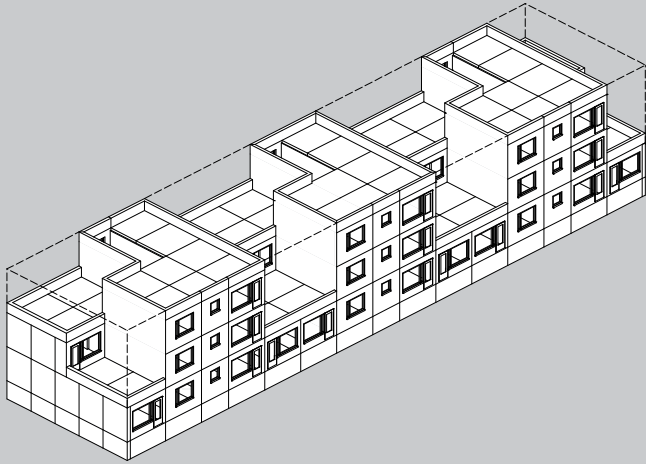


KIERRÄTYS ARKKITEHTUURISSA

BETONIELEMENTTIEN JA MUIDEN RAKENNUSOSIEN UDELLEENKÄYTTÖ
UUDISRAKENTAMISESSA & LÄHIÖIDEN ENERGIATEHOKKAASSA KORJAUS-
JA TÄYDENNYSRAKENTAMISESSA





TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Arkkitehtuurin koulutusohjelma

SATU HUUHKA

KIERRÄTYS ARKKITEHTUURISSA

**BETONIELEMENTTIEN JA MUIDEN RAKENNUSOSIEN UUELLEENKÄYTTÖ
UUDISRAKENTAMISESSA JA LÄHIÖIDEN ENERGIATEHOKKAASSA KORJAUS-
JA TÄYDENNYSRAKENTEMISESSA**

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari Salonen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Rakennetun ympäristön
tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 4. kesäkuuta 2008

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Arkkitehtuurin koulutusohjelma

HUUHKA, SATU: Kierrätys arkkitehtuurissa. Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa ja lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa.

Diplomityö, 141 sivua

Maaliskuu 2010

Pääaine: Rakennussuunnittelu

Tarkastaja: professori Kari Salonen

Avainsanat: Kierrätys, uudelleenkäyttö, uusiokäyttö, rakennusjäte, purkujäte, rakennusosat, rakenneosat, rakennusmateriaalit, betonielementit, energiatehokkuus, materiaalitehokkuus, lähiökorjaaminen

Rakennusala on merkittävä jätteiden tuottaja ja hyödyntäjä. Alan toiminnan yhteiskunnallinen oikeutus pitkällä tähtäimellä edellyttää ympäristön kannalta järkevää rakennustuotantoa. Kierrätys, ja etenkin rakennusosien uudelleenkäyttö, on yksi käyttökelpoisimpia tapoja rakentamisen ympäristökuormien vähentämiseksi.

Betonilähiöiden korjausrakentaminen on aivan lähitulevaisuudessa siintävä mittava hanke. Käyttöasteongelmien vuoksi jopa 40 000 aravavuokra-asuntoa pitää korjata perusteellisesti tai purkaa. Asuinkerrostalojen osittainen purkaminen ja madaltaminen tarjoaa mainion keinon muuttaa elementtitalojen yksitoikkoista massoittelua energiakorjausten yhteydessä. Kun puretuista betonielementeistä voidaan vielä rakentaa energiatehokkaasti uutta, voi rakennusosien uudelleenkäyttö toimia purkamisen motivaattorina. Rakennusten osittaista purkamista ja betonielementtien uudelleenkäyttöä on tutkittu etenkin Saksassa, jossa siitä on saatu rohkaisevia kokemuksia.

Diplomityö on osa TTY:n Energiatehokas lähiökorjaaminen (ENTELKOR) –tutkimushanketta, jossa pyritään etsimään innovatiivisia ratkaisuja suomalaisten lähiöiden energiatehokkaaseen korjaamiseen ja lähiöiden uuteen ekologiseen estetiikkaan. Työ jakantuu tutkimus- ja suunnitelmaosaan, ja sen pääpaino on betonielementtien uudelleenkäytön tarkastelussa. Tutkimusosassa valotetaan rakennusosien uudelleenkäyttöön vaikuttavia yhteiskunnallisia ja käytännöllisiä lähtökohtia, ideoidaan rakennusmateriaalien ja -osien kierrätysmahdollisuuksia, referoidaan saksalaisissa tutkimuksissa saatuja kokemuksia sekä esitellään kerrostalojen osittaisen purkamisen ja rakennusosien uudelleenkäytön ulkomaisia esimerkkikohteita. Suunnitteluosassa esitellään kerrostalon osittaisen purkamisen vaikutusta rakennuksen massoitteluun sekä kuusi esimerkkikuntien avulla nimettyä rakennussuunnitelmaa, joissa hyödynnetään purettuja betonielementtejä. Suunnitelmat huomioivat kuusi erilaista kuntatyyppiä maaseutumaisesta kaupunkimaiseen ja taantuvasta voimakkaasti kasvavaan, ja visualisoivat betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksia näissä erilaisissa tilanteissa. Suunnitelmat osoittavat, että käytetyistä betonielementeistä voidaan toteuttaa korkeatasoista, alkuperäisestä poikkeavaa arkkitehtuuria.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Architecture

HUUHKA, SATU: Recycling in architecture. Reusing reclaimed prefabricated concrete elements and other second-hand structural components when building new and rehabilitating and infilling concrete neighbourhood units.

Master of Science Thesis, 141 pages

March 2010

Major: Building design

Examiner: Professor Kari Salonen

Keywords: Recycling, reuse, material recovery, building waste, demolition waste, reclaimed materials, structural components, building materials, prefabricated concrete elements, energy efficiency, material efficiency, concrete neighbourhood units

The building sector produces and utilizes remarkable amounts of waste. In the long run, the social justification of the trade calls for environmentally reasonable building production. Recycling, especially reuse, is one of the most feasible ways to reduce the environmental impact of building.

Rehabilitation of concrete neighbourhood units in Finland is a massive mission waiting in the near future. Up to 40 000 rental apartments must be thoroughly upgraded or demolished because of increasing issues with vacancy. The partial dismantling and lowering of blocks of flats provides feasible means to transfigure the monotonous building masses in pursuance of energy-efficient rehabilitation. As the reclaimed concrete elements can also be used for building new energy-efficient buildings, reuse of structural components can act as a catalyst for dismantling. Partial dismantling and reuse have been especially researched in Germany, where encouraging experience has been attained.

This master's thesis is a part of the research project ENTELKOR (Energy-efficient rehabilitation of concrete neighbourhood units) at TUT, in which innovative solutions for energy-efficient rehabilitation and new ecological aesthetics for concrete neighbourhood units are sought after. The master's thesis consists of two parts: a research and a design scheme. In the research part, both societal and practical bases for reuse are studied, the possibilities of how to use different reclaimed building materials and components are thought up, the experiences acquired in the German researches are summarized and experimental building projects abroad, concerning partial dismantling of blocks of flats and reusing prefabricated concrete elements, are presented. The design scheme shows the influence of partial dismantling on massing of the building, and studies the reuse of concrete elements in six building projects named after Finnish municipalities. The projects take into consideration six different types of communities, from rural to urban and from declining to booming, and visualize the possibilities of reusing concrete elements in the different situations. The design scheme proves that high quality architecture can arise from using recycled concrete elements.

ALKUSANAT

Betonielementtien uudelleenkäyttö valikoitui diplomityöaiheekseni mutkien kautta, ja tultuaan valituksi vei mukanaan. Kiinnostus aiheeseen syntyi vähitellen, avainasemassa sen syntymiseen oli Helsingin Sanomissa julkaistu artikkeli saksalaisesta kierrätystalosta. Varmaankaan en olisi lehtijuttua koskaan lukenut, ellei enoni vaimo Sinikka Holck olisi sitä minulle lähettänyt muiden arkkitehtuuria koskevien lehtileikkeiden mukana, kuten hänellä on ollut huomaavaisesti tapana toimia. Kiitos Sinikka! Lehtileike makasi jo kertaalleen luettuna Tampereella yöpöytäni laatikossa vähintään vuoden, ennen kuin se kiinnitti jälleen huomioni. Se yhdessä Willian McDonoughin ja Michael Braungartin teoksen, Cradle to cradle – remaking the way we make things, kanssa muutti ajatteluni perustuksia. Luonto ei ole suuri tavaratalo ihmisen huvituksiin, ja kerran käyttöön otettuja resursseja tulisi hyödyntää mahdollisimman pitkään. Kysymys ei siis olekaan ”miksi käyttäisimme jotakin uudelleen?”, vaan ”miksi emme käytä?”.

Kuukausien harkinnan jälkeen kiikutin ideani diplomityöstäni rakennusopin professorille Kari Saloselle arastellen. Arastelin turhaan - hän tarttui siihen välittömästi itselleen ominaisella innostuksella ja tarmolla. Kiitän professoriani hänen alati kannustavasta asenteestaan ja valmiudestaan käyttää hyväkseen omia kontaktejaan minun työtäni edistääkseen. Juuri erilaiset kontaktit ja ihmisten kohtaamiset veivät työtäni eteenpäin uusilla näkökulmillaan. Haluankin kiittää kaikkia niitä ihmisiä, joiden kanssa olen kuluneen kahden vuoden aikana diplomityöstäni keskustellut – teitä on varmasti kymmeniä, eikä yksikään kommentti ei ole ollut yhdentekevä. Minut yllätti monien reaktioiden tunneperäisyys ja negatiivisuus, vaikka juuri kritiikki siivitti minut tutkimaan aiheitani yksin arkkitehtuurin kenttää laaja-alaisemmin. Ehkä suhtautumisessa ekologiseen vastuunkantoon vallitsee sukupolvien välinen kuilu. Isovanhempieni ikäpolvi eli yhteiskunnan muutoksen ruraalista teollistuneeseen, mutta omavaraistalouteen syntyneenä ja sodissa äärimmäisen niukkuuden kokeneena ymmärsi tuhlaamattomuuden arvon. Oman sukupolveni päällä leijuu voimakkaana ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen peikko, johon me joudumme vastaamaan, ja - ellemme itse, niin - viimeistään omat lapsemme pääsevät tai joutuvat kokemaan, kuinka validi vastauksemme oli. Väliin jäävät ikäluokat näyttäytyvät minulle nyt eräänlaisena ”kurittomana sukupolvena”, historian ensimmäisenä ja viimeisenä huolettomana ikäluokkana, jonka ei tarvinnut pohtia luonnonvarojen holtittoman käytön seurauksia.

Rakennusten energiatehokkuutta tutkitaan tällä hetkellä valtavasti. Minulle oli yllätys, ettei rakennusmateriaaleja ollut tutkittu jätteen ja kierrätyksen näkökulmista. Oma näkemykseni on, että myös materiaalitehokkuus on energiatehokkuutta ja olennainen osa ekorakentamista, ja oma diplomityöni on keskustelunavaus aiheesta. Työni liitettiin osaksi yliopiston Energiatehokas lähiökorjaaminen – tutkimushanketta, ja haluan kiittää projektin vastuullista johtajaa Harri Haganian ja projektipäällikkö Elina Alataloa heidän tuestaan. Kiitän myös kaikkia projektissa toimivia tutkijoita ja tutkimusapulaisia keskusteluistamme, sekä avomiestäni Petriä kärsivällisyydestä, siivoamisesta ja ruoanlaitosta.



SISÄLLYS

Tiivistelmä	II
Abstract	III
Alkusanat	IV
Käsitteet ja niiden määritelmät	VIII
1. Johdanto	1
2. Yhteiskunnalliset taustatekijät	5
2.1. Miksi rakennusalalla pitäisi kierrättää?	5
2.2. Suomalainen rakennusjäte	8
2.3. Suomen ja Keski-Euroopan maiden vertailu	11
2.4. Rakentamisen jätteitä ohjaava lainsäädäntö	12
2.5. Kierrätysrakentamista ohjaava lainsäädäntö	15
2.6. Elinkaariajattelu	16
2.7. Ympäristöhyödyt	18
2.8. Lähiöt taantuvilla ja vakiintuneilla paikkakunnilla	22
2.9. Energiatehokas lähiökorjaaminen -tutkimushanke	24
3. Käytännölliset lähtökohdat	25
3.1. Rakennusten kierrättämisen seitsemän tasoa	25
3.2. Määräpotentiaali lähiöissä	25
3.3. Asenteet uudelleenkäytön esteenä	26
3.4. Turvallisuus, laadunvalvonta ja koestus	27
3.5. Rakenteelliset vaatimukset	29
3.6. Suunnittelu	29
3.6.1. Kierrätettävyyssuunnittelu	29
3.6.2. Purku- ja kierrätysuunnittelu	30
3.6.3. Uudelleenkäytön suunnittelu	30
3.7. Purkutekniikka	31
3.8. Rakennustekniikka	35
3.9. Työmaalogistiikka	35
3.10. Kierrätysmateriaalien käytön kustannusvaikutukset	36
3.11. Kierrätysliiketoiminta rakennusalalla	37
4. Yleisimmät rakennusmateriaalit ja rakenneosat	39
4.1. Puu	39
4.1.1. Kantavat rakenneosat	40
4.1.2. Täydentävät rakennusosat	42
4.1.3. Uusiokäyttö	42
4.1.4. Energiakäyttö	43
4.2. Betoni	43
4.2.1. Kantavat rakennusosat	44
4.2.2. Täydentävät rakennusosat	44
4.2.3. Uusiokäyttö	44

4.3.	Tiili.....	45
4.3.1.	Uudelleenkäyttö	46
4.3.2.	Uusiokäyttö	47
4.4.	Teräs.....	47
4.4.1.	Kantavat rakenneosat	48
4.4.2.	Täydentävät rakennusosat	48
4.4.3.	Uusiokäyttö	48
4.5.	Eristeet.....	49
4.5.1.	Mineraalieristeet.....	50
4.5.2.	Muovieristeet.....	50
4.5.3.	Puupohjaiset eristeet.....	51
4.6.	Muut materiaalit	51
4.6.1.	Lasi.....	51
4.6.2.	Muovi	53
4.6.3.	Kipsilevy	54
4.6.4.	Alumiini	54
4.6.5.	Kupari.....	55
4.6.6.	Luonnonkivi	55
4.6.7.	Posliini	56
4.6.8.	Liittorakenteet ja yhdistelmäaerit.....	57
5.	Betonielementtien uudelleenkäyttö.....	58
5.1.	Purettavat järjestelmät.....	61
5.2.	Saksalaiset hallitun purkamisen ja uudelleenkäytön edelläkävijöinä	61
5.2.1.	Technische Universität (TU) Berlin.....	63
5.2.2.	Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus.....	64
5.2.3.	Institut für Fertigteiletechnik und Fertigbau (IFF) Weimar.....	64
5.3.	Suomalaiset elementtitekniikat uudelleenkäytön lähtökohtina.....	65
5.3.1.	Runkojärjestelmä: kirjahyllyrunko.....	66
5.3.2.	Julkisivut: nauha- ja ruutuelementit.....	67
5.3.3.	Elementtijärjestelmä 1960-1975: suurlevyt	68
5.3.4.	Suurlevyjärjestelmän mittamaailma.....	69
5.3.5.	Elementtijärjestelmä 1971 alkaen: BES.....	70
5.3.6.	BESin mittamaailma	71
5.3.7.	Elementtijärjestelmien vaikutus uudelleenkäyttöön	72
5.4.	Ehjänä purkaminen.....	73
5.4.1.	Myllypuron purkukokeilu	74
5.4.2.	Kerrostalojen madaltaminen Raahen Kummatissa	76
5.5.	Valinta ja testaus	78
5.6.	Muokattavuus.....	79
5.7.	Uudelleenasennus.....	80
6.	Osittaisen purkamisen esimerkkiprojektit.....	82
6.1.	Ahrensfelder Terrassen, Berliini, Saksa	82

6.2.	Südstadt, Leinefelde, Saksa.....	84
6.3.	Ringkolonnaden, Berliini, Saksa.....	86
6.4.	Kräutersiedlung, Gorbitz / Dresden, Saksa	88
6.5.	Neustädter Feld, Magdeburg, Saksa	90
6.6.	Bergsjö, Göteborg, Ruotsi.....	92
6.7.	Kummatti, Raahe, Suomi	93
6.8.	Muita osittaisen purkamisen esimerkkikohteita.....	95
7.	Uudelleenkäytön esimerkkiprojektit.....	97
7.1.	Plattenpalast, Berliini, Saksa.....	97
7.2.	Trauerhalle, Mellingen, Saksa.....	99
7.3.	Omakotitalo ”Haus Z”, Mehrow / Ahrensfelde, Saksa	101
7.4.	Pientalo, Karow / Berliini, Saksa	102
7.5.	Paritalo ”Haus L”, Schildow / Mühlenbeck, Saksa.....	104
7.6.	Kaupunkivillat, Cottbus, Saksa	105
7.7.	Omakotitalo, Leinefelde, Saksa	107
7.8.	Omakotitalo Pieper, Stienitzae / Werneuchen, Saksa	108
7.9.	Paritalo, Eggesin, Saksa	109
7.10.	Asuinkerrostalot ja pientalot, Göteborg, Ruotsi.....	110
7.11.	Asuinkerrostalo, Middelburg, Alankomaat.....	111
7.12.	Autokatokset ja huoltorakennus, Kummatti / Raahe.....	112
7.13.	Piharakennus, Paavola / Lahti	114
7.14.	Muita uudelleenkäytön esimerkkikohteita	116
8.	Suunnitteluosuus	118
8.1.	Mitä on ekologinen estetiikka?	118
8.2.	Betonielementtien uudelleenkäytön estetiikka.....	120
8.3.	Esimerkkikohteista saadut vaikutteet ja eroavaisuudet.....	121
8.4.	Suunnitteluratkaisut	122
8.4.1.	Taantuva maaseutukunta ”Lieksa”: navetta	123
8.4.2.	Vakiintunut maaseutukunta ”Ruovesi”: loma-asunto	124
8.4.3.	Kasvava maaseutukunta ”Nurmijärvi”: bussiterminaali	125
8.4.4.	Taantuva kaupunki ”Pori”: pysäköintitalo	126
8.4.5.	Vakiintunut kaupunki ”Hyvinkää”: korttelitalo	127
8.4.6.	Kasvava kaupunki ”Turku”: täydennyspientalo.....	128
8.5.	Suunnitelmapianssien pienennökset	129
8.5.1.	Planssi 1: Kierrätyksen lähtökohdat.....	129
8.5.2.	Planssi 2: Purkamiskonseptit.....	130
8.5.3.	Planssi 3: Uudelleenkäyttöideat	131
8.5.4.	Planssi 4: Uudelleenkäyttöideat	132
8.5.5.	Planssi 5: Uudelleenkäyttöideat	133
	Lähteet.....	134

KÄSITTEET JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Jäte	Jätelain mukaan jätettä on aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut, aikoo poistaa tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Tilastokeskus käyttää jätteestä syntypaikkaan sidottua määritelmää, jonka mukaan aine tai esine on jätettä silloin, kun sitä ei ole ollut tarkoitus tuottaa, eli toiminnan ylijäämää.
Jätejäte	Aine tai esine, joka voidaan erillisenä tunnistaa ja ottaa erilleen musta jätteestä.
Rakennusjäte	Rakennustoiminnan yhteydessä muodostuvaa jätettä. Sisäasiainministeriön mukaan rakennusjäte muodostuu uudisrakennustoiminnan ja rakennusten purkamisen yhteydessä syntyvistä ylijäämämaista, louheista, purkujätteistä ja muista rakennuspaikalta poistettavista jätteistä. Tässä diplomityössä käsite ei yleensä pidä sisällään maamassoja.
Purkujäte	Kokonaisen rakennuksen purkamisen tai korjausrakentamiskohteen osittaisen purkamisen yhteydessä muodostuvaa jätettä.
Hyötykäyttö Energiakäyttö	Jätteiden kierrätys ja energiakäyttö. Materiaalin käyttämistä energiantuotantoon, esimerkiksi puun polttaminen on energiakäyttöä. Materiaalin sisältämä energia muuntuu lämmöksi ja/tai sähköksi, materia katoaa.
Kierrätys	Kierrätys jakautuu uudelleenkäyttöön ja uusiokäyttöön. Joissain lähteissä kierrätystä ja hyötykäyttöä pidetään rinnakkaiskäsitteinä, jolloin kierrätys sisältäisi myös energiakäytön. Tässä diplomityössä kierrätyksen käsite on rajattu koskemaan vain sellaisia prosesseja, joissa tuotteen materia ei katoa.
Uudelleenkäyttö	Kierrätettävän rakennusosan käyttäminen sellaisenaan samaan tai toiseen tarkoitukseen, esimerkiksi oven käyttäminen ovena tai kantavan väliseinäelementin käyttäminen uuden ulkoseinän sisäkuorena.
Uusiokäyttö	Materiaali hyödynnetään uusiotuotteen raaka-aineena, esimerkiksi teräspalkki sulatetaan ja käytetään uusien teräsosien valmistamiseen.
Kestävä kehitys	Suomen kestävän kehityksen toimikunnan mukaan kestävä kehitys on jatkuvaa, ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka tarkoituksena on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvän elämän mahdollisuudet.

1. JOHDANTO

Luonnossa ei ole olemassa jätteen käsitettä, vaan aineet ovat päättymättömässä kiertokulussa. Planeettamme Maa on lähes suljettu systeemi. Systeemiin sisälle tulee ulkopuolelta auringon energiaa, mutta muuten sen vuorovaikutus ympäröivän avaruuden kanssa on vähäistä. Tämä tarkoittaa, että lähes kaikki systeemissä liikkuva aine on lähtöisin systeemistä itsestään, ja päättyy hylättyinäkin jossain muodossa takaisin systeemiin, ellemmme - karrikoidusti sanoen - ammu jätteitämme avaruuteen. Luontaistalouden ihmiselle tämä oli selviö, samoin kuin tiettyjen harvinaisten, uusiutumattomien materiaalien arvo. Uusiutumattomia luonnonvaroja on maapallon systeemissä tietty, muuttumaton määrä. Jos ne muunnetaan ihmisen konstein hyötykäyttöön kelpaamattomaan muotoon, ne ovat elinkaarensa päättyessä iäksi poissa.

Rakennusosien sisältämien materiaalien ja energian hyödyntämisen tapoja ovat uudelleenkäyttö, uusiokäyttö ja energiakäyttö. Kun rakennusosa käytetään uudelleen, hyödynnetään se mahdollisimman korkeassa muodossa. Tuolloin siihen sitoutunut materiaali, energia ja työ eivät häviä.



Rooman kirkoissa on käytetty uudelleen Antiikin temppelien osia. Santa Maria in Trastevere –kirkossa 1100-luvulta on erilaisia joonialaisia ja korinttilaisia pylväitä. Antiikin rakennusosien uudelleenkäyttöä kutsutaan termillä spolia.

Rakennusosien uudelleenkäyttö ei ole uusi idea. Vanhinta todennettua rakennusosien uudelleenkäyttöä lienee tapahtunut muinaisessa Egyptissä, jossa paikalliset asukkaat keräsivät pyramidien pintakiviä omiin rakennustarkoituksiinsa. Arkkitehtuurin historian professorin Olli-Paavo Koposen mukaan myös ”koko Antiikki on purettu” - ja rakennettu uudelleen uuteen muotoon. Rakennusmateriaali otettiin sieltä, mistä se oli helpoiten saatavissa. Hirsirakennusten siirto oli hyvin yleistä vielä 1900-luvun alussa, ja sitä toki harrastetaan edelleen. Uudelleenkäyttö on historiallisesti ollut ennen kaikkea lähtöisin tarpeesta. Omavaraistaloudessa käyttökelpoista materiaalia, jonka työstämiseen oli aiemmin uhrattu ihmistyötunteja, ei heitetty pois. Teollistumisen ja koneellistumisen myötä helpoin saatavuus ja halvin hinta olikin teollisesti neitseellisistä luonnonvaroista valmistetulla materiaaleilla. Tuotteiden korjaamisesta tehtiin taloudellisesti kannattamatonta ja joissain tapauksissa teknisesti mahdotonta. Kertakäyttöyhteiskunta oli syntynyt. Vielä tänäkin päivänä kierrätys- ja jättemateriaaleista rakentaminen on köyhien maiden slummeissa pakon sanelema tosiasia eikä ideologinen valinta, kuten meillä länsimaissa.



Hirsiä on käytetty uudelleen aina kun on ollut mahdollista. Puretun savutuvan hirsii heinäladon seinässä. (Vuolle-Apiala, 2008)

Kierrätysrakentamisesta on ollut saatavilla vain vähän tietoa ja kokemuksia, niidenkin keskittyessä lähinnä historiallisten rakennusten restauroinnin kenttään. Tässä työssä painopiste on teollisessa rakentamisessa, asuntotuotannossa ja lähiökorjaamisessa.

Suomi on betonielementtitekniikan käytössä maailman kärkimaita, minkä vuoksi juuri betonielementtien kierrätys nousee täällä merkitykselliseksi. Betonielementtien uudelleenkäytöllä voidaan saavuttaa myös merkittäviä ympäristöhyötyjä.

Teoreettisen osan tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuusselvitys, jota täydennettiin haastatteluilla ja kenttävierailuilla. Kaikki työssä käytetty kuvamateriaali ei valitettavasti sen hankkimisen vaikeuden vuoksi ole painolaatuista, mutta olen päättänyt käyttää huonolaatuisiakin kuvia niiden pois jättämisen sijaan. Jos kuva yleensä kertoo tuhat sanaa, ehkä hieman epätarkka kuva kertoo vain 500 – mutta arkkitehtuurin visuaalisen luonteen vuoksi sekin on parempi kuin ei kuvaa lainkaan. Kaikkia, myös arkkitehtuurin ydinalueen ulkopuolelta esiin nousseita näkökulmia on pyritty käsittelemään jollain tavoin, taloutta ja teknikkaa esimerkiksi kirjallisuuden ja asiantuntijahaastattelujen avulla. Suunnitteluosiossa saatuja tuloksia sovellettiin käytännössä, ja suunnitelmat puhuvat puolestaan betonielementtien uudelleenkäytön suomista arkkitehtonisista mahdollisuuksista.



Jättemateriaaleista rakennettuja koteja Indonesian pääkaupungin Jakartan slummissa. (Kuvaaja Jonathan McIntosh. Lähde Wikimedia Commons, commons.wikimedia.org)

2. YHTEISKUNNALLISET TAUSTATEKIJÄT

Diplomityöni pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin: MIKSI rakennusosia tulisi kierrättää (luku 2), MITEN se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista (luku 3), MIHIN rakennusosiin, -materiaaleihin ja tilanteisiin tekniikka sopii (luvut 4 ja 5) sekä MITÄ rakennuksia ja MILLAISTA arkkitehtuuria näin toimien voidaan rakentaa (luvut 6, 7, 8 ja suunnitelmaosuus).

2.1. Miksi rakennusalalla pitäisi kierrättää?

Rakennusala on merkittävä jätteiden tuottaja ja hyödyntäjä. EU-tutkimushanke RELIEFin mukaan rakennusala kuluttaa Euroopassa noin puolet vuosittain käytetyistä luonnonvaroista ja tuottaa yli 40% jätteistä (Oehme 2003). Suomessa talonrakennusala käyttää rakennusmateriaaleja ja -tuotteita yli 10 miljoonaa tonnia vuodessa ja tuottaa 1,4 miljoonaa tonnia jätettä (Perälä & Nippala 1998, Mäenpää ja muut 2006). Rakennusalan toiminnan yhteiskunnallinen oikeutus pitkällä tähtäimellä edellyttää ympäristön kannalta järkevää rakennustuotantoa. Teollisuusmaissa tuotantoa ohjaa tuottajan vastuun periaate, joskin se toteutuu varsin löyhästi käytännössä. Rakennusalalla tuottajan vastuu ulottuu teoriassa rakennuksen elinkaaren alusta rakennuksen purkuun asti. Rakennus on pystyttävä tuottamaan siten, että sen osien ja materiaalien valmistus, käyttö ja käytöstä poisto tapahtuu energiaa ja luonnonvaroja säästäen ja mahdollisimman vähän jätettä aiheuttaen. Tällä hetkellä rakennusalan



näkökulmasta kierrätyksen ensisijaisena tavoitteena on minimoida aiheutuva jäte ja näin ollen myös jätteestä aiheutuvat kustannukset, eikä niinkään käyttää hyödyksi syntyvää jätettä.

Ekologisesti kestävä rakentamisen tavoitteena on luonnonvarojen säästeliäs ja järkevä käyttö sekä ympäristöhaittojen vähentäminen. Uusio- ja uudelleenkäytön tarkoituksena on raaka-aineiden säästäminen, energian säästäminen ja sitä kautta päästöjen vähentäminen sekä kaatopaikkajätteiden vähentäminen. Kierrättämällä voidaan tehokkaasti pienentää rakentamisen aiheuttamaa luonnonvarojen kulutusta ja samalla vähentää syntyvän jätteen määrää. Se on yksi käyttökelpoisimpia tapoja rakentamisen ympäristökuormien vähentämiseksi, ja sillä on merkittävä rooli kestävä kehityksen mukaisen rakentamisen tavoitteiden saavuttamisessa. Se ei yksin ole riittävä keino rakennusalan ympäristöhaittojen hallitsemiseksi, mutta se on yksi tärkeä keino muiden joukossa nykyistä ympäristöystävällisempään rakentamiseen pyrittäessä. Kierrätys ei ole itsetarkoitus, vaan sitä suunniteltaessa on arvioitava myös siitä aiheutuvia ympäristökuormia, kuten energiankulutusta. Kierrättämällä yritys voi välttää jätemaksuja ja saada logistiikkakustannuksiaan pienennettyä. Rakennusosien ja -materiaalien myynnistä on mahdollista saada myös tuottoja. Loppusijoitus kaatopaikalle tulisi aina olla vasta viimeinen vaihtoehto, eikä koskaan edes hyväksyttävä purkuliikkeen liiketoiminnan strategia.

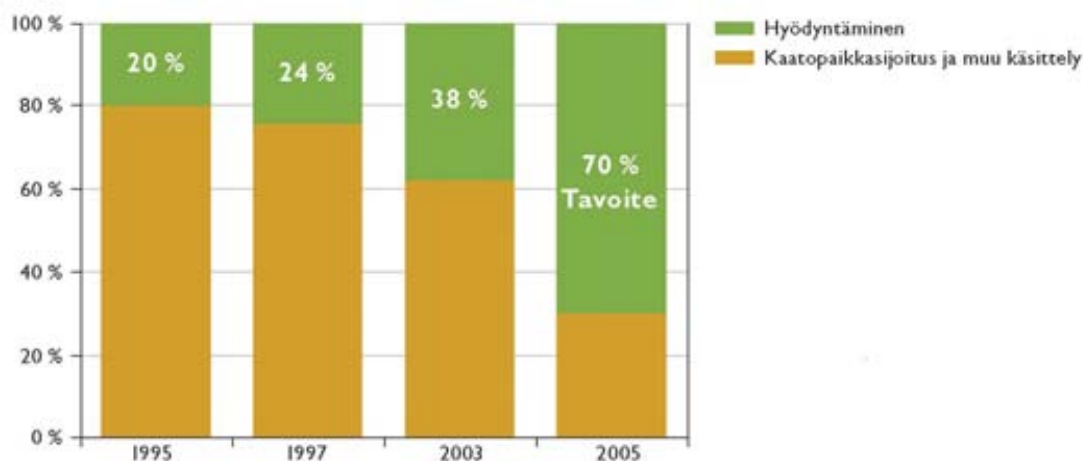


Vuosaaren huipuksi kutsuttu täyttömäki Helsingissä on osittain vanhan kaatopaikan päälle tehty virkistysalue.

Materiaalien tehokkaan kierrättämisen varmistamiseksi kierrätys tulee ulottaa rakennuksen koko elinkaaren ajalle ja kaikille rakennuksen sisältämille tasoille. Käytettävien materiaalien lisäksi kierrätys sisältää rakennuksen tilojen, osien ja järjestelmien sekä kokonaisen rakennuksen kierrätyksen tasot. Paras tapa välttää purkujätteen syntyä on ottaa tyhjilleen jääneitä tiloja takaisin hyötykäyttöön ja muuttaa

ne nykyvaatimuksia vastaaviksi. Esimerkiksi 1900-luvun alun tehdasrakennuksia on menestyksekkäästi muutettu halutuiksi loft-asunnoiksi sekä meillä että maailmalla. Aina rakennuksen kierrätys kokonaisuena paikallaan ei kuitenkaan ole mahdollista esimerkiksi rakennuksen sijainnin vuoksi. Rakennuksen siirto ja uudelleenpystytys sellaisenaan on joissain tapauksissa mahdollista ja mielekästä. Siirtäminen on erityisen käyttökelpoinen menettely esimerkiksi varasto- ja teollisuushallien ollessa kyseessä. Siirrettävyys soveltuu hyvin myös väestörakenteen muutoksille alttiiden rakennusten, kuten päiväkotien, koulujen ja vanhustentalojen suunnitteluperiaatteeksi. Siirtokaan ei aina tule kysymykseen, jos paikkakunnalla ei esimerkiksi ole tarvetta siirtoon tarjolla olevalle rakennukselle, eikä ostajaa löydy. Tällöin seuraavaksi paras hyötykäytön muoto on käyttää rakennuksen osat uudelleen mahdollisimman suurina ja mahdollisimman korkeassa muodossa, jolloin niiden uudelleenmuokkaukseen käytetään vain vähän energiaa ja luonnonvaroja. Osat voidaan käyttää samaan tai toiseen tarkoitukseen, ja uuden rakennuksen ulkomuoto ja käyttötarkoitus voidaan valita vapaasti, toki kuitenkin käytössä olevien osien ehdoilla. Kolmantena harkittavaksi tulee materiaalin käyttäminen murskattuna uusiutuotteiden (alkuperäiseen verrattuna samankaltaisten tai erilaisten) raaka-aineeksi, jolloin säästetään ennen kaikkea koskemattomia luonnonvaroja. Neljänneksi suositeltavin tapa on polttokelpoisen jätteen energiakäyttö.

Käyttökelpoisen materiaalin loppusijoitus kaatopaikalle ei koskaan ole suositeltavaa. Jätteen kuljetus kaukana kaupunkien ulkopuolella sijaitseville kaatopaikoille maksaa ja vie energiaa. Rakennusjätehuollon kustannukset olivat 1990-luvun puolivälissä vuosittain 16-33 miljoonan euron luokkaa. Summa jakautuu puoliksi kaatopaikkakustannuksiin ja kuljetuskustannuksiin. Suurin osa Suomen kaatopaikoista sulkeutui vuonna 2007 kymmenen vuotta aikaisemmin tehdyn Valtioneuvoston päätöksen vuoksi, jolla saatettiin voimaan EU-direktiivin kaatopaikkoja koskevat vaatimukset. Lisäksi paikalliset asukkaat vastustavat uusien kaatopaikkojen perustamista. (Perälä ja muut 1995). Maisemoituina ja käytöstä poistettuina kaatopaikat eivät nauti asukkaiden luottamusta terveydelle turvallisin viher- ja virkistysalueina.



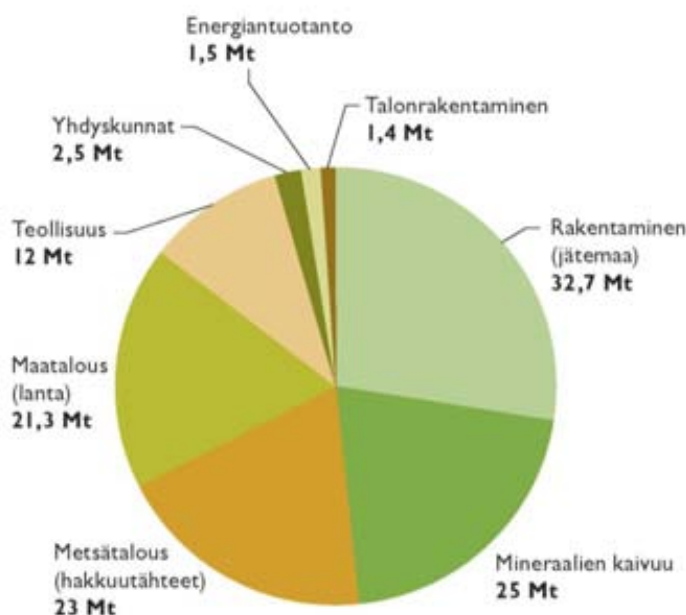
Rakennus- ja purkujätteen toteutunut hyödyntäminen ja tavoite Suomessa eri vuosittain, ilman jätemaita (Huhtinen ja muut 2007). Hyödyntämistä ei ole eritelty: se pitää sisällään polttamisen ja maantäytön, joten kierrätys lienee melko matala-asteista.

EU ja Suomen valtio ovat asettaneet tavoitteeksi, että 70% rakennus- ja purkujätteistä tulee hyötykäyttää 2010-luvun lopussa (Jätedirektiivi 2008, Huhtinen ja muut 2007). Vuonna 2003 tavoitteesta toteutui vasta noin puolet. Kun rakennus- ja purkujätteistä jopa 70% on betonia, ei sen kierrätystä voida sivuuttaa (Perälä & Nippala 1998). Vaikka hyötykäyttäisimme sataprosenttisesti kaikki muut materiaalijakeet, mikä lienee mahdotonta, 70%:n hyötykäyttötavoitetta ei saavuteta ilman betonin kierrätystä. Lisäksi EU:n jätedirektiivi määrittelee, että jätteen synnyn ehkäisy ja uudelleenkäyttö ovat muuhun hyötykäyttöön nähden ensisijaisia jätteenkäsittelyn tapoja (Jätedirektiivi 2008). EU:ssa yhteisesti sovittujen periaatteiden täyttäminen edellyttää Suomelta rakennusosien uudelleenkäytön huomattavaa laajentamista. Betonielementtien uudelleenkäyttö on käyttökelpoisimpia tapoja toteuttaa näitä velvoitteita.

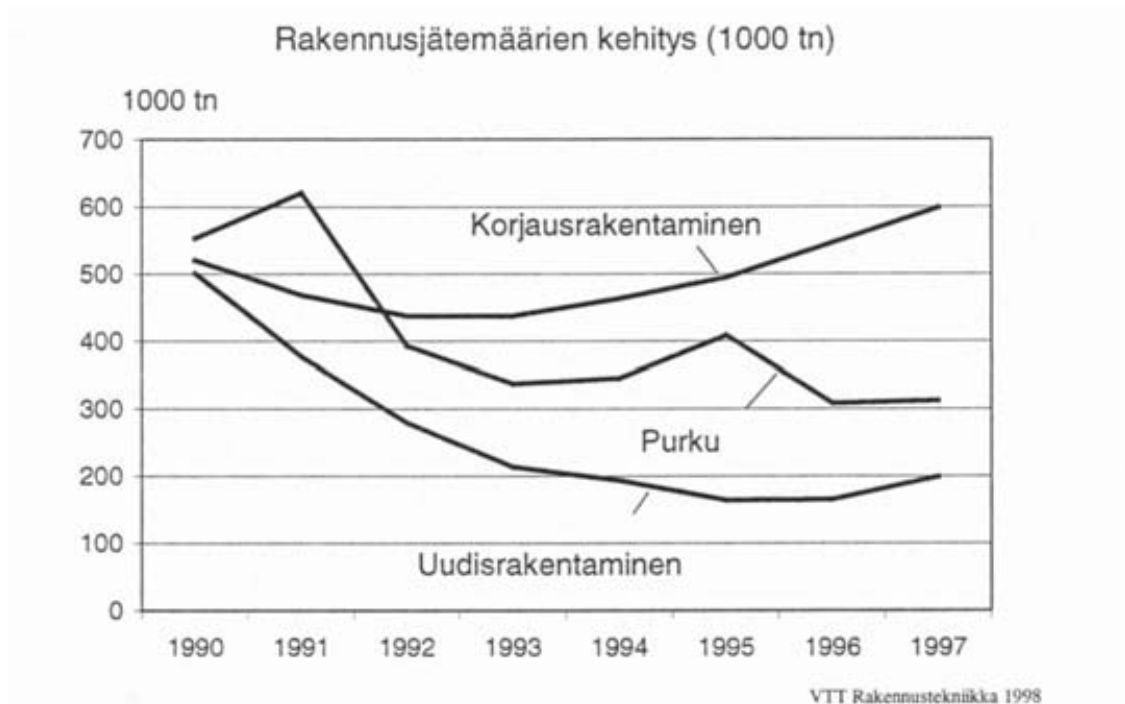
2.2. Suomalainen rakennusjäte

Suomalaisessa jätteenkäsittelyssä vallitsee kertakäyttökulttuuri. Muihin EU-maihin vertailtaessa Suomessa sijoitetaan jätteitä kuudenneksi eniten kaatopaikalle, 65% kokonaisjättemäärästä. 30% kaikenlaisista jätteistä hyödynnetään materiaalina ja 5% energiana (Perälä ja muut 1995). Kestävän kehityksen kannalta hyötykäyttöön soveltuvan jätteen kaatopaikkasijoitusta tulee aina välttää. Rakennusjätteen lopullinen sijoittaminen riippuu pitkälti jätteen laadusta. Syntypaikkalajiteltu, puhdas yksiaineinen jäte (esimerkiksi metalli) päätyy harvoin kaatopaikalle.

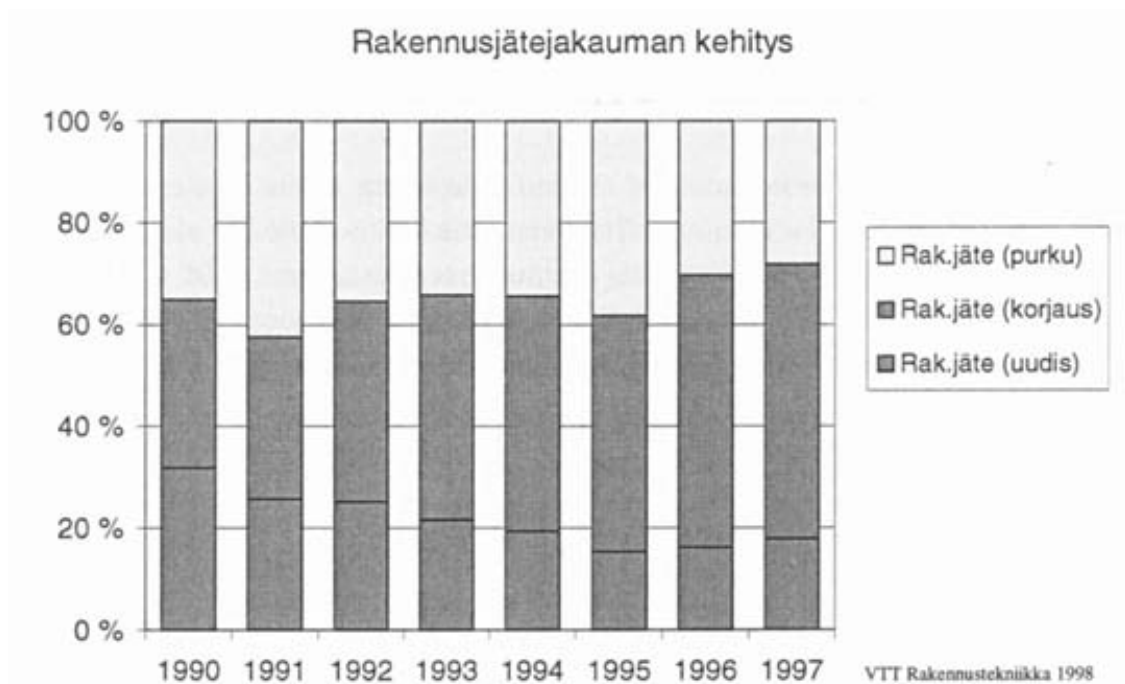
Rakennusalan jätteet, maamassat mukaanlukien, muodostavat noin 10% Suomen vuosittaisesta jättemäärästä. Varsinainen rakennusjäte ilman maamassoja on noin 2% vuotuisesta jättemäärästä, mikä merkitsee konkreettisesti 1 400 000 tonnia jätettä. (Sippola ja Ratvio 1994, Perälä ja muut 1995, Perälä ja Nippala 1998). Lisäksi uusien rakennustuotteiden valmistus tuottaa 2 miljoonaa tonnia jätettä vuosittain. (Perälä ja muut 1995).



Jätteiden muodostuminen Suomessa sektoreittain vuonna 2003 (Huhtinen ja muut 2007).



Rakennusjättemäärien kehitys 1990-luvulla. (Perälä ja Nippala 1998).



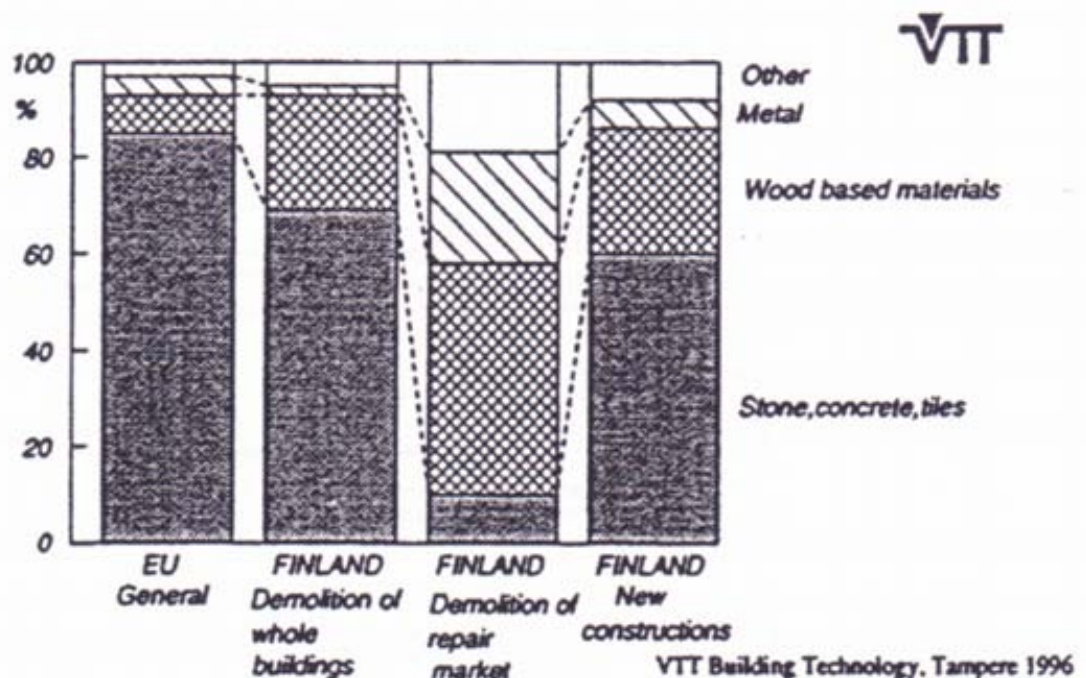
Rakennusjätteiden jakautuminen purku-, korjaus- ja uudisrakennustyömaiden jätteisiin (Perälä ja Nippala 1998). Myös korjaustyömaiden jätteestä 90% on purkujätettä.

Uudisrakentamisen osuus talonrakennustoiminnan jätteistä on vajaa 20%, kokonaisten rakennusten purkamisen osuus on noin 30% ja korjausrakentaminen osuus noin 50% (Perälä ja Nippala 1998). Suomessa puretaan vuosittain 2000 – 3000 rakennusta. Suomen ympäristökeskuksen mukaan korjausrakentamisen osuus olisi nykyään jopa 66% (Mäenpää ja muut 2006). Korjausrakentamisessakin suurin osa jätteistä muodostuu

purkujätteistä. Valtaosa jätteistä viedään kaatopaikoille tai haudataan rakennuspaikalle. Jopa 40% kaikesta kaatopaikoille tulevasta jätteestä on rakennus- ja purkujätettä, josta suurin osa olisi hyötykäyttökelpoista (Sippola & Ratvio 1994). Kaatopaikalle tulevan rakennusjätteen osuus on huomattavasti suurempi kuin rakennusjätteen osuus kokonaisjättemäärästä (2%), koska suurimpien jätesektoreiden (maatalous, metsätalous, kaivostoiminta, teollisuus, jätemaat) jätteet eivät päädy kaatopaikoille.

Rakennus- ja purkujätteen jakaumasta on huomattavimpien materiaalien osalta vaihtelevia arvioita: 30-70% siitä on arvioitu olevan betonia ja tiiltä, 20-30% puuta, 5-10% metallia ja muita materiaaleja (Perälä ja Nippala 1998, Perälä 1995, Mäenpää ja muut 2006). Uudisrakennus- ja purkutyömaiden jätteiden materiaalityypit ovat samankaltaiset. Betonisen asuinkerrostalon purkamisesta aiheutuvasta jätteestä lähes 95% on kivipohjaista (Koski 2010). Korjausrakentamisessa puupohjaiset materiaalit ovat suurin ryhmä, mutta raskaissa korjauksissa kivipohjainen jäte voi ylittää 90% kokonaisjättemäärästä (Perälä & Nippala 1998).

SHARE OF DEMOLITION WASTES IN CONSTRUCTION



VTT:n mukaan 70% kokonaisten rakennusten purkujätteestä on kivipohjaista, 20% puupohjaista ja loput 10% metallia ja muita materiaaleja (Perälä 1996 Tuppuraisen ja muiden 2003b mukaan).

Suurin osa jätteestä muodostuu siis mineraali- ja puupohjaisista tuotteista, joiden yleisimmät hyödyntämistavat ovat tällä hetkellä puun polttaminen ja kivipohjaisten jätteiden käyttö murskattuna maantäyttöihin. Kantavien rakennusosien uudelleenkäyttö on vielä harvinaista. (Perälä ja muut 1995). Täydentäviä rakennusosia (ovia, ikkunoita) ja varusteita (vesi- ja kiintokalusteita) varten on olemassa pienimuotoista kierrätystoimintaa ainakin suurimmissa kaupungeissa. Suuret rakennusyrietykset eivät juurikaan harjoita kierrätystä, vaan uudelleenkäyttäjät ovat yksityisiä pienrakentajia.

Pienrakentamisessa kierrätysmateriaalien hyödyntämismahdollisuudet ovat huomattavat. Teollisessa rakentamisessa voidaan parhaiten hyödyntää sellainen materiaali, jota on saatavissa suuri määrä kerrallaan, ja jonka uudelleenkäytön käsityövaltaisuus ei asetu hyödyntämisen esteeksi.

Rakennusjätteestä kaikki puupohjaiset materiaalit, rakennuspahvit ja -paperit mukaanlukien, ovat biohajoavia. Tällä hetkellä niistä hyödynnetään 60%, ja loppu päätyy kaatopaikoille (Perälä ja muut 1995). Biohajoavia jätteitä ei tulisi lainkaan sijoittaa kaatopaikalle, koska niiden hajotessa hapettomassa tilassa syntyy metaania. Metaani on 20 kertaa hiilidioksidia voimakkaampi ja toiseksi merkittävin ihmisen tuottama kasvihuonekaasu. Rakennusalan jätteet aiheuttavat 10% koko jätehuollon kasvihuonekaasupäästöistä (Mäenpää ja muut 2006). Milloin biohajoavia jätteitä ei voida käyttää uudelleen sellaisenaan tai uusiotuotteiden raaka-aineina, niiden oikeellisia käsittelytapoja ovat polttaminen ja kompostointi. Uudelleenkäyttöön kelpaamattomista rakennusjätteistä suuri osa soveltuukin energiakäyttöön - puun lisäksi myös rakennusmuovit.

2.3. Suomen ja Keski-Euroopan maiden vertailu

Keski-Eurooppa on edelläkävijä rakennusjätteen kierrätyksessä. Keski-Euroopan maat ovat huomattavasti Suomea tiheämmin asuttuja. Neitseellistä maa-alaa rakennustoimintaan on siellä vähemmän, jolloin purkutoimintaa on vastaavasti enemmän. Rakentamattoman maa-alan vähäisyyden vuoksi maaperästä lähtöisin olevia rakennusaineita joudutaan tuomaan rakennuspaikoille yhä kauempaa. Esimerkiksi Saksassa luonnonhiekkia ja -sora ovat lähes lopussa, joten betonin runkoaineina on ryhdytty käyttämään murskattua kiveä ja teollisuuden sivutuotteita, ja uusiorunkoaineille on muodostunut suuri tarve. Valikoidun kiviaineksen saaminen on alkanut muodostua ongelmaksi paikoin myös Suomessa. Lisäksi Keski-Euroopassa toimii voimakkaita ympäristöliikkeitä, jotka vaativat jätteiden hyötykäyttöä ja vastustavat kaatopaikkojen perustamista. Kaatopaikoille on myös vaikea löytää tilaa tiiviisti rakennetuissa maissa, ja kuljetusmatkat rakennuspaikoilta kaatopaikoille kasvavat. Suomen raaka-ainevarat ovat tarpeeseen nähden suuret, ja harvaan asutussa maassa tilaa on kaatopaikoillekin, mikä osaltaan selittää suomalaisen kertakäyttö- ja kaatopaikkakulttuurin olemassaoloa. (Sippola & Ratvio 1994). Rakennusten purkamisen ja rakennusjätteen tilastointi on Suomessa varsin epätarkkaa. Toisin kuin Keski-Euroopan maissa, purkujätteitä ei useinkaan tilastoida muusta rakennusjätteestä erikseen, ja eri tahojen arviot määrästä ja jakaumasta saattavat vaihdella huomattavastikin. Tämä epäkohta luonnollisesti vaikeuttaa kokonaisarvion muodostamista tilanteesta.

Keskieuropalaisen rakennusjätteen pääosa on purkujätettä, joissakin maissa jopa 90% (Sippola & Ratvio 1994). Suomessa purkujätteen Keski-Eurooppaa pienempi osuus selittyy rakennuskantamme nuorella iällä ja rakentamattoman maa-alan runsaudella. Rakennuskannan vanhetessa yhä useammat rakennukset tulevat peruskorjausikänsä ja myös elinkaarensa loppupäähän, mikä merkitsee kasvavia purkujättemääriä myös Suomessa. Vielä nykyäänkin useiden kaupunkien,

kaupunkiseutujen ja kuntien maankäytön strategiana näyttää valitettavasti olevan reunoilla tapahtuva löyhä laajentuminen, jonka mielekkyys on kyseenalaista paitsi ympäristön kannalta tehokkaan infrastruktuurin (muun muassa joukkoliikenteen) luomisen näkökulmasta, myös yksilön kannalta yksityisautoilupainotteisten työ- ja vapaa-ajanmatkojen pidentyessä. Suurimmilla kaupunkiseuduilla tämänkaltaisen kehityksen jatkumisen mahdottomuuteen on havahduttu, mikä tulee varmasti osaltaan lisäämään kaupunkirakenteen tiivistämistä ja mahdollisesti lisäämään purettavien rakennusten määrää.

Purkujätteen koostumus on Keski-Euroopassa rakennuskannan vanhemmasta iästä ja rakennusperinteestä johtuen erilainen kuin Suomessa: tiilen osuus on noin 45% ja betonin noin 40% (Sippola & Ratvio 1994). Suomessakin suurin osa purkujätteestä muodostuu kivipohjaisista materiaaleista, mutta puullakin on merkittävä osuus. Betoni on verrattain nuori rakennusmateriaali, ja sen osuus purkujätteestä tulee kasvamaan Suomessakin rakennuskannan vanhentuessa. Raaka-aineiden ja maa-alan runsaus ja rakennuskannan nuoresta iästä seuraavat Keski-Eurooppaan verrattuna pienet jätemäärät antavat viitteitä siitä, miksi Suomessa ollaan jäljessä rakennus- ja purkujätteen kierrätyksessä. Kuitenkin Euroopan yhdentymisen myötä vaatimus lisätä materiaalien hyötykäyttöä on asetettu myös Suomelle, sillä EU-lainsäädäntö käsittelee jäsenmaita tasavertaisina tässä asiassa. EU:n ja Suomen jätelainsäädännöt painottuvat jätteen synnyn ehkäisyyn. Materiaalien kierrätys asetetaan energiakäytön edelle. Uudessa, vuoden 2008 jätedirektiivissä, joka tulee jäsenmaissa voimaan viimeistään 2010, on eritelty uudelleenkäyttö ja uusiokäyttö, joista uudelleenkäyttö nimetään ensisijaiseksi kierrätysmuodoksi. Rakennus- ja purkujätteelle on direktiivissä asetettu erikseen sitä koskeva 70% hyötykäyttötavoite. (Jätedirektiivi 2008).

Tanskassa, Saksassa ja Alankomaissa rakennusjätteen vienti kaatopaikalle on tehty erittäin kalliiksi, mikä selittää näiden maiden asemaa kierrätysrakentamisen edelläkävijöinä. Esimerkiksi jo vuonna 1992 Kööpenhaminassa, Tanskassa rakennus- ja purkujätteestä 85% kierrätettiin, 13% poltettiin ja vain 2% sijoitettiin kaatopaikoille. Saksassa maan rakennusyritysyhdistys on muodostanut organisaation huolehtimaan rakennus- ja purkujätteestä. Kierrättämällä rakennusjätteitä rakennusalalla pyritään välttämään korkeita kaatopaikkakustannuksia. Saksan rakennusteollisuus, rakennustuotetoimittajat ja rakennusyritykset ovat kehittäneet takaisinluovutusjärjestelmän myös rakentamisen pakkausjätteelle. (Sippola ja Ratvio 1994).

2.4. Rakentamisen jätteitä ohjaava lainsäädäntö

Rakennusjätteen käsittelyä Suomessa ohjaavat seuraavat lait ja asetukset:

EU:n jätedirektiivi 2008/98/EY

- o Direktiivit velvoittavat valtioita saattamaan direktiivin määräykset kansallisesti voimaan. Ne eivät velvoita suoraan jäsenvaltioiden kansalaisia ja toimijoita. Jäsenmaiden on saatettava uusi jätedirektiivi voimaan omassa lainsäädännössään viimeistään 12.12.2010.

- o Uudella direktiivillä pyritään edistämään jätteen synnyn ehkäisyä, uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. **Jäsenmaat velvoitetaan edistämään rakennus- ja purkujätteen kierrätystä niin, että vuonna 2020 vähintään 70% siitä kierrätetään.**
- o Vahvistaa viisiportaisen jätehierarkian, jonka mukaan **jätepolitiikassa on noudatettava pääpiirteittäin seuraavaa tärkeysjärjestystä: jätteen synnyn ehkäisy, valmistelu uudelleenkäyttöön, kierrätys, muu hyödyntäminen, loppukäsittely.**
- o Direktiivi edellyttää jätteiden hyödyntämisessä ja muussa jätehuollossa käytettäväksi parasta saatavilla olevaa tekniikkaa.
- o Jätehuollon kustannuksista vastaa aiheuttamisperiaatteen mukaisesti jätteen haltija tai aikaisempi haltija.

Jäteverolaki 495/1996

- o Verolla pyritään välttämään jätteen muodostumista ja hyödyntämään syntynyttä jätettä.
- o Veroa peritään kaatopaikoille toimitettavista jätteistä 30€ tonnilta vuoden 2005 alusta.

Jätelaki 1072/1993

- o Lain tavoite on tukea kestävää kehitystä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäistä jätteiden ympäristöhaittoja.
- o Kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan huolehdittava siitä, että jätettä syntyy mahdollisimman vähän
- o tuotannon harjoittajan huolehdittava siitä, että tuotannossa käytetään säästeliäästi raaka-ainetta ja että raaka-aineen käyttöä korvataan jätteellä
- o tuotteen valmistajan huolehdittava ja maahantuojan vastaavasti varmistauduttava siitä, että tuote on kestävä, korjattava ja uudelleen käytettävä tai jätteenä hyödynnettävä
- o jäte on hyödynnettävä, jos se on teknisesti mahdollista ja jos siitä ei aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon; ensisijaisesti on pyrittävä hyödyntämään jätteen sisältämä aine ja toissijaisesti sen sisältämä energia
- o jätehuollossa on käytettävä parasta taloudellisesti käyttökelpoista tekniikkaa
- o tuottajavastuu ei koske rakennustuotteita

Jätteenpolttoasetus 362/2003

- o Perustuu EY:n jätteenpolttodirektiiviin
- o Kierrätyspolttoainetta hyödyntävien laitosten savukaasujen päästövaatimukset tiukentuvat aikaisemmasta, mikä lopetti suurimman osan jätteen energiakäytöstä muun polttoaineen seassa vanhoilla polttolaitoksilla
- o Pelkkää puujätettä polttavat laitokset ovat asetuksen ulkopuolella, lukuun ottamatta sellaista puujätettä, joka voi suojauksen tai pinnoituksen seurauksena sisältää haitallisia aineita, mukaan lukien puupohjainen rakennus- ja purkujäte

Ympäristönsuojelulaki 86/2000

- o säättää jätteen hyödyntäjän ympäristölupaehdoista

Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista 861/1997

- o Perustuu EY:n kaatopaikkadirektiiviin
- o Jätteenkäsittelymaksujen tulisi kattaa kaatopaikan perustamisesta, jälkihoidosta ja lopettamisesta muodostuvat kustannukset. Kustannuksia ei saa tukea verovaroin.
- o Suuri osa Suomen kaatopaikoista sulkeutui 1.11.2007 päätökseen sisältyneiden kaatopaikkojen rakenteita koskevien vaatimusten johdosta.

Suomen valtakunnallinen jätesuunnitelma

- o Valtakunnallinen jätesuunnitelma perustuu EY:n jätedirektiiviin ja Suomen jätelakiin. Se on valtiota koskeva suunnitelma, eikä sillä ole juridisia vaikutuksia.
- o Vuonna 2008 hyväksytty suunnitelma ylittää vuoteen 2016 asti.
- o Tavoitteena on, että vuonna 2016 rakentamisen **jätteistä hyödynnetään materiaalina ja energiana vähintään 70%**. Tosin tuo samainen hyödyntämistavoite oli jo edellisessä, vuonna 2002 tarkistetussa ja vuoteen 2005 tähdänneessä jätesuunnitelmassa.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

- o 139§: "...[rakennus]lupahakemuksessa tulee selvittää purkamistyön järjestäminen ja edellytykset huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä sekä **käyttökelpoisten rakennusosien hyväksi käyttämisestä.**"
- o 154§: "Rakennuksen tai sen osan purkaminen tulee järjestää niin, että **luodaan edellytykset käyttökelpoisten rakennusosien hyväksikäyttämislle** ja huolehditaan syntyvän rakennusjätteen käsittelystä."

Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

- o 55§: "Rakentamista sekä rakennuksen tai sen osan purkamista koskevassa lupahakemuksessa tai ilmoituksessa on esitettävä selvitys rakennusjätteen määrästä ja laadusta sekä sen lajittelusta, jollei jätteen määrä ole vähäinen. Hakemuksessa tai ilmoituksessa on erikseen ilmoitettava terveydelle tai ympäristölle vaarallisesta rakennus- tai purkujätteestä ja sen käsittelystä."
- o Tavoitteena 50% hyötykäyttöaste vuonna 2000 (toteutunut 41%)

Kunnalliset jätehuoltomääräykset

- o Voivat sisältää määräyksiä esimerkiksi erilliskerättävistä jätejakeista ja velvoittaa uudelleenkäyttöön

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998

- o 53§: "Mikäli kaupallisissa asiakirjoissa ei ole toisin sanottu, **kuuluu** urakkasuoritukseen tarpeeton, urakka-alueelta irrotettava maa-, kivi- ja puuaines

ja **rakennelmien purkujäte** poiskuljetuksineen, jäteveroineen ja kaatopaikkamaksuineen **urakoitsijalle.**”

Rakennusjätteiden käyttöä ohjaavat lait ja asetukset ovat joiltain osin ristiriidassa keskenään ja ohjaavat rakennusjätteitä erilaisiin hyötykäytön muotoihin. Lisäksi rakennusosan statuksen muuttuessa jätteeksi saa sen luovuttaa ainoastaan jätteenkäsittelyyn erikoistuneen toimijan haltuun. Tällaiselta toimijalta edellytetään ympäristölupaa. Lisäksi rakennusosan kierrättäminen ”jätteestä” takaisin käyttöön edellyttää aina viranomaisen tarkastusta ja hyväksyntää. Rakennusosien kiertoa uudelleenkäyttöön edistäisi huomattavasti, että jätteen status pystyttäisiin välttämään. (Saarinen 2009). Laissa olevia jätteen käsitteen määritelmää tulisi tältä osin harkita muutettavaksi.

Laki edellyttää kaatopaikoilta täyskatteellisuutta, mikä merkitsee, että asiakkailta perittävien kaatopaikkamaksujen tulee kattaa täysin todelliset jätteenkäsittelyn kustannukset. Korkeat kaatopaikkamaksut ovatkin tehokas tapa ohjata jätettä hyötykäyttöön. Johdonmukaisuus ja valtakunnallinen yhteneväisyys olisivat kuitenkin tarpeen tässäkin asiassa. Jotkut kaatopaikat eivät nimittäin peri jätemaksuja kaatopaikan rakenteisiin kelpaavasta rakennusmateriaalista. Lisäksi saman seudun eri kuntien kaatopaikkojen vastaanottomaksut voivat olla hyvinkin eri suuruisia, jolloin jätteiden kuljetus hieman kauempana sijaitsevalle mutta pienempiä vastaanottomaksuja perivälle kaatopaikalle saattaa muodostua houkuttelevaksi vaihtoehdoksi.

2.5. Kierrätysrakentamista ohjaava lainsäädäntö

Kaikkea uudisrakentamista säätelee Suomen Rakennusmääräyskokoelma (RakMK), jonka osissa on annettu muun muassa suunnittelutyötä, rakenteiden kantavuutta, ääneneristävyyttä, lämmöneristävyyttä, paloturvallisuutta, asutosuunnittelua ja esteettömyyttä koskevia ohjeita. Rakennusmääräyskokoelmaa päivitetään jatkuvasti, eivätkä esimerkiksi 1970-luvulla rakennetut rakennukset täytä enää sen vaatimuksia. Korjausrakentamiseen rakennusmääräyskokoelmaa sovelletaan silloin, kun sen määräykset on kohtuullisesti mahdollista toteuttaa.

Kestävän kehityksen mukaista on, että kierrätysosista rakennettaessa uusista lämmöneristävyyksivaatimuksista ei tingitä. Se on paitsi ympäristön, myös tulevan asukkaan kukkaron edun mukaista. Rakennuksen käytön aikainen energiankulutus on nykyisin yleensä vielä valmistamisen energiankulutusta huomattavasti suurempi, mutta vähän energiaa kuluttavien passiivitalojen kohdalla vaaka voi kääntyä myös toisin päin, mitä käsitellään tarkemmin kappaleessa 2.7.

Asuinrakentamista säätelee rakennusmääräyskokoelman osa G1. Siinä säädetään muun muassa asuinkerrostalon kerroskorkeudeksi 3,0 metriä, kun se vielä 1970-luvulla oli 2,8 metriä. Kerroskorkeutta koskeva vaatimus rajoittaa esimerkiksi betonielementtien uudelleenkäyttöä kerrostaloissa, eivätkä vanhat välipohjajaelementit eivät täytä nykyisiä asuntojen välisiä ääneneristysnormejakaan. Pientalojen osalta on säädetty ainoastaan minimihuonekorkeus 2,4 metriä, joten niissä betonielementtien

uudelleenkäyttö on mahdollista. Myös kesäasumiseen tarkoitettujen vapaa-ajanrakennuksien on mahdollista saada joustoja osan G1 määräyksistä.

Päävastuu rakennus- ja purkujätteen hyötykäytön lisäämisestä on viranomaisilla. Pelkät määräykset jätteen toimittamisesta hyötykäyttöön eivät riitä, vaan on luotava materiaalivirtoja ohjaava taksapolitiikka, helppokäyttöinen ja kattava purku-, lajittelu- ja suunnitteluohjeisto, sekä toimiva kierrätystuotteiden logistiikkaketju, joka saattaa yhteen paikalliset jätteen tuottajat ja hyödyntäjät (Sippola & Ratvio 1994). Tarvitaan myös luotettava uusiomateriaalien ja uudelleenkäytettävien rakennusosien laaduntarkastusjärjestelmä ja kierrätystuotetietopankki. Suunnittelijoille on tarjottava tietoa rakennustuotteiden koko elinkaaresta. Purkamisen työmenetelmiä on kehitettävä mahdollistamaan uudelleen- ja uusiokäyttö. Keskieurooppalaisten edelläkävijöiden kokemukset tulisi hyödyntää luotaessa perustaa suomalaiselle kierrätysrakentamiselle.

2.6. Elinkaariajattelu

Rakennuksen elinkaari tarkoittaa yleensä aikaa rakennuksen rakentamisesta sen purkamiseen, eli aikaa, jona rakennus on hahmotettavissa alkuperäisen kaltaisena kokonaisuutena. Jos rakennus puretaan osiin ja rakennusosat siirretään muiden rakennusten osiksi, ei uusi tilanne kuulu enää alkuperäisen rakennuksen elinkaareen. Sen sijaan se kuuluu siirrettyjen rakennusosien elinkaareen. Asia on tulkinnanvarainen, jos koko rakennus siirretään kokonaisuutena tai purkamisen ja uudelleen kokoamisen kautta toiseen paikkaan. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).



2008 valmistunut paviljonkipäiväkoti Silkkiuikku Helsingin Lauttasaassa on siirrettäväksi suunniteltu 11 tilaelementistä koostuva rakennus. Tämän ja kuuden muun kaupungin tilaaman tilaelementtipäiväkodin arkkitehti on Seppo Häkli.

Elinkaaren pituutta voidaan jatkaa hyvällä ylläpidolla, korjauksella ja perusparannuksella. Korjattavuus ja huollettavuus olivat 1970-luvulla unohduksissa: materiaaleja mainostettiin huoltovapaina ja ikuisina, korjaaminen katsottiin poikkeukselliseksi toiminnaksi ja sen aikaisen hyvän rakennustavan mukaan mm. paineellisia vesiputkia sijoitettiin rakenteiden sisään, valvonnan ja huollon ulottumattomiin. Myös muilla kuin rakennusfysikaalisilla syillä voi olla vaikutusta rakennuksen elinkaareen: hyväkuntoinenkin rakennus voidaan purkaa taloudellisin perustein tai huonokuntoinen vanha rakennus korjata, jos sillä on kulttuurihistoriallista arvoa. (Tuppurainen ja muut 2003a).

Rakennuksen elinkaariproblematiikkaa on lähestytty tähän mennessä pääasiassa toiminnallisista ja teknis-taloudellisista näkökulmista. Rakennuksen vanhanaikaistuminen on seurausta toiminnallisesta, teknisestä tai taloudellisesta vanhenemisestä. Esimerkiksi asumisen vaatimustaso kasvaa (toiminnallinen), asuinrakennuksia koskevat tekniset vaatimukset muuttuvat (tekninen) ja keskustassa sijaitsevan tontin toimistokäyttö olisi omistajalle tuottavampi (taloudellinen). 1970-luvun lähiöistä puhuttaessa heikko arkkitehtoninen ratkaisu, ankea asuinympäristö ja tekniset ongelmat kiinteistönpidossa lyhentävät perusparannusjaksoa ja koko alueen rakennuskannan käyttöikä. (Tuppurainen ja muut 2003a).

Arkkitehti, professori Panu Kaila on puhunut elinkaariharhasta. Hänen mukaansa elinkaaren käsite on rakennuksille sopimaton pyrkiessään rinnastamaan rakennukset kulutushyödykkeiksi, joiden arvon ainoa mittari on raha. Kailan mielestä elinkaariajattelun taustalla on rakennusteollisuuden halu vähätellä vanhojen rakennusten käyttöarvoa, jotta se saisi myytyä kuluttajille omaa tuotettaan: uusia asuntoja. Hän huomauttaa, että 1900-luvun alkupuolen ja sitä vanhempien rakennusten arvo ei suinkaan laske, vaan nousee, ja niiden tulevaisuus on uudempaa rakennuskantaa turvatumpi. Hän mainitsee myös vanhoilla rakennuksilla olevan tunnelma-arvoa ja statusta, jota elinkaariajattelu ei huomioi. (Kaila 2008). Näinhän todella on: elinkaariajattelun kriteerien, toiminnallisuuden, tekniikan ja taloudellisuuden mittareilla arvioituna monet 1900-luvun alun asunnot ovat joka tavoin vanhentuneita.

Kailan näkemystä puoltaa myös Delftin reknillisen yliopiston professori, insinööri André Thomsenin selvitys rakennusten toteutuneista elinkaarista Euroopan eri maissa. Thomsenin mukaan rakennusten elinkaaret mm. Alankomaissa, Britanniassa ja Espanjassa ovat tyypillisesti huomattavasti suunniteltua, eli noin sataa vuotta, pidempiä. Lisäksi hän on laskenut, ettei uudisrakentaminen nykyisellä tahdilla riitä kattamaan tilatarvettamme tulevaisuudessa, vaan rakennusten elinkaaria tulisi laskelmien valossa pidentää useihin satoihin vuosiin – vaihtoehto tälle voisi olla rakennusosien uudelleenkäyttö. Lisäksi Thomsenin mukaan purettavaksi päätyvät rakennukset eivät suinkaan ole rakennuskannan huonokuntoisimpia, vaikka purkamista pyritään perustelemaan teknisillä seikoilla (Thomsen 2009, Thomsen & van der Flier 2009).

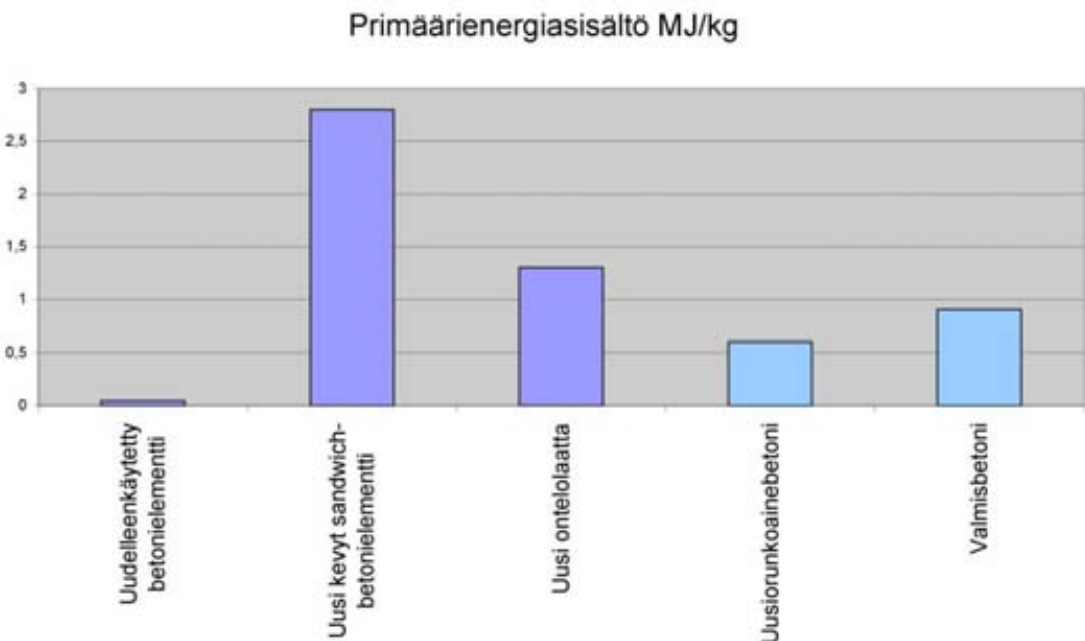
Elinkaari on siis monimutkainen, paitsi tekninen ja taloudellinen, myös kulttuurinen ja sosiaalinen, ja vieläpä näkökulmasta riippuva subjektiivinen käsite. Voidaan kokea, että jotkin lähiöaikakauden alueet, kuten Riihimäen Peltosaari, ovat elinkaarensa päässä sosiaalisten ja kulttuuristen syiden vuoksi, ellei alueen imagoa

saada käännettyä radikaalisti ympäri. Taloudelliselta näkökulmalta taas rakennukset voivat olla elinkaarensa päässä ilman, että niiden rakennusosat ovat sitä teknisesti.

2.7. Ympäristöhyödyt

Rakennusmateriaalien valmistuksen ympäristövaikutuksia kuvataan usein neljällä indikaattorilla: primäärienergiasisällöllä, ilmaston lämpenemispotentiaalilla, happamoitumispotentialilla ja uusiutumattomien luonnonvarojen käytöllä. Näistä ensimmäinen kuvaa energiankäyttöä, kaksi seuraavaa päästöjä ja kolmas raaka-aineita. Mikään näistä indikaattoreista ei kuvaa materiaalin käytöstä poiston aiheuttamaa jättemäärää tai sen kierrätettävyyttä tai ongelmallisuutta jätteenä, vaan ne keskittyvät materiaalin syntyyn sen elinkaaren alkupäässä.

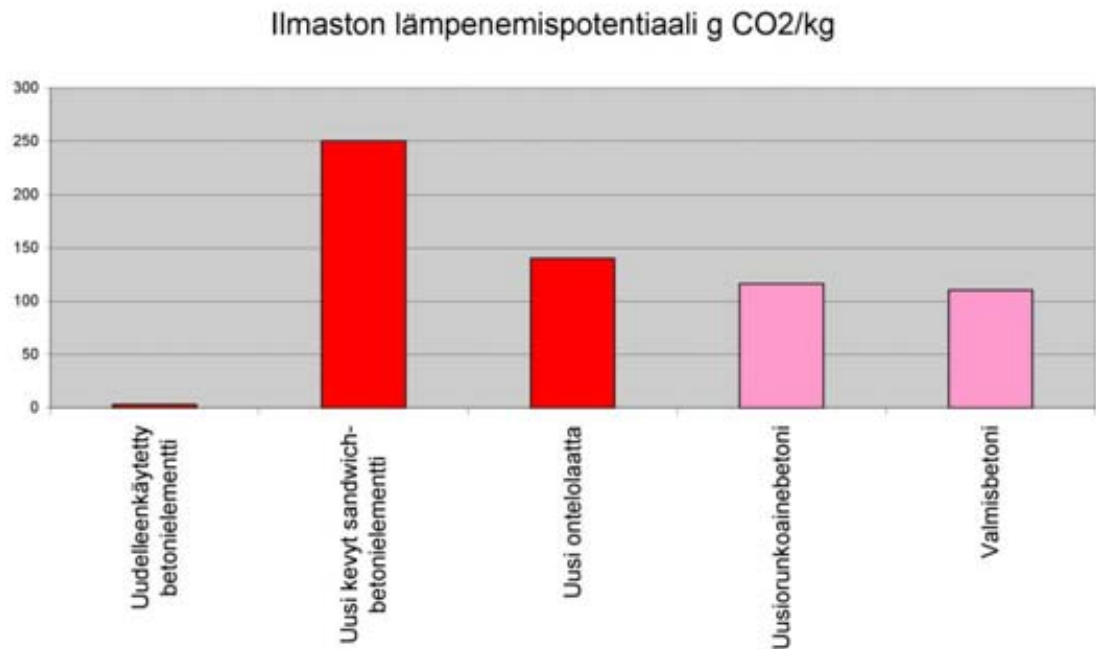
Primäärienergia merkitsee luonnonvarojen (öljy, puu, tuuli, aurinko jne.) sellaisenaan sisältämää energiaa, ennen energiantuotannon aiheuttamaa hävikkiä (European Environment Agency 2010). Primäärienergiasisältö kuvaa siis materiaalin valmistukseen tarvittavan ”raakaenergian” määrää, ottamatta kantaa energian laatuun. Sen vuoksi yleensä ilmoitetaan myös ilmaston lämpenemispotentiaali eli niin sanottu hiilijalanjälki.



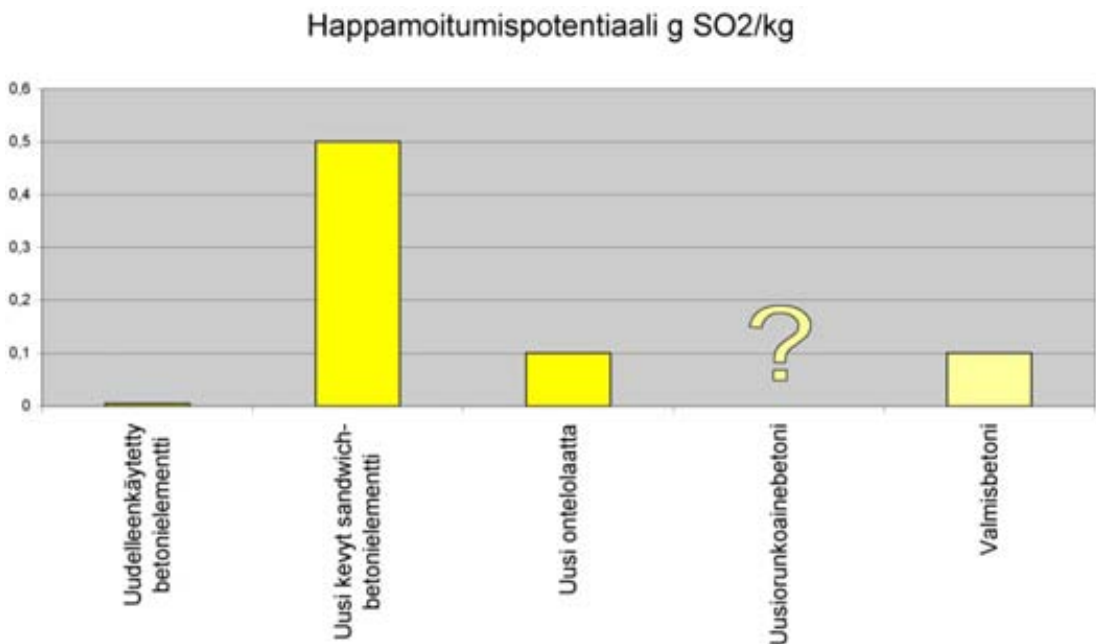
Uudelleenkäytetyn betonielementin primäärienergiasisältö on olematon uudesta valmistamiseen verrattuna. Uusiorunkoainebetonin valmistus kuluttaa vähemmän energiaa kuin tavanomaisen valmisbetonin. (Asam 2006, Rakennustiedon ympäristöselosteet 2010).

Ilmaston lämpenemispotentiaali – kansanomaisemmin hiilijalanjälki – kuvaa kasvihuonekaasujen, etenkin hiilidioksidin, syntymistä ja pääsyä ilmakehään (European Environment Agency 2010). Hiilidioksidia syntyy hiilipitoisten aineiden palamistuotteena, joten materiaalin ilmaston lämpenemispotentiaali kuvaa tuotteen valmistuksessa tapahtuvia polttoprosesseja. Esimerkiksi, jos materiaalilla on suuri primäärienergiankulutus mutta pieni hiilijalanjälki, kertoo se valmistuksessa käytetyn

paljon saasteettomia energiamuotoja. Happamoitumispotentialiaali kuvaa rikkioksidien, yleensä rikkidioksidin, syntymistä tuotteen valmistuksessa. Ainetta syntyy rikkipitoisten aineiden palaessa esimerkiksi kivihiiltä poltettaessa. Happamoituminen vahingoittaa vesistöjen ekosysteemejä, pohjavettä, kasvillisuutta ja syövyttää myös rakennusten julkisivuja. (European Commission 2010).

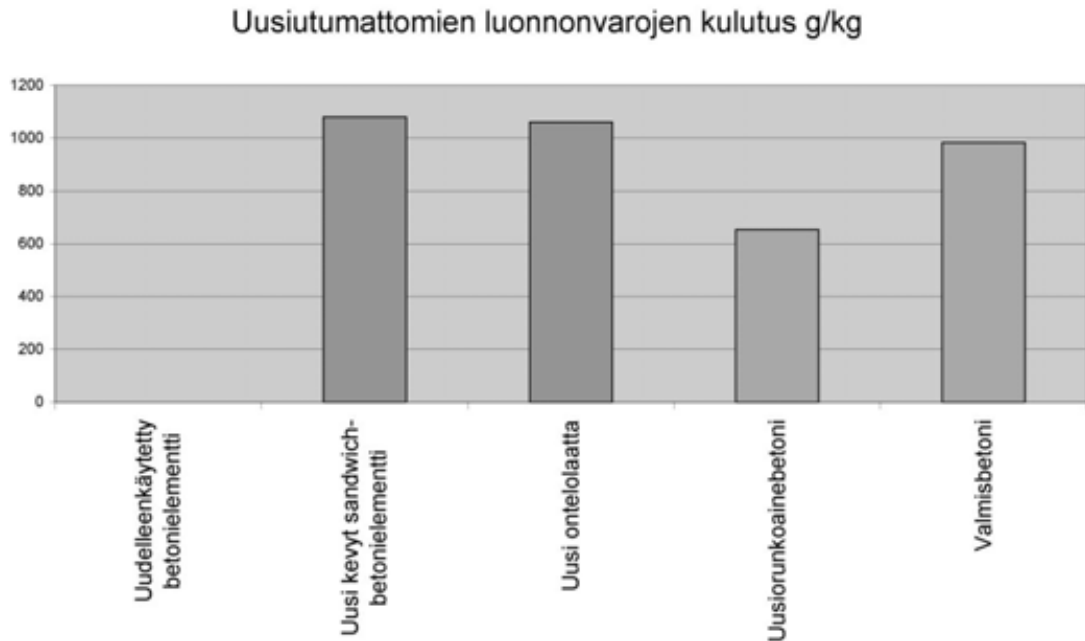


Uudelleenkäytetyn betonielementin ilmaston lämpenemispotentiaali on olematon uudesta valmistamiseen verrattuna. Uusiorunkoainebetoni taas ei ole tavanomaista valmisbetonia parempi ilmaston lämpenemisen kannalta. (Asam 2007, Rakennustieto 2010).



Uudelleenkäytetyn betonielementin happamoitumispotentialiaali on pieni uudesta valmistamiseen verrattuna. Uusiorunkoainebetonista ei ollut saatavilla tietoa. (Asam 2007, Rakennustieto 2010).

Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö kuvaa nimensä mukaisesti materiaalin valmistukseen käytettyjen uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta. Näitä on itse materiaaliin päätyneiden raaka-aineiden lisäksi tuotannon piilovirroissa. Esimerkiksi teräkseen tarvittavan malmin louhinnassa syntyy runsaasti kiviaineista kaivosjätettä. Kaikkea luonnosta peräisin olevaa raaka-ainetta ei myöskään yleensä pystytä hyödyntämään, vaan tuotannossa syntyy aina hävikkiä.

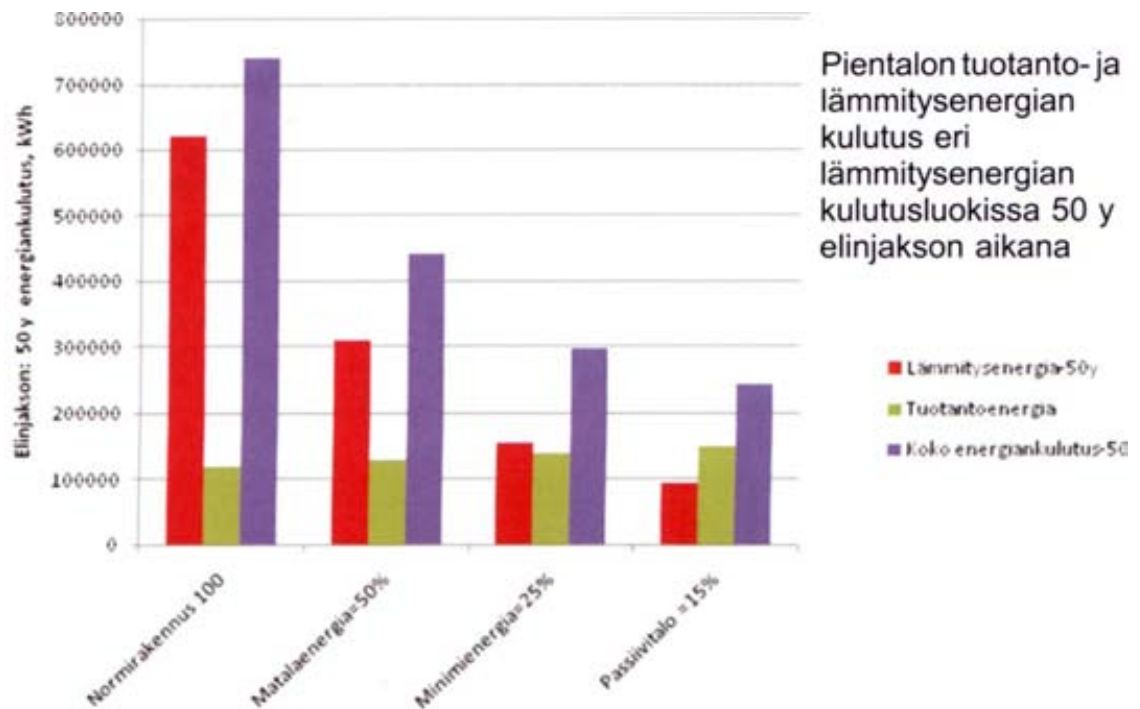


Käytettäessä betonielementti uudelleen ei kuluteta lainkaan uusiutumattomia luonnonvaroja. Myös uusiorunkoainebetonin valmistus kuluttaa vähemmän luonnonvaroja kuin tavanomaisen valmisbetonin. (Asam 2007, Rakennustiedon ympäristöselosteet 2010).

Tietyn materiaalin primäärienergiasisältö, ilmaston lämpenemispotentiaali tai happamoitumispotentiaali eivät vielä kerro suoraan kyseisestä materiaalista rakennetun talon ympäristövaikutuksista. Ellei kyseessä ole yksiaineinen massiivirakenne, on syytä tarkastella rakennetyypin sisältämiä materiaaleja ja sen kokoamista niistä, eli rakennetyypistä kokonaisuudessaan. Materiaalin painolla ja menekillä on ratkaiseva merkitys. Kevyissä ja hoikissa ranko- tai pilari-palkki -rakenteissa kuluu vähemmän materiaalia kuin raskaissa massiivirakenteissa. Betoni on hyvin raskas materiaali, ja julkisivuneliometri betoniseinää painaa huomattavasti enemmän kuin julkisivuneliometri puurakenteista seinää. Mitä energiantensiivisempi, massiivisempi ja raskaampi materiaali, sitä suuremmiksi muodostuvat uudelleenkäytöllä saavutettavat ympäristöhyödyt. Lisäksi neitseellisten luonnonvarojen kulutus ja jätteen määrä vähenevät. Edellä mainitut seikat puhuvat erityisesti juuri betonielementtien uudelleenkäytön puolesta.

Yleisesti käytössä oleva ympäristövaikutusten indikaattori on myös rakennuksen energiatehokkuuden käsite, jota voidaan kuvata esimerkiksi energiatodistuksessa ilmoitettavalla energialuokalla tai matalaenergia-, passiivi-, nollaenergia- ja

plusenergiatalon nimikkeillä. Rakennuksen energiatehokkuus kuvaa valmiin rakennuksen käytön aikaista lämmitysenergiankulutusta, jonka ympäristövaikutusten sanotaan olevan huomattavasti rakennuksen valmistamisen aiheuttamaa energiankulutusta suuremmat.



RILin mukaan passiivitalossa rakennuksen valmistuksen energiankulutus ylittää lämmitysenergian kulutuksen alle 50 vuodessa (Matalenergiarakentaminen 2009).

Arkkitehti, TkL Mikko Viljakaisen mukaan kuitenkin passiivitalojen kohdalla rakentamisen aiheuttama ja käytön aikainen energiankulutus ovat yhtä suuria rakennuksen laskennallisen elinkaaren aikana, kun rakennus valmistetaan puusta. Jos passiivitalon rakennusmateriaali onkin betoni, rakentamisen aikainen energiankulutus on jo käytön aikaista suurempi, kaksinkertainen siihen verrattuna. (Viljakainen 2009). Energiatehokkuuden käsite ei myöskään huomioi energian tuotantomuotoa. Jos esimerkiksi pystyisimme tulevaisuudessa tuottamaan saasteetonta energiaa nykyistä helpommin ja tehokkaammin, rakennusten energiatehokkuuden käsite menettäisi merkitystään, jätteen välttämisen ja kierrätettävyyden tärkeyden lisääntyessä entisestään. Tutkimus Suomessa painottuu tällä hetkellä erittäin voimakkaasti energiatehokkuuteen, jota toki onkin syytä tutkia, mutta rakennusmateriaalien valmistuksen ja käytöstä poiston aiheuttamia ympäristövaikutuksia ei tule vähätellä tai unohtaa, sillä energiatehokkaampaan rakentamiseen siirtyessämme niiden merkitys kokonaisuudelle vain kasvaa.

2.8. Lähiöt taantuvilla ja vakiintuneilla paikkakunnilla

Valtion Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n mukaan jopa 40 000 aravavuokra-asuntoa pitää lähivuosina korjata perusteellisesti tasoa nostaen, vaihtaa rakennusten käyttötarkoitusta tai purkaa. Määrä edustaa kymmenesosaa Suomen 400 000 arava-asunnosta. Päätelmä perustuu ARA:n vuosina 2005-2007 käynnissä olleen Käyttöaste paremmaksi -projektin kokemuksiin. Projektissa oli mukana 40 kuntaa, ja siinä päädyttiin kysynnän puutteessa 2000 asunnon poistamiseen, joista 200:n purkamisen kautta. Puolet mukana olleista kunnista kertoi harkitsevansa rakennusten purkamista. Muita keinoja ovat yksityisille myyminen ja erityiskäyttöön, kuten vanhustentaloiksi, kunnostaminen, mitkä eivät kuitenkaan tule kaikissa kohteissa kysymykseen esimerkiksi sijainnin tai kysynnän vuoksi. Aravavuokra-asuntojen kokonaismäärään suhteutettuna koko Suomessa purkamistarve olisi vähintään 4000 asuntoa. (Nurmi 2007). Kun tyypillisessä kolmikerroksisessa, kolmelamelisessa lähiötalossa on 27 asuntoa, 4000 purettavaa asuntoa merkitsee lähes 150 purettavaa kerrostaloa. ARA:n johtajan Hannu Rossilahden mukaan purkutarve saattaa olla tätä arviota suurempikin. Ruotsissa samankaltaista asuntojen ylitarjonnan ongelmaa ratkottaessa on 60% poistettavista asunnoista purettu (Nurmi 2007).



Vuonna 1955 valmistunut Pruitt-Igoen lähiö, St. Louis, USA. Sosiaalisten ongelmien syöksykierteeseen joutunut lähiö purettiin räjäyttämällä vuosina 1972 – 1976.

Asuntojen poistotarvetta aiheuttavat kysynnän puute muuttotappiokunnissa, rakennusten syrjäinen sijainti omassa yhdyskunnassaan, asuntotarpeeseen nähden sopimaton koko tai nykyajan vaatimuksiin nähden puutteellinen varustus, huono tekninen kunto ja alhainen viihtyisyys. Lisäksi väestön ikääntyminen ja kasvaneet esteettömyysvaatimukset aiheuttavat muutostarpeita hissittömiin taloihin, joita suurin osa aravakannasta on. Tyhjilleen jääneet asunnot ovat taloudellinen rasite omistajalleen

ja usein myös jäljellä oleville vuokralaisille. Vuonna 2007 aravavuokra-asuntoja oli tyhjiillään 5000 – 7000 kappaletta, joista 4400 kuntien omistamia. Ongelma kohdistuu erityisesti Suomen 250 muuttotappiokuntaan, joiden kuntatalous on muutenkin ahtaalla. Näissä kunnissa sijaitsee kolmasosa aravatalokannasta. Nykynäkemyksen mukaan arava-asuntoja rakennettiin paljon väärille paikkakunnille. Hannu Rossilahden mukaan 1960-80 –luvulla luottamus kasvuun ja asuntojen tarpeeseen aiheutti ylimitoitettua rakentamista maaseudun syrjäkylille. Toisaalta tyhjenemistä on pisteittäin ja alueittain jopa kasvupaikkakunnilla. (Mainio 2006).

Lähiöbuumin aikaisia yksittäisiä kerrostaloja on Suomessa toistaiseksi purettu lähinnä pahimmilla muuttotappiopaikkakunnilla. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastossa Esikaupunkien renessanssi –projektia vetävän arkkitehti Tero Santaajan mukaan purkamisen on Suomessa tabu, josta on vaikea puhua (Astikainen 2008b). ARAn johtaja Hannu Rossilahti on visioinut Helsingissä mm. Tapulikaupungin purkamista ja korvaamista uusilla rakennuksilla, mikä on herättänyt tuhtumusta ja voimakasta vastustusta alueen asukkaissa (Astikainen 2008a). Reaktio on tuttu myös Saksasta, jossa osittain tai kokonaan purettavien lähiötalojen betonielementtien uudelleenkäyttö nähdään purkamisen negatiivista imagoa lieventävänä asianhaarana. Valtion tuella rakennettujen asuntojen purkamiseen nähdään kuuluvan tietty poliittinen ja taloudellinen vastuu, jonka kantamista rakennusosien kierrätys edustaa. Näin niihin aikanaan investoitujen verorahojen ei katsota menevän täysin hukkaan (Asam 2007).

Tyypillisen hissittömän, 4-kerroksisen (maanpäällinen kellarikerros ja kolme asuinkerrosta) lähiötalon lamelli koostuu kahdesta suuresta ja yhdestä pienestä kaksioista tai kahdesta kaksioista ja yhdestä yksiöstä. Aikuistaloudet ovatkin enemmistönä lähes kaikissa lähiöissä. Väestön ikääntyessä esteettömien pienasuntojen tarve kasvaa, toisaalta väestöpohjan saaminen monimuotoiseksi lisää suurien perheasuntojen tarvetta. Lähiötalot eivät tällä hetkellä vastaa asuntotypologialtaan kumpaankaan tarpeeseen. Lisäksi keskimäärin 30% lähiöiden asunnoista on hissittömissä taloissa (Lankinen 1998). Esteettömyyttä aiheuttavat hissittömyyden lisäksi kylpyhuoneiden, sisäänkäyntien ja piha-alueiden ratkaisut, jotka ovat ongelmia myös hissillisissä taloissa. Lähiökerrostalotyyppisiä rakennuksia sijaitsee myös lähiöiden ulkopuolella, ja niihin pätevät samat piirteet.

Huono-osaisuus leimaa monia lähiöitä, osin myös aiheettomasti. Sosiaaliset ongelmat keskittyvät tyypillisesti pikkulähiöihin, jotka ovat syntyneet teollisuuden työvoimatarpeesta. Useimmissa lähiöissä on tosin sijaintikuntiinsa verrattuna keskimääräistä enemmän vuokra-asuntoja, ja asukkaiden tulotaso alhaisempi kuin kunnassa keskimäärin. 1990-luvun massa- ja pitkäaikaistyöttömyys iski erityisesti lähiöihin. Myös ulkomailla syntyneiden osuus väestöstä on lähiöissä usein kunnan keskiarvoa suurempi. Asumis- ja toimeentulotuet kohdistuvat lähiöissä vuokra-asujille. Osakeasuntojen keskihinta on yleensä huomattavasti kunnan keskimääräistä neliöhintaa matalampi, mutta omistusasujien tulotaso seuraa kuitenkin kunnan keskiarvoa. Lähiöiden imago-ongelmista on seurauksena veto-voiman menetystä ja alueiden eriarvoistumista. Tätä lisäävät ennestään alun perinkin heikko arkkitehtoninen laatu, palveluiden puuttellisuus, lähiympäristön epäviihtyisyys ja vähitellen rapistuvat

rakennukset. Muuttoliike on merkittävä lähiöiden kehitysedellytyksiin vaikuttava ilmiö niin muuttotappio- kuin kasvualueillakin. (Lankinen 1998).

2.9. Energiatehokas lähiökorjaaminen -tutkimushanke

Tämä diplomityö on osa Tampereen teknillisen yliopiston Energiatehokas lähiökorjaaminen (ENTELKOR) –tutkimushanketta. Kolme vuotta kestävässä projektissa pyritään etsimään innovatiivisia ratkaisuja suomalaisten lähiöiden energiatehokkaaseen korjaamiseen, sillä lähiöiden täydennys- ja korjausrakentaminen on aivan lähitulevaisuudessa siintävä mittava urakka. Hanke on osa Ympäristöministeriön ja Asuntorahaston rahoittamaa Lähiöohjelmaa vuosille 2008-2011, ja siinä tutkitaan korjaus- ja täydennysrakentamisen, uusien asuntotyyppien ja uusien teknologioiden vaikutusta lähiöarkkitehtuuriin ja energiankulutukseen. Suomalaisia lähiöitä on tutkittu tähän mennessä lähinnä sosiaalisesta näkökulmasta, eikä niinkään arkkitehtuurin, rakennustekniikan ja energiatehokkuuden kannalta. Edellämainitut ovat kuitenkin nousemassa yhä tärkeämmiksi mm. ilmasto- ja energiansäästötavoitteista johtuen. Energiatehokkuuden vaatimukset voidaan nähdä mahdollisuutena, jonka kautta myös lähiöiden käytettävyys, ilme ja imago voidaan saada päivitettyä nykyaikaan. Imagon ja vetovoimaisuuden parantamiseksi ja sosiaalisen segregaaion ehkäisemiseksi tarvitaan uutta, houkuttelevaa arkkitehtuuria. Väestörakenteen muutokset edellyttävät lisäksi uusien asuntotyyppien saamista lähiöihin – sekä pien- että perheasuntoja.

Rakennusosien uudelleenkäyttö tarjoaa vastauksia energiatehokkaaseen, vastuulliseen lähiökorjaamiseen. Olemassa olevien rakennusten osittainen purkaminen ja madaltaminen tarjoaa keinon muuttaa lähiötalojen yksitoikkoista massoittelevaa energiakorjausten yhteydessä. Kierrätetyistä elementeistä tapahtuva matalaenergiatasoinen, tiivis ja matala täydennysrakentaminen tuo lähiöihin – paitsi uusia asuntotyyppejä – myös ainutlaatuisen historian, joka on juuri sitä mikä aluerakentamisella syntyneiltä lähiöiltä on puuttunut. Osittainen purkaminen ja kierrätysrakentaminen yhdessä ovat osoitus ekologisesta vastuunkannosta ja muovaavat lähiöiden uuden ekoestetiikan.

3. KÄYTÄNNÖLLISET LÄHTÖKOHDAT

3.1. Rakennusten kierrättämisen seitsemän tasoa

RIL (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001) jakaa rakennuksen ja rakenneosien uudelleenkäyttö- ja kierrätystavat seitsemään tasoon:

Taso 1	Koko rakennuksen muuttaminen ja kunnostaminen uuteen käyttöön (muuntojoustavuus).
Taso 2	Koko rakennuksen purkaminen ja siirtäminen uuteen paikkaan (siirtojoustavuus).
Taso 3	Rakennusosan käyttö sellaisenaan samaan tai eri tarkoitukseen (esimerkiksi ovi ovena).
Taso 4	Rakennusosan käyttö uudelleen osittaisen erittelyn jälkeen (esimerkiksi ikkunalasin uudelleenkäyttö).
Taso 5	Materiaalin käyttö saman tai eri tuotteen raaka-aineena (sulatettuna, haketettuna, murskattuna).
Taso 6	Materiaalin käyttö murskattuna erilaisiin täyttöihin.
Taso 7	Materiaalin käyttö energiantuotannon polttoaineena.

Listaan voisi vielä lisätä loppusijoituksen tason, jolloin ei voi tosin enää puhua kierrätyksestä:

Taso 8	Loppusijoitus kaatopaikalle.
--------	------------------------------

3.2. Määräpotentiaali lähiöissä

Kierrätysrakentaminen ei voi kilpailla volyymissä täysin uudesta tapahtuvan uudisrakentamisen kanssa. Tämä voi olla yksi syy, miksi betonielementtiteollisuus ja suuret rakennusliikkeet eivät osoita kiinnostusta kierrätysprosessien tukemiseen. 1990-luvun lopulta lähtien sekä vuosittain aloitettujen että valmistuneiden asuntojen määrä on pysynyt 30 000 kappaleen tietämillä. Toisin sanoen kierrätettyjen betonielementtien lähteeksi mainittu 40 000 aravavuokra-asunnon poistumatarve vastaa vain vuoden ja neljän kuukauden keskimääräistä uudisrakentamismäärää. Kun kaikki poistuma ei tapahdu purkamisen kautta, eikä toisaalta kaikkea purkamisessa syntyvää materiaalia saada uudelleenkäyttöön teknisistä syistä, on todellinen potentiaali jonkin verran pienempi. Toisaalta Suomessa puretaan 2000 – 3000 rakennusta vuosittain, ja vaikka ne kaikki eivät ole elementtirakenteisia lähiökerrostaloja, myös niistä voidaan saada kierrätettäviä rakennusosia uudelleenkäyttöön.

Saksalaisten kokemusten mukaan elementtitaloista saadaan uudelleenkäyttöön elementteinä määrä, joka edustaa keskimäärin 38% kaikesta rakennusaineesta silloin, kun ulkoseinäelementtejä ei käytetä (Asam 2007). Ulkoseinäelementtien käyttö nostaa luonnollisesti uudelleenkäyttöastetta. Toisaalta, jos kierrätettävyyden edistäminen lisittäisiin nyt uudisrakentamisen suunnitteluperusteeksi, tulevaisuudessa uudelleenkäytettävien rakennusosien potentiaali kasvaisi huomattavasti.

3.3. Asenteet uudelleenkäytön esteenä

Purkuosista tapahtuva kierrätysrakentaminen poikkeaa monin tavoin vallitsevasta standardoidusta, teollisesta rakennustavasta. Suomalaisilla rakennusalan toimijoilla ei ole kokemusta ehjänä purkamisesta, saatika sitten kierrätysmateriaalien käytöstä rakentamisessa. Rakennusosien uudelleenkäytön mahdollistava hellävarainen purkaminen on, ehkä betonielementtien irrotusta ja leikkaamista lukuun ottamatta, käsityötä. Se, että työvoimavaltaisuus pelottaa suomalaisia rakennusyhtiöitä lähes seitsemän miljardin ihmisen kansoittamalla planeetalla, selittyy ennen kaikkea ihmistyön korkealla verotuksella luonnonvarojen käytön matalaan verotukseen verrattuna. Ihmistyö on kuitenkin uusiutuva, saasteeton ”luonnonvara”, jonka vältteleminen ei ole perusteltavissa ekologisesti, vaan selittyy yhteiskunnassa aikaisempina vuosikymmeninä tehdyillä poliittisilla valinnoilla (Heino 2002).

Myös suunnittelijat voivat kokea ennakkoluuloja rakennusosien uudelleenkäyttöä kohtaan. Arkkitehti voi kokea suunnitelmiansa sovittamisen jo olemassa olevien rakennusosien mukaiseksi suunnitteluvapauttaan rajoittavaksi, vaikka se mittaa ennen kaikkea vain suunnittelijan luovuutta. Insinöörit eivät puolestaan missään maissa ota mielellään standardoimattomien materiaalien käyttämiseen liittyvää riskiä. Uudelleenkäytön rakennesuunnittelussa mitataan myös insinöörin luovuutta.

Rakennustuoteteollisuus puolestaan on kiinnostunut ennen kaikkea valmistamiensa uusien tuotteiden myynnistä. Teollisuudella on rakennusalan teollistumisen alusta lähtien, viiden vuosikymmenen aikana muotoutunut liiketoimintatapa, jonka muuttamiseen siltä ei löytyne motivaatiota niin kauan kuin tuotteet käyvät muutenkin kaupaksi. Tuotannon muuttamiseen uudelleenkäytön mahdollistavaan suuntaan ei toistaiseksi kohdistu myöskään ulkoisia paineita asiakkaiden tai valtiovallan taholta. Rakennusosien uudelleenkäyttö saatetaan kokea perinteisiä toimintatapoja uhkaavana kilpailijana, mutta luultavammin suurten rakennustuotevalmistajien silmissä se näyttäytyy lähinnä merkityksettömänä puuhasteluna, jonka huomioiminen ei tuota yritykseen kassavirtaa. Kierrätysliiketoiminta tuskin alkaakaan yleistyä suurten vakiintuneiden yritysten aloitteesta, vaan uusien pienyrittäjien alalle tulemisen kautta, minkä edellytyksenä luonnollisesti on kysyntä asiakkaiden taholta.

Rakennusosien kelpoisuuteen kohdistuu sekä asiakkaiden että suunnittelijoiden taholta erilaisia perusteltuja pelkoja, jotka koskevat esimerkiksi betonin laatua ja sen kärsimiä vaurioita, eristeiden mikrobi- ja homevaurioriskin olemassaoloa ja uuden rakennuksen odotettavissa olevan käyttöiän pituutta. Pelkoihin voidaan vastata tutkimustiedon avulla, uudelleenkäytettävien rakennusosien valinnalla ja tavanomaisella

järjenkäytöllä. Esimerkiksi betonin vaurioitumismekanismit tunnetaan, ja uudelleenkäyttöön voidaan valita sellaisia rungon osia, jotka ovat olleet sisätiloissa säältä suojassa. Tämä lähestymistapa rajaa uudelleenkäytöstä pois lähinnä parvekerakenteet. Homevaurioiden osalta esimerkiksi sandwich-elementtien villatila on todettu Tampereen teknillisen yliopiston ja Turun yliopiston yhteistutkimuksessa epäsuotuisaksi kasvuympäristöksi sädesienille ja homeille. Vain 6,6% tutkituista näytteistä oli selvästi mikrobivaurioituneita. Lisäksi on huomattava, ettei mikrobikasvuston esiintyminen ulkoseinässä sinänsä kerro sen merkityksestä sisäilman laatuun ja asukkaiden terveyteen, koska villatilasta ei kuuluisi olla lainkaan suoraa yhteyttä asuntojen sisäilmaan. Jos korvausilman ottoa ei ole järjestetty, voi poistoilomanvaihdon tuottama alipaine voi aiheuttaa ilman hallitsemattoman pääsyn sisätiloihin mm. huonosti tiivistettyjen elementtisaumojen kautta. Jos korvausilma kulkeutuu asuntoon homeisten ulkoseinäelementtien läpi, voi asunnossa olla riski homealtistukselle. Asia on korjattavissa liitosten tiivistämisellä ja korvausilman otton järjestämisellä. (Pessi ja muut 1999). Jos pidämme tämän tiedon valossa kaikkia 1960- ja 70-luvun asuinkerrostaloja purkukuntoisina, mitä tutkijat eivät tee, ei ulkoseinäelementtejäkään ole syytä ottaa uudelleenkäyttöön. Sen sijaan jos pidämme näitä rakennuksia kuitenkin asuin- ja korjauskelpoisina, lienevät rakennusosatkin käyttökelpoisia. Pentin mukaan myös kaikki jälleenrakennuskauden omakotitalot eli ns. rintamamiestalot voitaisiin homevaurioriskin olemassaolon perusteella tuomita asumiskieltoon (Pentti 2009). Vertailukohtana mainittakoon vielä, että maataloudessa työskentelevät henkilöt altistuvat työssään lähes miljoonakertaisille pitoisuuksille homevaurioituneisiin rakennuksiin verrattuna (Seuri ja Reiman 1996, Maijalan 1998 mukaan). Riskiä voidaan toki haluttaessa hallita poistamalla vanhat eristeet ennen uudelleenkäyttöä, rajaamalla sandwich-elementit uudelleenkäytön ulkopuolelle tai valitsemalla uudelleenkäyttökohteet sellaisiksi, joissa ei oleskella pitkäaikaisesti.

3.4. Turvallisuus, laadunvalvonta ja koestus

EU:lla ei ole yhtenäistä ohjeistoa kierrätysmateriaalien käytöstä rakentamisessa. Saksassa on tehty paljon tutkimusta rakennusmateriaalien kierrätyksestä: Karlsruhen yliopistossa on kehitetty integroitua asuinrakennusten purku- ja materiaalien uudelleenkäyttöjärjestelmää (Sippola & Ratvio 1994), ja betonielementtien uudelleenkäyttöä on tutkittu koerakentamisprojektilla kahdessa teknillisessä yliopistossa ja yhdessä tutkimuslaitoksessa. Virallisten standardien ja suunnitteluohjeiden puute vaikeuttaa kuitenkin hyötykäyttöä myös Saksassa. Britanniassa hallitus pyrkii edistämään kierrätysmateriaalien käyttöä, mutta viralliset laadunvalvonta- ja hyväksymismenettelyt puuttuvat. (Sippola & Ratvio 1994). Suomessa ei ole laadittu virallista ohjeistoa kierrätettyjen rakennusmateriaalien käytöstä. Tiettyjen uusiomateriaalien laatukriteerien laadinta on sisällytetty vuoteen 2016 tähtäävään valtakunnalliseen jättesuunnitelmaan, mutta se ei tule kattamaan materiaalien uudelleenkäyttöä ja suunnitelma jää näin ollen puutteelliseksi (Kohti kierrätysyhteiskuntaa 2008).



Puretuille betonielementeille tehdään kokeita Berliinin teknillisen yliopiston laboratoriossa (Asam 2006a).

Kierrätettyjen rakennusosien ongelmana on, että purettavasta rakennuksesta irrotettuna ne menettävät statuksensa laillisena, käyttökelpoisena rakennusmateriaalina. Eri lähteistä tulevat rakennusosat eivät ehkä ole tasalaatuisia kuten tehdastuotteet. Kantavien rakenteiden kelpoisuus on testattava laboratorioskokein jokainen erä erikseen. Betonielementeistä tulisi tutkia betonin pakkasrapautuminen ja karbonatisoituminen, terästen asema ja korroosio, elementtien kantokyky ja betonin puristuslujuus. Muita betonielementteihin sovellettavia kokeita ovat esimerkiksi elementtisaumauksien pcb:n, maalien sisältämän asbestin ja lämmöneristeen sädesienimahdollisuuden tutkiminen. (Mattila 2009). Toisaalta betonielementit ovat osoittautuneet laajojen saksalaisten laboratoriotutkimusten mukaan hyvinkin tasalaatuisiksi ja lähes uutta vastaaviksi, teknisen laadun riippuessa ennen kaikkea pelkästään purkamisen laadusta (Asam 2007). Cottbusin teknillisen yliopiston mukaan elementtien lujuus on kokeissa osoittautunut olevan säännönmukaisesti noin kaksi kertaa vaadittava (Hartmann 2009). Tämän valossa kaikkien kokeiden vaatiminen kaikilta elementeiltä saattaa vaikuttaa ylitodistelulta.

Yleisin vanhoissa rakennustuotteissa esiintyvä terveydelle vaarallinen aine on asbesti. Ehjä, pölyämätön asbestimateriaali ei aiheuta vaaraa normaalikäytössä. Sen sijaan asbestia käsiteltäessä ilmaan vapautuu erittäin hienojakoista pölyä, joka hengitettynä altistaa syöväälle. Aineen vaarallisuus on ollut yleisesti tiedossa jo 1970-luvulta lähtien. Suomessa kiellettiin ensin ruiskutettavien asbestituotteiden käyttö vuonna 1976, ja vuonna 1994 kaikkien asbestipitoisten tuotteiden valmistus, maahantuonti, myyminen ja käyttöönotto. Kerrostaloissa asbestia esiintyy putkieristeissä, kattohuovissa, kaakeleiden kiinnityslaasteissa, lattianpäällysteliimoissa, ohutrappauslaasteissa (kauppanimi Kenitex), kuitusementtilevyissä (kauppanimi Luja) ja lattialaatoissa (kauppanimi Finnflex). Sitä saattaa olla myös vanhoissa lattia- ja seinätaoiteissa. Kaikissa purkutyökohteissa, joissa voidaan epäillä asbestin esiintymistä, on teetettävä asbestikartoitus. Asbestipurusta vastaavat siihen erikoistuneet yritykset, joilla on käytössään tarvittavat suojaruusteet ja laitteet.

Muita mahdollisia ongelmajätteitä ovat kreosootti, pcb, lyijy, home ja elohopea sekä työvaiheessa kvartsi-, sementti-, kalkki-, mineraalivilla- ja puupölyt (Kerrostalon purkaminen 2001). Käytössä on myös ollut yleisesti luujauhohojaisia sisäpintojen tasoitteita, jotka purkamisen yhteydessä mahdollisesti kastuessaan voivat aiheuttaa

sisäilmaongelmia uudelleenkäytössä. Tasoitteet on silloin syytä siis poistaa. (Lahdensivu 2010, Suonketo 2010). Etenkin elementtien saumamausmassoissa ja ikkunatiivisteissä saattaa esiintyä pcb:tä tai lyijyä. Pcb:tä esiintyy myös joissakin muovimatoissa ja kondensaattoreissa, elohopeaa talotekniikan lämpömittareissa, loisteputki- tai elohopeahöyrylampuissa, raja-, valo- ja aikakytkimissä. Elohopeaa voi löytyä myös viemäriverkostosta, jos talossa on toiminut hammaslääkäri. Haitallisten aineiden imeytymisen riskiä voidaan arvioida juuri myös rakennuksessa harjoitetun toiminnan pohjalta. Vaarallisten aineiden tunkeutuminen rakenteisiin esiintyy hammaslääkäriasemien lisäksi esimerkiksi huoltoasemilla, valokuvalaboratorioissa, kemiantehtailla ja asuinrakennusten öljykattilahuoneissa. (Kerrostalon purkaminen 2001, Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

3.5. Rakenteelliset vaatimukset

Kantavia rakennusosia käytettäessä uudelleen uuden kohteen kuormien kantaville rakenteille (pilarit, palkit, seinät, laatat) tulee olla rakenteen kapasiteetin mukaiset, eli uuden kohteen tulee olla jänneväleiltään ja päämitoiltaan vanhaa kohdetta vastaava tai pienempi. Rakenteelle tulevat kuormat voivat kasvaa vain siinä tapauksessa, että jänneväliä pienennetään tai rakenteella on ollut ylimääräistä kapasiteettia, ja tämä voidaan todentaa. Uudelleenkäyttökohteiden tulisikin olla yleensä sen laatuista, että kuormien kasvattamiselle ei ole tarvetta. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

3.6. Suunnittelu

3.6.1. Kierrätettävyyssuunnittelu

Rakennuksen kierrätettävyyteen voidaan vaikuttaa ennen kaikkea suunnitteluvaiheessa. Hyödynnettävyyden tavoittelu tulisi asettaa oletusarvoksi uusien rakennusten suunnittelussa. Käytännössä tällä hetkellä suunnittelutyön lähtökohdaksi tarvitaan rakennuttajan määrittelemät selkeät kierrätettävyystavoitteet. Valitsemalla muuntojoustava rakenneratkaisu pyritään ensisijaisesti pitämään rakennus käytössä alkuperäisellä paikallaan pienin muutoksin. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). Esivalmistusratkaisu mahdollistaa rakennuksen siirrettävyyden sellaisenaan. Siirrettävien rakennusten muotomaailma voi olla orgaaninenkin, sen sijaan rakennusosien helppo uudelleenkäyttö edellyttää enemmän tai vähemmän suorakulmaista suunnitelmaa. Moduulimitoituksen ja standardikokojen käyttö ja helpottaa eri lähteistä tulevien rakennusosien yhdistelyä uudelleenkäytössä.

Perusmateriaalien ja rakennusosien valinnassa suositaan pitkäikäisiä, huollettavia ja korjattavia tuotteita. Kantava runko, pintarakenteet ja installaatiot suunnitellaan mieluiten erillisiksi rakenteiksi, jotka ovat erikseen irrotettavissa. Vaippa suunnitellaan helposti irrotettavista komponenteista koostuvaksi tai monoliittiseksi. Irrotettavuus huomioidaan kaikkien liitosten suunnittelussa. Raskaiden osien nostolenkit suunnitellaan jätettäväksi paikoilleen. Useasti muutoksen kohteeksi joutuvat rakennusosat, kuten kevyet väliseinät, suunnitellaan siirrettäväksi, ja jo etukäteen

lyhytikäisiksi tiedettyihin osiin, kuten pinnoitteisiin, valitaan helposti kierrätettävät materiaalit. Suositaan yksiaineisia rakennusosia, koska eri materiaalien irrottaminen uusiokäyttöön yhdistelmäateriaaleista ja komposiiteista on usein mahdotonta. Eri käyttöiän tai kierrätyskäsittelyn omaavat tuotteet eriytetään selkeästi. Suositaan materiaaleja, joita käytännössä jo kierrätetään. Vältetään tuotteita, jotka elinkaarensa lopussa ovat kaatopaikkajätettä tai ongelmajätettä. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

Rakenteet dokumentoidaan selkeästi, kierrätettävyydestä laaditaan erillinen selostus, jonka tiedot sisällytetään myös itse piirustuksiin. Kierrätettävyyssiakirjat liitetään talon huoltokirjaan ja arkistoidaan myös rakennusvalvontaan. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

3.6.2. Purku- ja kierrätys suunnittelu

Huolellinen purkusuunnittelu on onnistuneen uudelleen- ja uusiokäytön edellytys. Purku- ja kierrätys suunnittelussa tarkastellaan koko purkuketjua lähtien olemassa olevasta rakennuksesta ja päätyen purkuosien uudelleen- tai uusiokäyttöön tulevassa uudessa rakenteessa tai rakennuksessa. Suunnittelu aloitetaan hyötykäyttömahdollisuuksien selvittämisellä ja rakennuksen inventoinnilla, josta saadaan alustava tieto rakennusmateriaalien ja -osien odotettavissa olevasta määrästä ja laadusta. Aikaisempina vuosikymmeninä yleisesti käytössä olleiden, nykyisin ongelmallisiksi luokiteltujen rakennustuotteiden tuntemus on välttämätöntä, jotta nämä aineet eivät päädy kiertoon. Käyttökelpoisten rakennusosien jäljellä oleva käyttöikä pyritään määrittelemään päätöksenteon tueksi.

Hyötykäyttökohteiden selvittyä määritellään käytettävät menetelmät ja koneet, joilla haluttu purkutuotteiden laatutaso voidaan saavuttaa. Purkuosille ja -materiaaleille annetaan merkintä- ja lajitteluohjeet. Purkujärjestys ja purkutyön suorittamisen edellyttämät väliaikaiset rakenteelliset tuennat määritellään, ja vaativista yksittäisistä purkukohteista laaditaan omat purkutyösuunnitelmat. Suunnitellaan työmaan logistiikka materiaalivirtoineen, työsuoritteineen ja välivarastointeineen. Lisäksi määritellään suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden vastuut. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

3.6.3. Uudelleen käytön suunnittelu

Se, missä määrin luovuttajarakennuksen alkuperäinen geometria ohjaa uuden rakennuksen arkkitehtisuunnittelua riippuu luovuttajarakennuksen rakennusmateriaalista ja rakennejärjestelmästä. Esimerkiksi puu- ja teräsrakenteet ovat muokattavuudestaan johtuen tämän suhteen melko joustavia, kun taas massiiviset betonirakenteet yleisesti ottaen rakenteellisesti jäykempiä. Alkuperäinen geometria ohjaa massoittelua jossain määrin, yleensä suorakulmaiseen koordinaatistoon. Vapaiden muotojen toteuttaminen kierrätysmateriaalista voi olla haastavaa, mutta toisaalta suunnitelmia voidaan erikoismuotojen osalta täydentää myös uusilla materiaaleilla. Alkuperäiset pinnat harvemmin jäävät näkyviin, joten niiden vaikutus arkkitehtuuriin on vähäinen.

Rakennesuunnittelussa täytyy arvioida purettujen rakenteiden kantavuuden säilymistä esimerkiksi käytetyn purkutekniikan perusteella. Lisäksi rakennusosille

voidaan suorittaa laboratorionkokeita, joista saadaan tietoa niiden kelpoisuudesta. Purku- ja kierrätysuunnittelu ovat kiinteä osa rakennesuunnittelua, ja suurin osa uudelleenkäytön rakennesuunnittelussa tarvittavasta pohjatiedosta onkin hankittu jo purkusuunnitteluvaiheessa. Statiikan suunnittelu ei juuri poikkea uuden rakennuksen suunnittelusta, mutta muuten rakennesuunnittelu on hyvin tapauskohtaista ponnistaen rajatuista käytettävissä olevista rakennusosista ja niiden yhteensovittamisesta toistensa sekä uusien materiaalien kanssa. Rakennesuunnittelijalta edellytetään valmiutta standardoiduista poikkeaviin, luoviin ratkaisuihin, sillä uudelleenkäytössä rakennusosia saatetaan käyttää alkuperäisestä poikkeaviin tarkoituksiin, esimerkiksi välipohjia seininä. Luovuutta tarvitaan myös uusien liitosten suunnittelussa.

3.7. Purkutekniikka

Pääosa rakennusten purkutyöstä tapahtuu nykyään vanhan, maansiirtoon perustuvan toimintatavan mukaisesti. Niin korjausrakentamiseen liittyvä purkutyö kuin totaalinen purkutoimintakin ovat murrosvaiheessa. Lajittelevaa purkua edellyttävät säädökset ovat olemassa, mutta rakennusten purkamisessa toimivat yritykset ovat jatkaneet vanhan toimintamallin mukaisesti. Esimerkiksi vielä syksyllä 2002 maansiirtokoneilla suoritettu, lajittelematon ns. totaalipurku oli enemmistönä purkuruakoista Oulussa. Kokonaisten rakennusten purkaminen on perinteisesti ollut maansiirtourakoitsijoiden sivutoimialaa. Päätoimialanaan purkutyötä tekee Suomessa 5-10 yritystä. Maansiirtourakoitsijat hankkivat syksy- ja talviaikana eli maansiirtosesongin ulkopuolella laitekannalleen töitä purkutoiminnasta, mikä aiheuttaa voimakasta hintakilpailua. Joissain tapauksissa urakkahinnat eivät ole kattaneet edes kaatopaikan vastaanottomaksuja ja kuljetuskustannuksia, mikä herättää epäilyksiä jätteen asiallisesta käsittelystä. Toisaalta purkualalla ei ole vakiintunutta hintatasoa, vaan tarjoukset vaihtelevat huomattavasti. Urakkatarjousten arviointi pelkän hinnan perusteella jättää ympäristörasitukset ja kaatopaikkakuormitukset huomiotta. Lisäksi se ei edistä uusien purkumenetelmien kehittymistä eikä lajittelevaan purkuun kaivinkoneita paremmin soveltuvien koneiden hankintaa. (Tuppurainen ja muut 2003b).

Edelleen vain pieni osa purkutoiminnasta on luettavissa lajittelevan purkutyön piiriin. Purkutyö tapahtuu yleensä koneellisesti. Monet yritykset lajittelevat purettavat materiaalit vain osittain esimerkiksi puuhun, betoniin sekä muihin. Lajitteluun perustuvan purkutyön yhteydessä syntyy nykyisiä menetelmiä käyttäen lähinnä uusio- ja energiakäyttöön tarkoitettuja materiaali-jakeita, sillä myös karkeassa konepurussa syntyneitä jätteitä pystytään ottamaan vastaan ja käyttämään jossain määrin hyödyksi. Matala-asteisessa hyötykäytössä menetetään kuitenkin materiaaliin ja rakennusosaan investoitu työ ja energia. Varsinainen rakennusosien uudelleenkäyttö on jäänyt kaupallisessa purkutoiminnassa huomiotta. (Tuppurainen ja muut 2003b).

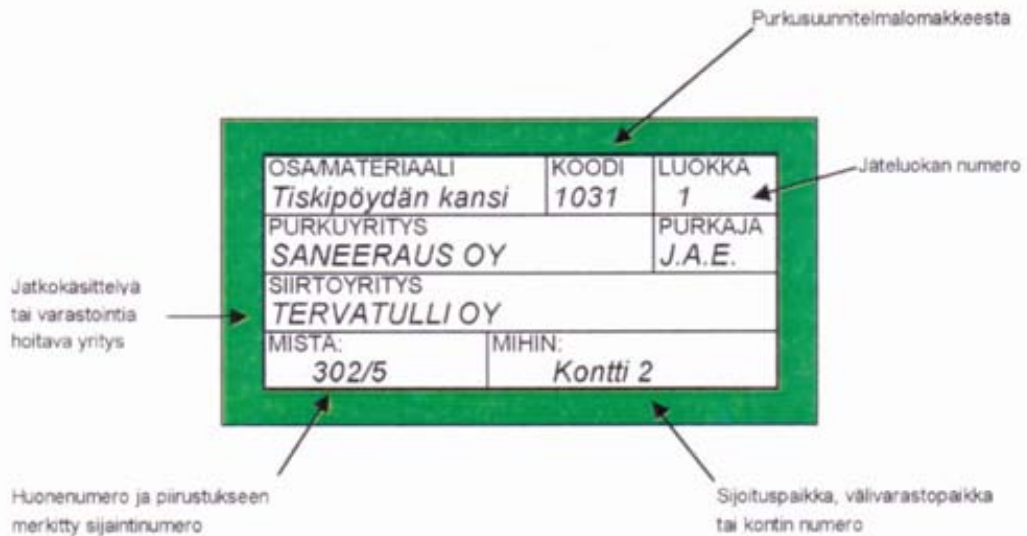


Purkutavan valinta ratkaisee, onko rakennusosien uudelleenkäyttö mahdollista. Vasemmalla perinteistä, lajittelematonta purkamista. Oikealla uudelleenkäytön mahdollistavaa, hallittua purkamista berliiniläisellä työmaalla (ks. 6.3 Ringkolonnaden Westseite).

Uudelleenkäyttöä tavoittelevia, rakenteita vaurioittamattomia purkumenetelmiä käytetään toistaiseksi vain vähän. Rakennusosien uudelleenkäyttöä tapahtuu kyllä, mutta määrät ovat pieniä ja tuotteet liikkuvat lähinnä yksityisten henkilöiden kesken. Uudet menetelmät tulevat kilpailemaan maansiirtoon perustuvan totaalipurkamisen kanssa, ja niitä tulevat harjoittamaan perinteisten purkuyrittäjien – maansiirtoliikkeiden – sijaan pikemminkin rakennusliikkeet itse tai kokonaan uudet, erikoistuneet yritykset. Säästäviä menetelmiä voisi kuvailla takaperin rakentamiseksi, sillä purkutyö etenee rakentamiseen nähden käänteisessä järjestyksessä. Osien irrottamisen työmenetelmät ovat työvoimavaltaisia, koneistukseksi sopivat esimerkiksi timanttisahas, piikkausrobotit sekä käsikäyttöiset piikkaus- ja talttauskoneet. Osien nostoon ja kuljetukseen käytetään samanlaista koneistusta kuin uudisrakentamisessakin, esimerkiksi elementtien nostoon autonosturia. Päätöksentekoa säästettävistä osista ei tule jättää työmaalle, vaan erityyppisiin rakennusosiin kohdistuvien toimenpiteiden luonne tulee määrittellä yksityiskohtaisesti suunnitelmissa. Osien merkitsemiseen voidaan soveltaa Jorma A. Eskolan Oulun yliopistossa korjausrakentamiseen kehittämää purkuosien ja –materiaalien merkintäjärjestelmää. (Tuppurainen ja muut, 2003b).

MERKINTÄTARRAT

Tarrojen tiedot ja väritys perustuvat purkukohteesta tehtyyn inventointiin ja purkusunnitelmiin.









OSAMATERIAALI <i>Vällovi</i>	KOODI <i>1043</i>	LUOKKA <i>1</i>
PURKUYRITYS <i>SANEERAUS OY</i>		PURKAJA <i>J.A.E.</i>
SIIRTOYRITYS <i>SANEERAUS OY</i>		
MISTÄ: <i>302/1</i>	MIHIN: <i>Huone 105</i>	

Jorma A. Eskolan purkuosien ja -materiaalien merkintäjärjestelmä, merkintätarrat. (Tuppurainen ja muut, 2003b).

PURKUOSIEN JA -MATERIAALIEN MERKINTÄJÄRJESTELMÄ

Järjestelmä perustuu käytettäviin väreihin ja tietoja sisältäviin tarroihin!

VÄRIEN MERKITYS

	Vihreä	Kierrätettävät ja hyödynnettävät osat ja materiaalit
	Sininen	Poltettuna ja sulatettuna hyödynnettävät
	Ruskea	Murskattavat
	Musta	Sekajäte (kaatopaikkajäte)
	Keltainen	Ongelmajäte (vaaralliset aineet)
	Punainen	Kohteessa uudelleen käytettävät osat ja materiaalit

JÄTELUOKAT NUMEROITUNA

1	Ehjänä hyödynnettävä
2	Raaka-aineena hyödynnettävä
2.1	Puu
2.2	Metalli
2.3	Tiili
2.4	Betoni
2.5	Lasi
2.6	Muu (esim. kompostoitava)
3	Energiana hyödynnettävä
3.1	Puu
3.2	Muovi
3.3	Muu
4	Maankaatopaikalle toimitettavat ainekset
5	Kaatopaikalle toimitettava sekajäte
6	Ongelmajätteet (asbesti ym.)
7	Saastuneet maa-ainekset
8	Muu

Jorma A. Eskolan purkuosien ja -materiaalien merkintäjärjestelmä, värit, materiaalit ja jäteluokat. (Tuppurainen ja muut, 2003b).

Uudelleenkäytön mahdollistava purku noudattaa pääpiirteissään jo käytössä olevaa lajittelevan purkamisen vaiheistusta (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001):

1. rakennusosien inventointi ja merkitseminen
2. asbesti- ja ongelmajätepurku
3. siivous irtojätteestä
4. täydentävien rakennusosien purku (runkoon kuulumattomat materiaalit)
5. runkopurku rakennusosittain ja –materiaalittain
6. vain tarvittaessa: betonin ja terästen erottelu

3.8. Rakennustekniikka

Uudelleenkäytön työtavat mukailevat uudis- ja korjausrakentamisessa käytettäviä tekniikoita. Lisälämmöneristäminen ja pinnan verhoilu ovat tuttuja energiakorjauksista. Uudiskohteen käyttötarkoitus määrittelee lisälämmöneristämistarpeen. Asuinkäytössä voidaan pyrkiä matalaenergiatasoon, kylmät rakenteet puolestaan tarvitsevat vain pintaverhoilun tai –käsittelyn vaurioitumisen pysäyttämiseksi sekä arkkitehtonisista syistä. Luovuttajarakennuksen rakennejärjestelmä vaikuttaa luonnollisesti myös uudisrakennuksen toteuttamiseen. Esteettömät kylpyhuoneet ja erikoismuodot, kuten erkkerit, on ehkä yksinkertaisinta toteuttaa uusina rakenteina.

Useimmiten rakennusosien muokkaus on tarpeen edes jossain määrin. Tätä edustavat esimerkiksi betonielementtien lyhennys ja aukotus timanttisahalla, puisten kattoristikoiden solmuvälein lyhentäminen sahaamalla sekä teräsosien muokkaus polttoleikkaamalla ja hitsaamalla.

3.9. Työmaalogistiikka

Ideaalitilanteessa sekä purku- että uudisrakennustyömaa ovat käynnissä yhtäaikaaisesti, sijaitsevat lähekkäin (jopa samalla tontilla) ja uudelleenkäytettävät rakennusosat siirretään muokkauksen kautta suoraan tontilta toiselle. Ahtaat tontit ja sääolosuhteet voivat muodostua tämän esteeksi, ja Saksassa pidetäänkin käytännössä toimivimpana mallia, jossa elementit kulkevat välivaraston kautta, missä myös muokkaus tapahtuu säältä suojassa (Asam 2007).

Logistiikan toteutusta ja kustannuksia voidaan arvioida vertaamalla yhteenlaskettua kuormien määrää, kuljetusmuotoa ja kuljetusetäisyyttä täysin uudesta rakennettaessa sekä uudelleenkäytössä:

1. vaihe	PURKUTYÖMAA	→	KAATOPAIKKA
2. vaihe	TEHDAS	→	UUDISRAKENNUSTYÖMAA
			vrt.
1. vaihe	PURKUTYÖMAA	→	VÄLIVARASTO
2. vaihe	VÄLIVARASTO	→	UUDISRAKENNUSTYÖMAA

Toisen vaiheen logistiikan osalta kuljetusmuoto ja kuljetettavien elementtien määrä elementtitehtaalta tai välivarastosta tontille vastaavat riittävässä määrin toisiaan, jotta niiden kohdalla voidaan verrata pelkkää kuljetusetäisyyttä. Ensimmäisen vaiheen logistiikan vertailu on monimutkaisempi kysymys, jossa ensimmäisen pohtimisen aiheen muodostaa se, minkälaiseen perinteiseen purkamiseen verrataan. Täysin lajittelematon purkujäte on löyhää ja näin ollen tilavuudeltaan suurempaa kuin hyvin lajitellut, uusiokäyttöön tarkoitetut purkujakeet. Suurempi tilavuus merkitsee useampia kuormia. Toisaalta nykykäytännössä betoni murskataan usein jo tontilla, eikä mursketta aina kuljeteta pois jos se on mahdollista myös haudata tontille. Tällöin betonin siirtelystä ei välttämättä synny logistiikkaa, murskainten siirtelystä ja käyttämisestä kylläkin. Huomionarvoista on myös se logistiikka, jonka raaka-aineiden kuljettaminen tehtaalle aiheuttaa, ja joka jää pois rakennusosien uudelleenkäytössä.



Puretut elementit lähtevät muokattuna Berliinin Marzahn-lähiöstä kohti uutta rakennuspaikkaa esikaupungissa (Asam).

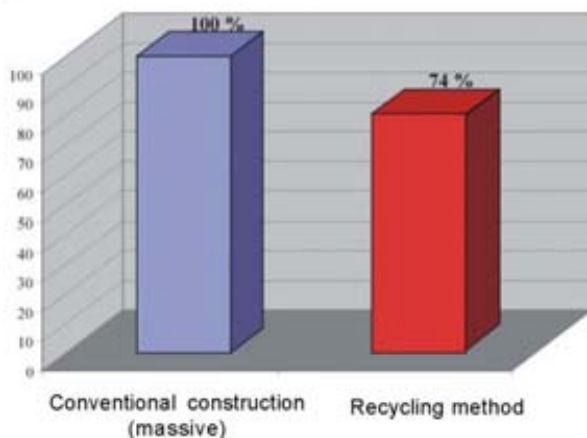
3.10. Kierrätysmateriaalien käytön kustannusvaikutukset

Kuten logistiikkaakin, kierrätysrakentamisen kustannusvaikutuksia tulisi arvioida yhtälöllä purkaminen + uudisrakentaminen, ei pelkän purkamisen tai uudisrakentamisen näkökulmasta. Ongelmana on, että purkua ja uudisrakennusta kohdellaan erillisinä toimenpiteinä, usein siitäkin syystä että sekä purkamisen tilaaja ja uudisrakennuksen rakennuttaja että purku-urakoitsija ja rakennusliike ovat yleensä eri tahoja.

Saksassa kierrätettyjen betonielementtien käytöllä on pystytty saavuttamaan jopa 40% säästö rungosta ja vaipasta, kun vanhat elementit on saatu ilmaiseksi.

Elementtien luovuttaminen ilmaiseksi voi olla kannattavaa purkajallekin, joka näin välttää jätemaksut, tosin kääntöpuolena on mahdollisesti hieman korkeammat purkukustannukset. Ehjinä irrotettujen elementtien myynti on myös mahdollista. Berliinin teknillisen yliopiston mukaan uudisrakentajan säästökseen olisi saavutettavissa noin 25% silloin, kun elementeistä maksetaan purkajalle käypä hinta (Asam 2006a). Suomessakin Rakennusliike Lehto on myynyt menestyksekkäästi kokonaisuina irrotettuja betonielementtejä (katso 5.4.2). Berliinin teknillisen yliopiston koerakennuskohteisiin välipohjaelementtejä on ostettu purkajilta 20-30 euron kappalehinnalla, kun uuden vastaavan elementin hinta Saksassa on 1200-1400 euroa. Weimarin esivalmistus- ja elementtirakentamisen instituutin kokemusten mukaan säästö rungon kustannuksista on asettunut 10-30% tietämille. Kalleinta uudelleenikäytössä on Cottbusin teknillisen yliopiston mukaan elementtien leikkaus, kuljetus ja varastointi. (Hartmann 2009).

On huomionarvoista, että Saksassa valtio tukee avustuksin ylimääräisten asuntojen poistamista purkaen (Asam 2007). Myös Suomessa valtion Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA avustaa aravavuokratulojen purkamista enintään 50% purkukustannuksista. ARA edellyttää purkujätteen kierrätysmahdollisuuksien huomioonottamista purkutavan kokonaisedullisuuden valinnassa. Purkuavustus kattaa vain purkamistoiminnan, eikä se osallistu kaatopaikkakustannusten tai jäteveron osuuteen, vaan ne purkuavustuksen hakijan on katettava itse. (ARA 2010). ARA:n purkuavustusjärjestelmä itse asiassa siis kannustaa uudelleenikäyttöön.



Betonielementtien uudelleenikäytöllä on Berliinin teknillisen yliopiston mukaan saavutettavissa n. 25% säästö rungon ja vaipan kustannuksista silloin kun elementeistä maksetaan purkajalle käypä hinta. Vertailukohtana on vallitseva paikallinen rakennustapa eli tiilimuuraus. (Asam 2006a).

3.11. Kierrätysliiketoiminta rakennusalalla

Kierrätysliiketoiminta on rakennusalalla vielä alkutekijöissään. Historialliseen rakentamiseen keskittyvää rakennusosien myyntiä tai jopa kokonaisten hirsikehikoiden välityspalvelua tarjoaa Suomessa tällä hetkellä useampikin yritys, mm. Metsänkylän navetta Hämeenlinnassa. Ainakin suurimmissa kaupungeissa toimii lisäksi kaupunkien omistamia tai yksityisiä rakennusosien kierrätyskeskuksia, kuten Tampereen Rakennustori, joka välittää myös nykyaikaisia rakennusosia. Ruotsissa eräs vastaava palvelu on nimeltään ByggIgen, joka sekin keskittyy tosin lähinnä 1950-lukua vanhempiin tuotteisiin. Saksassa Thüringenin osavaltiossa toimii moderneihin käytettyihin tuotteisiin suuntautunut, rakennusosia ja materiaali-jakeita välittävä

Baustoff- und Bauteilbörse Thüringen, joka on neljän paikallisen toimijan yhteistyön tulosta. Se on myös tietopankki kierrätysrakentamisesta, ja välittää suunnittelijoiden yhteystietoja. USA:ssa Texasin osavaltiossa on käytössä osavaltiolakiin perustuva teollisuusjätteiden vaihtokauppaa edistävä Renew-ohjelma (Resource Exchange Network for Eliminating Waste), jossa rakennus- ja purkujäte on mukana yhtenä osana alueena. Yritykset voivat ilmoittaa palvelussa jätemateriaaleista, joista haluavat päästä eroon tai joita haluavat hankkia. Palvelu toimi aiemmin luottamuksellisena kuukausittaisena uutiskirjeenä mutta on muuttunut kaikille avoimeksi nettisivuksi, jossa voi tosin edelleen ilmoittaa nimettömänä palvelun välityksellä. Kaikki mainitut palvelut ovat luonteeltaan Internet-pohjaisia välityspalveluita, jonka kautta rakennusmateriaalin omistaja ja ostaja voivat sopia kaupasta.

Perinteinen rakennustuoteollisuus tuskin kiinnostuu laajentamaan liiketoimintaansa uudelleenkäytön suuntaan. Sen sijaan rakennus- ja purkuliikkeille ehjänä purettujen rakennusosien myynti voisi olla uusi, kannattavakin aluevaltaus, joka tarjoaisi mahdollisuuden erikoistumiseen ja kilpailuetuun. Kierrätykseen erikoistunut rakennusliike voisi hyödyntää purettuja rakennusosia myös itse omassa ydinliiketoiminnassaan eli uuden rakentamisessa. Taideteollisuuden alalla jätemateriaaleista muotoillaan kalliita luksustuotteita, joiden hinta ei perustu raaka-ainekustannuksiin vaan mietittyyn designiin, käsityöhön ja ekologiseen imagoon. Tällaisten tuotteiden eli korujen, vaatteiden ja koriste-esineiden valmistuksen todellinen ympäristövaikutus on pieni. Rakentamisessa kierrätysmateriaalien käytön vaikutus voisi olla merkittävä, jos uusi tuote – kierrätysasunto – osattaisiin markkinoida kuluttajille oikein, jolloin siitä olisi saatavissa myös oikea hinta.

Takaisinotto eli rakennusjätteen palautus tehtaalte voisi olla teollisuudelle mahdollisuus hankkia ilmaista raaka-ainetta, jos tuotantoprosesseja kehitettäisiin uusioraaka-ainetta hyödyntämään kykenevään suuntaan. Terästeollisuudessa tämä onkin arkipäivää. Myös kipsiteollisuus ottaa Pohjoismaissa vastaan ylijäämälevyt rakennustyömailta, tosin korvausta vastaan, eikä purkutyömailta syntyvää pintakäsiteltyä levyä pystytäkään vastaanottamaan (Knauf 2010). Rakennusjätteen palautuksen ympärille voisi syntyä uutta, uusiomateriaalia hyödyntävää liiketoimintaa. Suomalainen Eko-Expert on kehittänyt rakennuseristeiden uusiokäyttöä. Puhalluseristeet voidaan imeä suurtehoimuriautolla, säkittää ja puhalttaa uudelleen samaan tai eri kohteeseen. Myös mineraalilevyeristeet voidaan hyödyntää: ne kuivataan ja puhdistetaan ennen puhalluseristeeksi rouhimista ja kuiduttamista (Eko-expert 2010). Toistaiseksi Eko-Expert toimii vain asiakkaan tilauksesta, mutta yhtä hyvin se voisi ottaa vastaan puhdasta eristejätettä omaa tuotantoaan varten.

4. YLEISIMMÄT RAKENNUSMATERIAALIT JA RAKENNEOSAT

Tässä osiossa käsitellään lyhyesti yleisimpiä rakentamisessa käytettäviä materiaaleja. Työ syvenyy betonielementtien uudelleenkäyttöön, joka on kuvattu tarkemmin omassa luvussaan 5. Jokaisen materiaalin kohdalla on esitelty materiaalin ominaisuuksia, ympäristövaikutuksia ja käyttöä rakentamisessa. Kantavat ja täydentävät rakennusosat on eritelty alakappalein. Uudelleenkäytön lisäksi on lyhyesti esitelty ja ideoitu uusio- ja energiakäyttövaihtoehtoja.

4.1. Puu

Puu on vuosituhansia käytetty, paikallinen ja uusiutuva luonnonvara. Puun työstö on helppoa, puun käyttäytyminen tunnetaan ja puutuotteiden valmistus vaatii vähän energiaa. Oikein käsiteltynä puu on kestävä, pitkäikäinen ja korjauskelpoinen materiaali. Kotimaisen rakennuspuun hiilidioksiditase on positiivinen, vaikka se poltettaisiinkin elinkaarensa loppuun. Tämä tarkoittaa, että kasvuvaiheensa aikana puu on sitonut itseensä enemmän hiilidioksidia, kuin siitä valmistettujen rakennustuotteiden valmistaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen tuottavat. Tiedot kosteussuojaukseen käytetyt puunkäsittelyaineet ovat ympäristömyrkköjä ja niitä sisältävät puutuotteet ongelmajätteitä. (Heino & Sundholm 1995).



Käytetystä puutavarasta rakennettu ”Chuckin vierasmaja” Oregonissa Yhdysvalloissa edustaa kansanomaista ITE-arkkitehtuuria (Helasvuo 1992).

Työstettävyys lisää puun uudelleenkäyttömahdollisuuksia, koska vaurioituneet kohdat voidaan helposti poistaa ja liian pitkiä kappaleita lyhentää. Työvoimavaltaisuudestaan johtuen puuta käytetään uudelleen lähinnä yksityisessä pienrakentamisessa, jossa kierrätyspuutavaran luovaa käyttöä rajoittaa vain mielikuvitus. Platform- sekä tila- ja suurelementtirakentamisen yleistyminen mahdollistaisivat myös pienteollisen puukierrätysrakentamisen tulevaisuudessa. Suurin osa rakentamisen puujätteistä on tosin peräisin apumateriaaleista kuten pakkauksista, muottilauoituksista ja erilaisista hävikeistä (Perälä ja muut 1995).

4.1.1. Kantavat rakenneosat



Siirtoa varten numeroitu hirsikehikko (Tuppurainen ja muut 2003b).

Hirsi on rakennusosana ja –materiaalina yksi vanhimmista kierrätettävistä rakennusosista. Kokonaisten hirsirakennusten siirto tapahtuu purkamalla rakennus osiin ja numeroimalla hirret. Pienten rakennusten ollessa kyseessä saattaa olla mahdollista siirtää rakennus kokonaisena tai muutamaan osaan palasteltuna. Myös rankarakenteisten puutalojen siirto muutamaan osaan paloitetuna on jossain tapauksissa mahdollista, joskaan ei yleistä. Puisista tilaelementeistä on Suomessakin suunniteltu siirrettäviä koulu- ja päiväkotijärjestelmiä. Tilaelementtirakentaminen on vielä melko harvinainen tekniikka, mutta yleistyneä tulevaisuudessa. Suurelementtipuurakentamista käytetään myös talotehtailla niin sanottujen pakettitalojen valmistukseen, ja talo kuljetetaan tontille puolivalmiina esimerkiksi puolivälistä halkaistuna kahdessa osassa, jonka jälkeen päälle rakennetaan toinen kerros tai katto paikalla. Tällaisten talonosien siirto tulevaisuudessa lienee mahdollista samalla tekniikalla.

Kuvasarja pienen hirsihuvilan siirtämisestä kolmessa osassa Hämeenlinnasta Turun Ruissaloon vuonna 2005 (Kuurma 2010).



Hirsikehikon koko 43 m² ja kuistin 10 m².



Katto 4 000 kg.



Noston valmistelua.



Veranta 2 500 kg.



Hirsikehikko 23 000 kg.



Kuljetus.

Höylätty ja sahattu puutavara on hyväkuntoisena aina käytettävissä uudelleen. Sekä hirs- että rankarakenteiset puurungot voidaan purkaa ja käyttää uudelleen sellaisenaan. Hirsistä tai rangan puutavarasta voidaan koota myös alkuperäisestä poikkeava kehikko. Platform-tekniikalla paikalla rakennetut seinäelementit olisi mahdollista käyttää uudelleen kokonaisina, mutta tekniikka on Suomessa uudehko ja vähän käytetty pitkistä tavarasta rakentamiseen verrattuna. Kattopalkit (sahatavaraa, liimapuuta tai kertopuuta) voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan tai lyhennettyinä. Elementtirakenteisten puuristikoiden ja kattotuolien uudelleenkäyttö edellyttää jänneväliltään yhtenevää kohdetta, tai niitä voidaan lyhentää solmuvälein. Rankapuutavaraa voidaan käyttää myös täydentäviin rakennusosiin, kuten väliseinien runkotolpiksi, ja hirsia esimerkiksi piharakentamiseen.

4.1.2. Täydentävät rakennusosat

Puinen julkisivuverhoilu on periaatteessa mahdollista irrottaa ja kiinnittää uudelleen, jos sen materiaali on alun perin ollut riittävän laadukasta ja huollosta on käytön aikana riittävällä tavalla huolehdittu - usein näin ei kuitenkaan ole. Puuikkunat ja -ovet on yksinkertaista irrottaa ehjinä karmeineen. Nykynormeihin nähden vanhat ikkunat ja ulko-ovet ovat energiataloudellisilta ominaisuuksiltaan eli U-arvoltaan vanhentuneita, mikä rajaa niiden käyttömahdollisuudet sisäseiniin, kylmiin ja puolilämpimiin tiloihin, kuten kasvihuoneisiin ja huvimajoihin, tai kesäasuntoihin. Paksuissa seinärakenteissa kaksi samankokoista ikkunaa voitaisiin ehkä asentaa peräkkäin, ja näin saavuttaa rakenteelle riittävä lämmöneristävyys, jos väliin jää riittävästi tilaa ikkunan mekanismien käyttämiseksi. Ongelmaksi voi tosin muodostua myös ikkunoiden huono tiiviys. Ovikokoja kasvattaneet invamääräykset voivat rajoittaa sisäovien uudelleenkäyttöä, jos oven vapaa kulkuaukko ei täytä vaatimuksia. Ulko-ovet ovat yleensä sisäovia leveämpiä, ja invamääräysten asettamaa ongelmaa voidaan osittain kiertää käyttämällä vanhoja ulko-ovia sisätiloissa, tosin ne ovat raskaita. Karmittomien ovilevyjen hyödyntäminen alkuperäiseen tarkoitukseen on vaikeata, sillä karmien valmistus olemassa olevaan ovilevyyn voi tulla kalliiksi.

Puurakenteisten väliseinien runkotolpat voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Rakennuslevyt, kuten lastulevyt ja vanerit, ovat uudelleenkäytettävissä, jos ne ovat säilyneet hyväkuntoisina ja saadaan purettua riittävän ehjinä. Puiset kiintokalusteet, kuten keittiöt ja muut kaapistot, ovat yleensä massiivipuuta tai liimalevyä, ja ne voidaan hyväkuntoisina ja ehjinä käyttää uudelleen sellaisenaan.

4.1.3. Uusiokäyttö

Teoreettisesti rakennuksilla syntyvää puujätettä voisi käyttää esim. lastulevyn uusioraaka-aineena samoilla edellytyksillä, joilla puutuoteteollisuus kierrättää tuotannossa syntyneitä hukkamateriaaleja takaisin prosessiin. Käytännössä puutavaran likaisuus ja pintakäsittelyt saattavat estää tämän. Myös kompostointi eli maaduttaminen on eräänlaista uusiokäyttöä, jonka lopputuote on multaa. Kompostointi vaatii puuaineksen haketusta.

4.1.4. Energiakäyttö

Puupohjaiset rakennustuotteet voidaan polttaa, edellyttäen että puun käsittely ei sitä estä. Kyllästetty tai maalattu puu voi sisältää aineita, jotka muodostavat palaessaan myrkyllisiä kaasuja. Tällaiset puutuotteet eivät sovellu polttoaineeksi. Vaikeasti uudelleenkäytettäviä puumateriaaleja ovat lautatavaran hukkapalat, telineiden ja suojakaiteiden osat, käytetyt betonimuottilaudat, kuormalavat ja puretut, uudelleenkäyttöön kelpaamattomat puuosat. Joidenkin puutuotteiden (lastulevyt, kertopuu, liimapuu) energiakäyttöä rajoittavat niiden sisältämät liimat, jotka aiheuttavat mm. polttokattiloiden kuonaantumista. Maalattun puun energiahyötykäyttöä vaikeuttavat maalin pigmenttien sisältämät raskasmetallit, jotka aiheuttavat päästöjä. Kaikkia edellisiä voidaan kuitenkin polttaa haketettuna, pieninä määrinä tasaisesti muuhun polttokelpoiseen jätteeseen sekoitettuna. Muita käytettyjä puunsuoja-aineita ovat mm. kreosoottiöljy, CCA-kyllästeet ja siveltävät puunsuojat. Näillä käsiteltyä puuta voidaan raskasmetallien ja orgaanisten myrkkujen vuoksi polttaa vain erityisillä savukaasupuhdistimilla varustetuissa ongelmajätteen polttolaitoksissa, esimerkiksi Ekokemissä Riihimäellä. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001, Heino & Sundholm 1995).

4.2. Betoni

Betoni on maailman käytetyin rakennusaine, joka tunnettiin varhaisessa muodossaan jo Antiikin Roomassa. Betoni on sementin, kiviaineksen, veden ja mahdollisten lisäaineiden kovettunut seos, joka valmistetaan uusiutumattomista raaka-aineista. Raaka-aineita tosin esiintyy yleensä luonnossa runsaasti ja ne ovat yleensä paikallisia. Betoniin käytettävän soran otto soraharjuilta vaikuttaa maisemaan ja pohjavesiin. Apuaineina toimivien hartsien valmistuksessa käytetään terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita. Betonituotteiden valmistus käyttää runsaasti energiaa. Betoni on massiivinen, ja oikein valmistettuna kestävä materiaali, mutta betonirakenteiden korjaus on vaikeaa. Muutaman vuosikymmenen takaiset betonijulkisivut ovat osoittautuneet lyhytikäisiksi, koska betonista puuttui talvikestävyyden takaava suojahuokostus ja kuivumisaikoja pyrittiin lyhentämään liian rajuilla lämpökäsittelyillä. (Heino & Sundholm 1995). Talvibetonoinnissa käytettiin jopa suolaa reaktion nopeuttamiseksi, mikä aiheuttaa terästen korroosiota (Tehdään elementeistä 2009). Jätteenä betoni on sinänsä ympäristölle vaaratonta ja aiheuttaa lähinnä maisemahaitan (Saarinen 2009).

Betonijätettä syntyy merkittäviä määriä vain purkutyömailla ja ontelolaattatehtailla, jossa materiaali saadaan kierrätettyä takaisin tuotantoprosessiin. Jopa 80% kaikesta betonijätteestä syntyy purkutyömailla. (Siikanen 2001). Betonin sisältämästä energiasta suurin osa on sitoutunut sementtiin, joten energiansäästön kannalta parhaita tapoja kierrättää betonia ovat ne, joissa sementin sisältämää energiaa ei menetä. Esimerkiksi valmisbetoniin sitoutuneesta fossiilisesta energiasta 88% on peräisin sementistä (Siikanen 2001).

4.2.1. Kantavat rakennusosat

Betonirungot on valmistettu paikallavalaen tai elementeistä. Betonielementtirakenteet voidaan suunnitella purkamisen silmälläpitäen, ja esimerkiksi Alankomaissa on olemassa purettava betonielementtijärjestelmä lyhytaikaisia rakennustarpeita varten (Betonirakenteiden ympäristövaikutukset 1998). Saksassa Berliinin ja Cottbusin teknillisten yliopistojen tutkimuksissa on käynyt ilmi, että betonielementtirakenteita voidaan purkaa ja käyttää uudelleen, vaikka niitä ei alun perin olisikaan suunniteltu purettaviksi (Asam ja muut 2005, Mettke 2008). Kantavat sisäseinäelementit, kantavat ulkoseinäelementit ja kevyet ulkoseinäelementit voidaan käyttää uudelleen. Myös ontelo-, TT- ja HTT-laatat voidaan käyttää uudelleen. Teollisuus- ja hallirakentamisessa käytetyt TT- ja HTT-laatat ovat liitoksiensa puolesta ontelolaattoja helpommat irrottaa. Elementtipilarit ja –palkit voidaan irrottaa ja siirtää uuteen kohteeseen. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). Betonielementtien uudelleenkäyttöä käsitellään tarkemmin luvussa 5.

Paikallavaletusta betonista voi olla mahdollista sahata timanttisahalla paloja, jotka voidaan käyttää uudelleen ikään kuin elementit. Esimerkiksi paikallavaletusta välipohjasta voisi näin tehdä välipohja- tai seinäelementtejä. Sahatut palat vastaavat kooltaan ja massaltaan suurlevyjärjestelmän massiivisia betonielementtejä: niiden käsittelyyn käy samanlainen kalusto ja uudelleenyhdistämiseen sama tekniikka. Kyse on ennen kaikkea purkutavan valinnasta, sillä paikallavalurakenteiden paikalleen murskaaminen on erittäin pölyistä ja sotkuista, ja useampikerroksisissa rakennuksissa purkamisen paikalleen murskaamalla vaikeutuu kerros kerrokselta, ylemmän kerrosten purkujätteen pudotessa alempaan kerrokseen. Näin toimiessa jokainen kerros joudutaan siivoamaan purkujätteestä ennen kuin työtä päästään jatkamaan, joten käytännön purkamisessa nytkin massiivirakenteet piikataan usein muutaman neliömetrin kokoisiksi levyiksi, jotka nostetaan nosturilla alas ja murskataan rakennuksen ulkopuolella. (Kinnunen 2009, Pöyskö 2010). Jos levyjen irrottaminen paikallavaletusta rakenteesta toteutettaisiin siistimmin timanttisahalla, saataisiin aikaan sellaisenaan käyttökelpoista rakennusmateriaalia.

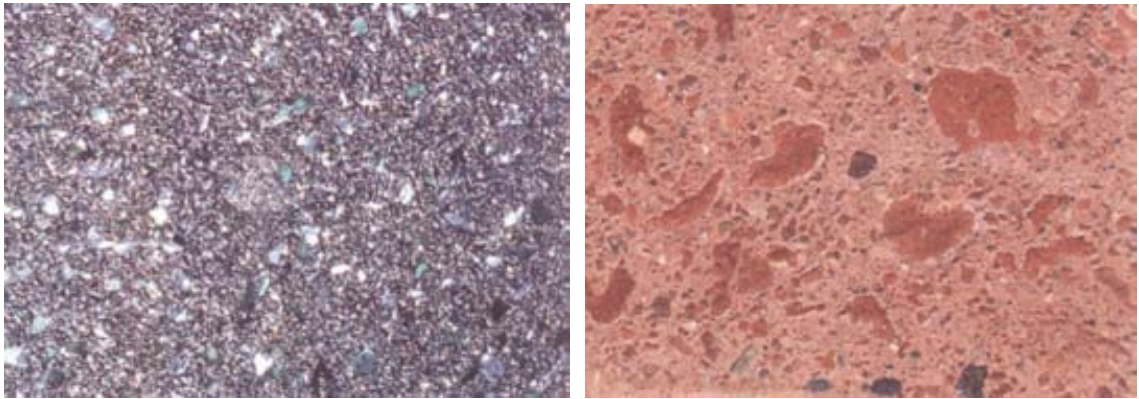
4.2.2. Täydentävät rakennusosat

Betonikattotiilien purku käsin on yksinkertaista. Tiilet säilyvät hyvin ehjinä ja soveltuvat hyvin uudelleenkäyttöön. Julkisivuverhoilussa käytetyt kuitusementtilevyt voidaan irrottaa ehjinä ja käyttää uudelleen. Ennen vuotta 1994 valmistettujen levyjen kohdalla on syytä varmistua, etteivät levyt sisällä asbestia.

4.2.3. Uusiokäyttö

Murskattua betonijätettä, jonka seasta raudoitukset ja lämpöeristeet on poistettu, voidaan käyttää maatyöissä korvaamaan neitseellistä kiviainesta. Korkean puristuslujuutensa ansiosta murskattu betoni on jopa kiveä parempi materiaali voimakkaasti kuormitetuissa täyttökohteissa. Tällaisen käytön huono puoli on, että niissä materiaalin arvo laskee huomattavasti – samaan tarkoitukseen voitaisiin käyttää

materiaaleja, joiden valmistukseen on käytetty huomattavasti vähemmän energiaa ja työtä kuin betonin valmistukseen. Murskattua betonia voidaan käyttää myös uusiorunkoainebetonin raaka-aineena. Kun murskatun betonin osuus on enintään 20% runkoaineesta, betonin ominaisuudet eivät merkittävästi poikkea luonnonkiviaineksesta valmistetusta. Uusiorunkoainebetonin valmistamisessa tosin tarvitaan hieman enemmän sementtiä kuin luonnonkiviaineksesta valmistetussa. Lisäksi uusiorunkoainebetonin pakkaskestävyys on hieman huonompi kuin luonnonrunkoainebetonin, mutta yleensä kuitenkin aivan riittävä. (Sippola & Ratvio 1994, Perälä ja muut 1995). Koska betonin valmistuksen kuluttama energia syntyy ennen kaikkea sen sisältämän sementin valmistuksen energiasta, uusiorunkoaineen käyttäminen näyttäytyy ennen kaikkea keinona vähentää jätettä ja säästää soraharjuja, eikä niinkään energian säästön välineenä. Myös murskattua tiiltä ja lasia voidaan käyttää betonin uusiorunkoaineena (Betoni – perustietoa arkkitehtiopiskelijalle 2005). Kuitusementtilevyjä voidaan käyttää sementin tuotannossa raaka-aineena (Arjanne 2010).



Betoneja, joiden pinnassa runkoaineena on käytetty murskattua lasia (vasemmalla) ja tiiltä (oikealla). (Betoni – perustietoa arkkitehtiopiskelijalle 2005).

4.3. Tiili

Poltettu savitiili on paikallinen ja luonnollinen materiaali, vaikkakin päämateriaali savi on uusiutumaton luonnonvara. Savea on paikallisesti yleensä runsaasti saatavilla, mutta sen ottolla on maisemallisia vaikutuksia. Tiili on vuosituhansia tunnettu, kestävä materiaali, joka voidaan käyttää helposti uudelleen. Tiilirakenteet tasaavat kosteuden- ja lämpötilanvaihteluja rakennuksessa ja ovat helposti korjattavia. Tiilen poltto kuluttaa paljon energiaa. Suomalainen savi vaatii korkean polttolämpötilan, jolloin savitiilen primäärienergiasisältö on suurempi kuin betonilla. (Heino & Sundholm 1995).

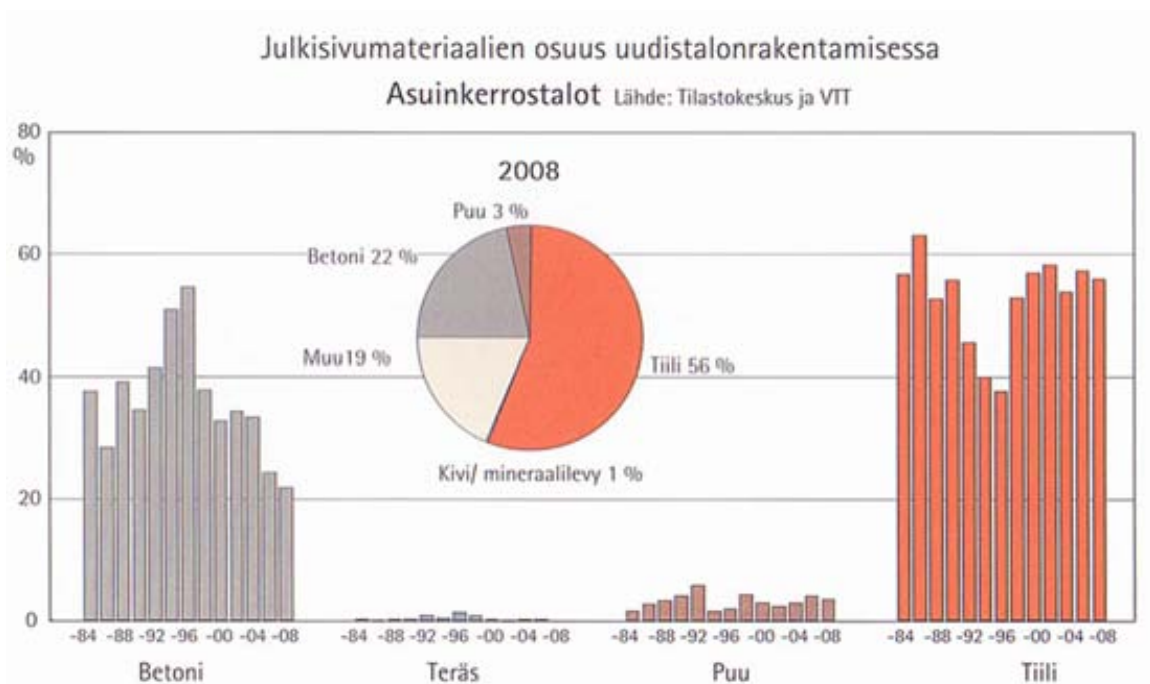
Kalkkihiekkatiilillä (tuotenimi Kahi) on Suomessa reilun 100 vuoden historia. Uusiutumattomia pääraaka-aineita kalkkia ja kvartsipitoista hiekkaa on runsaasti saatavilla, mutta kaivuutoiminta vaikuttaa maisemaan. Kalkkihiekkatiilen primäärienergiasisältö on savitiiltä matalampi, sillä sen polttolämpötila on huomattavasti alhaisempi. (Heino & Sundholm 1995, Siikanen 2001).

Ennen tiilirakenteet olivat massiivisia $1\frac{1}{2}$ – 2 umpikiven tiilimuureja, jotka toimivat sekä kantavana rakenteena että julkisivuna. Nykyään tiilestä muurataan useimmiten $\frac{1}{2}$ kiven vahvuisia reikätiilisiä kuorimuureja julkisivuun. Kantavana

sisäkuorena voidaan käyttää puuta, betonia, tiiltä tai kalkkihiekasta, betonista, kevytsorasta tai kevytbetonista valmistettuja harkkoja, jotka uudelleenkäytön suhteen käyttäytyvät tiilen kaltaisesti.

4.3.1. Uudelleenkäyttö

Tiilet voidaan puhdistaa ja käyttää uudelleen julkisivuissa tai esim. väliseinissä. Niiden purkaminen ja puhdistaminen ovat käsityövaltaisia töitä. Usein vanhat tiilet ovat arvokasta korjausmateriaalia rakennushistoriallisesti tärkeissä kohteissa, kuten Suomenlinnassa. Jotain vanhan tiilen arvostuksesta ja kysynnästä kertonee sekin, että tiilitehtaat ovat alkaneet valmistaa ”koneellisesti käsinlyötyjä” uusvanhoja tiiliä. Vanhoista tiilistä muurattu seinä on luonnollisesti mahdollista myös rapata, mutta järkevämpää olisi hyödyntää tiilen ulkonäköä sellaisenaan. Käytetty tiili epätasaisuuksineen tuo toki elävää ulkonäköä myös rapatulle pinnalle. Uudelleenkäyttöä helpottaa, jos laastin lujuus ei ole tiilen lujuuteen nähden ylimitoitettu: sementtilaastin käyttö vaikeuttaa irrotusta (Heino & Sundholm 1995, Suonketo 2009). Vanhat täystiilimuureissa käytetyt umpitiilet säilyvät irrotuksessa ehjänä kuorimuurien reikätiiliä paremmin.



Tiilellä on julkisivumateriaalina edelleen merkittävä osuus rakentamisessa (Tehdään elementeistä 2009).

Kattotiilien purku käsin on yksinkertaista ja tiilet säilyvät hyvin ehjinä. Savupiipputiilien käyttöä rajoittavat tiilin mahdollisesti imeytyneet haitta-aineet. Jos tiilet eivät ole pahasti rapautuneita, miksipä niistä ei voisi muurata myös uusia hormeja.



Paroc Lupaus –passiivitalo Valkeakosken asuntomessuilla. Puretuista tiilistä rakennettu massiivinen tiiliseinä toimii lämmön varaajana ja tasaajana.

4.3.2. Uusiokäyttö

Tiilimurskaa voidaan käyttää betonin uusiorunkoaineena tai uudelleenmuovauksen ja – polton jälkeen uusien tiilien valmistukseen. Alankomaalaisen tutkimuksen mukaan betonin runkoaineena voidaan käyttää jopa pelkkää tiilimurskaa, kun valmiin betonin puristuslujuuden vaatimukset ovat tavanomaiset. Nykyisellään tiilimurskan yleisimmät käyttökohteet ovat erilaiset täytöt ja teiden rakennekerrokset. Tällaisen käytön huono puoli on, että niissä materiaalin arvo laskee huomattavasti – samaan tarkoitukseen voisi käyttää materiaaleja, joiden valmistukseen on käytetty huomattavasti vähemmän energiaa ja työtä kuin energiaintensiivisen tiilen valmistukseen. (Sippola & Ratvio 1994).

4.4. Teräs

Teräs on kestävä materiaali, jolla on useista muista materiaaleista poiketen hyvä vetolujuus. Teräksen raaka-aineet ovat uusiutumattomia, niitä esiintyy luonnossa vähän ja ne ovat harvoin paikallisia. Teräksen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja aiheuttaa saastepäästöjä. Teräksen primäärienergiasisältö on suuri. Kaivostoiminnalla on haitallisia vaikutuksia maisemaan ja maaperään. Mitä köyhempi malmiesiintymä, sitä enemmän syntyy myös kaivosjätettä. Teräksen korroosiosuojaus on tarpeen säälle altistuvien rakennusosien käyttöiän pidentämiseksi, mutta se aiheuttaa samalla haitallisia päästöjä. (Heino & Sundholm 1995). Rakenteet on mahdollista kierrättää korkealla tasolla eli käyttää uudelleen. Mahdollisuus korroosiokäsittelyn uusimiseen

lisää säälle altistuvien rakennusosien käyttöikä. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). Teräsjäte voidaan kierrättää täysin myös uusioraaka-aineena teräksen valmistuksessa.

Teräs on verrattain nuori runkomateriaali: se on alkanut yleistyä rakennusten rungoissa 1970-luvun alusta lähtien, joten siitä rakennetut rakennukset tulevat purettavaksi vasta tulevaisuudessa. Teräksen runkojärjestelmä on esivalmistettu pilari-palkkisysteemi. Teräsrungot ovat yleisempiä teollisuus- ja toimistorakentamisessa, ja mutta myös asuintaloja on rakennettu teräksestä lähinnä 1990-luvun alussa.

4.4.1. Kantavat rakenneosat

Teräksen kantavuus perustuu kappaleen profiiliin, joka ei saa irrotettaessa vääntyä. Uudelleenkäyttöä helpottaa, jos liitokset ovat helposti irrotettavia pulttiliitoksia. Teräksen uudelleenäyttömahdollisuuksia laajentaa se, että uudelleenkokoaminen on mahdollista myös hitsiliitoksin, mikä sallii suuremmat toleranssit. Myös osien lyhentäminen ja jatkoksin pidentäminen tulee kyseeseen. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

Teräsrakenteisia tehdas- ja varastohalleja on Suomessakin siirretty paikasta toiseen. Näissä liitokset ovat yleensä irrotusta helpottavia pulttiliitoksia. Teräspilarit ja –palkit voidaan käyttää uudelleen sellaisinaan tai muokattuina uuden rungon rakenneosina. Niitä voidaan lyhentää leikkaamalla liitosten levyt ja rei'itetyt osat päistä pois ja koota uudelleen hitsiliitoksin. Betonointi palosuojauksena pilarin sisällä ei estä pilarin irrotusta, mutta vaikeuttaa lyhennystä. (Mattila 2009). Esivalmistetut kattoristikot edellyttävät yhtenevää runkosyvyyttä, tai niitä voidaan lyhentää solmuvälein. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

4.4.2. Täydentävät rakennusosat

Monet julkisivujen teräskasettijärjestelmät mahdollistavat kasettien ja järjestelmän muidenkin osien helpon uudelleenkäytön. Niitä voidaan myös tarvittaessa täydentää uusilla osilla. Peltikatteen uudelleenkäyttö on mahdollista, mutta yleensä konesaumattut pellit eivät kestä irrotusta niin suorana, että ne voitaisiin hyödyntää. Mekaanisesti ruuvi kiinnitetyt peltikatteet ovat helposti käytettävissä uudelleen. (Mattila 2009). Teräskatteet ja –portaat voidaan käyttää uudelleen sopivassa kohteessa. Väliseinien peltirangat soveltuvat uudelleenkäyttöön. Ovien ja ikkunoiden lukot ja helat voidaan kerätä talteen, ja lukot haluttaessa uudelleensarjoittaa. Ilmanvaihtokanavat ovat sinkittyä teräsputkea, joka soveltuu uudelleenkäyttöön. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

4.4.3. Uusiokäyttö

Tuotettaessa terästä rautaromusta, energiaa kuluu vain puolet malmista valmistamiseen verrattuna (Perälä ja muut 1995). Ruukin mukaan teräs on maailman kierrätetyin materiaali, ja siitä saadaan talteen jo nykyisellään 90-95%. Myös terästeollisuus pitää 100% kierrätystä tavoitteenaan. Malmipohjaisessa prosessissa kierrätysteräksen osuus on 20-30%. Rakennuksilla teräsjätteen keräyksessä on vielä tehostamismahdollisuuksia, koska keräysaste on keskimääräistä alhaisempi, ja rakennusteräsromun määrä on

kasvamassa. (Valli 2007). Kaikki rakentamisessa käytettävä teräs soveltuu laatunsa puolesta uusiokäyttöön. Betoniteräkset saadaan kerättyä talteen murskatuista teräsbetonirakenteista. Sen sijaan sisältä betonoimalla palosuojatuista teräspilareista ei pystytä erottelemaan betonia ja terästä, jolloin kumpaakaan ei voida uusiokäyttää – uudelleenkäyttö on ainoa mahdollisuus (Mattila 2009). Kierrätystä ajatellen palosuojauksessa tulisikin suosia betonoinnin sijasta muita tapoja.



Fiskarsin ruukin mylly vuodelta 1898 on rakennettu hohtavan mustista masuunikuonatiilistä.

Teräksen valmistusprosessin sivutuotteena syntyvää masuunikuonaa voidaan käyttää hyödyksi rakennustuotteiden raaka-aineina. Kuonalla voidaan korvata lähinnä uusiutumattomia luonnonkiviaineeksiä betonissa, tiilissä, harkoissa ja maarakentamisessa.

4.5. Eristeet

Nykyaikaisen rakennuksen eristeitä ovat kivi- ja lasivilla (mineraalivillat), selluvilla, polystyreeni (tuotenimi Styrox), polyuretaani ja kevytsora. Vanhempia eristemateriaaleja ovat korkki, puukuitu, sahajauho ja kutterilastu (yhteisnimitys ”puru”) sekä turve. Eristeet voivat esiintyä rakennuksessa levyinä tai irtonaisena aineena. Selluvilla, korkki, puukuitu, sahajauho ja kutterilastu ovat puupohjaisia eristeitä. Kivivilla, lasivilla ja kevytsora ovat mineraalipohjaisia, ja polystyreeni ja polyuretaani ovat muoveja. Hyväkuntoiset, kuivat eristeet voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen, jos

ne saadaan irrotettua ehjinä. Eristeiden ja eristeitä sisältävien rakenteiden uudelleenkäytössä on aina pohdittava mahdolliseen homeriskiin suhtautumista.

4.5.1. Mineraalieristeet

Mineraalivillojen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja tuottaa liimajätettä. Sideaineena käytetyn kertamuovin raaka-aine on öljy, joka on uusiutumaton luonnonvara. Kivivillan raaka-aine on kotimainen kivi ja lasivillan 80-prosenttisesti kierrätyslasi. (Oijala 1998, Siikanen 2001). Mineraalivillan lähteenä ovat kerrostalojen ulkoseinien lisäksi etenkin vinot yläpohjat, joissa sitä käytetään puhallusvillana. Mineraalivillaa löytyy myös väliseinistä, jossa sitä käytetään ääneneristykseen. Jos betoniset ulkoseinäelementit pystytään käyttämään uudelleen kokonaisina, mineraalivillapurkujätettä ei synny. Mineraalivillojen uusiokäyttö puhallusvillan raaka-aineena on mahdollista: villa revitään, puhdistetaan ja puhalletaan yläpohjaeristeeksi siirrettävällä kalustolla. Tekniikan on kehittänyt Suomessa Eko-Expert Oy. Uusiokäyttö edellyttää villan pitämistä purkuvaiheessa puhtaana ja muista materiaaleista erillään. Kostunutkin villa kelpaa kuivattuna uusiokäyttöön, jolloin prosessiin lisätään kuivaus. (Eko-expert 2010). Mineraalivilla ei maadu, mutta sitä voidaan käyttää maanrakennuksessa keventävänä materiaalina. (Siikanen 2001). Edullisissa olosuhteissa mineraalivillatkin toimivat homeiden kasvualustana, mutta esimerkiksi sandwich-elementin villatila on Tampereen teknillisen korkeakoulun ja Turun yliopiston tutkimuksessa todettu mikrobeille epäedulliseksi kasvuympäristöksi (Pessi ja muut 1999). Mineraalivillalevyjen uudelleenkäyttö on mahdollista, jos levyt saadaan ehjänä irti, ja uudelleenkäyttöä voidaan harkita tutkimustiedon pohjalta (katso kohta 3.3).

Kevytsora valmistetaan kotimaisesta savesta, joka on luonnollinen mutta uusiutumaton raaka-aine (Siikanen 2001). Kevytsoran valmistus kuluttaa paljon energiaa (Heino & Sundholm 1995). Kevytsoraa käytetään tasakattojen vesikattoeristeinä. Se voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen. Kevytsora saadaan imettyä talteen suurtehoimuriautolla ja puhallettua uuteen kohteeseen (Eko-expert 2010). Kevytsorajätettä voidaan käyttää myös uuden kevytsorabetonin uusiorunkoaineena sekä maanrakennuksessa (Siikanen 2001).

4.5.2. Muovieristeet

Öljynjalostuksen sivutuotteista valmistettujen, paisutettujen muovieristeiden tuotanto on kallista, kuluttaa erittäin paljon energiaa ja käyttää uusiutumattomia luonnonvaroja, jotka eivät ole paikallisia. Tuotannossa syntyy ongelmajätteitä ja päästöjä ilmakehään. Valmiista eristeistä voi myös emittoitua haitallisia aineita huoneilmaan. Yleisimmät muovieristeet ovat solupolystyreeni (EPS ja XPS) ja polyuretaani (PUR). Ne eivät homehdu, joten ne voidaan huoletta käyttää uudelleen. Muovieristeiden polttaminen energiaksi voimalassa on mahdollista, mutta polyuretaanista vapautuu poltettaessa haitallisia päästöjä, eikä polystyreeninkään polttamista suositella (Oijala 1998).

EPS-levyjä on käytetty yleisimmin alapohjaeristeinä maanvaraisen betonilaatan alla sekä perustus- ja routaeristeinä. Ehjät EPS-levyt voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. EPS-eristejäte on täysin kierrätettävissä ja soveltuu rouhittuna uusioraaka-

aineeksi uuden polystyreenin valmistamiseen. Arviolta 10-30% jätteestä palaa kiertoon. (Oijala 1998, Siikanen 2001). XPS-levyjä käytetään samoihin käyttökohteisiin kuin EPS:äänkin, ja lisäksi hyvän vedenkestävyytensä vuoksi liikenneväylien tasojen eristeenä esimerkiksi kattoterasseilla. Myös ehjät XPS-levyt voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan.

Polyuretaani on kertamuovi, eli sitä ei voida sulattaa uusioraaka-aineeksi. Sitä käytetään eristämiseen levynä ja vaahtomaisena tiivisteinä. Polyuretaanilla on erittäin hyvä tarttumiskyky muihin materiaaleihin ennen kovettumistaan, joten sen irrottaminen ehjänä uudelleenkäyttöä varten esimerkiksi sandwich-elementeistä saattaa olla vaikeaa.

Suomessa ei ole vielä käytetty muovieristeitä yleisesti ulkoseinien eristykseen. Muovieristeillä kuitenkin mineraalivilloja hieman parempi eristyskyky, joten tiukentuneiden lämmöneristysmääräysten johdosta elementtiteollisuudessa tutkitaan muovieristeiden käytön laajentamista (Suutarinen & Suikka 2009, Kilpeläinen 2009). Muovieristeet saattavat siis yleistyä tulevaisuudessa huomattavasti, joten uudelleenkäytön mahdollistavaan kiinnitystapaan olisi syytä paneutua.

4.5.3. Puupohjaiset eristeet

Selluvilla valmistetaan 80-prosenttisesti keräyspaperista ja 20-prosenttisesti palonestoaineena käyteystä boorista, joka on uusiutumaton, rajallisesti esiintyvä luonnonvara. Boori estää myös lahottajien kasvua eristeessä ja sitä ympäröivässä puussa. Selluvillan pääraaka-aine keräyspaperi on kotimainen, uusiutuvasta raaka-aineesta valmistettu uusiomateriaali. Keräyspaperin sijasta valmistukseen voidaan käyttää myös puuhioketta. Selluvillan valmistus kuluttaa vähän energiaa. Selluvillaa käytetään puhalluseristeinä puurunkoisten talojen ylä-, ala- ja välipohjissa ja seinissä, joihin se puhalletaan märkänä. Selluvilla voidaan imeä talteen ja käyttää uudelleen. Polttaminen tai kompostointi sellaisenaan eivät käy päinsä villan sisältävien paloa estävien booriyhdisteiden vuoksi. Selluvilla kyllä maatuu, mutta liiallinen boori maaperässä estää kasvien juurtumisen. (Siikanen 2001, Oijala 1998, Heino & Sundholm 1995). Laimennettuna sitä voidaan käyttää maanparannusaineena, kunhan booripitoisuus ei nouse liian suureksi (Kaila 2008, Ekovilla 2010).

Vanhemmissa rakennuksissa eristeinä käytetyt sahajauho, kutterilastu ja turve soveltuvat poltettavaksi tai kompostoitavaksi, ja ne voivat eristeiden puhtaudesta riippuen soveltua myös uudelleenkäytettäväksi vanhojen rakennusten korjausrakentamisessa. Tällöin ne voidaan kerätä talteen suurtehoimuriautolla tai käsityönä. (Eko-expert 2010, Tuppurainen ja muut 2003b).

4.6. Muut materiaalit

4.6.1. Lasi

Lasi on tuhansia vuosia tunnettu materiaali. Se valmistetaan pääosin uusiutumattomista raaka-aineista, joiden raaka-aineiden kaivuulla on maisemallisia vaikutuksia. Lasin valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja siitä aiheutuu myös päästöjä. Oikein käytettynä lasi on pitkäikäinen ja kestävä materiaali, joskin se särkyy suhteellisen helposti eikä sitä

voi korjata. Lasin kierrättäminen uusioraaka-aineeksi on periaatteessa helppoa, mutta ikkunoiden tasolasi ja erikoislasit eivät sovellu kierrätykseen. (Siikanen 2001, Oijala 1998, Heino & Sundholm 1995).

Julkisivulasit, profiililasit (lasilankut) ja lasitiilet voidaan käyttää uudelleen, jos ne saadaan purettua ehjinä. Tavallisten profiililasiin valmistuksessa käytetään 50% kierrätyslasia, joka antaa tuotteelle sille ominaisen vihertävän sävyn (Siikanen 2001). Julkisivu- ja profiililasiin kiinnitysjärjestelmät ja lasitiilien silikonikiinnitys alumiinikehykseen sallivat yleensä helpon irrotuksen. Muurattujen lasitiilien irrottaminen on vaikeampaa, mutta mahdollista, ja vaatii lasitiilien puhdistusta käsityönä.



Jätelasista rakennettu kasvihuone Kirkkonummella, arkkitehti Anders Adlercreutz. Lasien limittyminen mahdollistaa vaihtelevan levyisten lasien käytön pienellä hävikillä. (Adlercreutz 2007).

Jollei ikkunoita ja ikkunaovia voida sellaisenaan käyttää uudelleen, joudutaan lasi ja puuosat irrottamaan toisistaan. Lasi irrottaminen ehjänä ikkunasta ja uudelleenkäyttö uudessa tarkoituksessa soveltuu esimerkiksi kevyeen terassi- ja piharakentamiseen. Ikkunoiden puuosat voidaan polttaa energiaksi, mutta ikkunoissa käytetyt lasityypit eivät sovellu muiden uusiolasituotteiden kuin lasivillan raaka-aineeksi (Ritola & Vares 2008, Oijala 1998, Heino & Sundholm 1995). Suomessa vielä kokeilematon uusiokäyttömuoto on vaahtolasin valmistaminen, josta toivotaan tulevaisuudessa vastaanottajaa ylitarjonnan vuoksi käyttämättä jäävälle keräyslasille (kts. alempana)

sekä muuhun uusiokäyttöön soveltumattomille lasityypeille, kuten juuri ikkunoiden tasolasille, lasivillaeristeille, loisteputkille ja lajittelemattomalle pakkauslasille. Vaahtolasista voidaan valmistaa eristeitä ja sitä voidaan käyttää uusiorunkoaineena kevytbetonissa. (Ritola & Vares 2008, Törmänen 2009).

Kierrätykseen soveltuvalla pakkauslasilla on periaatteessa toimiva kierrätysjärjestelmä, ja uusiolasista voidaan valmistaa monenlaisia tuotteita, rakentamisen käyttöön esimerkiksi lasivillaa. Teoriassa lasia voidaan kierrättää uusiolasin valmistuksessa loputtomasti. Tosin VTT:n mukaan jopa 40 000 tonnia lasia jää uusiokäyttämättä Suomessa vuosittain. Syynä tähän on kierrätyslasin ylitarjonta ja tehtaiden haluttomuus ottaa vastaan epäpuhtauksia sisältävää, huonosti lajiteltua raaka-ainetta. (Ritola & Vares 2008). Noin 55% kaikesta keräyslasista menee lasivillan tuotantoon, jonka raaka-aineesta puolestaan 80% on uusiolasia. 20% neitseellistä raaka-ainetta tarvitaan, jotta tuotteesta saadaan tasalaatuista (Ritola & Vares 2008, Törmänen 2008). Murskattua lasia voidaan käyttää pienenä määränä uusiorunkoaineeton raaka-aineena muiden raaka-aineiden joukossa. Lasimurskasta voidaan valmistaa sideainetta kanssa myös sintrattuja lasilaattoja, joita voidaan käyttää julkisivuissa tai lattiapinnoissa (Siikanen 2001). Huonoin lasin hyötykäyttötapa ovat täytöt, joihin murskattua lasia valitettavasti myös menee. Lisäksi lasia päätyy edelleen myös kaatopaikoille edellä kuvatuista syistä johtuen.

4.6.2. Muovi



Euroopan muoviteollisuuden liiton PlasticsEuropeen mukaan rakennusala kuluttaa 20% Euroopassa käytetystä muovista vuosittain (PlasticsEurope 2010). Yleisiä rakentamisessa käytettäviä muovilaatuja ovat polyvinyylikloridit (PVC), polypropeeni (PP), polyeteeni (PE), polystyreeni (PS tai EPS eli styrox) ja polyuretaani (PU). Näistä polyuretaani on kertamuovi ja muut kesto-muoveja. (Siikanen 2001).

Muovimattoa irrotetaan kierrätykseen (Tuppurainen ja muut 2003b).

Kestomuovit voidaan periaatteessa kierrättää uusioraaka-aineeksi, mutta rakennusalaalla näin ei tällä hetkellä tehdä. Purkutyömaalla eri muovilaatujen tunnistaminen on vaikeaa, koska muovin tunnistamerkit saattavat olla likaantuneet, kuluneet pois tai niitä ei ole tuotteessa lainkaan. Uusiotuotteen valmistuksessa edellytetään myös tiettyä raaka-aineen puhtautta, mikä saattaa estää purkumuovien uudelleenkäyttöä. Yllä mainittuja

muoveja voidaan PVC:tä lukuun ottamatta käyttää energiantuotannon polttoaineena jätteenpolttolaitoksella. Ongelmana tässäkin on muovien tunnistaminen, jolloin energiakäyttöön meneviin muoveihin voidaan lajitella vain varmuudella tunnistetut materiaalit eli käytännössä PE-kalvomuovi, styrox ja polyuretaani. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001).

Klooria sisältävän PVC:n osuus on noin kolmannes rakennusalaalla käytettävästä muovista. Sitä ovat usein mm. viemäriputket, sähköasennusputket, muovimatot, katteet, listat, ikkunankarmit, tiivisteet ja märkätilatapetit. PVC-muovin poltossa syntyy myrkyllisiä päästöjä, mistä syystä sitä voidaan polttaa vain päästöjen talteenottolaitteistoilla varustetuissa ongelmajätelaitoksissa. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). PVC-muovin uusiokäyttö on mahdollista. PVC:n suuri osuus ja poltossa syntyvät myrkylliset päästöt huomioiden uusiokäyttö olisi paras tarjolla oleva hyödyntämisen muoto, koska PVC-tuotteet ovat tyypiltään usein sellaisia, ettei niiden uudelleenkäyttö tule kysymykseen.

4.6.3. Kipsilevy

Kipsilevyjen pääraaka-aineet ovat luonnollisia: kipsikiveä ja puupohjaisia tuotteita. Raaka-aineina voidaan käyttää myös teollisuuden sivutuotteita ja jättemateriaaleja. Kipsilevyjen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa. Levyjen iskunkestävyys on huono ja ne murtuvat helposti. Puukipsilevyt ovat kipsikartonkilevyjä kestävämpiä ja niiden valmistus kuluttaa vähemmän energiaa. Jätteenä levyt ovat haitattomia. (Siikanen 2001, Heino & Sundholm 1995, Oijala 1998).

Kipsilevy on yleisin Suomessa käytetty väliseinämateriaali (Oijala 1998). Kipsikartonkilevy on rakennusten sisäseinä- ja kattopintoihin käytettävä yleislevy. Sen painosta 93% on kipsiä ja 6% kartonkia. Suomessa valmistettavien kipsikartonkilevyjen kartonki on osittain kierrätyspaperista valmistettua. Kipsi voi olla peräisin luonnosta tai teollisuuden sivutuotteista. Puukipsilevy valmistetaan kipsistä (83 paino-%) ja puulastuista (15 paino-%). Sekä puukipsilevyjen kipsi että puulastut ovat yleensä muun teollisuuden sivutuotteita. Puukipsilevyä käytetään lattialevyinä sekä eri tavoin päällystettynä sisäseinä- ja sisäkattoverhouksina. (Siikanen 2001).

Jos kipsilevyt saadaan irrotettua väliseinistä ja kiinteistä alakatoista ehjänä, ne voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Vähän vahingoittuneita kipsilevyjä voidaan käyttää kaksin- tai kolminkertaisissa kipsilevyrakenteissa alimpina levyinä, jotka eivät jää näkyviin. Avattavat alakattojärjestelmät mahdollistavat levyjen uudelleenkäytön helposti, koska ne voidaan vain nostaa pois paikaltaan. Riittävän puhdasta kipsilevyä ja puukipsilevyä voidaan käyttää levynvalmistuksen uusioraaka-aineena. Jauhettua levyä voidaan käyttää myös maanparannusaineena. (Siikanen 2001, Heino & Sundholm 1995).

4.6.4. Alumiini

Alumiini on uusitumaton materiaali, mutta se on yleisin maankuoressa esiintyvä metalli, joten sen riittävyys on turvattu. Alumiinin raaka-ainetta, bauksiittia, esiintyy Väli-Amerikassa, Etelä-Euroopassa ja Australiassa. Alumiini on kevyt ja helposti

muovattava materiaali, jolla on hyvä korroosionkestävyys. Sen valmistus kuluttaa hyvin paljon energiaa: noin kahdeksankertaisesti teräksen valmistukseen verrattuna. Valmistuksen sähkönkulutus on huomattava, joten sitä valmistetaan lähinnä maissa, joissa on saatavilla runsaasti edullista sähkövoimaa. Sähkön tuotantotapa vaikuttaa ko. maassa valmistetun alumiinin ympäristövaikutuksiin. Sen sijaan alumiinin valmistaminen kierrätysmateriaalista käyttää energiaa ainoastaan 4% malmista valmistamiseen verrattuna. Alumiinin uusiokäyttöarvo onkin suuri. (Siikanen 2001, Perälä ja muut 1995).

Alumiinia on rakentamisessa käytetty yleisesti puu-alumiini-ikkunoiden puitteissa, saranoissa, ovirakenteissa sekä johtokoteloinneissa. Sen uusioraaka-ainekäyttöä hankaloittaa se, että alumiini on ei-magneettinen metalli. Perinteisiä, rikkovia purkumenetelmiä käytettäessä alumiinia ei saada siis eroteltua murskatusta materiaalista magneettisesti, eli toisin sanoen sen purkaminen on tehtävä käsityönä sisäpurkuvaiheessa. (Perälä ja muut 1995).

4.6.5. Kupari

Kupari on uusiutumaton materiaali, jota esiintyy melko niukasti. Sen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa. Kuparia on käytetty rakentamisessa tuhansia vuosia. Sillä on hyvä syöpymiskestävyys, ja se on helppohoitoinen materiaali. Kuparilla on omaleimainen ulkonäkö, johon patinoituminen tuo oman lisänsä. Kuparisuolat ovat myrkyllisiä, mutta niistä aiheutuvat ympäristöhaitat ovat melko pieniä, koska kuparin käyttö rakentamisessa on melko vähäistä. Pahimpia haittoja aiheuttavat sadeveden mukana kupariverhoiluista irtoavat kuparisuolat, jotka värjäävät huokoiset materiaalit vihreiksi, syövyttävät epäjalompia metalleja ja päätyvät maaperään rakennuksen juurelle. Kuparituotteet ovat täysin kierrätettävissä uusiomateriaalina. Kuparin valmistus uusioraaka-aineesta käyttää energiaa noin puolet malmista valmistamiseen verrattuna. (Siikanen 2001, Heino & Sundholm 1995).

Rakennuksissa kuparia on vesijohdoissa, sekä etenkin vanhemmissa rakennuksissa myös katteina, verhouksina, pellityksinä ja vetiminä. Vetimiä ja kiinnitystavan salliessa myös kuparisia julkisivukasetteja voidaan käyttää uudelleen. Kuparipeltien irrotus riittävän suorana uudelleenkäyttöön voi olla vaikeaa. Kaikkien rakennusosien käyttö uusiomateriaalina on kuitenkin mahdollista. Etenkin kuparisilla vesijohdoilla on huomattava arvo romumetallina (Perälä ja muut 1995).

4.6.6. Luonnonkivi

Luonnonkivi on vanhimpia rakennusmateriaalejamme, ja sitä on käytetty rakentamiseen jo esihistoriassa. Luonnonkivi on uusiutumaton paikallinen materiaali: sitä on saatavilla lähes kaikkialla, kivilajit vain vaihtelevat. Kivirakentamisen merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät materiaalin hankintaan ja kuljetuksiin. Kiven käyttö rakentamisessa on tosin niin vähäistä, että ympäristöhaitat ovat lähinnä paikallisia. Kiven louhinta aiheuttaa melu-, pöly- ja maisemahaittoja. Kiven louhinta ja hionta kuluttavat paljon energiaa. Louhinnan sivutuotteena syntyvää mursketta voidaan käyttää

mm. betonin runkoaineena. Kivipöly on työterveysriski. Oikein käytettynä rakennuskivet ovat kestäviä, pitkäikäisiä ja uudelleenkäytettäviä. (Oijala 1998, Siikanen 2001).

Luonnonkiveä käytetään rakentamisessa nykyisin yleensä ohuena verhouslaattana julkisivuissa, sokkeleissa, lattiapinnoissa ja portaissa. Aikaisemmin kiveä on käytetty myös perustuksina, ulkoseinien massiivikivimuureina ja tulisijoissa. Kivituotteet ovat yleensä irrotettavissa ehjinä, jolloin ne voidaan käyttää uudelleen. Seinien kiviverhouksissa tulisi suosia helpon irrotuksen mahdollistavia mekaanisia kiinnityksiä. Kivilajin soveltuvuus paikalliseen ilmastoon vaikuttaa verhouksen kestävyteen ja näin ollen myös uudelleenkäyttömahdollisuuksiin: esimerkiksi Finlandia-talon julkisivun ohuet italialaiset marmorilevyt eivät ole kestäneet pohjoista ilmastoa. Kivellä laatoitetuissa pinnoissa, esimerkiksi lattioissa, kivilevyn paksuus ja laastin lujuus vaikuttavat ehjänä irrottamisen onnistumiseen. Teoriassa senkin pitäisi kuitenkin olla mahdollista, mutta työ on käsityövaltaista.

4.6.7. Posliini



Jätelaatoista luovuutta käyttäen muurattu kaakeliuuni Toivakan kunnassa sijaitsevassa omakotitalossa tuo mieleen Antonio Gaudin arkkitehtuurin.

Posliini valmistetaan uusiutumattomista luonnonraaka-aineista, ja sen valmistus vaatii paljon energiaa. Rakennuksissa posliinia on vesikalusteissa ja kaakeleissa keittiöiden ja märkätilojen seinissä ja lattioissa sekä kaakeliuuneissa. Ehjät ja hyväkuntoiset vesikalusteet voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan, jos ne saadaan irrotettua rikkomatta. Vanhat vesikalusteet voivat tosin olla paljon vettä kuluttavia. Ehjänä purettuja kaakeleita voidaan käyttää sellaisenaan uudelleen. Murskattuja laattoja voidaan käyttää myös uusioraaka-aineena laattojen valmistuksessa. Pieniä määriä posliinia voidaan käyttää uusiotiilien raaka-aineena muun tiilijätteen seassa tai erilaisissa maantäytöissä. Lasinkeräykseen posliinijäte ei kuulu. (Siikanen 2001, Heino & Sundholm 1995, Perälä ja muut 1999).

4.6.8. Liittorakenteet ja yhdistelmämaterialit

Betoni/teräs-liittorakenteet ovat nykytekniikalla verrattavissa betoni- tai elementtirakenteisiin. Niiden uudelleenkäyttö on mahdollista edellyttäen, että liitokset on tehty helposti purettavalla tavalla. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). Jos purkaminen edellyttää teräsrakenteen ja betonin irrottamista toisistaan, teräsprofiili tuskin säilyttää muotoaan ja näin ollen käyttäminen sellaisenaan ei ole enää mahdollista. (Mattila 2010). Tällöin teräs voidaan sulattaa raaka-aineeksi ja betoni joutuu murskeeksi.

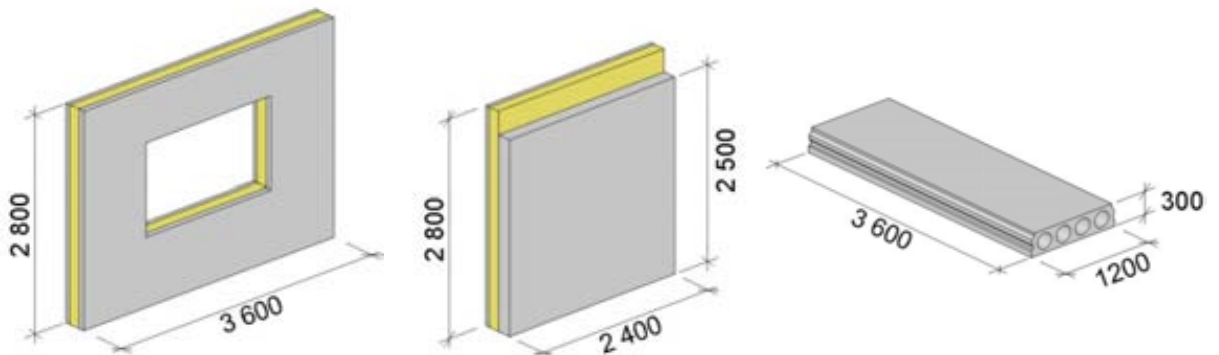


Murskatusta betonista irrotettuja raudoitusteräksiä työmaalla Helsingin Myllypurossa (Kerrostalon purkaminen 2001).

Yhdistelmämaterialit yleensä vaikeuttavat lajittelua. Näin ollen rakennusosat, joissa on kahta tai useampaa materiaalia siten, että eri materiaalien irrottaminen toisistaan on vaikeaa tai mahdotonta, päätyvät usein kaatopaikalle. (Rakenteiden elinkaaritekniikka 2001). Yksi yleisimpiä nykyaikaisessa rakentamisessa esiintyviä liittomateriaaleja lienee tasakattojen bitumikermi, joka on lyhyehkön elinkaarensa päätyttyä kaatopaikkajätettä. Muiksi esimerkeiksi käyvät teräsvahvisteinen lasi eli ns. lankalasi, alumiinivahvikkeiset ja komposiittirakenteiset ovet sekä sekoitemuovit. Joidenkin komposiittimateriaalien, kuten muovipuun, energiakäyttö on mahdollista.

5. BETONIELEMENTTIEN UUELLEENKÄYTTÖ

Koska betoni on raskas materiaali, jonka valmistus kuluttaa paljon energiaa, betonielementtien uudelleenkäytön hyödyt löytyvät ennen kaikkea energian säästämisestä ja sitä kautta myös päästöjen vähentämisestä. Muita merkittäviä etuja ovat raaka-aineen säästäminen sekä etenkin jätteen synnyn ehkäisy. Murskattua betonijätettä voidaan toki käyttää hyödyksi maanrakennuksessa, mutta tästä mahdollisuudesta huolimatta suuri osa betonijätteestä päättyy edelleen kaatopaikalle. Murskattuna betonin arvo laskee huomattavasti ja siihen investoitu energia, raaka-aine ja työ, joilla edelleen olisi potentiaalia, valuvat hukkaan toisarvoisessa käytössä. Kaikkia betonirakenteita ei pystytä esimerkiksi valmistustavan vuoksi (paikallavaletut rakenteet) käyttämään uudelleen tulevaisuudessakaan, joten murskattavaa betonia tulee aina riittämään myös maanrakentamiseen.



Kantava väliseinä
paino = 2,6 t

uusiutumattomien
luonnonvarojen kulutus:
2,8 t / elementti
energiankulutus:
6520 MJ / elementti
hiilidioksidipäästöt:
570 kg / elementti

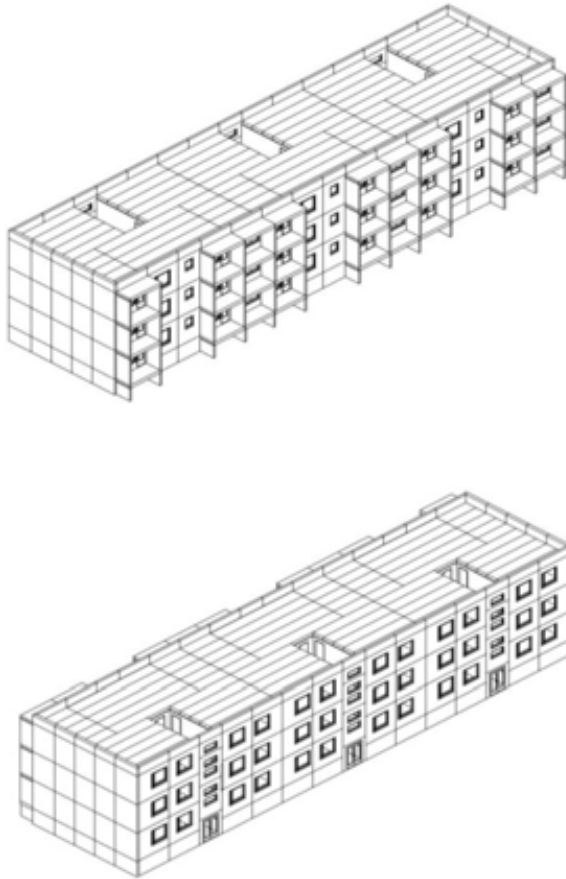
Kantava ulkoseinä
paino = 3,5 t

uusiutumattomien
luonnonvarojen kulutus:
3,6 t / elementti
energiankulutus:
7740 MJ / elementti
hiilidioksidipäästöt:
690 kg / elementti

Ontelolaatta
paino = 1,6 t

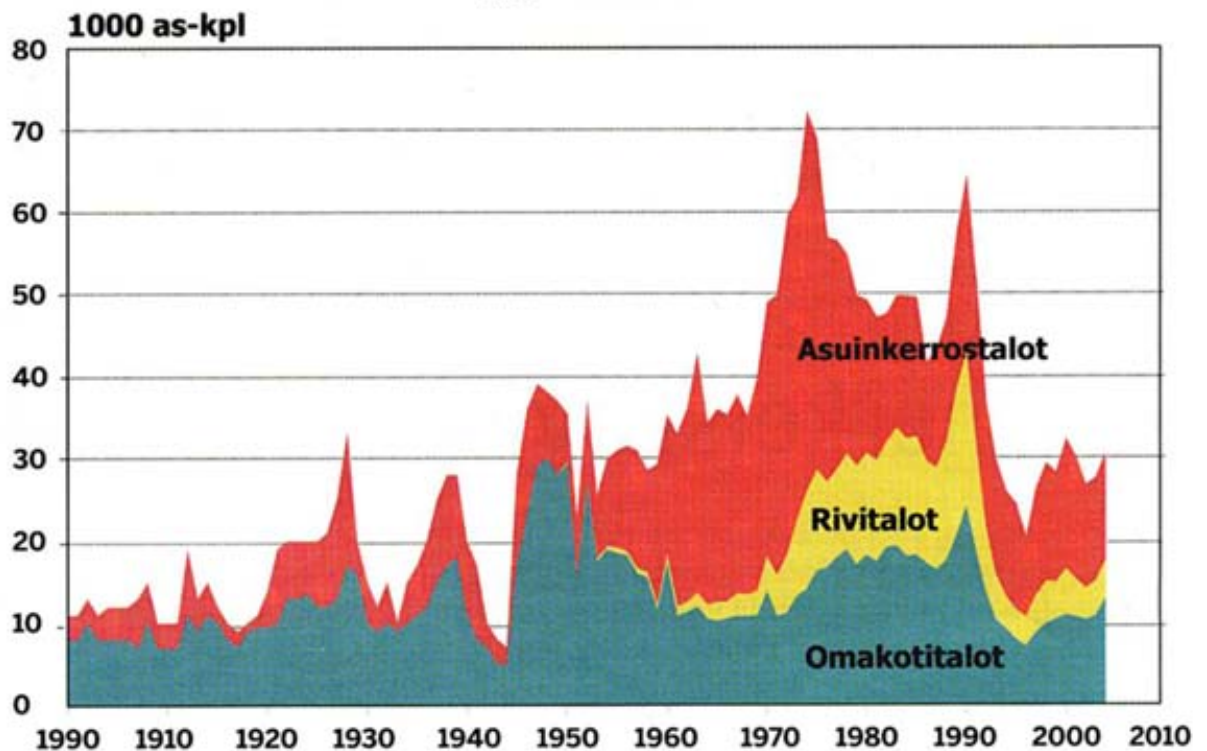
uusiutumattomien
luonnonvarojen kulutus:
1,6 t / laatta
energiankulutus:
1980 MJ / laatta
hiilidioksidipäästöt:
220 kg / laatta

Ruutuelementin, kantavan ulkoseinäelementin ja lyhyen ontelolaatan valmistuksen aiheuttama uusiutumattomien luonnonvarojen kulutus, energiankulutus ja hiilidioksidipäästö. Jos elementit käytetään uudelleen, ei näitä synny enää toistamiseen.



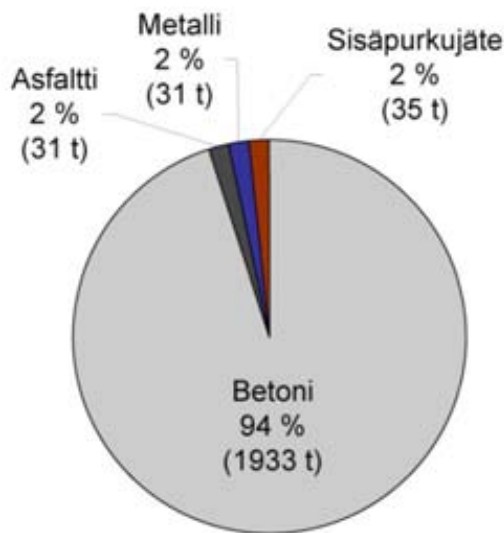
Tyypillisen kolmelamellisen, kolmi-kerroksisen BES-elementtikerrostalon kolme asuinkerrosta sisältävät 1890 metriä ontelolaattaa, 300 metriä kantavaa väliseinää, 90 metriä kantavaa ulkoseinää, 420 metriä kevyttä ulkoseinää, 90 metriä parvekelaattaa ja 60 metriä parvekepieliä. Erilaisia elementtejä on lähes 600 kappaletta. Elementtien valmistamisen vaatima uusiutumattomien luonnonvarojen kulu- tus on 1756 tonnia, mikä vastaa 1170 henkilöauton massaa. Valmistuksen energiankulutus 2 485 830 MJ, mikä vastaa 72 sähkölämmitteisen omakoti- talon lämmittämistä vuoden ajan, ja hiilidioksidipäästöt 246 075 kiloa, mikä vastaa 1 400 000 kilometrin ajamista henkilöautolla. Purettuna rakennus on noin 2500 tonnia jätettä, josta lähes 95% on betonia.

Valmistuneet asunnot talotyypeittäin 1900–2000



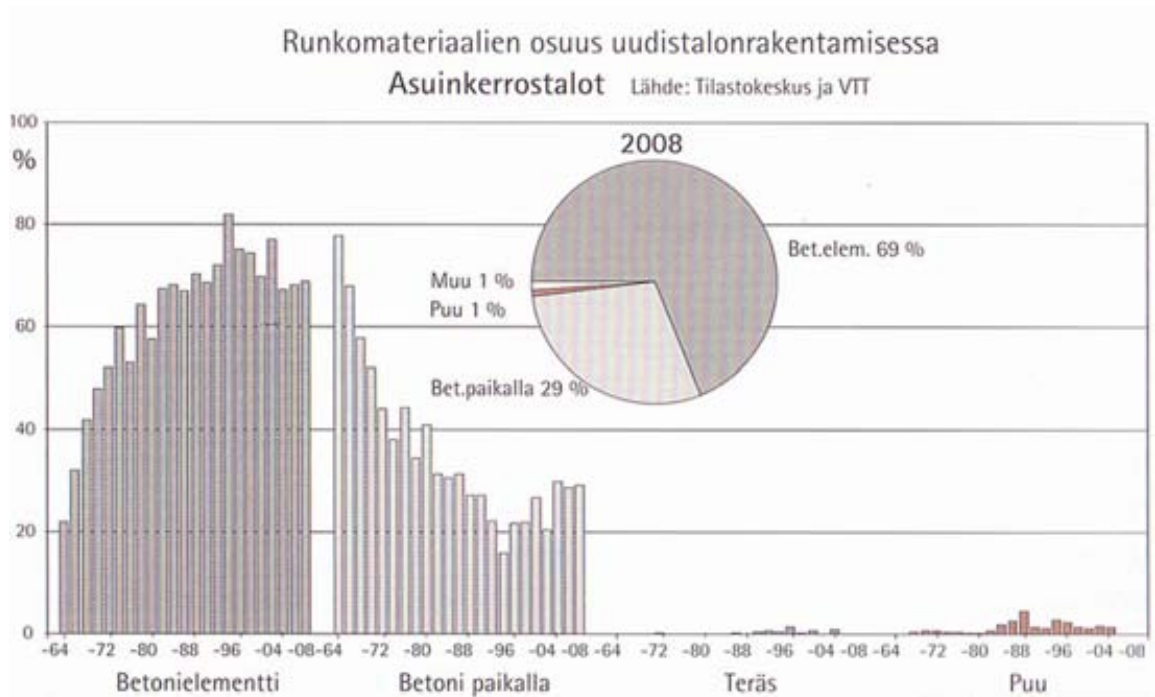
1970-luvun elementtirakenteisissa asuinkerrostaloissa on määräpotentiaalia myös uudelleenkäytön kannalta.

Elementtirakentamisen hulluina vuosina 1970-luvulla rakennettiin kymmeniä tuhansia elementtikerrostaloasuntoja, huippuvuonna 1974 jopa 73 000 kappaletta (Tehdään elementeistä 2009). Betonielementtirakenteiset asuinkerrostalot tarjoavat valtaisan materiaalipankin uudelleenkäyttöä ajatellen – varsinkin, kun tuhansien elementtikerrostaloasuntojen purkamista harkitaan jo, ja suurin osa tällaisten rakennusten purkujätteestä on betonia.



VTT tutki purkujätteen koostumusta, kun Järvenpään Jampankaari 6:sta purettiin vuonna 2009 kaksilamellinen, kolmikerroksinen betonielementtirakenteinen kerrostalo. 94% purkujätteen painosta oli betonijätettä. (Koski 2010). Rakennuksessa oli 18 asuntoa. VTT:n lukujen perusteella arvioiden Suomessa mahdollisesti purettavista 4000 aravavuokra-asunnosta tulisi yhteensä yhteensä noin 451 000 tonnia purkujätettä, josta lähes 430 000 tonnia betonia.

Betoni on lisäksi huikkealla 98%:n osuudellaan edelleen yleisin Suomessa rakennettavien asuinkerrostalojen runkomateriaali (Tehdään elementeistä 2009). Betonielementtien uudelleenkäytön mahdollistaminen tulisi ottaa elementtien ja elementtirakennusten suunnittelussa huomioon viimeistään nyt.



Betonielementit ovat olleet jo kymmeniä vuosia yleisin asuinkerrostalojen runkomateriaali Suomessa (Tehdään elementeistä 2009).

5.1. Purettavat järjestelmät

Eri maissa on käytössä purettavia betonielementtirunkojärjestelmiä, esimerkiksi Alankomaiden CD-20 –järjestelmä. Se perustuu pulttiliitoksiin ja vähäisiin juotosvaluihin, ja sen käyttökohteita ovat toimisto- ja koulurakennukset. Purettavat järjestelmät soveltuvat erityisesti sellaisiin käyttökohteisiin, jolle voidaan toiminnan perusteella ennustaa varsinaista teknistä ikää lyhyempää käyttöikää. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi päiväkodit, koulut ja vanhustentalot tai myymälä-, tuotanto- ja varastorakennukset. Teollisuus- ja varastorakennusten liitokset ovat jo nyt usein helposti irrotettavia, ja tällaisia rakennuksia on Suomessakin siirretty paikasta toiseen. Esimerkiksi Suomen messujen vuonna 1962 Helsinkiin tilapäisellä rakennusluvalla rakennuttama pilari-palkkirakenteinen Kansojen halli siirrettiin vuonna 1975 Turkuun automyymäläksi. Tässäkin tapauksessa rakennus oli suunniteltu siirrettäväksi. (Betonirakenteiden ympäristövaikutukset 1998).



Turkuun sittemmin siirretty betonielementtirakenteinen Kansojen halli rakennusvaiheessaan Helsingin Töölönlahdella (Betonirakenteiden ympäristövaikutukset 1998).

Vaikka saksalaisten yliopistojen tutkimuksissa on todettu, että elementtien uudelleenkäyttö on mahdollista silloinkin, kun niitä ei ole erikseen sitä varten suunniteltu (Asam ja muut 2005, Mettke 2008), helpottaisi uudelleenkäytön huomioonottaminen myös asuinrakennusten elementtijärjestelmissä sitä huomattavasti myös tulevaisuudessa. Oleellisia huomioitavia asioita ovat nostolenkkien rakenteeseen jättämisen mahdollisuus sekä liitosten irrottavuus ja purkamisen ohjeistus jo suunnitteluvaiheessa (Suonketo 2009).

5.2. Saksalaiset hallitun purkamisen ja uudelleenkäytön edelläkävijöinä

Saksalaisten betonielementtien uudelleenkäytön tutkimusten taustalla on liittovaltion Stadtumbau Ost –kaupunkireformiohjelma. Se käynnistettiin jo vuonna 2001 strategioiden löytämiseksi taantuville itäisille kaupunkiseuduille, joissa on 2000-luvulla vallinnut huomattava asuntojen ylitarjonta. Esimerkiksi vuonna 2003 tyhjillään oli 1,3

miljoonaa asuntoa, joista suurin osa DDR:n aikaisissa elementtitaloissa. Ohjelmaan liittyy keskeisesti asuntojen ylitarjonnan vähentäminen purkamalla, jäljelle jäävän elementtirakennuskannan arkkitehtoninen parantaminen sekä täydennysrakentaminen olemassa olevaan infrastruktuuriin tukeutumalla. Rakennusten kokonaisella ja osittaisella purkamisella pyritään asuntomarkkinoiden säatelemiseen ja elementtitaloaluiden arkkitehtonisen ilmeen monipuolistamiseen. (Asam 2006a, Asam 2007). Purettavien elementtikerrostaloasuntojen määräksi on arvioitu 200 000 kappaletta (Lützkendorf 2010). Purkutoiminnan yhteydessä tuli edistää kierrätystä ja tutkia betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksia. Uudelleenkäyttö tuli kohdentaa pientaloihin, sillä itäisillä alueilla kysyntää esiintyy erityisesti omakoti- ja paritaloille. (Asam 2006a, Asam 2007). Stadtumbau-Ost –ohjelman yhteydessä kehitettiin maan eri puolilla toisistaan hieman poikkeavia betonielementtien uudelleenkäyttöjärjestelmiä.

Yleisin (76%) DDR-taloissa käytetty elementtijärjestelmä on WBS70. Se otettiin käyttöön vuonna 1972. Elementtijärjestelmään kuuluivat tyyppirakennukset, joten asunnoissakin oli tyyppipohjat. Rakennukset ovat 5- 6- tai yleisimmin 11-kerroksisia. Järjestelmän kerroskorkeus on 2,65m. Välipohjat ovat esijännitetyjä betonilaattaelementtejä, joiden dimensiot ovat 3,6 x 6m ja muistuttavat mitoiltaan näin ollen suomalaisen suurlevyjärjestelmän välipohjaelementtejä. Suurena erona Suomeen on, että ulkoseinäelementit on toteutettu rakennuksen kaikilla samalla rakenteella, eli sisäkuoren paksuudessa ei ole eroa rakennuksen päätyjen ja pitkien sivujen suhteen. Tämä mahdollistaa korjausrakentamisessa ripustetut, leijuvat parvekkeet. Eristeenä on käytetty sekä mineraalivillaa että solupolystyreeniä. Elementtien liitokset ovat juotos- ja hitsiliitoksia, jotka on ilmeisesti sattumalta toteutettu siten, että ne voidaan avata ja liittää uudelleen (Asam 2006a, Leitfaden 1997).



Välipohjaelementtien purkamista ehjänä Berliinissä. Taustalla näkyy tyyppillisiä WBS70-tyypin 11-kerroksisia asuinrakennuksia. (Asam).

5.2.1. Technische Universität (TU) Berlin

Berliinin teknillisen yliopiston Rakennusten kunnossapidon ja nykyaikaistamisen instituutissa (Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken, IEMB) oli tutkittu jo 1990-luvun alusta lähtien DDR-elementtitaloista purettujen betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksia. Instituutista tuli tammikuussa 2009 osa Saksan valtion Liikenne-, rakentamis- ja yhdyskuntaministeriön alaista Rakennus- ja aluesuunnitteluvirastoa (Das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, BBR). Tutkimukset käynnistyivät vuonna 1993, jolloin todettiin mahdolliseksi elementtirakenteisten yläpohjien kokonaisuena irrottaminen ja uudelleenkäyttö. Vuotta myöhemmin alettiin tutkia laajemmin muidenkin elementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksia. 1998 oli edetty ensimmäisiin rakentamiskokeiden tekemiseen. Vasta Stadtumbau-Ost –ohjelman käynnistyminen 2000-luvulla mahdollisti todellisten koerakentamiskohteiden aloittamisen ja tutkimustulosten testaamisen käytännössä. Ohjelman yhteydessä instituutti suunnitteli Ahrensfelder Terrassen -korttelialueen hallitun madaltamisen Berliinin Marzahnissa, josta saatiin rakennusmateriaalia myös ensimmäisiin uudelleenkäyttökokeiluihin. Tutkimusta johtaa nykyään diplomi-insinööri Claus Asam. (Asam 2010).

Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että purkamalla saadun rakennusmateriaalin laatu riippuu yleensä vain purkamistavan vallinnasta. Vanhojen rakennusosien betoni on osoittautunut hyvin tasalaatuiseksi. Ensimmäisissä koerakennuskohteissa jokainen uudelleen käytetty elementti testattiin erikseen. Betonista testattiin karbonatisoitumisen syvyys ja betonin puristuslujuus. Elementeistä tutkittiin lisäksi betoniterästen sijainti rakenteessa eli betonipeitteen paksuus ja elementtien kantokyky. Ne testattiin heti purkamisen jälkeen ja uudestaan kuljetuksen jälkeen, eikä purkamisen tai kuljetuksen todettu aiheuttaneen merkittäviä muutoksia kantokykyyn. Tutkimuksen alkuvaiheessa testattiin valtava määrä elementtejä, ja tutkimustulosten osoittauduttua hyvin samankaltaisiksi testausmenettelyä kevennettiin pistokokeenomaiseksi. Tutkimus osoitti, että puretut betonielementit ovat pääasiassa täysin käyttökelpoista, uudelleenkäyttöön sopivaa rakennusmateriaalia, joka poikkeaa uusista komponenteista lähinnä vain toleranssiensa osalta. Koerakennuskohteissa on saavutettu ± 20 millimetrin asennustoleranssi. (Asam 2006a, Asam 2007).

Liiketaloudellisessa toteutettavuustutkimuksessa todettiin rakennusosien uudelleenkäytön tarjoavan säästöpotentiaalia etenkin runko- ja vaipparakenteissa. Tutkimuksen mukaan säästöt ovat vähintään 26% rungosta ja vaipasta täysin uudesta rakentamiseen verrattaessa. Rahallisten säästöjen ohella etenkin uudelleenkäytön ympäristösäästöt ovat kiistattomat mitattuna sitten primäärienergisäilytönä, hiilidioksidipäästöinä tai happamoitumista aiheuttavina rikkioksideina. (Asam 2006a, Asam 2007).

Instituutin uudelleenkäyttöstrategia perustuu kantaviin väliseinäelementteihin ja välipohjaelementteihin. Ulkoseiniä ei käytetä niiden vaikeamman muokattavuuden ja karsinogeeninä pidetyn mineraalivillaeristeen vuoksi. Ensimmäisissä rakennuskokeiluissa pyrittiin seuraamaan alkuperäisen rakennuksen mittamaailmaa ja täydentämään sitä tarvittaessa uusin osin, mutta nyttemmin on hyväksytty osien

leikkaaminen osaksi kierrätysrakentamistapaa. Välipohjaelementtejä käytetään myös luovasti alkuperäisestä poikkeavaan tarkoitukseen: niitä on nostettu pystyyn seiniksi korkeamman huonekorkeuden saavuttamiseksi. (Asam 2010).

5.2.2. Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus

Myös Cottbusin teknillisessä yliopistossa betonielementtien uudelleenkäyttöä on tutkittu jo 1990-luvulta. Tutkimustiimiä johtaa TkT Angelika Mettke. Uudelleenkäytössä pyritään hyödyntämään kaikkia runkoelementtejä sellaisenaan. Elementtejä ei leikata, mutta rakennusta täydennetään uusin osin. Korkeampi huonekorkeus saavutetaan muuraamalla korkea sokkeli, jonka päälle elementit asennetaan. Ulkoseinistä käytetään etenkin solupolystyreenillä eristettyjä sandwich-elementtejä. Mineraalivillalla eristettyjä voidaan käyttää, jos eriste todetaan laboratoriokokeessa turvalliseksi. Mineraalivilla voidaan myös kaapia pois ja korvata uudella, mutta yleensä niin ei tarvitse menetellä. (Lehmann 2009, Hartmann 2009).

Cottbusin testausjärjestely on Berliinin yliopiston testausohjelmaa kevyempi, ja perustuu myös pistokokeisiin. Halkeamien syvyys, raudoitusten sijainti ja mineraalivillalla eristettyjen ulkoseinäelementtien eristeen karsinogeenisyys tutkitaan aina. Sitten elementit luokitellaan silmämääräisesti, jolloin niille määritellään kunto- ja käyttöluokka A:sta alaspäin. Esimerkiksi A-luokan elementit ovat silmämääräisesti arvioituna vaurioitumattomia, ja niitä voidaan käyttää asuinrakennusten rakentamiseen. B-luokan elementeissä voi olla pieniä halkeamia, ja niitä voidaan käyttää talousrakennusten rakentamiseen, jne. Tämän jälkeen aiotun rakennustarkoituksen mukaan valitaan ko. luokasta pieni otos elementeistä, ja niille suoritetaan pistokokeenomaisesti samoja laboratoriokokeita kuin Berliinin yliopistonkin menettelyssä. (Lehmann 2009, Hartmann 2009).

5.2.3. Institut für Fertigteiltechnik und Fertigungsbau (IFF) Weimar

Thüringenin osavaltiossa sijaitseva Weimarin esivalmistus- ja elementtirakentamisen instituutti on kehittänyt elementtirakennusten hallittua purkumenetelmää ja kokeillut myös betonielementtien uudelleenkäyttöä. Tutkimusta johtaa TkT Barbara Janorschke ja avustaa TkT Ingrid Lützkendorf.

Turvakerrosmenetelmä on tarkoitettu asuttujen kerrostalojen madaltamiseen. Tekniikassa asuttujen ja purettavien kerrosten väliin jätetään yksi puskurikerros, ja alemmissa kerroksissa voidaan asua purkamisen aikana. Hallittu, rakenteita vaurioittamaton purkaminen ei tutkijoiden mukaan ole mahdollista murskaavin menetelmin. Purkaminen tapahtuu siis ehjänä, nostaen elementit pois kokonaisina nosturilla, mihin elementtien uudelleenkäyttö puolestaan on luonnollinen jatke. (Handlungsanleitung 2009, Lützkendorf 2009, Rebel 2009) Menetelmää käytettiin Leinefelden kaupungin muutostöissä, kts. 6.3 Leinefelde (Kil 2008).

Instituutti on soveltanut Cottbusin teknillinen yliopiston kehittämiä uudelleenkäytön periaatteita koerakennuskohteissaan sillä eroavaisuudella, että IFF:n tutkijoiden mielestä mineraalivillaa sisältäviä ulkoseinäelementtejäkin voidaan käyttää. He eivät pidä mineraalivillaa riskinä niin kauan kuin sitä ei poisteta rakenteesta, jolloin

se ei pääse pölymäänkään. IFF:n mukaan myös sandwich-elementtejä voidaan leikata tarvittaessa, mutta sitä pyritään kustannusten vuoksi välttämään. Insituutilla on viranomaisten lupa myöntää käytetyille betonielementeille tutkimusten jälkeen sertifikaatti, jolla rakennusosa muuttuu jälleen uudisrakentamisessa virallisesti hyväksytyksi rakennusmateriaaliksi. Sertifikaatin myöntämiseksi elementit arvioidaan silmämääräisesti, niiden nostolenkkien kunto tutkitaan, raudoituksessa käytetyn teräksen tyyppi, korroosio ja betonipeite määritellään ja betonin laatu, lujuus ja karbonatisoituminen testataan. (Lützkendorf 2009, Rebel 2009).



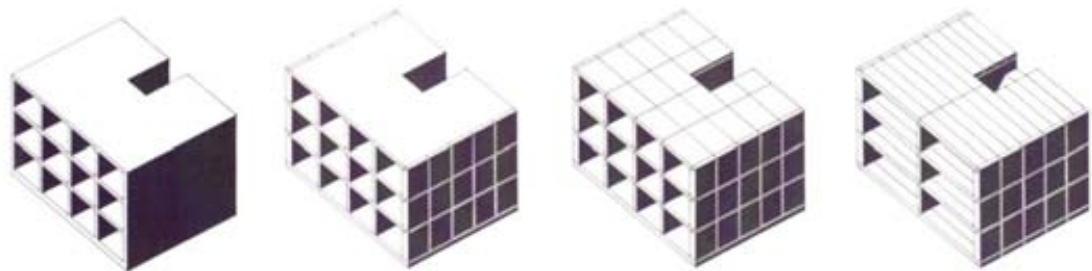
vähemmän välipohjan saumoja, ja suuri osa saumoista jää väliseiniä alle. Tästä voi olla uudelleenkäytössä hyötyä, koska ohuempi tasoite voi riittää.

Suomessa julkisivuissa on käytetty sekä kerroksen korkeita ruutu- että kerrosta matalampia nauhaelementtejä, kun Saksassa ainoastaan ruutuelementit ovat olleet tuotannossa. BES-järjestelmässä parvekkeet olivat itsenäisiä, omilla perustuksillaan seisovia parveketorneja ja suurlevyjärjestelmässä parvekkeet saattoivat olla myös sisäänvedettyjä. Saksassa rakennukset olivat parvekkeettomia. Erilaiset julkisivuelementtityypit ja parvekerakenteet voivat tuoda monipuolisuutta elementtien uudelleenkäyttöön. Toisaalta juuri julkisivut ja parvekkeet ovat usein elementtikerrostalojen heikoimpia kohtia niin esteettisesti kuin teknisestikin, ja ne saattavat olla kärsineet sääille altistumisesta.

Runkojärjestelmä on molemmissa suomalaisissa elementtijärjestelmissä sama eli ns. kirjahyllyrunko, joka tuottaa rakennukseen poikittaisen kantavan ja pitkittäisen kevyen suunnan. Luonnollisesti kevyt ja kantava suunta toistuvat myös uudelleenkäytössä. Saksalaisessa elementtirakennustekniikassa rakennuksen kaikki sivut ovat ilmeisesti kantavia, tai ainakaan ei-kantavuutta ei huomioda mitenkään seinäelementin betonikuoren paksuudessa. Myös elementtien liitokset on toteutettu Suomessa ja Saksassa eri tavoin. Eroavaisuuksien vuoksi suomalainen betonielementtitekniikka tuo elementtien uudelleenkäyttöön omat erityispiirteensä, jotka ovat niin teknisiä, tilallisia kuin arkkitehtonisiakin. Tämän diplomityön suunnitteluosuudessa on pyritty tutkimaan kahta jälkimmäistä. Teknisiä ja taloudellisia lähtökohtia on sivuttu asiantuntijoiden lausuntoihin, kirjallisuuteen ja terveeseen järkeen tukeutuen. Toivottavaa olisi, että betonielementtien uudelleenkäytöstä kiinnostuttaisiin Suomessa laajemmin, jotta myös teknisiä ja taloudellisia lähtökohtia tutkisivat näille aloille koulutuksen saaneet tahot, elementtien uudelleenkäyttö saataisiin huomioitua uusien elementtien tuotannossa ja koerakentaminen käytetyillä elementeillä voitaisiin aloittaa.

Seuraavissa alakappaleissa kerrataan lyhyesti niitä suomalaisten betonielementtirakennusten teknisiä ominaisuuksia, joilla voi olla vaikutuksia betonielementtien uudelleenkäyttöön.

5.3.1. Runkojärjestelmä: kirjahyllyrunko



Kaaviokuvat paikallavalaen, osaelementtirakenteisena sekä täyselementtirakenteisena suurlevyjärjestelmällä ja BES-järjestelmällä toteutetusta kirjahyllyrungosta (Kerrostalot 1880-2000, 2006).

Suomessa betonielementtirakennukset on toteutettu kirjahyllyrungoksi kutsutulla periaatteella, jossa rakennukseen nähden poikittaiset seinät kantavat, pitkittäisten seinien ollessa kevyitä. Rungon pituussuuntainen jäykistys tapahtuu pitkittäisillä, yleensä porrashuoneeseen liittyvillä seinillä. Kirjahyllyrunko voidaan toteuttaa paikallavalaen, osaelementtirakenteisena tai täyselementtirakenteisena. 1960-luvun puoleenväliin saakka kirjahyllyrunko toteutettiin usein pääosin paikalla rakentaen. (Mäkiö ja muut 1994). Paikallavalettuja olivat sekä välipohjat että kantavat väliseinät, joita oli tiuhassa. Portaat, parvekkeet, ilmanvaihtokanavat ja kevyet väliseinät olivat kuitenkin usein jo elementtirakenteisia. Tätä Ruotsissa allbetong-nimellä kutsuttua rakennustapaa käyttivät mm. tamperelainen Rakennustoimisto Mattinen & Niemelä ja kuopiolainen Rakennusliike Piispanen. (Hankonen 1993). 1960–70 -lukujen asuinkerrostalojen yleisin runkoratkaisu on kuitenkin osaelementtirakenteinen kirjahyllyrunko, yleisimmin toteutettuna siten, että julkisivut ovat kokonaan tai osittain elementeistä ja välipohja puolestaan on valettu paikalla suurmuottikalustolla (Mäkiö ja muut 1994). Tätä tapaa toteutti mm. kuopiolainen Rakennusliike Pasanen. Päinvastainenkin oli mahdollista: turkulainen Rakennustoimisto Ruola käytti paikallavala kantavissa seinissä ja suurlevyelementtejä välipohjissa (Hankonen 1993). Sekä paikallavalettu välipohja että massiivilaattaelementit aiheuttivat kantavia seinä tiheään, niitä oli myös asunnon sisällä. 1970-luvun alusta lähtien runkotyypiksi yleistyi BES-järjestelmällä toteutettu täyselementtirakenteinen kirjahyllyrunko, joka on yleisesti käytössä vielä tänäkin päivänä. Järjestelmässä välipohjat koostuvat kapeista, jopa yli kymmenmetrisistä, esijännitetyistä kevennettyistä ontelo- tai U-laatoista. Siksi kantavia väliseiniä on pääosin vain huoneistojen välillä. Välipohjistaan rakennukset saivat kutsumanimet ”pitkälatta-” tai ”pitkälankkutalo”. (Mäkiö ja muut 1994).

5.3.2. Julkisivut: nauha- ja ruutuelementit



Nauhaelementtijulkisivu 1960-luvulta, ruutuelementtijulkisivu 1970-luvulta (Tehdään betonista 2009).

Matalaa nauhaelementtiä käytettiin yleisesti 1960-luvun osaelementtiratkaisuissa, joissa myös ruutuelementti yleistyi 1970-luvun puolella. Täyselementtiratkaisuiden julkisivut toteutettiin ruutuelementeistä. Kantavat päätyelementit olivat yleensä aukottomia umpielementtejä. Julkisivuelementtien kannatukseen oli erilaisia tapoja, joista etenkin ns. puukkokannatus mahdollistaa helpon irrotuksen. Puukkokannatuksessa kevyt julkisivuelementti on sidottu teräsosien avulla runkoon, ja se oli yleisin

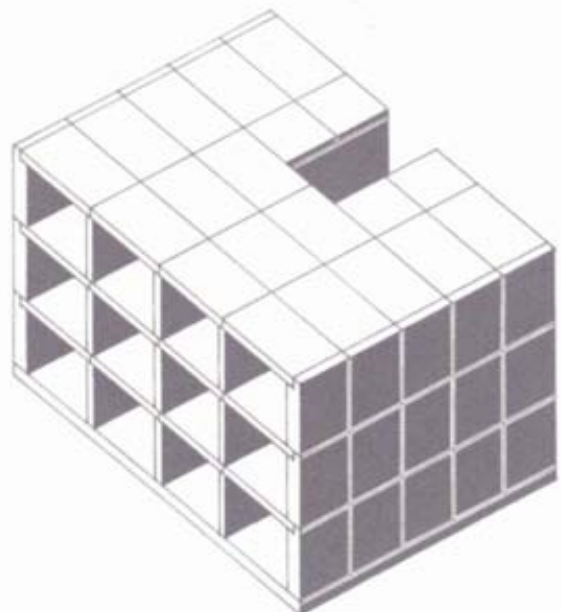
ruutuelementtien kiinnitystapa. (Mäkiö ja muut 1994). Kevyiden julkisivuelementtien laatu voi olla vaihtelevaa. Varsinkin työmaavalimoissa valmistetut julkisivuelementit ovat usein heikkolaatuisia: sisäkuoren paksuus voi olla vain muutamia senttejä ja eriste voi olla valussa painunut kasaan. Ulkokuori ylöspäin valetut julkisivuelementit ovat yleensä paremmin toteutettuja kuin ulkokuori alaspäin valetut. Valusuunta voidaan päätellä pintakäsittelystä: harjattu pinta valettiin ulkokuori ylöspäin, pesubetoni ja laattapinta ulkokuori alaspäin. (Suonketo 2009). Kevyiden elementtien käyttökelpoisuutta tästä ei voida päätellä, vaan asia on tutkittava tapauskohtaisesti. Kantavat päätyelementit ovat yleisesti ottaen paremmin toteutettuja ja parempilaatuisia, mutta kevyidenkin elementtien hyödyntäminen voi olla mahdollista. Alkuperäinen pintamateriaali ei yleensä vaikuta arkkitehtuuriin uudelleenikäytössä, sillä se täytyy suojata betonin pakkasrapautumista vastaan kylmissäkin rakenteissa vähintään levypinnalla.



Ruutuelementtien yleisimmät pintakäsittelytavat 1970-80 -luvuilla. Harjattupintainen elementti oli 1970-luvulla yleisin, pesubetoni- ja laattapinnat yleistyivät 1980-lukua lähestyessä. (Tehdään elementeistä 2009). Harjattupintainen elementti valetaan ulkokuori alaspäin, ja näin valmistetut elementit ovat yleensä parempilaatuisia kuin toisin päin valmistetut (Suonketo 2009).

5.3.3. Elementtijärjestelmä 1960-1975: suurlevyt

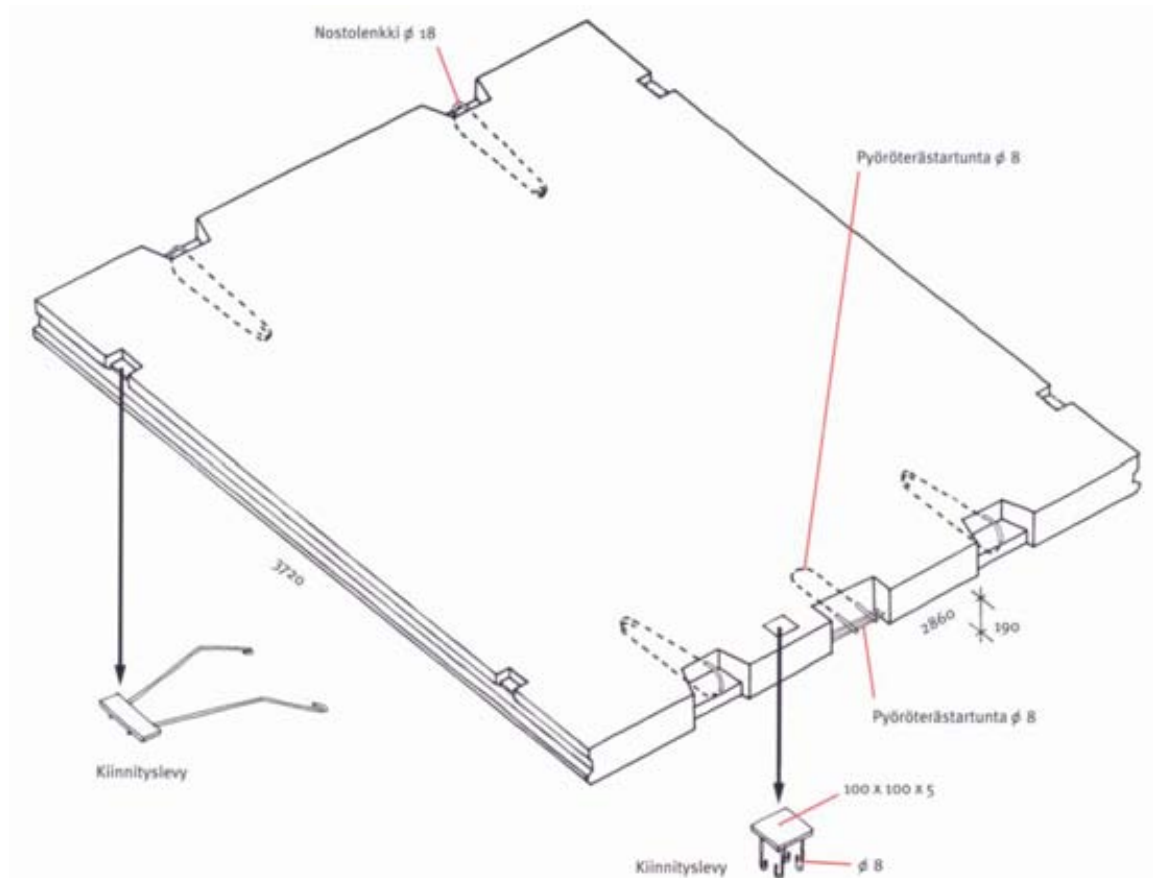
Suurlevyjärjestelmät olivat 1960-luvulla yleisiä, joillakin toimijoilla aina vuoteen 1975 käytössä olleita elementtijärjestelmiä. Kaikesta rakentamisesta niillä tosin oli melko pieni osa, vain noin 10%, sillä osaelementtiratkaisut olivat yleisempiä. Suurlevyjärjestelmät olivat käytössä lähinnä Etelä-Suomessa. Niissä runkoelementit olivat huoneen lattian tai seinän kokoisia massiivisia teräsbetonielementtejä. Välipohjaelementteinä käytössä oli myös työmaalla valmistettuja elementtejä ja harvinaisia 1200mm leveitä tyyppielementtejä.



Järjestelmät olivat suljettuja eli tuottajakohtaisia, joten niitä oli olemassa useita satoja. Eri valmistajien järjestelmien väliset erot olivat tosin pieniä ja keskittyivät liitos- ja rakennedetaljeihin, mm. elementtien päiden muotoiluun ja sivuvaarnaukseen. (Mäkiö ja muut 1994, Tehdään elementeistä 2009, Kerrostalot 1880-2000, 2006).

5.3.4. Suurlevyjärjestelmän mittamaailma

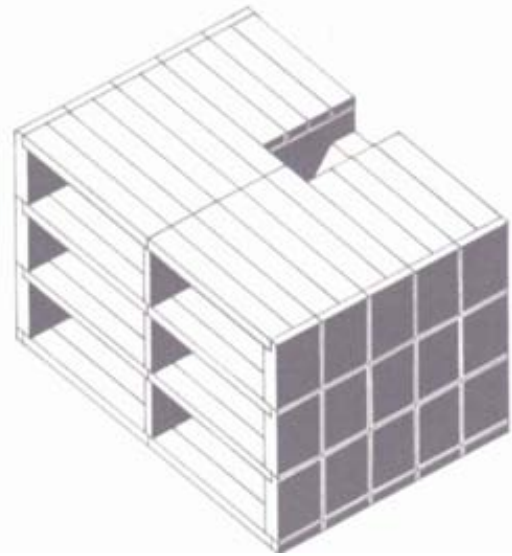
Suurlevyjärjestelmässä moduulijärjestelyn käyttö oli vakiintumassa, mutta moduulimitoitusta ei silti käytetty aina. Rungon moduulimitat olivat vaakasuunnassa 3M (300mm) ja pystysuunnassa 1M (100mm). Kantavat rakenteet sijaitsivat moduuliviivaan nähden keskeisesti. Poikittaiset seinät olivat kantavia, jonka lisäksi rakennuksen sisällä oli pitkittäisiä jäykistäviä seiniä. Välipohjaelementin paksuudet olivat yleisesti 190 mm – 200 mm, joskus myös 160 mm, ja elementin maksimitat 3600 x 5400 mm. Kerroskorkeus oli 2,8 metriä, mutta kantavien väliseinien korkeus vaihteli välipohjaelementin paksuuden mukaan. Kantavien väliseinien paksuus oli 150 tai 160 mm. Ulkoseinäelementtien sisäkuori oli mitoiltaan samanlainen kuin kantava väliseinä, villan ja ulkokuoren korkeus oli 2800 ja elementtien pituusmitta moduulivälein 1800-3000mm. Liitokset olivat laastiliitoksia. (Mäkiö ja muut 1994, Betonielementtirakenteet 1977, Tehdään elementeistä 2009).



Massiivinen suurlevyvälipohjaelementti, jonka maksimitat ovat 3,6 x 5,4 metriä. (Kerrostalot 1880-2000, 2006).

5.3.5. Elementtijärjestelmä 1971 alkaen: BES

Suomalainen BES eli Betonielementti-standardi syntyi Asuntohallituksen rahoittamana, Suomen betoniteollisuuden keskusjärjestön kehitysprojektina 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa. BES luotiin asuntorakentamista varten, ja se perustui kansainvälisesti käytössä olleiden järjestelmien vertailuun ja soveltamiseen. Päämääränä oli elementtirakentamisessa tuolloin vallinneen suurlevyjärjestelmän korvaaminen, jotta asuntoja voitaisiin tuottaa nopeammin, tehokkaammin ja taloudellisemmin samoilla resursseilla.

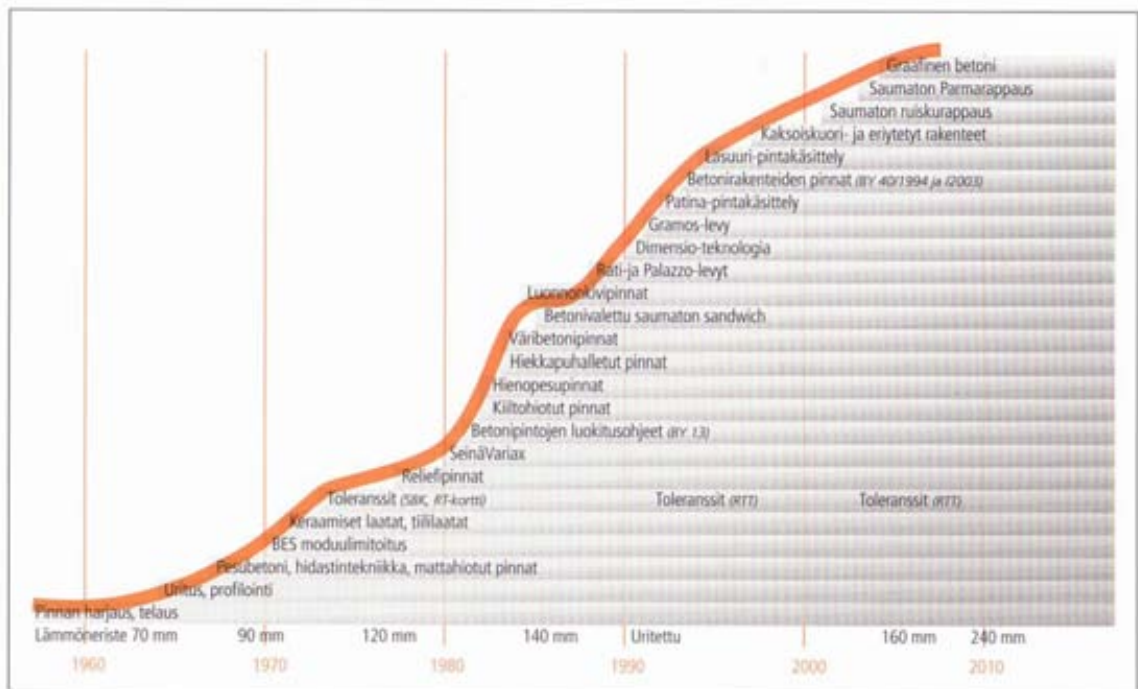


Merkittävin ero suurlevyjärjestelmään oli, että välipohjat olivat vain 1200mm leveitä, niin sanottuja pitkälaattoja eli ontelo- tai kaukalolaattoja. Pitkälaattojen suurempi jänneväli merkitsi vähemmän kantavia väliseiniä ja näin ollen parempaa muunneltavuutta. BES oli kaikkien yrittäjien käytettävissä ja merkitsi mitoituksen yhdenmukaistamista ja liitosten standardointia. Näin samaan rakennukseen oli periaatteessa mahdollista tilata elementtejä usealta valmistajalta ilman yhteensopivuusongelmia. BES-tutkimuksessa oli jopa rakennusten siirtojoustavuuteen tähtäävä päämäärä, joka jäi tosin taloudellisuuden jalkoihin. Tutkimusraportin mukaan ”BES-järjestelmällä toteutetun rakennuksen tulisi olla purettavissa, siirrettävissä uuteen paikkaan ja pystytettävissä kokonaisuudessaan uudelleen. Tätä saattavat vaatia mm. kehittyvien kaupunkien vaikeasti ennakoitavien liikenne- yms. saneeraustarpeiden synnyttämät uudet tilanteet.” (BES 1969). Uudet tilanteet toteutuivatkin, tosin eivät ehkä sellaisena kuin BES-työssä ennustettiin, mitä on selitetty luvussa 3.1.

Liitoksia koskevassa selvityksessä vertailtiin laastijuotos-, hitsi- ja pulttiliitoksia, joista suurlevyjärjestelmässäkään käytössä ollut laastijuotosliitos valittiin järjestelmään edullisuutensa vuoksi. Näin menetettiin siirtojoustavuuden lähtökohta. Peruseriaate oli, että liitoksiin kohdistuvat puristusvoimat siirrettiin saumalaastilla, vetovoimista ja stabiileetistä huolehdittiin laastisaumoihin sijoitetuilla teräksillä. (BES 1969).

Niin sanottuja pitkälaatta-välipohjaelementtejä oli kahta tyyppiä: ontelolaatta ja U-laatta eli tuotenimeltään Nilcon-elementti. Nilcon oli kaksiosainen elementti, jonka kantava alaosa oli poikkileikkaukseltaan ohut U-mallinen esijännitetty betonikaukalo, jossa reunapalkit toimivat kantavina osina. Ohut betoninen kansilaatta puolestaan lepäsi reunapalkkien varassa. Ontelolaatta oli kuitenkin pitkälaatoista yleisempi, ja se on edelleen tuotannon standardiratkaisu. (Mäkiö ja muut 1994).

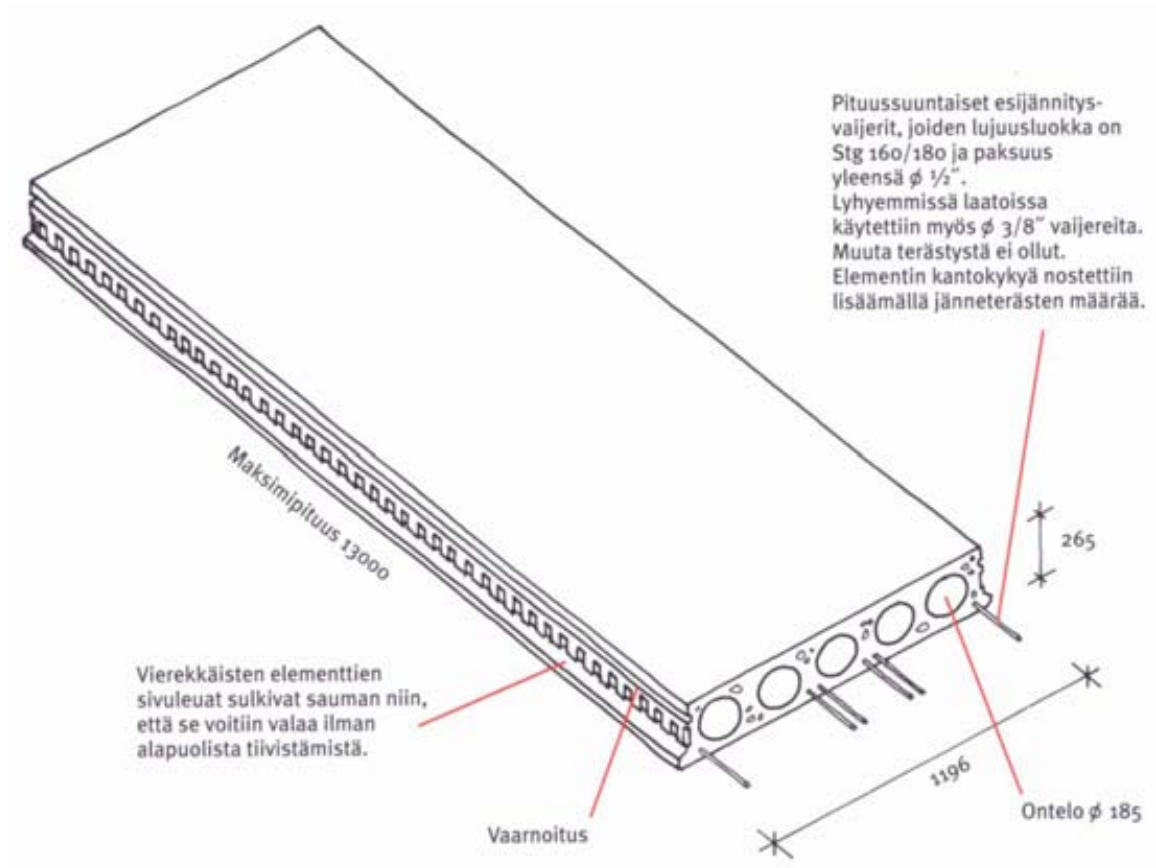
Ensimmäiset BES-koetalot valmistuivat vuonna 1971. Suomessa nykyisin käytössä oleva elementtitekniikka perustuu edelleen hyvin pitkälti BES-järjestelmään, mutta ahtaasta mitoitusmaailmasta on luovuttu yksilöllisempien ratkaisujen hyväksi. Julkisivujen käsittely- ja värivaihtoehtoja kehitettiin voimakkaasti 1980-luvulla. Nykyään elementtisarjan pituus onkin keskimäärin vain kolme elementtiä. 1990-luvulla käyttöön tulivat eriytetty rakenteet, joissa pintaverhous tehdään villan ja sisäkuoren sisältävästä elementistä erillisenä. Eriytetty rakenne on edullinen myös uudelleenkäytön kannalta, vaikkakin parasta olisi että myös eriste olisi sisäkuoresta erillinen osa. 2000-luvulla markkinoille tuli sileän pinnan tuottava, tuotenimeltään ParmaRappaus-järjestelmä, jolla elementtirakenteinen rakennus saadaan ilmeeltään yksiaineiseksi. Elementit ovat sisäkuoren, villan ja pohjarappauksen käsittäviä elementtejä, ja rakennuksen yhtenäinen pintarappaus tehdään asennuksen jälkeen työmaalla. (Tehdään elementeistä, 2009). Yhtenäinen pintarappaus on esteettisesti miellyttävä, mutta se tekee elementtien uudelleenkäytöstä lähes mahdotonta.



Betonielementtitekniikka on kehittynyt 1960-luvulta tähän päivään, mutta perustuu yhä kuitenkin BES-järjestelmään (Tehdään elementeistä 2009).

5.3.6. BESin mittamaailma

Tavanomaiset BES-rakenteet mitoitettiin enintään kahdeksan kerroksen rakentamista varten. Runkorakenteiden suunnittelumoduuliksi valittiin 12M (1200mm), ja liittyvien rakennusosien moduuliksi 3M (300mm). Kantavat rakenteet, eli kantava sisäseinä, ja kantavan ulkoseinän sisäkuori, sijaitsevat keskeisesti moduuliviivaan nähden. Eikantava ulkoseinä sijaitsee yleensä kokonaan moduuliviivan ulkopuolella. Kantava väliseinä ja kantavan ulkoseinän sisäkuori olivat 2500mm korkeita ja 180mm paksuja. Kantavan ulkoseinän muut kerrokset ja kevyet ulkoseinät kokonaisuudessaan olivat 2800mm korkeita. (BES 1969).



BES-järjestelmän välipohjaelementti, pitkät jänneväli mahdollistava ontelolaatta. (Kerrostalot 1880-2000, 2006)

5.3.7. Elementtijärjestelmien vaikutus uudelleenkäyttöön

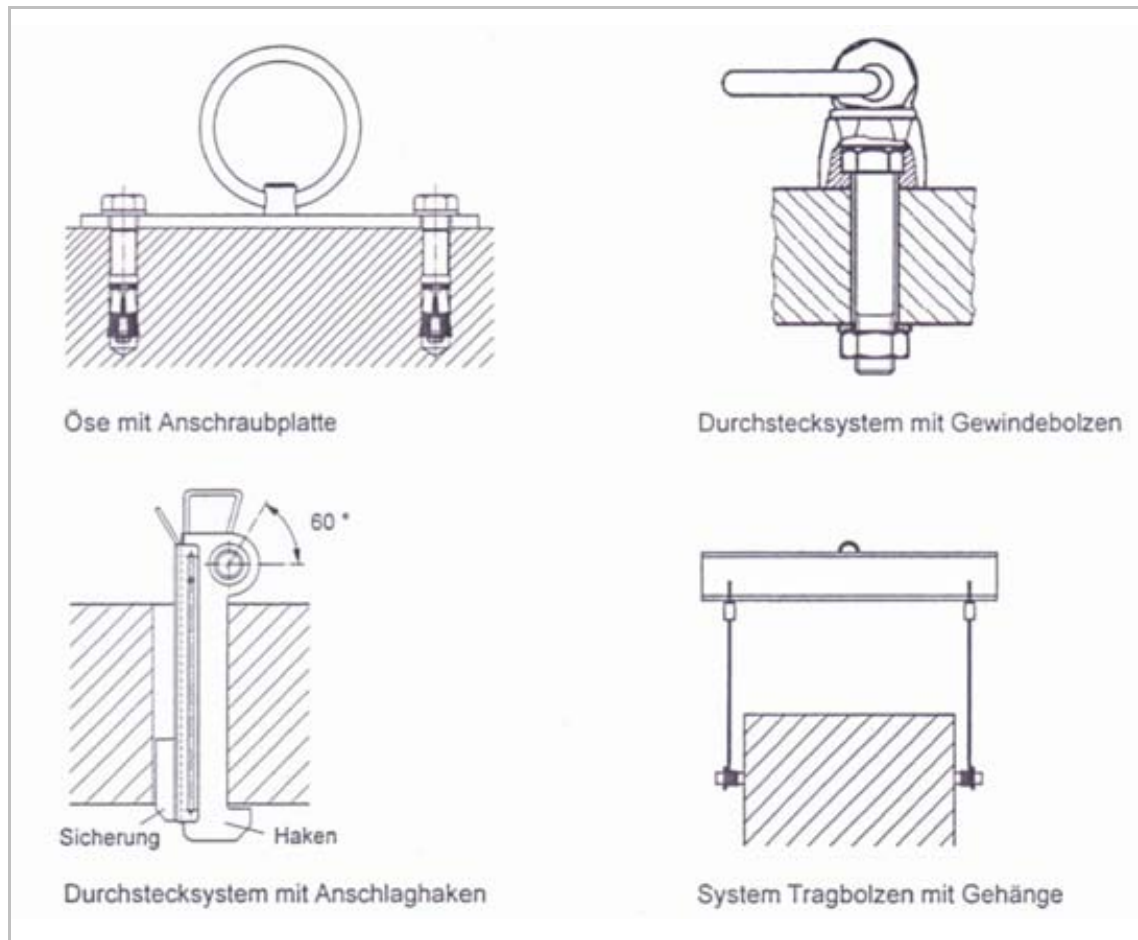
Suurlevyjärjestelmän ja BES-järjestelmän elementit eivät ole keskenään suoraan yhteensopivia, vaikka niissä käytettiin samaa kerroskorkeutta. Suurlevyvälipohjat olivat ontelolaattoja ohuempia, mistä on seurausta järjestelmien erilainen huonekorkeus. Näin ollen kantavat seinätkin ovat järjestelmissä hieman eri korkuisia, ja lisäksi ne ovat eri paksuisia, sillä ontelolaatta vaati suuremman tukipinnan kuin massiivielementti. Myös moduulijärjestely oli järjestelmissä erilainen: BESissä kantamoduli oli huomattavasti suurlevyjärjestelmää suurempi. Suurlevyjärjestelmän etuna uudelleenkäytössä ovat välipohjien ohuempi rakennepaksuus ja siitä seuraava suurempi huonekorkeus ja monipuolisemmat mittajärjestelyt, jotka toisaalta voivat vaikeuttaa eri lähteistä tulevien osien yhdistämistä. Massiivilaattaelementit kestävät myös hyvin purkamista ja niitä voidaan käyttää myös seininä. BES-järjestelmän etuna puolestaan on ontelolaattojen mahdollistama suurempi jänneväli, mikä monipuolistaa uudelleenkäyttömahdollisuuksia. Suurlevyjärjestelmästä ja BESistä peräisin olevien osien sekoittelu samassa rakennuksessa on mahdollista, mutta vaatii huolellista suunnittelua. BES-järjestelmässä käytetyistä välipohjalaattatyypeistä, U-laatasta ja ontelolaatasta vain jälkimmäinen on käyttökelpoinen myös uudelleenkäyttöön. Ontot U-laatat ovat

rakenteeltaan heikkoja, ja niiden rikkoontumisesta aiheutui ongelmia jo asennusvaiheessa. Niinpä ne tuskin kestäisivät purkamista ehjänä, ja lisäksi niiden ääneneristävyysominaisuudet olivat huonot. Ontelolaatta onneksi olikin yleisempi välipohjaelementtityyppi. Onteloilla kevennettynä ontelolaattakin on suurlevyjärjestelmän massiivilaattaelementtiä heikompi, mutta sen irrotus ehjänä on kuitenkin mahdollista.

5.4. Ehjänä purkaminen

Ehjänä purkaminen on suomalaisittain lähes tuntematon tekniikka. Siinä elementtien asennustyö suoritetaan ikään kuin päinvastaisessa järjestyksessä. Rakennus riisutaan ensin kaikista täydentävistä materiaaleista sisältä ja ulkoa, jonka jälkeen elementtien nostolenkit kaivetaan esiin, liitokset avataan ja elementit nostetaan kokonaisina alas kerros kerrokselta. Alkuperäisten liitosten tyypeillä on merkittävä rooli purkamisen onnistumisessa, sillä elementtirakentamisessa on Suomessa käytetty erilaisia liitoksia, joista toiset ovat helpommin avattavissa. Esimerkiksi kantavien väliseinien päistä puukkokannatetut julkisivuelementit ovat yksinkertaisemmat irrottaa kuin perustuksista asti toistensa päälle tukeutuvat. Eri liitostyyppien yleisyyttä on vaikea arvioida (Lahdensivu 2010, Suonketo 2010). Jos nostolenkkejä ei ole jätetty rakenteeseen tai niiden kunto on huono, voidaan käyttää tilapäisiä nostoankkureita tai liinanostoa, ja aukollisten elementtien tapauksessa nostaa aukkojen läpi pujotetun kettingin avulla (Lützkendorf 2009).

Ehjänä purkamista kokeiltiin 2000-luvun alussa Myllypurossa kertaluontoisesti, mutta tekniikkaa ei silloin pidetty mielekkäänä mm. uudelleenkäyttökohteiden puuttumisen vuoksi (Kerrostalon purkaminen 2001). Ehjänä purkamisen tekniikka voi kuitenkin olla kilpailukykyinen myös silloin, kun uudelleenkäyttöä ei suunnitella. Ahtaalla tontilla tiiviissä kaupunkiympäristössä murskaavat menetelmät voivat aiheuttaa asukkaiden kannalta sietämättömiä melu- ja pölyhaittoja, eikä muu kuin ehjänä purkaminen tule kysymykseen (Kinnunen 2009). Varsinaisen irrotustekniikan valinta määrittää irrotettujen osien kelpoisuuden uudelleenkäyttöön. Parasta tekniikkaa tällä saralla on timanttisahausta, joka tuottaa erittäin siistin leikkuupinnan. Koneellinen piikkaus tuottaa epätasaisemman pinnan. Myllypuron purkukokeilussa elementtien irrottaminen timanttisahaamalla todettiin hinnaltaan noin kymmenkertaiseksi rikkoviin menetelmiin nähden (Kerrostalon purkaminen 2001). Mielenkiintoista on, että myös Saksassa ehjänä purkaminen oli aluksi noin kymmenen kertaa niin kallista kuin rikkova purkaminen, mutta työtapojen kehittyessä hinta laski siten, että se nyt on kaksinkertainen perinteiseen purkamiseen verrattuna (Kil 2008). Myllypuron yksittäisestä purkukokeilusta ei siis pidä mennä tekemään liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Raahen Kummatin purkuprojektissa elementit on irrotettu ehjänä koneellisesti piikkaamalla, jolloin hinta on ollut jopa tavanomaista purkamista edullisempi. Purkutyön jälki on tosin tällä tekniikalla melko epätasaista, eikä kaikkia elementtejä ole näin edes ajateltu saatavan uudelleenkäyttöön.



Erilaisia purkamiseen soveltuvia elementtien tilapäisiä nostoankkureita, joita käytetään silloin, kun alkuperäisiä nostolenkkejä ei voida käyttää (Petzschmann ja muut 2000).

5.4.1. Myllypuron purkukokeilu

Helsingin Myllypuron kaupunginosassa purettiin vuonna 2000-2001 neljä elementtikerrostaloa saastuneen maaperän vuoksi. Talot oli rakennettu vuosina 1975-1977 entisen kaatopaikan päälle, mikä havaittiin 1990-luvun lopussa ongelmalliseksi ja maasta nousevat saastepitoisuudet liian korkeiksi. Purkamisen yhteydessä järjestettiin VTT:n purkumenetelmätutkimus osana Tekesin ProBuild – teknologiaohjelmaa. Purkumenetelmiä vertailtiin kustannusten, työturvallisuuden, ympäristövaikutusten ja purkut tuotteiden hyötykäytön kannalta. Vertailtavat menetelmät olivat purkaminen pienkalustolla, räjäyttämällä, purkukuulalla ja pitkäpuomisella purkukoneella (rikkovat menetelmät) sekä elementtien purkaminen kokonaisina. (Kerrostalon purkaminen 2001).

Rakennukset olivat täyselementtikerrostaloja. Kantava pystyrunko muodostui tiililaattapintaisista betonisandwich-elementeistä ja teräsbetonisista väliseinäelementeistä. Kantava vaakarunko muodostui ylä-, väli- ja alapohjissa ontelolaatoista ja porrashuoneissa massiivisista teräsbetonielementeistä. Porrassyöksyt, parvekkeet ja parvekkeiden pieliseinät olivat teräsbetonielementtejä. Elementtien liitokset olivat raudoitettuja saumavaluja. Saumaraudoitukset olivat pääasiassa hyväkuntoisia. Nostolenkit olivat säilyneet hyvin.

Sisäpurkuvaiheessa Myllypuron kiinteistöt otti talteen ne kalusteet, varusteet ja laitteet, joita he saattoivat hyödyntää omien kiinteistöjensä kunnossapidossa: mm. väliovet karmeineen, liedet, keittiökalusteita ja LVI-tarvikkeita. Helsingin kaupungin Uusix-kierrätystyöpajan työntekijät osallistuivat mm. ikkunoiden purkuun.



Helsingin Myllypurossa kokeiltiin elementtien irrotusta kokonaisina päivän verran. Purkamisen aloitettiin seinäelementeistä, koska ontelolaatat eivät suostuneet aluksi irtaamaan. (Kerrostalon purkamisen 2001).

Elementtien purkamista kokonaisina kokeiltiin yhden päivän verran. Näin purettavat osat olivat ylimmän kerroksen päätyhuoneiston elementtejä. Valmistelevana töinä purettiin kattorakenteet ja kaivettiin esiin nostolenkit, joiden oli todettu aikaisemmin olevan hyväkuntoisia. Kunto varmistettiin koenostolla. Vastaava työnjohtaja teki elementtien tuentasuunnitelman. Kaikki seinäelementit tuettiin kahdella vinotuella ja ontelolaatat päistään holvituilla. Kantavien seinien pystysaumot avattiin piikkaamalla. Julkisivusaumat avattiin ulkopuolelta henkilönostinta käyttäen. Ontelolaattojen päätysaumot sahattiin timanttisahalla auki hieman ontelolaatan puolelta, jotta saumoissa olevat rengasteräkset eivät vaikeuta sahaamista. Tällöin täytyy varmistaa, että laatan tukipintaa jää riittävästi jäljelle. Laattoihin porattiin reikiä nostoraksien kiinnittämistä varten. Nostokoneena oli 60tm vaunualustainen ajoneuvonosturi.

Irrottamisen kokeilu aloitettiin reunimmaisesta ontelolaatasta, jonka reunat oli sahattu kolmelta sivulta auki. Laattaa ei saatu irti, joten yritystä jatkettiin kevyistä julkisivuelementeistä, jotka saatiin nostettua pois kun kaikki saumat oli piikattu auki. Elementtiin jäi kiinni saumarautoja ja sähkökaapeleita, jotka polttoleikattiin pois

elementin roikkuessa nosturista. Julkisivuelementtien irrotuksen jälkeen ontelolaatat saatiin irti antamalla pitkäpuomisella kaivinkoneella alapuolelta voimakas isku, jolloin saumat murtuivat. Tämän jälkeen ontelolaatat voitiin nostaa alas. Päivän aikana saatiin purettua 6 ontelolaattaa, 3 kantavaa julkisivuelementtiä, 2 kevyttä julkisivuelementtiä, 2 parvekkeen pielitelementtiä ja 1 parvekelaattaelementti, yhteensä 14 elementtiä. Koeluontoisuuden vuoksi purettuja elementteille ei ollut suunniteltu uudelleenkäyttökohdetta.

Tutkimuksessa koettiin, että työturvallisuusriskit olivat vaikeasti hallittavissa: työmiesten tulee olla rakennuksen sisällä purkamisen aikana samalla kun elementtien irrotus aiheuttaa vinotuille sellaisia dynaamisia voimia, joita vastaan niitä ei ole mitoitettu. Tutkimus toteaa myös, että työmenetelmä oli kustannuksiltaan kymmenkertainen rikkoviin menetelmiin nähden, muttei anna tarkempia lukuja purkamisen kustannuksista. Raportti tyytyy toteamaan, että elementtien irrotus ei ole taloudellisesti kannattavaa rikkoviin menetelmiin verrattuna. (Kerrostalon purkaminen 2001).

5.4.2. Kerrostalojen madaltaminen Raahen Kummatissa



Kokonaisina purettuja ulkoseinäelementtejä Kummatissa joulukuussa 2009. Elementit olivat harjattupintaisia ja puukkokannatettuja, ja säilyivät hyvin ehjinä irrotuksessa.

Raahen kaupungin omistama Kiinteistö-Oy Kummatti osallistui Valtion asuntorahaston ARAn Käyttöaste paremmaksi –projektiin koerakentamiskohteena. Arkkitehtitoimisto Harri Hagan voitti Kummatin lähiön kehittämisestä järjestetyn ideakilpailun suunnitelmallaan, johon sisältyy tyhjien asuntojen poistaminen rakennuksia terassoiden

madaltamalla sekä jäljelle jäävien rakennusten asuntotyyppien, toiminnallisuuden ja arkkitehtonisen ilmeen modernisoiminen. Kilpailun jälkeen kiinteistöasakeyhtiö tilasi toteutukseen tähtäävät arkkitehtisuunnitelmat voittaneelta toimistolta, ja suunnitelmien pohjalta järjestettiin rakennusliikkeille kokonaisvastuu-urakkatarjouskilpailu. Tarjouksessa edellytettiin hallittua, jäljelle jääviä rakenteita vaurioittamatonta purkua, ja kierrätykselle annettiin urakoitsijan valinnassa 60% painoarvo. Halvimman ja kalleimman tarjouksen välillä oli huomattavan suuri hintahaitari, noin kymmenesosa koko hankkeen arvosta. Tarjouskilpailun voittanut Rakennusliike Lehto teki itse valinnan purkutavasta. (Sassi 2009).



Ontelolaatat irrotettiin rungosta Kummatissa Brokk-piikkausrobotilla.

Rakennesuunnittelijoina toimivat rakennusliikkeen puolesta Hannu Lehto ja Mikko Kinnunen, ja sen tarkasti ulkopuolisena rakennesuunnittelijana Jukka Pelo. Urakoitsija käytti purkamisessa omaa kalustoaan ja ulkoseinäelementit irrotettiin ehjinä ja kokonaisina. Holvit ja ulkoseinät tuettiin koko rakennuksen osalta ennen purkamisen aloittamista. Saumavalut piikattiin auki Brokk-piikkausrobotilla. Elementtien liitokset olivat ylhäältä ja alhaalta lujemmat kuin sivuista. Nostolenkit olivat paikallaan ja hyväkuntoisia, ja elementit nostettiin 1. vaiheessa autonosturilla ja 2. vaiheessa torninosturilla niistä alas. Elementit myytiin 1. vaiheessa maatalousrakentamiseen, ja niistä on tehty mm. navetta. Tästä Kiinteistö Oy Kummatissa saatiin ajatus käyttää seuraavien madallettavien talojen elementtejä omaan rakentamiseen. Toisesta vaiheesta saaduista parvekepieli- ja ulkoseinäelementeistä sekä ontelolaatoista on rakennettu huoltokonehalli ja autokatoksia. 1. vaiheessa väliseinät ja välipohjat olivat paikallavalettuja. Ne piikattiin muutaman neliön kokoisiksi palasiksi, rei'itettiin nostoa varten, nostettiin alas ja murskattiin tontilla. Rakennusliikkeen kokemuksen mukaan myös paikallavaletut rakenteet kannattaa purkaa mahdollisimman suurina paloina,

koska paikalleen murskatun purkujätteen käsittely on erittäin työlästä. Elementtien purku kokonaisina osoittautui Kummatissa taloudelliseksi ja yksinkertaiseksi. (Sassi 2009, Kinnunen 2009, Pöyskö 2009). On tosin huomioitava, ettei purkamisessa pyritty kovinkaan korkeaan purkujäljen laatuun.

5.5. Valinta ja testaus

Rakennuksen elementit inventoidaan ennen purkua, jolloin saadaan jo tietoa käytettävissä olevasta rakennusmateriaalista ja uudelleenkäyttökohdetta päästään jo suunnittelemaan. Elementtien irrottamisen onnistumista päästään kuitenkin testaamaan vasta purkamisen alettua, mikä voi muuttaa käytettävissä olevien elementtien määrää ja tyyppiä. Ehjänä purkamisen onnistumista käytettyjen liitosten suhteen voidaan arvioida etukäteen rakennepiirustusten avulla, mutta liitokset voivat työmaalla paljastua toisenlaisiksi, mistä vasta koepurku antaa tietoa (Lahdensivu 2009, Suonketo 2009). Inventoiduista elementeistä valitaan ennen purkamista tarvittua suurempi määrä uudelleenkäyttöä varten, ja purkamisen jälkeen suoritetaan uusi valinta vähiten vaurioituneista osista (Asam 2010). Irrotetut elementit voidaan jaotella purkamisessa tapahtuneen vaurioitumisen mukaan erilaisiin kuntoluokkiin, jotka määrittävät jatkokäyttöä. (Hartmann 2009). Elementeille voidaan suorittaa erilaisia kelpoisuuskokeita, joista saadaan tietoa esimerkiksi puristuslujuudesta, kantokyvystä, terästen asemasta ja korroosiosta sekä betonin karbonatisoitumisesta. Ensimmäisissä koerakennuskohteissa voidaan haluttaessa testata kaikki osat, ja jos tulokset osoittautuvat yhdensuuntaisiksi, testausmenettelyä kevennetään. (Asam 2009). Kaikkien elementtien testauksen tarpeellisuutta voidaan arvioida myös tulevien uudelleenkäyttökohteiden mukaan. Esimerkiksi Raahen Kummatissa autokatoksissa uudelleenkäytetyille parvekepielielementeille ei katsottu olevan tarpeen suorittaa kokeita. Useampikerroksisissa rakennuksissa turvallisuudesta varmistuminen on erityisen tärkeää.



Uudelleenkäyttöön valitut massiiviset välipohjaelementit odottavat purkutontilla kuljetusta uudiskohteeseen. (Asam).

5.6. Muokattavuus

TkT Jussi Mattilan mukaan betonirakenteet on mitoitettu siten, että niiden kantavuus on riittävä ilman raudoitustakin. Näin ollen raudoituksen katkeaminen ei estä ulkoseinäelementtien leikkaamista. Kantavat väliseinät sen sijaan ovat alun perinkin raudoittamattomia. Kantavien väliseinien ja myös kolmikerroksisen sandwich-rakenteen leikkaaminen onnistuu timanttisahalla (Mattila, haastattelu 2009). Seinäelementtejä voidaan siis varsin vapaasti leikata timanttisahalla haluttuun kokoon ja muotoon, jopa päätykolmioksi. Elementti lappeellaan tapahtuva lattiasahaus on kustannuksiltaan noin puolet seinäsahauksen hinnasta, ja uudelleenkäyttöön menevät betonielementit kannattaakin kääntää lappeelleen leikattavaksi. Berliinin teknillisessä yliopistossa on kehitetty elementtien kääntämistä varten kehys, jonka avulla elementti nostetaan lappeelleen leikkausta varten (Asam 2006a). Käytännössä kuitenkin kääntö onnistuu myös ilman kehystä, jonka käyttö työmaaolosuhteissa on vaivalloista. Kääntökehys soveltuu paremmin välivarastossa tapahtuvaan sahaamiseen. Timanttisahaus on välttämätöntä elementtien muokkauksessa, mutta kauneusvirhe on, että sen ekologista jalanjälkeä on vaikea arvioida. Sahanterien raaka-aine, timantti, on harvinainen ja uusiutumaton luonnonvara, ja sen käytön vaikutusta uudelleenkäytön ympäristövaikutusten kokonaisuuteen ei ole pystytty arvioimaan. (Asam 2009).

Sandwich-elementtien ulkokuorta kannattavien ansaksien kunto on varmistettava, ja tarvittaessa pultattava ulkokuori kiinni sisäkuoreen. Huonokuntoisten ulkokuorten irrotus on mahdollista Tampereen teknillisellä yliopistolla kehitetyllä paineilmmamenetelmällä, jolloin poistetaan myös vanhat eristeet (Muurimäki 1997). Nostotyömenetelmä on varsinaisesti kehitetty korkealla tapahtuvaa korjausrakentamista varten, mutta se on käyttökelpoinen tekniikka ulkokuorten poistamiseksi alas nostetuista elementeistä maan pinnallakin.

Seinien aukotusta voidaan muuttaa timanttisahaamalla uusia aukkoja ja muuraamalla umpeen osia vanhasta. Conclus-arkkitehtitoimiston strategia aukotukseen on sahata elementit pystysuuntaisiksi paloiksi aukkojen reunalta. Uudessa rakennuksessa aukot ovat pystysuuntaisia ja jäävät täysin uusina rakenteina elementtien väliin. Tapa on käytännöllisempi ja suositeltavampi kuin elementissä jo olevien aukkojen muokkaus.

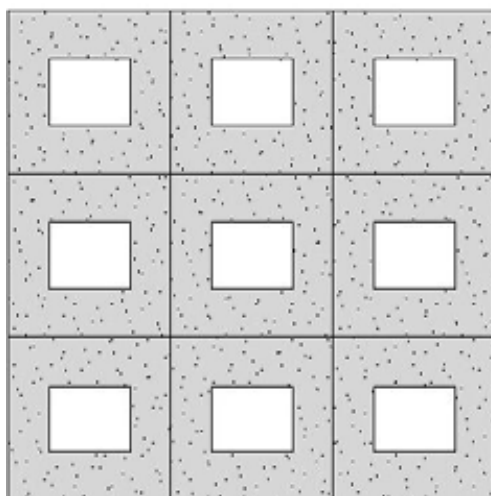
Myös suurlevyjärjestelmän massiivisia välipohjalaattoja voidaan leikata. Ne ovat tosin kooltaan niin pieniä, huoneen kokoisia, että leikkaamiseen tulee tarpeeseen vain erityistapauksissa. Ontelolaattoja voidaan lyhentää sahaamalla – näinhän menetellään myös uusien ontelolaattojen valmistuksessa (Pentti 2009). Ontelolaattoihin voidaan tehdä reikiä sahaamalla laatan nurkkiin ja poraamalla laatan keskiosiin, kunhan onteloiden välisiä kannaksia ei katkaista liikaa. Laattojen päiden vino katkaisu on mahdollista myös jälkikäteen. (Parma 2003).



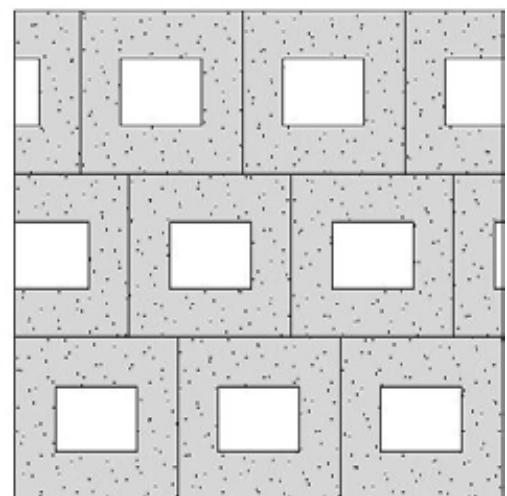
Elementtejä leikataan timanttisahalla haluttuun kokoon jo purkutyömaalla (Asam). Kyseessä on kohde 6.3 Ringkolonnaden Westseite.

5.7. Uudelleenasennus

Suomalaisten elementtijärjestelmien liitokset eivät salli alkuperäisten liitosten käyttöä, mikä Saksassa on mahdollista erilaisen tekniikan vuoksi. Liitokset on siis suunniteltava uudelleenasennusta varten uudestaan. Elementtien liittämässä voidaan esimerkiksi käyttää apuna betoniin pultattavia teräsosia, mm. kiila-ankkureita ja kulmarautoja (Asam 2009). Elementtejä voidaan pyrkiä käyttämään luovasti - vaikkapa massiivisia välipohjia seininä, kuten Saksassa on tehty.



VOTSI



JUOKSULIMITIYKS

Betonelementtejä ei ole pakko asentaa alkuperäiseen tapaan pystysaumot päällekkäin votsiin, vaan ne voidaan limittää.

TkT Jussi Mattilan mukaan elementtien asennus luovuttajarakennusten tapaan votsiin, jossa elementtien pystysaumot ovat linjassa ja muodostavat vaakasaumojen kanssa ruudukon, ei ole tarpeellista. Uudessa rakennuksessa voidaan käyttää myös elementtien juoksulimitystä, mikä tarjoaa enemmän vapautta julkisivusommitteluun. Votsilimitystä on alun perin käytetty, koska elementtien liitoskohtaan tulee käytännössä helposti halkeama. (Mattila 2009). Jos halkeaman riskiä halutaan välttää, voidaan pohjasuunnittelussa pyrkiä sijoittamaan esimerkiksi ikkunoita elementtien väleihin, jolloin liitoskohta ei synny, tai peittämällä liitoskohta ylemmässä kerroksessa kevytrakenteisella väliseinällä.

Ontelolaatoista voidaan tehdä lyhyitä, alle kaksimetrisiä ulokkeita pintavalun avulla (Parma 2003). Pintavalun avulla saadaan lisättyä myös välipohjan kantokykyä (Lahdensivu 2010). Jos asennusalusta on tasainen, ontelolaatoista saadaan tehtyä myös maanvarainen alapohja ohuen, tasoittavan pintavalun avulla (Suonketo 2010).



Käytettyjen elementtien asennusta omakotitaloon Karowin kaupunginosassa Berliinissä. (kohde on 7.4). Seinät ovat itse asiassa pystyyn nostettuja välipohjaelementtejä. (Asam).

Rakennuksen sähköistyksessä ei uudelleenkäytön yhteydessä voida enää käyttää hyväksi alkuperäisiä, elementin sisäisiä sähkövetoja. Uudet kaapelit voidaan kuljettaa jalkalistoissa, alakatoissa tai asennuslattioissa, ja vain välttämättömmimmässä kohdin roilota ne elementtiin. Sähkökytkimet voidaan toteuttaa kauko-ohjaimina, mikä on yleistä myös uusissa hirsitaloissa. (Mattila 2009). Viemäröinnin vaatimat läpiviennit voidaan pyrkiä tekemään esimerkiksi asennusseiniä kautta, jolloin välipohjien aukotusta jälkikäteen voidaan välttää.

6. OSITTAISEN PURKAMISEN ESIMERKKIPROJEKTIT

6.1. Ahrensfelder Terrassen, Berliini, Saksa

Osoite: Havemannstraße, 12689 Berlin

Arkkitehtisuunnittelu: Stephan Schüttauf + Michael Persike

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin

Laajuus: 1670 asuntoa → 409 asuntoa

Valmistumisvuosi: 2005



Korjattuna Ahrensfelder Terrassen –nimen saanut suuri korttelialue Berliinin Marzahn-lähiössä koostui aikaisemmin 11-kerroksisista pesubetonipintaisista lamellikerrostaloista, jotka kärsivät matalasta käyttöasteesta. Rakennukset ovat vuokrataloja ja ne oli rakennettu vuonna 1985 WBS70-järjestelmällä. Talot madallettiin terassoiden pääosin 2–3 kerrokseen ja osittain 5–6 kerrokseen. Korkeammiksi jätetyt rakennukset rajaavat keskeistä pääkatua, johon nähden poikittaisten sivukatujen varrella olevat korttelin osat tehtiin pienimittakaavaisemmiksi. Kymmenen WBS70-järjestelmän standardoitua asuntopohjaa monipuolistuivat muutoksessa 39 erilaiseen pohjaratkaisuun. Uusiksi asuntotyypeiksi tuli 2, 3 ja 4 huonetta jotka ovat kooltaan 48 - 102 m². Pieni määrä asuntoja toteutettiin esteettöminä. (Ahrensfelder terrassen 2009a &

2009b). Osapurkamisessa muodostettiin ylimpiin kerroksiin asuntojen kattoterasseja, ja kortteli onkin saanut nimensä uudesta terassoituvasta massoitteestaan. Ensimmäisen kerroksen sisäpihan puolen asunnoille puolestaan rajattiin pienet asuntopihat, joille johtaa porraskäytävä. Uusi voimakas julkisivuväri erottautuu aiemmasta betonin harmaudesta. Värikkyys yhdessä kattoterassien, teräsrakenteiden ja uusien parvekemuotojen kanssa luovat alueen vanhasta voimakkaasti poikkeavan ilmeen. Katutilassa vaikutelma on yhtäaikaista urbaani ja puutarhakaupunkimainen, ja jalankulkuympäristö korttelin sisällä on pienimittakaavainen ja vihreä.



Ahrensfelder Terrassen ennen ja jälkeen muutoksen (Asam).

6.2. Südstadt, Leinefelde, Saksa

Osoite: 37327 Leinefelde

Arkkitehtisuunnittelu: Stefan Forster Architekten

Valmistumisvuosi: 1999 –



Leinefelde on pieni, entinen puuvillateollisuuskaupunki Thüringenin osavaltiossa. Kaupunki kasvoi DDR:n aikana ennätysnopeasti 2 000 asukkaan kylästä 16 000 asukkaan teollisuuskaupungiksi Spinnen eli puuvillatehtaan ympärille. Tehdastyöväkeä varten rakennettiin teollisuusalueen viereen vanhasta kylästä täysin erillinen Südstadt, yksistään elementtikerrostaloista koostuva asuinalue. 90% Leinefelden asutokannasta sijaitsee näissä rakennuksissa, ja ne ovat myös kiinteä osa kaupungin olemusta ja historiaa. Itä-Saksan kaaduttua Spinnen työpaikat hävisivät yhdessä yössä, ja kaupungin kutistumisprosessi käynnistyi ihmisten muuttaessa työn ja paremman elämän perässä entisen Länsi-Saksan puolelle. Ratkaisuksi kaupungin vuokra-asuntojen käyttöasteen nostamiseen ja koko kaupungin imagon ja houkuttelevuuden parantamiseen valittiin elementtikerrostalojen osittainen purkaminen ja radikaali korjaaminen, jonka suunnittelu alkoi 1990-luvun puolivälissä ja toteutus 2000-luvun alussa. (Reinhardt 2009).

Lähes kaikki kaupungin kerrostalot on nyt saneerattu pääasiassa arkkitehtitoimisto Stefan Forsterin suunnitelmien mukaan. Useimmat niistä on madallettu polveillen siten että ylimmille asunnoille on muodostunut kattoterasseja. Kiinnostava osapurkamisen muunnelma on lähes 200 metriä pitkän lamellitalon viipalointi kahdeksaksi itsenäiseksi kaupunkivillaksi. Lämpörapatuissa julkisivuissa toistuvat vaaleansiniset värit ja leijuvat, ripustetut, punaiset noppaparvekkeet. Sisäänkäyntien tiilimuurit ovat toinen Forsterin arkkitehtuurin tyypillinen tyylikeino. Hän nimeää arkkitehtuurinsa esikuvaksi 1920-30 -luvun arvostetut työväenasuntoalueet, siedlungit. Leinefelde on saanut kaupunkireformistaan kymmeniä arkkitehtuuri-, kaupunkisuunnittelu- ja rakennuttamispalkintoja, joista korkea-arvoisin ehkä eurooppalainen kaupunkisuunnittelupalkinto vuodelta 2004. (Kil 2008).



Büchnerstraße 42-44. Valmistunut 2003. Kustannukset 848 €/m². Vertailun vuoksi: uudisrakentamisen kustannukset Leinefeldessä olivat vuonna 2002 n. 1100 €/m².



Stormstraße 14-28. Valmistunut 2007. Kustannukset 703 €/m².



Einsteinstraße 9-37. Valmistunut 2004. Kustannukset 1 031€/m². 200 metriä pitkä lamellitalo muuttui kahdeksaksi itsenäisesti seisovaksi kaupunkivillaksi.



Büchnerstraße 18-40. Valmistunut 2001. Kustannukset 704 €/m².

6.3. Ringkolonnaden, Berliini, Saksa

WESTSEITE / SENIORENZENTRUM POLIMAR

Osoite: Ludwig-Renn-Straße 66-72, 12687 Berlin

Arkkitehtisuunnittelu: Degewo

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin

Valmistumisvuosi: 2007

OSTSEITE

Osoite: Mehrower Allee 38-46, 12687 Berlin

Arkkitehtisuunnittelu: Degewo / Alexander Stöckl

Valmistumisvuosi: 2009



Entinen Ringkolonnaden Westseite, nykyinen Seniorenzentrum Polimar.

Niin ikään Marzahn-lähiössä sijaitseva Ringkolonnaden-asuinkortteli muodostui kahdesta puolikaaren muotoisesta pesubetonipintaisesta lamellikerrostalosta, jotka sijaitsivat toisiinsa nähden ”selät vastakkain”. Kortteli oli rakennettu vuonna 1985 WBS70-järjestelmällä. Itäisempi rakennus, Ringkolonnaden Ostseite, oli kahdeksankerroksinen ja läntinen, Westseite, 11-kerroksinen. Rakennukset omistaa suuri vuokrataloyhtiö Degewo, joka suunnitteli itse korjaukset. Pudonneen käyttöasteen vuoksi länsipuoli aiottiin purkaa kokonaan, mutta alueen asukkaiden vastustus muutti suunnitelmia. (Stöckl 2009, Friedrich & Stahl 2009).

Rakennukset korjattiin toisistaan erillisinä, mutta molempien korjausstrategiaksi valittiin lyhentäminen ja madaltaminen, tosin eri tavoin toteutettuna. Länsipuoli, jonka käyttötarkoitus muuttui vanhainkodiksi ja senioritaloksi, lyhennettiin vain murto-osaan alkuperäisestä ja madallettiin viidellä kerroksella. Rakennukseen tuli 92 vuodepaikkaa,

26 tukiasuntoa sekä terveydenhuolto- ja ravintolapalveluita. Rakennusmassan lyhennyksessä kantava väliseinä muuttui ulkoseinäksi, mikä merkitsi alun perin symmetrisen kuormituksen muuttumista epäsymmetriseksi. Seinää jouduttiin tukemaan teräksin nurjahduksen estämiseksi. Uudet suuret, värikkäät parvekkeet tekevät rakennuksesta hyvin tunnistettavan. Rakennuksen uuden käyttötarkoituksen vuoksi esteettömyys on huomioitu korjauksessa erityisen huolellisesti. (Friedrich & Stahl 2009, Asam 2009).

Ringkolonnadenin itäpuoli, Ostseite, säilyi asuinkerrostalona. Sen kuusilamellista massaa lyhennettiin yhdellä lamellilla ja jäljelle jäänyt osa terassoitiin lamelleja mukailleen 3-5 –kerroksiseksi. 156 asunnosta jäi muutoksessa jäljelle 50, ja niistä osa korjattiin esteettömiksi. Rakennuksen erikoisuus on sen toisen päädyn peittävä omintakeinen seinämaalaukset, jonka suunnitellut taiteilija Frank Beutel oli maalannut korjauksessa purettujen, alkuperäisten sisäänkäyntikatosten seinämaalaukset. Uusi maalaus on rakennuksen lyhennyksessä ulkoseinäksi muodostuneen entisellä kantavalla väliseinällä. Osapurkamisen jälkeen molemmat rakennukset korjattiin tavanomaisin menetelmin eli lisälämmöneristämällä ja rappaamalla. (Stöckl 2009).



Ringkolonnaden idästä kuvattuna ennen ja jälkeen korjausten. Myös korttelin länsiosa näkyy molemmissa kuvissa ylhäällä vasemmalla.



Madallettu Ringkolonnaden Ostseite ja taitelija Frank Beutelin seinämaalaukset.

6.4. Kräutersiedlung, Gorbitz / Dresden, Saksa

Osoite: Forsythienstraße, Schlehenstraße, Kamillenweg & Thymianweg, 01169 Dresden

Arkkitehtisuunnittelu: GRAS & Stefan Forster Architekten (alue- & värisuunnitelmat)

Bauplanung Sachsen (1. rakennusvaihe)

Architektur- und Beratungsbüro Körner (1. rakennusvaihe)

Architekturbüro Rolf Zimmermann (2. rakennusvaihe)

Rakennesuunnittelu: Ing.-Büro Kless-Müller

Laajuus (suunniteltu): 829 asuntoa → 270 asuntoa (toteutui 131 asuntoa)

57 700 m² → 20 000 m² (toteutui ~11500 m²)

Valmistumisvuosi: 2003

Kustannukset: 896 €/m²



Toisessa rakennusvaiheessa toteutettu Kamillenweg 2-6, arkkitehti Rolf Zimmermann.

Kräutersiedlungin korttelit Gorbitzin lähiössä koostuivat seitsemästä WBS70-tyypin 6-kerroksisesta, 90-160 metriä pitkästä, yhdensuuntaisesti sijoittuneesta lamellitalosta ja kolmesta näiden vastaisesta lyhyestä lamellista. Muutossuunnitelmassa pitkät lamellitalot päätettiin useammaksi erilliseksi rakennukseksi ja niitä madallettiin 2-3 kerroksella. Pätkimisen seurauksena erillisten rakennusten määrä olisi lisääntynyt yhdeksästä 17:ään, jos suunnitelma olisi toteutettu kokonaisuudessaan. Sen sijaan vain kaksi suunnitellusta neljästä vaiheesta toteutettiin. Rahoitusvaikeuksien vuoksi loput rakennukset purettiin kokonaan ja tontit muutettiin viheralueeksi. Alueen täydennysrakentamista pientaloilla suunnitellaan. Asuntojen standardipohjat on muutettu yksilöllisemmiksi. Kylpyhuoneet ja jopa keittiöt on toteutettu vanhan

rakennusrungon ulkopuolelle. Vanhat parvekkeet purettiin. Molemmille rakennusvaiheille tyypilliset voimakkaat julkisivuvärit ja pitkät parvekkeet vastaavat pitkälti alueen uudesta arkkitehtonisesta ilmeestä. Ylimpien kerrosten asunnoilla on kattoterassit ja alimpien kerrosten asunnoilla terassipihat. Asuntotyypit vaihtelevat 52 m²:n kaksioista suuriin 140 m²:n perheasuntoihin. Myös muutama esteetön asunto toteutettiin. Alue palkittiin Saksan arkkitehtiinon, kuntaliiton ja kiinteistöliiton järjestämän Deutscher Bauherrenpreis –kilpailun korjausrakentamisen kilpailusarjassa valmistumisvuonnaan, ja se on palkittu värisuunnitelmastaan myös Saksan maaliteollisuuden kilpailussa maan kauneimmasta asuinalueesta. (Kräutersiedlung 2009).



Forsythienstraße ennen ja jälkeen korjauksen.



1. rakennusvaiheen arkkitehtuuria, suunnittelijat Bauplanung Sachsen ja Körner.

6.5. Neustädter Feld, Magdeburg, Saksa

Osoite: Resewitzstraße 1-12 & Othrichstraße 35-44, 39128 Magdeburg

Arkkitehtisuunnittelu: Stadtbüro Hunger (aluesuunnitelma)

Architekturbüro Zesewitz (rakennukset)

Rakennesuunnittelu: Ing.-Büro T. Ungewitter

Laajuus: 220 asuntoa → 44 asuntoa, 35 250 m² → 18 460 m²

Valmistumisvuosi: 2003

Kustannukset: 947 €/m²



Magdeburg oli DDR:n aikaan keskeinen teollisuuskaupunki, jossa oli etenkin raskasta koneteollisuutta. Itä- ja Länsi-Saksan yhdistymisen jälkeen kaupungin väkiluku on pudonnut yli 60 000 asukkaalla 230 000 asukkaaseen, ja sen ennustetaan pienenevän edelleen. Asukkaiden vähenemisestä huolimatta kaupungin asuntotarjonta on lisääntynyt 15 000 asunnolla, eikä uusien asuntojen rakentaminen ole pysähtynyt. Kaupungissa on lähes 30 000 asunnon laskennallinen ylitarjonta, joista 20 000 esitetään purettavaksi. Tarjonnan ja kysynnän ristiriidassa häviäjänä ovat elementtitalot, jotka eivät pärjää houkuttelevuudessaan asuntomarkkinoilla. (Magdeburg 2009).

Neustädter Feldin lähiössä ongelmana olivat asuntojen tyhjentymisen lisäksi työttömyys ja segregatio. Kaupunkisuunnittelun ja arkkitehtuurin keinoin ongelmia vastaan taistellakseen kaupungin vuokratyöyhtiö madallutti Resewitzstrabella ja Othrichstrassella sijaitsevat 5-kerroksiset vuokra-asuntokerrostalot 2–3 -kerroksisiksi pientaloiksi. Kerrostalojen vanhasta C:n muotoisesta suurkorttelirakenteesta huolimatta

korttelin uusi vaikutelma kadulle on hyvin urbaani. Madalletut rakennukset toimivat puskurina olemassaolevien kerros- ja pientaloalueiden välillä. Sisääntulojärjestelyjä muutettiin siten, että käynti asuntoihin on suoraan ulkoa ja vanha porrashuone jaettiin kahtia asuntojen osaksi, jossa asunnon sisäinen kapea porras sijaitsee. Tällä, julkisivua jakavalla värityksellä ja massaa rytmittävillä kattomuodoilla saatiin aikaan vaikutelma kytketyistä rivitaloista. Myös ikkunakokoja muutettiin. Asunnot ovat suuria perheasuntoja, joiden koot ovat 115 m² ja 164 m². Ensimmäiseen kerrokseen järjestettiin suora pihayhteys parvekkeesta laajennetun terrassin kautta. Asuntojen ullakkotilaa asukkaat saavat kehittää omaehtoisesti tarpeidensa mukaan. Asunnot ovat edelleen vuokratyöyhtiön omistuksessa ja niiden käyttöaste on 100%. Ratkaisu mahdollistaa kuitenkin asuntojen muuttamisen omistusasunnoiksi myöhemmin. Projekti sai kunniamaininnan Saksan arkkitehtiiliiton, kuntaliiton ja kiinteistöliiton järjestämän Deutscher Bauherrenpreis –kilpailun korjausrakentamisen kilpailusarjassa valmistumisvuonnaan (Hunger 2003).



6.6. Bergsjö, Göteborg, Ruotsi

Osoite: mm. Stjärnbildsgatan 46-58, 41518 Göteborg

Arkkitehtisuunnittelu: CFL Arkitekter / Bengt Forser

Valmistumisvuosi: alkuperäinen 1967, muutos 1985

Laajuus: 596 as → 276 as



Göteborgin Bergsjön lähiössä Stjärnbildsgatanilla sijaitsevat 4-5 -kerroksiset sosiaalisten asuntojen kerrostalot madallettiin 1-2 -kerroksisiksi rivitaloiksi 1980-luvun loppupuolella. Myös Bergsjössä ratkaisulla pyrittiin vastaamaan elementtikerrostaloasuntojen huonoon houkuttelevuuteen ja parantamaan tyhjentyneiden rakennusten käyttöastetta. Madallettuihin rakennuksiin lisättiin harjakatot sekä erkkereitä ja ne verhoiltiin puulla. Myös Solstadenin lähiössä on toteutettu 8-kerroksisen, pitkän lamellikerrostalon madaltaminen ja päädyn terassointi. (Erat ja muut 1991, Salastie ja muut 1987).



6.7. Kummatti, Raahe, Suomi

Osoite: Ohjaspolku & Ratsukatu, 92150 Raahe

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Harri Hagan/Harri Hagan & Petri Kontukoski

Rakennesuunnittelu: Rakennusliike Lehto/Mikko Kinnunen & Hannu Lehto, Jukka Pelo

Laaajuus: 364 as → 244 as, 8596 m² → 4545 m²

Valmistumisvuosi: 2008 –



Raahen Kummatti oli ongelmallisen lähiön maineessa. Alueen rakennukset lähes yksin omistava kaupungin vuokrataloyhtiö, Kiinteistö Oy Kummatti, järjesti viiden arkkitehtitoimiston kutsukilpailun alueen muutoksesta. Purettavia asuntoja on sata, millä parannetaan jäljelle jääneiden käyttöastetta. Purkuun joutuivat etenkin suuret asunnot (kolmiot), joille ei ole kysyntää. Aravarajoitusten samanaikainen poistaminen mahdollistaa asukasvalinnan muin kuin sosiaalisin perustein, millä tähdätään myös imagolliseen täyskäännökseen sekä parempiin ja varmempiin vuokratuottoihin. Vuonna 2005 ARAn kanssa yhteistyössä toteutetulla ideakilpailulla haettiin ajatuksia purkamisen ja korjaamisen toteuttamiseen arkkitehtonisesti korkeatasoisesti. Ehdoksi asetettiin, ettei yhtään rakennusta saa esittää purettavaksi kokonaan. (Sassi 2009).

Arkkitehtitoimisto Harri Hagan voitti viiden toimiston kutsukilpailun ja korjausten toteuttaminen alkoi kolmessa vaiheessa. Näistä ensimmäinen, kolmen alun perin kolmikerroksisen, hissittömän lamellitalon madaltaminen 1-2 kerrokseen, on valmistunut. Toinen vaihe, viiden 6-kerroksisen pistetalon osittainen madaltaminen, on käynnissä. Kolmantena vaiheena suunnitellaan viiden tiiliverhoillun kolmikerroksisen lamellitalon käsittelyä. Kolmikerroksisia hissittömiä rakennuksia madaltamalla vältetään hissien rakentamisesta aiheutuvat kustannukset kahdeksassa talossa.

Ohjelmaan liitettiin kilpailuvaiheen jälkeen myös energiatehokkuutta ja erityisryhmien tuettua palveluasumista koskevia tavoitteita. (Sassi 2009).



Kummattia ennen ja jälkeen korjauksen.

Ensimmäisessä vaiheessa pitkien ja matalien lamellitalojen massat terassoitiin rakennusten pitkän sivun suuntaisesti. Pesubetonipintaisten elementtien alkuperäinen lämmöneristepaksuus oli 120 mm. Nyt seinät lisälämmöneristettiin 60 mm:llä villaa ja verhoiltiin polymeeribetonilevyillä. Kolmannen kerroksen piippumainen osa on alkuperäisen massan muistuma, osoittaen sen korkeuden, vaikka onkin toteutettu uutena puurakenteena. Se toimii myös taustana aurinkopaneeleille ja kätkee sisäänsä ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteiston. Toisessa vaiheessa pohjaltaan neliömäiset pistetalot madalletaan osittain kantavia linjoja noudattaen siten, että korkeasta massasta tulee huomattavasti alkuperäistä hoikempi. Vanhan massan päälle tuleva lämmöntalteenotolla varustetun ilmanvaihdon konehuone lisää vertikaalista vaikutelmaa entisestään. Maan tasossa rakennuksien pohjan ala säilyy kuitenkin ennallaan. Harjatut, maalatut betonijulkisivut lisälämmöneristetään 1. vaihetta paremmin, 100 mm:llä villaa. Purkamisessa osa kantavista väliseinistä muuttuu ulkoseiniksi, ja ne eristetään 300 mm:llä villaa. Näillä toimenpiteillä päästään korjauksessa matalaenergiatasoon. Rakennuksiin liitetään eleenä myös uusiutuvan energian lähteitä: aurinkopaneeleja ja tuuliturbiineja. (Takala 2008, Hagan 2008, Sassi 2009).



Toisen vaiheen purku oli loppusuoralla joulukuussa 2009. Keskimmäisessä kuvassa näkyy talojen pohjoispuolelta purettujen kolmioiden massaan jättämä kolo.

6.8. Muita osittaisen purkamisen esimerkkikohteita



WALDRAND / SCHWEDT (ODER), SAKSA

Suunnittelu: Ingenieurgesellschaft BBP
 Laajuus: 507 as → 340 as
 Valmistumisvuosi: 2004
 Kustannukset: 580 €/m²
 (Platte plus 2003).



MYNTSTIGEN, SALTSKOG / SÖDERTÄLJE, RUOTSI

Arkkitehtisuunnittelu: CFL-Arktekter
 Laajuus: 750 as → 536 as
 Valmistumisvuosi: 1988

(Salastie ja muut 1978, Hagan 2008).



EISELSTRASSE, GERA, SAKSA

Suunnittelu: Fichtner & Schäfer
 Laajuus: 72 as → 48 as
 Kustannukset: 920 €/m²
 (Platte plus 2003).



OLEANDERWEG, HALLE (SAALE) NEUSTADT, SAKSA

Suunnittelu: Stefan Forster
 Laajuus: 206 as → 125 as
 Valmistumisvuosi: 2008
 (Stefan Forster 2010).



**JURI-GAGARIN-RING, ERFURT,
SAKSA**

Laajuus: 17-kerroksisesta tornitalosta
3–7 -kerroksiseksi toimistotaloksi
Kustannukset: 775 €/m²
(Platte plus 2003).



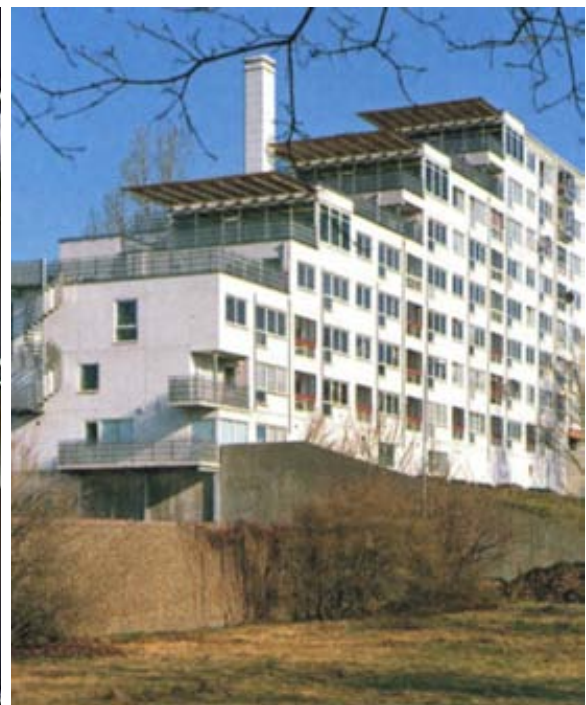
**PÖRLITZER HÖHE, ILMENAU,
SAKSA**

Suunnittelija: Arkitekturbüro Erfurt
(Lützkendorf).



**BRANDBERGET, TUKHOLMA,
RUOTSI**

(Hagan 2008).



**ÖSTRA GÅRDSTEN, GÖTEBORG,
RUOTSI**

(Hagan 2008).

7. UUDELLEENKÄYTÖN ESIMERKKIPROJEKTIT

7.1. Plattenpalast, Berliini, Saksa

Arkkitehtisuunnittelu: Wiewiorra Hopp Architekten / Carsten Wiewiorra, Anna Hopp

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin

Laajuus: 36 m²

Valmistumisvuosi: 2004 (laboratorioon) / 2005 (tontille) / 2009 (käyttöön)



Alun perin nimellä Das recycelte Haus tunnettu paviljonki rakennettiin ensiksi Berliinin yliopiston rakennuslaboratorion tiloihin. Se oli prototyyppi IEMB-instituutin betonielementtien kierrätystä tutkineessa projektissa, jonka osa-alueita olivat arkkitehtuurin mahdollisuudet, rakennustekniikka, taloudellisuus ja ekologisuus. Elementtien kelpoisuutta uudelleenkäyttöön tutkittiin ensin kokein ja mittauksin, jonka jälkeen niistä koottiin Wiewiorra Hopp Arkkitehtien suunnittelema prototyyppi Berliinin teknillisen yliopiston rakennuslaboratorioon. Arkkitehdit tutkivat työssään 6m x 6m paviljongin sisustamista minimikodiksi. Käytetyt osat olivat kantavia väliseiniä ja massiivisia välipohjaelementtejä. Koerakennuksessa testattiin mm. mahdollisuuksia asentaa välipohjaelementtejä vinoksi kattomuodoksi, läntisten ja itäisten elementtityyppien yhdistämistä samaan rakennukseen sekä erilaisia liitos- ja

leikkaustapoja. Siirto- ja kenttäkokeita varten paviljongin liitokset suunniteltiin helposti irrotettaviksi. Runko koostuu pääasiassa Marzahn-lähiössä madalletun 11-kerroksisen asuinkerrostalon elementeistä. Rakennus oli näytteillä yliopiston laboratoriossa, jossa se oli avoin rakennusalan ammattilaisille, tutkijaryhmille ja välillä yleisöllekin. (Asam 2006b).

Nykyään paviljonki on taidegalleria Plattenpalast, joka sijaitsee Mitten kaupunginosassa Berliinin keskustassa. Koerakennuksen suunnitelleet arkkitehdit päättivät hankkia sen itselleen, ja löysivät tontin jolle paviljonki siirrettiin vuonna 2005. Sen purkamiseen laboratorion kului päivä ja uudelleen kokoamiseen kaksi päivää, johon vaikutti tiiviisti rakennetun tontin haasteellinen toimintaympäristö. Avoimemmassa ympäristössä runko olisi ollut koottavissa yhdessä päivässä. Alapohjalaatat asennettiin laastille anturanauhaperustuksen varaan, ja tiivistykseen käytettiin autonrenkaista valmistettua kierrätyskumirouhemattoa. Tontilla runko eristettiin sisäpuolisesti, jotta raakabetonipinta säilyisi näkyvissä ulkopuolella (Huom! Suomen olosuhteissa kivrakenteista rakennusta ei tule koskaan eristää sisäpuolisesti, sillä meidän ilmastossamme sisäpuolisessa eristeessä on suuri kosteusvaurioriski). Ikkunat lisättiin vasta tässä rakennusvaiheessa. Niistä messingin väriset ovat peräisin vuosina 2006 - 2008 puretusta DDR:n parlamenttitalosta, Palast der Republikista. Kaikki avautuvat ikkunat ovat uusia. Siirron jälkeen rakennus toimi edelleen myös tutkimusprojektin palveluksessa mm. säärasituskokeiden tekemistä varten. Niiden mukaan Saksan olosuhteissa rakenteet alkavat vaurioitua karbonatisoitumisesta vasta 50 vuoden jälkeen silloinkin, kun rakennus on täysin huoltamaton ja kylmillään (Asam 2006b). Taidegalleriana rakennus otettiin käyttöön 2009 ja galleristina toimii arkkitehti Carsten Wiewiorra itse. Näyttelyt pyritään valitsemaan siten, että niillä on yhtymäkohtia rakennuksen historiaan (Wiewiorra 2009). Yöaikaan valaistuna galleria hohtaa lyhtynä tiiviin umpikorttelin sisäpihalla.



7.2. Trauerhalle, Mellingen, Saksa

Arkkitehti- ja rakennesuunnittelu: IFF Weimar

Laajuus: 68,5 m²

Tilat: 1 sali

Valmistumisvuosi: 2005

Kustannukset: 87 000 €



Mellingenin tunnustukseton hautauskappeli eli trauerhalle on esivalmistamisen ja elementtirakentamisen tutkimuslaitos IFF Weimarin pilottiprojekti betonielementtien uudelleenkäytölle. Weimarin kupeessa sijaitsevan pienen Mellingenin kylän kristillisellä seurakunnalla oli tarve tunnustuksettomien ja muita uskontoja edustavien vainajien surutilaisuuksiin sopivalle tilalle. IFF Weimar etsi samanaikaisesti betonielementtien uudelleenkäytön koerakennuskohdetta. Tutkimuslaitos ehdotti projektien yhdistämistä seurakunnalle, joka kiinnostui tekniikasta etenkin kustannuksien säästöpotentiaalin vuoksi. (Lützkendorf 2009).

Kappeli sijaitsee kylän kirkkoa ympäröivällä hautausmaan muurin sisällä, aivan kirkon vieressä. Sen rakentamiseen käytettiin kahdeksan asuinkerrostalon umpinaista sandwich-päätyelementtiä, jotka saatiin samassa osavaltiossa sijaitsevassa Leinefelden kaupungissa puretusta kerrostalosta. Kuljetusmatkaksi muodostui näin 125 kilometriä, mikä on poikkeuksellisen pitkä etäisyys toteutettujen koerakennuskohteiden joukossa. Tästäkin huolimatta rungosta saavutettiin noin 30% kustannussäästö uuteen verrattuna.

Vertailukohtana oli vallitseva paikallinen rakennustapa eli tiilimuurirunko. (Lützkendorf 2009).

Pienessä salissa on puhujapöytä, 45 istuma- ja 10 seisomapaikkaa. Rakennusta ei lisälämmöneristetty, koska käyttö ei sitä edellyttänyt. Päälysvaatteita ei riisuta surutilaisuuden ajaksi, joten huonelämpötilaksi riittää tavanomaista matalampi. Pesubetonipintaiset elementit verhoiltiin avosaumaisella käsittelemättömällä puurimoituksella. Saksassa poikkeuksellinen julkisivumateriaali istuu harmonisesti hautausmaan puistomaiseen ympäristöön. Uudet ikkunat sijoittuvat elementtien väleihin ja joka toinen julkisivurima kulkee myös niiden yli. Liimapuurakenteinen yläpohja ja sisäänkäynnin teräsrakenteinen katos toteutettiin täysin uusista materiaaleista. Puurakenne siihen liittyvät vetotangot jäykistävät rungon. Kokonaisuuden hintaa nostaneeseen yläpohjaratkaisuun päädyttiin, jotta seinien päälle saatiin sisätilaan valoa ja ilmettä tuova yläikkunanauha. Muuten myös välipohjaelementtejä olisi voitu käyttää. Elementtien sisäpinnat on hierretty eläväisellä oranssilla lasuurilla. Rakennuksen toteutus on siisti.



7.3. Omakotitalo ”Haus Z”, Mehrow / Ahrensfelde, Saksa

Osoite: Mehrower Dorfstraße 29, 16356 Ahrensfelde

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Conclus / Hervé Biele

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin & Krampe Ingenieure

Laajuus: 212 m²

Tilat: 8 h + k, kattoterassi, 2 at

Valmistumisvuosi: 2005

Kustannukset: noin 178 000 € eli 840 €/m²



Berliinin teknillisen yliopiston ensimmäinen todellinen koerakennuskohde on kaksikerroksinen omakotitalo Berliinin liepeillä. Runko ja vaippa tulivat n. 30-40% edullisemmaksi kuin täysin uusista raaka-aineista rakennettu. Siihen käytettiin 27 välipohjaelementtiä ja 22 väliseinäelementtiä. Runko koottiin seitsemässä päivässä, ja sen materiaali saatiin ilmaiseksi 11-kerroksisesta WBS-70 -tyypin puretusta talosta Berliinin Marzahn-lähiöstä, osoitteesta Karl-Holz-Strasse 8-14. Uusi rakennuspaikka sijaitti noin 5 kilometrin päässä purkukohteesta. Elementit leikattiin oikeaan muotoon purkutyömaalla ja kuljetettiin suoraan uudelle tontille. Runko koottiin väliseinä- ja välipohjaelementeistä injektioankkurein ja terässitein sekä tiivistettiin valuin. Runko lämmöneristettiin (seinät 14cm, alapohja 15cm, yläpohja 20cm), ikkunoiksi valittiin kolmilasiset ja talon lämmitysjärjestelmäksi maalämpö. Rakennuksen energiankulutus on alle 60Kwh/m² v, eli se on matalaenergiatalo. Myös rakennuksesta erillinen kaksipaikkainen autotalli rakennettiin kierrätys-elementeistä. Koko rakennusaika oli viisi kuukautta (Asam 2006b, Asam 2007).

7.4. Pientalo, Karow / Berliini, Saksa

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Conclus

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin

Laajuus: 180 m²

Tilat: 4 h + k, kattoterassi

Valmistumisvuosi: 2006



Karow'n kaupunginosassa Berliinin pohjoislaidalla sijaitseva kaksikerroksinen omakotitalo on neljäs Berliinin teknillisen yliopiston IEMB-instituutin koerakennuksista. Rakennukseen käytetyt betonielementit ovat peräisin 11-kerroksisesta asuinkerrostalosta Marzahn-lähiöstä, ja niiden kuljetusmatkaksi tontille muodostui 23 kilometriä (Asam 2007). Vallitseva tyyli tällä rauhallisella pientaloalueella on perinteisen saksalainen, joten moderni omakotitalo poikkeaa edukseen. Rakentamisen laatu on yhtä korkeatasoista kuin uudestakin rakennettaessa. Vain autotallissa pinnan tasoitus on tehty kevyemmin, jolloin elementtien liitoskohta on nähtävissä sisäkatossa.

Kierrätysosat ovat kantavia välipohjia ja massiivisia välipohjalaattoja, joita käytettiin paitsi alkuperäiseen tarkoitukseensa, myös pystyyn käännettynä alakerran ulkoseinien sisäkuoriksi. Näin ensimmäiseen kerrokseen, jossa asunnon julkisimmat tilat sijaitsevat, saavutettiin haluttu suurempi huonekorkeus. Rungosta vain porras on toteutettu uutena rakenteena betonista valaen. Runko on lämmöneristetty saksalaiseen KfW60-matalaenergiatasoon, mikä merkitsee seinässä 16 cm:n lämmöneristettä.

Lämmitysjärjestelmänä talossa on maalämpö. Lisäksi rakennuksen katolla on 18 aurinkosähköpaneelia, joiden tuottama sähkö tosin syötetään verkkoon, minkä kaksitariffijärjestelmä mahdollistaa. (Asam 2009, Schwarze-Karhrs 2009).

Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat keittiö, olohuone, työhuoneena toimiva makuuhuone, kylpyhuone sekä kodinhoito- ja tekniset tilat. Yläkerrassa on kaksi makuuhuonetta, kylpyhuone, sauna ja kattoterassi. Talon rakennuttaja on kahden hengen aikuistalous. Omistajapariskunta mainitsee motiiveikseen sekä ekologian että ekonomian. Tarkkoja kustannustietoja juuri kyseisestä kohteesta ei ole käytettävissä, mutta vastaavien IEMB-insituutin ja Conclus-arkkitehtitoimiston yhteistyökohteiden suuntaa-antava hintahaarukka on ollut 780 - 840 €/m² (Schwarze-Karhrs 2009, Mettke 2008).



7.5. Paritalo "Haus L", Schildow / Mühlenbeck, Saksa

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Conclus / Hervé Biele & Robert Schramm

Rakennesuunnittelu: IEMB, TU Berlin

Laajuus: 287 m² (186 m² ja 101 m²)

Kustannukset: noin 232 000 € eli 810 €/m²



Paritalo Berliinin esikaupungissa oli IEMB:n toinen todellinen koerakennuskohde. Siinä käytettiin sisäseiniä ja välipohjia, kuten aikaisemmassakin. Erona Haus Z:aan paritalossa kokeiltiin nyt harjakaton valmistamista elementeistä leikkaamalla ja kaksikerroksisen korkean tilan rakentamista olohuoneeseen. Rakennus koostuu kahdesta eri kokoisesta, toisiinsa kytkeytyvästä harjakattoisesta massasta, jossa on viiltomaisia, elementtien väliin sijoitettavia aukkoja. Alle 40Kwh/m² vuotuisella energiankulutuksella rakennus on matalaenergiatalo. Sen rakentamiseen käytettiin 60 välipohja- ja 50 väliseinäelementtiä. Myös tämän talon elementit olivat peräisin Karl-Holz-Strasse 8-14:sta Berliinin Marzahn-lähiöstä (Asam 2006b, Asam 2007).

7.6. Kaupunkivillat, Cottbus, Saksa

Osoite: Theodor-Storm-Straße 10, 03050 Cottbus

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Zimmermann + partner

Rakennesuunnittelu: C. u. R. Ingenieurgesellschaft

Laajuus: 1 050 m²

Valmistumisvuosi: 2002

Kustannukset: 1 150 €/m² (muuttovalmis)

84€/m² (pelkkä runko)

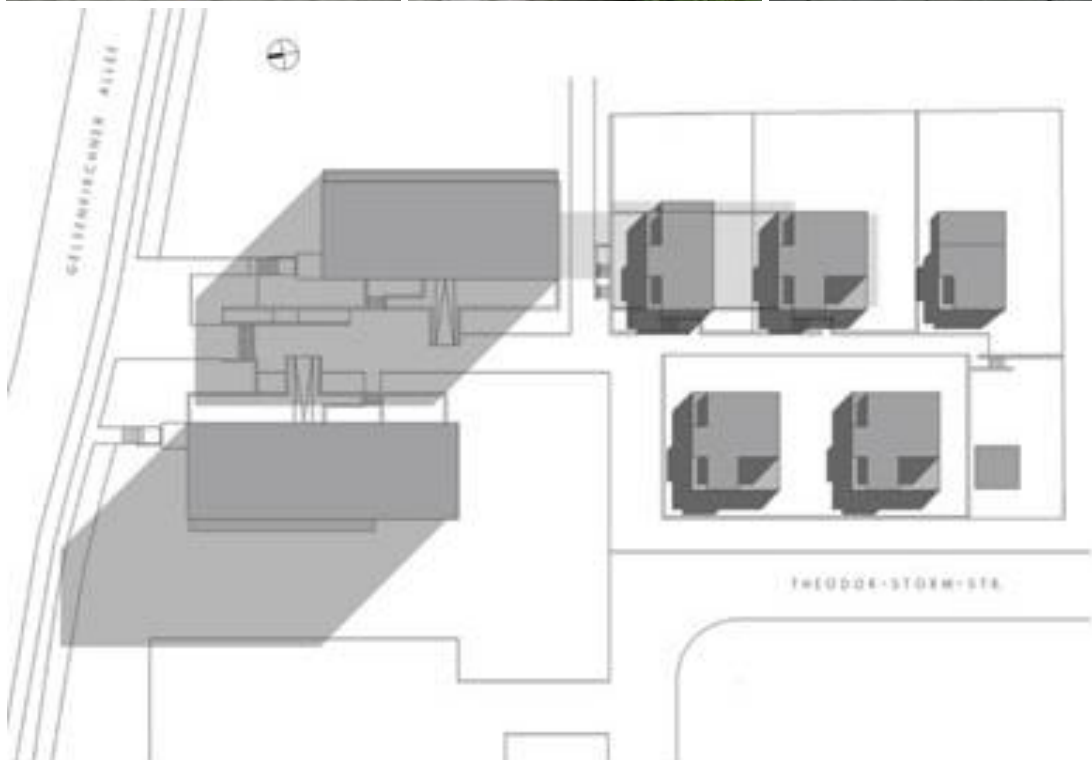


Sekä purkukohde että sen elementeistä rakennetut kolmikerroksiset pienkerrostalot, kaupunkivillat, sijaitsevat Cottbusin eteläosassa Sachsendorf-Madlowin lähiössä. Tämä 12 000 asukkaan lähiö rakennettiin elementtitekniikalla vuosina 1974-86. Kaupunkivillojen rakentaminen oli osa lähiöparannushanketta, jossa tavoitteena oli mm. kaupunkitilan parantaminen, asumismuotojen monipuolistaminen ja vaikeasti vuokrattavien asuntojen vähentäminen. (Cottbus-Sachsendorf-Madlow 2009).

Sachsendorfin ja Madlowin alueita yhdistävää pääkatua reunustavat 11-kerroksiset asuinkerrostalot rajoittuvat toiselta puolelta pientaloalueeseen. Tornitaloista yksi purettiin ja loput kahdeksan korjattiin. Purkutalo oli vuodelta 1976. Samalle tontille rakennettiin kierrätys-elementeistä viisi 2-3-kerroksista kaupunkivillaa, joihin käytettiin uudelleen 274 betonielementtiä. Puretusta rakennuksesta saatiin hyödynnettyä lähes yksi kolmasosa, ja kaupunkivillat tulivat näin 15-20% edullisemmaksi kuin uudesta rakennettaessa (Cottbus-Sachsendorf-Madlow 2009). Kierrätystaloille poikkeuksellisesti myös vanhat porrassyöksyt pystyttiin hyödyntämään. Uusi julkisivumateriaali on

harmaa lämpörappaus. Ranskalaisten parvekkeiden eteen liukuvat puiset ritilät elävöittävät julkisivuja.

Kaupunkivillat pyrkivät toimimaan puskurina kahden jäljelle jääneen kerrostalojättiläisten ja matalan pientaloasutuksen välillä, ja onnistuvat tässä tehtävässään varsin hyvin. Rakennuksissa sijaitsee yhteensä 13 vuokra-asuntoa, joilla jokaisella on oma sisäänkäynti suoraan ulkoa. Asuntotyypit ovat 2h, 3h ja 5h, ja niiden kombinaatio vaihtelee rakennuksittain. Alimman kerroksen asuntoihin liittyy oma piha. Yhteiset piha-alueet ovat korkeatasoisesti suunniteltuja ja toteutettuja. Projekti palkittiin Saksan arkkitehtiliiton, kuntaliiton ja kiinteistöliiton järjestämän Deutscher Bauherrenpreis –kilpailun korjausrakentamisen kilpailusarjassa valmistumisvuonnaan. (Cottbus-Sachsendorf-Madlow 2009).



Asemapiirros. Purettu rakennus on merkitty vaaleanharmaalla kahden kaupunkivillan alle. Ratkaisussa samalla nosturiradalla saatettiin purkaa vanha ja koota uusi. (Cottbus-Sachsendorf-Madlow 2009).

7.7. Omakotitalo, Leinefelde, Saksa

Osoite: Heinestraße 34, 37327 Leinefelde

Arkkitehtisuunnittelu: MWM objects freie Architekten & AG wbk 21 / David Seidl

Rakennesuunnittelu: BTU Cottbus

Laajuus: 108 m²

Tilat: 3h + k, autokatos

Valmistumisvuosi: 2006

Kustannukset: 50 000 € (pelkkä runko)



Leinefelden Südstadtin laidalla sijaitseva kierrätystalo on ainoa omakotitalo koko kaupunginosassa. Sen rakennuttanut, eläkeikää lähestyvä Jeschkeitin pariskunta asui yhdessä Leinefeldessä purettujen elementtikerrostalojen ylemmistä kerroksista ja oli huolissaan asumisensa esteettömyydestä. He olivat asuneet samassa kerrostalossa Südstadtissa 1970-luvulta lähtien, joten elementtirakentamisella oli heille tunnearvoa. Talon mennessä purkuun Jeschkeitit joutuivat etsimään uutta asuntoa, ja toisen BTU Cottbusin projektin saama julkisuus sai heidät tekemään aloitteen kotinsa rakentamisesta. Omakotitaloon käytettiin 19 seinä- ja 26 välipohjaelementtiä, ja 91% rakennuksesta koostuu kierrätysmateriaalista. Luovuttajarakennuksen ja tontin välinen etäisyys oli 300 metriä, joten nosturia jouduttiin siirtämään. Tämä vähensi hieman hankkeen tehokkuutta, mutta runko koottiin silti päivässä. Alueelle suunnitellaan rakennettavan myös lisää omakotitaloja kierrätetyistä betonielementeistä. (Kil 2008).

7.8. Omakotitalo Pieper, Stienitzau / Werneuchen, Saksa

Arkkitehtisuunnittelu: MWM objects freie Architekten & AG wbk 21 / David Seidl

Rakennesuunnittelu: BTU Cottbus

Laajuus: 121 m²

Tilat: 4h + k, kattoterassi

Valmistumisvuosi: 2007

Kustannukset: 139 600 € (muuttovalmis)

33 000 € (pelkkä runko)



Vuonna 2004 yksityinen rakennuttaja otti BTU Cottbusiin yhteyttä koerakennuksen rakentamiseksi. Kohde on Cottbusin yliopiston pilottiprojekti betonielementtien uudelleenkäytölle. Rakennusmateriaali Berliinin ulkopuolella sijaitsevalle rakennuspaikalle saatiin Ahrensfelder Terrassen -korttelista Marzahn-lähiöstä, ja kuljetusmatkaksi muodostui 26 kilometriä. Purkumateriaalista valittiin silmämääräisesti laboratoriotesteihin kaksi ulkoseinäelementtiä, 11 väliseinäelementtiä ja 10 laattaelementtiä, joista valittiin käytettäväksi molemmat ulkoseinäelementit, seitsemän väliseinäelementtiä ja yhdeksän laattaelementtiä. Runkoon käytettiin myös melko runsaasti uutta betonia ja tiilimuurausta. Esimerkiksi seinäelementit olivat eri korkuisia, ja eroa jouduttiin tasoittamaan uusilla materiaaleilla, ja joitakin ikkuna-aukkoja muurattiin umpeen. Rakennuksen geometria noudattelee kuitenkin alkuperäisen rakennuksen mittamaailmaa. Ulkoseinäelementeistä irrotettiin ulkokuori ja mineraalivillaeriste, jonka jälkeen elementit eristettiin uudelleen luonnonkuitueristeellä ja verhoiltiin puulevyillä asiakkaan toiveen mukaisesti. Eriste irrotettiin, koska Saksassa pidetään vanhaa mineraalivillaa mahdollisesti karsinogeenisenä aineena. (Mettke 2008).

7.9. Paritalo, Eggesin, Saksa

Arkkitehti- ja rakennesuunnittelu: Domizil Baurgerie

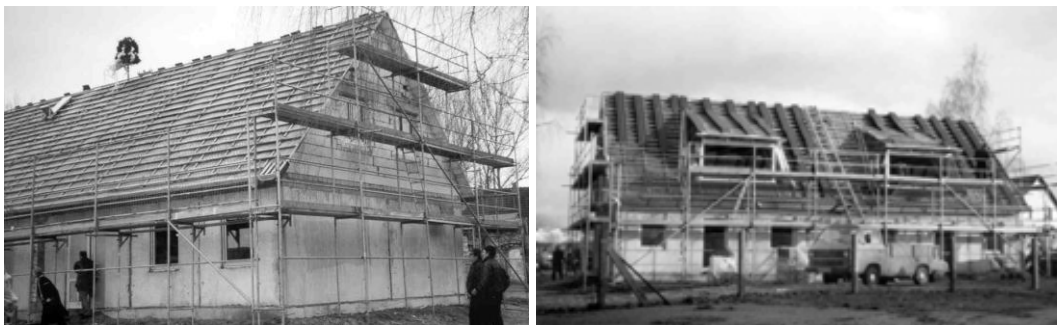
Laajuus: 346 m² (2 x 173 m²)

Valmistumisvuosi: 1999

Kustannukset: 284€/m² (pelkkä runko)



Perinteistä tyyliä edustava paritalo Eggesinissä oli ensimmäinen betonielementtien uudelleenkäytön koerakennus Saksassa. Eggesinin kaupungin rakennuttamaan taloon käytettiin 16 ulkoseinäelementtiä, jotka olivat peräisin kahdesta eri elementtijärjestelmällä rakennetusta kerrostalosta. Elementeistä kahdeksan olivat sandwich-tyyppisiä kolmikerroselementtejä ja toiset kahdeksan kevytbetonielementtejä. Etäisyyttä purkukohteiden ja uuden rakennuspaikan välillä oli 2 kilometriä. Väliseinät, välipohjat ja harjakatto rakennettiin uusista materiaaleista, joten rakennuksen kierrätysaste ei ole kovinkaan korkea. Kohteessa saavutettiin silti 15% kustannussäästö kokonaan uudesta rakentamiseen verrattaessa (Asam ja muut 2005, Mettke 2008).



7.10. Asuinkerrostalot ja pientalot, Göteborg, Ruotsi



Göteborgin Bergsjön Stjärnbildsgatanin purkuelementeistä rakennettiin kerrostaloja Göteborgin keskustaan (kuvassa) sekä pientaloja Bergsjöhön, Backatorpiin ja kaupungin ulkopuolelle. Jopa käytettyjen elementtien maastavientiä Egyptiin suunniteltiin, mutta hanke peruuntui rahoitusvaikeuksien vuoksi.

Hammarkullenin lähiössä toteutettiin purku- ja uudelleenkäyttöprojekti vuosina 1996-1997. 9-kerroksinen, 12 porrashuonetta, 167 asuntoa ja 16 000 m² sisältänyt asuinkerrostalo purettiin ja samalle paikalle rakennettiin 17 omakotitaloa. Hankkeen tilaajia olivat Göteborgin kaupungin vuokrataloyhtiöt Bostadsbolaget ja Egnahemsbolaget, joista ensimmäinen hallinnoi purettavaa rakennusta ja jälkimmäinen otti haltuunsa uudisrakennukset. Itse työn toteutti sittemmin Skanska-konserniin sulautunut rakennusliike Stabilator (Betonirakenteiden ympäristövaikutukset 1998, Petzschmann ja muut 2000, Asam ja muut 2005).

7.11. Asuinkerrostalo, Middelburg, Alankomaat



Rakennusliike De Delta sai 1986 madallettavakseen asuinkerrostalon, jonka se itse oli rakentanut omalla elementtijärjestelmällään vuokratyhtiölle 1970-luvun alussa. Tässäkin tapauksessa kyse oli asuntojen käyttöasteongelmasta. Rakennus oli 12-kerroksinen ja siinä oli 132 asuntoa. Siitä purettiin seitsemän kerrosta ja 84 asuntoa, ja purkuosista rakennettiin toisaalle 3–4 -kerroksisia asuinkerrostaloja, joihin tuli 114 asuntoa. Käytetyt osat olivat julkisivu-, seinä-, välipohja- ja parvekelaattaelementtejä sekä elementtiportaita. Uudet rakennukset rakennettiin lähes vanhan pohjapiirroksen mukaisesti. (Asam ja muut 2005). Ilmeisesti myös julkisivut olivat entisen kaltaiset.

7.12. Autokatokset ja huoltorakennus, Kummatti / Raahe

Osoite: Ratsukatu 9, 92150 Raahe

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto Harri Hagan/Harri Hagan & Petri Kontukoski

Rakennesuunnittelu: Rakennusliike Lehto

Valmistumisvuosi: 2010



Uudelleenkäytetyistä elementeistä rakennetun autokatoksen runko vielä verhoilemattomana joulukuussa 2009.

Kummatin ensimmäisessä korjausvaiheessa Rakennusliike Lehto myi madalletuista kerrostaloista kokonaisina irrotettuja betonielementtejä yksityisille pienrakentajille, lähinnä maatalousrakentamiseen: karjarakennuksiksi, laakasiiloiksi, maataloussilloiksi ja pihan päällystemateriaaliksi. Tästä inspiroituneena Kiinteistö Oy Kummatti halusi toisessa rakennusvaiheessa hyödyntää itse kohteestaan purettavia betonielementtejä omiin rakentamistarkoituksiinsa. Niistä tehtiin samalle tontille kaksi autokatosrakennusta sekä hieman etäämmälle huoltorakennus alueen kiinteistöhuollon koneita varten. Rakentamisessa hyödynnettiin umpinaisia päätyelementtejä katosten päätyvarastoina sekä pitkänä takaseinänä parvekkeiden pieliementtejä. Pieliementit jäävät alareunastaan korkean sokkelin sisään, mikä pitää rakennelman kasassa. Vaino yläpohja toteutettiin kevytrakenteisena puupalkein. Poikittain sijoittuvat päätyelementit sahattiin timanttisahalla yläreunastaan vinoon muotoon. Yläpohjan kannatus katosten etureunassa on ratkaistu hoikin teräksisin pilarein ja palkein. Katosrakennusten elementit verhoillaan säältä suojaan samoilla värikkäillä laminaattilevyillä, jotka ovat

myös itse asuinrakennusten uusi pintamateriaali. (Takala 2008, Sassi 2009, Pöyskö 2009).



Katoksen takaseinä koostuu parvekepielielementeistä, päädyt umpinaisista kantavista päätyelementeistä.



Kilpailuvaiheen havainnekuva alueesta, autokatokset etualalla. (Hagan).

7.13. Piharakennus, Paavola / Lahti

Osoite: Kymintie 36, 15140 Lahti

Arkkitehtisuunnittelu: Lahden kaupungin tekninen virasto / Jouko Mattila

Laajuus: n. 40 m²

Tilat: kerhuhuone, parvi

Valmistumisvuosi: 1993



Lahden seudun nuorisoasunnot rakennutti Lahden asuntomessujen yhteydessä korjaus- ja koerakennuskohteen Paavolan kaupunginosaan. Yhteistyökumppaneita koerakentamiskohteessa olivat kaupungin tekninen virasto, kierrätyskeskus, ammattikoulu sekä työvoimatoimisto. Projektissa korjattiin kaksi 1930-luvun puupientaloa nuorisoasunnoiksi käyttäen vähintään 50-prosenttisesti kierrätysmateriaalia. Lisäksi niille rakennettiin täysin uusi yhteisen kerhotilan sisältävä piharakennus, johon käytetyistä materiaaleista 95% oli kierrätettyä. Muista esitellyistä esimerkkikohteista poiketen rakennus on pääosin puurakenteinen. Kohde on sisällytetty tähän työhön, koska se on harvinainen esimerkki uudisrakentamiseen liittyvästä rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä.

Arkkitehti Jouko Mattilan mukaan häneltä pyydettiin ensin suunnitelmaa kierrätysmateriaalista rakennettavasti asuintalosta. Mattila piti kuitenkin kierrätysmateriaalin mahdollisesti sisältämien epäpuhtauksien vuoksi parempana piharakennusta, jossa ei ole kukaan kokoaikaisesti. Uudelleenkäytetyt materiaalit

löytyivät pääosin kierrätyskeskuksesta, ja niitä olivat keittiö- ja vesikalusteet, betoni- ja liimapuupalkit, rakennuslevyt, ikkunat ja eristeet. Rakennusmateriaalit saatiin lähes ilmaiseksi, mutta työtunteja kohteessa kului tavanomaista rakentamista enemmän. Aikaa jouduttiin käyttämään muun muassa tarvittavien rakennusmateriaalien etsimiseen. Rakennuksen anturat tehtiin teollisuushallista saaduista betonipalkeista. Ostoskeskuksen liimapuupalkeista saatiin ulkoseinien runkotolpat. Ammattikoulun opiskelijat ja työvoimatoimiston tukityöllistetyt henkilöt olivat edullista työvoimaa hankkeelle, mikä kompensoi työtuntien määrää. (Mattila 2010, Ruokolainen 1993).



Piharakennus kuvattuna talvella 2010.

7.14. Muita uudelleenkäytön esimerkkikohteita



**PARITALO
BRÖTHEN, SAKSA**

Suunnittelu: Bauingeniebüro Haidan
Laajuus: 274 m² (2 x 137 m²)
Valmistumisvuosi: 2001
Kustannukset: 1 279 €/m²
(Mettke 2008).



**OMAKOTITALO
PLAUEN, SAKSA**

Arkkitehtisuunnittelu: W. R. Eisentraut
Laajuus: 160 m²
Valmistumisvuosi: 2006
Kustannukset: 1 043 €/m²
(Mettke 2008).



**OMAKOTITALO
BRIELOW, SAKSA**

Suunnittelu: Projektentwicklung Mischker
und Projektteam
Laajuus: 97 m²
Valmistumisvuosi: 2007
Kustannukset: 855 €/m²
(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



**PIENKERROSTALO
MÜHLHAUSEN, SAKSA**

Suunnittelu: AG wbk 21, Seidl + Lahn
Architecturbüro Hose
Laajuus: 248 m²
Valmistumisvuosi: 2007
Kustannukset: 452 €/m² (pelkkä runko)
(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



AUTOKATOKSET
WALTERSHAUSEN, SAKSA

Suunnittelu: Planungsgruppe Mitte
Laajuus: 16 ap
Valmistumisvuosi: 2007
Kustannukset: 38 400 €
(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



AUTOTALLI
MELLINGEN, SAKSA

Suunnittelu: IFF Weimar
Laajuus: 1 ap
Valmistumisvuosi: 2005

(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



LIIKUNTAHALLI
PLAUEN, SAKSA

Suunnittelu: Bauplanung Plauen
Laajuus: 400 m²
Valmistumisvuosi: 2007
Kustannukset: 600 000 €
(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



LIIKUNTAHALLI
KOLKWITZER, SAKSA

Suunnittelu: Ingeniurbüro P. Jähne
Laajuus: 463 m²
Valmistumisvuosi: 2009
Kustannukset: 350 000 €
(Lehmann 2009, Hartmann 2009).



PUISTON YMPÄRISTÖRAKENTEET
GRÖDITZ, SAKSA
(Mettke 2008).



PUISTON YMPÄRISTÖRAKENTEET
LEINEFELDE, SAKSA
(Mettke 2008).

8. SUUNNITTELUOSUUS

8.1. Mitä on ekologinen estetiikka?

Olen pohtinut kysymystä ekologisesta estetiikasta niin tutkimusosuudessa esimerkkikohteita kartoittaessani kuin luonnollisesti omassa suunnitteluosuudessanikin. Berliinin yliopiston tutkija Claus Asam nimesi kierrätetyistä betonielementeistä koottujen rakennusten ongelmaksi sen, ettei niitä paljain silmin havaitse kierrätysrakenteisiksi – niin siistiä työn jälki on (Asam 2010). Myös oma mielikuvani ekologisesta estetiikasta arkkitehtuurissa oli linnunpesämäinen risukasarakentaminen, joka saa innoituksensa kansanomaisesta ns. ITE-arkkitehtuurista, slummien rakentamisesta ja dekonstruktivismista. Slummeista länsimaihin siirrettynä risukasa-arkkitehuuri pyrkii korostetusti tuomaan esille omaa erityislaatuisuuttaan ja erottautumaan vallitsevasta kauneuskäsityksestä ja modernismin estetiikasta. Pinnallisimmillaan se on kuitenkin vain viherpesua, päälle liimattu vaikutelma, ilman todellisia energiatehokkaita tai ympäristöystävällisiä ominaisuuksia.



Arkkitehti Frank Gehryn kotitalo Santa Monicassa, jonka hän rahavaikeuksissa ollessaan remontoi hylkymateriaaleilla vuonna 1978.

Estetiikan valinnassa on kysymys myös kohdeyleisön valitsemisesta. ”Linnunpesä” on käyttökelpoinen ekologisesti jo valmiiksi orientoituneelle kohdeyleisölle, ja iäkkäämmille henkilöille hirsi- ja rintamamiestalorakentaminen voi edustaa luonnonmukaista rakennustapaa. Suurta yleisöä tavoitellessa on kenties eduksi pyrkiä neutraaliin, totuttua muistuttavaan ilmaisuun.

Valittua arkkitehtuuria oleellisempaa on rakennuksen todelliset ympäristövaikutukset, ei se, kuinka stereotyyppisen ekologiselta se näyttää. Vaikka betonilähiö ja betonielementti uudelleenkäytettynäkään eivät vastaa käsitystämme ekologisesta asuinalueesta ja rakennusmateriaalista, ne voivat sitä olla, etenkin, koska maamme betonilähiöiden volyymi on aivan toista luokkaa kuin yksittäisen uuden asuinrakennuksen tai -alueen. Myöskään matalaenergia- ja passiivirakentamisen arkkitehtuuri ei useinkaan vastaa mielikuvaa ekologisesta rakentamisesta. Nyt kun uusien tiukentuneiden lämmöneristysmääräysten myötä kaikki rakentaminen muuttuu matalaenergiatasoiseksi, kysymys energiatehokkaasta estetiikasta muuttuu tavallaan irrelevantiksi. Se on ilmaisu siinä missä mikä tahansa arkkitehtuuri, eli eräällä lailla vain valintakysymys. Energiatehokkuus pitkälle vietynä tuo kuitenkin muutoksia massoitteeluun, jonka pitää lämpimien tilojen osalta olla kompaktia ja esimerkiksi aukkojen kokoon ja sijaintiin paksussa seinärakenteessa: mm. monia asukkaita miellyttävät leveät ikkunalaudat on vihdoin mahdollista saada takaisin, koska nyt myös tekniset vaatimukset tukevat jälleen niiden toteuttamista. Aidoimmillaan ekologisen arkkitehtuurin estetiikka muodostuu käytetyn materiaalin lähtökohdista, ei omista ennakkokäsityksistämme. Kierrätysrakentamisessa estetiikka ei ole toissijaista, mutta määrääväksi tekijäksi nousevat materiaalin antamat mahdollisuudet sekä sen ympäristövaikutukset. Betonilähiöiden korjausrakentamisen ja betonielementtien uudelleenkäytön kohdalla vanhasta, negatiivisesta imagosta erottautuminen on kulttuuriselta näkökannalta tärkeämpää kuin betonin aitouden säilyttäminen. Näin ollen myös tiukin materiaalin aitouden vaatimus, jonka mukaan betonin tulee näyttää betonilta, näyttäytyy enää vain osittain relevanttina, ja on toki ollut sitä myös jo sen jälkeen, kun betonielementtirunkoisia uudisrakennuksia on alettu esimerkiksi eristerappaamaan.

Pienen epätäydellisyiden sanotaan olevan kiehtovampaa kuin täydellisen virheettömyyden, mikä ehkä selittää 1900-luvun alkupuolen rakennusten suosiota asuntomarkkinoilla. Samaan tapaan kierrätysmateriaalin ominaisuuksiin saattavat kuulua pienet kolot, halkeamat ja epätasaisuudet, jolloin epätäydellisyiden sietäminen on eduksi. Kuten arvokkaidenkin kohdalla, rakennusten arvostus ei määräydy yksin ulkonäön vaan monen tekijän avulla: muun muassa arkkitehtuurin, toiminnallisuuden, sijainnin, ekologisuuden, yksilöllisyyden, tunnelman ja historian kautta. Elementtirakenteisissa betonilähiöissä puutteita on ollut näissä kaikissa, mutta puutteet ovat onneksi korjattavissa. Sijainti kaupunkirakenteessa on usein jossain määrin korjaantunut itseksensä ajan myötä, ja tehokkaat liikenneyhteydet voivat kompensoida kilometreissä mitattavaa etäisyyttä. Arkkitehtuuriin, toiminnallisuuteen ja ekologisuuteen voimme vaikuttaa energiatehokkaan korjausrakentamisen kautta. Ajallinen historia pian 40-50-vuotiailla lähiöillä alkaa jo olla. Rakennusten osittainen purkaminen sekä purettujen betonielementtien käyttäminen uudelleen lähiöiden täydennysrakentamiseen muodostaa ja vahvistaa historiaa ja etenkin yksilöllistä tunnelmaa entisestään.

8.2. Betonielementtien uudelleenkäytön estetiikka

Uudelleenkäytettyjen betonielementtirakenteiden estetiikka muodostuu materiaalin teknisisten lähtökohtien ja suunnittelijan mielikuvituksen muodostamasta kombinaatiosta. Massoittelullisesti tietty suorakulmainen rationaalisuus on ratkaisuisa aina läsnä, koska suora elementti ei taivu orgaaniseen muotoon. Täydentävillä, uusilla rakenteilla voidaan tuoda suunnitelmiin poikkeavaa muotoa, mutta toisaalta mitä enemmän uutta materiaalia käytetään, sitä vähemmän kierrätetään. Korkea kierrätystavoite edellyttää siis arkkitehdilta nöyryyttä hyväksyä käytettävissä olevan materiaalin ominaisuudet määrääväksi lähtökohdakseen, vaikka se rajoittaisikin hänen ideointi- ja ilmaisuvapauttaan. Toisaalta tällaisessa tilanteessa ei periaatteessa ole mitään uutta, koska näin on myös jokaisessa suunnittelutehtävässä jossa rakennuttaja määrittelee käytettävät materiaalit, kuten usein asian laita on. Toisaalta kierrätysmateriaalien käyttö poikkeaa tavanomaisesta rakentamisesta siinä, että suunnittelijan vapaus määritellä dimensioita on huomattavasti rajatumpi.

Sen sijaan ulkoverhoilun suunnittelun ideoinnissa mielikuvituksen voi päästää lentämään, sillä säälle alttiit rakenteet on pääsääntöisesti verhoiltava kastumiselta ja pakkasrapautumiselta suojaan. Alkuperäistä betonipintaa on siis kovin vaikea hyödyntää edes julkisivun tehostepintana. Kylmissä rakenteissa, joissa lisälämmöneristystä ei tarvita, verhoilu lasilla on mahdollinen. Näin alkuperäinen betoni voi jossain tapauksissa säilyä näkyvissä. Saksassa, jossa kivrakentamista on arvossaan ja tiilimuuraus yhä hallitseva rakennustapa, kiviainesmaisena pinnan tuottava lämpörappaus on ymmärrettävä valinta uudeksi pintamateriaaliksi. Suomessa kenties erilaiset puu- ja levyverhoukset vaikuttavat luontevammilta lisälämmöneristykseen kanssa, varsinkin kun helposti vaurioituvaa lämpörappauspintaa ei meillä suositella ensimmäiseen kerrokseen. Ohjenuorana verhouksen ja muiden materiaalien valinnassa voi tarkastella materiaalin ekologisuuden kriteereitä – valmistuksen ja käytön aiheuttamaa energiankulutusta, raaka-aineiden uusiutuvuutta, materiaalin kierrätettävyyttä ja käsittelyä jätteenä.

Alkuperäinen betoni jää yleensä näkyviin vain sisätiloissa, jossa se puolestaan usein halutaan peittää maalilla tai tapetilla – ei siksi, että tarvitsisi, vaan koska siten on tapana sisustaa. Sisätiloissa talotekniikka-asennuksia joudutaan ainakin jossain määrin tekemään pintavetoina, mikä antaa oman kosketuksensa sisätilojen estetiikkaan. Toisaalta, näin toimitaan myös vanhoissa hirsitaloissa, joissa tapetin alle jäävät sähköjohtojen pintavedot eivät vähennä rakennuksen kauneusarvoja. Toteutustapa voidaan nähdä asiaankuuluvana, rakennustavan mukaisena ratkaisuna, jolloin estetiikka sen osalta näyttäytyy vain asennekysymyksenä.

Yksinkertaisimmat keinot poiketa vanhan arkkitehtuurin ilmeestä ovat ytimekkyydessään värien ja pintamateriaalien käyttö, kattomuodon valinta, suorakulmaisuudesta poikkeaminen erilaisten yhdistävien nivelosien avulla sekä aukotuksen muuntelu esimerkiksi umpinaisen ja kantavan suunnan voimakkaalla hyödyntämisellä, jättämällä ikkunoita elementtien väleihin tai vanhaan aukkoon kiinnitettävän erkkerielementtien avulla.

8.3. Esimerkkikohteista saadut vaikutteet ja eroavaisuudet

Saksalaiset esimerkkikohteet ovat pääosin modernin elegantteja laatikoita: suorakulmaisia ja tasakattoisia. Tätä ratkaisua selittää osaltaan halu rakentaa mahdollisimman suurelta osin kierrätys-elementeistä vain vähän uusia osia käyttäen – tällöin suorakulmaisuus ja tasakattoisuus tulevat luonnostaan. Oma suunnitteluotteeni on myös moderni, mutta vähemmän ankaralla tavalla: pyrin myös rikkomaan yksitotista suorakulmaisuutta muun muassa muidenkin kattomuotojen käytöllä. Arkkitehtuurin mahdollisuuksia osoittaakseni olen käyttänyt myös uusia materiaaleja, niiden uudelleenkäyttö puolestaan huomioiden, ja esimerkiksi verhoilussa muita kierrätysmateriaaleja. Kaikki suunnitelmani voisi kuitenkin toteuttaa myös käytetyistä välipohjaelementeistä, vinoissa kattopinnoissa niiden käyttö ei vain ole yhtä luontevaa. Voimakas värien käyttö on Saksassa tyypillistä, mutta en pidä sitä vaikutteena, koska se on myös omalle arkkitehtuurilleni ominaista.

Olen ottanut suunnitelmieni lähtökohdakseni osoittaa käyttöä kaikille runkoelementtityypeille sandwicheistä ontelolaattoihin, enkä ole saksalaisten tapaan rajannut jotain osia tässä vaiheessa uudelleenkäytön ulkopuolelle – siihen tarvittaisiin tarkempia teknisiä tutkimuksia. Myönnettäköön, että ruutuelementtien käyttö jäi suunnitelmissa vähemmälle, koska muiden osien käyttö oli arkkitehtuurin lähtökohdista luontevampaa. Lähtökohdakseni olen ottanut myös IEMB-instituutin strategian muokata uudelleenkäytettäviä elementtejä tarpeen mukaan, sillä osoitan ennen kaikkea mahdollisuuksia. Useita koerakentamiskohteita suunnitelleen arkkitehti Hervé Bielen oivallus on, että uudelleenkäytössä aukotus voidaan toteuttaa tyylikkäästi aukkoina rungossa – eikä perinteisesti aukkoina elementissä, ja tätä ajatusta olen soveltanut myös omassa suunnitelmissani. Näin ollen olen hyödyntänyt voimakkaasti myös suomalaisen BES-järjestelmän mahdollistavaa avoinaista kevyttä ja umpinaista kantavaa suuntaa, mikä ei ole ollut saksalaisille mahdollista erilaisen elementtitekniikan vuoksi.

Useimmat saksalaiset esimerkkikohteet ovat useampikerroksisia, jolloin niiden arkkitehtuurissa on voitu hyödyntää erilaisia keinoja kuin yksikerroksisessa rakentamisessa, esimerkiksi kattoterasseja ja yhden ikkunan poikkeamaa pystysuuntaisesta ikkunalinjasta. Omat suunnitelmani ovat kahta lukuunottamatta yksikerroksisia, koska olen pyrkinyt osoittamaan Suomessa relevantteja uudelleenkäyttökohteita. Useampikerroksisissa rakennuksissa on kuitenkin näitäkin vaikutteita. Suuri eroavaisuus esimerkkikohteiden ja omien suunnitelmieni välillä on pintamateriaalien valinnassa. Saksassa lämpörappaus oli yhtä lukuun ottamatta kaikkien koerakentamiskohteiden julkisivumateriaali. Minä olen halunnut osoittaa useiden erilaisten materiaalien käyttöä julkisivussa, ja myös kierrätysmateriaalien hyödyntämistä. Olen myös käyttänyt saksalaisia voimakkaammin rakennuksen käyttötarkoitusta lisäeristystarpeen määrittämisessä, joskin Saksassakin ajatusta on hyödynnetty muun muassa Mellingenin hautauskappelissa. On löydettävissä useita rakennustarkoituksia, joissa lisäeristäminen ei toiminnon puolesta ole välttämättä tarpeellista. Useimmat saksalaiset koerakentamiskohteet ovat asuintaloja, kun taas

minun suunnitelmissani on esitetty kuusi erilaista rakennustyyppiä, joihin kierrätetyt betonielementit soveltuvat.

8.4. Suunnitteluratkaisut

Alkuaikeihinsa verrattuna lähiöt ovat muuttuneet ja erilaistuneet. Betonilähiöitä rakennettiin niin maaseudun taajamiin, raskaan teollisuuden ympärille kuin maaltamuuttajien asuttamiseksi suurten kaupunkien laidoille ja niiden maalaiskuntiin. Yksittäisiä lähiötyypin kerrostaloja rakennettiin myös kaupunkien keskustoihin. Betonielementtisiä asuinkerrostaloja rakennettiin tilanteesta riippumatta, suunnitteluratkaisun pysyessä samanlaisena. Perinteisten teollisuudenalojen taantuessa ja kaupungistumisen kiihtyessä entisestään, maaseudulle ja raskaan teollisuuden yhteyteen rakennetut lähiöt tai lähiötyypin kerrostalot ovat täysin erilaisessa asemassa kuin lähiöt kasvukeskuksissa. Toisaalla asuinkerrostalot tyhjenevät kysynnän puutteessa kokonaan – toisaalla jatkuva asuntopula voi ikään kuin estää lähiöiden kehittämisen, koska asunnot menevät helposti vuokralle sellaisenaan. Alhainen käyttöaste voi olla seurausta väestön vähenemisestä kyseisessä kunnassa sen ohella, ettei kerrostalo asumismuotona ei vastaa ihmisten toiveisiin kodista maaseutumaisessa ympäristössä. Imago-ongelmien ohella kasvukeskuksissa vaarana voi olla väestön segregatio maahanmuuttajien ja eri tavoin syrjäytyneiden ihmisten keskittyessä lähiöihin, mikä puolestaan vahvistaa lähiöihin liittyviä negatiivisia mielikuvia entisestään ja vähentää muiden väestöryhmien halua hakeutua lähiöihin. Lisäksi lähiökerrostalojen normatiiviset, keskikokoiset asuntotyypit eivät vastaa kysyntään niin maaseudulla kuin kaupungissakaan.

Työssäni olen hahmotellut kunnan sijaintiin, kokoon, tyyppiin ja väestökehitykseen perustuen kuusi perustyyppiä. Esimerkkikuntien avulla nimetyt perustyyppit edustavat niitä tilanteita ja ongelmia, joiden kanssa erilaistuvat lähiöt ympäri Suomen painivat. Näille tilanteille esitän esimerkkisuunnitelmien muodossa kuusi ratkaisua, jotka ottavat kantaa rakennuksen purkuun ja rakennusosien uudelleenkäyttöön. Esitetyt ratkaisut eivät ole ainoita, vaan esimerkinomaisia betonielementtien uudelleenkäyttösuunnitelmia mainittuun kuuteen tilanteeseen mahdollisesti sopivista rakennustyypeistä. Suunnitelmissa olen tutkinut betonielementtien uudelleenkäytön suomaa massallisia, tilallisia ja toiminnallisia mahdollisuuksia. Ideasuunnitelmat pyrkivät avaamaan keskustelun kerrostalojen purkamisen ja betonielementtien uudelleenkäytön mahdollisuudesta. Esimerkkisuunnitelmia ei ole tehty todellisille tonteille, koska paikkaan kiinnittymistä tärkeämpänä olen tässä yhteydessä pitänyt tiettyä yleispätevyyttä ja purkumahdollisuuden motivoimista, kun purettaville betonielementeille on löydettävissä mielekkäitä käyttökohteita sekä kasvavien että kutistuvien, niin kaupunkimaisten kuin maaseutumaistenkin kuntien konteksteissa.

8.4.1. Taantuva maaseutukunta ”Lieksa”: navetta

”Lieksa” kuvaa taantuvaa maaseutumaista kuntaa, jolla on periferinen sijainti. ”Lieksan” kaltaisista kunnista esimerkiksi Kemijärvi on ollut otsikoissa kerrostalojen purkamisesta. Näissä kunnissa elementtikerrostaloasuntojen käyttöaste on huono, koska väestö vähenee muutenkin, eikä kerrostalo asumismuotona ole relevantti maaseudulla. Ratkaisuksi ehdotan rakennusten purkamista kokonaan, ja uudelleenkäyttökohteeksi navettaa. Navetta tarkoittaa tässä yhteydessä mitä tahansa maaseudun tuotantorakennusta; nimeksi voisi yhtä hyvin olla valittu sikala.

Navetan arkkitehtoninen pääidea muodostuu kantavasta suunnasta, jossa yhdensuuntaisten ulkoseinäelementtien väliin jää vain viiltomainen rako, ja läpinäkyvästä, avoimesta kevyestä suunnasta. Suunnitelmassa on hyödynnetty vain umpinaisia päätyelementtejä. Karjasuojakäytössä elementtejä ei tarvitse lisäeristää, mutta verhoaminen on kuitenkin tarpeen pakkasvaurioitumisen pysäyttämiseksi. Värivalinnat – punainen ja vihreä - viittaavat maaseudun perinnerakentamiseen, vaikka värejä käytetään epäkonventionaalisesti useissa sävyissä eikä näitä sävyjä ole etsitty perinnevärikartasta. Uuden julkisvumateriaalin, kuitusementtilevyn, himmeä pinta puhuu kiiltoasteen suhteen samaa kieltä punamultamaalin kanssa. Myös kattomuodon ja –kulman valinta kiinnittää navetan perinteiseen maaseudun rakentamiseen, vaikka kaksinkertainen harjakatto on moderni ele. Jyrkkä kattokulma on samalla oivallinen tausta aurinkosähköpaneelille. Navetan tilallinen konsepti soveltuu myös varasto- tai teollisuusrakentamiseen. Tilaa voidaan yksinkertaisesti jatkaa pitkäikäisyydessä, mutta arkkitehtonisesti mielenkiintoisempaa on jatkaminen poikittaissuunnassa: yhden harjakaton alainen tila voidaan nähdä tilaosana, jota toistamalla saadaan suurempi halli – navetan tapauksessa kyseistä tilaosaa on siis toistettu kaksi kertaa, mikä on tuottanut kattoon kaksi harjaa. Konseptitasolla ajatellen kattomuoto voi olla valittava asia ja muukin kuin harjakatto.

8.4.2. Vakiintunut maaseutukunta ”Ruovesi”: loma-asunto

”Ruovesi” kuvaa vakiintunutta maaseutumaista kuntaa, joka sijaintinsa ansiosta pystyy hyötymään seutukunnan keskuksessa vakituisesti asuvista kesäasukkaistaan, jotka tuovat lisää resursseja kuntaan. Asuinkerrostalojen purkamistarpeeseen vaikuttavat samat seikat kuin ”Lieksankin” tapauksessa. Ehdotukseni betonielementtien uudelleenkäyttökohteeksi on loma-asunto, joka voi sijaita kylätaajaman välittömässä läheisyydessäkin. Näin elementtien kuljetusmatkat eivät kasva pitkiksi, ja loma-asuminen tukee palveluiden säilymistä taajamassa.

Loma-asunnon tilallinen konsepti muodostuu kahdesta yhdensuuntaisesta huonerivistä, jotka lomittuvat rakennuksen pääakselin suhteen muodostaen sille käytävän, joka on samalla osa jokaista huonetilaa. Huoneiden väliin jää intiimejä ulkotiloja, joiden kautta on näkymiä toisiin huonetiloihin. Tilallinen konsepti soveltuu loma-asunnon tai pienen omakotitalon lisäksi hienosti esimerkiksi näyttelypaviljonkiin. Rakennusta voidaan varioida tilaohjelmaa vastaavaksi huonetilojen kokoa muuttamalla, mikä ei vaikuta itse perusratkaisuun. Suunnitelmassa on käytetty uudelleen umpinaisia päätyelementtejä. Perinteisellä harjakatolla leikittelevä kattomuoto sitoo kokonaisuuden yhteen ja toimii hyvänä alustana aurinkopaneeleille. Loma-asuntokäytössä käytön ympärivuotisuus määrittää lisäeristystarvetta. Esimerkkisuunnitelman lähtökohtana on ollut, että loma-asunto on käytössä lähinnä vain kesäisin eikä lisäeritystä tarvitse tehdä. Julkisivumateriaaleina on kaksi eri levyistä puupaneelia, mikä voi helpottaa rajallisesti saatavilla olevan jättemateriaalin hyödyntämistä verhoilussa. Lisäeristettynä ja (purku)tiilellä verhoiltuna suunnitelma sopisi esimerkiksi pohjoisen laskettelukeskuksiin.

8.4.3. Kasvava maaseutukunta ”Nurmijärvi”: bussiterminaali

”Nurmijärvi” kuvaa metropolialueiden maaseutumaisia kehyskuntia, jotka houkuttelevat asukkaita halvalla tonttimaalla ja väljemmällä asumisella. ”Nurmijärven” kaltaisiin kuntiin ei muuteta elementtikerrostaloasuntojen perässä vaan pikemminkin muuttajat saattavat lähtökaupungissa jättää sellaisen taakseen. Yhdyskunnan väljä rakenne, matala työpaikkaomavaraisuus ja julkisten palveluiden puute kuitenkin aiheuttavat liikkumistarvetta, joka voi johtaa henkilöautoriippuvuuteen. Ehdotukseni bussiterminaalista on kannanotto tähän ongelmaan.

Terminaalin kokonaisuus muodostuu lämpimästä palvelurakennuksesta ja kylmistä odotuskatoksista, jotka ovat olennainen osa rakennuksen arkkitehtuuria. Rakennuksessa on hyödynnetty umpinaisia päätyelementtejä, kantavia väliseinäelementtejä ja ontelolaattoja. Uutena rakenteena toteutettava näyttävä katos antaa rakennukselle tunnistettavuutta. Sisätilassa eli odotushallissa oleskellaan yleensä päällysvaatteissa, joten sen lisäeristäminen ei ehkä ole välttämätöntä. Lisäeristys on kuitenkin toteutettavissa, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Teräsristikot nostavat yläpohjan irti seinistä, mikä tuo ylävaloa tilaan. Liikenteen rakennus on verhoiltu autojen materiaalilla: harmailla, limenvihreillä ja oransseilla teräslamelleilla sekä oranssilla teräsverkolla. Metalliverhous toteutetaan uutena mekaanisin kiinnikkein, jolloin se on purettavissa ja käytettävissä uudelleen.

8.4.4. Taantuva kaupunki ”Pori”: pysäköintitalo

”Pori” kuvaa asukasluvultaan taantuvaa kaupunkia, jonka aikaisempi kasvu on esimerkiksi Porin tapauksessa perustunut sitemmin voimakkaasti vähentyneeseen raskaaseen teollisuuteen. Elementtikerrostaloasuntojen alhainen käyttöaste on ongelma myös tällaisissa kaupungeissa. Talojen asuntotyypit – yleensä kaksiot – jotka alun perin suunniteltiin keskivertoperheelle, eivät enää vastaa kysyntään pien- tai perheasunnoista. Ehdotan kerrostalojen osittaista purkamista, jolla poistetaan ylimääräisiä asuntoja. Uudelleenkäyttösuunnitelmana esitän pysäköintitaloa, sillä autot muodostavat miljööngelman monissa lähiöissä. Autojen määrä on kasvanut alueiden rakentamisen aikaisesta, ja etäinen sijainti sekä huonot joukkoliikenneyhteydet keskustoihin lisäävät henkilöauton käyttöä. Pysäköinti on alun perinkin toteutettu usein ankeina asfalttikenttinä korttelien keskelle siten, että näkymä asunnoista on suoraan pysäköintialueelle. Parkkitalo ratkaisee pysäköinnin tehokkaasti ja turvallisesti, ja samalla kortteleihin vapautuu maata piharakentamista varten.

Pysäköintitalo muodostuu pysäköintiosan suorakulmaisesta ja ramppiosan pyöreästä, väliosalla toisiinsa kytketystä massasta. Ratkaisu on laajennettavissa tontin niin salliessa saman rampin ympärillä kolmeen suuntaan pysäköintiosia korkeussuunnassa porrastaen. Rakennuksessa on käytetty uudelleen päätyelementtejä, kantavia väliseinäelementtejä ja ontelolaattoja. Pysäköintiosan rakennekonsepti on muunneltu navetan perusratkaisusta, jossa yhdensuuntaisten ulkoseinäelementtien väliin jää vain viiltomainen rako. Kerroksissa raot sijoittuvat porrastetusti vierekkäin, mikä luo leikkisästi nykyaikaisen, virtaviivaisen vaikutelman. Raot ja ramppiosa on verhoiltu metalliverkolla, jotta pakokaasut pääsevät tuulettumaan pois rakennuksesta. Koska parkkitalo on kylmä rakennus, sitä ei tarvitse lisäeristää. Pakkasrapautumiselta suojaava rakenteiden verhoilu on toteutettu pitkillä sivuilla profiililasista, jolloin alkuperäinen betonipinta jää näkyviin. Porraskatokset sisäänkäyntikerroksessa ja kattamattomalla ylätasolla rytmittävät massaa ja niiden voimakkaat värit antavat muuten neutraalin vaaleasävyiselle rakennukselle ilmettä. Niiden, nivelosan ja päädyn materiaalina on tässäkin liikenteen rakennuksessa autojen materiaali, metallilamelli, jonka kiinnitys toteutetaan irrotettavana. Myös profiililasiverhoilu on voidaan tulevaisuudessa käyttää uudelleen.

8.4.5. Vakiintunut kaupunki ”Hyvinkää”: korttelitalo

”Hyvinkää” kuvaa metropolialueesta hyötyvää, vakiintunutta keskikokoista kaupunkia. Purkutarpeeseen vaikuttavat ongelmat voivat siellä kummuta ”Porin” tapaan käyttöasteesta ja asuntotyypeistä tai ”Turun” tapaan imagollisista syistä. Kerrostalojen osittaisella purkamisella voidaan vaikuttaa molempiin haasteisiin. Lähiöissä, tai kerrostaloissa yleensäkin, asukkaiden harrastemahdollisuudet, yhteisöllisyyden tuntu ja paikkaan sitoutuminen voivat olla heikkoja. Yhteiskäyttöisellä piharakennuksella voidaan tarjota asukkaille tiloja, jotka tarjoavat mahdollisuuden yleensä omakotiasumiseen liitettäviin toimintoihin, kuten nikkarointiin. Lisäksi lämpö- ja kosteusrasitusta tuovat toiminnot, kuten saunominen ja pyykinpesu, on ehkä järkevämpää sijoittaa erilliseen piharakennukseen, kun lähiöitä korjataan energiatehokkaiksi. Piharakennuksella voidaan jakaa ylisuuri korttelipiha pienempiin, erilaistuviin osiin, ja yhteisöllisyys saa mahdollisuuden kasvaa ihmisten välisten kontaktien lisääntyessä.

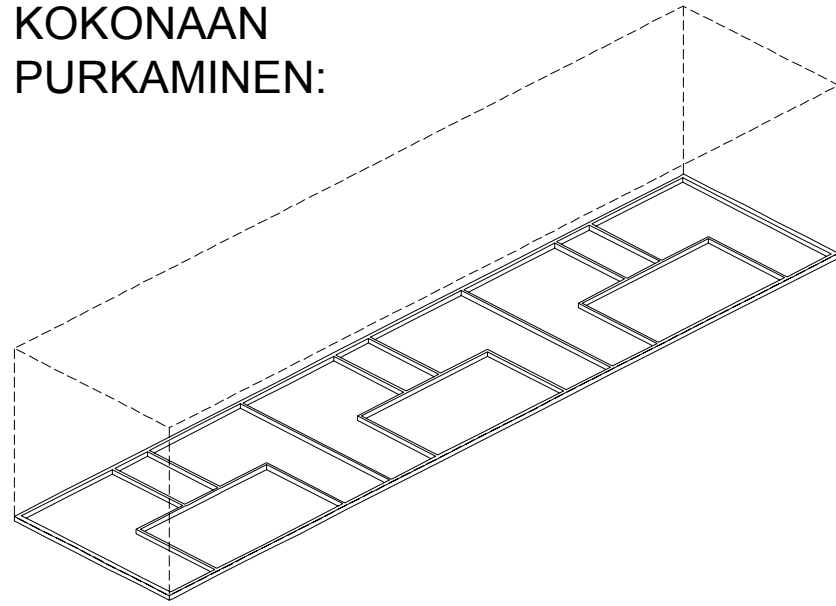
Korttelitalosuunnitelmani perustuu neljään samankokoiseen suorakulmaiseen huoneeseen, jotka on ryhmitelty saman katon alle. Huonemassat sijaitsevat toisiinsa nähden vinoissa kulmissa muodostaen yhdistävän katoksen kanssa epäsäännöllisen nelisakaraisen tähden. Suunnitelmassa on hyödynnetty umpinaisia päätyelementtejä, kantavia väliseinäelementtejä ja ontelolaattoja. Rakennuksella on viherkatto, joka näkyy ympäröivän tuulimyllykorttelin ylempien kerrosten asunnoista. Näin rakennus ikään kuin korvaa sen rakentamisesta aiheutuvan viheralan menetyksen. Talosauna, -pesula ja ulkoiluvälinevarastot on siirretty korttelitaloon, joka tarjoaa uusina tiloina lisäksi takkahuonetta, nikkarointiverstasta ja harrastehuonetta. Korttelitalon sakarat jakavat lisäksi pihankin eriluonteisiin osiin, jotka palvelevat erilaisia toimintoja ja ihmisryhmiä. Jako neljään huoneeseen mahdollistaa osien erilaisen lisäeristämisen. Varastot eivät sitä tarvitse, ja muiden toimintojen kohdalla eristystarve voidaan miettiä tapauskohtaisesti. Korttelitalo on verhoiltu vaihtelevan levyisillä laudoilla, mikä mahdollistaa eri lähteistä tulevien jätemateriaalien käytön. Päädyt ja korostealueet on verhoiltu huoneet identifioivilla, neljällä sävyllä maalatuilla vanerilevyillä.

8.4.6. Kasvava kaupunki ”Turku”: täydennyspientalo

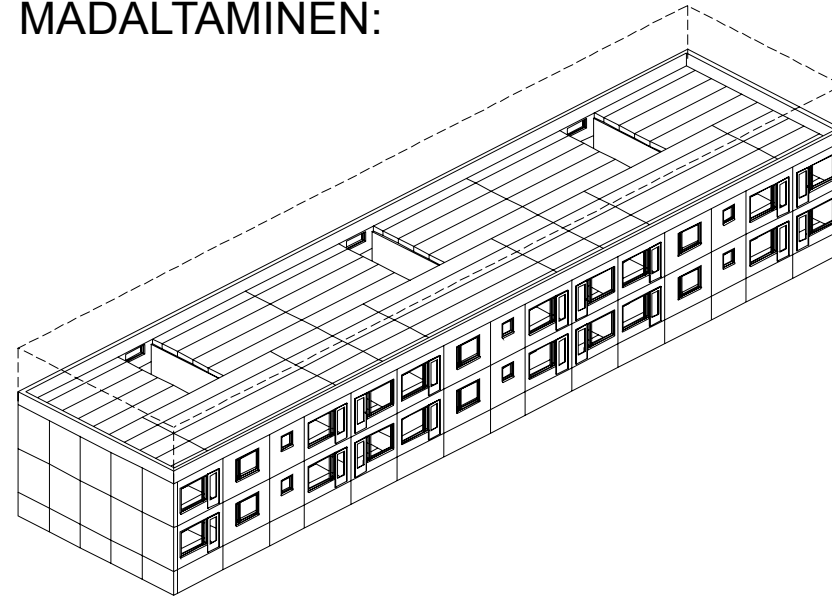
”Turku” kuvaa kasvavaa, elinvoimaista metropolialueen napakaupunkia. Metropolialueet vetävät puoleensa monenlaisia ihmisryhmiä, muun muassa opiskelijoita ja maahanmuuttajia. Myös päihdeongelmista johtuva yhteiskunnallinen syrjäytyminen voi kärjistyä ja tulla näkyväksi suurissa kaupungeissa. Kaikki edellämainitut etsivät edullista sosiaalista vuokra-asumista, ja usein nämä ihmisryhmät löytyvätkin juuri samoista lähiöistä. Muun väestön silmissä tällaiset alueet voivat leimautua, jolloin niille ei enää hakeuduta asumaan. Sen sijaan esimerkiksi maahanmuuttajat hakeutuvat – luonnollisestikin – mielellään asumaan lähelle toisia samasta kulttuurista tulevia, ja näin lähiön segregaatiokierre onkin valmis. Segregaatiosta johtuvat ongelmat ovat aiheuttaneet vakavia yhteenottoja maahanmuuttajien ja valtaväestön välille muun muassa Ruotsissa ja Ranskassa, joten mahdollisuus ei Suomessakaan ole vähäteltävä. Vaikka lähiön käyttöaste olisi sataprosenttinen, osittainen purkaminen voi olla imagollisista syistä perusteltua, jos negatiivinen kierre saadaan purettua. Professori André Thomsenin tutkimuksen mukaan pienet korjaukset eivät riitä, vaan vain hyvin radikaalilla transformaatiolla on merkitystä alueen kehityksen ympäri kääntämisen kannalta (Thomsen 2009). Väestön sekoittumiseksi uudelleenkäyttöehdotukseni on luonteeltaan jopa hieman ylellinen täydennyspientalo.

Rakennus on L:n mallisena pihatalona raekooltaan tavanomaista pientaloa suurempi, jolloin se mukautuu paremmin lähiöiden suureen mittakaavaan. Se perustuu kahteen putkimaiseen, huoneen ja käytävän levyiseen massaan, jotka ovat kulmastaan päällekkäin siten, että toisen massan alle muodostuu tilaa autojen pysäköintiin. Talo avautuu omalle pihalleen ja on kadulle päin sulkeutuneempi. Rakennuksessa on käytetty uudelleen kantavia päätyelementtejä, kevyitä ruutuelementtejä, kantavia väliseinäelementtejä ja ontelolaattoja. Esitetty massa ei ole muodoltaan energiatehokkain, mutta se tarjoaa esimerkin ontelolaattojen käytön tuomista tilallisista mahdollisuuksista pitkällä jänneväleillä. Tilallinen peruskonsepti soveltuu myös pienen julkiseen rakennukseen, esimerkiksi kirjastoon. Täydennyspientalo on lisälämmöneristetty ja verhoiltu pohjakerroksessa (purku)tiileillä. Toinen kerros on eristerapattu vaaleaksi. Ruutuelementtejä on modernisoitu näkymän suunnan kääntävillä ja ikkunan muodon muuttavilla erkkeriosilla, jotka voivat nekin olla esivalmistettuja elementtejä. Olen esittänyt korttelin kulmaan sijoittuvan talon; rakennuksen toistuessa naapurin pihalle ei luonnollisestikaan ole ikkunoita viereisestä rakennuksesta. Terrassin kautta saavutettavat pesutilat ovat moderni variaatio perinteisestä pihasaunasta. Tässä ratkaisussa lapekatto toimii aurinkopaneelien asennusalustana, mutta rakennusta toistettaessa korttelissa kattomuoto sekä verhoilun materiaalit ja värit ovat valittavissa muuksikin.

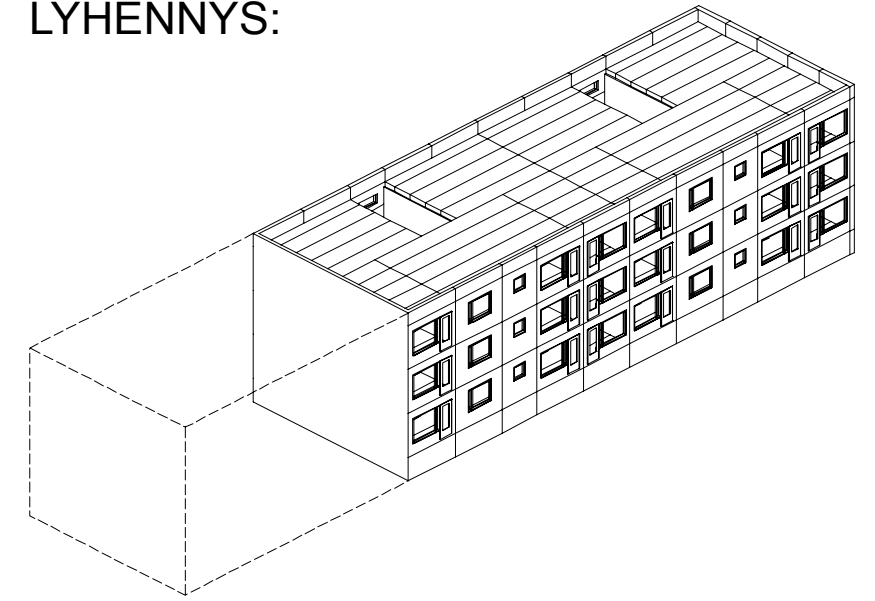
KOKONAAN
PURKAMINEN:



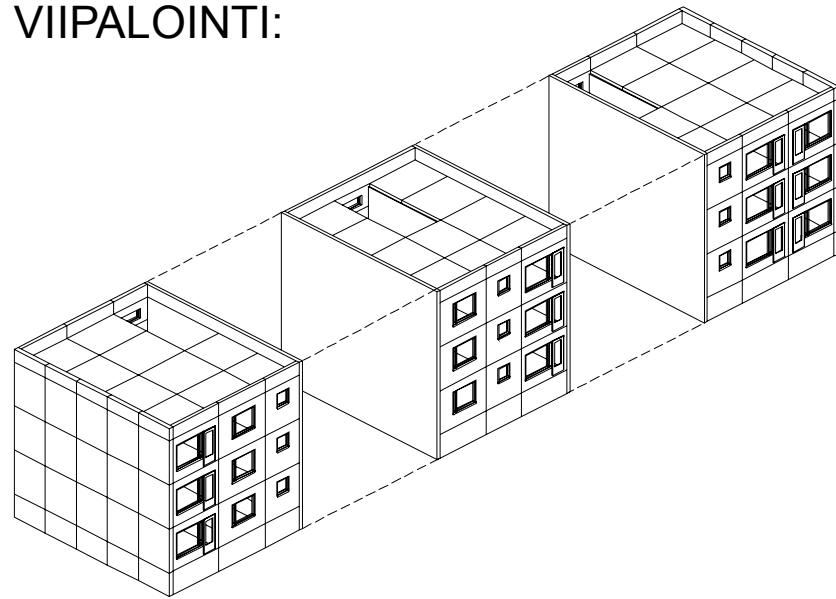
MADALTAMINEN:



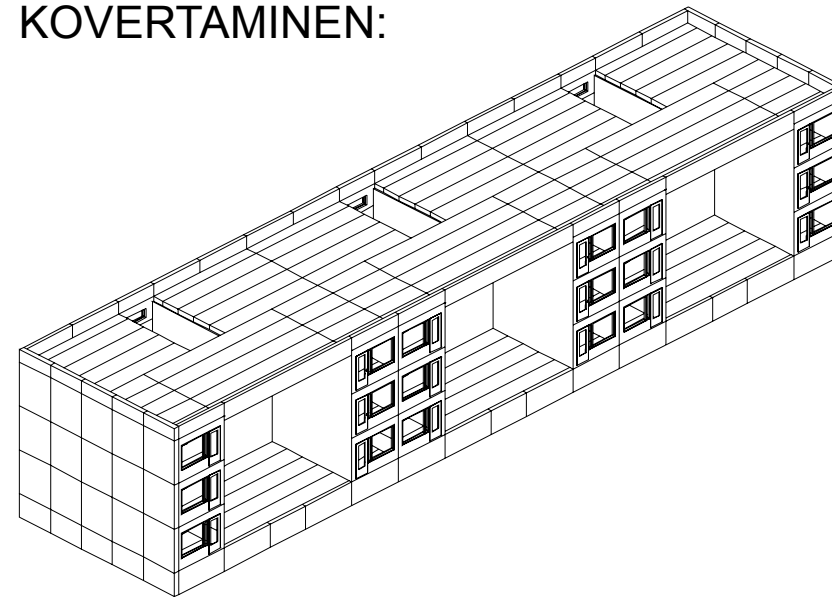
LYHENNYS:



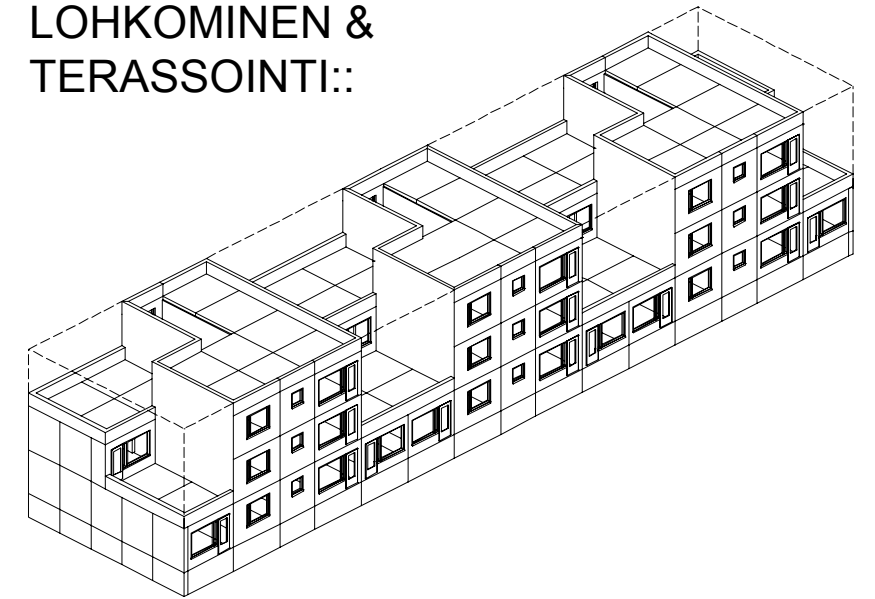
VIIPALOINTI:



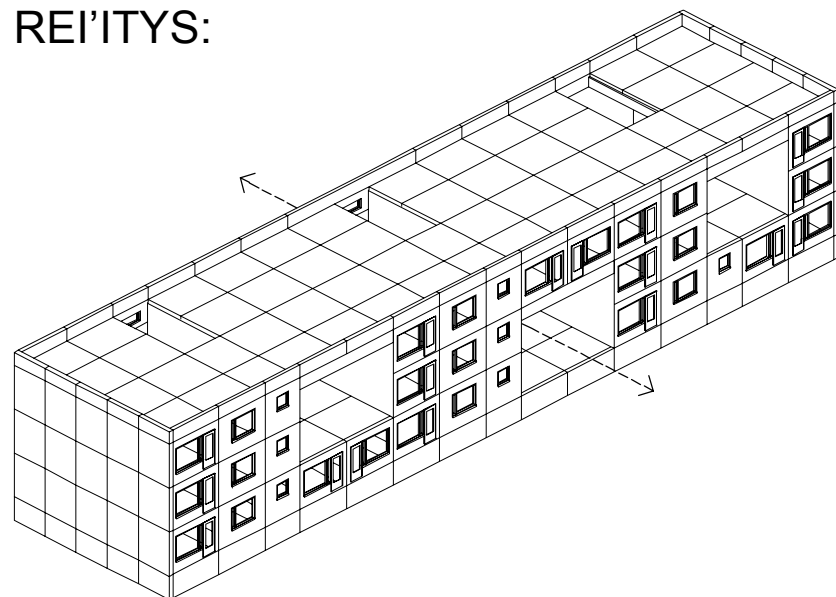
KOVERTAMINEN:



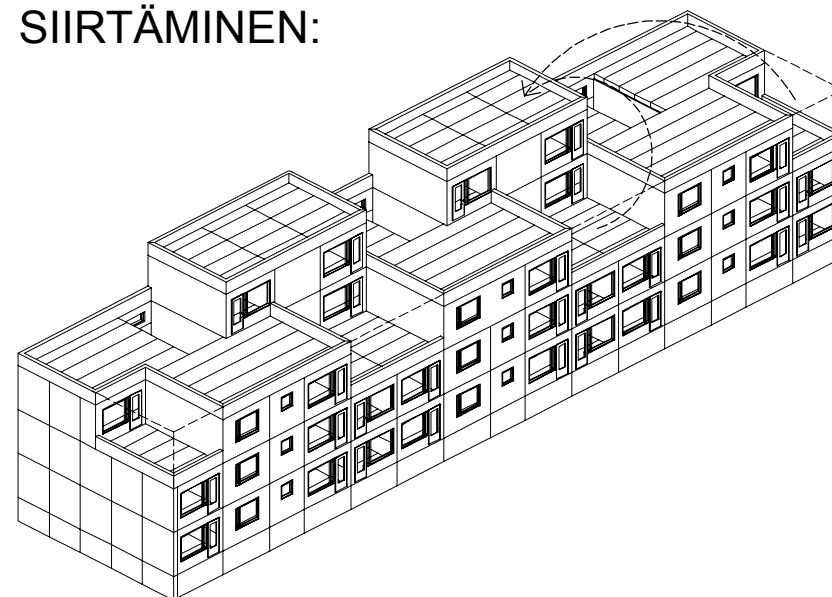
LOHKOMINEN &
TERASSOINTI:



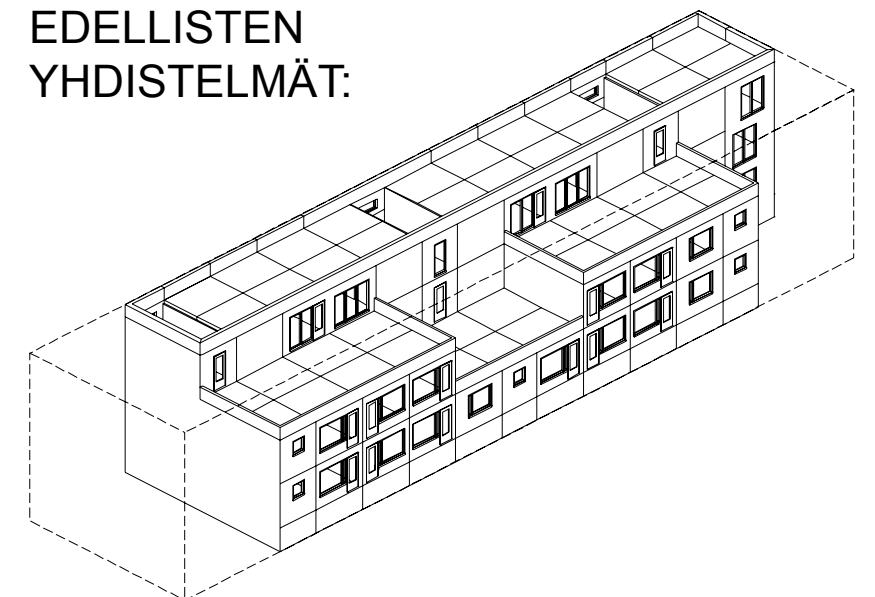
REI'ITYS:



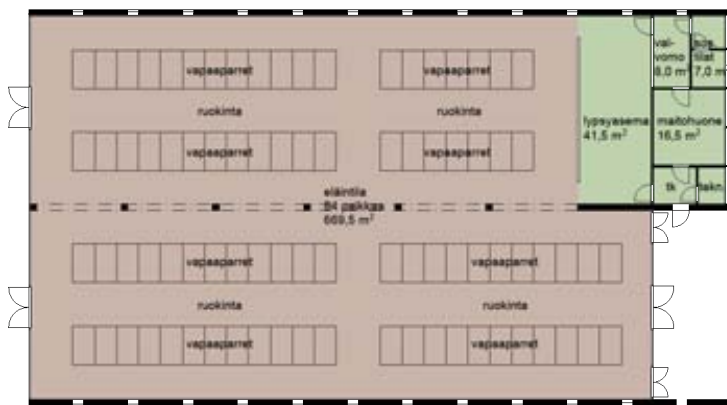
SIIRTÄMINEN:



EDELLISTEN
YHDISTELMÄT:



“LIEKSA”: NAVETTA



TILAOHJELMA

eläintila	669,5 m ²
lypsyasema	41,5 m ²
valvomo	8,0 m ²
maituhuone	16,5 m ²
sosiaalitilat	7,0 m ²
tuulikaappi	5,0 m ²
tekninen tila	3,0 m ²

hyöttyala yht. 750,5 m²

huoneistoala 750,5 m²

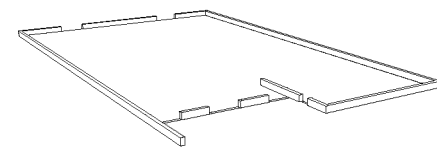
tilavuus 4510 m³

eläinmäärä 84 paikkaa

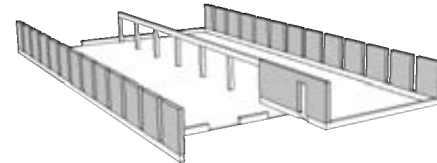
UUELLEENKÄYTTÖ

uudelleenkäytetyt betonielementit: 29 kantavaa umpielementtiä

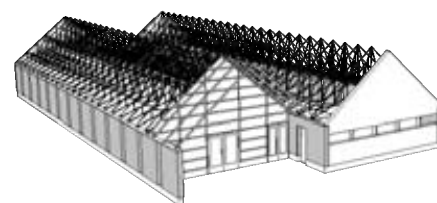
vältetty jäte: 101,5 t
säästetty luonnonvarat: 104,4 t
säästetty energia: 224 460 MJ
vältetyt kasvihuonekaasupäästöt: 20 010 kg CO₂



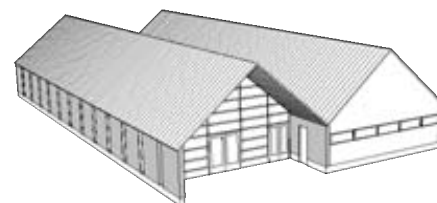
Uutena: perustukset ja alapohja.



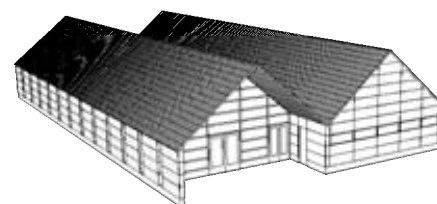
Käytettynä (harmaalla): pitkittäiset ulkoseinät. Uutena: pilarit, palkit.



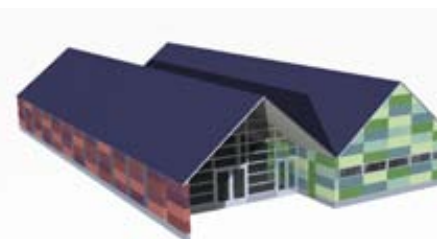
Uutena: poikittaiset seinät, lasiseinät, puiset kattoristikot ja -palkit.



Uutena: ikkunat, ovet, vesikate.



Uutena: verhoilu, aurinkopaneelit.



Julkisivut: Seinissä mattapintainen kuitusementtilevy neljässä punaisen ja vihreän sävyssä. Katossa kahdella lappeella aurinkopaneelit ja kahdella peltikate.

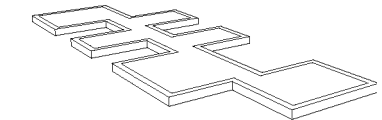
POHJA 1:200

Navetan tilallinen konsepti perustuu voimakkaasti kantavaan suuntaan, jossa yhdensuuntaisten kierrätettyjen ulkoseinäelementtien väliin jää viiltomainen rako, ja avoimeen, lasiseiniseen kevyeen suuntaan. Konsepti soveltuu maaseudun tuotantorakentamisen lisäksi varasto- ja teollisuusrakentamiseen. Rakennusta voidaan laajentaa poikittaissuuntaan toistamalla useampi yhden harjakaton alainen tila.

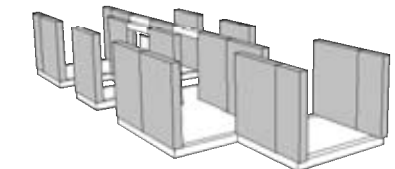


JULKISIVUT 1:200

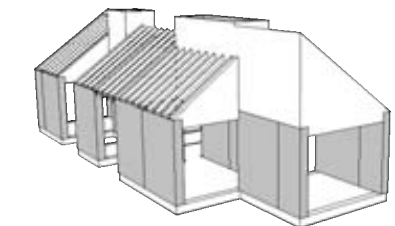
“RUOVESI”: LOMA-ASUNTO



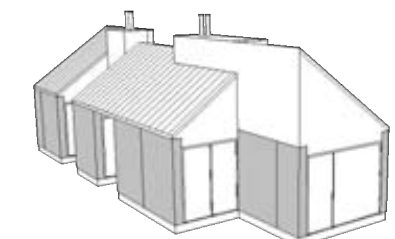
Uutena: perustukset ja alapohja.



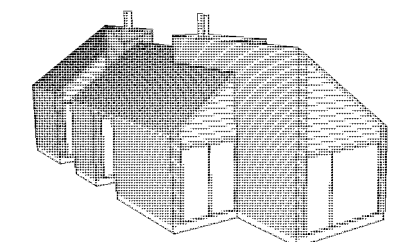
Käytettynä (harmaalla): pitkittäiset ulkoseinät.



Uutena: kattopalkit, muut seinät.



Uutena: ovet, ikkunat, vesikate.



Uutena: verhoilu, aurinkopaneelit.



POHJA 1:200

Loma-asunnon tilallinen konsepti muodostuu kahdesta yhdensuuntaisesta huonerivistä, jotka lomittuvat rakennuksen pääkselin suhteen muodostaen sille käytävän, joka on samalla osa jokaista huonetilaa. Huoneiden väliin jää intiimejä ulkotiloja, joiden kautta on näkymiä toisiin huonetiloihin. Tilallinen konsepti soveltuu loma-asunnon tai pienen omakotitalon lisäksi esimerkiksi näyttelypaviljonkiin. Rakennusta voidaan varioida perusratkaisun puitteissa huonetilojen kokoa muuttamalla.



JULKISIVUT 1:200

TILAOHJELMA

olohuone	17,5 m ²
makuuhuone	13,0 m ²
makuuhuone	13,0 m ²
keittokomero	8,5 m ²
kyppyhuone	6,5 m ²
eteinen	8,5 m ²

hyöttyala yht. 67,0 m²

huoneistoala 69,0 m²

tilavuus 390 m³

UUELLEENKÄYTTÖ

uudelleenkäytetyt betonielementit: 16 kantavaa umpielementtiä

vältetty jäte: 56 t
säästetty luonnonvarat: 57,6 t
säästetty energia: 123 840 MJ
vältetyt kasvihuonekaasupäästöt: 11 040 kg CO₂



Julkisivut: Seinissä kapeampi ruskea ja leveämpi petroolin värinen vaakapaneeli. Katossa toisella lappeella aurinkopaneelit ja toisella peltikate.

“NURMIJÄRVI”: BUSSITERMINAALI



TILAOHJELMA

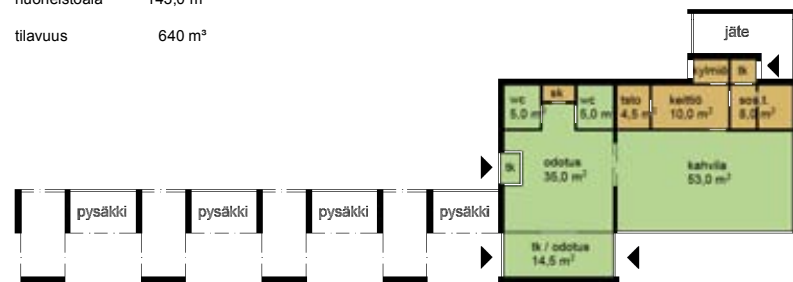
odotustila	35,0 m ²
yleisö-wc:t	10,0 m ²
kahvila	53,0 m ²
keittiö	10,0 m ²
kylmiö	2,5 m ²
toimisto	4,5 m ²
sosiaalitilat	8,0 m ²
siivouskomero	1,5 m ²
hyötyala yht.	124,5 m ²
huoneistoala	143,0 m ²
tilavuus	640 m ³

UUELLEENKÄYTTÖ

uudelleenkäytetyt betonielementit:
 21 kantavaa umpielementtiä
 4 kantavaa väliseinäelementtiä
 35 ontelolaattaa

vältetty jäte: 190 t
 säästetyt luonnonvarat: 197 t
 säästetty energia: 299 600 MJ
 vältetyt kasvihuonekaasupäästöt:
 29 785 kg CO₂

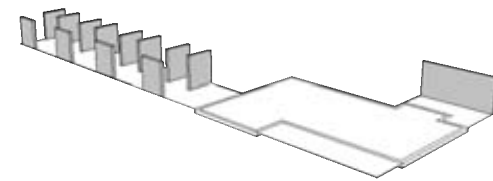
Terminaalin kokonaisuus muodostuu lämpimästä palvelurakennuksesta ja kylmistä odotuskatoksista, jotka ovat olennainen osa rakennuksen arkkitehtuuria. Uutena rakenteena toteutettava näyttävä katos antaa rakennukselle tunnistettavuutta.



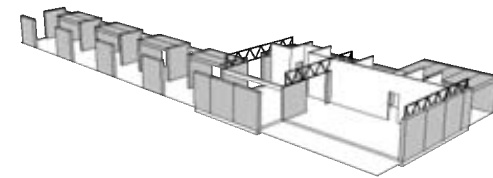
POHJA 1:200



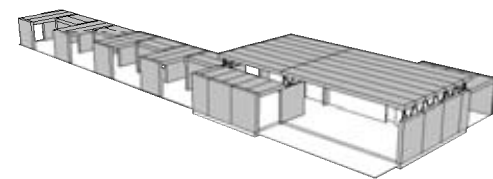
JULKISIVUT 1:200



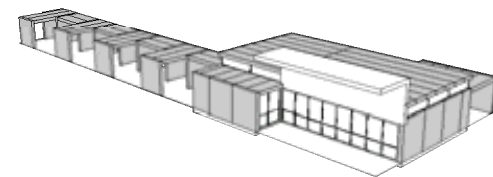
Uutena: perustukset ja alapohja.
 Käytettynä (harmaalla): kylmien rakenteiden seinät.



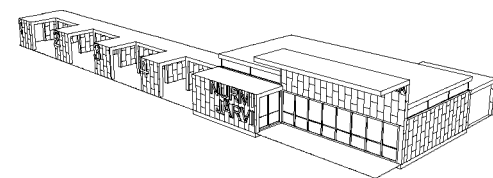
Uutena: kevyet väliseinät, teräsristikot.
 Käytettynä (harmaalla): ulkoseinät, kylmien rakenteiden katon.



Käytettynä (harmaalla): yläpohjat.



Uutena: katos, lasiseinät, ikkunat ja ovet.

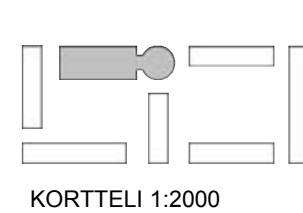


Uutena: verhoilu, varusteet.

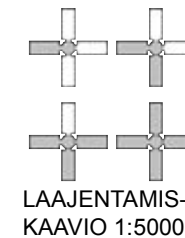


Julkisivut: oranssia, limenvihreää ja harmaata teräslamellia.
 Tasakatossa bitumikermi.

“PORI”: PARKKITALO



KORTTELI 1:2000

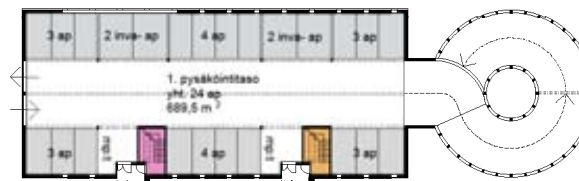
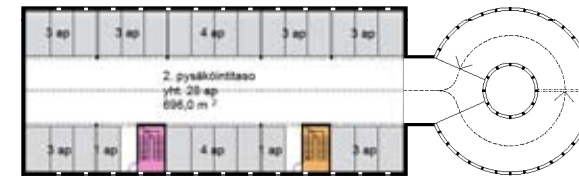
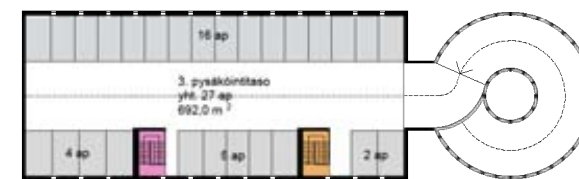


LAAJENTAMIS-
 KAAVIO 1:5000

TILAOHJELMA

autopaikat	1060,0 m ²
hyötyala yht.	1060,0 m ²
huoneistoala	2640,0 m ²
tilavuus	6240 m ³

autopaikkoja 79 kpl,
 joista 4 invapaikkoja.



POHJAT 1:400



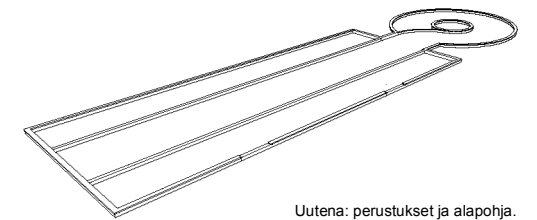
JULKISIVUT 1:400

UUELLEENKÄYTTÖ

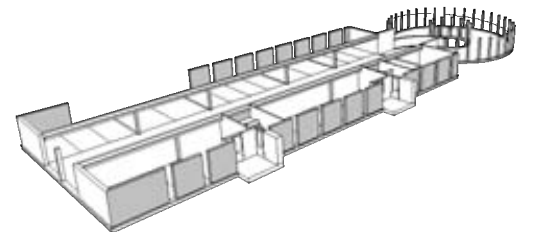
uudelleenkäytetyt betonielementit:
 66 kantavaa umpielementtiä
 2 kantavaa väliseinäelementtiä
 70 ontelolaattaa

vältetty jäte: 503 t
 säästetyt luonnonvarat: 564 t
 säästetty energia: 851 060 MJ
 vältetyt kasvihuonekaasupäästöt:
 83 115 kg CO₂

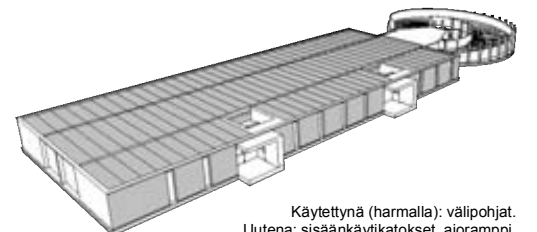
Pysäköintitalo muodostuu pysäköintiosan suorakulmaisesta ja rampiosan pyöreästä, välisällä toisiinsa kytketystä massasta. Ratkaisu on laajennettavissa tontin niin sallissa saman rampin ympärillä kolmeen suuntaan pysäköintiosia korkeussuunnassa porrastaen. Pysäköintiosan rakennekonsepti on muunneltava navetan perusratkaisusta, jossa yhden-suuntaisten ulkoseinäelementtien väliin jää viiltomaisia rakoja, jotka sijoittuvat kerroksissa porrastavasti vierekkäin.



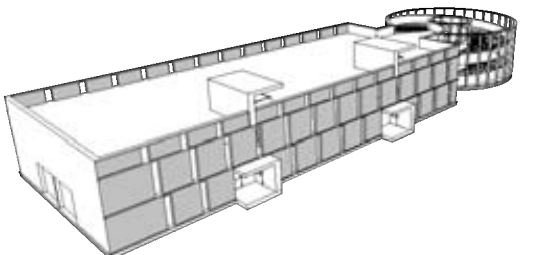
Uutena: perustukset ja alapohja.



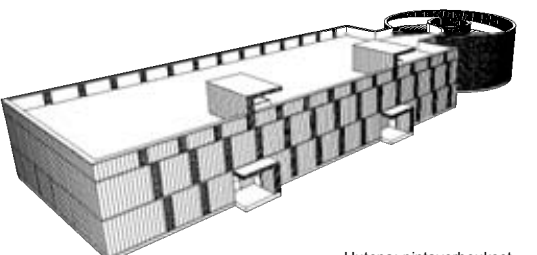
Käytettynä (harmaalla): pitkittäiset ulkoseinät, porrashuoneiden takaseinät.
 Uutena: pilarit, palkit, porrashuoneet, päätyseinät, väli- ja rampiosat.



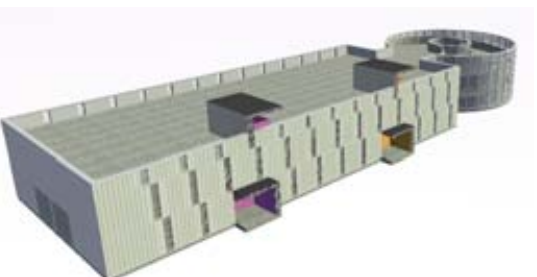
Käytettynä (harmaalla): välipohjat.
 Uutena: sisäänkäytkatokset, ajoramppi.



Uutena: välipohjan pintavalu, porrashuoneiden katokset ylimmällä tasolla.

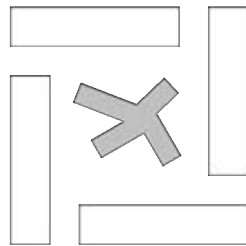


Uutena: pintaverhoukset.



Julkisivut: Pitkittäisissä seinissä yksinkertainen lasilankku, poikittaisissa seinissä harmaa metallilamelli, aukoissa ja rampiosassa teräsverkko.
 Katoksissa pinkki ja oranssi metallilamelli ja teräsverkko.

“HYVINKÄÄ”: KORTTELITALO



KORTTELI 1.1000

TILAOHJELMA

takkahuone	24,0 m ²
pukuhuone	5,0 m ²
suihku	4,0 m ²
sauna	5,5 m ²
wc	2,5 m ²
siivousskomero	1,5 m ²

pesula	26,5 m ²
kuivaushuone	10,0 m ²
kiinteistövarasto	10,0 m ²

verstas	22,0 m ²
harrastehuone	18,5 m ²
kylpyhuone	2,5 m ²
siivousskomero	1,5 m ²

pyörävarasto	36,5 m ²
lastenvaunuväestö	6,5 m ²
leikkivälinevarasto	4,0 m ²

hyötyala yht.	181,0 m ²
---------------	----------------------

huoneistoala	185,0 m ²
--------------	----------------------

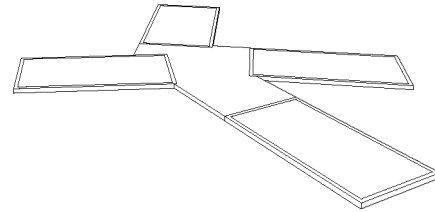
tilavuus	910 m ³
----------	--------------------

UUELLEENKÄYTTÖ

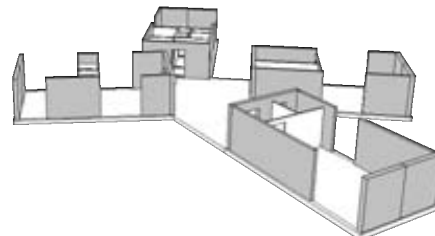
uudelleenkäytetyt betonielementit:
16 kantavaa umpielementtiä
12 kantavaa väliseinäelementtiä
16 ontelolaattaa

välletty jäte: 190 t
säästetyt luonnonvarat: 196 t
säästetty energia: 270 290 MJ
vältetyt kasvihuonekaasupäästöt:
20 490 kg CO₂

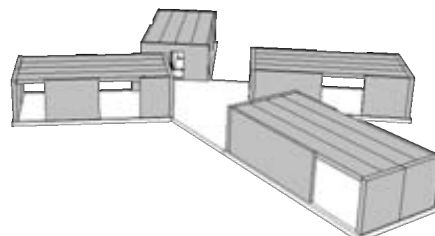
Korttelitalosuunnitelman tilallinen konsepti perustuu neljään suorakulmaiseen huoneeseen, jotka on ryhmitelty saman katon alle. Huoneimmat sijaitsevat toisiinsa nähden vinoissa kulmissa muodostaen yhdistävän katoksen kanssa epäsymmetrisen nelisakaraisen tähden. Sakarat jakavat pihan eriluonteisiin osiin, jotka palvelevat erilaisia toimintoja ja ihmisryhmiä. Rakennuksella on viherkatto, joka näkyy ympäröivän tuulimyllykorttelin ylempien kerrosten asunnoista. Näin rakennus ikään kuin korvaa sen rakentamisesta aiheutuvan viheralan menetyksen.



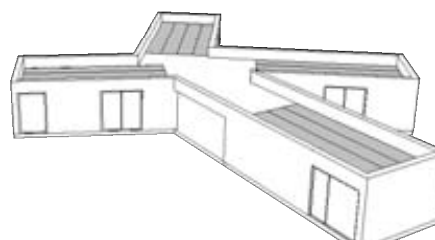
Uutena: perustukset ja alapohja.



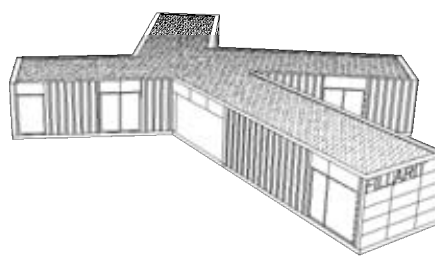
Käytettynä (harmaalla): ulkoseinät. Uutena: kevyet väliseinät.



Käytettynä (harmaalla): yläpohjat.



Uutena: ikkunat, lisälämmöneristys (tarveharkinnan mukaan).



Uutena tai käytettynä: pintaverhoukset. Verhouksen vaihtelevan levyiset laudat mahdollistavat eri lähteistä tulevien jättemateriaalien käytön.



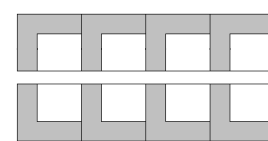
Julkisivut: harmaata lauttaa sekä oranssia, violetta, tummansinistä ja vedenväristä vanerilevyä. Viherkatto.

POHJA 1:200



JULKISIVUT 1:200

“TURKU”: TÄYDENNYSPIENTALO



KORTTELI 1.1000

Rakennus on L:n mallisena pihatalona raekooltaan tavanomaista pientaloa suurempi, jolloin se mukautuu paremmin lähiöiden suureen mittakaavaan. Se perustuu kahteen putkimaiseen, huoneen ja käytävän levyiseen massaan, jotka ovat kulmastaan päällekkäin siten, että toisen massan alle muodostuu tilaa autojen pysäköintiin. Talo avautuu omalle pihalleen ja on kadulle päin sulkeutuneempi. Tilallinen peruskonsepti soveltuu myös pienen julkiseen rakennukseen, esimerkiksi kirjastoon.

TILAOHJELMA

olohuone	27,5 m ²
keittotila	12,0 m ²
ruokailutila	7,0 m ²

makuu-/työhuone	21,5 m ²
makuuhuone	17,0 m ²
makuuhuone	13,5 m ²

takka-/vierashuone	14,5 m ²
kylpyhuone	6,5 m ²
sauna	6,5 m ²

kylpy-/kodinhuone	8,5 m ²
vaatehuone	5,0 m ²
wc	2,5 m ²
irtaimistovarasto	4,0 m ²
tekninen tila	4,0 m ²

hyötyala yht.	150,0 m ²
---------------	----------------------

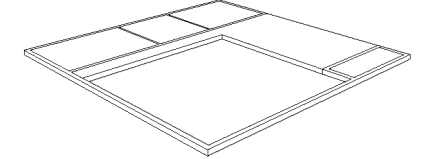
huoneistoala	185,0 m ²
--------------	----------------------

tilavuus	720 m ³
----------	--------------------

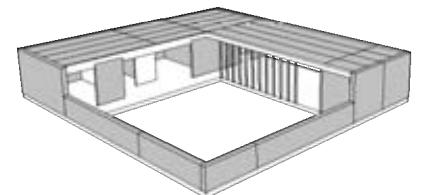
UUELLEENKÄYTTÖ

uudelleenkäytetyt betonielementit:
6 kantavaa umpielementtiä
6 kantavaa väliseinää
12 ontelolaattaa

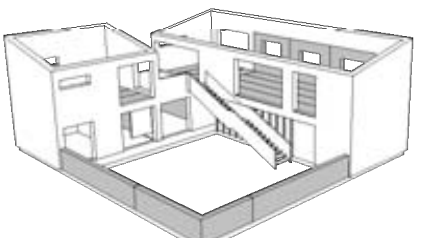
välletty jäte: 114 t
säästetyt luonnonvarat: 120 t
säästetty energia: 173 390 MJ
vältetyt kasvihuonekaasupäästöt:
17 340 kg CO₂



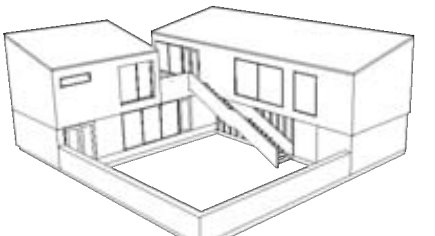
Uutena: perustukset ja alapohja.



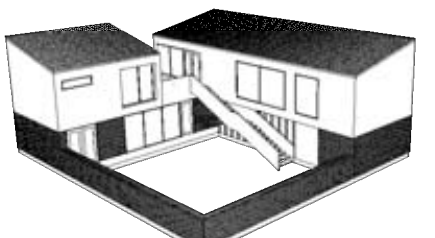
Käytettynä (harmaalla): 1. kerroksen ulkoseinät, välipohjat, aidat. Uutena: kevyet väliseinät, pilarit, paikit.



Käytettynä (harmaalla): osa 2. kerroksen ulkoseinästä. Uutena: ulkoseinät, portaat, kaiteet, lisälämmöneristys.



Uutena: ikkunat, ovet, vesikate.



Uutena tai käytettynä: 1. kerroksen tiiliverhoitus. Uutena: 2. kerroksen eristerappaus ja aurinkopaneelit.



Julkisivut: Seinissä punaruskea tiili ja valkoinen eristerappaus. Katossa aurinkopaneelit.



JULKISIVUT 1:200



JULKISIVUT / LEIKKAUKSET 1:200



LÄHTEET

KIRJAT & TUTKIMUKSET:

Asam, Claus. 2007. Recycling prefabricated concrete components – a contribution to sustainable construction. *IEMB info 3/2007*. Berlin. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin. [WWW.] [Viitattu 1.1.2009]. Saatavissa: <http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/infoblätter/03-2007.pdf>

Asam, Claus. 2006a. Recycling prefabricated building components for future generations. *IEMB info 1/2006*. Berlin. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin. [WWW.] [Viitattu 1.1.2009]. Saatavissa: <http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/infoblätter/01-2006.pdf>

Asam, Claus. 2006b. Urban renewal in large Eastern German residential settlements with regard to the reuse possibilities of the dismantled building elements from large format pre-fabricated concrete buildings. *IEMB info 3/2006*. Berlin. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin. [WWW.] [Viitattu 1.1.2009]. Saatavissa: <http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/infoblätter/03-2006.pdf>

Asam, Claus et al. 2005. *Untersuchung der Wiederverwendungsmöglichkeiten von demontierten Fertigteilelementen aus Wohnungsbautypen der ehemaligen DDR für den Einsatz im Wohnungsbau*. Berlin. Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung. [WWW.] [Viitattu 28.12.2009]. Saatavissa: <http://www.iemb.de/forschung/bericht.htm>

BES. Tutkimus avoimen elementtijärjestelmän kehittämiseksi. [1969. Helsinki.] Toim. Matti Seppänen & Teuvo Koivu. [Suomen betoniteollisuuden keskusjärjestö.]

Betonelementtirakenteet. 1977. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. Helsinki.

Betoni – perustietoa arkkitehtipiskelijalle. 2005. Toim. Päivi Väisänen. [Espoo.] TKK Arkkitehtiosasto Rakennusoppi.

Betonirakenteiden ympäristövaikutukset. 1998. Helsinki. Suomen betonitieto Oy.

Erat, B., Erat, E., Osara, L., Luoma, K. 1991. *Kerrostaloalueet viihtyisiksi*. Helsinki. Asuntohallitus.

Handlungsanleitung. Rückbau unter bewohnten Bedingungen. Gefahren erkennen, bewerten und richtig handeln. [2009]. Weimar. IFF Weimar & Thüringer Ministerium für Soziales, Familie und Gesundheit. Saatavissa:

<http://iff-weimar.de/images/stories/handlungsanleitung.pdf>

Hankonen, Johanna. *Lähiöt ja tehokkuuden yhteiskunta: suunnittelujärjestelmän läpimurto suomalaisten asuntoalueiden rakentumisessa 1960-luvulla*. 1994. Helsinki. Gaudeamus.

Heino, Erja., Sundman, Pirjo. 1995. *Ekotalon rakennusaineet*. Helsinki. Rakennusalan kustantajat RAK.

Heino, Erja. 2002. *Ekotehokkuus rakennusalalla*. Helsinki. Suomen luonnonsuojeluliitto

Huhtinen, K., Lilja, R., Sokka, L., Salmenperä, H., Runsten, S. 2007. *Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaraportti*. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.

Hunger, B. et al. 2003. *Sozialverträglicher Rückbau von industriell gefertigten Gebäuden des komplexen Wohnungsbaues in den Neuen Bundesländern*. Berliini. Bundesministeriums für Bildung und Forschung, IFF Weimar & Stadtbüro Hunger. [WWW.] [Viitattu 30.12.2009]. Saatavissa: <http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2007/1246/pdf/RAckbau.pdf>

Kaila, Panu. 2008. *Talotohtori. Rakentajan pikkujättiläinen*. Helsinki. WSOY.

Kerrostalon purkamisen. Menetelmät – kustannukset – turvallisuus – hyötykäyttö. 2001. Toim. Hannu Kauranen. Helsinki. Rakennusteollisuuden keskusliitto.

Kerrostalot 1880 – 2000. Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. 2006. Toim. Petri Neuvonen. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Kil, Wolfgang. 2008. *The marvel of Leinefelde*. Dresden. Sandstein Verlag.

Kohti kierrätisyhteiskuntaa. Valtioneuvoston 10.4.2008 hyväksymä valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. 2008. Helsinki. Ympäristöministeriö. [WWW.] [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=91466&lan=fi>

Lankinen, Markku. 1998. *Lähiöt muuttuvat ja erilaistuvat. 36 lähiön tilastollinen seuranta*. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Leitfaden für die Instandsetzung und Modernisierung von Wohngebäuden in der Plattenbauweise. WBS 70. Wohnungsbauserie 70 6,3t. 1997. Bonn. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.

Maijala, J.-P., Eskola, A. 1998. *Julkisivun purkamisen, purkumateriaalien käytön ja eristämisen kehittäminen*. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Matalaenergiarakentaminen. 2009. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Mettke, Angelika et al. 2008. *Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf. Teil 2: Wieder- und Weiterverwendung großformatiger Betonbauteile*. Cottbus. Brandenburgische Technische Universität Cottbus. [WWW.] [Viitattu 28.12.2009]. Saatavissa: http://www.tu-cottbus.de/fakultaet4/fileadmin/uploads/altlasten/files/bauliches_recycling/2_Wiederverwendung.pdf

Muurimäki, J., Eskola, A. 1997. *Sandwich-elementtien ulkokuoren purku nostotyynymenetelmällä*. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Mäenpää, I., Härmä, T., Rytönen, T., Merilehto, K., Sokka, L., Espo, J. & Kaplas, M. 2006. *Finwaste-hankkeen loppuraportti. Jätevirrat ja jäteintensiteetin muutos Suomen taloudessa 1997-2003*. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.

Mäkiö, E., Malinen M., Neuvonen, P., Vikström, K., Mäenpää, R., Saarenpää, J. & Tähti, E. *Kerrostalot 1960 – 1975*. 1994. Helsinki. Rakennustieto Oy.

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

Oijala, Matti. 1998. *Rakennusaineet, ekologinen käsikirja*. Helsinki. Rakennusalan kustantajat RAK.

Parma. 2003. *ParmaParel-ontelolaatat. Suunnitteluohje*. [WWW.] [Viitattu 27.2.2010] Saatavissa: <http://www.parma.fi/download.aspx?intFileID=543&intLinkedFromObjectID=10447>

Petzschmann, E., Unruh, H.-P, Junkers, H. et al. *Demontage von Plattenbauten und partielle Wiederverwendung der Fertigteile. Heft 7*. 2000. Cottbus. Brandenburgische Technische Universität Cottbus.

Perälä, Anna-Leena. 1996. Demolition waste in construction sector. User-oriented and cost-effective management, maintenance and modernization of building facilities. CIB W70 Helsinki '96 Symposium. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Perälä, Anna-Leena. Nippala, Eero. 1998. *Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö*. VTT tiedotteita 1936. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Perälä, A.-L., Sola, K., Mali, J., Merra, A., Tanskanen, K. 1995. *Rakennusala valmistautuu kierrätykseen. Puu-, betoni- ja rakennusteollisuus*. VTT tiedotteita 1650. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Pessi, A.-M., Suonketo, J., Pentti, M., Rantio-Lehtimäki, A. 1999. *Betonielementtijulkisivujen mikrobiologinen toimivuus*. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu & Turun yliopisto.

Platte plus. 2003. Toim. Verband Thüringer Wohnungswirtschaft, IFF Weimar, GdW Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen & K-concept. [Erfurt]. Verband Thüringer Wohnungswirtschaft.

Rakenteiden elinkaaritekniikka. 2001. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörin liitto RIL.

Rakennustieto Oy. *RT Ympäristöseloste. Ei-kantava sandwich-elementti*. Betonikeskus ry. [Helsinki.] [WWW]. [Viitattu 4.1.2010]. Saatavissa: http://www.rts.fi/ymparistoseloste/Ei-kantava_sandwich-elementti_nro23.pdf

Rakennustieto Oy. *RT Ympäristöseloste. Ontelolaatta*. Betonikeskus ry. [Helsinki.] [WWW]. [Viitattu 4.1.2010]. Saatavissa: http://www.rts.fi/ymparistoseloste/Ontelolaatta_nro11.pdf

Rakennustieto Oy. *RT Ympäristöseloste. Valmisbetoni K35*. Betonikeskus ry. [Helsinki.] [WWW]. [Viitattu 4.1.2010]. Saatavissa: http://www.rts.fi/ymparistoseloste/Valmisbetoni_K35_nro13.pdf

Rakennustieto Oy. *RT Ympäristöseloste. Väliseinäelementti*. Betonikeskus ry. [Helsinki.] [WWW]. [Viitattu 4.1.2010]. Saatavissa: http://www.rts.fi/ymparistoseloste/Väliseinäelementti_nro12.pdf

Ritola, J., Vares, S. 2008. Keräyslasin hyötykäyttö vaahtolasituotteina. VTT tiedotteita 2458. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Salastie, R., Korhonen-Wälmä, U., Korhonen, E. 1987. *Pohjoismaisia esimerkkejä lähiöiden kehittämisestä*. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Siikanen, Unto. 2001. *Rakennusaineoppi*. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Sippola, Merja, Ratvio, Juha. 1994. *Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö Suomessa ja muissa maissa*. VTT tiedotteita 1588. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Tehdään elementeistä. Suomalaisen betonielementtirakentamisen historia. 2009. Toim. Yki Hytönen & Matti Seppänen. Helsinki. SBK-säätiö.

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

Tuppurainen, Y., Aho, T., Haapasalo, H., Koskenkorva, P. 2003a. *Korjausrakentaminen. Osa 1, korjausrakentamisen työmaalogistiikka, rakennusmateriaalien ja -osien uudelleenkäyttö*. Oulu. Oulun yliopisto.

Tuppurainen, Y., Aho, T., Eskola, J. A., Kainulainen, M., Korhonen, M., Koskenkorva, P., Tikka, R. 2003b. *Korjausrakentaminen. Osa 2, rakennusmateriaalien ja -osien purku ja kierrätys*. Oulu. Oulun yliopisto.

Vuolle-Apiala, Risto. 2008. *Hirsitalon kunnostaminen*. Jyväskylä. Multikustannus & Rakennusalan kustantajat RAK.

LAIT & ASETUKSET:

2008/98/EY. *Jätedirektiivi*. [WWW]. [Viitattu 7.1.2010.] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF>

L 28.6.1996/495. *Jäteverolaki*.

L 3.12.1993/1072. *Jätelaki*.

L 15.5.2003/362. *Jätteenpolttoasetus*.

L 4.2.2000/86 *Ympäristönsuojelulaki*.

L 4.9.1997/816 *Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista*.

L 5.2.1999/132 *Maankäyttö- ja rakennuslaki*.

L 10.9.1999/895 *Maankäyttö- ja rakennusasetus*.

LEHDET:

Adlercreutz, Anders. Viherhuone Jorvaksessa, Kirkkonummi. *Puu-lehti*. 3/2007.

Astikainen, Riitta. Purkamalla parempi. *Helsingin sanomat*. 10.2.2008a.

Astikainen, Riitta. Isojen remonttien rahoitus on ongelma. *Helsingin sanomat*. 10.2.2008b.

Helasvuori, Mikko. Jätearkkitehtuuria. *Arkkitehti*. 1/92.

Kilpeläinen, Tapio. EPS-eristeet betoniteollisuudessa. *Betoni-lehti*. 3/2009.

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

Nurmi, Esko. Jopa 40 000 aravavuokra-asuntoa joutuu lähivuosina poistokoriin. *Helsingin sanomat*. 16.10.2007.

Ruokolainen, Ina. Kierrätysaineista rakentaminen onnistui Lahdessa. Messuille korjattiin kaksi taloa ja uudisrakennettiin harrastustila. *Helsingin sanomat*. 25.7.1993.

Suutarinen, Markus & Suikka, Arto. Uusien energiamääräysten vaikutus betonisiin ulkoseinärakenteisiin. *Betoni-lehti*. 1/2009.

Takala, Riina. Kiinteistö Oy Kummatti korjataan ennakkoluulottomasti. *Betoni-lehti*. 4/2008.

Törmänen, Eeva. Miksi uunivuoat ja glögilasit eivät kelpaa kierrätykseen? *Tekniikka ja talous*. 25.9.2008. [WWW.] [Viitattu 4.2.2010]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/article139060.ece>

Törmänen, Eeva. Vaahtolasi voisi ratkaista lasin kierrätysongelman. *Tekniikka ja talous*. 15.3.2009. [WWW]. [Viitattu 28.12.2009]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/article252773.ece>

Valli, Matti. Kaikki maailman teräs kierto. *Inline*. 4/2007.

HAASTATTELUT & SÄHKÖPOSTIT:

Arjanne, Tiina. Arliko Oy. Puhelinkeskustelu. 16.2.2010.

Asam, Claus. Diplomi-insinööri, tutkija, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Berliini. 22.10.2009.

Hartmann, Damian. Tekniikan ylioppilas, tutkimusapulainen, Brandenburgische Technische Universität Cottbus. Cottbus. 26.10.2009.

Kinnunen, Mikko. Työpäällikkö. Rakennusliike Lehto. Sähköposti. 27.4.2009.

Koski, Hannu. Tutkija. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Puhelinkeskustelu ja sähköposti. 21.1.2010.

Kuurma, Pia. Filosofian maisteri, yrittäjä. Metsänkylän navetta. Sähköposti. 4.1.2010.

Lahdensivu, Jukka. Tekniikan tohtori, tutkija. TTY. Tampere. 19.2.2010.

Lehmann, Thomas. Diplomi-insinööri, tutkija, Brandenburgische Technische Universität Cottbus. Cottbus. 26.10.2009.

Lützkendorf, Ingrid. Tekniikan tohtori, tutkija, Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar. Weimar. 27.10.2009.

Mattila, Jouko. Arkkitehti. Puhelinhaastattelu. 16.2.2010.

Mattila, Jussi. Tekniikan tohtori, tutkija, TTY. Tampere. 15.4.2009

Pentti, Matti. Tekniikan tohtori, professori, TTY. Tampere. 17.8.2009

Pöyskö, Kari. Purkutyönjohtaja. Rakennusliike Lehto. Raahe. 3.12.2009.

Rebel, Birgit. Diplomi-insinööri, tutkija. Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar. Weimar. 27.10.2009.

Reinhardt, Gerd. Pormestari, Leinefelde-Worbis. Leinefelde. 24.10.2009.

Saarinen, Risto. Diplomi-insinööri, johtava jäteasiantuntija. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 16.3.2009.

Sassi, Leo. Toimitusjohtaja. Kiinteistö Oy Kummatti. Raahe. 3.12.2009.

Schwarze-Kahrs, Eva. Kiinteistön asukas ja omistaja. Berliini. 22.10.2009.

Suikka, Arto. Diplomi-insinööri, tuoteryhmäpäällikkö, Betoniteollisuus ry. Puhelinkeskustelu ja sähköposti. 28.5.2008.

Suonketo, Jommi. Diplomi-insinööri, tutkija, TTY. Tampere. 19.2.2010.

Wiewiorra, Carsten. Arkkitehti. Berliini, 22.10.2009.

LUENNOT & ESITELMÄT:

Hagan, Harri. Luennot Korjausrakentamisen kurssilla TTY:llä. 2008.

Thomsen, André. *Demolition – a sustainable choice?* Esitelmä Valtakunnallisella asumistutkimuspäivällä 18.11.2009.

Viljakainen, Mikko. *Rakentamisen ekotehokkuus*. Esitelmä Puu-seminaarissa Habitare-messuilla. 10.9.2009.

INTERNET:

Ahrensfelder Terrassen. Viitattu 31.12.2009b.

<http://www.stadtumbau-berlin.de/Ahrensfelder-Terrassen.434.0.html>

Ahrensfelder Terrassen, Berlin. Viitattu 31.12.2009a.

<http://www.architekten24.de/projekt/ahrensfelder-terrassen-berlin/uebersicht/index.html>

ARA Asumisen rahoitus ja kehittämiskeskus. Viitattu 27.2.2010. <http://www.ara.fi>

Cottbus-Sachsendorf-Madlow „Town Villas“. *New housing in a prefabricated estate*. Viitattu 30.12.2009. <http://www.werkstatt-stadt.de/en/projects/58/>

Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG. *Kräutersiedlung*. *Intelligenter Stadtumbau in Gorbitz*. Viitattu 30.12.2009. <http://www.kraeutersiedlung.de>

Eko-expert. Viitattu 5.2.2010. <http://www.eko-expert.com>

Ekovilla. Viitattu 5.2.2010. <http://www.ekovilla.com>

European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. Viitattu 27.2.2010. <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/glossary.vm>

European Environment Agency. Viitattu 27.2.2010. <http://glossary.eea.europa.eu/>

Friedrich, R., Stahl, A. *Teiltrückbau und Umbau zur Seniorenwohnanlage Ludwig-Renn-Strasse 64-72*. 30.12.2009. <http://www.stadtumbau-berlin.de/Teiltrueckbau-und-Umbau-zur-Seniorenwohnanlage.1469.0.html>

Knauf. Viitattu 3.3.2010. <http://www.knauf.fi>

Stefan Forster Architekten. Viitattu 3.3.2010. <http://www.stefan-forster-architekten.de>

Stöckl, Alexander. *Rück- und umbau der Ringkolonnaden Ostseite*. Viitattu 30.12.2009. <http://www.stadtumbau-berlin.de/Ringkolonnaden-Ostseite.4531.0.html>

Magdeburg „*Partial reduction Neustädter Feld*“. *Transformation of the "Platte" into a terraced house*. Viitattu 30.12.2009. <http://www.werkstatt-stadt.de/en/projects/196/>