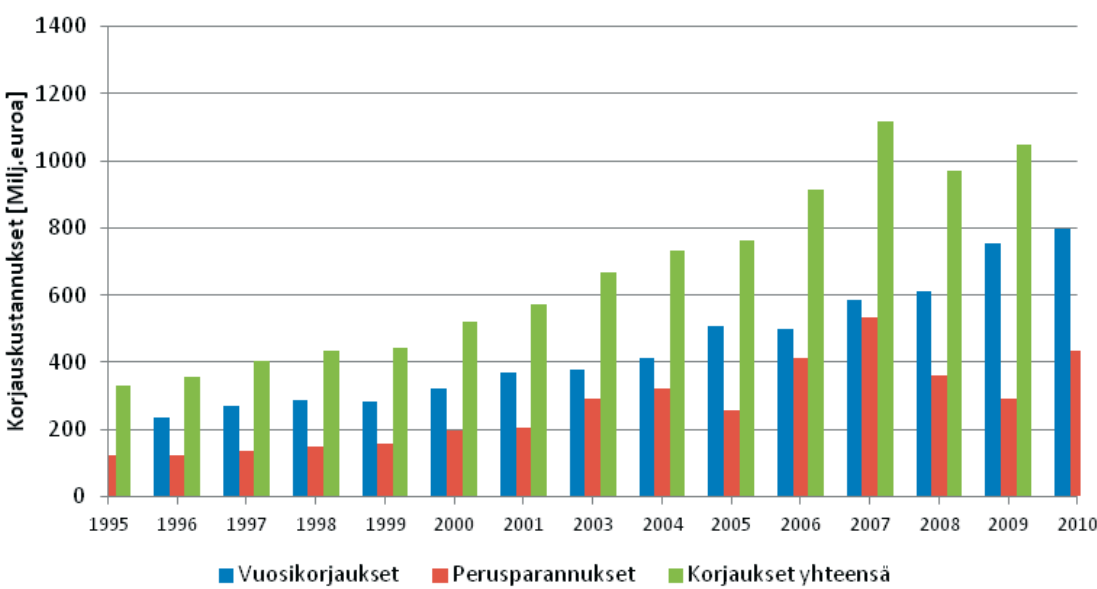
Korjausrakentaminen ollut kasvussa viimeiset kymmenen vuotta

Korjausrakentamisen arvo oli Suomessa vuonna 2010 noin 9,5 miljardia euroa ja tästä noin 5,3 miljardia euroa oli asuinrakennusten korjaamista. Kerrostaloja korjattiin vuonna 2010 2,75 miljardin euron arvosta, taloyhtiöiden teettämien korjausten

3 Rakennusalan suhdanneryhmä: *Rakentaminen 2011*. Valtionvarainministeriö, 2011.

ennakoidaan lisääntyvän korjausikään tulevien yhtiöiden määrän kasvun johdosta³. Asuinrakennusten korjausten arvo oli samaa luokkaa kuin uudisasuntojen rakentamisen arvo. Kuvaajassa 2 on esitetty asunto-osakeyhtiöiden teettämien korjausten kustannuksia eri vuosilta.

Kuvaaja 2: Asunto-osakeyhtiöiden teettämien korjausten kustannukset⁴



4 Tilastokeskus: *Asumisen tilastot. 2011*. [Viitattu: 20.9.2011]. Saatavissa: http://pxweb2.stat.fi/databaase/StatFin/databasetree_fi.asp

Tällä hetkellä julkisivujen ja parvekkeiden korjaustarpeen arvo on noin 3,5 miljardia euroa. Vuonna 2050 korjaustarpeen arvioidaan olevan noin 7 miljardia euroa. Julkisivukorjausten kustannuksia voitaisiin pienentää 10–20 % ennakoimalla korjauksia paremmin. Tällöin raskaiden korjausten määrää voitaisiin vähentää. Suojaavia korjaustapoja kannattaisi käyttää enemmän uudemmassa rakennuskannassa, jolloin suojaamisella voitaisiin saavuttaa enemmän etuja.^{1,3,5}

Kustannuksilla mitattuna noin kaksi kolmasosaa korjauksista on rakennusteknistä korjaamista. Talotekniikkakorjauksia on noin neljäsosa. Loput korjaustoimenpiteet käsittävät muun muassa piha-alueen korjaustöitä. Ulkovaipan korjaustoimenpiteiden osuus koko korjaustoiminnasta on noin kolmasosa ja ne painottuvat erityisesti 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuihin taloihin, myös ikkuna- ja ovikorjauksia tehdään eniten näihin taloihin. Tulevaisuudessa kerrostalojen korjaustarpeiden oletetaan kohdistuvan erityisesti julkisivuihin sekä LVI-järjestelmiin.^{2,6}

Energiatehokkuutta parantavien korjausten kannattavuus

Yleensä energiatehokkuutta parantavat korjaukset ovat kannattavampia Pohjois-Suomessa kuin Etelä-Suomessa. Investointien kustannukset ovat pohjoisempina edullisempia ja lämmönkulutus suurempaa. Näin ollen Pohjois-Suomessa korjaustoimenpiteillä saavutetaan myös suurempia säästöjä. Lämmöntalteenotto sen sijaan ei ole Pohjois-Suomessa eteläistä Suomea kannattavampaa, koska pohjoisessa lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteet jäävät heikommiksi pitempien pakkasjaksojen vuoksi.

Korjaustoimenpiteitä vertaillen järjestelmien, laitteiden ja osien eripituiset käyttöiät aiheuttavat eroja kannattavuuslaskelmiin. Tulevia käyttöiä ei voida tarkasti tietää ja käyttöiän arvioinnissa on huomioitava myös huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden vaikutus sekä energiankulutus. Lisäksi pitäisi tietää rakennuksen käyttö- ja rasitusolosuhteet sekä eri tekijöiden vaikutus toimenpiteiden ja järjestelmien käyttöikään. Suunnittelun ja rakennustyön laadulla on myös merkittävä vaikutus käyttöikään. Laitteen tai järjestelmän vanhetessa huolto- ja kunnossapitokustannukset kasvavat, minkä seurauksena vanhan järjestelmän ylläpitäminen ei ole enää kannattavaa, vaikka teknistä käyttöikää vielä olisikin jäljellä.⁷

Yksittäisillä korjaustoimenpiteillä on yleensä mahdollista saavuttaa enintään 10 prosentin säästö kerrostalon lämpöener-

5 Koliö, A: *Betonilähiöiden julkisivujen tekninen korjaustarve*. Diplomityö. TTY, Rakennetun ympäristön tiedekunta, Tampere, 2010.

6 *Korjausrakentamisen strategian toimeenpanosuunnitelma 2009–2017*. Ympäristöministeriö. Raportteja 7/2009.

7 Heimonen, I. et al: *Talotekniikan elinkaarikustannukset*. VTT Tiedotteita 2409. Espoo, 2007.

giansästä. Vain lämmöntalteenottoon siirryttäessä voidaan saavuttaa suurempia säästöjä. Yksi merkittävimmistä ja edullisimmista lämpöenergiankulutukseen vaikuttavista toimenpiteistä on lämmönsäätö. Monissa kerrostaloissa huonelämpötilat ovat turhan korkeita ja säädöllä voidaankin vähentää lämpöenergiankulutusta parhaimmillaan jopa 15 %. Muita kannattavimpia melko edullisia toimenpiteitä ovat lämmönsiirtimen sekä patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen. Näillä toimenpiteillä saadaan yleensä noin 5 % lämpöenergiankulutussäästöjä.

Ikkunoiden uusiminen tai etuikkunoiden asennus voi parhaimmillaan tuoda 10 % säästön lämpöenergiankulutukseen. Etuikkunoiden asennus on usein ikkunoiden uusimista selvästi edullisempaa ja toimenpide soveltuu melko hyväkuntoisten ikkunoiden yhteyteen. Yleensä etuikkunat soveltuvat käytettäväksi erityisesti julkisivun lisäeristämisen yhteydessä. Energiansäästöero U-arvoltaan 1,0 W/m²K ja 1,2 W/m²K ikkunoilla on noin yhden prosentin luokkaa. Ikkunoiden uusimisen tai tiivistämisen yhteydessä on tehtävä aina lämmönsäätö, sillä muuten lämpöenergiankulutus useimmiten kasvaa. Parvekelasituksella on mahdollista saavuttaa 5-10 % lämpöenergiansäästö. Parvekelasituksella hyötävät eniten paljon lämpöenergiaa kuluttavat kerrostalot, joissa parvekkeet on suunnattu etelään ja asunnon korvausilma otetaan parvekkeen kautta.

Julkisivun lisälämmöneristämällä on mahdollista saavuttaa noin 10 % lämpöenergiansäästö, yleensä säästöt ovat kuitenkin selvästi pienempiä. Julkisivun lisäeristäminen on tavallisesti sitä kannattavampaa mitä huonompi on kerrostalon ulkoseinän U-arvo ja mitä enemmän seinässä on kylmäsiltoja. Lisäksi lisäeristäminen on suuremman lämmöntarpeen vuoksi Pohjois-Suomessa jonkin verran kannattavampaa kuin Etelä-Suomessa. Lisälämmöneristämisen pidentää julkisivun käyttöikä ja sillä saavutetaan lämpöenergiansäästön lisäksi myös huolto- ja kunnossapitosäästöjä. Myös elementtisaumojen kunto vaikuttaa merkittävästi vaipan tiiveyteen ja lämmöneristävyyteen, sillä saumojen uusimisella voidaan saavuttaa muutaman prosentin lämpöenergiansäästö.



IV-korjaus energiatehokas mutta kallis korjaus

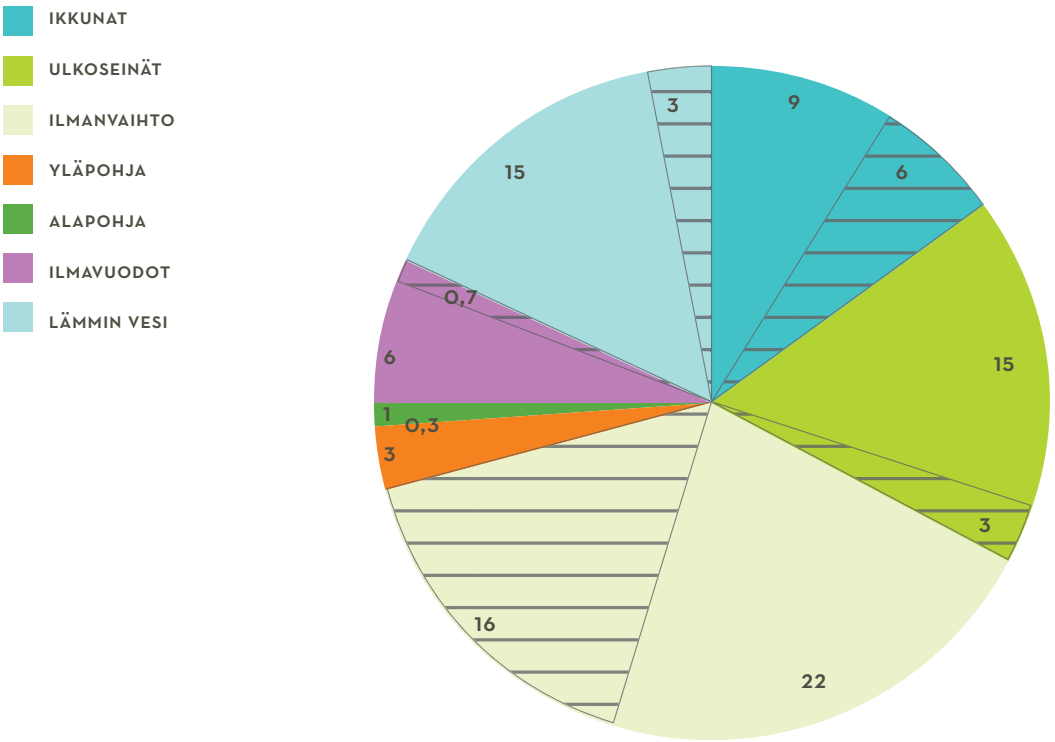
Eniten lämmönergiankulutukseen voidaan vaikuttaa ilmanvaihtokorjauksella ja siihen liitettävällä lämmöntalteenotolla. Ilmanvaihtokorjaukset ovat monesti haastavia toteuttaa ja kustannuksiltaan kalliita, erityisesti purku- ja asennustyön osuus kustannuksista on suuri. Yleensä helpoin tapa on rakentaa peruskorjauksissa huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä ja sijoittaa tulo- ja poistoilmalaitteet ulkoseinille. Keskitetty tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä on kuitenkin hankinta- ja asennus- sekä huoltokustannuksiltaan usein huoneistokohtaista järjestelmää hieman edullisempi. Ilmanvaihtojärjestelmään liitettävällä lämmöntalteenotolla voidaan saavuttaa jopa yli 30 % lämpöenergiansäästö, lisäksi sisäilman laatua saadaan parannettua. Rakenteen tiiviys vaikuttaa lämmöntalteenoton kannattavuuteen ja yleensä vaippaa kannattaakin tiivistää ennen ilmanvaihtokorjauksia. Lämmöntalteenotolla voidaan saavuttaa suurimmat säästöt paljon (yli 200 kWh vuodessa) energiaa kuluttavissa kerrostaloissa. Lämmöntalteenoton hyötysuhde vaikuttaa merkittävästi säästön suuruuteen.

KUVA (Pekka Tynkkynen)

Energiakorjausten säästöpotentiali

Kuvaajassa 3 esitetään tyypillisen 1970-luvun asuinkerrostalon lämmönkulutusjakauma ja eri korjaustoimenpiteiden säästö-potentiaali. Väreillä on kuvattu eri rakennusosien vaikutusta lämmönkulutukseen prosentteina ja viivoitettu alue ilmoittaa kyseiseen rakennusosaan kohdistuvan lämpöenergiesäästön korjauksen jälkeen. Korjaamalla kaikkia alla esitettyjä raken-nusosia ja järjestelmiä rakennuksen lämpöenergiankulutusta voitaisiin saada pienennettyä jopa 30 prosenttia ja ET-luokka paranisi 70-luvun rakennusten tyypillisestä E-luokasta luok-kaan D.

Kuvaaja 3: Korjaustoimenpiteiden vaikutus tyypilliseen 1970-luvun kerrostaloon



Taulukossa 1 on esitetty toimenpiteiden vaikutus lämpö-energiesäästöön yksityiskohtaisemmin. Korjausaineiston mu-kainen säästö viittaa energiankulutusmuutoksiin, jotka on ke-rätty 119 korjatusta kerrostalosta. Lisäksi taulukossa esitetään säästö torni- ja lamellitaloille. Nämä arvot on saatu tekemäl-lä energiasimulointeja IDA-ICE -ohjelmalla todellisille kerros-talokohteille. Korjaustoimenpiteiden järjestyksessä on otettu huomioon saavutettavissa oleva energiasäästö sekä korjaus-kustannus. Taulukossa on ensiksi esitetty kannattavimpia toi-menpiteitä ja lopussa on energiasäästön kannalta vähemmän kannattavia ratkaisuja.

Taulukko 1: Korjaustoimenpiteiden vaikutus energiasäästöön

KORJAUSTOIMENPIDE	KUSTANNUS [€/m]	SÄÄSTÖ, KORJAUS- AINEISTO [snt/kWh]	SÄÄSTÖ, TORNITALO [snt/kWh]	SÄÄSTÖ, LAMELLITALO [snt/kWh]
Lämmönsäätö+patteri- ja lin- jasäätöventtiilien uusiminen	5-15	0,48	—	—
Lämmönsäätö	1-5	0,24	—	—
Lämmönsiirtimen uusiminen	5-15	0,29	—	—
Etuikkunat	20-30	0,29	—	—
Ikkunoiden uusiminen	45-70	0,32	0,38	0,52
Parvekelasitus	10-25	0,28	0,17	0,28
Elementtisaumojen uusiminen	5-10	0,13	—	—
Parvekeovien uusiminen	10-25	0,19	0,04	0,06
Yläpohjan lisäeristäminen	—	—	0,02	0,05
Patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen	5-10	0,16	—	—
Nuohous ja ilmavirtojen säätö	1-2	0,06	—	—
Ulkoseinien peittävä korjaus+ lisälämmöneristäminen	200-300	—	0,14	0,33
Ikkunoiden tiivistys	1-5	0,00	—	—
Ulko-ovien uusiminen	2-10	0,00	0,00	0,07



3 KAUPUNGIN EKOSYSTEEMI

Lähiöitä tarkastellaan myös osana seutua ja suhteessa kaupunkirakenteeseen, josta lähiöt erottuvat. Kun tavoitellaan energiatehokkuutta kaupungin ekosysteemissä, on merkittävää kiinnittää huomiota ensinnäkin tilan tarpeen vähentämiseen. Tämä viittaa minimituloihin, tilojen päällekkäis- ja rinnakkaiskäyttöön sekä erilaisiin väliaikaiskäyttöihin. Toisaalta tulisi vähentää liikkumisen tarvetta. Lähiöiden yhteydessä tämä tarkoittaa, että asumisen rinnalle tarvitaan palveluja ja työpaikkoja. Nykyistä palvelujärjestelmää voidaan innovoida esimerkiksi uudenalaisilla hajautetuilla palveluilla. Kolmanneksi tulisi pyrkiä vähentämään teollisesti tuotettujen hyödykkeiden eli tavaroiden ja laitteiden tarvetta. Tähän päästään esimerkiksi kehittämällä yhteiskäyttöjärjestelmiä, kuten tavaralainaamoja. Kaikki nämä nojaavat ajatukseen siitä, että uuden palvelun on oltava nykyisestä laadukkaampaa, jotta sille löytyy käyttäjiä.¹

Kaupunkirakenne on muuttunut keskustavetoisesta yksiköstä kohti monikeskuksista verkostoa². Tässä verkostossa tarvitaan persoonallisia alakeskuksia. Tällaisten noodien täydennysrakennusmalleissa kiinnostavaa on se, että niiden toteutumisen logiikat ovat hyvin erilaisia. Yhdessä rakennetaan yhden omistajan maalle suurella investoinnilla. Toisessa rakentaminen on neuvottelua naapurustossa, pienten kustannusten hajaantuessa usealle. Näin ollen voisi ajatella, että kehittymisen ollessa epävarmaa, voidaan kaikki mahdollisuudet aktivoida. Riippuen kontekstista, malleista juuri siinä tilanteessa elinvoimaisimmasta kehittyy vallitseva. Tätä voisi kutsua adaptoituvaksi kaupunkikehittämiseksi.

OSION ARTIKKELIT:

3.1 Tuomo Joensuu: Lähiö osana kaupunkiekosysteemiä

3.2 Pekka Tynkkynen: Täydennysrakentaminen systeemin noodeihin

¹ Joensuu, T: *Tulevaisuuden kaupungin ekosysteemi. Skenaarioita lähiökehittämisen tueksi*. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, 2011.

² Pakarinen, T: *Metaphors in Urban Planning. From Garden City to Zwischenstadt and Netzstadt*. Datutop 31. Tampere University of Technology, 2010.

KUVA (Pekka Tynkkynen): Liikenteellisissä solmukohtissa on vielä käyttämätöntä potentiaalia.

3.1 Lähiö osana kaupunkiekosysteemiä

Tuomo Joensuu, ark.yo.

Diplomityö 2011: Tulevaisuuden kaupungin ekosysteemi. Skenaarioita lähiökehittämisen tueksi.

Osuudessani olen pyrkinyt hahmottamaan kestäväen kehityksen ongelmakenttää, globaaleja megatrendejä ja kulutuksen rakenteita, sekä etsimään näistä näkökulmista tavoiteltavaa lähiörakenteen kehittämisen suuntaa.

Suomen suurimmilla kaupunkiseuduilla lähiöiden rooli on yhä useammin kehittynyt keskeiseksi, pientaloalueiden paettua lähiöitäkin pidempien etäisyyksien päähän kanta-kaupungista. Ne ovat siis usein laajenevan ja funktioiltaan eriytyneen suurkaupunkirakenteen sisällä olevia asumistoimintojen tiivistymiä. Lähiöt ovat monipuolisten liikenneyhteyksien ja keskeisen sijainnin vuoksi korkean saavutettavuuden paikkoja, joten niillä on mahdollisuus kehittyä toiminnoiltaan urbaaneiksi keskuksiksi. Ne eivät kuitenkaan nykyisin toimintaperiaatteeltaan useinkaan eroa muista laajenevan reunakaupungin asuinalueista. Kohtalaisen korkean asukastiheyden ja täydennettävyyden ansiosta lähiöt sisältävät mahdollisuuden synnyttää säästöä resurssien kulutuksessa monin tavoin, erityisesti toimittaessa kollektiivisesti.

Globaalit megatrendit

Ihmisten resurssien kulutus maapallolla on kestävämmällä tasolla. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana maapallon biodiversiteetistä on kadonnut kolmannes. Tämän on aiheuttanut väestönkasvu, mutta myös yksilöllisen kulutuksen lisääntyminen ja näiden aiheuttama ilmastomuutos. Vaikeasti enakoitavien luonnonilmiöiden sekä niiden säteilyvaikutusten odotetaan lisääntyvän ja aiheuttavan epävarmoja elinolosuhteita kaikkialla. Teollisuusmaat ovat aiheuttaneet suurimman osan maailman hiilidioksidipäästöistä, mutta niistä kärsivät eniten kehitysmaat.^{1,2}

Energiaintensiivisten ja uusiutumattomasta energiasta riippuvaisten talouksien voidaan odottaa ajautuvan sosiaaliin ja taloudellisiin ongelmiin luonnonvarojen hupenemisen myötä. Öljyn käyttö energianlähteenä on keskeisin ilmastomuutok-

sen aiheuttaja, mutta sen myös ennustetaan ehtyvän seuraavien vuosikymmenien aikana. Öljyn saatavuus säteilee myös paljon energiaa ja öljyä valmistamiseensa tarvitsevien materiaalien saatavuuteen. Kiinnostus kohdistuu edelleen uusiutumattomiin primäärienergianlähteisiin, kuten ydinvoimaan tai öljyyn, vaikka niihin verrattuna uusiutuvat energianlähteet on todettu panos-tuotto-suhteeltaan kilpailukykyisiksi.^{3,4}

Kehittyvän tekniikan odotetaan parantavan resurssitehokkuutta ja sen myötä elämän laatua, mutta toistaiseksi tekninen kehitys on johtanut ainoastaan lisääntyvään resurssien kulutukseen. Suurimmat ongelmat ympäristössämme aiheutuvat tekniikan harkitsemattomasta käytöstä, josta hyvä esimerkiksi on lisääntyvän yksityisautoilun aiheuttamat ympäristövaikutukset. Tekniikan kehittämisen lisäksi on siis kiinnitettävä huomiota sen käyttötapoihin ja riskeihin.

Kuluttamisen tarve

Ympäristöministeriö on todennut kulutusryhmistä asumisen, liikkumisen ja ruoan ilmastovaikutuksiltaan suurimmiksi⁵. Suomalaisten energian kulutuksesta suurin osa, jopa 60 prosenttia, aiheutuu tilan käytöstä, kuten sisätilojen ylläpidosta, rakentamisen aiheuttamasta energian kulutuksesta ja kuljetamisesta⁶. Erilaisten käyttöhyödykkeiden tarpeen lisääntymisen myötä lisääntyy tarve myös teollisuustuotannolle ja tilankäytölle. Yksilöllisten kulutustottumusten vertailusta on pääteltävissä, että erityyppisten elämäntapojen välillä saattaa olla kymmenkertaisia eroja kulutusvalintojen aiheuttamassa resurssien kulutuksessa. Merkittäviä eri elämäntapojen ympäristövaikutuksia erottavia tekijöitä ovat tulotaso, talouden henkilömäärä ja liikkumistottumukset.⁷

Erilaisten ympäristöä säästävien, uusien ja tunnettujen energiatehokkuusparannuksien kirjo on valtava ja ne tuottavat elinkaarensa aikana investointinsa kustannukset takaisin moninkertaisesti. Esimerkiksi rakennusten lämpöenergian kulutus on muiden remonttien yhteydessä puolitettavissa toimenpiteillä, joiden aiheuttamat lisäkustannukset ovat 1-2 prosent-

3 Hall, C. in Pimentel D. Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems : *Peak oil, EROI, Investments and the economy in uncertain future*. Springer, NY, 2008.

4 <http://www.theoil drum.com/node/3810> [viitattu 15.3.2012]

5 Seppälä J. et al: *Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla*. SY20/2009.

6 Heljo J, Nippala E, Nuuttila H: *Rakennuskannan tehokkaampi energiankäyttö (EKOREM)*. TTY, Rakentamistalouden laitos, Tampere, 2005.

7 Kotakorpi E, Lähteenoja S, Lettenmeier M: *Kotitalouksien luonnonvarojen kulutus ja sen pienentäminen - KotiMIPS*. Ympäristöministeriö, Helsinki, 2008.

8 Kurvinen A: *Korjaustoiminnan energiataloudellisten valintojen systematiikka*. Diplomityö, TTY, 2009.

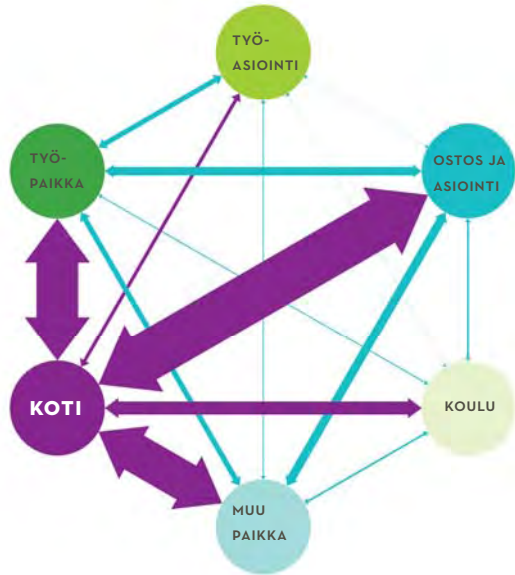
1 ICPP: *Vaikutukset, sopeutumisen ja haavoittuvuus*. Bryssel, 2007.

2 WWF: *Living planet report 2008*. WWF International.

tia kiinteistön arvosta⁸. Valitettavasti korjaustoiminta nähdään huonosti tuottavana tapana kehittää kaupunkia, minkä seurauksena puolet uudisrakentamisen tarpeesta syntyy vanhojen rakennusten poistumasta. Tämän vie resursseja korjaustoiminnalta ja aiheuttaa korkean rakennustuotannon energiankulutuksen.⁶

Keskeisin liikkumisen tarvetta lisäävä tekijä on asuintoimintojen eriytyminen muista toiminnoista. Nopea liikkuminen on mahdollistanut toimintojen eriytymisen toisistaan ja kasautumisen suuriksi yhden toiminnon klustereiksi. Organisaatiot ovat voineet yksittäisten asukkaiden liikkumisen kustannuksella minimoida oman toimintansa kulut tai saada kasautumisesta markkinaetua. Autoliikenteen aiheuttamat lieveilmiöt, kuten melu ja päästöt, ovat aidosti kaupungeissa elämänlaatua heikentäviä tekijöitä, jotka synnyttävät itseään voimistavan kehän ajamalla ihmisiä asumaan väljemmille ja hiljaisemmille

Kohteiden väliset matkat⁹



kaupunkien reuna-alueille.

Teknisen kehittämisen avulla saavutettavat energiansäästöt ovat jokseenkin rajalliset ja kompensoivat vaivoin lisääntyvän tilantarpeen aiheuttamaa energiankulutuksen kasvua. Tämän vuoksi huomiota on lisäksi kiinnitettävä tilan ja liikkumisen tarpeen vähentämiseen, mikä saattaa johtaa radikaaleihin muutoksiin kaupunkirakenteen toiminnallisuudessa. Esimerkiksi liikennevälineiden tarve vähenee merkittävästi vasta kun yhdyskuntajärjestelmä aidosti mahdollistaa elämäntavan ilman liikennevälineitä. Tämä toteutuu, jos kaupunkirakenteessa onnistutaan pitämään huoli asuin-, työ-, palvelu- ja vapaa-ajan toimintojen tasapainoisesta suhteesta kävelijän tai pyöräilijän vaikutussäteellä. Lähiöitä olisi siis kehitettävä toiminnoiltaan monimuotoisemmiksi, mutta samalla olisi löydettävä keinoja vähentää tilan tarvetta.

Tekniikan vaikutus yhdyskuntajärjestelmään

Informaatioteknologian myötä on syntymässä uusi palvelurakenne, joka voi kehittyä nykyistä palvelujärjestelmää saavutettavammaksi. Tietotekniikka mahdollistaa monipuolisesti palvelevan hajautetun palvelujärjestelmän, uuden paikasta riippumattoman työn kulttuurin sekä resurssien jakamiseen perustuvia liiketoimintakäytäntöjä. Ilmiöiden myötä vähenevät funktioiden eriyttämisen ja keskittämisen tarve sekä tämän myötä liikkumisen tarve. Internet-asiointi muuttaa kaupankäyntiä siirtämällä ostopäätöksen tekemisen ja muun palveluasioinnin yksityiselämän alueelle. Yksilöllisen asiakkaan kohtaaminen markkinointistrategiana korostuu. Myyjän työ muuttuu uudelleen liikkuvaksi ja hänen etunsa on päästä lähelle tilannetta, jossa ostopäätös tehdään, jopa ihmisten koteihin. Tavaroiden esittely siirtyy paikkoihin joissa niitä käytetään, kuten urheiluvälineet urheilupaikoille, työkalut työpaikoille, muoti muotinäytöksiin. Perinteiset suuret marketit vähenevät tai muuttuvat logistisiksi keskuksiksi ja kaupan tilat muuttuvat asuntoa lähellä sijaitseviksi paikoiksi, joihin tilatut tavarat toimitetaan. Näiden yhteyteen saattaa syntyä myös elämyksel-

KUVA (Tuomo Joensuu):
Automaattivarasto





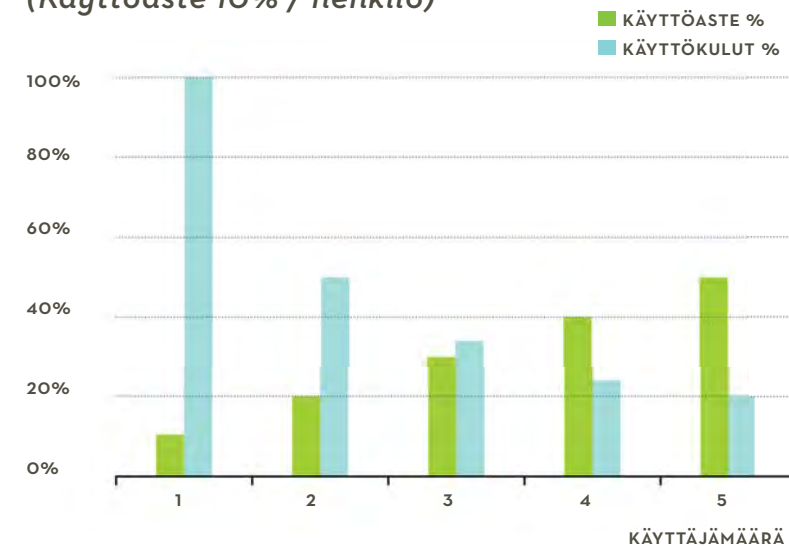
KOLLAASI (Tuomo Joensuu): Tulevaisuudessa, palvelutalouden tuottaman kilpailun kautta, yritykset saattavatkin hakeutua lähemmäs asiakkaitaan hajauttamalla palveluita todella pieneen mittakaavaan, vaikkapa korttelikohdaksi lähipalvelukeskuksiin, suuryksikköihin keskittämisen sijasta.

10 Deloitte: *Kaupun tulevaisuus ja verkkokauppa Suomessa*. Kaupan ohjausryhmän kokous, ympäristöministeriö, 17.2.2009. [haettu 12.2.2012] saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=101600&lan=fi>

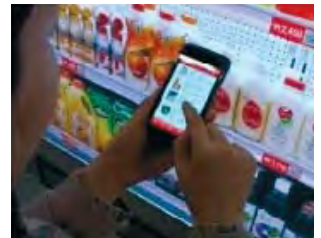
lisiä ja tavaroiden esittelyyn liittyviä toimintoja, hyvinvointipalveluita, etätöitä tai -opiskelua tukevia palveluita, viihde- ja ravintolapalveluita, jne. Toimintojen ryppäistä muotoutuu asuinalueille lähipalvelukeskuksia.

Päivittäistavarakaupassa verkkoasiointi on kasvanut hitaammin kuin muussa vähittäismyynnissä ¹⁰. Suomen harvassa yhdyskuntarakenteessa päivittäistavaroiden kotiinkuljetus jää kustannustehottomuutensa vuoksi välivaiheen kokeiluksi tai lisäpalveluksi. Ehkä lisääntyviin lähikauppoihin ilmestyy mahdollisuus täydentää valikoimaa internetistä tilattavalla valikoidulla, jolloin tilatut ruokaostokset voi noutaa muiden ostosten yhteydessä. Tämä tulee kustannustehokkaaksi, kun keskusliikkeiden keräily kehittyä yksittäisten vähittäispakkausten tarkkuuteen, mikä poikkeaa nykyisestä toimituseriin perustuvasta tukkukaupasta. Tulevaisuuden lähikauppa voi myös kerätä informaatiota asiakkaiden tilaamista tai muualta hankkimista tuotteista ja muokata vakituista valikoimaansa sen perusteella paikallisesti sopivaksi. Todennäköisesti päivittäistavaroiden ja käyttötavaroiden logistiikka ja palvelu yhdistyvät. Tihenevästä pienmyymälöiden verkostosta, internetkaupalla täydennettynä, tulee vartenotettava kilpailija suurille marketeille.

Käyttäjämäärän vaikutus käyttökuluihin (Käyttöaste 10% / henkilö)



Informaatioteknologia mahdollistaa uudet tavat jakaa resursseja, mikä muuttaa kulutuskäytäntöjä. Tällä voi olla merkittäviä positiivisia vaikutuksia yhdyskuntarakenteen resurssituottavuuteen ja kansantalouteen. Yhteisessä käytössä olevista käyttöhyödykkeistä on saatavissa parempi sijoitetun pääoman tuotto ja tuottavuuden paraneminen kompensoi kulutuksen vähenemisen aiheuttaman liikevaihdon pienenemisen. Yhteis- ja vuokrakäytöstä syntyvillä säästöillä on positiivinen vaikutus kuluttajien talouteen, mikä mahdollistaa laatuun panostamisen. Valinnan vapaus lisääntyy, kun kuluttaja ei ole sitonut pääomaansa yhteen vajaakäyttöiseen hyödykkeeseen. Ympäristönsuojelun näkökulmasta kiinnostavimmat jaettavat resurssit ovat tila ja liikennevälineet. Tilan yhteiskäytöllä on välitön vaikutus tarvittavan tilan määrään ja sitä kautta tehokkain vaikutus energiankulutukseen. Myös autojen yhteiskäyttöjärjestelmä korvaa 4-10 yksityisessä omistuksessa olevaa autoa ¹¹, eli vähentää merkittävästi pysäköintitilan tarvetta ja edistää tehokkaasti vähemmän tilaa tarvitsevan joukko liikenteen käyttöä. Yhteiskäyttöisten resurssien hallintaan on kehitetty ja on edelleen kehittyvässä toimivia tietoteknisiä käytäntöjä.



KUVAT (www.homeplus.co.kr & <http://www.freshdirect.com>): Internet-ruoka-kaupasta ostaminen ja ruuan keräilyprosessi ennen kotiin toimitusta.



11 <http://www.managenergy.net/resources/331> [haettu 15.3.2012]

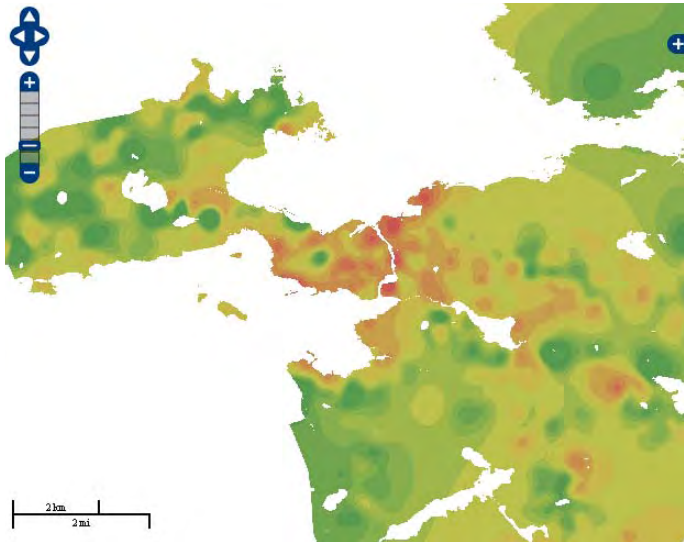
Muutos kaupunkisuunnittelussa

Kehittyvä tiedonkäsittely mahdollistaa aikaisempaa ajan-tasaisempaan ja tarkempaan tietoon perustuvan kaupunki-tutkimus- ja kehitystyön. Älykkäillä tilastollisilla menetelmillä datamassasta löydettyjen rakenteiden avulla voidaan selvittää kaupunkirakenteessa tapahtuvien ilmiöiden epälineaarisiaakin vuorovaikutussuhteita ja siten ymmärtää kaupunkirakenteen toimintaa paremmin. Paikkatieto ja aikamääreet ovat myös ti-lastotietoa, josta voidaan älykkäin menetelmin pyrkiä löytä-mään tietämystä sekä lisäksi visualisoida tilastoista löydettyjä ilmiöitä kartalla ja tehdä ne siten ymmärrettäväksi myös tilassa. Pidemmällä tähtäimellä älykkäät tilastolliset menetelmät ke-hittyvät käytettävyydeltään riittävän helpoksi yhä useammalle. Informaatioteknologian ja tutkimuksen avulla lisääntyvä tieto sekä sen hahmottamisen avuksi kehittyvät helpokäyttöiset vi-suaaliset työkalut laajentavat ihmisten tietoisuutta valintojen-sa vaikutuksesta ympäristöön ja henkilökohtaiseen hyvinvoin-tiin. Näillä ilmiöillä on parhaimmillaan kaupunkien kehitystä tasapainottavia ja energiatehokkuutta parantavia vaikutuksia

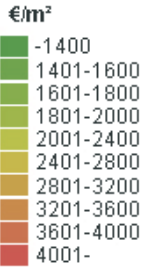
KUVA (www.walkscore.com):
Walk Score -sovelluksen arvio
Multisillan palveluiden moni-
puolisuudesta.



Tietotekniikka mahdollistaa myös optimaalisen sijoitte-lun etsimisen toiminnoille oliopohjaisten mallien avulla. Op-timoinnin haaste on siinä, että se voidaan ratkaista ainoastaan määrittelemällä sille keinotekoiset rajat ja tietty ajan hetki. Muuttuva kaupunki uhkaa menettää jatkuvasti optimaalisen tilan, joten sen täytyisi optimoitua jatkuvasti eli adaptoitua. Tämä mahdollistuu parantamalla yhdyskuntajärjestelmässä vuorovaikutusta ja kiinnittämällä suunnittelussa huomiota joustavuuteen.

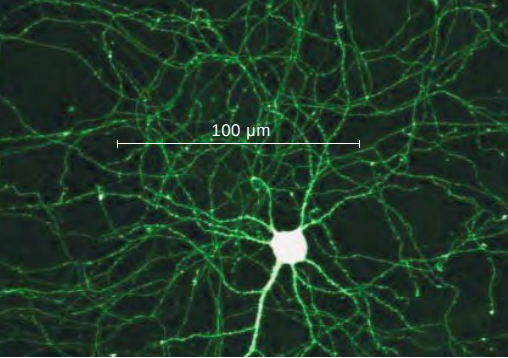


KUVA (<http://kuluttaja.etuovi.com>): Avoimesta sovelluksesta saatua tietoa asuntojen hinta-tasosta Tampereella.

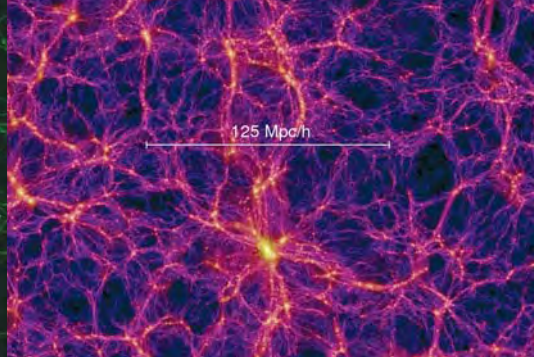


Kasvava paine parantaa kaupunkiseutujen energiatehokkuutta tulee johtamaan maankäytön suunnittelussa aikai-sempaa voimakkaampiin pyrkimyksiin tiivistää kaupunkira-kennetta ja rajoittaa kaupunkiseutujen laajenemista. Koska lähiöt ovat suhteellisen väljästi rakennettuja mutta suhteessa muuhun kaupungin reuna-alueeseen tiiviitä alueita, ne ovat potentiaalisia palveluiden kehittämisen ja täydennysrakenta-misen paikkoja. Korttelin tasolla tapahtuva pienipiirteisempi täydentäminen on mahdollinen täydentämisstrategia, mutta saattaa ajautua ongelmiin, ellei se lähde liikkeeseen paikallis-ten asukkaiden tahtotilasta. Tätä täydentämistä kivuttomampi tapa tiivistää kaupunkia voisi olla täydennysten kohdistaminen virkistysarvoltaan vähäisille kaupunkirakenteen sisään jääville alueille.

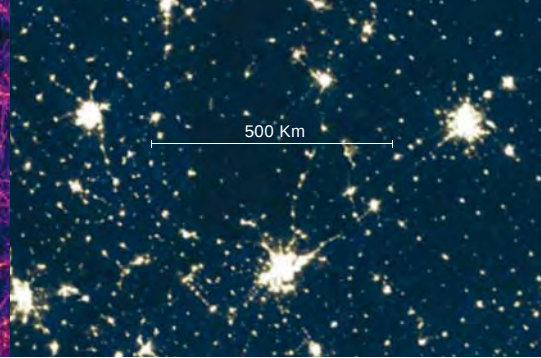
Lähiöitä ei voida ajatella muusta yhdyskuntarakenteesta erillisenä osana, vaikka niillä on tietyt kaupunkirakenteelliset ominaispiirteensä. Lähiöiden kehittäminen ei myöskään ole pelkästään niiden sisäinen asia, vaan sen on oltava kiinteä osa koko kaupunkiseudun toimivuuden, resurssituottavuuden ja ympäristön laadun parantamiseen tähtäävää kehitystyötä.



KUVA (V.S. Ramachandran): Neuroneita.



KUVA (Max-Planck-Institut für Astrophysik): Tietokonesimulaatio viipaleesta universumia. .



KUVA (Google Earth): Yösatelliittikuva USA:sta.

Pekka Tynkkynen, arkkitehti

Diplomityö 2011: Lähiön emergssi. Energiatehokas täydennysrakentaminen kasvavan metropolin lähiöön - Case Kontula.

Biomimiikka on luonnon systeemien, prosessien ja elementtien tutkimista sekä jäljittelyä ihmisen rakentaman ympäristön ongelmien ratkaisemiseksi.

Emergenssi on sellaisten sistemien syntymistä, jotka ovat ulottuvuudeltaan suurempia, kuin elementit jotka synnyttävät ne. Esim. kasvien ja eläinten solut noudattavat niiden DNA:lle ominaisia ohjeita organisoituaakseen suuremmiksi organismeiksi. Emergenssiä voidaan löytää myös ihmisyhteiskuntien toiminnan taustalla, ilmiöissä kuten kaupungit, internet, media ja talous.

3.2 Täydennysrakentaminen systeemin noodeihin

Tarkasteltaessa luonnon rakenteita eri mittakaavoissa, näyttävät samankaltaiset muodostelmat toistuvan niin eläinten aivosoluissa (neuronit), kuin galaksien klustereissakin. Yhdistävä rakenteellinen piirre näissä eri mittakaavoissa vaikuttaa olevan tietynlainen itseorganisoituva verkko. Tätä samaa voidaan havaita myös kaupunkien verkostoissa sekä kaupungeissa itsessään. Niidenkin rakenteet koostuvat vetovoimaisista pisteistä ja pisteiden välisistä yhteyksistä.

Suomalaiset kaupungit ovat yhteiskunnan teollistumisen myötä useista syistä kehittyneet rakenteeltaan pääosin hyvin harvoiksi. Esikaupungeista, jotka ovat levinneet tasaiseksi ”plasmaksi”, voisi pyrkiä löytämään houkuttajia, vetovoimaisia kohtia, jotka muuttaisivat kaupungin verkoston dynaamiseksi. Esimerkiksi Helsingin lähiöiden joukosta voisi pyrkiä aktiivisesti löytämään ja rohkaisemaan sekundääristen keskustojen syntyä. Kaupunkirakenteessa on kysyntää voimakkailla keskuksille, jotka pystyvät tarjoamaan kaikkia niitä toimintoja ja palveluita, joita kiinnostava urbaani asuminen vaatii.

Esittelen valitsemalleni esimerkkilähiölle, Helsingin Kontulalle, emergenssiin, kompleksisuustieteisiin, biomimiikkaan ja alueen analyysiin pohjautuvia täydennysrakennusmalleja. Mallien tarkoituksena on herättää ajatuksia ja avata keskustelua kasvavien kaupunkien lähiöiden energiatehokkaasta täydentämisestä entistä rohkeammin keinoin.

1 PYRA: Saavutettavuuspyramidi

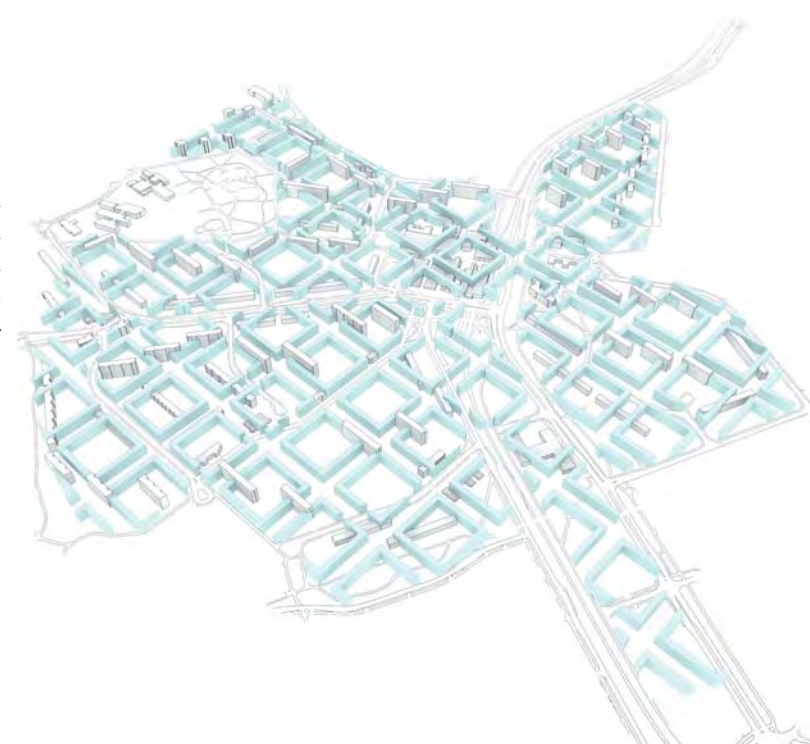
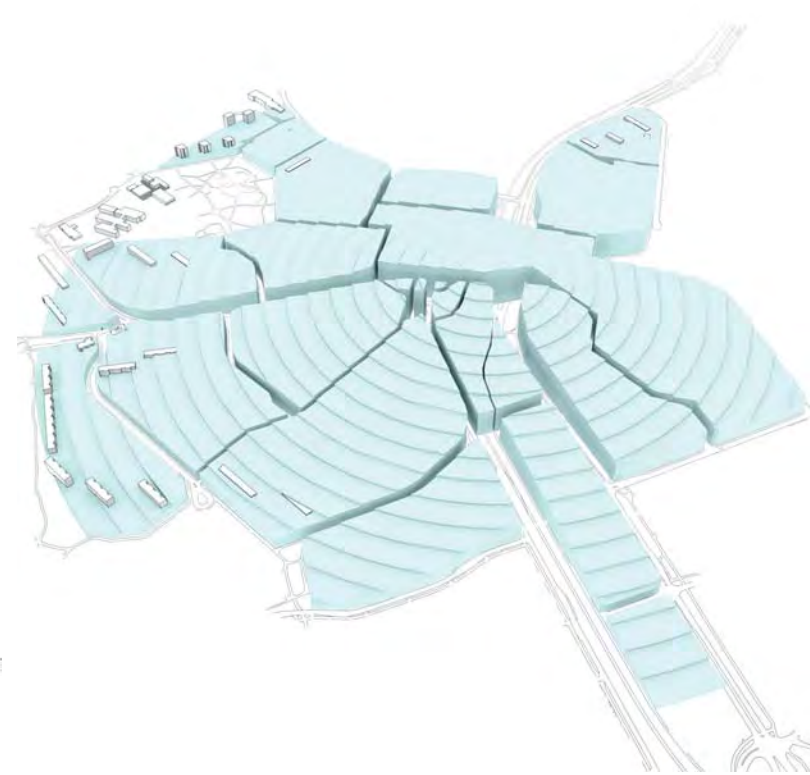
Hypoteettinen rakenne, jossa Kontulan kaikki mahdollinen rakennusala rakennetaan ainoastaan kävelysaavutettavuuden mukaan. Rakenteessa jokainen piste on enintään 10 minuutin kävelyn päässä syöttöpisteestä (metro-asema).

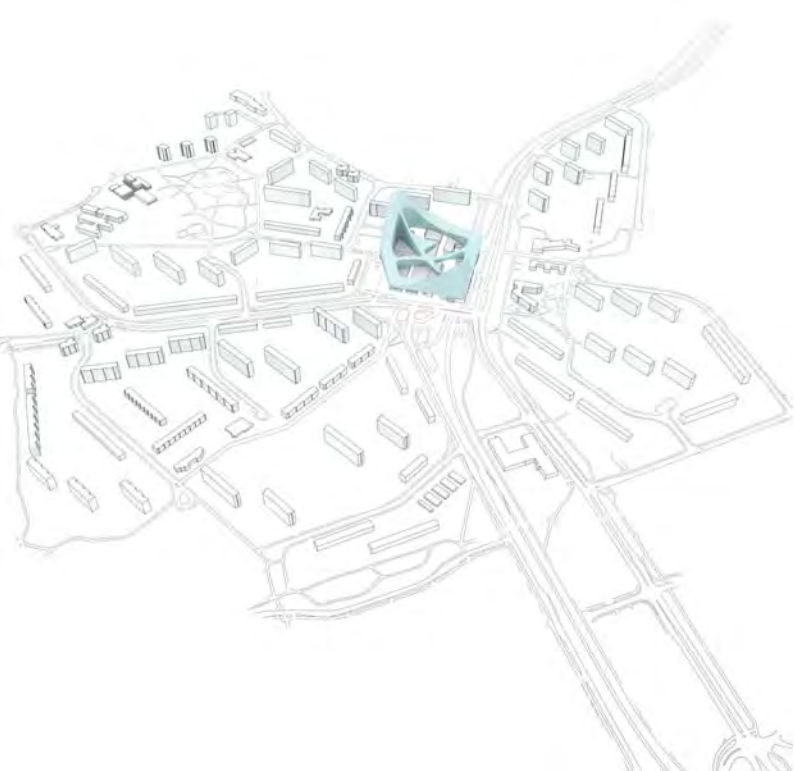


2 CITY: Kantakaupunkiutopia

Kontulan nykyrakenteeseen limitetään uusi kantakaupunkimainen rakenne, joka entiseen tiheyteen lisätynä nostaa asukastiheyden 15000 asukkaan / km2 ideaaliin (Council for European Urbanism).

Kerrosneliöitä:	1 milj.kem2
Asukasluvun lisäys:	130%
Uusia asukkaita:	16 000
Asukastiheys:	15 000 / km2

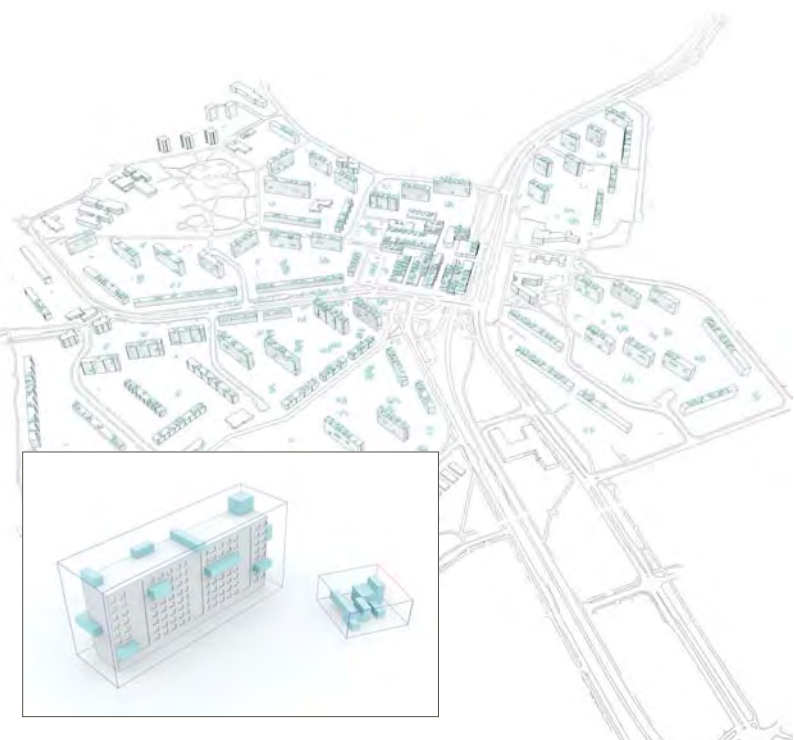




3 HILO: Ytimen kasvattaminen

Uusi asutus tuodaan koko alueen kaikkein saavutettavimmalle kohdalle, ostoskeskuksen päälle. Uusien asukkaiden määrä takaa koko alueen muuttumisen huomattavasti elävämmäksi. Toisaalta alue säilyttää muilta osin entisen hahmonsaa.

Kerrosneliöitä:	150 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	25%
Uusia asukkaita:	3 000
Asukastiheys:	7 895 / km2



4 PARA: Itseorganisoituva parasiittirakenne

Olemassaolevien rakennusten seinät ja katot muutetaan "rakennustonteiksi". Asukas voisi itse valita paikan haluamansa kokoiselleen asunnolle mistä tahansa vapaasta paikasta. Myös olemassa olevia asuntoja voisi tarpeen mukaan kasvattaa uusilla moduuleilla.

Kerrosneliöitä:	50 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	10%
Uusia asukkaita:	1 200
Asukastiheys:	6 950 / km2

5 TRAF: Liikenteen huippukohdat

Täydentäminen rajataan kehystämään alueen liikennöidyimmät kohdat. Uuden rakenteen tuominen aivan katujen reunaan muuttaisi nykyisen hieman epämääräisen ja vaikeasti hahmotettavan katukuvan tilalle elävän kaupunkimaisen tilan.

Kerrosneliöitä:	240 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	40%
Uusia asukkaita:	5 000
Asukastiheys:	8 947 / km2

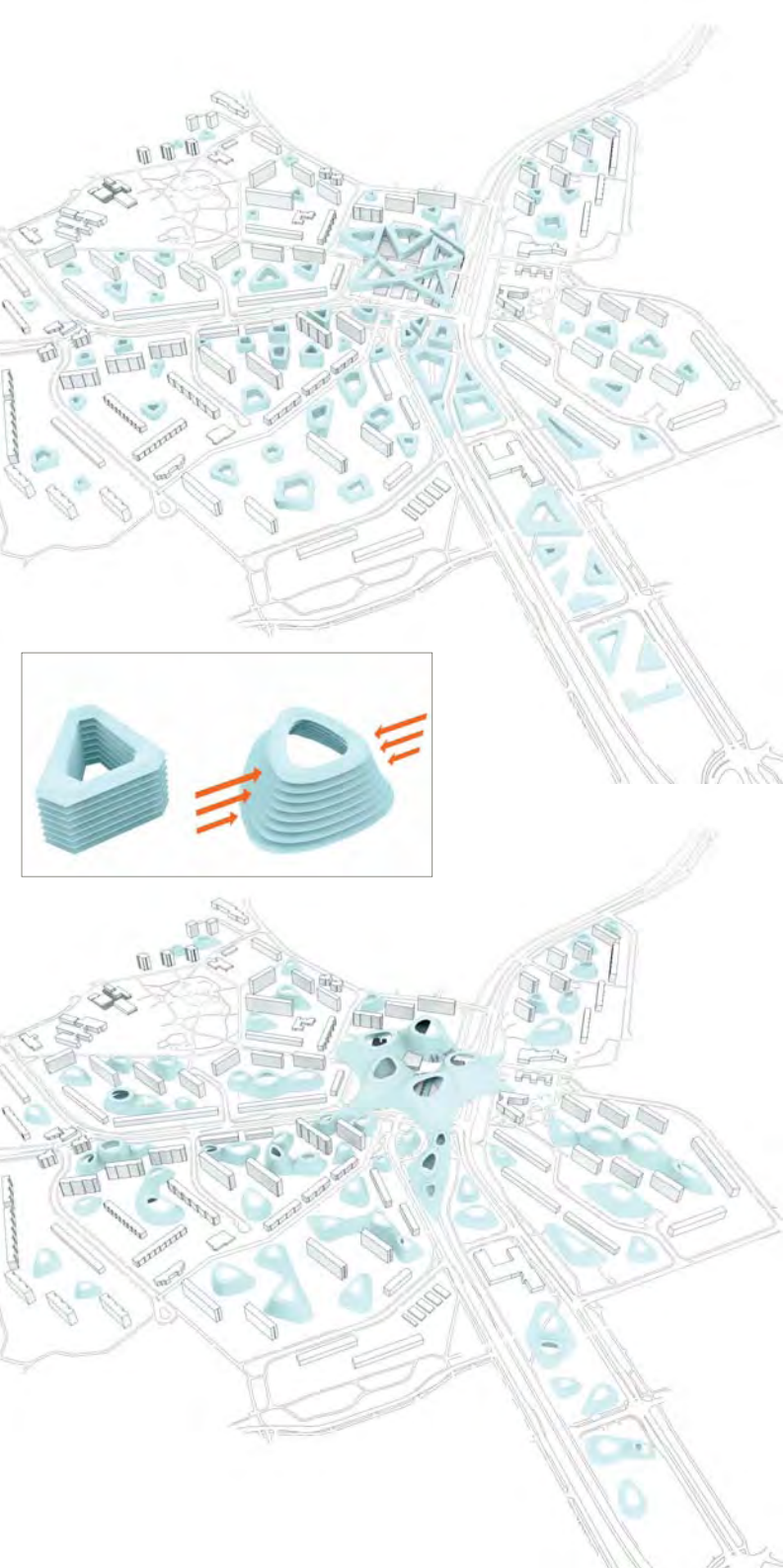


6 TWIN: Rakenteen kahdentaminen

Olemassa olevan rakenteen väleihin rakennetaan alkuperäisen kaltaisia perinteisiä kerrostaloja. Kontulan tontit on kaavoitettu niin väljästi, että esimerkiksi siirtämällä paikoitusmaan alle tai uusiin paikoitustaloihin, vapautuisi uutta rakennusala yli 60% alkuperäisestä.

Kerrosneliöitä:	360 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	60%
Uusia asukkaita:	7 200
Asukastiheys:	10 105 / km2





7 BLOC: Uudet korttelitalot

Edellistä mallia mukaillen vanhan rakenteen lomaan esim. vapautuneita paikoitusalueita hyödyntäen sijoitetaan uusia sisäpihallisia korttelitaloja.

Kerrosneliöitä:	233 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	38%
Uusia asukkaita:	4600
Asukastiheys:	8 736 / km2

8 MITO: Optimointi mikroilmaston ja saavutettavuuden mukaan.

Sisäpihallista korttelitaloa jalostaen syntyy uusi talotyyppi "mitokondrio", joka mukautuu olemassa olevaan ympäristöön aurinkoenergiaa ja kulloinkin vallitsevia mikroilmaston ominaisuuksia sekä paikan saavutettavuutta hyödyntäen. Asuminen, palvelut ja työpaikat sekottuvat läpi rakenteen. Alueelle syntyy uusi tehokas käyttöliittymä, jota pystyvät hyödyntämään sekä uudet että vanhat asukkaat ja alueen ulkopuoliset käyttäjät.

Kerrosneliöitä:	285 000 kem2
Asukasluvun lisäys:	50%
Uusia asukkaita:	6 000
Asukastiheys:	9 474 / km2



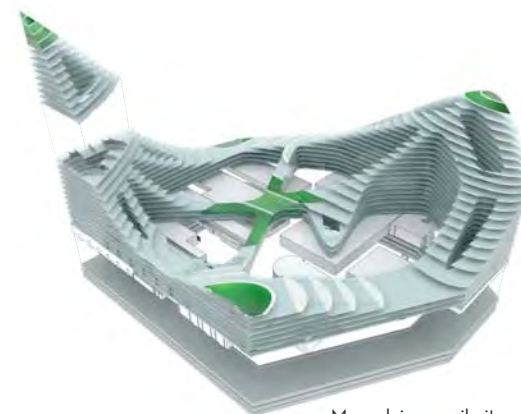
HILO

Alueen vetovoimaisuutta pyritään lisäämään maamerkinomaisella hybridirakennuksella, joka käsittää asuntoja, liiketilaa, toimistoja, lähiruoan tuotantoa, viihde-, ja liikuntatiloja, sekä epäkaupallisia yhteisötoimintoja. Ratkaisu voisi soveltua perheasuntojen ja yksiöiden lisäksi erityisen hyvin esimerkiksi palveluasumiseen, sillä kaikki tarvittavat palvelut ovat periaatteessa vain hissimatkan päässä

Mallissa Kontula pysyy muilta osin muuttumattomana ja historiallinen ominaisluonne säilytetään. Ostoskeskuksen alle voidaan myös kaivaa mittavasti paikoitusta, jolloin saadaan vapautettua koko alueelta paikoituskenttiä esimerkiksi viherkäyttöön. Saavutettavuudeltaan ostoskeskus sijaitsee kohdassa, johon noin 87 000 ihmisellä on vain puolen tunnin matka julkisia kulkuvälineitä käyttäen.

+25%

nosto nykyisestä asukasluvusta:	3 250
Asumisväljyys m2/asukas keskim:	34
Kerrosneliöitä:	100 000
Asukastiheys, asukkaita/km2:	7 895



Maanalainen paikoitus
1000 autolle.



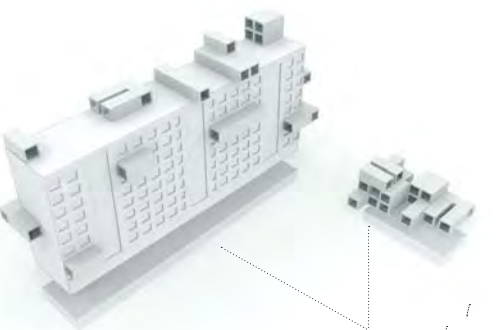
+10%

nosto nykyisestä asukasluvusta:	1 200
Asumisväljyys m2/asukas keskimäärin:	30
Kerrosneliöitä:	50 000
Asukastiheys, asukkaita/km2:	6 950

PARA

Minimiasumista ja paikallisia tarpeita tukevien palveluiden syntymisen mahdollistava malli, jossa yhtä täydennysyksikköä varioimalla pystytään vastaamaan mitä erilaisimpiin tarpeisiin ja ongelmiin. Mallin pyrkimyksenä on elävöittää aluetta ja nuorentaa väestön ikäjakaumaa sekä tuoda alueelle uudentyyppistä liiketoimintaa. Asumisen oheen voitaisiin sijoittaa esimerkiksi pientoimistoja, työtiloja, liiketilaa ja lähiruon tuotantoa.

Täydennysmalli vastaa erityisesti valtavaan vuokrayksiöiden ja kaksioiden ylikysyntään. Minimikoti kerrostalon katolla 15 minuutin päässä Helsingin keskustasta voisi olla hyvinkin haluttava asumismuoto. Malli on erittäin joustava ja itseorganisoiutvasti kysynnän mukaan täydentyvä, eikä vaadi suuria investointeja.



Maanalainen paikoitus ja mahdollinen perustusten vahvistus.

MITO

Mallissa tutkitaan uudenlaista täydennysrakennustyyppistöä, jonka pyrkimyksenä on suojata olemassaolevia rakennuksia ja yhtenäistää hajanaista kaupunkirakennetta sekä tuottaa energiaa yli oman tarpeen. Alueen harvaan rakennettuja tontteja täydentäen on mahdollista saavuttaa vähintäänkin alkuperäinen 1970-luvun asukastiheys, elinympäristön samalla parantuessa.

Rakennustyyppin asuinosa suojataan lasisella ulkokuorella, joka jättää alleen puolilämpimän terassivyöhykeen. Ulkokuori on päällystetty ohutkalvoaurinkokennolla. Tästä saatu aurinkoenergia voidaan syöttää esimerkiksi asuntojen käyttösähköksi.

Rakennusten viherkatot ja vihreä sisäpiha yhdessä terassivyöhykkeiden kanssa luovat tilanteen, jossa rakennuksen tieltä raivattu biomassassa korvautuu täysin uusilla viherrakenteilla.

+50%

nosto nykyisestä asukasluvusta:	6 000
Asumisväljyys m2/asukas keskimäärin:	34
Kerrosneliöitä:	285 000
Asukastiheys, asukkaita/km2:	9 474

Ohutkalvoaurinkokennolla päällystetty lasikuori

Paikoitusrobotti tarjoaa maanalaisen paikoituksen 120 autolle.





4 STRATEGIAT

Kun resurssit ovat vähäisiä, on erityisen merkittävää, ettei tehdä turhia investointeja. Meillä on mielikuvia lähiöiden kunnosta, jotka eivät pidä paikkaansa. Mitä tapahtuu, jos strategiamme perustuvat oletuksiin? Betonijulkisivut ja -parvekkeet ovat huomattavasti paremmassa kunnossa kuin niiden säilyvyysominaisuuksien mukaan voisi olettaa olevan. Esimerkiksi lämmöneristeet julkisivuelementeissä ovat yleisesti ottaen kuivia. Aliarvioidessamme lähiöiden rakennetun ympäristön kuntoa, aliarvioimme sitä resurssia, joka meillä on käytettävissä kestävä yhteiskunnan saavuttamiseksi.

Paikalliset asukkaat ja heidän hiljainen tietotaitonsa kuuluu myös näihin aliarvioituihin resursseihin. Asukaslähtöisyys tulee kasvamaan kestävä kehitystä tavoiteltaessa ja myös muuttumaan merkitykseltään kohti jaettua sisällöntuotantoa. Tuotteen loppukäyttäjä muuntuu tuotteen, eli lähiöasumisen, kehittäjäksi. Tähän tarvitaan asumisen kehittämistä prototyyppien kautta. Koerakentaminen on korvaamatonta, sillä laskennalliset ja konseptuaaliset mallimme eivät kykene täsmällisesti ennustamaan reaalia maailmaa. Vasta toteutettua kohdetta pääsemme mittaamaan ja seuraamaan. Vasta toteutettua asuntoa voi koeasua.

OSION ARTIKKELIT:

4.1 Jukka Lahdensivu: Lähiöiden todellinen kunto

4.2 Elina Alatalo: Kulttuurisen muutoksen tarve ja mahdollisuus ekologista kestävyyttä tavoiteltaessa

KOLLAASI (Elina Alatalo): Kuvitteellinen tilanne lähiössä, jossa suomalaisesta talvisesta resurssista, lumesta, on kasvanut oma erityinen paikalliskulttuuri.



Jukka Lahdensivu, Tkt

Väitös 2012: Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Facades and Balconies.

1 Vainio, T. et al: *Korjausrakentaminen 2000–2010*. VTT Tutkimusraportti 2154, Espoo, 2002.

2 *Tilastokeskus 2010*. [viitattu 09.08.2010] saatavissa: <http://www.tilastokeskus.fi>.

3 Vainio, T. et al: *Julkisivujen uudis- ja korjausrakentaminen*. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Tampere, 2005. Julkaisematon.

4.1 Lähiöiden todellinen kunto

Suomen kansallisvarallisuudesta rakennetun ympäristön arvoksi on vuonna 2002 arvioitu noin 300 miljardia euroa sekä rakentamisen ja kiinteistönpidon osuudeksi Suomen bruttokansantuotteesta reilut 30 %¹. Suurin osa tästä rakennetusta ympäristöstä on eurooppalaisittain ajateltuna huomattavan nuorta, noin 95 % siitä on rakennettu vuoden 1900 jälkeen ja yli puolet 1960-luvulla ja sen jälkeen². Kaupungistumisen ja lähiörakentamisen alkuaajoista lähtien Suomessa on rakennettu noin 45 miljoonaa neliömetriä betonijulkisivuja ja noin miljoona parveketta³. Suurin osa Suomen asuntokannasta on rakennettu välillä 1960-1979².

Tampereen teknillisen yliopiston Rakenteiden elinkaari-tekniikan tutkimusryhmän toteuttamassa BeKo – Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat -tutkimuksessa kerättiin kattava otos betonielementtikerrostaloihin tehtyjä kuntotutkimusraportteja, joiden perusteella selvitettiin mm. suomalaisten betonikerrostalojen vaurioitumisherkkyyttä sekä korjaamiseen johtaneita syitä todellisissa luonnonolosuhteissa.⁴

BeKo-tutkimuksen tavoitteena oli lisätä kiinteistönomistajien tietämystä betonijulkisivurakenteiden toiminnasta, vaurioitumisesta ja korjausmahdollisuuksista. Tutkimuksen keskeisimpänä tehtävänä oli luoda työkaluja ja toimintamalleja, joiden avulla kiinteistönomistajat pystyvät ajoissa tunnistamaan kiinteistökannasta korjaukseen tulevat rakennukset, jolloin niihin voidaan soveltaa kevyempiä ns. säilyttäviä ja vanhan rakenteen käyttöikää lisääviä korjaustapoja.

Kuntotutkimuksista koottu laaja tietokanta

Tutkimuksessa koottu tietokanta koostuu betonijulkisivujen ja -parvekkeiden kuntotutkimusraporteista kerätyistä tiedoista. Kuntotutkimusraportteja on kerätty BeKo-tutkimukseen osallistuneilta kiinteistönomistajilta, kuntotutkimuksia tekemiltä insinööritoimistoilta sekä Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitokselta. Tietokanta sisältää kuntotutkimusraportissa esitettyjä tietoja 422 kohteen kuntotutkimuksesta. Käytännössä tietokannassa on noin 950 rakennuksen kuntotutkimustulokset, sillä useissa tutkimuksissa on tutkittu useampia rakennuksia yhtä aikaa.

BeKo-tietokannan kohteet on rakennettu välillä 1960-1996. Suurin osa kohteista on rakennettu 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa. Todellisessa rakennuksessa on tyypillisesti vähintään kahta erilaista julkisivutyyppeä. On myös mahdollista, että yhdessä elementissä esiintyy kahta erilaista pintatyyppiä. Tyypillinen esimerkki on klinkkerilaattapintainen elementti, jonka reunoilla on sileää maalamatonta muottipintaista betonia. Tällaisissa tapauksissa rakenteen vaurioitumista tulee tarkastella erikseen useamman julkisivupintatyyppin vauriomekanismien mukaisesti, jotta kokonaisuus selviää. Yhden julkisivupintatyyppin ominaisuuksista ja vaurioitumisesta ei siis voi eikä saa tehdä päätelmiä toiseen. Parvekkeiden kohdalla tilanne on sikäli yksiselitteisempi, että pintatyyppinä on käytännössä vain maalattu muottipintainen betoni.

KUVA (Jukka Lahdensivu): Kuntotutkimuksen perusteella on mahdollista ennakoida julkisivujen ja parvekkeiden tulevia korjaustarpeita ennen kuin silmämääräisesti havaittavia vaurioita esiintyy. Korjaussuunnittelua varten tarvitaan aina perusteellinen kuntotutkimus.

4 Lahdensivu, J, Varjonen, S & Köliö, A: *BeKo – Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden korjausstrategiat*. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, tutkimusraportti 148. Tampere, 2010.



KUVA (Jukka Lahdensivu): Tyy-
pillisimmin korroosioaurioita
esiintyy elementtien sellaisten
pieliterästen kohdilla, joissa
peitepaksuudet ovat pieniä ja
saderasitus suurta.

Raudoitteissa korroosiota, silti vaurioiden määrä yllättävän vähäinen

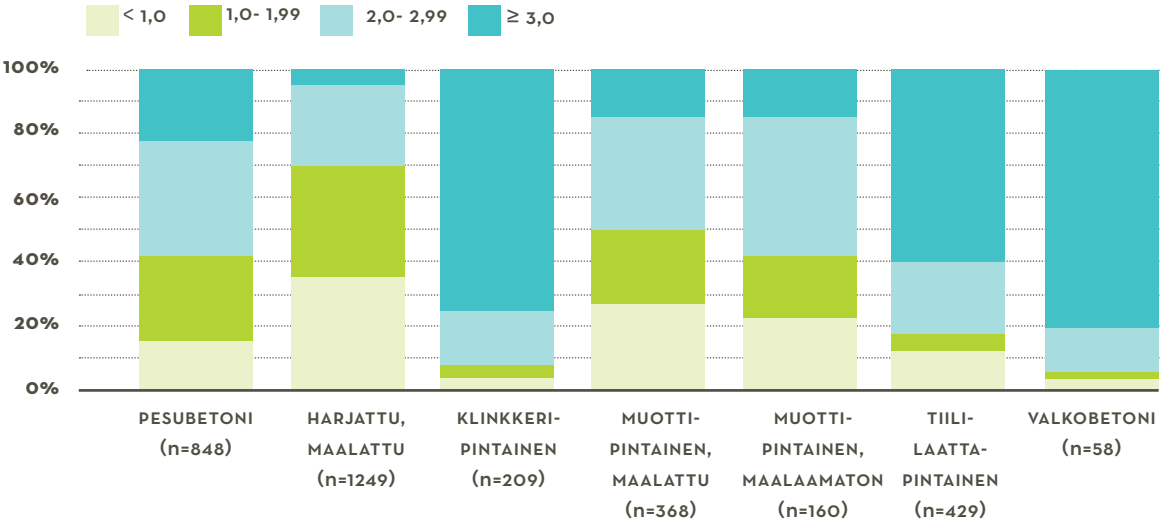
Sekä betonijulkisivujen että parvekkeiden korroosioauriot ovat aiheutuneet lähes yksinomaan betonin karbonatisoitumisen seurauksena, korroosion kannalta kriittinen määrä klorideja ylittyi vain muutamassa kohteessa. Betonin keskimääräinen karbonatisoitumisnopeus vaihtelee eri vuosikymmenten julkisivuja sekä parvekkeita tarkasteltaessa. Karbonatisoitumisnopeus hidastuu 1970-luvun betonirakenteista 1990-luvulle tultaessa. Tähän ovat syynä mm. tuoreen betonin alhaisempi vesisementtisuhde uudemmissa betonielementeissä sekä betonin lujuuden kasvu, jonka seurauksena myös sementin määrä betonissa on kasvanut. Parvekelaattojen kohdalla vastaavaa karbonatisoitumisnopeuden hidastumista eri vuosikymmenillä valmistetuissa betonielementeissä ei ole havaittavissa, sillä parvekelaatat on aina valmistettu vähintään K30-lujuuskuokan betonista.

Karbonatisoituminen on saavuttanut jo laajasti 1960- ja -70 -lukujen betonijulkisivujen ja parvekkeiden raudoitteita. Esimerkiksi 1970 rakennetun betonijulkisivun keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys on tällä hetkellä 16 mm. Betonin karbonatisoitumissyvyysien lisäksi myös raudoitteiden peitepaksuuksissa on suurta vaihtelua julkisivun pintatyyppin mukaan. Korjaustavan valinnan kannalta oleellista on kiinnittää huomiota pienten peitepaksuuksien osuuteen. Alle 10 mm:n peitepaksuuksia on tyypillisesti 5-10 % kaikista julkisivujen ja parvekkeiden raudoitteista. Raudoitteiden korroosio on siis mahdollista hyvin suurella osalla suomalaisista betonirakenteista.

Julkisivuissa silmämääräisesti havaittavia raudoitteiden korroosioaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt noin 60 % tutkituista rakennuksista. Pääosin korroosioauriot ovat paikallisia, yli 50 %, laaja-alaista korroosiota esiintyy vain noin 6 % kohteista. 40 % tutkituista julkisivuista ei kuntotutkimushetkellä esiintynyt ollenkaan silmämääräisesti havaittavia korroosioaurioita. Verrattuna säilyvyysominaisuuksiin, vaurioitumattomien osuus on huomattavan suuri.

Parveke-elementeissä silmämääräisesti havaittavia raudoitteiden

Eri julkisivutyypin karbonatisoitumiskerroin, k [mm/a^{0,5}]



den korroosioaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt yli 65 % tutkituista rakennuksista. Pääosin korroosioauriot ovat paikallisia, noin 50 %, laaja-alaista korroosiota esiintyy kuitenkin reilussa 15 % kohteista. Vajaassa 35 % tutkituista parvekkeista ei ole esiintynyt silmämääräisesti havaittavia korroosioaurioita kuntotutkimushetkellä.

Betoni ei pakkasenkestävää, silti rapautuminen toistaiseksi vähäistä

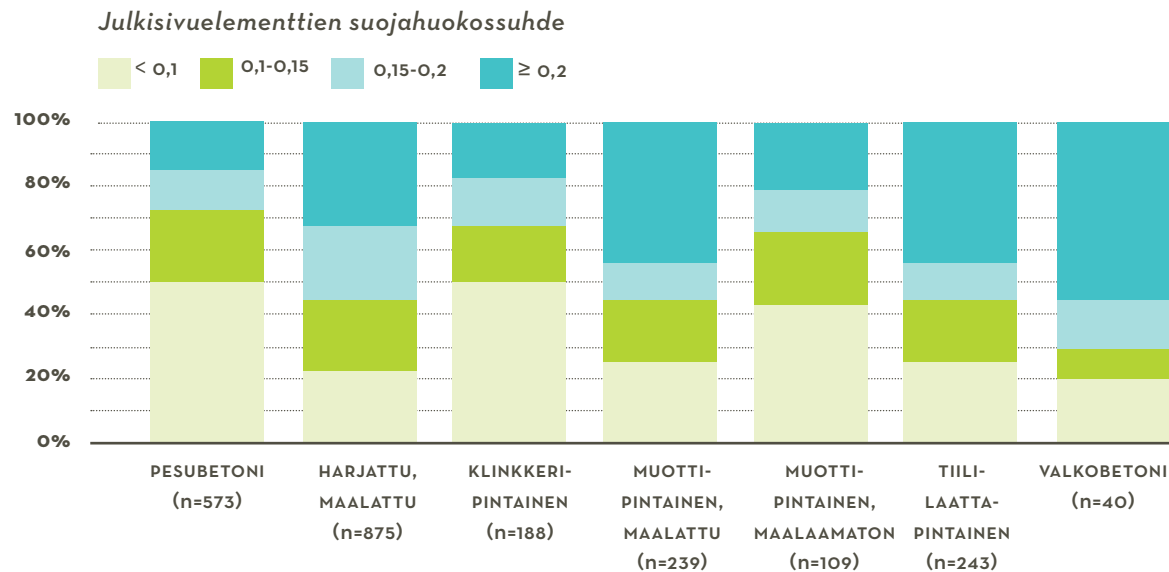
Pakkarapautuminen aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymislaajenemisen aiheuttamasta hydraulista paineesta. Huokosverkostoon pääsee vettä esimerkiksi viistosateen ja sulavan lumen vaikutuksesta. Talvikautena rakenteen kuivuminen on hidasta alhaisesta lämpötilasta, korkeasta ilman suhteellisesta kosteudesta ja vähäisestä auringon säteilystä johtuen.

Betonin pakkasenkestävyys poikkeaa eri julkisivun pintatyypeillä toisistaan huomattavasti. Huonoin pakkasenkestävyys todettiin olevan pesubetoni-, klinkkerilaatta- ja maala-mattomalla muottipinta-aisella julkisivulla. Näissä julkisivun pintatyypeissä noin 50 %:ssa suojahuokossuhde pr on alle 0,10, eli niissä ei ole rakenteen pakkasenkestävyyden kannalta toimi-

KUVAAJA (Jukka Lahdensivu):
Betonin keskimääräisessä kar-
bonatisoitumisnopeudessa on
suuria eroja julkisivun pinta-
tyypin mukaan. Mitä pienempi
karbonatisoitumiskerroin on
sitä hitaammin karbonatisoi-
tuminen etenee.



KUVA (Jukka Lahdensivu):
Parvekelaattojen alapinnassa
betonin karbonatisoituminen on
saavuttanut raudoitteita erittäin
laajasti. Korroosioauriot ovat
siihen nähden varsin vähäisiä.



KUVAAJA (Jukka Lahdensivu):
Julkisivujen pakkasenk-
tävydessä on huomattavia
eroja julkisivun pintatyy-
pin mukaan.



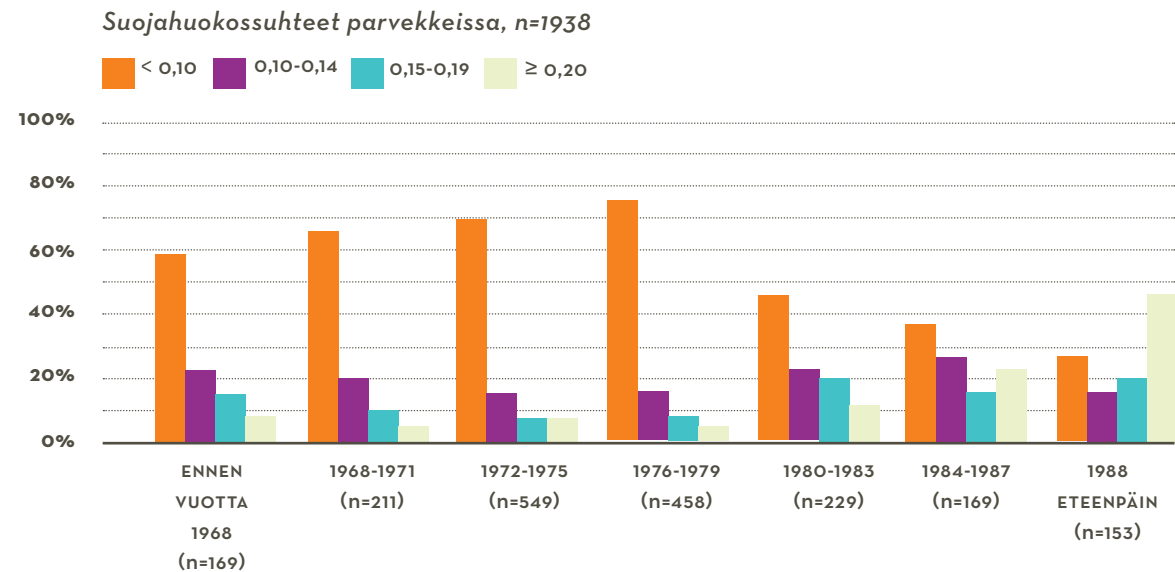
KUVA (Jukka Lahdensivu):
Laaja-alaisia pakkasvaurioita on
yleisesti melko vähän. Tyypilli-
sesti pakkasrapautumaa esiin-
tyy elementtien reunoissa.

vaa suojahuokostusta ollenkaan. Parhaiten betonin suojahuokostus on onnistunut maalipintaissa harjatussa betonissa sekä tiililaattapintaissa ja valkobetonijulkisivuissa.

Koko tietokannan kaikista parvekerakenteista (pielielemen-
tit, laatat ja kaiteet) 59 %:ssa suojahuokossuhde pr on alle 0,10,
eli niissä ei ole ollenkaan toimivaa suojahuokostusta. Betonin
pakkasenkstävyys täyttää betoninormien vaatimuksen vain
10 % parvekkeista (pr ≥ 0,20). Pakkasenkstävyden suhteen ti-
lanne on huonoin parvekkeen pielielementeissä, joista 69 %:ssa
suojahuokossuhde pr on alle 0,10. Vastaavasti laatoista 57 % ja
kaiteista 47 % alittaa suojahuokossuhteen 0,10.

Julkisivuissa silmämääräisesti havaittavia rapautumavauri-
oita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt yli 40 % tutkituista
811 rakennuksista. Pääosin rapautumavauriot ovat paikallisia,
noin 35 %, laaja-alaista pitkälle edennyttä rapautumaa esiin-
tyy alle 10 % tutkituista julkisivuista. Vajaassa 60 % tutkituista
julkisivuista ei kuntotutkimushetkellä ole esiintynyt ollenkaan
silmämääräisesti havaittavia rapautumavaurioita. Tyypillisintä
pakkasrapautuminen on pesubetonijulkisivuissa.

Vastaavasti parvekkeissa silmämääräisesti havaittavia ra-
pautumavaurioita on kuntotutkimushetkellä esiintynyt lähes
30 % tutkituista 925 rakennuksista. Pääosin rapautumavauri-
ot ovat paikallisia, noin 20 %, laaja-alaista pitkälle edennyttä



rapautumaa esiintyy alle 6 % kohteista. Noin 70 % tutkituista
parvekkeista ei esiinny ollenkaan silmämääräisesti havaittavia
rapautumavaurioita. Tämä on merkittävä havainto; parvekkeet
eivät ole rapautuneet, vaikka niiden pakkasenkstävyys on var-
sin puutteellista. Tätä selittää osin se, että pakkasrasitus ei ole
ollut niin kova kuin on oletettu. Rakennuspaikan avoimuudella
on paikallisesti suuri merkitys rakenteen saamaan todelliseen
rasitustasoon. Esimerkiksi suojaissa ympäristössä sijaitsevas-
sa huonosti pakkasrasitusta kestävässä betonirakenteessa vau-
rioituminen on huomattavan hidasta. Ilmastomuutoksen
myötä sateen ja etenkin viistosateen määrän odotetaan mer-
kittävästi kasvavan ⁵. Tällöin aikaisemmin suojassa olleet hei-
kon suojahuokossuhteen pinnat joutuvat kovalle.

Julkisivuelementtien kiinnitysvarmuus on hyvä

Kuntotutkimuksen eräs keskeisimmistä tutkittavista asiois-
ta liittyy rakenteiden turvallisuuteen ja kiinnitysvarmuuteen.
Julkisivuelementtien kiinnitystapaa ja käytettyjä materiaaleja
sekä kiinnikkeiden kuntoa on yleisesti selvitetty näyteporaus-
ten yhteydessä porareikien kautta.

BeKo-tietokannan mukaan sandwich-elementtien tyypillisin

KUVAAJA (Jukka Lahdensivu):
Parvekepielten pakkasenk-
stävyys on laajalti puutteellinen
1970-luvun tuotannossa. Siihen
nähten pakkasrapautumaa
esiintyy varsin vähän. 1980-lu-
vun puolivälin jälkeen valmistu-
neiden betonijulkisivujen pak-
kasenkstävyys on oleellisesti
parempi kuin aiempien.

5 Jylhä K., Ruosteenoja K., Räisä-
nen J., Venäläinen A., Tuomenvirta
H., Ruokolainen L., Saku S.,
Seitola T: *Arvioita Suomen muut-
tuvasta ilmastosta sopeutumistutki-
muksia varten*. ACCLIM-hankkeen
raportti. Ilmatieteen laitos, 2009.



KUVA (Jukka Lahdensivu): Tyy-
pillisiä 1970-luvulla rakennettuja
lähiökerrostaloja Tampereen
Hervannassa.

ulkokuoren kiinnitystapa on teräsansas, jonka diagonaalit ovat $\varnothing 5$ mm ruostumatonta terästä 1970 rakennetuissa ja sitä nuoremmissa rakennuksissa. Saman aikakauden kuorielementtien kiinnityksissä on käytetty yleisesti ruostumattomia teräsosia. 1960-luvun rakennuksissa on esiintynyt enemmän variaatioita ulkokuoren kiinnityksessä ja kiinnikkeet ovat usein olleet tavallista seostamatonta terästä, joiden korroosiosuojaus on tehty sementtivelliin kastamalla, bitumoimalla tai ne ovat rakenteessa paljaaltaan. Nämä kiinnikkeet ovat olleet usein paksun ruosteen peitossa mutta teräksen halkaisija ei yleisesti ole pienentynyt kuin enintään 1 mm.

Julkisivun ulkokuorien kiinnitysvarmuus on yleisesti ollut hyvä, kiinnitysvarmuus on tietokannan mukaan ollut puutteellinen vain yksittäistapauksissa ja niissäkin lähinnä betonin pitkälle edenneen laaja-alaisen pakkasrapautumisen vuoksi.

Lämmöneristepaksuudet vaihdelleet rakennusmääräysten mukaan

Yleisimmin julkisivuelementeissä on käytetty lämmöneristeenä mineraalivillaa, muut eristemateriaalit, kuten EPS- ja lastuvillalevy ovat olleet yksittäistapauksia. Kaikkiaan julkisivuelementin lämmöneristeen tyyppin ja kunnon määrittäminen paksuuden mittaus on suoritettu yhteensä 2 161 porareiästä. Lämmöneristeet ovat olleet tutkimushetkellä yleisesti kuivia.

Sandwich-elementtien lämmöneristeen suunnittelupaksuus on ollut 90 mm ennen vuotta 1976, 120 mm vuosina 1976-1985 ja 140 mm vuosina 1986-2003. Todellisuudessa lämmöneristepaksuus on ollut pääsääntöisesti jonkin verran suunniteltua tasoa alhaisempi ja mitatuissa eristepaksuuksissa on esiintynyt huomattavaa vaihtelua koko elementtirakentamisen aikana. Todellinen mitattu paksuus on ollut luokkaa 10 mm pienempi kuin rakentamisaikakauden edellyttämä minimitaso. Kaiken kaikkiaan pienin mitattu lämmöneristyspaksuus on 45 mm ja suurin 180 mm.

Sandwich-elementit on valmistettu vaakamuoteissa, jolloin toinen betonikerroksista valetaan lämmöneristeiden päälle,

mistä aiheutuu eristeiden tasaista kokoonpuristumista. Betonin levitys on usein kuitenkin aiheuttanut paikallisesti enemmän eristeiden painumista, koska betoni on usein kaadettu elementin keskelle, josta se on sitten levitetty tasaiseksi lapiolla samalla eristekerroksen päällä seisten, josta on aiheutunut edelleen paikallisia saappaankokoisia painumia. Jälkimmäinen betonikerros on siten monin paikoin suunnittelupaksuutta jonkin verran paksumpi.

Laskennalliset ulkoseinien lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot ovat ennen vuotta 1976 rakennetuissa elementtikerrostaloissa keskimäärin $0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja vuosina 1985-1996 rakennetuissa elementtikerrostaloissa $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nykytaloissa vuoden 2010 alusta voimaantuneiden määräysten mukaan U-arvo saa olla korkeintaan $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Elementtien väliseen saumaan asennetuista tuuletuskoteista ja tuuletusputkista huolimatta ilma ei käytännössä kierä eristetilassa ollenkaan. Tämä voidaan päätellä betonisen ulkokuoren sisäpinnan karbonatisoitumattomuudesta, joka on välillä 0-1 mm rakenteiden iästä riippumatta.

Ohjeistuksen vaikutus betonirakenteiden säilyvyyteen hidasta

Betonialan julkaisemilla säilyvyysohjeilla sekä kansallisilla suunnitteluohjeilla ja vaatimuksilla on ollut ratkaiseva merkitys betonin pakkasenkestävyyden parantumiseen 1980-luvulla. Erityisesti lisähuokostusaineiden systemaattinen käyttö sekä erilaisten testausmenetelmien yleistymisen ovat parantaneet oleellisesti sekä julkisivu- että parveke-elementeissä käytetyn betonin pakkasenkestävyyttä. Betoniteknologian kehityksestä huolimatta betonin pakkasenkestävyydessä on huomattavia puutteita vielä 1988 ja sen jälkeen rakennetussa betonielementtituotannossa.

Raudoitteiden toteutuneiden peitepaksuuksien suhteen vastaavaa kehitystä ei ole havaittavissa, peitepaksuudet ovat pysyneet ohuina, vaikka ohjeistuksen mukainen peitepaksuusvaatimus on kasvanut merkittävästi 1980-luvulta lähtien.



4.2 Kulttuurisen muutoksen tarve ja mahdollisuus ekologista kestävyyttä tavoiteltaessa

Mikäli arkkitehtuurissa pyritään ekologiseen kestävyYTEEN, tulee asukaslähtöisyyden rooli väistämättä kasvamaan. Tässä lyhyessä artikkelissa esitän tämän väittämän tueksi neljä perustelua.

Ekologisesti kestävä arkkitehtuuri vaatii laajaa kulttuurista muutosta. Tämä muutos liittyy niin arkkitehdin työnkuvan muutokseen, kun asukkaat kannattaa oppia tuomaan aikaisempaa tiiviimmin osaksi suunnittelua, kuin myös asukkaan tavoitetilojen ja toiminnan muutokseen, jotta ekologisesti kestäväällä arkkitehtuurilla olisi kysyntää ja jotta elämäntapamme asukkaina muuttuisivat ekologisesti kestävimmiiksi. Kuten tiedämme, kestävyYden käsitteellä on muitakin ulottuvuuksia kuin ekologinen kestävyys. Myös kulttuurinen ja sosiaalinen sekä taloudellinen kestävyys hyötyvät, mikäli ekologista kestävyYttä tavoitellaan asukaslähtöisyyden kautta.

Korjausrakentamisen osuus tulee kasvamaan

Asukaslähtöisyydestä tulee aikaisempaa merkittävämpi osa rakentamista, sillä tavoiteltaessa ekologista kestävyYttä, tulee korjausrakentamisen osuus rakentamisen liiketoiminnassa kasvamaan. Korjausrakentamisen osuus rakentamisen toiminnasta kasvaa ensinnäkin pakosta. Suomessa on rakennuskantaa, kuten noin puoli miljoonaa kerrostaloasuntoa lähiöissä, jotka vaativat välitöntä eritasoista teknistä korjaamista¹.

Korjausrakentamisen osuus tulee kasvamaan myös tarpeesta. Osana kansainvälistä yhteistyötä ilmastomuutoksen hillitsemiseksi Suomi on sitoutunut vähentämään omat kasvihuonekaasupäästönsä kestäväälle tasolle². Rakennettuun ympäristöön, liikenne mukaan laskettuna, liittyy yli puolet Suomen kasvihuonepäästöistä³. Täysin uutta rakennuskantaa syntyy vain 1-1,5 prosentin vuosivauhdilla⁴, mikä tarkoittaa, että keinoja vähentää kasvihuonepäästöjä on haettava

Elina Alatalo, arkkitehti

1 Kōliö, A: *Betonilähiöiden julkisivujen tekninen korjaustarve*. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetekniikan laitos, 2010

2 *Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea*. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 28/2009, Helsinki 2009

3 Martinkauppi, K(toim.): *ERA 17- Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017*, 2010

4 Junnila, S: *The environmental impact of an office building throughout its lifecycle*. Doctoral dissertation. Helsinki University of Technology, Construction Economics and Management, 2004.

KOLLAASI (Elina Alatalo): Uusien asukkaiden houkuttelevaaminen vaatii asukaislähtöisyyttä, jossa on kyettävä ennustamaan tulevaisuuden asumisen tarpeita.

olemassa olevan rakennetun ympäristön muutoksista, eli korjausrakentamisesta.

Korjausrakentamisen osuus tulee kasvamaan myös tarpeesta, joka liittyy markkinoihin ja merkitystalouteen. Ihmiset tukevat identiteettiään omien kulutusvalintojensa kautta. Asunto on yksi kulutushyödyke ja kestävän kehityksen ideologiat yhä voimakkaammin osa ihmisten sitä identiteettiä, jota kulutusvalintojen kautta halutaan ilmaista.⁵ Ennemmin tai myöhemmin korjattua asuntoa tullaan markkinoimaan ympäristövaikutuksiltaan vähäisenä ja kestävänä tuotteena.

Yleisesti ajatellaan, että korjausrakentaminen on ekologisesti merkittävää, koska siinä hyödynnetään jo olemassa olevaa kaupunkirakennetta ja infrastruktuuria. On olemassa myös uutta tutkimustietoa korjausrakentamisen erityisestä ekologisuudesta verrattuna uudisrakentamiseen. Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi on ratkaisevaa, että kasvihuonepäästöjä saadaan vähennettyä seuraavan 40 vuoden sisällä². Heinosen mukaan uudisrakennuksen rakentaminen aiheuttaa rakentamisen hetkellään niin suuren hiilipiikin, että sillä ei enää näiden ilmastomuutoksen kannalta kriittisten 40 vuoden sisällä tarkasteltuna ole juurikaan merkitystä, tehtiinkö uudisrakennus energiatehokkaaksi vai ei ⁶. Merkittävämpää olisi siis kiinnittää huomiota siihen, rakennetaanko uutta lainkaan, kuin siihen, kuinka energiatehokasta rakennetaan.

Asukaslähtöisyys on läsnä korjausrakentamisessa kahdella eri tavalla. Ensinnäkin, voimme olla tilanteessa, jossa korjattavassa kiinteistössä on jo olemassa oleva asukas ja kiinteistöä korjataan ensisijaisesti ja täsmällisesti hänelle, jotta hän jatkaa asumistaan asunnossaan. Tässä voidaan hakea hyvinkin tarkkaan yksilön toiveisiin räätälöityjä ratkaisuja. Toisaalta voimme olla tilanteessa, jossa kiinteistön korjaaminen on mielekästä ainoastaan, mikäli sinne saadaan houkuteltua uusia asukkaita. Uusien asukkaiden houkuttelevaaminen vaatii asukaslähtöisyyttä, jossa on kyettävä ennustamaan asumisen trendejä erityisen hyvin. Mitä sellaista ihmiset kaipaavat asumiseltaan nyt ja tulevaisuudessa, jota asuntomarkkinoilla ei ole riittävästi tarjolla? Uusien asukkaiden houkuttelevaaminen vaatii myös erityistä herk-

kyyttä paikkasidonnaisuuden suhteen: vastaukset samoihin kysymyksiin voivat saman kaupungin sisällä olla täysin päinvas-taiset, puhumattakaan kun siirrytään eri paikkakunnille.

Ekologista kestävyyttä haetaan myös tiivistämällä kaupunkirakennetta. Korjausrakentamishankkeen osana voi olla myös täydennysrakentamista. Tällöin on eduksi, mikäli kyetään suunnittelemaan siten, että naapurusto saadaan kannattamaan täydennysrakentamista. Tämäkin voi olla mahdollista jo hankkeen varhaisessa vaiheessa aloitetun korttelitason asukaslähtöisyyden kautta.

Väitän, että arkkitehdeillä on nykyisestä arjen asumisesta paljon uskomuksia, jotka eivät perustu minkäänlaiseen tutkituun tietoon. Aliarvioimme helposti asukkaiden intressejä ja tahtotiloja. Useat suunnitteluratkaisuista perustuvat oletuksiin keskivertoasukkaasta. Tällaisia keskivertoja ei kuitenkaan nyky-yhteiskunnassa enää ole. Sen sijaan yhteiskunnassa on näkyvissä ilmiö, jossa elämäntapamme yksilöllistyvät voimakkaasti. Yksilöllistymisen ilmiössä valinnat toimia moninaisten henkilökohtaisten arvojen mukaan korostuvat. Yksilöt osallistuvat valintojensa kautta sosiaaliseen toimintaan ryhmissä, jotka jakavat samoja ideoita hänen kanssaan. Eri ryhmät, joihin yksilö kuuluu, voivat olla keskenään ristiriitaisia tai muodostaa ainakin yllättävän kokoonpanon.⁷ Ovatko arkkitehdit ajan tasalla tunteakseen tarpeeksi näitä yksilöllisiä asukkaita tai onko se edes mahdollista ilman tapauskohtaista asukaslähtöisyyttä?

Systeemisen haasteen kohtaaminen

Kestävä kehitys nähdään systeemisenä haasteena eli häijynä ongelmana. Kestävän kehityksen tarkastelu yhdestä näkökulmasta kerrallaan ei riitä. Oletetaan esimerkiksi, että pyrimme mahdollisimman vähän kasvihuonepäästöjä synnyttävään kerrostalon rakennusprosessiin. Paikallinen rakentaminen perustuu tiilen käyttöön. Haluaisimme kuitenkin tehdä rakennuksen puusta, jolloin se käsityksemme mukaan sitoo paljon hiilidioksidia. Mutta rakennuksemme sijaitseekin alueella, jonne puiden kuljettamisen matka olisi pitkä ja puuraken-

⁵ Gabriel Y & Lang T: *The Unmanageable Consumer: Contemporary Consumption and its Fragmentations*. Cambridge, Sage, 1995.

⁶ Heinonen, J. et al: *A Longitudinal Study on the Carbon Emissions of a New Residential Development*. Aalto University School of Engineering, 2011.

⁷ Asher, F: *Métapolis ou l'avenir des villes*. Odile Jacobs, Paris, 1995.

8 Demos Helsinki: *Metropolin hyvinvointi, Tulevaisuudessa menestyvät alueet, jotka saavat ihmiset yhdessä ratkomaan aikamme häijyimpiä ongelmia*. Jyväskylän yliopisto, Helsinki, 2010.

9 Alatalo, E: *Open Source Architecture, Johannesburg South Africa*. Master's Thesis. Tampere University of Technology, 2009.

tamista osaava työvoima tulisi tuoda kaukaa. Yksittäisten ratkaisujen sijaan häijyihin ongelmiin pitää etsiä kokonaisia – systeemisii – ratkaisumalleja, joissa muutetaan useita toisiinsa vaikuttavia tekijöitä yhtä aikaa. Toteutettu ratkaisu voi myös osaltaan muuttaa ongelman luonnetta.⁸ Esimerkimmme tapauksessa, rakentaaksemme kerrostalon mahdollisimman vähäpäästöisesti, voisimme mm. lähteä kehittämään kestävämpiä työvoiman ja materiaalin liikuttamisen tapoja tai pyrkiä jalostamaan paikallisista materiaaleista ja osaamisesta ekologisesti kestävämpää. Näillä olisi erilaisia kerrannaisvaikutuksia. Kenties paikallisen sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden nimissä on kehitystyötä jatkettava paikalliseen tietotaitoon nojaten. Tällöin kysymyksemme olisikin, kuinka tiilirakentamisesta voisi saada ekologista?

Häijyt ongelmat ovat usein universaaleja: ne kohtaavat ihmisiä Suomessa, Kiinassa, Afrikassa, Brasiliassa ja Piilaaksossa. Ongelmien taustalla jylläävät kaikkialla samat monimutkaiset ajurit, vaikka ongelmat saavat erilaisia muotoja ja niihin etsitään paikallisia ratkaisuja.⁸ Systeemisten haasteiden ratkaisut ovat vahvasti sidoksissa käytännön maailmaan eli siihen, mitä todella tapahtuu kussakin erityisessä tilanteessa. Kun ajatellaan ekologisesti kestävää rakentamista, tuota välttämätöntä paikallista hiljaista tietoa on mm. asukkailla.

Asukaslähtöisyys voidaan ekologisen rakentamisen yhteydessä nähdä myös siten, että asukas ei ole pelkästään tiedonlähde suunnittelijalle ja rakentajalle, vaan asukkaat voivat olla myös vastuussa osasta suunnittelua ja toteuttamista. Tämä tuo työkaluja häijyjen ongelmien kohtaamiselle eli malleja siihen, kuinka toimia kussakin erityisessä kontekstissa siten, että paikallinen hiljainen tieto saadaan mukaan prosessiin. Puhutaan jaetusta sisällöntuotannosta, joka on tuttu termi sosiaalisen median sanastosta.⁹

Ajatellaan esimerkiksi, että korttelin yhteinen piha tulisi kunnostaa. Perinteisesti osa rahoista menisi suunnittelijalle, joka tekisi ratkaisunsa oletetulle keskivertoasukkaalle ja osa piharakentajalle, joka kuuliaisesti sijoittaisi riviin ne samat kolme pihlajaa kuin kaikilla muillakin pihoilla. Entä jos kort-



telin asukkaat saisivatkin resurssit itselleen ja tehtäväkseen kohentaa pihaansa? Apuna olisi muutaman päivän ajaksi haluttu erikoissuunnittelija. Jossakin korttelissa toivottaisiin omaa koripallokenttää, jolloin asiantuntijaksi saataisiin paikalle urheilutilojen suunnittelija. Toisaalla taas päädyttäisiin hyötypuutarhaan viljelypalstoineen. Mikäli toteuttamiseen haluttaisiin panostaa omalla talkootyöllä, saataisiin rahoilla hankittua ehkä kymmenen omenapuuta lisää. Toisaalta, jossain on ehkä kiireisten uraismisten kortteli, jossa kohentaminen halutaan mielellään täysin ulkoistaa. Näissä esimerkeissä asukaslähtöisyys tuottaa juuri tiettyyn tarpeeseen erityisiä ratkaisuja, mikä voidaan tulkita resurssitehokkuudeksi: vältetään hukkainvestoinneilta ja siltä, että muutaman vuoden päästä, kun tarve alkaa olla huutava, vasta uusittu piha muutetaankin siksi koripallokentäksi, joka olisi alun alkaenkin voitu toteuttaa. Samalla kestävyttä syntyy siitä, että personoidut toteutukset koetaan omiksi ja niistä pidetään pitkällä aikavälillä parempaa huolta, mikä todennäköisesti vähentää ylläpidon ja huollon kustannuksia.

Jaettua sisällöntuotantoa voitaisiin käyttää arkkitehtuu-

KUVA (www.gaiam.com):
Esimerkiksi olkipaalirakentaminen sopisi erinomaisesti jaetun sisällöntuotannon projekteihin, joissa rahalliset resurssit ovat vähäisiä, mutta joissa paikalliset ihmiset panostavat rakennuksen toteuttamiseen omalla työllään. Olkipaalirakentaminen vaatii paljon käsityötä, mutta materiaalit ovat halpoja ja rakennustekniikka yksinkertaista. Olkipaaleja voidaan käyttää myös lisälämmöneristeenä ja korjausrakentamisessa. Katso: http://naturalbuilding.fi/english/natural_building/strawbale_building/hybrid_designs.html

rissa laajemminkin. Ajatellaan suunnittelua innovointina. Perinteisessä katedraalimaaisessa innovaatiomallissa ongelmiin tarttuu vain muutama huippuspesialisti. Ongelmat, kuten ekologinen rakentaminen, näyttäytyvät syvinä ja monimutkaisina ilmiöinä ja niiden ratkaisu vaatii paljon ponnisteluja. Asukkaan hiljaisen tiedon ja hiljaisen osaamisen kaappaamiseen voitaisiinkin käyttää basaarimaista innovaatiomallia. Tämä innovaatiomalli tuli tunnetuksi Linus Torvaldsin avoimen koodin kehitysmallin yhteydessä. Puhutaan joukkoälystä. Kehitettävän asian kehitysprosessi pidetään täysin avoimena kenelle tahansa. Mukaan kehittämään pyritään saamaan niin harrastelijat kuin täysin toisen alan ammattilaisetkin. Merkittävintä on, että kehitettävään asiaan on omakohtainen innostus. Yleensä osallistuja hyötty osallistumisestaan jollakin tavalla, esimerkiksi saamalla käyttöönsä täsmälleen omaan tarpeeseensa personoidun sovelluksen. Basaarimalli luottaa ajatukseen, että mikäli yhtä asiaa kehittävien toimijoiden ryhmä on tarpeeksi laaja, lähes jokainen ongelma paikannetaan nopeasti ja ratkaisu on helppo jollekulle ryhmän jäsenelle, kun jokainen lähestyy tehtävää hiukan eri näkökulmasta. Basaarimallissa halu julkaista eri kehitysvaiheita usein kasvaa, jotta prototyyppiin saadaan enemmän korjauksia. Prototyyppisyklit jäävät hyvin lyhyiksi. Kun julkaistaan usein, ei ole niin paljon menetettävää, mikäli jokainen prototyyppisykli ei olekaan onnistunut. Tällöin uskallus ottaa riskejä ja tehdä kokeiluja kasvaa. Toisaalta tässä mallissa jatkuvasti syntyvät pienet korjaukset ennaltaehkäisevät syvien ongelmien syntyä kehitysketjun aikana.¹⁰

Kuinka merkittävä kapasiteetti jää käyttämättä, mikäli asukkaiden hiljaista tietoa ja osaamista ei hyödynnetä? Tästä antaa mielikuvan vuonna 2010 Iso-Britanniassa tehty tutkimus, jossa vertailtiin yritysten ja kotitalouksien tekemiä innovaatioita kulutustuotteissa. Tutkimusta johtaneen Hippelin mukaan löydös on merkittävä. 6,2 % kuluttajista, eli noin 2,9 miljoonaa iso-britannialaista on tehnyt innovaatioita kulutustuotteisiin viimeisimmän kolmen vuoden aikana. Määrä on noin kaksinkertainen verrattuna maassa yrityksiin palkattuihin kulutushyödykkeiden kehittäjiin. Tämän lisäksi kulutta-

10 Raymond, E: *The Cathedral and the Bazaar*. 2002. [viitattu 27.7.2009] saatavissa: <http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/cathedral-bazaar/index>



jen vuosittainen omiin innovaatioihinsa ja omaan tuotekehitykseensä käyttämä rahamäärä on 2,3 kertaa suurempi kuin Iso-Britannian vastaavien yritysten tutkimus- ja tuotekehityskulut yhteensä. Kuluttajien tekemät innovaatiot ovat yleensä hyvin käytännönläheisiä, arjessa vastaan tulleiden todellisten ongelmien ratkaisuja.¹¹

Ekologisesti kestävässä arkkitehtuurissa asukaslähtöisyys kehitettynä jaetun sisällöntuotannon suuntaan olisi siis potentiaalista, kun halutaan räätälöityjä ratkaisuja tilanteisiin, joita suunnittelijat eivät käytännössä tarpeeksi tunne. Jaettuun sisällöntuotantoon liittyy paljon työtä, jota tehdään muista kuin rahan ansaitsemisen intresseistä - kuten talkootyön tekemistä omalla pihalla, jotta saadaan kymmenen omenapuuta enemmän. Tällöin tietyillä rahallisilla resursseilla voidaan saada aikaan enemmän kuin jos käytetään pelkästään perinteistä ostotyövoimaa. Onko meillä tarpeeksi rahallisia resursseja muutostöihin päästötavoitteiden saavuttamiseksi, vai tulisiko meidän siirtyä rajallisten rahallisten resurssienkin takia jaetun sisällöntuotannon malleihin? Lisäksi jaetussa sisällöntuotannossa olisi potentiaalia, kun haetaan uusia ekologisen rakentamisen innovaatioita, prototyyppimäisen avoimen koodin kehitystyön kautta.

KUVA (Andy Forest): Kuluttajan tekemät innovaatiot ovat yleensä ratkaisuja omassa arjessa vastaan tulleisiin ongelmiin. Saamalla kuluttajainnovaatiot mukaan rakennetun ympäristön kehittämiseen voi myös ymmärrys asumisen monimuotoisesta arjesta kasvaa.

11 Hippel, E.A.V. et al: *Comparing Business and Household Sector Innovation in Consumer Products: Findings from a Representative Study in the UK*. SSRN eLibrary, 2010. [viitattu 10, 2011] saatavissa: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1683503

Kuva (Katriina Kakko): Yksilöllisen asukkaan arjen askareet voivat olla hyvinkin yllättäviä.

12 Boström, S. & Lahdensivu, J.: *Toteutuneen ja laskennallisen energiankulutuksen erot.* s.75

13 Hilliaho, Kimmo: *Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset*, Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, 2010.

14 Suur-Uski T.: *Rakennusten taloteknisten järjestelmien toimivuus ja toimivuuden tunnusluvut sekä varmentaminen mittauksin ja simuloinnein*. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Espoo, 2007

Asukas ja rakennuksen käytön aikainen energiankulutus

Ekologisesti kestävässä arkkitehtuurissa asukaslähtöisyys eli asukkaan tunteminen on merkittävää myös, koska rakennuksen käytön aikainen energiankulutus on voimakkaasti sidoksissa rakennuksen asukkaiden todelliseen käyttäytymiseen. Entelkorin yhdessä tutkimusosuuksista tarkasteltiin 746 vuokrakerrostalon todellista mitattua energiankulutusta. Tämän lisäksi 120:ssa kohteessa tutkittiin erilaisten tehtyjen korjausten vaikutuksia rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen. Otoksesta nousi esiin huomattavan monta tilannetta, joissa energiankulutus kohteissa, joissa oli tehty rakennusteknisiä parannuksia, ei käytännössä toteutunut laskelmien mukaisella tasolla, vaan huonompana. Toisaalta rakennukset, joiden ei pitäisi olla energiatehokkaita teknisten ominaisuuksiensa mukaan, saattoivat mitatussa seurannassa osoittautua erittäin energiatehokkaiksi. Johtopäätöksenä oli, että tämä johtuu etenkin asukkaiden erilaisista tavoista käyttää asuntoaan.¹²

Myös toisessa Entelkorin tutkimusosuudessa, jossa selvitettiin parvekkeen lasittamisen mahdollisia energiansäästövaikutuksia, asukkaan käyttäytymisen vaikutus korostui. Kun tietokoneella tehtyjä energiasimulaatioita verrattiin kenttämitauksiin, nähtiin selvästi, että mikäli kunkin usein hyvinkin yksilöllisen asukkaan arjen käytännöt eivät olleet tarpeeksi tarkkaan kartoitetut simuloinnin lähtötiedoiksi, eivät simuloinnit täsmänneet kenttätuloksiin.¹³ Sama on havaittu myös TKK:n tutkimuksissa. Siellä tulokseksi saatiin, että mikäli asukkaan laitteistoista ja käyttäytymisestä ei ole tarpeeksi tietoa, voi simulatio erehtyä todellisesta tilanteesta jopa 20%.¹⁴ Kerrosta-loissa erilaiset käyttäjäprofiilit tasoittavat toisiaan, mutta silti on epäilyttävää tehdä oletuksia keskivertoasukkaasta ja hänen käyttäytymisestään ja perustaa energiasimulointeja sille.

Tuntemalla asukkaiden käyttäytymistä asunnossaan paremmin, ymmärryksemme rakennusten käytönaikaisesta energiatehokkuudesta paranee ja voimme saavuttaa todellista, ei pelkästään laskennallista, energiatehokkuutta. Kuten aiemminkin on mainittu, asukaslähtöisyys tarjoaa avaimen asukkaiden arjen käytäntöjen ymmärtämiseen.



Käytäntöjen leviäminen eli kulttuuriset muutokset

Ekologista kestävyyttä tavoiteltaessa toiminnan muutokseen tulisi kiinnittää huomiota jopa enemmän kuin fyysisen tilan muutoksiin. Rakennetun ympäristön muutos on hidasta. Edellisissä kappaleissa kerrottiin, kuinka fyysisen tilan muutoksen kautta tavoiteltu energiatehokkuus ei välttämättä realisoidu, mikäli asukkaan toimintakulttuuria ei huomioida. European Climate Foundation julkaisi vuonna 2010 oman käsityksensä siitä, kuinka Eurooppa voisi saavuttaa tavoitteensa vuoden 2050 hiilineutraaliudesta. Tässä julkaisussa kulttuurinen resistanssi, eli kulttuurisen muutoksen hitaus, nähtiin kaikista merkittävimpänä haasteena. Sen mukaan ihminen on niin hidas muuttamaan käyttäytymistään, että kaikista mahdollisin polku hiilineutraliuteen on sellainen, jossa ei tarvita mitään huomattavia muutoksia tapoihimme tai rakennettuun ympäristöömme.¹⁵

Toisaalta, toiminnan muutoksessa piilee suuri potentiaali saavuttaa energiatehokkuutta ja nopeasti. Esimerkiksi edellisen laman aikana vuonna 2009 Suomen sähkönkulutus tipahti dramaattisesti. Itse asiassa silloin sähkönkulutuksemme oli tasolla, joka vastaa hyvin vaikeasti saavutettavana pidettyä päästötavoitettamme vuodelle 2050. Sähkönkulutus vähentyi, koska käyttäytyminen muuttui yhteiskunnallisella tasolla.¹⁶ Väitän, että käyttäytymisemme muutos olisi mahdollista. Mikäli ekologista arkkitehtuuria lähdetään tavoittelemaan hyödyntäen asukaslähtöisyyttä, asukaslähtöisyyden vuorovaiikutteisuudessa kannattaisi ehdottomasti hyödyntää jaetun sisällöntuotannon ideoita. Jaettu sisällöntuotanto perustuu vertaisyhteisöihin¹⁰ ja vertaisyhteisöjen kyvystä levittää käytäntöjä ja moottoroida kulttuurisia muutoksia on havaittavissa mielenkiintoisia heikkoja signaaleja. Sosiologi Nolanin vetämä tutkimusryhmä teki USA:ssa kokeen, jossa pyrittiin vaikuttamaan ihmisten energiankulutukseen ja ohjaamaan heitä kohti kestävämpiä elintapoja. Ensimmäistä ryhmää koulutettiin ja heidän tietoisuuttaan ympäristöriskeistä lisättiin. Toista ryhmää kannustettiin muutokseen lisäämällä

15 European Climate Foundation: *Roadmap to 2050*. 2010. [viitattu 06.06.2010] saatavissa: www.roadmap2050.eu/

16 Tynkkynen, O: Luento. *Ilmasuojelu ja vähäpäästöiset yhdyskunnat*. Tampere, 17.5.2010.



heidän tietämystään keinoista säästää tässä yhteydessä rahaa. Kolmannelle ryhmälle elämäntapamuutoksesta tehtiin sosiaalinen peli. Ympäristötietoisten toiminnassa ei tapahtunut muutosta. Rahan säästön kautta kulutusta tarkastelevien käytännöissä tapahtui vähäisiä muutoksia. Ainoastaan sosiaalisen pelin kautta toimintaan kannustettujen kesken muutos oli merkittävä.¹⁷

Kulttuurisen muutoksen mahdollisuutta tutkiva Acharaya uskoo, että vertaisyhteisömme määrittävät käyttäytymistämme ja kulutustottumuksiamme hyvinkin paljon. Hän on esittänyt seuraavan ajatuksen: Kuvitellaan, että aina kun soitat minulle puhelimella, näen sinun hiilijalanjälkesi siltä päivältä, kuin statuspäivityksen. Huomaan olevani hiukan kiusaantunut, koska minun hiilijalanjälkeni on reilusti sinun jälkeäsi suurempi. Ja koska arvostan sinua ja tunnen olevani kaltaisesi, todennäköisesti lähden miettimään, miten pienentäisin hiilijalanjälkeäni vastaamaan ystäväni keskiarvoa. Lähden tähän pienentämiseen omasta tarpeestani ja se on hyvin erilainen kannustin, kuin ylhäältä alas tulevat pakotteet.¹⁸ Trendit leviävät vertaisyhteisöjen kautta: seuraamme muutaman luotettavan ystävän soittoilistoja ja luemme heidän meille suosittelemaa artikkeleita. Sosiaalisen median avulla näiden trendien leviäminen voi olla hyvinkin nopeaa. Kekseliäällä tavalla sosiaaliseksi peliksi muunnettuna ekologisesti kestävästä kehityksestä olisi mahdollista saada tällainen tarttuva trendi.

KUVA (Amehare): Kokeilemme uusia asioita, mikäli ystävämme niitä meille suosittelevat.

17 Nolan, J.M.et al: *Psychology and Global Climate Change: Addressing a Multi-faceted Phenomenon and Set of Challenges*. Personality and Social Psychology Bulletin 34, 2008.

18 Acharya, K: Presentation. *Design of tools for self regulating resource consumption*. Tampere, 18.1.2011.



LOPPUSANAT

Eläköön lähiöt!

Suomalaisella lähiötutkimuksella ja lähiöiden uudistamisella on varsin pitkät perinteet. Nämä valtaosin 1970-luvulla toteutetut teollisen massatuotannon aluerakentamiskohteet – joiden kutsumanimeksi vakiintui lähiö – olivat jo 1980-luvun loppupuolella sekä fyysisen korjaamisen että sosioekonomisen tutkimuksen kohteina. Lähiöuudistuksen esimerkkimaana toimi Ruotsi. Siellä 1965 alkanut lähiöohjelma Miljonprogrammet - asunnot miljoonalle lähiöasukkaalle - muuttui 1980-luvulla Miljönprogrammetiksi – lähiöiden uudistamisohjelmaksi, jota Ruotsin valtio avuliaasti resursoi. Suomessa ilmestyi jo klassikoiksi luettavat tutkimukset kaupunkisosiologian professorilta Matti Kortteiselta; ”Lähiö. Tutkimus elämäntapojen muutoksesta” vuonna 1982¹ ja arkkitehti Johanna Hankosen väitöskirja; ”Lähiöt ja tehokkuuden yhteiskunta” vuonna 1994². Edellinen käsitteli mm. agraariyhteiskunnan teollistumisen mukanaan tuomaa muuttoa lähiöihin ja patriarkaalisen elämänmuodon muutosta matriarkaaliseksi. Hankosen tutkimuksessa pureuduttiin terävästi aluerakentamisen yhteiskunnallisiin ja poliittisiin kytköksiin.

Koska myös Suomessa media alkoi arvioida harmaiden betonilähiöiden fyysisiä laatutekijöitä, haettiin suomalaisia ratkaisuja mm. arkkitehtuurikilpailujen avulla. Näistä keskeisimmät olivat Imatran Mäentauksen Lähiöuudistuskilpailu vuonna 1988³ ja Vaasan Ristinummen Ekologinen lähiöuudis-

**Harri Hagan,
arkkitehti,
hankkeen
vastuullinen johtaja**

1 Kortteinen, M: *Lähiö. Tutkimus elämäntapojen muutoksesta*. Otava, Helsinki, 1982.

2 Hankonen, J: *Lähiöt ja tehokkuuden yhteiskunta*. Otatieto Oy, Tampere, 1994.

3 VVO Imatran Mäentaus
Lähiöuudistuskilpailu 1988.
SAFA kilpailuliite 5/89

KUVA (Harri Hagan):
Kummatti, Raahe.

4 Vaasan Ristinummi
Ekologinen lähiöuudistuskilpailu
1996. SAFA kilpailuliite 3/97

5 Riihimäen Peltosaari
Ideakilpailu lähiön uudistamiseksi
2010. SAFA kilpailuliite 1/11

6 Laiho, Ulla-Maija: *Tartti tehdä – ja tehtiin*. Suomen Kuntaliitto ja YM, Helsinki, 1993.

7 Hagan, Harri: *Lähiökorjaamisen arkkitehtoniset vaikutukset*. Ympäristöministeriö, Helsinki, 1996.

tuskilpailu vuonna 1996⁴. Seuraavaa aiheeseen liittyvää arkkitehtuurikilpailua, Riihimäen Peltosaaren kehittämisen ideakilpailua vuonna 2010⁵, saatiinkin sitten odottaa 14 vuotta. Miksi näin kävi?

Vaikka jo 1990-luvun alussa osassa lähiöitä ongelmana oli nimenomaisesti elämäntapamuutoksesta johtuva oireilu, työtömyys ja päihdeongelmat, keskityttiin suunnitteluratkaisuisa pääasiassa lähiöiden fyysiseen ilmeeseen. Minimaalisesti resursoidussa sivuroolissa toimi yhteisöllisyyden ja palvelurakenteen kehittäminen. Asuntotuotanto uudispuolella oli totunut keskivertoperheille toteutettuihin anonyymeihin suunnitteluratkaisuihin ja tiukka valtiovallan normitus tasapäisti lopunkin tuotannon. Asuntotypologia kutistui muutamaaan huoneistotyyppiin ja standardiparvekkeeseen. Korjausrakentaminen, jossa siis toimittiin poikkeuksellisesti asukkaiden reivirillä, ei oikein osannut vielä taipua uuteen tilanteeseen. Toki laadittiin jälkijättöisesti suunnittelun aikana asukaskyselyjä ja asukkaiden annettiin tehdä näennäisdemokraattisia valintoja materiaaleista, mutta nekin kaikki suunnittelijoiden ehdoilla. Syntyi suunnittelukentän kahtiajako – softyt ja teknot, tai kuten sanottiin – pehmot ja kovikset. Sosiaaliselle toiminnalle ei löytynyt kunnilta resursseja mutta rakennusten fyysinen korjaaminen pystyttiin toteuttamaan vakiintuneilla lainoitusjärjestelmillä. Innostus ja tahtotila olivat kuitenkin joissain piireissä merkittäviä ja Ruotsin onnistuneet esimerkit antoivat uskoa muutokseen. Ulla-Maija Laiho Kuntaliitosta osallistui aktiivisesti debattiin mm. kirjalla ”Tartti tehdä – ja tehtiin” vuonna1993⁶ ja allekirjoittanut toimitti Ympäristöministeriölle kirjan ”Lähiökorjaamisen arkkitehtoniset vaikutukset” vuonna 1996⁷.

Sitten tuli yleiseurooppalainen lama joka iski ilmat pihalle lähiöuudistuksesta. Lamaa seurasi Suomessa poikkeuksellisen pitkä nousukausi, jolloin kerrostalotuotanto uudispuolella tyydytti rakennusliikkeiden budjettitavoitteet. Korjausrakentaminen ei kiinnostanut sen vähäisten tuotto-odotusten ja korkeiden riskien takia. ”Köyhän kanssa ei kannata käydä kauppaa.” Laman aiheuttama pysyväistyöttömyys, yhteiskunnallisten

asenteiden koveneminen ja alueiden eriarvoistuminen viimeistään pysäyttivät lähiöuudistuksen teknisten korjausten tasolle.

Mitä tästä opimme?
Ilmeisesti emme juuri mitään. Seuraavat pari vuosikymmentä lähiöuudistus jumiutui seminaareihin ja poliitikkojen juhlapuheisiin. Käytännön toteutukset olivat vähäisiä. Näin kävi myös Ruotsissa, missä osa lähiöitä ajautui luokkayhteiskuntaa muistuttavaan segregaatiokierteeseen. Suomessa osa lähiöistä joutui käytännöllisesti katsoen saattohoitoon, jossa vain välttämättömät tekniset parannukset toteutettiin. Puhuttiin varovaisesti peruskorjauksesta tai perusparannuksesta - vaikka usea ulkomainen esimerkki osoitti, että vähäiset, lähiön perusrakenteeseen ja sosioekonomisiin ongelmiin puuttumattomat korjaukset palautuivat nopeasti alkuasetelmiinsa⁸. Toki onnistumisiakin oli mutta koko ongelmaan nähden ne olivat mittasuhteiltaan vähäisiä.

Eläköön energiapolitiikka!
2000-luvun loppupuolella, kehittyneet valtiot heräsivät ”epämiellyttävään totuuteen”⁹ ja ympäristötietoisuus virisi sen laajemmassa merkityksessä. Tämä antoi tuntuva lisäpotkua myös lähiöiden uudistamiseen, ainakin teknisessä mielessä. Ymmärrettiin rakennetun ympäristön kehittämisen tärkeys ympäristötavoitteiden saavuttamisessa. Määrällisen volyyminsa takia lähiöt nostettiin eturintamaan ilmastotalkoissa, tosin vasta sitten kun uudistuotannon uusiutumisen hitaus oli havaittu.

Suomessa energia- ja ympäristöpolitiikka on hajautunut useille toimijoille ja ministeriöille. Samoin on lähiötutkimuksen kanssa. Useat tutkimuslaitokset ja tutkimuksen rahoitustahot tekevät päällekkäistä työtä. Suurimmilla kaupungeilla on myös omat energia- ja lähiöohjelmansa. Jotta kenttä olisi vielä tästäkin sekavampi, kehitellään lisääntyvässä määrin uusia energia- ja ekotehokkuusohjelmia, lähiöohjelmia, seminaareja ja foorumeita. Samoja asioita käsitellään toisistaan riippumat-

8 Thomsen A. & van der Klier, K: *Replacement or renovation of dwellings: the relevance of a more sustainable approach*. Technische universiteit Delft, Delft, 2009.

9 *Epämiellyttävä totuus*. Dokumenttielokuva, 2006. Ohjannut Guggenheim Davis, pääosassa Al Gore.

ta ja toisistaan tietämättä. Talosta puuttuu isäntä.

Tässä sekavassa tilanteessa Entelkor-tutkimushankkeen oli pakko profiloitua. Emme halunneet lähteä tutkimaan tutkittua vaan päätimme avata molemmat ovet ja läpituulettaa lähiötutkimuksen ongelmakenttää. Kuinka siinä onnistuttiin, se jääköön muiden arvioitavaksi.

Tavoitteenamme oli tehdä joitakin uusia avauksia lähiötutkimukseen ja saada siitä myös pohjaa jatkotutkimuksille. Evolutionaarisesti matkalla karsiutuivat ne ajatukset, jotka koettiin vähemmän merkityksellisiksi tai arkkitehtuuritutkimuksen osaamisalueelle vieraiksi. Tavoitteena oli kantaa vastuuta ja antaa vastinetta rahoittajatahoille tuottamalla tutkimustuloksia, joista olisi välitöntä hyötyä käytännön lähiökorjaamisessa tai sitä prosessoitaessa. Näistä järkevistä korjausratkaisuista sekä kansantalouden että kiinteistöjen talouden kannalta vaikuttaa olevan huutava pula. Onko vaarana ylikorjaaminen vai alikorjaaminen? Myös siihen pyrimme löytämään vastauksia.

Prosessin aikana selvisi konkreettisemmin lähiötutkimuksen moniongelmaisuus ja laaja-alaisuus. Koko ajan ponnahteli esiin uusia, kiehtovia tutkimusaiheita. Resurssipulan takia oli kuitenkin pysyttävä ruodussa ja jätettävä monia kiinnostavia osia myöhempää tarkastelua odottamaan. Näitä olivat mm. kenttäkokeet Rakennustekniikan laitoksen laboratorion koealueella, joissa olisimme tutkineet purkuelementeistä rakennetuissa koelaatikoissa antureilla 1970-luvun sandwich-elementtien erilaisia lisälämmöneristysvaihtoehtoja. Samoin järjestelyin olisimme tutkineet myös aurinkoenergiaa imeviä ja varastoivia pinnoitusmateriaaleja. Paikallisen, energialaitoksista riippumattoman puhtaan energiatuotannon integroiminen rakennuksiin jäi myös tutkimatta. Tutkimusryhmä pidättäytyi tarkastelemaan pääosin neljää arkkitehtuuritutkimuksen ja rakennetekniikan osa-aluetta; (1) Rakennusmateriaalien kieräytystä ja uusiokäyttöä sekä materiaalihokkuutta, (2) Rakennusten vaippojen energiatehokkuutta ja aurinkolämpöä, (3) Lähiöiden ekosysteemejä ja täydennysrakentamismalleja sekä (4) Korjausrakentamisen strategioita.

Tutkimusosioita ei pyritty yhdistämään ja yhtenäistämään



vaan ne toimivat jokainen itsenäisenä puheenvuorona Entelkor-tutkimusohjelman sateenvarjon suojissa. Näin niissä säilyi myös tekijänsä ääni ja ilmaisun tuoreus. Osa tutkimuksista oli kohottavia visioita, osa seurantadatan aukaisuja, osa käytännönläheisiä suunnitelmaehdotuksia ja osa tekijänsä omakoh-taista pohdiskelua tutkimusongelman suhteen. Koska kaikkea esiin tullutta ei ole kansiin kirjattu ja tutkimusryhmän perus-tamaan poikkitieteelliseen Aarre-ryhmän toimintaan osallistui myös monia muita jäseniä, jotka eivät ole kirjallista osuutta laatineet, uskoisin että Entelkor-tutkimushanke on ollut siihen osallistuneille enemmän kuin osiensa summa.

KUVA (Elina Alatalo): Lähiössä voi olla myös luonnetta. Ruotsalaisessa Erskinen suunnittelemassa "muurahaispesässä" nautitaan huikeista näkymistä.

Harri Hagan,
arkkitehti,
hankkeen
vastuullinen johtaja

Boström, Sanna &
Lahdensivu, Jukka

Entelkor-hankkeen anti käytännön lähiökorjaamiselle

Nostan tässä esiin muutamia mielestäni keskeisiä tutkimustuloksia, joista saattaisi olla hyötyä käytännön lähiökorjaamisen ja lähiöuudistuksen kannalta. Tutkimukset esitän tekijänsä mukaisesti aakkosjärjestyksessä. Huomiot viittaavat paitsi tämä kirjan artikkeleihin, myös laajempiin töihin, jotka ovat löydettävissä osoitteesta www.aarre.org.

Lähiökerrostalon energiatehokkuusluvun ja lämmönkulutuksen laskenta.

Tutkimuksessa verrattiin kuuden eri vuosikymmeniä edustavan kerrostalon teoreettista eli laskennallista lämmönkulutusta rakennusten käyttämään todelliseen, mittauksiin ja seurantaan perustuvaan lämmönkulutukseen. Yli 700 kerrostalon joukosta valittiin kuusi vakiotyyppiä 1960-luvulta 1990-luvulle lämmöneristyspaksuuksien vaihdellessa 50 – 140 mm. Seurantadatasta päästiin myös arvioimaan nykyään rakennuslupien ehtona olevan ja rakennusten energiankulutuksen markkinoinnissa käytettävän Energiatehokkuusluvun (ET-luku) todenmukaisuutta.

Tutkimuksen tulos oli paitsi odotettu myös yllättävä. Koska teoreettisissa laskelmissa pysytään niin karkeiden arvioiden tasolla, on ennakoitavissa, että lopputulos ei voi olla täysin oikea. Laskelmissa ei myöskään tällä hetkellä ole mahdollista täysipainoisesti arvioida rakennusten käyttäjien kulutustotumuksia. Tutkimustulos ei tue olettamaa, että rakennusten energiatehokkuus olisi koko ajan merkittävästi parantunut. Myöskään lämmöneristyspaksuuksien lisääminen jopa lähes kolminkertaiseksi ei ole tuonut tutkimustuloksen mukaan merkittäviä säästöjä. Yllättävää on, että lähes kaikki kuusi seurantarakennusta sijoittuvat toteutuneen kulutuksen kannalta ET-luokkaan D (!) rakentamisajankohdasta riippumatta. Tulos on todella huolestuttava rakennetun ympäristön energiatalouden kannalta. Uudistuotannossa pyritään ET-luokkiin A ja B, mitenköhän on näiden uusimpien rakennusten teoreettisen las-

kelman ja todellisen kulutuksen välinen tilanne?

Lähiökorjaamisen kannalta mielenkiintoiset verrokkitalot ovat numerot 2,3 ja 4, jotka ajoittuvat 1970-luvulle ja 1980-luvun alkuun. Näiden osalta lämmönkulutuksen jakauma on hyvin selkeä; kolmannes kuluu ilmanvaihtoon, kolmannes veden lämmitykseen ja kolmannes katoaa rakennusvaipan läpi. Tästä kolmanneksen vaippahäviöstä katoaa ovista ja ikkunoista lähes puolet. Ylä- ja alapohjien osuus on vähäinen eikä seinäelementtien osuuskään ole kuin 12 % koko rakennuksen lämmönkulutuksesta.

Varovaisena johtopäätöksenä avuksi lähiökannan kustannustehokkaaseen korjaamiseen voisi ehdottaa huomion siirtämistä seinien lisälämmöneristämisestä talotekniikan säästöihin, lämpöenergian talteenottoon, lämpimän käyttöveden kulutuksen vähentämiseen sekä ulko-ovien ja ikkunoiden korjaamiseen tai uusimiseen.

Lopulliset johtopäätökset edellyttävät jatkotutkimuksia useampien rakennusten osalta. Lähiöiden kannalta tällä olisi valtakunnallisesti erittäin suuri merkitys todellisia, kustannustehokkaita korjaustapoja kehitettäessä.

Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset

Parvekkeiden lasittaminen uudistuotannossa ei ole pakollista mutta välttämätöntä. Huoneistokohtainen suojattu ulkotila koetaan nykyään asuntomarkkinoilla asumisviihtyisyyteen liittyvänä itsestäänselvyytenä. Myös merkittävä osa lähiörakennusten parvekkeista on myöhemmin lasitettu. Tutkimuksessa keskityttiin pääosin 1970-luvun elementtirakennusten betonipieliparvekkeiden lasituksen vaikutukseen huoneistojen lämmitysenergian kulutukseen. Lähiörakennusten solidi massa ja parvekesivustojen avautuminen lämpimiin ilmansuuntiin antoi tutkimukselle edulliset lähtökohdat. Vertailu berliiniläisiin verrokkitaloihin osoitti, että Suomen ilmasto-olosuhteet eivät juuri ole tässä asiassa keskieurooppalaista tilannetta epäedullisempia.

Hilliaho, Kimmo &
Lahdensivu, Jukka

Parvekkeiden teknisen käyttöiän ja asumiseen liittyvän käyttöajan lisääntymisen lisäksi oli tutkimuksessa havaittavissa myös energiansäästöä huoneistojen lämmityksen suhteen. Keskimäärin 6 % säästö huoneistotasolla on merkittävä, varsinkin kun siihen lisää mahdollisuuden laskea huoneiston lämpötilaa vedontunteen vähentyessä. Lähiökorjaamisessa voidaan saavuttaa myös todellisia säästöjä korjauskustannuksissa, kun parveketaustan ovia ja ikkunoita ei välttämättä tarvitse vaihtaa energiatehokkaammiksi eikä seinäpintoja lisälämmöneristää. Rakentamistalouden kannalta voidaan puhua panos-tuotos-ajattelusta.

Ilman tutkimustakin on havaittavissa, että parvekelaseja pidetään suljettuna myös lämpiminä ajanjaksoina. Tämä liittyy parvekkeen kodinomaiseen kalustukseen ja sen suojaamiseen. Parvekkeista on tullut tavallaan edullinen lisähuone ja niiden käyttöaste on huomattavasti korkeampi kuin aikaisempina vuosikymmeninä. Jatkossa tulisikin tutkia myös liikalämmön torjumista ulkopuolisella, säädettävällä varjostuksella. Lisäselvitystä vaativat myös aurinkolämpöä varastoivat pintamateriaalit ja korvausilman ottaminen esilämmitettynä näiltä puolilämpimiltä vyöhykkeiltä. Viihtyisästä, suojatusta ja mahdollisesti laajennetusta parvekkeesta voisi energiansäästön lisäksi kehittyä lähiökorjaamiseen tuote, joka parantaisi rakennusten haluttavuutta asuntomarkkinoilla.

Kierrätys arkkitehtuurissa – Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa sekä lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa

Tutkimuksessa pureudutaan asian ytimeen heti alussa; luonnossa ei ole jätettä vaan kaikki kierrätetään ja käytetään uudelleen. Ihmislajin tuottama tekninen, synteettinen jäte on tästä poikkeus ja lisääntyessään ongelma maapallon suljetulle ekosysteemille. Myös tämä jäte pitäisi saada suljettuun kiertoon. Elementtilähiötkin Huuhka kokee tietynlaisiksi materiaalipankeiksi betonielementtien uudelleenkäyttöä ajatellen.

Ajattelutapa on enemmän kuin suositeltava, varsinkin kun

on tiedossa, että rakentamisen jätteestä kolmannes on kiviainesta¹⁰ ja edes betonin murskaamisella ei kovin nopeasti palauteta betonin aineosia luonnon kiertokulkuun. Ilmastomuutoksen kannalta jo kertaalleen luonnonvaroista energialla valmistettu betoni tulisi mahdollisimman laaja-alaisesti hyödyntää uudelleen rakentamisessa, joko infran tai talojen rakentamisessa. Muualla maailmassa on kokonaisia elementtejä jo käytettykin tienpohjiin ja patorakennelmiin sekä vähäisessä määrin talonrakentamiseen.

Lähiökorjaamisen kannalta purkutekniikoiden ja elementtien uudelleenkäytön kehittäminen avaa kiehtovia mahdollisuuksia. Huuhka puhuu lähiöiden osalta ”rakennetun ympäristön uudelleenjärjestelystä”. Leikkaa ja liimaa- periaatteella kootut elementtikerrostalot ovat teknisesti purettavissa siten, että elementit säilyvät ehjinä. Talot voidaan purkaa joko osittain tai kokonaan. Purkutekniikoiden kehittyessä ja halventuessa, voi jopa syntyä purettujen elementtien markkinat, kuten kävi Saksan laajamittaisissa lähiöuudistushankkeissa. Osapurusta voisi tulla muuttotappiokuntien lähiöiden pelastus ja uusi tuleminen, kun tarpeettomat huoneistokoot puretaan ja pienentyneiden taloyksiköiden alkuperäiset, normituksen mukaiset suurehkot yhteistilat vapautuvat yhteiskäyttöön ja tätä kautta mahdollistavat kerrostalojen yhteisöllisen asumiskulttuurin syntymisen. Mielestäni keskustelu kokonaisten elementtirakennusten purkamisesta ja uusien, ”tehokkaampien” rakennusten rakentamisesta niiden tilalle, joutuu uuteen valoon kun ajatellaan uuden rakentamisen ja vanhan poiston ympäristövaihtuoksia sekä vanhan rakennuksen ja sen ympäristön immateriaalisia arvoja, kuten asukkaiden muistoja ja paikan historiaa. 1970-luvun kerrostalojen tilasuunnittelu ei ole ollenkaan niin huonoa ja tehotonta kuin mitä julkisuudessa on esitetty.

Tutkimus edellyttää ehdottomasti jatkotutkimista ja koe-rakentamista sen valtakunnallisen tärkeyden takia. Myöskään suomalaisen purkuosaamisen, uusiosuunnittelun ja rakennusosien uudelleenjärjestelyn osaamisen vientimahdollisuuksia ei pidä väheksyä. Meillä on lähinaapurina valtio, jonka määrällisesti rajattomien elementtilähiöiden tulevaisuus tulee vääjäämättä pohdittavaksi lähitulevaisuudessa.

10 Sippola, M. & Ratvio, J: *Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö Suomessa ja muissa maissa*. VTT tiedotteita 1588. Espoo, 1994.



Joensuu, Tuomo

KUVA (Elina Alatalo): Lähiökorjaamista Tampereen Annalasta. Kortteleita on täydennetty rakentamalla kerrostalojen välisiä kulmia umpeen, tässä uudisrakennusosa keltaisella. Samalla on tuotu maantasoon yhteiskäyttöisiä ja ulosvuokrattavia tiloja, joiden toivotaan virkistävän alueen palvelutarjontaa.

Tulevaisuuden kaupungin ekosysteemi – skenaarioita lähiökehittämisen tueksi

Kun arvioidaan kokonaisvaltaisesti lähiökorjaamisen ympäristövaikutuksia ja tulevaisuutta, ei riitä pelkkä rakennusten energiatehokkuuden tarkastelu. Se on aivan liian suppea näkökulma eikä välttämättä edes kaikkein parhaisiin tuloksiin johtava. On otettava kokonaistarkasteluun koko lähiön ekosysteemi; liikennemuodot, palvelurakenne ja kaupan logistiikka, jätehuolto, energiahuolto ja kulutuspiikkejä tasaavat älykkäät verkot, asukkaiden kulutustottumukset sekä tilojen käyttötehokkuus.

Näin on tehty ansiokkaasti Joensuun tutkimusosiossa, joka tarkasti tulkittuna avaa uusia, jopa kumouksellisia mahdollisuuksia uudistaa lähiörakennetta informaatioteknologian ja älykkäiden jakeluverkostojen avulla kohti ympäristön kannalta kestävämpää kehitystä.

Tutkimuksen kannanotot resurssitehokkuuden lisäämisestä tilojen ja liikennevälineiden suhteen ovat varteen otettavia ja kansantaloudellisesti merkittäviä. Tutkimusta tulisi realisoida jatkolla, jossa pureudutaan esimerkiksi yhden tyyppillisen suo-

malaisen lähiön tilanteeseen tutkimuksessa esitetystä näkökulmasta ja visioidaan ehdotuksia mm. päivittäistavarakaupan logistisesta hajauttamisesta sekä yksityisautojen yhteiskäyttöjärjestelmän tukemisesta.

Muunneltava lähiöasunto – lähiökorjaamista asunnon ja asukkaan näkökulmasta

1970-luvulla, ns. rakentamisen hulluina vuosina, rakennettiin noin 335 000 kerrostalohuoneistoa pääosin teollisesti tuotetuilla elementeillä. Elettiin aluerakentamisen ja lähiöiden synnyn kultakautta. Rakennukset muistuttivat toisiaan rakennusliikkeistä, suunnittelijoista ja paikkakunnasta riippumatta. Erilaisten ja yksilöllisten huoneistotyyppien tarjonta oli vähäistä. Suppean valikoiman katsottiin tuolloin vastaavan kysyntää joka oli taattu voimakkaan kaupungistumisen vuoksi. Kaikki kelpasi mikä rakennettiin. Vaihtoehtoja ei ollut tarpeellista tarjota.

1990-luvulla rakennettiin alle 130 000 kerrostalohuoneistoa. Huoneistotyyppien tarjonta oli jo runsaampaa ja rakennukset saivat yksilöllisiä piirteitä. Miten 1970-luvun anonyymit ja keskivertoperheelle suunnitellut lähiökerrostalot vastaavat nykypäivän asumisvaatimuksiin ja asukasrakenteeseen? Tätä rakennusten elinkaarikysymystä Kakko pohtii. Lähiöiden asukasrakenne on radikaalisti muuttunut ja ne ovat enenevässä määrin pientalouksien ja ikääntyneiden asuinpaikkoja. Lähiöiden todellisena haasteena onkin saada takaisinmuuttajiksi lapsiperheitä ja nuoria asukkaita. Vain näin syntyy elinvoimainen ja terve kaupunkirakenne. Kakko on esittänyt muuntojoustavuuden periaatteiden mukaisesti ratkaisuvaihtoehtoja tyyppilisimmille lähiöiden huoneistotyypeille. Lähiöiden asunnoista valtaosa on kaksioita, joissa on vain yksi makuuhuone ja ne ovat siis lähtökohtaisesti epäkelpoja perheasuntoja. Perheasunnoiksi soveltuvia kolmioita on lähiökannassa varsin vähän. Muutto tulee eteen kun lapsi tai lapset kasvavat kouluikänsä.

Jotta täyselementtitalojen huoneistokokojen muutokset olisivat helpommin toteutettavissa, tarvitaan vielä jatkotut-

Kakko, Katriina

kimusta ja tuotekehittelyä. Ääni- ja palotekniset vaatimukset täyttävien, huoneistojen välisten osastoivien seinien rakentaminen on toistaiseksi melko hankalaa, joten suunnitteluratkaisuissa tulisikin mahdollisesti pysyttäytyä nykyisten huoneistojakojen sisällä. Huoneistojen yhdistäminen sen sijaan on helppoa ja joissain tapauksissa onkin kaksioiden välinen parvekkeeton yksiö liitetty viereiseen kaksioon ja saatu syntymään iso perheasunto.

Lahdensivu, Jukka

Lähiöiden todellinen kunto

Medialle kiinnostavin uutinen on huono uutinen. Lähiöiden osalta on rummutettu viestiä, että ne ovat rapakunnossa. Eris-teet ovat homeessa, saumaukset myrkyllisiä ja elementtien ulkokuoret tipahtamassa. Lähiöiden korjausvelka on valtava ja kiihtyvästi lisääntymässä ylittäen pian kansallisen kriisikynnyksen. Lahdensivun seurantatutkimus vetää maton alta näiltä väitteiltä - tai ainakin horjuttaa niitä. Lähiörakennusten kunto onkin yllättävän hyvä. Lähes tuhannen kerrostalon kuntotutkimuksiin ja yli kahteen tuhanteen koeporaukseen perustuvat tutkimustulokset osoittavat, että lämmöneristeet julkisivuissa ovat kuivia, raudoitukset ovat pääosin kunnossa ja vaikka julkisivuelementeissä käytetyn betonin pakkasenkestävyys on huono, laajamittaista rapautumista ei havaittu.

Onko julkisuudessa esitetty lähiöiden teknisen kunnon vähättely sitten vaikuttanut suunnitteluohjeisiin ja määräyksiin sekä tehtyihin korjausvalintoihin? Olemmeko ylikorjaamassa lähiökantaa? Ovatko varmuuskertoimiin perustuvat korjausohjeet nostamassa lähiökorjaamisen kustannustasoa lukemiin joihin meillä ei kansantaloudellisesti ole varaa? Pitäisikö raskaita julkisivukorjauksia siirtää tulevaisuuteen jos osoittautuu, että nykyisillä elementeillä on vielä runsaasti käyttöikää jäljellä? Olisiko syytä pohtia teknispainotteisen korjaamisen lisäksi myös muita kevyempiä tai halvempia, asumisen laatuun ja viihtyisyyteen perustuvia korjausfilosofoita? Sanotaan että tyhmä kysyy enemmän kuin mihin monta viisasta ehtii vastata. Lahdensivun seurantatutkimus kuitenkin antaa mielestäni oikeutuksen näihin kysymyksiin.



Kerrospihatalo - rakennus pukeutuu energiatehokkaaksi

Lähiökorjaaminen on julkisuudessa ja rakennusalan lehdissä saanut huolestuttavassa määrin teknistaloudellisen hahmon. Puhutaan pääsääntöisesti energiatehokkuudesta ja teknisestä korjausvelasta. Mutta onko mahdollista korjata lähiöitä vain teknisestä näkökulmasta? Korjauskustannusten vastineeksi on saatava nostettua kiinteistön arvoa asuntomarkkinoilla. Potentiaalisten ostajien tai vuokralaisten kannalta ei riitä tieto, että rakennuksessa on uusi lämmönsiirrin tai että sen energialuokka on kohonnut luokasta E luokkaan D. Ostajat hakevat elämänsä suurimpaan sijoitukseen myös muita vastineita kuin rakennuksen tekninen kunto. Käytännön tuntuman perusteella sanoisin, että ostotilanteessa haetaan ensisijaisesti yksilöllisiä, toimivia asuntoja, joissa on laadukas, esittelykelpoinen kiintokalustus ja mahdollisuus joustaviin sisustusratkaisuihin. Myös alueen arvostus on tärkeä. Asuinkerrostaloista haetaan myös ns. omaa rauhaa ja mahdollisuuksia askarteluihin, joka käytännössä tarkoittaa haavetta omasta pihasta. Olisiko fraasi ”omakotitalo järven rannalla kaupungin keskustassa” mahdollista toteuttaa myös kerrostaloon?

Tätä kysymystä on Lappalainen tutkinut omassa osuudessaan. Asuntokohtainen piha, ei siis pelkkä parveke, voisi olla

Lappalainen, Noona

KUVA (Elina Alatalo): Kattorakentamista Ruotsista. Tässä versiossa pihaa on oman kerrostaloasunnon yhteydessä sekä asuntoa kiertävän terassin että asunnon toisen kerroksen parvekkeen muodossa.

lähiökorjaamisessakin varsinainen myyntivaltti. Puuttumatta ns. puskurivyöhykkeen eli puolilämpimän vyöhykkeen energia- taloudellisiin hyötyihin, on ilmeistä että tämä kerrospihatalo on tuote, jota on asuntomarkkinoille kaivattu. Pienimuotoisen viljelyn, ulkona ruokailun, grillaamisen, lasten leikkimisen tai nukuttamisen mahdollistama huoneistokohtainen, suojaista ja sään mukaan muunneltava ulkotila lisää asunnon käyttöarvoa huomattavasti. Suurehkojen lasitettujen parvekkeiden suosio on tästä kiistaton todiste.

Lappalainen on ansiokkaasti tutkinut kolmeakymmentä pihatyyppiä, kuutta puskurivyöhyketyyppeä, sekä seitsemää kerrospihatalon vaihtoehtoa variaatioineen. Verrattuna saavutettavaan hyötyyn nykyisen parvekkeen laajentaminen tai sen kokonaan suuremmaksi vaihtaminen on korjauskustannusten suhteen siedettävällä tasolla. Lähtökohtaisesti on huomioitava, että lähiörakennuksille ominainen ulkoneva betonipieliparveke betonikaiteineen ei millään muotoa vastaa uudistotuotannon vaatimuksia parvekkeen syvyyden ja kalustettavuuden suhteen.

Osittaisen purkamisen ja elementtien kierrättämisen edellytykset Suomessa
Tämä osio tukee Huuhkan ”Kierrätys arkkitehtuurissa”-tutkimusta. Osiossa keskitytään vanhojen betonielementtien uudelleenkäytön ja purkamisen tarkasteluun rakennetekniikan näkökulmasta. Kuten aikaisemmin tuli todettua, varsinaisista laajamittaisista purkutöistä ja elementtien uusiokäytöstä ei Suomessa ole merkittävää kokemusta. Tässä tutkimuksessa sovelletaan Saksan suurien lähiökorjaushankkeiden kokemuksia Suomen olosuhteisiin. Saksassa purettiin 10 vuodessa 400 000 kerrostalohuoneistoa ja rakennusten kokonaan purun lisäksi tehtiin myös osapurkua¹¹. Kokemusta siellä siis on.

Suomessa on muutamalla työmaalla elementtipurkuja suoritettu ja ainakin allekirjoittaneen kokemukset rakennusliikkeiden toiminnasta ovat olleet, että paikalla murskaamista ei kannata harjoittaa syntyneen purkujätteen määrän takia vaan elementit tulisi irrottaa mahdollisimman ehjinä. Tämä koskee

myös kantavia väliseiniä ja välipohjia. Eli purkutyömaallakin tarvitaan taas torninostureita.

Kokonaisena purku myös mahdollistaa elementtien uudelleen käytön, joka tosin, ainakin toistaiseksi, rajoittunee Suomessa ns. kylmiin rakennuksiin, kuten Saastamoinen toteaa. Rakentamismääräyskokoelma edellyttää nykystandardien käyttöä myös uudelleen rakentamiseen verrattavissa muutostöissä. Toistaiseksi ei ole tarpeeksi tietoa siitä, yltävätkö vanhat elementit Suomessa uudisrakentamisen standardeihin ja kuinka uudelleen käytettävien elementtien laatutaso asuntotuotantoa varten varmennettaisiin.

Aurinkolämpö ja korjausrakentaminen

Fossiilisten raaka-ainevarantojen ehtyessä ja kallistuessa on energiaintensiivinen maailmantalous nostanut katseensa aurinkoon. Koko biologinen elämänkierto perustuu auringon lämpösäteilyyn ja siitä saatavaan energiaan, joka on ihmislajin mittasuhteissa rajaton resurssi mutta yllättävän vähän hyödynnetty. Enenevässä määrin maailmalla tuotetaan sähköä amorfiseen piihin perustuvilla aurinkokennoilla tai kerätään lämpöä nestekiertoon perustuvilla keräimillä. Tyhjiöputkiteknologia ja fotosynteesiin perustuva ohutkalvoteknologia ovat tulossa markkinoille. Aurinkosähkön hinta on myös laskemassa tuotannon lisääntyessä ja on oletettu, että aurinkoteknologian esimerkkimaassa Saksassa sen hinta alittaa lähivuosina fossiilisesti tuotetun¹². Auringonsäteilyä Suomessa saadaan neliölle saman verran kuin Saksassa.

Osuudessaan Silomaa on keskittynyt unohdettuun aurinkoenergian hyödyntämisen osa-alueeseen – passiiviseen aurinkolämpöön, jota kerätään rakennuksen julkisivurakenteista. Sitä on rakentamisessa toistaiseksi hyödynnetty varsin vähän, vaikka esimerkiksi tummapintainen aaltopeltiseinä sitä karkeasti ottaen jo edustaisikin. Tämän osa-alueen tarkempi tutkimus saattaisi johtaa kumoukselliseen muutokseen rakennusten julkisivuja ja vaippakorjauksia suunniteltaessa.

Huonokuntoisen sandwich-elementin energiataloudellinen korjaus voidaan tehdä (ja niin meillä nykyään tehdään

Silomaa, Timo

12 Paukku, T: *Aurinkoenergian murros voi todella toteutua 2010-luvulla*. HS 8.1.2008..

Saastamoinen, Kari & Lahdensivu Jukka

11 Kil, Wolfgang: *The Marvel of Leimefelde*. Dresden, Sandstein Verlag, 2008.

kin) purkamalla ulkokuori ja lämmöneristeet, minkä jälkeen rakennetaan uudet vastaavat tilalle. Voiko enää raskaampaa ja kalliimpaa korjaustapaa keksiä? Ulkoseinän lämpöhäviön osuus rakennuksen energian kulutuksesta on varsin vähäinen eikä siihen kannata energiataloudellisessa mielessä valtavasti panostaa. Mikäli raskas korjaus voitaisiin korvata vain reilun tuuletusraon (lue: ilmalämpörako) päälle asennetulla mustalla absorptiolevyllä ja ilmarakoon syntyvä lämpökuorma hyödynnettäisiin, voisimme puhua todellisesta innovaatiosta lähiökorjaamisessa. Ulkomailla jo tutkitaan ns. funktionaalisia seinärakenteita. Silomaan tutkimus vaatisi ehdottomasti jatko-tutkimusta ja koerakentamista sen mahdollisten piilevien etujen todentamiseksi. Lähiökannassa on suuri määrä myös itä-länsisuuntaisia umpipäätyjä, joihin olisi mahdollista kehittää omanlaisiaan aurinkolämpöseiniä, joiden pintarakenne olisi absorptioon ja heijastukseen perustuva pystysuora poimulevy.

Lähiön emergenssi - Energiatehokas täydennysrakentaminen kasvavan metropolin lähiöön - case Kontula

Vaikka kaikki Espoon ja Vantaan asukkaat muuttaisivat Helsinkiin, olisi väestötiheys Helsingissä edelleen väljempi kuin esimerkiksi Kööpenhaminassa. Kaupunkirakenteen tiivistäminen onkin otettu myös Suomessa strategiseksi tavoitteeksi. Ajatuksena on sekä vähentää liikenteen ympäristöhaittoja että myös mahdollistaa energiankulutukseltaan tilatehokkaampien rakennusryhmien toteuttamista. Suomalaisuudelle ominainen haja-asutusmalli, joka tosin on ajettu nurkkaan ja syylistetty, voi tietenkin kokea myös uuden ekokylämäisen tulemisen paikalla tuotetun puhtaan energian, suljetun jätekierron, lähiruoan ja sähköautojen myötä. Mutta nyt uskotaan tiivistämiseen ja lähiöt on nostettu esiin kaikkein potentiaalisimpina tiivistämisen kohteina. Ne ovat sopivasti jääneet laajentuvien kaupunkirakenteiden sisään eivätkä ole enää niitä kaupunkien reuna-alueiden ”kaukioita ja eriöitä”, joka oli niille ominaista aluerakentamisen maanostopolitiikan seurauksena.

Tynkkynen, Pekka

Kontulassa asui vuonna 1970 yli 18 000 asukasta, nyt määrä on vähentynyt kolmanneksella ja joissakin kortteleissa jopa puolella. Asukastiheys Kontulassa on alle 5 000 hlö/km2 kun se esimerkiksi Helsingin Kalliossa on lähes kolminkertainen. Kuitenkin Kontula sijaitsee erittäin hyvien liikenneyhteyksien varrella, metrolla pääsee keskustaan hetkessä ja paikalliset palvelutkin ovat kunnossa. Rakennusmaata on vaikka muille jakaa. Mitä siis pitäisi tehdä selvästi taantumavaarassa olevalle lähiölle, että sen potentiaalit saataisiin täysimääräisesti käytettyä?

Tähän kysymykseen vastaa Tynkkynen osuus terävästi ja järkähtämättömällä ehdottomuudella. Ei mitään varovaista näpertelyä. Sen sijaan Tynkkynen on visioinut kahdeksan eri täydennysrakentamismallia, joissa asukasmäärää on kasvatettu mallista riippuen 10-130%, keskimäärin kuitenkin noin 50 %. Kaikki ehdotukset ovat ennakoluulottomuudessaan ja rohkeudessaan kiinnostavia ja antavat ymmärtää vision sanoman; todellinen lähiön elvytys ja sen nosto kasvavan metropolin elinvoimaiseksi aluekeskukseksi ei tapahdu vanhoja muistelen vaan riskinottokyvyn rajoja koettelevalla täydennysrakentamisella lähiön henkistä sisältöä ja perusrakennetta voimakkaasti muuttaen.

Tutkimus on erinomainen avaus rajojen rikkomiselle lähiöuudistuksen ongelmakentässä. Esimerkiksi ostoskeskuksen ja metroaseman päälle rakennettu HILO-hybridi voisi toteutessaan aiheuttaa eräänlaisen bilbaoefektin, jonka vaikutukset aluekeskukseksi olisivat paljon Kontulaa laajemmat.

Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon energiakulutukseen

Tutkimuksessa on läpikäyty noin 120 asuinkerrostalon energiankulutuksen muutokset tehtyjen korjaustoimenpiteiden jälkeen. Yhteenvetotaulukoista on vedettävissä johtopäätöksiä yksittäisten korjaustoimenpiteiden vaikutuksesta rakennusten energiatalouteen verrattuna tehtyjen korjausten kustannusvaikutuksiin. Voidaan myös puhua takaisinmaksuajasta, vaikka se käsitteenä onkin mielestäni liian teknistaloudellinen. Voi ni-

Uotila, Ulrika & Lahdensivu, Jukka



KUVA (Pekka Tynkkynen)

mittäin olla, että juuri investointien mahdollisimman nopean nollautumisen filosofia on johtanut nyt ongelmiin ajautuneeseen kertakäyttörakentamisen kulttuuriin, joka on ristiriidassa kestävän, elinkaareltaan pitkäikäisen rakentamistavan kanssa.

Tutkimustulokset tukevat muita aihetta sivuavia tutkimuksia; kustannustehokkain tapa säästää lämpöenergian kulutuksessa on lämmönsäätö eli huoneilman liikalämmityksen vähentäminen. Sillä voidaan saavuttaa jopa 15 % säästöt. Kun tähän lisätään vielä kustannusedulliset lämmönsiirtimen ja patteri- sekä linjaventtiilien vaihdot lisääntyy säästöpotentiaali arviolta 5 %. Koneellisella ilmanvaihdolla varustettujen lähiötalojen varustaminen lämmön talteenottolaitteistoilla ei ole halpaa mutta parhaissa tapauksissa säästö voi olla jopa 30 %. Laitteistot myös paranevat ja tehostuvat koko ajan. Parvekelasitukset ja ikkunoiden sekä parvekeovien uusiminen tuovat myös 15-20 % säästön. Julkisivujen lisälämmöneristämisen säästövaikutus on lähes samaa luokkaa mutta korjausinvestointina kymmenkertainen. Tosin julkisivukorjauksessa saatetaan pidentää rakennuksen elinkaarta merkittävästi.

Tutkimus antaa siis selkeät ohjenuorat kustannustehokkaaseen energiakorjaukseen, jonka ensisijaisina ja kannattavimpina kohteina ovat ET-luokkiin E ja F sijoittuvat 1970-luvun lähiökerrostalot.

Olisi mielenkiintoista saada seurantatutkimusta myös kevyemmistä ja halvemmista julkisivujen lisälämmöneristysratkaisuista, joissa on eristetty vain lähiörakentamiselle tutut umpipäädyt ja näin välttytty vaikeilta ja ongelmallisilta ikkunoiden liittymädetaljeilta. Eteläpuolen julkisivuissa voisi riittää vain parvekelasitus ja ikkunoiden kunnostus, pohjoissivulla riittänee ikkunoiden vaihto. Päätyasuntojen pitkä, kylmää hohkaava betoniseinä on saatu lämpimäksi ja mahdollistettu huonelämpötilan pudotus vedontunteen vähentyessä. Ehkä muissakin asunnoissa tulisi tutkia kiviaineisen julkisivupinnan sisäpuolista verhoamista kosketuspinnaltaan lämpimämmällä materiaalilla.

Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa

Rakennuksen elinkaaren aikaisesta energiankulutuksesta ylivoimaisesti suurin osa käytetään sen käytön aikaisena kulutuksena¹³. Jos tätä kulutusta pystytään vähentämään myös suunnitteluratkaisuilla, vaikutetaan merkittävästi ympäristötavoitteiden saavuttamiseen. Rakennuksen rakentamisen aikaisen ja sen myöhemmän purun ympäristövaikutukset ovat vähäisempiä mutta eivät merkityksettömiä. Käytettyjen rakennusmateriaalien hiilijalanjälki ja uusiokäyttö tai kierrätettävyyden korostuvat talotekniikan lämmitys- ja viilennysteknologioiden kehittyessä vähäpäästöisemmiksi.

Lähiöt on jo kertaalleen luonnonvaroilla ja energialla rakennettu mutta niissä on ja erityisesti tulee olemaan lisääntyvässä määrin täydennysrakentamista ja purkua. Jo nyt yli puolet rakennussektorin jätteestä syntyy korjausrakentamisesta ja lähes kolmannes rakennusten kokonaan purkamisesta. Uudisrakentamisen tuottaa rakentamisen jätteestä vain 16%. Käyttämällä korjaamisessa ja täydennysrakentamisessa entistä enemmän hiilineutraaleja, vähähiilisiä tai hiiltä sitovia rakennusmateriaaleja, vaikutetaan osaltaan betonilähiöiden kokonaistaseeseen CO₂-päästöjen suhteen. Kierrättämällä käyttökelpoisia rakennusosia säästetään myös uuden valmistamiseen kuluvia energia- ja raaka-ainevarantoja.

Veijolan osuus tuo esiin lähiökorjaamisessakin mahdollisten kierrätysmateriaalien runsauden. Kuten hän toteaa, kierrätysmateriaalien käyttö mahdollistaisi myös kiinnostavan ja uudisrakentamisesta poikkeavan lähiökorjausestetiikan synnyn. Lähiön historia ja sen yhteisöllinen muisti voisi näkyä ja tuntua myös korjatuissa rakennuksissa rakennustaiteellisina kerroksina.

Materiaalien ja rakennusosien uudelleenkäytön esteenä on jossain määrin rakentamisen ohjaus ja määräyskokoelmat sekä vaadittavat laatustandardit, jotka on hyvää tarkoittaen laadittu uudisrakentamisen laatutason varmistamiseksi. Ehkä nämä määräykset tulisi asettaa tarkemman tarkastelun alaisiksi lähiökorjaamisen kustannustehokkaan ja taloudellisen järjeistämisen takia. Ainakin koerakentamista vaihtoehtomateriaaleilla tulisi kannustaa seurantatutkimusten ja käyttöpalautteiden saamiseksi.

Veijola, Päivi

13 Martinkauppi, K. (toim.):
ERA17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017,
2010.

Hurmaava lähiö

Arkkitehtuuritutkimuksen ja suunnittelevien arkkitehtien tulisi enemmän tutkia sitä, mitä on menetetty rakentamisen teollistuessa halvan energian vuosikymmeninä. Tutkittavaksi pitäisi ottaa myös luonnollinen ilmastointi ja jäähdytys, aurinkosuojaus, liiallisen koneellistumisen välttäminen, funktionaaliset seinärakenteet, puskurivyöhykkeet, rakennusten vaippakertoimet, materiaali- ja tilatehokkuus, luonnonvaroja säästävä kustannustehokas rakentaminen, rakenteellisesti yksinkertaiset massiiviset seinärakenteet sekä hiilineutraalit materiaalit, vain muutamia mainitakseni. Lähiökorjaamisessa on piilevänä mahdollisuutena myös arkkitehtuurin estetiikan uudistaminen tai oman korjausestetiikan löytäminen. Ekologia ja kieräytys voivat avata uusia mahdollisuuksia luoda houkuttavia, asuntomarkkinoilla haluttuja hurmaavia lähiöitä.

Tämä kaikki vaatii uutta asennoitumista, tutkimusta ja koerakentamista sekä erityisesti koulutusta, myös rakennustyömaiden ammattilaisille. Tässä olisi haaste koulutuksen rakenteesta operatiivisesti vastaaville. Eikä ehdotus koske tulevaisuutta vaan tätä päivää.

Kuten alussa tuli todettua, lähiökorjaamisen ongelma-vyyhti ja rakentamistalouden kannalta järkevien ratkaisujen etsintä on äärettömän laaja-alainen mutta samalla kiehtova haaste. Siihen tarvitaan parhaat tutkijat ja suunnittelijat, eri ammattikuntien tihentyvää yhteistyötä, sopivasti ennakkoluellottomuutta, riskinottoa, asukastuntemusta sekä käytännön rakentamistietoutta. Yhtälö on vaikea eikä se uskoakseni koskaan voi henkilöityä vain yhden tutkijan tai suunnittelijan näkemykseen. Siksi Entelkor-tutkimushankkeen tyypiset, monenkirjavat ja poikkitieteelliset keskustelufoorumit ja tutkimusryhmät ovat tärkeitä. Tieto ja näkemykset eivät tule silloin vain yhdestä, mahdollisesti jo etukäteen suodatetusta oikeassa olemisen lähteestä.

Lopuksi kiitän projektin takapirun ominaisuudessa tasapuolisesti kaikkia tutkimushankkeeseen osallistuneita kiinnostavista ja innostavista keskusteluista sekä onnistuneesta lopputuloksesta. Erityinen kiitos hankkeen projektipäällikölle - ilman hänen näkemyksellistä ja vaativaa otettaan tutkimushanke ei olisi edennyt näin määrätietoisesti päätepysäkille, joka toivon mukaan on kuitenkin vain väliasema lähiötutkimuksen rataverkostossa.



YHTEYSTIETOJA



www.aarre.org
aarre@listmail.tut.fi



ALATALO ELINA
elina.alatalo@gmail.com
P.044 2569936



BOSTRÖM SANNA
sanna.bostrom@tut.fi
P.040 5467764



LAPPALAINEN NOONA
noona.lappalainen@gmail.com
P.050 3565450



SAASTAMOINEN KARI
kari.saastamoinen@tut.fi
P.040 1981281



SILOMAA TIMO
timosilomaa@gmail.com
P.040 5270597



HAGAN HARRI
harri.hagan@tut.fi
P.050 5110784



HILLIAHO KIMMO
kimmo.hilliaho@ramboll.fi
P.0400 780909



HUUHKA SATU
satu.huuhka@tut.fi
P.040 7424212



TYNKKYNEN PEKKA
pekka@pekkatynkkynen.com
P.040 7082869



UOTILA ULRIKA
ulrika.uotila@tut.fi
P. 040 7220186



VEIJOLA PÄIVI
paivi.veijola@gmail.com
P.040 7662383



JOENSUU TUOMO
tuomo.joensuu@tut.fi
P.050 3090413



KAKKO KATRIINA
katriina.kakko@gmail.com
P.040 5877768



LAHDENSIVU JUKKA
jukka.lahdensivu@tut.fi
P.0400 733852



Mikään ei ole merkittävämpää, kuin tieto siitä, mitä ei vielä ole, mutta voisi olla olemassa. Haluamme laajentaa lähiökorjaamisen odotushorisonttia, eli sitä mielikuvaa, mitä kaikkea lähiöt voivatkaan tulevaisuudessa olla. Mielestämme lähiöissä piilevää potentiaalia aliarvioidaan. Keskitymme mahdollisiin positiivisiin tulevaisuudenkuviin. Odotushorisontin laajentamiseen olemme lähteneet liittämällä perinteisen tutkimustyön rinnalle uusien tai unohtuneiden tutkimusaiheiden etsintää. Tämä muodostaa kokoelman esitutkimuksia, eli kartoitusta aiheista, joita olisi mielestämme merkityksellistä lähteä tutkimaan syvemmin.

Tässä julkaisussa uudet esiinnostot ja pitkäjänteisempi tutkimus esitellään yhteen nivoutuneina neljän eri teeman alla: kierrätys, energia, kaupungin ekosysteemi ja strategiat. Nämä puheenvuorot ovat vasta yksi kokoelma, monia näkökulmia jää vielä avaamatta. Toivottavasti ripaus lähiössä piilevästä omaleimaisesta charmista välittyy silti teillekin.

Entelkor eli Energiatehokas lähiökorjaaminen on EDGE arkkitehtuuri- ja kaupunkitutkimuslaboratorion koordinoima monialainen hanke. Työtä on tehty Tampereen teknillisen yliopiston Rakennetun ympäristön tiedekunnassa Arkkitehtuurin ja Rakennustekniikan laitoksilla vuosina 2009-2012.

Hanke on osa Ympäristöministeriön rahoittamaa ja Ara:n koordinoimaa lähiöohjelmaa vuosille 2008-2011.

ISBN 978-952-15-2797-5 (printed)

ISBN 978-952-15-2798-2 (PDF)

ISSN 1797-4143

