



# Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö

Tapaustutkimus Helsingin Käpylässä

Paula Halonen

Diplomityö  
Tampereen yliopisto  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Elokuu 2022

# Tiivistelmä

Paula Halonen: Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö – Tapaustutkimus Helsingin Käpylässä

Tampereen yliopisto  
Arkkitehdin tutkinto-ohjelma  
Diplomityö  
Elokuu 2022

TARKASTAJAT  
Satu Huuhka  
Tapio Kaasalainen

OHJAAJAT  
Satu Huuhka  
Tapio Kaasalainen

Rakentamisella on merkittäviä suoria ja epäsuoria negatiivisia ympäristövaikutuksia. Rakennettu ympäristö, rakentaminen ja siihen liittyvät toiminnot aiheuttavat suuren osan maapallon kasvihuonekaasupäästöistä, kuluttavat runsaasti luonnonvaroja ja tuottavat valtavia määriä jätettä. Yhtenä keinona vähentää näitä vaikutuksia on hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti jo olemassa olevaa rakennuskantaa ja siihen sitoutuneita resursseja ja säilyttää niiden arvo mahdollisimman pitkään.

Tässä diplomityössä nykyiseen rakennuskantaan varastoituneiden rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä tutkitaan teorian, todellisen purettavan rakennuksen ja tämän osia hyödyntävän rakennussuunnitelman kautta. Työn pääasiallinen tutkimuskysymys on se, että miten ja millä edellytyksin olemassa olevaan rakennuskantaan sitoutuneita purettavia rakennusosia ja -materiaaleja voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnittelussa ja rakentamisessa ja mitkä ovat sen vaikutukset suunnitteluun. Työ jakautuu rakenteellisesti kolmeen osaan, joita ovat teoria, kartoitus ja suunnitelma. Kaikilla osilla on omat tutkimuskysymyksensä, joiden tavoitteena on tukea pääasiallista tutkimuskysymystä.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön mahdollistumiseksi laajemmassa mittakaavassa tarvitaan rakenteellisia muutoksia rakennusalan toimintamalleissa, sekä taloudellisia investointeja, innovatiivisuutta ja uutta osaamista. Avainasemassa muutoksessa ovat päättäjät ja viranomaiset, jotka voivat tehdä uudelleenkäytöstä houkuttelevaa taloudellisin kannustimin sekä tekemällä kestävämmistä toimista kannattamattomia ja vaikeita.

Jotta purettavia rakennusosia voidaan hyödyntää, tulee ne tunnistaa ja niistä tulee olla saatavilla tarpeeksi tietoa. Purkukartoituksia, joissa rakennuksen hyödynnettävissä olevat osat tunnistetaan, tulisi teettää eri tarkkuustasoilla riippuen rakennuksen lähtökohdista. Alustavien tutkimusten avulla voidaan selvittää rakennuksen eri osien kokonaisvaltainen hyödyntämispotentiaali ja tarvittaessa teettä tarkemmat kartoitukset potentiaalisiksi arvioituihin osiin, jolloin niitä voidaan hyödyntää suunnittelussa.

Rakennusosien- ja materiaalien uudelleenkäyttö rakentamisessa vaikuttaa myös rakennuksen arkkitehtuuriin, etenkin jos kohteessa käytetään uudelleen rakenteellisia osia. Uudelleenkäytön vaikutukset suunnitteluun taas riippuvat niin uuden rakennuksen konseptin, tontin ja tilaohjelman asettamista vaatimuksista, kuin tarjolla olevan purkumateriaalin tarjoamista mahdollisuuksista.

Avainsanat: Kiertotalous, kestävä rakentaminen, rakennusosien uudelleenkäyttö, resurssitehokkuus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# Abstract

Paula Halonen: Reuse of building components and materials – Case study in the neighbourhood of Käpylä in Helsinki

Tampere University  
Master’s Programme in Architecture  
Master’s thesis  
August 2022

SUPERSVISORS  
Satu Huuhka  
Tapio Kaasalainen

INSTRUCTORS  
Satu Huuhka  
Tapio Kaasalainen

Building construction has significant direct and indirect negative impacts on our environment. The built environment, construction and activities related to it are responsible for a large share of global greenhouse gas emissions, consume large amounts of natural resources and create large amounts of waste. One way of reducing emissions, waste and resource consumption is to use the already existing building stock and its resources as efficiently as possible and by that preserve their value as long as possible.

In this master’s thesis, reuse of building components and materials stored in the existing building stock is studied through theory, a real building that will be demolished and a building design that makes use of the building’s reclaimed components and materials. The main research question is how and under what conditions demolished building components and materials tied to the existing building stock can be reused in architectural design and construction and how will reuse affect the design process and the design itself. The thesis is divided into three parts: theory, disassembly survey of the existing building and the design of a new building. Each part has their own research questions, which aim to support the main research question.

The results suggest that to enable the reuse of building components and material on a larger scale, structural changes in the way the construction industry operates are needed, as well as financial investments, innovations, and new skills. Key to this change are the policy makers and public authorities who can make reuse more appealing through financial incentives and by making unsustainable activities unprofitable and difficult.

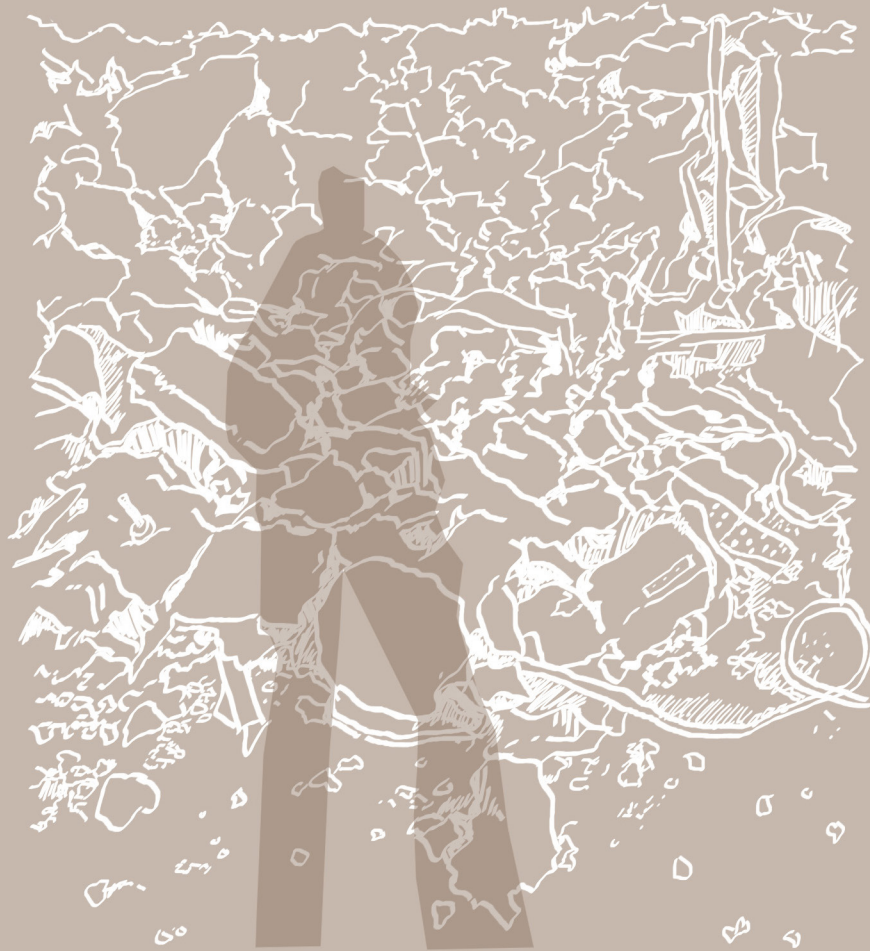
In order to use reclaimed building components and materials, they must be identified and sufficient information regarding them must be available. Disassembly surveys to identify the recoverable building parts and materials should be carried out at different levels depending on the starting points of the building. Preliminary surveys can be used to determine the overall recovery potential of different parts of the building and, if necessary, more detailed surveys should be done on those parts that are considered to have the most potential, so that they can be used in building design.

The re-use of building components and materials in construction also has an impact on the architecture of the building, especially if structural components are reused. Implications on the design depend on the requirements of the new buildings concept, the site and the spatial plan, as well as on the possibilities offered by the reclaimed building parts and materials available.

Keywords: Circular economy, sustainable construction, reuse of building components, resource efficiency

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.





## Alkusanat

Keväällä 2021 vanhan kotitaloni lähistöllä Helsingin Lauttasaarella purettiin vuonna 1971 valmistunut arkkitehti Kristian Gullichsenin ja Pentti Pihan suunnittelema toimistotalo. Rakennus oli säilyttänyt hyvin pitkälti alkuperäisen ulkomuotonsa ja se oli mielestäni onnistunut esimerkki 1970-luvun rakentamisesta. Rakennus oli ollut jo jonkin aikaa osittain tyhjiällä ja sen tilalle haluttiin rakentaa asuntoja. Rakennuksen purkamiseen oli varmasti syynsä, mutta se tuntui väärältä myös kestävyysnäkökulmasta. Olin erityisen harmissani rakennuksen purkamisesta varsinkin siksi, että se oli suunniteltu muunneltavaksi ja pohjapiirustuksia silmäilemällä pystyin kuvittelemaan, miten helppo se olisi muunnella asunnoiksi.

Rakennuksen purkaminen sai minut ajattelemaan sen muunneltaviksi suunniteltuja osia. Kun rakennus aiottiin purkaa, olisiko nämä osat saatu purettua ehjänä ja voitu käyttää uudelleen toisaalla? Tällöin rakennuksen tarina olisi voinut jatkua ainakin osittain ja lopputuloksena olisi voinut syntyä hyvin mielenkiintoista arkkitehtuuria. Myös kestävyysnäkökulmasta uudelleenkäyttö tuntui loogiselta, sillä se vähentäisi tarvetta valmistaa uusia rakennusosia ja näin säästäisi luonnonvaroja sekä vähentäisi osien valmistuksesta syntyviä päästöjä.

Seuraavana syksynä osallistuin Helsingin yliopiston oikeuslääketieteellisen rakennuksen purkukatselemukseen. Paikalla oli eri yritysten edustajia arvioimassa, mitä rakennuksen materiaaleja ja osia he haluaisivat mahdollisesti ostaa, jotta ne saataisiin kiertoon. Vaikka olin käynyt kestävä arkkitehtuurin ja korjausrakentamisen kursseja, ei arkkitehdin opinnoissa oltu juuri käsitelty yksittäisten rakennusosien uudelleenkäyttöä tai sitä, miten niitä voitaisiin hyödyntää arkkitehtisuunnittelussa. Kohdekäynti avasi kysymysten vyyhdin: Miksi rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö ei ollut yleistä? Minkälaisia ympäristöhyötyjä osia uudelleenkäyttämällä voidaan saavuttaa? Mitkä olivat uudelleenkäytön suurimmat haasteet? Millaisia mahdollisuuksia se tarjoaa? Ja ehkäpä tärkeimpänä, miten arkkitehtina voisin edesauttaa osien ja materiaalien uudelleenkäyttöä?

Näin diplomityöni arkkitehdin opintojeni viimeisenä mahdollisuutena tutustua aiheeseen. Aiheen laajuudesta huolimatta, pyrin tässä työssä löytämään vastauksia ainakin osaan mieltäni askarruttavista kysymyksistä. Työn tekeminen on ollut mielenkiintoinen matka ennalta minulle ei kovin tuttuun aiheeseen ja toivonkin sen antavan vastauksia myös muille, jotka ovat pohtineet samoja kysymyksiä ja joita aihe kiinnostaa.

Helsingissä 26.06.2022

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>2</b>
1.1	Tavoite, rakenne ja menetelmät	4
1.2	Näkökulma ja rajaus	4

## OSA I – TEORIA

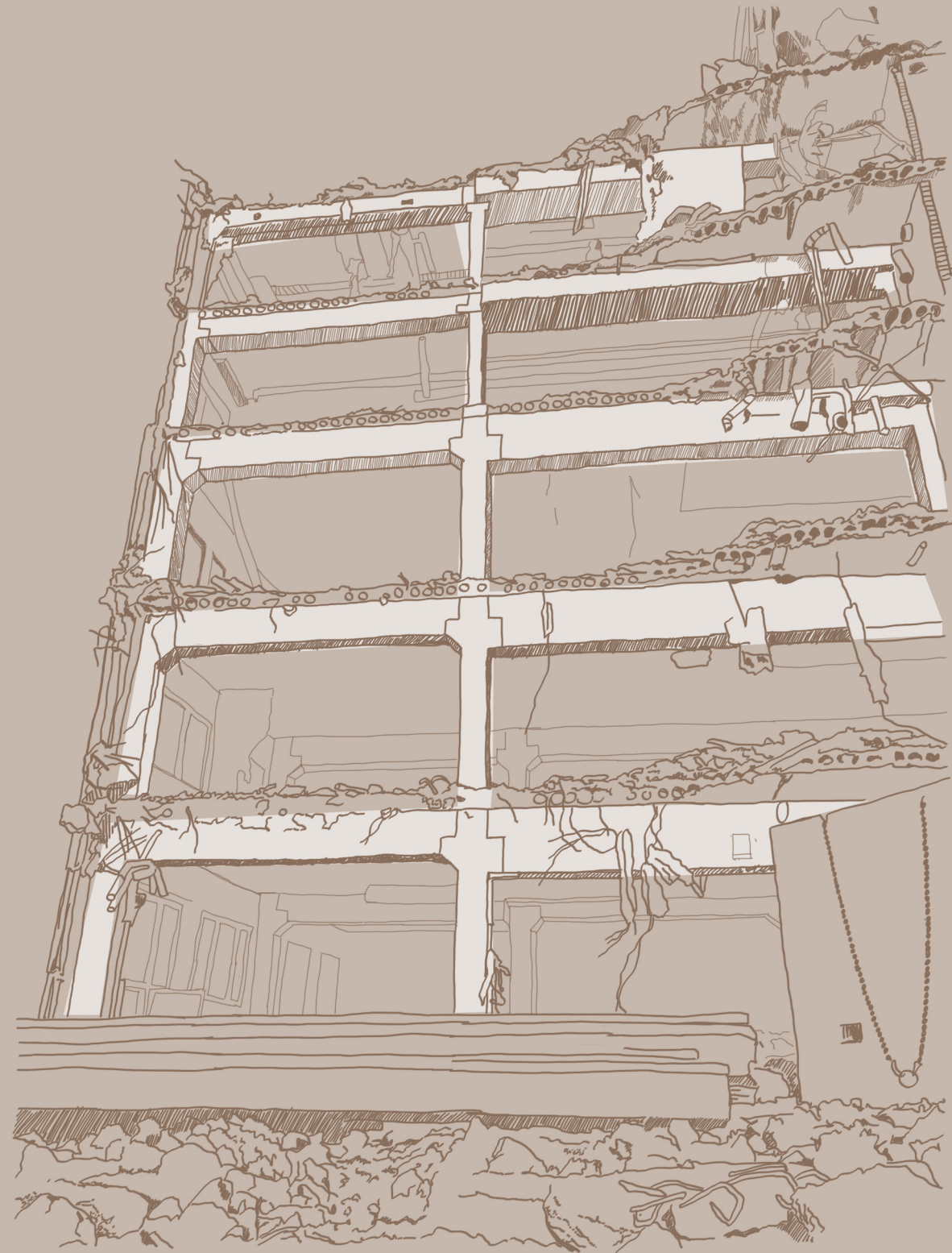
<b>2</b>	<b>Kiertotalous osana kestäväää rakentamista</b>	<b>6</b>
2.1	Resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia	6
2.2	Kiertotalous ja rakennuksen elinkaari	8
2.3	Kiertotalouden mukaiset rakennussuunnitteluperiaatteet	9
<b>3</b>	<b>Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön edellytykset</b>	<b>11</b>
3.1	Säilyttävä purkaminen ja purkukartoitus	11
3.2	Lainsäädäntö ja kelpoisuus	14
3.3	Digitalisaatio ja tietomallinnus	17
3.4	Liiketoiminta ja markkinat	19
3.5	Joustava suunnitteluprosessi	21
<b>4</b>	<b>Yleisimpien rakennusmateriaalien uudelleenkäyttömahdollisuudet</b>	<b>25</b>
4.1	Puu	26
4.2	Betoni	28
4.3	Teräs	31
4.4	Tiili	33
4.5	Ikkunalasi	35

## OSA II – KARTOITUS

<b>5</b>	<b>Kottby lågstadieskola – rakennusosien ja -materiaalien kartoitus</b>	<b>38</b>
5.1	Tavoitteet ja menetelmät	38
5.2	Kottby lågstadieskola	41
5.3	Talo-osat	43
5.3.1	Perustukset ja alapohjat	43
5.3.2	Kantava runko	50
	• Kantavat ulkoseinät ja kellarin ulkoseinät	
	• Kantavat väliseinät, pilarit ja palkit	
	• Välipohjat ja runkoportaot	
	• Yläpohjat	
5.3.3	Julkisivut	67
	• Ei-kantavat ulkoseinät ja julkisivupinnat	
	• Ikkunat ja ulko-ovet	
5.3.4	Vesikatot ja ulkotasot	75
5.4	Tilaosat	82
5.4.1	Tilan jako-osat	82
	• Ei-kantavat väliseinät	
	• Sisäikkunat, ovet ja kaiteet	
5.4.2	Tilapinnat	91
	• Lattiapinnat, seinäpinnat, sisäkatot, muut	
5.5	Yhteenveto kartoituksesta	97

## OSA III – SUUNNITELMA

<b>6</b>	<b>Käpylän kylätalo</b>	<b>100</b>
6.1	Suunnittelun lähtökohdat	100
	• Toiminnot	
	• Uudelleenkäytettävät osat ja materiaalit	
6.2	Arkkitehtuuri ja ympäristö	107
6.3	Uudelleenkäytetyt ontelolaatat ja seinäelementit	112
6.4	Kattopellistä tehty julkisivuverhous	114
6.5	Salin rakenne ja ikkunat	114
6.6	Sisätilat	115
<b>7</b>	<b>Päätelmät</b>	<b>118</b>
	Lähteet	



# 1 Johdanto

Elämme maapallon kantokyvyn rajoissa, ja samanaikaisesti väestönkasvun, ihmisten elintason nousun ja kaupungistumisen myötä tarve rakentamiselle lisääntyy. Vaikka korjausrakentamisen osuus kaikesta rakentamisesta on kasvanut, Suomessa puretaan vuosittain noin 4000 rakennusta (Huuhka et al. 2021, 11). Yhtenä syynä rakennusten purkamiseen on rakennuksen huono kunto, mutta etenkin kaupunkialueilla usein teknisesti käyttökelpoisia rakennuksia puretaan joko uudisrakentamisen tieltä tai kun ne eivät palvele enää omistajansa tai käyttäjänsä tarpeita (Huttunen 2021, 17–18). Voidaan olettaa, että näissä teknisesti käyttökelpoisissa rakennuksissa on myös materiaaleja ja osia, jotka eivät ole tulleet vielä teknisen elinkaarensa päähän. Vaikka useimmissa tapauksissa olemassa olevien rakennusten hyödyntäminen on purkamisen ja uudisrakentamisen sijaan ympäristömme kannalta järkevämpi ratkaisu, ei rakennusten purkamiselta voida aina välttyä. Tällöin purettavasta rakennuksesta tulisi tunnistaa uudelleenkäytettävissä olevat rakennusosat ja -materiaalit ja hyödyntää niitä rakentamisessa.

Rakentamisella on merkittäviä suoria ja epäsuoria negatiivisia ympäristövaikutuksia. Rakennusala tuottaa globaalisti noin 35 prosenttia kaikista kasvihuonepäästöistä ja noin 30 prosenttia kaikesta jätteestä (Ympäristöministeriö 2022a) sekä kuluttaa noin puolet kaikista ihmisen kuluttamista luonnonvaroista (Circle Economy 2020, 15–16). Kasvihuonekaasupäästöt, luonnonvarojen ylikulutus ja jätteet aiheuttavat muun muassa maapallon keskilämpötilan nousua ja luonnon monimuotoisuuden tuhoutumista, jotka vaikuttavat puolestaan suoraan maapallon asuttavuuteen, ruuantuotantoon, ihmisten terveyteen ja talouteen (Huttunen 2021, 9). Edellä mainitut luvut osoittavat, että rakennusalaan kohdistuu valtava paine kehittää kestävämpiä toimin-

tamalleja, rakennustapoja ja tuotteita.

Rakentamisen päästöihin voidaan vaikuttaa monin keinoin. Suurin osa rakentamisen päästöistä syntyy rakennuksen käyttöaikaisesta energiankulutuksesta, jota on pyritty pienentämään parantamalla rakennusten energiatehokkuutta (Häkkinen & Kuittinen 2020, 18). Kun energiantuotannossa tulevaisuudessa luovutaan fossiilisista polttoaineista, tulee käyttövaiheen energiankulutuksen osuus rakennetun ympäristön päästöistä pienenevän merkittävästi. Tämän seurauksena rakennustoiminnan, eli rakennusmateriaalien ja työmaatoimintojen päästöjen merkitys kasvaa. (Gaia Consulting 2020, 14.) Rakentamisen päästöjä tulee aina katsoa kokonaisuutena ja huomioida rakennuksen koko elinkaari (Häkkinen & Kuittinen 2020, 18). Tällä hetkellä käsittelyssä olevan, näillä näkymin vuonna 2024 voimaan tulevassa maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa veloitetaan rakennuslupaa haettaessa rakennuksen koko elinkaaren ympäristövaikutusten arviointia, joka ei saa ylittää kyseiselle rakennustyyppille asetettua raja-arvoa (HE 121/2021, 30).

Rakentamisessa syntyvien jätteiden määrään on pyritty vaikuttamaan Euroopan unionin vuonna 2008 antaman jätedirektiivin ja jätelainsäädännön avulla. EU:n jätedirektiivissä tavoitteena on, että jätteestä 70 prosenttia hyödynnettäisiin materiaalina (Wahlström et al. 2019, 9). Jätelainsäädännön jätehierarkian mukaan tulisi ensisijaisesti välttää jätteen syntyä. Jos tämä ei ole mahdollista, tulisi jätettä hyödyntää uudelleen sellaisenaan tai materiaalina. Mikäli tämä ei ole mahdollista tulisi jäte hyödyntää energiantuotannossa ja viimeisenä vaihtoehtona tulisi jätteet polttaa ilman että niitä hyödynnetään energiana tai sijoittaa kaatopaikalle. (Rakennusteollisuus RT 2022.) Rakentamisesta ja pur-



kamisesta syntyvien jätteiden ehkäisy ja rakennusosien ja -materiaalien uudelleen hyödyntäminen on myös keino vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä sekä rakentamisen päästöjä. Käytännössä se tarkoittaa jo olemassa olevan rakennuskannan ja siihen sitoutuneiden resurssien säilymistä käytössä mahdollisimman pitkään ja mahdollisimman arvokkaassa muodossa, toisin sanoen kiertotalouden toteutumista rakentamisessa (Huttunen 2021, 9).

Rakennusosien uudelleenkäyttö liittyy laajemmin kiertotalouden mukaiseen ajattelumalliin ja toimintaan, jolla pyritään hillitsemään ihmisen toiminnan aiheuttamia negatiivisia ympäristövaikutuksia. Kiertotalous tarjoaa kestävämmän vaihtoehdon nykyiselle lineaariselle talousmallille, jossa raaka-aineita hankitaan luonnosta, jalostetaan käyttöön ja hävitetään jätteenä (Versnellingshuis Nederland circulair! 2020). Kiertotaloudessa tuotteiden uudelleenkäyttö maksimoidaan, ja elinkaarensa päässä tuote palautetaan joko tekniseen tai biologiseen kiertoon. Biologiseen kiertoon kuuluvat materiaalit ovat osa luonnon kiertokulkua. Ne ovat helposti kierrätettävissä ja palautettavissa lopulta takaisin luontoon rakennusaineeiksi uusille organismeille. Tekniseen kiertoon kuuluvat materiaalit ovat sen sijaan uusiutumattomia, ei biologisesti hajoavia materiaaleja. Tekniset materiaalit pyritään pitämään kierrossa, jolloin ne voivat toimia raaka-aineina uusille tuotteille yhä uudelleen ja uudelleen. (Braungart & McDonough 2002, 90–91; Cheshire 2016, 7, 81.) Sitra on arvioinut vuoden 2018 kiertotaloutta koskevassa raportissaan, että ottamalla kunnianhimoiset kiertotaloustoimet käyttöön, teollisten materiaalien valmistuksesta syntyviä päästöjä voitaisiin pienentää EU:ssa jopa 56 prosenttia (mts. 10).

Lähtökohtaisesti kiertotalouden periaatteiden soveltaminen rakentamiseen tarkoittaa olemassa olevan rakennuskannan mahdollisimman tehokkaan hyödyntämisen, kunnostamisen ja muokkaamisen asettamista rakennusten purkamisen ja uudisrakentamisen edelle (Cheshire 2016, 32). Jos rakennus joudutaan purkamaan, rakennusosia uudelleenkäyttämällä pyritään säilyttämään niiden arvo ja toisaalta välttämään neitseellisten luonnonvarojen käytöltä ja jätteeltä. Kiertotaloutta rakentamisessa käsitellään tarkemmin tämän työn luvussa kaksi.

Rakennusalalla siirtymä lineaarisen talousmallin mukaisista toimintatavoista kiertotalouden mukaisiin on vielä varhaisessa vaiheessa. Suomessa rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö ei ole vielä yleistä ja sitä ilmenee lähinnä restauroinnissa, jossa purettuja rakennusosia käytetään varaosina. Uudelleenkäyttöä halutaan kuitenkin selkeästi edistää. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että Suomi teki Euroopan Unionin pu-

heenjohtajuuskaudellaan vuonna 2019 aloitteen liittyen käytettyjen rakennusosien tuotehyväksyntään (Lehtonen 2021, 128) ja maaliskuussa 2022 Euroopan komissio antoi ehdotuksensa rakennustuoteasetuksen uusimisesta (Ympäristöministeriö 2022d). Aloitteen tarkoituksena on helpottaa uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamista, mikä on tällä hetkellä yksi isoimmista haasteista rakennusosien- ja materiaalien uudelleenkäytössä.

Siitä huolimatta, että suhtautuminen kiertotalouteen on myönteinen, rakennusala on konservatiivinen ala, jossa muutokset ovat hitaita. Hyvän sysäyksen purkumateriaalin uudelleenkäytön edistämiseksi tuo maankäyttö- ja rakennuslain uudistus. Tällä hetkellä purkumateriaalin hyödyntämistä pyritään edesauttamaan lähinnä ympäristöministeriön laatimalla vapaaehtoisella purkukartoituksella (Wahlström et al. 2019, 9). Uudistuksen myötä rakennus- tai purkamislupaa haettaessa hakijan tulee arvioida syntyvien rakennusjätteiden määrät sekä päivittää nämä tiedot hankkeen valmistuttua, jolloin purkumateriaali saataisiin paremmin kiertoon digitaalisten vaihdanta-alustojen kautta (HE 121/2021, 27). Lainsäädännön lisäksi myös raaka-aineiden hupeneminen ja sen myötä kallistuminen tulee todennäköisesti lisäämään kiinnostusta olemassa oleviin resursseihin ja kun uudelleenkäyttöön liittyvät suurimmat haasteet saadaan ratkaistua, voi rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön olettaa lisääntyvän.

## 1.1 Tavoite, rakenne ja menetelmät

Diplomityön päätavoitteena on tutkia arkkitehdin näkökulmasta nykyiseen rakennuskantaan varastoituneiden rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä teorian, todellisen purettavan rakennuksen ja tämän osia hyödyntävän rakennussuunnitelman kautta. Työn pääasiallinen tutkimuskysymys on se, että miten ja millä edellytyksin olemassa olevaan rakennuskantaan sitoutuneita purettavia rakennusosia ja -materiaaleja voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnittelussa ja rakentamisessa ja mitkä ovat sen vaikutukset suunnitteluun. Työ jakautuu rakenteellisesti kolmeen osaan, joista jokaisella on myös omat pääasiallista tutkimuskysymystä tukevat alakysymyksensä.

Työn ensimmäisen osan tarkoituksena on toimia taustoitukseksi kartoitukselle ja suunnitelmalle sekä toimia perehdytyksenä aiheeseen. Teoriaosuus on kirjallisuuskatsaus aiheesta laadittuihin tutkimusraportteihin, artikkeleihin ja julkaisuihin. Teorian kautta pyritään vastaamaan siihen, minkälaisin edellytyksin tällä hetkellä purettavien rakennusten uudelleenkäyttö mahdollistuisi laajemmassa mittakaavassa ja minkälaisia haasteita siihen liittyy. Osan alussa käydään läpi myös sitä, miten rakennusosien uudelleenkäyttö liittyy laajemmin rakentamisen kiertotalouteen ja minkälaisin suunnitteluratkaisuun rakentamisen kiertotaloutta voidaan edistää. Viimeisenä rakennusosien uudelleenkäyttömahdollisuuksia tutkitaan yleisellä tasolla eri rakennusmateriaalien ja niille tyyppillisten rakenneratkaisujen kautta.

Työn toisessa osassa työhön valikoitunut kohderakennus, Kottby lägstadieskola, kartoitetaan rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön näkökulmasta. Osan tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä on se, millä tasolla purkukartoituksia tulisi toteuttaa, kun purettuja rakennusosia ja -materiaaleja halutaan hyödyntää suunnittelussa ja rakentamisessa. Kartoituksessa on käytetty apuna työtä varten tarkasti laadittua 3D-mallia, johon on tallennettu tietoja rakennuksen osien ja materiaalien hyödyntämiseen liittyen. Eri rakennusosista ja -materiaaleista kartoituksen pohjalta tehtyjen arvioiden tavoitteena on niin ikään toimia lähtökohtana sille, mitkä osat ja materiaalit ovat parhaiten uudelleenkäytettävissä. Jos vastaava kartoitus teetetäisiin todellisuudessa, voisi se toimia ikään kuin seulana sille, mitä osia on kannattavaa tutkia tarkemmin.

Työn kolmannessa osassa laaditun rakennussuunnitelman kautta on tarkoitus tutkia sitä, miten uudelleenkäyttö vaikuttaa rakennussuunnitteluun ja minkälaista arkkitehtuuria syntyy, kun suunnittelun lähtökohtana, toisin kuin normaalisti uudisrakentamisessa, ovat uudelleenkäytettävät osat ja materiaalit.

## 1.2 Näkökulma ja rajaus

Tässä työssä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä tutkitaan ekologisen kestävyyden ja arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta. Vaikka rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytön valtavirtaistumisen ehtona on sen taloudellinen kannattavuus, eri liiketalousmallien tutkiminen on itsessään laaja aihe ja vaatii taloustieteellistä osaamista. Taloudellisesta näkökulmasta rakennusosien uudelleenkäyttöä on tämän takia käsitelty vain hyvin kevyesti uudelleenkäytön edellytyksenä luvussa kaksi, mutta kartoituksessa ja rakennussuunnitelmassa siihen ei ole otettu kantaa.

Myös purettujen rakennusosien kelpoisuusvaatimuksia ja niiden hyödyntämisen ympäristövaikutuksia käsitellään ainoastaan yleisellä tasolla työn teoriaosuudessa. Kartoituksessa sekä suunnitelmassa näiden seikkojen arviointi on rajattu pois, sillä niiden todenmukainen arviointi vaatisi erillisiä tutkimuksia, joita on mahdollista tehdä työn laajuuden puitteissa. Lisäksi etenkin kartoitusosan kohdalla on huomioitavaa, että kartoituksen lähtötietoina on aiheesta saatavilla oleva teoria ja tutkimukset sekä tekijän omat havainnot, eikä rakenteiden todellista lujuutta, vaurioita tai purettavuutta ole voitu tutkia. Jos vastaava kartoitus teettäisiin todellisuudessa, tulisi potentiaalisiksi arvioiduille osille ja materiaaleille teettää lisätutkimuksia, jotta niiden käyttökelpoisuus voitaisiin taata.



## 2 Kiertotalous osana kestäväää rakentamista

Rakentamisessa kiertotalous tarkoittaa alalla sisäistettyä toimintamallia, joka tähtää kohti kestävästi rakennettua ympäristöä (Green Building Council Finland, 2018). Kiertotalous ei ole päämäärä, vaan keino, jolla pyritään vähentämään rakentamisen ympäristöhaittoja. Rakennusosien uudelleenkäyttö on osa rakentamisen kiertotaloutta. Sen sijaan, että rakennusosat ja materiaalit käytöstä poistuessaan päätyisivät jätteeksi, ajatuksena on, että ne pysyisivät osana materiaalikiertoa ja säilyttäisivät arvonsa mahdollisimman pitkään. Lähtökohtaisesti kiertotalouden periaatteiden soveltaminen rakentamiseen tarkoittaa kuitenkin olemassa olevan rakennuskannan mahdollisimman tehokkaan hyödyntämisen, kunnostamisen ja muokkaamisen asettamista rakennusten purkamisen ja uudisrakentamisen edelle (Cheshire 2016, 32). Kiertotalouden mukaisilla rakennussuunnittelun periaatteilla ja ottamalla kiertotalous huomioon koko rakennuksen elinkaaren aikana, voidaan edistää rakennuksen ja sen osien arvon säilymistä.

Kiertotalouden toteutuminen rakennusalalla vaatii koko rakentamisen ketjun toimimista kiertotalouden periaatteiden mukaisesti sekä yhteistyötä myös muiden alojen kanssa. Uusien liiketoimintamallien lisäksi avainasemassa kiertotalouteen siirryttäessä ovat päätäjät sekä lainsäädäntö. Julkinen sektori kuten kaupungit ja kunnat voivat toimia kiertotalouden suunnannäyttäjinä rakennusalalla ja edistää kiertotaloutta omilla tavoitteillaan ja kaavatason päätöksillään. Yksityisellä sektorilla niin kiinteistönomistajat, suunnittelijat, tuotevalmistajat kuin rakennus- ja purkuliiikkeetkin voivat edesauttaa kiertotalouden toteutumista rakennusalalla. Kansallisella tasolla pienillä mailla kuten Suomella, on merkitys uusien, hyvien käytäntöjen jakajana. (Huttunen 2021, 19–20.)

### 2.1 Resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia

Rakennusalalla kestäväään toimintaan ohjaa resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia (Huttunen 2021, 16–17). Resurssitehokkuus on toimintamalli, jonka tavoitteena on ympäristövahinkojen välttäminen ja luonnonvarojen säästäminen käyttämällä rakennusaineita optimaalisesti ja samalla vähennetään niiden hukkaa. Resurssitehokkuus ei ole sama asia kuin kiertotalous, mutta se on osa sitä. (Sjöstedt 2018.) Rakentamisen kiertotalouden hierarkia ja resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia sulautuvat yhteen seuraavan sivun kuvan 1 mukaisesti. Molemmista taustalla on ajatus siitä, että luonnonvaroja käytetään mahdollisimman resurssitehokkaasti ja näin vältetään rakentamisesta aiheutuvia ympäristöhaittoja.

Kun uuden rakennuksen rakentamista harkitaan, ensisijaisen tärkeää on miettiä, onko uuden rakennuksen rakentaminen välttämätöntä ja olisiko sen sijaan mahdollista hyödyntää jo olemassa olevia tiloja ja rakennuksia. Tämä on kaikkein resurssitehokkain ratkaisu.

Mikäli sopivaa tilaa ei löydy, tulisi tarkastella sitä, voiko jotain olemassa olevaa tilaa kunnostamalla ja muokkaamalla saada se käyttötarkoitukseen sopivaksi. (Cheshire 2016, 32; Huttunen 2021, 16–17.) Mitä pienemmillä muutoksilla selviää, sitä vähemmän päästöjä ja jätettä rakentaminen aiheuttaa. Tampereen yliopiston ja VTT:n tekemän tutkimuksen mukaan rakennuksen peruskorjaus on useimmissa tapauksissa vähähiilisempi vaihtoehto kuin sen purkaminen ja uuden rakentaminen. Tähän suurimpana syynä on tuote- ja rakentamisvaiheesta aiheutuva hiilipiikki, jossa päästöjä syntyy merkittäviä määriä lyhyellä aikavälillä. Vaikka pidemmällä aikavälillä uudisrakentaminen voi olla vähäpäästöisempää johtuen sen pienemmästä käyttöaikaisesta energiankulutuksesta, ilmastonmuutoksen hillitsemi-



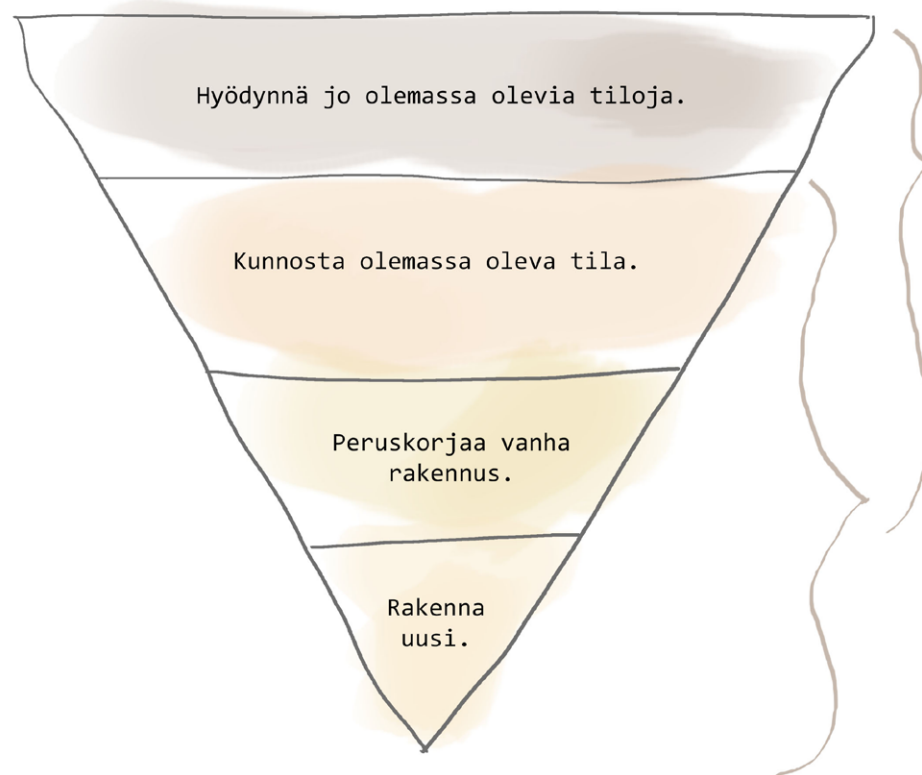
nen edellyttää päästöjen vähennystä nyt. Energiantuotannon muuttuessa vähähiiliseksi rakennuksen käyttöaikaiset päästöt pienenevät tulevaisuudessa, kun taas rakennusmateriaalien päästöjen ei odoteta pienenevän samassa suhteessa. (Huuhka et al. 2021.) Useat esimerkit osoittavat, että rakennukseen sitoutuneesta hiilestä karkeasti noin puolet on sitoutunut sen perustuksiin ja kantavaan runkoon (Clark 2013, 51; Häkkinen & Kuittinen 2020, 27–28), joten tämän perusteella jo pelkästään kantavan rungon hyödyntäminen on usein uuden rakentamista ilmastoystävällisempi teko. Myös rakennuksen korjauksessa ja kunnostamisessa tulisi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää purettuja ja kierrätysmateriaalista valmistettuja rakennusosia ja -materiaaleja.

Uuden rakennuksen rakentamiseen ja vanhan mahdolliseen purkamiseen tulisi päätyä vasta sitten, jos olemassa olevaa rakennuskantaa ei pystytä hyödyntämään. Tällöin kiertotalouden periaatteiden mukaan

purettavan rakennuksen edelleen käyttökelpoiset rakennusosat ja -materiaalit tulee tunnistaa ja purkaa ehjänä, jotta niitä voidaan hyödyntää muualla. Uuden rakennuksen suunnittelussa tulisi kiinnittää huomioita rakennuksen muunneltavuuteen ja monikäyttöisyyteen. Rakennuksen tulisi olla helposti huollettavissa, korjattavissa ja purettavissa. (Huttunen 2021, 16–17.) Uuden rakennuksen rakentamisessa on resurssiviisasta hyödyntää purettuja materiaaleja.

Rakennusmateriaalit, joita ei ole mahdollista hyödyntää sellaisenaan, tulee kierrättää raaka-aineena uusille tuotteille. Vasta viimeisenä vaihtoehtona on purkumateriaalin hyödyntäminen maantäytöissä ja teiden rakentamisessa tai energiana. (Huttunen 2021, 17.)

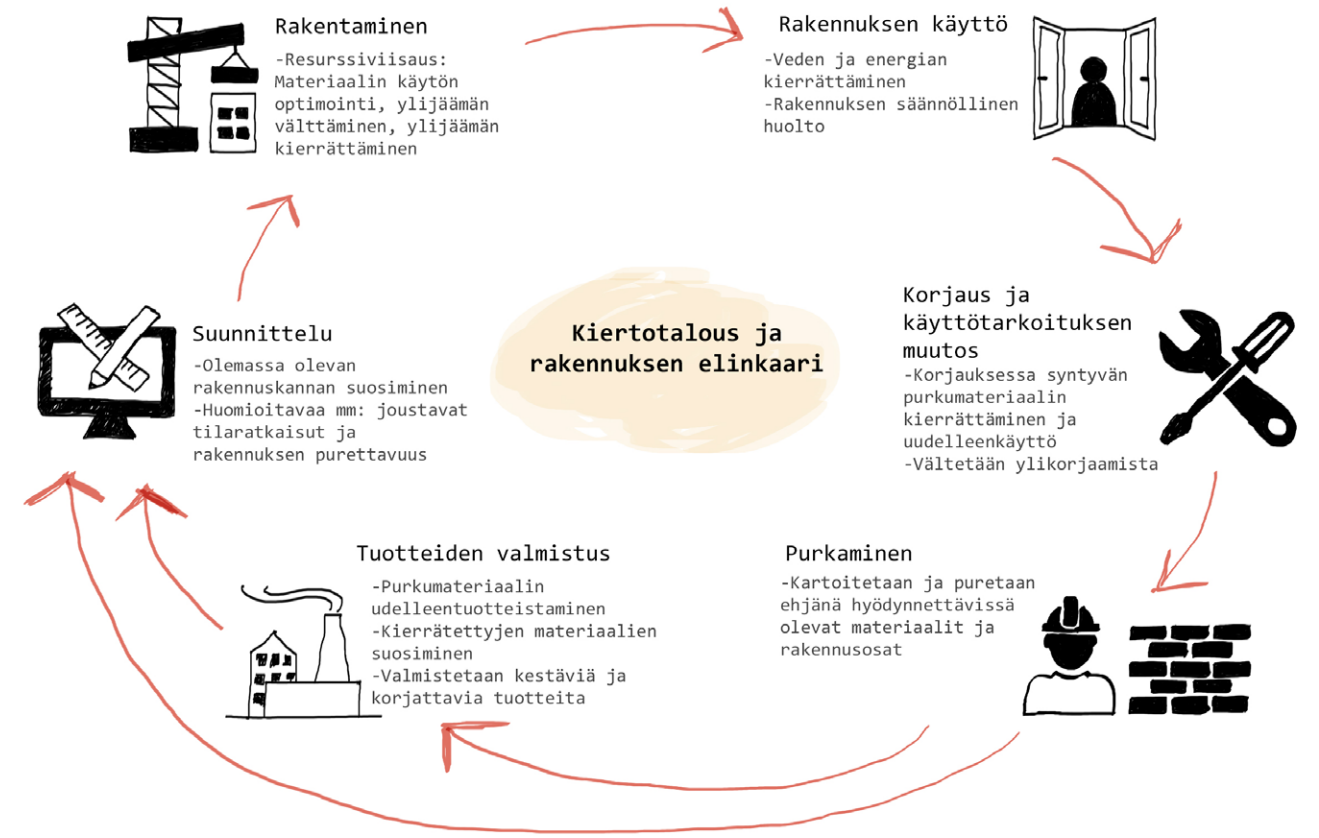
#### RESURSSITEHOKKAAN RAKENTAMISEN HIERARKIA



#### RAKENTAMISEN KIIERTOTALOUDEN HIERARKIA

1. Pidennä olemassa olevan rakennuksen elinkaarta.
2. Hyödynnä purettuja rakennusosia rakentamisessa.
3. Hyödynnä kierrätettyjä materiaaleja rakentamisessa.
4. Hyödynnä purettuja rakennusosia ja materiaaleja maantäytöissä ja energiana.

Kuva 1. Kiertotalouden hierarkia perustuu resurssitehokkaan rakentamisen hierarkiaan. (Kuva: Huuhka 2021; Huttunen 2021, 17, mukailen.)



Kuva 2. Kiertotalouden huomioiminen rakennuksen koko elinkaaren aikana. (Kuva: Huttunen 2021, 15, mukailen.)

## 2.2 Kiertotalous ja rakennuksen elinkaari

Kestävässä rakentamisessa tulisi ottaa huomioon rakennuksen koko elinkaari aina rakennusosien valmistuksesta rakennuksen purkuun ja huomioida kiertotalous kaikissa näissä vaiheissa. Rakennuksen elinkaaren vaiheet ovat karkeasti lueteltuna rakennustuotteiden valmistus, rakennuksen suunnittelu, sen rakentaminen ja käyttäminen, huoltaminen, mahdolliset käyttötarkoituksen muutokset ja korjaukset sekä lopulta rakennuksen purkaminen. (Huttunen 2021, 14.)

Ennen kuin uutta rakennusta edes päätetään rakentaa, tulisi edellisessä aluvuossa käsitellyn resurssitehokkaan rakentamisen hierarkian mukaisesti miettiä, voidaanko uuden rakentamisen sijaan hyödyntää jo olemassa olevia rakennuksia ja näin pidentää niiden elinkaarta. Kun uusia rakennuksia lähdetään suunnittelemaan, on tärkeää, että kiertotalous huomioidaan suunnittelussa rakennuskohteesta riippuen eri tasoisella muunneltavuudella ja purettavuudella. Niin suunnittelussa, kuin rakennustuotteiden valmistuksessa-kin tulisi kiinnittää huomioita tuotteiden ja ratkaisujen

kestävyyteen sekä suosia uudelleenkäytettäviä ja kierrätettäviä rakennusosia ja -materiaaleja. Rakennusvaiheessa kiertotalous voidaan huomioida resurssiviisaudella ja rakentamisesta syntyvän jätteen lajittelulla ja kierrättämisellä. Rakennuksen käyttöaikana rakennusta tulisi huoltaa säännöllisesti, sen tiloja tulisi jakaa, vettä tulisi kierrättää ja energiaa tulisi hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. (Huttunen 2021, 15.)

Kun rakennus päätetään purkaa, tulisi sen vielä hyödynnettävissä olevat osat ja materiaalit tunnistaa, jotta niitä voidaan hyödyntää uusissa rakennuskohteissa. Kierrätettävissä olevat osat tulisi kierrättää raaka-aineena uusille tuotteille. (Huttunen 2021, 15.) Hyödynnettävissä olevat osat tulisi purkaa huolellisesti, jonka jälkeen siirtää ne puhdistettaviksi ja uudelleentuotteistettaviksi. Mikäli niille ei tarvitse tehdä mitään, voidaan ne siirtää suoraan uuteen kohteeseen.



### 2.3 Kiertotalouden mukaiset rakennussuunnitteluperiaatteet

Kuten alaluvussa 2.1 on todettu, ympäristön kannalta kiertotalouden tärkein suunnitteluperiaate rakentamisessa on olemassa olevan rakennuskannan hyödyntämisen ja muokkaamisen asettaminen purkamisen ja uudisrakentamisen edelle. Muut tässä alaluvussa esitellyt suunnitteluperiaatteet ohjaavat suunnittelemaan kestävästä rakennettua ympäristöä, joka on muuntautumiskykyistä ja pitkäikäistä. Niitä hyödyntämällä voidaan tulevaisuudessa edistää rakennusosien uudelleenkäyttöä ja arvon säilymistä.

Yhteiskunnan tarpeiden muuttuessa myös rakennuksille asetetut tarpeet muuttuvat niiden elinkaaren aikana. Rakennetun ympäristön pitkäikäisyyden kannalta olennaista on sen joustavuus, mikä mahdollistaa sen muunneltavuuden eri käyttötarkoituksiin (Cheshire 2016, 33; Tarpio 2021, 65). Artikkelissaan *Hierarkkiset joustavuustasot ja rakennusten kiertotalous* (2021) Jyrki Tarpio jakaa rakennuksen joustavuuden neljään hierarkkiseen luokkaan sen mukaan, kuinka laajoja toimenpiteitä muunneltavuus vaatii. Näitä luokkia ovat monikäyttöisyys, sisäinen muunneltavuus, ulkoinen muunneltavuus ja rakennuksen siirrettävyys.

Monikäyttöisyydellä tarkoitetaan sitä, että rakennus sopii monen tyyppisiin toimintoihin ilman, että siihen tehdään rakenteellisia muutoksia. Monikäyttöisyys on siinä mielessä tavoiteltavin taso, että se mahdollistaa joustavuuden kaikista vähäisimmin toimenpitein, kuten kalustusta ja varustusta muuttamalla. Jos monikäyttöisyys ei tuota haluttua tulosta, seuraava taso on rakennuksen sisäinen muunneltavuus, jossa rakennuksen sisätiloja muuttamalla rakennus sovitetaan uuteen käyttötarkoitukseen. Tästä seuraava taso on rakennuksen ulkoinen muunneltavuus, joka tarkoittaa muutoksia rakennuksen julkisivuissa ja massoissa ja vaikuttaa

myös esimerkiksi kaupunkikuvaan. Ulkoisella muunneltavuudella voidaan saavuttaa suurempia muutoksia kuin sisäisellä muunneltavuudella ja yleensä ulkoisten muutosten yhteydessä tehdään myös sisäisiä muutoksia. Tarpion mukaan neljäs joustavuuden taso on rakennuksen siirrettävyys, eli rakennus voidaan purkaa osiin ja pystyttää uudestaan toisaalle. Tämä joustavuuden taso vaatii eniten toimenpiteitä ja useimmissa tapauksissa muut joustavuustasot tarjoavat riittävän muunneltavuuden. Joissain tapauksissa, kun rakennus on suunniteltu väliaikaiseksi ja tiedetään, että se tullaan purkamaan lähitulevaisuudessa, siirrettävyys on kuitenkin perusteltua.

Jotta rakennuksesta saadaan monikäyttöinen ja muunneltava, tulee se suunnitella niin, että sen osia on helppo huoltaa, vaihtaa ja purkaa. Yhtenä suurimpana esteenä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytölle ovatkin haasteet liittyen rakennuksen purkamiseen. Tähän voidaan vaikuttaa rakennusosien välisillä purettavilla liitoksilla sekä rakenteellisesti itsenäisillä kerroksilla.

Erääksi ratkaisuksi rakennusten purettavuuteen on ehdotettu rakennuksen rakentamista kerroksiin. Rakennusosilla ja osakokonaisuuksilla voi olla eri pituiset elinkaaret, jolloin niiden erottelu toisistaan itsenäisiksi kokonaisuuksiksi mahdollistaa osien vaihtamisen ilman, että muu rakennus vaurioituu. Steward Brand on ehdottanut jo liki 30-vuotta sitten kirjassaan *How buildings learn* (1994) rakennuksen jakamista kuuteen kerrokseen, joita ovat tontti, kantava rakenne, ulkovaippa, tekniikka, kevyet rakenteet (kuten lattiapinnat, sisäkatot ja tilaa jakavat seinät) sekä irtaimisto.

Rakennusosat tulisi sijoittaa rakenteeseen hierarkki-

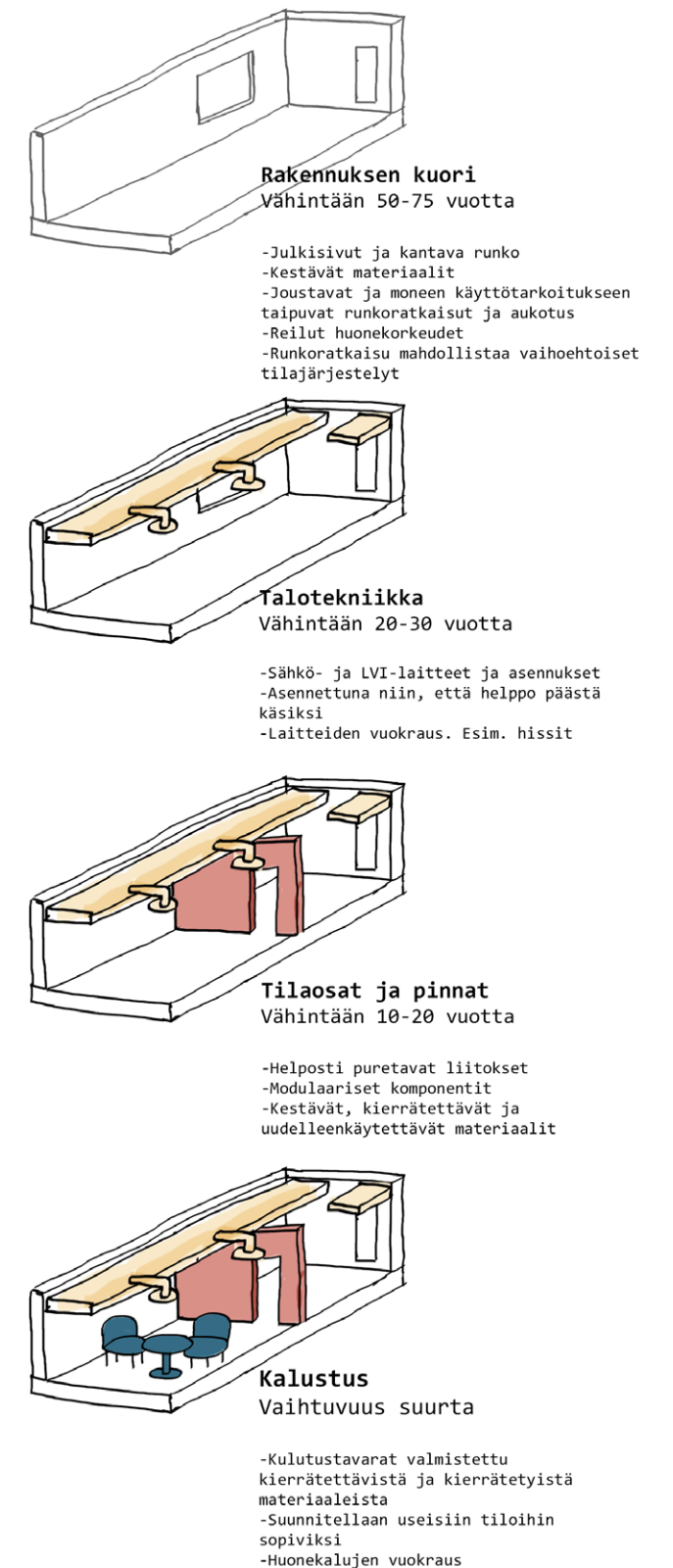
sesti niin, että pitkäikäisimmät osat asennetaan syvimmälle rakenteeseen ja lyhytikäisemmät osat niiden päälle. Jotta rakennusosat saadaan purettua ehjinä ja niin, etteivät niitä ympäröivät osat vaurioitu, niiden liitokset tulisi suunnitella purettaviksi ja kiinnikkeet tulisi sijoittaa rakenteeseen niin, että niihin on helppo päästä käsiksi. (Vandkusten 2017, 14.)

Kerroksellisuus olisi hyvä huomioida myös silloin, kun rakennuksessa käytetään jo aiemmin käytössä olleita rakennusosia, sillä niiden käyttöikä voi olla muuta rakennusta lyhyempi ja niitä saatetaan joutua vaihtamaan tai huoltamaan aiemmin kuin muita rakenteita. Korjattavuuteen on kiinnitetty huomioita nykyisessä lainsäädännössä esimerkiksi vesi- ja viemärlaitteiston kohdalla, joka tulee suunnitella niin, että mahdollinen vesivuoto on huomattavissa ja vesijohdot sekä niihin liittyvät laitteet ovat tarkastettavissa, huollettavissa ja korjattavissa. Myös esimerkiksi historiallisesti merkittävien rakennusten korjauksissa suositaan usein sellaisia ratkaisuja, jotka ovat myöhemmin poistettavissa ilman, että alkuperäinen rakenne vaurioituu. (Jääskeläinen 2021, 23.)

Rakennusosat on lisäksi hyvä suunnitella mahdollisuuksien mukaan hallittavan kokoisiksi ja painoisiksi, jolloin niiden vaihtaminen on helpompaa, eikä siihen tarvita nosturia. Se, että rakennusosien koon ja muodon välillä ei ole suurta vaihtelua, ja että pyritään pärjäämään mahdollisimman vähäisellä määrällä erilaisia komponentteja, on myös eduksi osien uudelleenkäytön kannalta. (Vandkusten 2017, 15.)

Myös rakennusmateriaalivalinnoilla on merkitystä niin uudis- kuin korjauskohteissa. Suosimalla käytettyjä ja kierrätettyjä materiaaleja voidaan vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja jätteen syntyä (Cheshire 2016, 41). Materiaalivalinnoissa tulisi myös huomioida eri rakennusosien ja osakokonaisuuksien arvioitu käyttöikä. Usein esimerkiksi sisäpinnat uusiin paljon ennen kuin ne ovat tulleet teknisen elinkaarensa päähän, jolloin ne olisi hyvä olla valmistettu biologisista, helposti kierrätettävistä materiaaleista. Mikäli niihin käytetään teknisiä materiaaleja, tulisi ne olla palautettavissa valmistajalle uudelleenkäytettäväksi, uudelleentuotteistettavaksi tai kierrätettäväksi. (Cheshire 2016, 82.)

Kiertotalouteen tähtäävässä suunnittelussa edellä mainittuja suunnitteluperiaatteita tulee soveltaa tapauskohtaisesti. Periaatteiden noudattaminen ei ole myöskään täysin mahdollista nykyisillä rakentamisen käytännöillä ja vaatii innovatiivisuutta ja yhteistyötä kaikkien suunnittelualojen kesken. Periaatteiden soveltaminen mahdollisuuksien mukaan kuitenkin johdattaa suunnittelua kestävämpään suuntaan.



Kuva 3. Rakennuksen osilla on tyypillisesti eri pituiset elinkaaret. Rakennuksen jakaminen itsenäisiin ja helposti purettaviin kerroksiin mahdollistaa huollon ja osien vaihdon ilman, että muu rakenne vaurioituu. (Kuva: Cheshire David 2016, mukaillen.)

### 3 Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön edellytykset

Tällä hetkellä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöön liittyy vielä runsaasti haasteita, joiden ansioista uudelleenkäyttö ei ole kovin helppoa. Yhtenä suurimpana edellytyksenä uudelleenkäytön valtavirtaistumiselle on yleisen asenneilmaston muuttuminen positiivisemmaksi etenkin rakennus- ja kiinteistöalan keskuudessa, jossa purkumateriaali nähdään edelleen lähinnä jätteenä. Myös aiheeseen liittyvälle osaamiselle ja sitä kautta koulutukselle olisi tarvetta. (Hakaste 2021, 120.)

On olemassa myös muita haasteita, jotka liittyvät muun muassa uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseen, markkinoiden puutteen, uudelleenkäytön taloudelliseen kannattavuuteen sekä nykyisiin purkamis- ja suunnittelukäytäntöihin. Tässä luvussa käydään läpi näitä haasteita sekä nostetaan esille niitä edellytyksiä, joiden avulla uudelleenkäyttö voisi toteutua laajemmassa mittakaavassa.

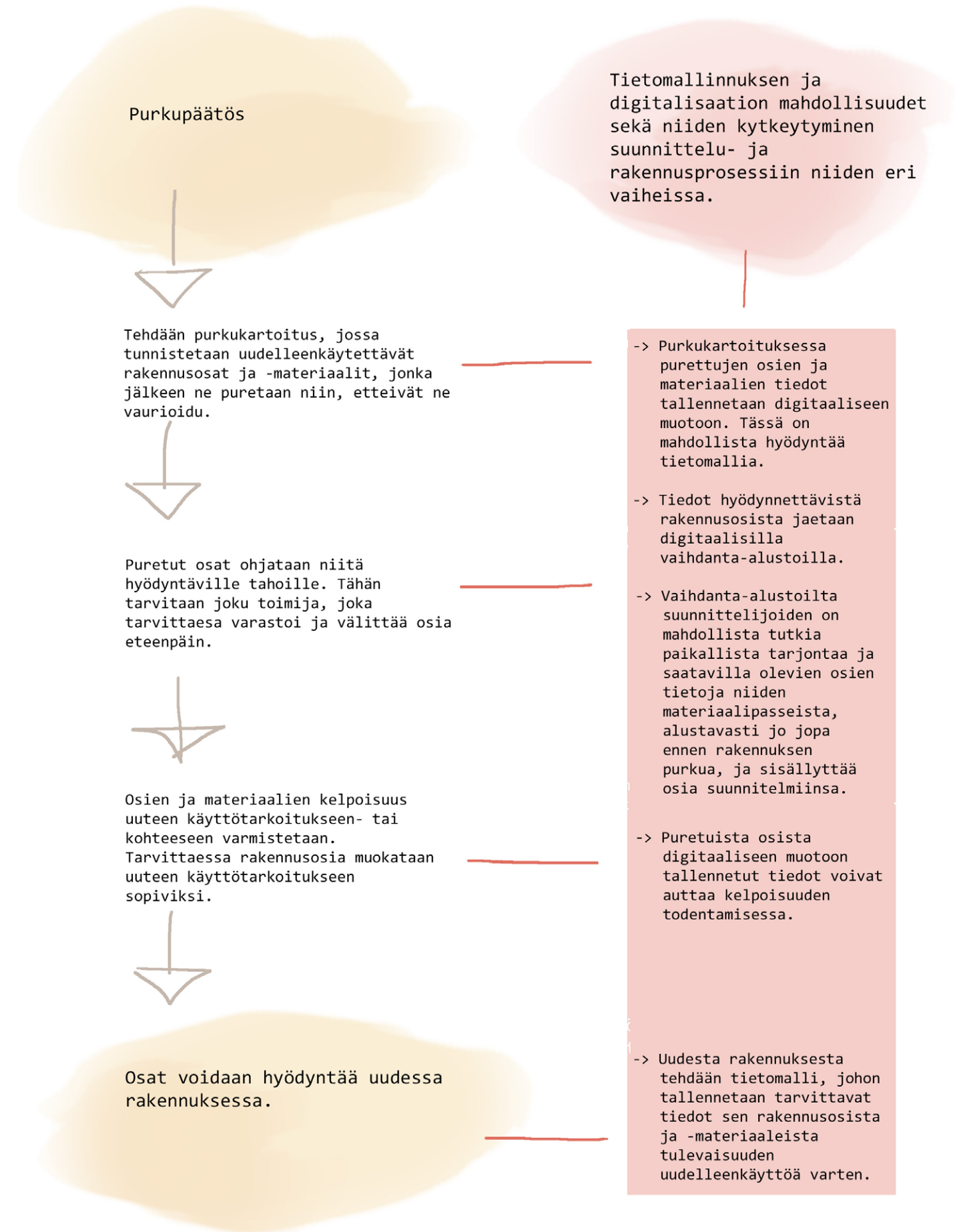
Lisäksi käytännön haasteita liittyy purettujen rakennusosien ja -materiaalien teknisiin ominaisuuksiin, kuntoon ja runsaaseen variaatioon. Näitä haasteita käsitellään eri rakennusmateriaalien kautta luvussa neljä.

#### 3.1. Säilyttävä purkaminen ja purkukartoitus

Suomi on sitoutunut EU:n jätedirektiivissä asetettuihin tavoitteisiin, joissa 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteestä tulisi hyödyntää materiaalina korvaamassa neitseellisiä luonnonvaroja ja niistä valmistettuja tuotteita (Lehtonen 2021, 126). Suomessa hyödyntämisen arvioitiin olevan noin 54 prosenttia vuonna 2018. Tämä ei kuitenkaan vielä kerro hyödyntämisen laadusta, sillä esimerkiksi Suomen suurinta rakennusjätejätettä, betonia, hyödynnetään pääasiassa maantäyttöissä ja teiden rakenteissa, jolloin materiaalin arvo heikkenee. (Hakaste 2021, 112.)

Jotta uudelleenkäytettävissä olevat rakennusosat ja materiaalit pystytään tunnistamaan ja hyödyntämään, tulisi purkaminen suunnitella huolella ja varata sen esiselvityksiin tarpeeksi aikaa ja resursseja (Lehtonen 2021, 125). Esiselvitykset ovat uudelleenkäytön kannalta hyvin tärkeitä, sillä purkumateriaalin välittämistä eteenpäin siitä kiinnostuneille tahoille hankaloittaa se, että valtaosasta tällä hetkellä syntyvistä purkumateriaaleista ei ole tarjolla tietoa. Tähän ratkaisuksi ympäristöministeriö on kehittänyt vapaaehtoisen työkalun, purkukartoituksen, jonka avulla pyritään tunnistamaan purettavan rakennuksen eri materiaalit ja niiden määrät, sekä niihin sisältyvät haitalliset aineet. Purkukartoituksessa tarkoituksena on lisäksi tunnistaa kierrätettävät ja uudelleenkäytettävät materiaalit, joita on mahdollista hyödyntää paikallisesti. (Lehtonen 2021, 125, 130.)

Laajamittaisen purkukartoituksen ollessa vapaaehtoinen, nykyinen jätelainsäädäntö velvoittaa purkuhankkeeseen ryhtyvää laatimaan tietyistä, purkamisessa syntyvistä materiaaleista ja haitta-aineista selvitykset. Haitta-ainekartoituksessa selvitetään rakennuksessa esiintyvät haitta-aineet, kuten asbesti tai muut



Kuva 4. Luvussa käsiteltävien asioiden kytkeytyminen toisiinsa.



myrkylliset yhdisteet. Purkumateriaaliselvityksessä inventoidaan purkuhankkeessa syntyvät, erilliskeräystä vaativat jättejakeet. Erilliskeräystä veloitetaan rakentamisesta ja purkamisesta syntyvälle betoni- ja tiilijätteelle, metalleille, kipsilevyille, lasille, bitumi- ja kattohuoville, asfaltille, maa- ja kiviaineksille, kyllästämättömälle puulle, mineraalivillaeristeille sekä paperille ja kartongille. Lain mukaan mahdollisimman suuri osa erilliskeräytyistä jätteistä tulisi valmistella uudelleenkäyttöä varten, kierrättää tai hyödyntää mahdollisimman korkealaatuisessa muodossa. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021/26§.) Maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen myötä selvitys tulee koskettamaan myös pieniä rakennushankkeita ja se tulee tehdä ennen purkamista ja täydentää purkamisen jälkeen. (Hakaste 2021, 116.) Olisi tärkeää, että selvityksen yhteydessä veloitettaisiin ilmoittamaan myös uudelleenkäyttöön soveltuvista rakennusosista ja materiaaleista.

Myös itse purkamisen käytäntöjen on muututtava, jotta purettavia rakennusosia ja materiaaleja voidaan hyödyntää mahdollisimman arvokkaassa muodossa (Cheshire 2016, 30). Teollisen vallankumouksen myötä rakennusten purkamisessa siirryttiin materiaalien talteenotosta ja käsin purkamisesta koneellisesti hajottavaan purkamiseen. Koneellisen purkamisen etuna on sen terveellisyys ja turvallisuus sekä edullisuus ja nopeus. Varjopuolena on se, että koneellisessa purkamisessa rakennusosien rikkoutumista on vaikeampi estää. Prosessissa syntynyttä jätettä useimmiten hyödynnetään alkuperäistä tuotetta vähemmän arvokkaassa muodossa sen sijaan, että rakennusosia kierrätettäisiin tai käytettäisiin uudelleen. (Cheshire 2016, 25.)

Se, miten helppoa rakennus on purkaa niin, että rakennusosat säästyvät ehjinä, riippuu paljolti siitä, miten ja mistä materiaaleista rakennus on rakennettu. Jotta rakennus voidaan purkaa osiin, tulee ymmärtää sen rakennetta ja rakennustekniikkaa. Yleensä esimerkiksi esivalmistetuista elementeistä rakennetut tai pilaripalkki-rakenteiset rakennukset on helpompi purkaa osiin, kuin rakennukset, jotka on rakennettu kokonaan paikalla ja niiden rakenne perustuu kantaviin seiniin ja laattoihin. (Bertino et al. 2021, 23.)

Ennen purkutöiden aloitusta on hyvä olla selvillä, mitä osia tullaan purkamaan uudelleenkäyttöä varten, sillä tämä vaikuttaa purkamisen aikatauluun, työvoiman määrään ja osille tarvittavaan varastointitilaan (Arora et al. 2020, 5). Purkutöiden toteutuksessa tulisi aluksi purkaa haitta-aineita sisältävät rakennusosat, minkä avulla estetään niiden sekoittuminen muihin purkumateriaaleihin. Haitta-aineet tulee toimittaa jätteenkäsittelylaitokseen ja näin poistaa materiaalikierrosta. (Leh-

tonen 2021, 128.) Jotta purkukartoituksessa tunnistetut uudelleenkäytettävät rakennusosat saadaan purettua ehjänä, tulee ne usein purkaa käsin, mikä vie enemmän aikaa ja on myös kalliimpaa kuin koneellinen purkaminen (Cheshire 2016, 25). Rakennuksen purkaminen osiin aloitetaan ei-kantavista osista, kuten väliseinistä, ikkunoista ja ovista. Rakennuksen kantavat rungon purkaminen osiin on lähtökohtaisesti paljon hitaampaa, kuin ei-kantavien osien ja se vaatii enemmän työkaluja, turvajärjestelyjä ja erityisosaamista. (Bertino et al. 2021, 20.) Purkujäte olisi syytä lajitella jo purkukohteessa ja välttää sekajätettä, sillä jätteiden sekoittuminen estää niiden kierrätyksen tai vaatii niiden jatkokäsittelyä (Lehtonen 2021, 130).

Paras vaihtoehto olisi, jos uudelleenkäytettävät rakennusosat saataisiin siirrettyä suoraan niiden uuteen kohteeseen, sillä osien varastoiminen muualla kuin alkuperäisessä käyttötarkoituksessa vaikuttaa niiden laatuun ja uudelleenkäytettävyyteen (Hakaste 2021, 115). Mikäli osat täytyy kuitenkin väliaikaisesti varastoida, tulee niille varata myös varastointitilaa. Eräässä tapaustutkimuksessa (Arora et al. 2020, 5), jossa tutkittiin rakennusosien ehjänä purkamista ja sen vaikutuksia purkuposessiin, rakennusosat varastoitiin purettavan rakennuksen tontilla sijainneeseen, myöhemmin purettavaan parkkihalliin sekä rakennuksen ensimmäisen kerroksen asuntoihin siksi ajaksi, kun rakennuksen ylemmät kerrokset purettiin. Jos osaa varastoidaan liian pitkään, se voidaan tulkita jätteeksi, mikä taas hankaloittaa sen hyödyntämistä ja sen käsittely vaatii ympäristöluvan (Lehtonen 2021, 128).

Kiertotaloutta tukevassa purkuposessissa on tärkeää, että sen kaikilla osapuolilla on riittävä asiantuntemus purkamiseen liittyvistä teknisistä asioista, työturvallisuudesta ja materiaalien kierrättämisestä. Purku-urakoitsijan kilpailutuksessa tulisi asettaa vaatimukset työn tekniselle suoritusasolle, purkumateriaalien erilliskeräykselle ja kierrättämiselle sekä ympäristöhaittojen ehkäisylle. On tärkeää, että niin purku-urakoitsijoilla kuin hankkeen asiantuntijoilla on viimeisimmät tiedot jatkuvasti kehittyvistä rakennusmateriaalien ja -osien uudelleenkäyttömahdollisuuksista. (Lehtonen 2021, 125.)

### 3.2 Lainsäädäntö ja kelpoisuus

Ympäristöministeriö (2022b) määrittelee, että ”rakennustuotteita ovat sellaiset tuotteet, jotka tulevat kiinteäksi osaksi rakennusta, kuten betonielementit, ikkunat, teräsrakenteet ja sahatavara”. Rakennustuotteiden ominaisuuksista on määritelty Maankäyttö- ja rakennuslain 152§:n säännöksessä: ”Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla turvallinen ja terveellinen sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää tässä laissa säädettyt olennaiset tekniset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöajan.” Tämä koskee kaikkia rakennustuotteita Suomessa. Jotta rakennustuotetta voidaan käyttää, tulee tuotteen kelpoisuus osoittaa ja pääsuunnittelijan sekä muiden vastuullisten tulee varmistua rakennustuotteiden sopivuudesta aiottuun käyttötarkoitukseen. (Jääskeläinen 2021, 24.)

Uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden kelpoisuus aiottuun käyttötarkoitukseen tulee aina osoittaa (Lehtonen 2021, 127). Kelpoisuudella tarkoitetaan sitä, että tuote täyttää ne tekniset vaatimukset, mitkä sille on asetettu maankäyttö- ja rakennuslaissa tai sen nojalla. Rakennustuotteita koskevat olennaisimmat tekniset vaatimukset liittyvät rakenteiden lujuuteen ja vakauuteen, tuotteiden terveellisyteen, paloturvallisuuteen, käyttöturvallisuuteen, esteettömyyteen sekä melun- ja värähtelyolosuhteisiin ja energiatehokkuuteen. (Ympäristöministeriö 2022b.)

Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseen on viisi keinoa (Lehtonen 2021, 128). Suurimmassa osassa tapauksista, tuotteen kelpoisuus osoitetaan CE-merkinnällä, sekä sen saamiseksi vaaditulla suoritusasoilmoituksella. CE-merkintä on pakollinen tuotteille,

jotka ovat Euroopan unionin (EU) rakennustuoteasetuksen (305/2011/EU) mukaisia, eli ne kuuluvat jonkun yhdenmukaisen tuotestandardin alaisuuteen tai niille on olemassa eurooppalainen tekninen arviointi (ETA-menettely). Näitä tuotteita koskeva säätely on EU-lähtöistä ja perustuu rakennustuoteasetuksessa rakennuksille asetettuun seitsemään perusvaatimukseen, jotka koskevat hyvin pitkälti samoja asioita kuin aiemmin mainitut maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellyt perusvaatimukset. CE-merkityille tuotteille tulee aina olla laadittuna myös suoritusasoilmoitus (Declaration of Performance, DoP). Suoritusasoilmoituksella annetaan tietoja tuotteen ominaisuuksista, kuten esimerkiksi pakkasenkestävyydestä. CE-merkinnällä valmistaja ottaa vastuun siitä, että tuote on suoritusasoilmoituksen mukainen. CE-merkintä ei siis yksinään vielä tarkoita, että tuote olisi esimerkiksi sopiva käytettäväksi Suomen olosuhteissa. (Jääskeläinen 2021, 23–24.) Jotta CE-merkityn tuotteen kelpoisuus voidaan varmistaa, tulee tarkistaa sen soveltuvuus kyseiseen käyttötarkoitukseen ja kohteeseen suoritusasoilmoituksesta.

CE-merkinnän tarkoitus on kertoa tuotteen ominaisuuksista yhdenmukaisella tavalla ja näin auttaa suunnittelijoita ja rakentajia vertailemaan tuotteita keskenään. Lisäksi CE-merkinnällä on tarkoitus edistää kaupankäyntiä, sillä sen avulla tuotetta voi myydä kaikkialla Euroopassa. (Ympäristöministeriö 2022c.)

Jotta rakennustuote voi saada CE-merkinnän, tulee koko tuotantoprosessin laatu varmistaa. Tuotantoprosessiin kuuluvat muun muassa raaka-aineet, laitteet, koneet, henkilöstö ja aliurakoitsijat. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että purettuja tuotteita ei voida CE-merkintä ilman, että ne jollain tavoin valmistetaan

uudelleen. (Lehtonen 2021, 128.) Vaikka tuotteella olisi alun perin ollut CE-merkintä, ei voida taata, että käytössä erilaisille rasiuksille altistunut tuote täyttää enää vaadittua suoritustasoa (Jääskeläinen 2021, 25). EU:n rakennustuoteasetusta ollaan uudistamassa ja tavoitteena on, että myös käytetyt tuotteet voitaisiin CE-merkintä ja näin niiden käyttöä rakentamisessa voitaisiin edistää. Tämä on kuitenkin hidasa prosessi, sillä sen yhteydessä tarvitsee todennäköisesti muuttaa myös muuta lainsäädäntöä ja useita tuotestandardia. (Lehtonen 2021, 128.) Maaliskuussa 2022 Euroopan komission antoi ehdotuksen rakennustuoteasetuksen uusimisesta ja ehdotus on nyt käsittelyssä (Ympäristöministeriö 2022c).

Rakennustuotteen kelpoisuus voidaan myös osoittaa kansallisella tasolla niille tuotteille, joille ei ole määritelty yhdenmukaistettua tuotestandardia tai joille ei ole eurooppalaista teknistä arviointia. Kansallisella tasolla kelpoisuuden osoittamismenettelyt, joita on kolme, on määritelty laissa eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 555/2013 sekä tätä tarkentavassa asetuksessa eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 555/2013. Näiden lisäksi on vielä viides keino, joka on rakennustuotteen kelpoisuuden osoittaminen rakennuspaikkakohtaisesti. (Lehtonen 2021, 128.)

Rakennuspaikkakohtainen kelpoisuuden osoittamismenettely on tällä hetkellä ainoa vaihtoehto käytettyille rakennustuotteille, mikäli niitä halutaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Tämä tarkoittaa sitä, että kunnan rakentamisvalvontaviranomainen edellyttää kelpoisuuden osoittamista testauksin ja asiakirjoin, mikäli tuotteen kelpoisuutta ei ole muuten voitu todentaa. Rakennuspaikkakohtaista kelpoisuuden osoittamismenettelyä voidaan käyttää myös niihin tuotteisiin, jotka uutena kuuluvat rakennustuoteasetuksen piiriin. Jotta tuotteen kelpoisuus voidaan todeta ja tuote hyväksytään, tulisi suunnittelijoilla olla tietoa tarjolla olevien materiaalien ominaisuuksista. (Lehtonen 2020, 6.) Tätä edesauttaisi se, että kelpoisuuden osoittamisen keinot, sekä testaus- ja hyväksyntämenettelyt olisivat selkeämmät (Lehtonen 2021, 128).

Periaatteessa tuotestandardien mukaisia testausmenetelmiä voidaan käyttää soveltaen myös käytettyjen tuotteiden teknisten ominaisuuksien testaamiseen, mutta esimerkiksi vanhan tuotteen sääolosuhteille altistumista, rasiuksia tai ikääntymistä ei voida uusien tuotteiden testausmenettelyillä tarkistaa. Nämä ominaisuudet voivat vaikuttaa tuotteen kelpoisuuteen merkittävästi ja siksi olisikin tärkeää suunnitella arviointi- ja testausmenettelyt, joiden avulla olosuhteiden vaikutukset pystytään huomioimaan. Tuotteen testaaminen tuotestandardin mukaisilla menetelmillä on myös käytännössä vaikeaa ja työlästä, koska käytettyjen

tuotteiden laatu vaihtelee ja tuotteet tulee testata aina rakennuspaikkakohtaisesti. (Lehtonen 2020, 9.) Lisäksi uudisrakentamiskohteiden suunnitelmissa usein edellytetään, että kohteessa käytetään vain CE-merkittyjä, uusia tuotteita. Uudelleenkäytettävät rakennusosat tulisi huomioida rakennuskohteissa niin, että tuotteiden kelpoisuus voitaisiin määritellä myös muilla keinoilla kuin CE-merkinnällä. (Lehtonen 2020, 6.)

Rakennusosien ja materiaalien uudelleentuotteistamisella niille voidaan saada CE-merkintä. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että ne valmistetaan uudelleen, esimerkiksi osana uutta rakennustuotetta. Tästä hyvä esimerkki on tanskalaisen Lendager Groupin kohteessa, jossa vanhoja tiiliseiniä hyödynnettiin osana julkisivuelementtiä. Tällaisessa tapauksessa laadunvarmistus tehdään sen tehtaan laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti, jossa tuote on valmistettu. Toisin sanoen tehtaan tulee tarkistaa vanhan tiiliseinän ominaisuudet, kuten laastin ja muuraustöiden laatu sekä seinän sisältämät haitalliset aineet ja sen perusteella todeta, onko tuote hyödynnettävissä. Kun tuotteen kelpoisuus on määritelty jo tuotantovaiheessa, ei erillistä rakennuspaikkakohtaista hyväksyntää vaadita. (Lehtonen 2020, 12.) Kyseessä ei ole kuitenkaan kiertotie rakennusosien suoraan uudelleenkäyttöön, mutta pikemminkin tapa, jolla purkumateriaalia voidaan hyödyntää helpommin nykyisen lainsäädännön puitteissa.

Rakennusosien uudelleenkäytön kannalta on ongelmallista, jos tuote tai materiaali saa jätestatuksen. Ei ole olemassa kovin selkeitä määritelmiä sille, milloin purettu osa tai materiaali tulkitaan jätteeksi ja milloin se voidaan käyttää uudelleen. Lähtökohtaisesti purettu materiaali ei kuitenkaan muutu jätteeksi, jos se ei varsinaisesti poistu käytöstä vaan se käytetään sellaisenaan jossain toisaalla samassa käyttötarkoituksessa (Zhu et al. 2022, 38). Jos taas tuotetta varastoidaan liian kauan, se saatetaan tulkita jätteeksi, jolloin jätelainsäädäntö rajoittaa sen käyttöä. Viimekädessä tulkinna tuotteen jätestatuksesta kuitenkin tekee ympäristöviranomaisen. (Lehtonen 2021, 129.) Lisäksi nykyään jätelain määrittelemä uudelleenkäyttö ei sisällä uudelleenkäyttöä eri käyttötarkoituksessa, vaan uudelleenkäytön valmistelu eri käyttötarkoitukseen on jätelain mukaan jätteille tehtävää toimintaa (Zhu et al. 2022, 38). Jätestatuksen saanutta tuotetta ei saa käsitellä eikä vastaanottaa ilman ympäristölupaa (Lehtonen 2021, 129; Zhu et al. 2022, 38). Jäteluonteen päättäminen tapahtuu *ei enää jätettä* -menettelyn kautta. Menettely on hyvin raskas ja sitä on järkevää soveltaa vain merkittäville jätejakeille, jätevirroille ja hyödynnettävistä tavaroille. (Hakaste 2021, 117.) Erään rakennusalalla tehdyn kyselytutkimuksen mukaan *ei enää jätettä* -menettely nähtiin alan toimijoiden kesken jopa suurimpana lainsäädännöllisenä esteenä rakennustuottei-

den uudelleenkäytölle (Adams et al. 2017, 18).

Suomen kansalliset rakennusmääräykset koskevat pääosin rakennuskohteita, eikä niinkään rakennustuotteita. Meneillään olevassa maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa keskeisessä osassa ovat kuitenkin niin rakennuksen elinkaaren päästöjen tarkastelu, kuin myös rakentamisen kiertotalouden edistäminen. Lakiuudistuksella voi olla myös vaikutusta rakennusosien uudelleenkäytön lisääntymiseen.

Uudistuksessa rakennuksen elinkaaritarkastelu tulee pakolliseksi osaksi rakentamista, kun rakennus tulee suunnitella ja rakentaa sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla vähähiiliseksi. Tähän avuksi Suomessa on kehitetty kansallinen rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä, jonka avulla voidaan laskea koko rakennuksen elinkaaren hiilidioksidipäästöt. Purkamisen, korjaamisen, rakentamisen ja käytön lisäksi laskennassa huomioidaan myös rakennustuotteiden valmistuksesta, uudelleenkäytöstä, kierrätyksestä ja loppusijoittamisesta syntyvät päästöt. (Jääskeläinen 2021, 27.) Lisäksi tarkentavia säännöksiä tullaan antamaan muun muassa koskien rakennuksen teknistä käyttöikä, purettavuutta ja sen osien vaihdettavuutta, rakennustuotteiden luettelointia sekä tiedon säilyttämistä. Jo nyt rakennuslupaa haettaessa vaadittu purkumateriaaliselvitys tulee koskettamaan tulevaisuudessa myös pieniä rakennushankkeita ja se tulee tehdä ennen purkamista ja täydentää purkamisen jälkeen. Selvityksen tarkoituksena on edistää rakennusmateriaalien kierrätystä. (Hakaste 2021, 116.)

### 3.3 Digitalisaatio ja tietomallinnus

Rakentamisen kiertotalouden mukaisessa ajattelussa rakennukset nähdään materiaalipankkeina, joihin rakennusosat ja -materiaalit varastoidaan rakennuksen elinkaaren ajaksi ja kun rakennus puretaan, ne voidaan hyödyntää uudestaan. Vastaavasti kaupungit taas nähdään ikään kuin urbaaneina kaivoksina”, joiden rakennuskantaan sisältyvät hyödynnettävät osat ja materiaalit tulisi tunnistaa. Digitalisaatio mahdollistaa tämän todellisuudessa, kun tiedot rakennuksista ja niiden sisältämien materiaalien ja osien ominaisuuksista ja sijainneista tallennetaan yhteen paikkaan. Digitaalisessa muodossa tietoa voidaan hallita ja täydentää rakennusten koko elinkaaren ajan ja sitä on myös helppo säilyttää, jäsentää ja jakaa.

Rakentamisen tiedonhallinta koskee etenkin uutta rakentamista, jonka kohdalla on ratkaistava, missä muodossa ja miten tieto siirtyy suunnittelusta ja rakentamisesta rakennuksen käyttäjälle sekä tästä eteenpäin rakennuksen tai tuotteen elinkaaren jälkeiselle hyödyntäjälle. Tähän on ehdotettu ratkaisuksi tietomallia. Tietomallilla, tai BIM-mallilla, viitataan yleensä rakennuksen 3D-malliin, johon on tallennettu rakennuksen rakentamisen kannalta kaikki olennaiset tiedot. Tietoa kasaantuu valtavia määriä, ja mikäli tietomalleja käytetään rakennuksen koko elinkaaren tiedon hallintaan, on tärkeää tunnistaa, mikä tieto on olennaista. Lisäksi tietoa kerääntyy pitkältä aikaväliltä, minkä takia tarvitaan jokin tekninen ratkaisu tai järjestelmä, joka mahdollistaa tiedon säilymisen ja ylläpidon. (Häkkinen 2021, 83.) Tietomallin kohdalla tämän tulisi olla jokin ohjelma, joka pystyy lukemaan myös vanhempia tiedostoja.

Aguiar et al. (2019, 4) ehdottavat artikkelissaan rakennuksen ylläpitoon ja kierrätettävyyteen kahta erilaista tietomallia: niin sanottua elinkaarimallia, joka palve-

lee rakennuksen ylläpitoa, sekä kiertotalousmallia, joka palvelee rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä.

Rakennusosien uudelleenkäyttöä palvelevan kiertotalousmallin tietojen pohjalta voidaan rakennuksen eri osille laatia materiaalipassit. Materiaalipassien tarkoitus on tarjota tietoa saatavilla olevista, uudelleenkäytettävistä materiaaleista (Bertino et al. 2021, 5) ja niihin voidaan kerätä tietoa rakennusosista ja materiaaleista niiden koko elinkaaren ajalta. Kiertotalousmalliin sisältyisi myös tiedot rakennuksen huolloista ja korjauksista, joka voi olla tärkeää tietoa myös rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön kannalta (Aguiar et al. 2019, 5). Tietoa tulisi ainakin olla saatavissa osien ja materiaalien koostumuksesta, sekundäärimateriaaleista, arvioidusta käyttöiästä, uusiutuvien energioiden ja materiaalien osuudesta sekä kasvihuonepäästöistä, kierrätettävyydestä ja huollettavuudesta. Tietoa tulisi myös olla tarjolla tuotteiden purkamisen menettelytapoista, sillä näin voidaan estää purettavan rakennusosan ja sen ympärillä olevien tuotteiden vahingoittuminen. (Häkkinen 2021, 75, 78.) Amsterdamilaisen arkkitehtitoimisto Architekten Cie:n suunnittelema CIRCL-paviljongista on tehty tällainen kiertotalousmalli, ikään kuin digitaalinen kaksonen, johon on tallennettu muun muassa tiedot kaikista rakennuksen rakennusosista, niiden odotetusta elinkaaresta ja kunnosta (Delft University of Technology 2019, 1).

Merkittävä osa purkumateriaalista tulee tällä hetkellä 1960–80-luvuilla rakennettujen rakennusten korjauksista (Hakaste 2021, 112), eikä näille rakennuksille ole olemassa koko elinkaaren kattavia tietomalleja tai materiaalipasseja. Tulevaisuudessa purettavista rakennuksista tehtyt purkumateriaaliselvitykset olisi

kuitenkin tarkoitus tehdä digitaalisena ja viedä valtakunnalliseen purkumateriaalitietokantaan. Tätä kautta tiedot uudelleenkäytettäviksi arvioiduista tuotteista voitaisiin siirtää verkkopohjaisille vaihdanta-alustoille ja näin purettu materiaali saataisiin kiertoon. (Hakaste 2021, 115–116.) Eräs tiedonhallinnan tämän hetken ongelma on juuri se, että tieto on hajautunut eri organisaatioihin ja se on yhteen toimimattomissa muodoissa (Häkkinen, 2021, 82). Asiaa ollaan edistämässä ympäristöministeriön Ryhti-hankkeen toimesta, jossa yhteiselle alustalle kootaan tietoa rakentamista ja maankäyttöä koskien. Tarkoituksena on tarjota tietoa etenkin viranomaisille erilaisten selvitysten, suunnitelmien ja päätöksenteon tueksi, mutta alusta tulee toivottavasti palvelemaan myös rakentamisen kiertotaloutta tarjoamalla tietoa rakennuksista, aina niiden suunnittelusta purkamiseen asti (Häkkinen, 2021, 82).

Aguiar et al. ehdottavat, että olisi olemassa joku taho, ehkä henkilö tai ohjelma, joka keräisi kaiken rakennusmateriaalien ja osien uudelleenkäytölle olennaisen tiedon BIM-malleista, analysoisi sen ja toimittaisi sen kiertotalousmallin ja materiaalipassien muodossa yhteiseen tietokantaan. Kiertotalousmallista ja siihen linkitetyistä materiaalipasseista olisi mahdollista katsoa suoraan, mitkä osat ovat uudelleenkäytettävissä. (Mts. 8). Periaatteessa myös purkukartoitus ja selvitys voitaisiin tehdä jonkin asteisena tietomallina, josta purettavien rakennusosien ja materiaalien sijainnit, dimensiot ja määrät olisi helposti nähtävissä. Tiedot rakennusosien koostumuksista, odotetusta elinkaaresta ja kunnosta voitaisiin sisällyttää 3D-elementteihin, jotka taas voitaisiin jakaa vaihdanta-alustojen kautta suunnittelijoille. Alustalta suunnittelijat voisivat käydä tutkimaan tuotteiden ja osien tietoja ja lataamassa 3D-elementtejä omiin suunnitelmiinsa. Tarkasti mallinnetut 3D-objektit voisivat edesauttaa purkut tuotteiden käyttöä osana uudis- ja korjausrakentamista, kun niitä olisi helppo sovittaa suunnitelmiin.



### 3.4 Liiketoiminta ja markkinat

Purkumateriaalin kiertotalouden toteutumiselle yhtenä suurimpana esteenä on se, että kysyntä ja tarjonta eivät kohtaa. Purkamisen on vain välivaihe ennen uuden rakennuksen rakentamista, eikä tietoa purettavista materiaaleista ole saatavilla tarpeeksi hyvissä ajoin ennen purkutöiden alkua. (Hakaste 2021, 114.) Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön toteutumiseksi laajemmassa mittakaavassa, tarvitaan niitä välittäviä toimijoita. Nämä toimijat kartoittaisivat tietoa purettavista rakennuksista, niiden osista ja materiaaleista ja toimittaisivat sitä eteenpäin potentiaalisille materiaalin hyödyntäjille, esimerkiksi erilaisten vaihdanta-alustojen kautta. Tällaisen liiketoiminnan syntyminen ja toteutuminen laajemmassa mittakaavassa edellyttää kuitenkin selkeämpiä kelpoisuuden osoittamisenmenettelyjä, lainsäädännön selkeyttämistä ja uusia, taloudellisesti kannattavia liiketoimintamalleja.

Purettuja rakennusosia välittävän yrityksen liiketoiminta edellyttää tuotteilta taloudellista kilpailukykyä uusiin tuotteisiin nähden ja sitä, että ne täyttävät niiltä vaaditut standardit (Nufsholz et al. 2019, 1). Liiketoiminnan taloudellinen kannattavuus on rakennuskohdasta ja materiaaliin riippuvaista. Siihen vaikuttavat niin tuotteen määrä ja laatu kuin vastaavan uuden tuotteen hinta (Hakaste 2021, 118). Kilpailukyky uusiin tuotteisiin nähden on yleensä haaste, sillä vaikka purkumateriaali on useimmiten uusiomateriaalia halvempaa, ehjänä purkamisen, kuljetukset, varastointi, uudelleen jalostaminen ja kelpoisuuden arviointi maksavat (Nufsholz et al. 2019, 2). Myös se, kuinka paljon negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää käyttämällä purkumateriaalia, on tapauskohtaista ja riippuu prosesseista, joita materiaalin tulee käydä läpi, jotta se täyttää samat standardit kuin uusi vastaava tuote (Nufsholz et al. 2019, 3).

Erilaisia toimenpiteitä tarvitaan rakennusosia välittävien uusien yritysten ja start-uppien synnyttämiseksi (Hakaste 2021, 119). Eräissä rakennusosien uudelleenkäytön haasteita käsittelevässä tutkimuksessa (Adams et al. 2019, 6) kannustimien puute nähtiin yhtenä suurimpana ongelmana rakennusalan toimijoiden keskuudessa. Kannustimina voisivat olla yritystoiminnan käynnistystuet sekä kierrätysliiketoimintaan tai -tuotteisiin liittyvät verohelpotukset (Hakaste 2021, 118). Purkumateriaalin kysyntää ja tätä kautta liiketoiminnan kannattavuutta voidaan lisätä myös julkisten toimijoiden hankintoihin kohdistuvilla hankintakriteereillä. Hankintakriteerit voivat liittyä uudisrakentamisessa käytettyjen materiaalien sisältämään kierrätysainekseen, purkukartoituksen laadintaan sekä lajittelun ja hyödyntämisen velvoittamiseen. (Hakaste 2021, 119.)

Purku-urakoitsijoilla lienee jo valmiiksi paras asiantuntemus materiaalien hyödynnettävyyteen liittyen (Hakaste 2021, 115), joten tässä voisi olla yksi mahdollisuus liiketoiminnan laajentamiselle. Purku-urakoitsijoiden toimintaa ohjaavilla jäteveroilla ja orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoittamisen kiellolla on pystytty lisäämään jätteen hyödyntämistä. Tämä ei kuitenkaan vielä kannusta materiaalin arvon säilyttämiseen ja korkeasteiseen kierrätykseen, sillä verotus koskee vain kaatopaikalle sijoitettavaa jätettä ja siksi suurin osa jätteestä päättyy maantäyttöihin ja energiaksi. Lisäksi verotuksen piiriin eivät ainakaan toistaiseksi kuulu kipsipohjaiset jätteet, maa-ainekset, asbesti tai eristeet. (Hakaste 2021, 117, 119.)

Eräänä vaihtoehtona käytettyjä rakennusosia välittäväksi tahoksi ovat ne yritykset, jotka ovat alun perin tuottaneet kyseisen tuotteen. Rakennuksen purkuvaiheessa, yritys ostaisi tuotteen takaisin itselleen ja

tuotteistaisi sen uudelleen. (Hradil 2014, 17.) Rakennustuotteita valmistavilla yrityksillä on hyvät lähtötiedot tuotteensa ominaisuuksista ja kestävydestä, joten heille uudelleentuotteistaminen ja tuotteen ominaisuuksien selvittäminen ei ole läheskään yhtä työlästä, kuin ulkopuoliselle yritykselle. Rakennusosia välittävä taho voi kuitenkin olla myös ulkopuolinen firma. Tästä esimerkkinä on tanskalainen Gamle Mursten, yritys, jonka liiketoiminta perustuu tiilien purkamiseen vanhoista rakennuksista ja niiden myymisestä eteenpäin.

Kysynnän lisäämiseksi rakennus- ja kiinteistöalan asenneilmastolla ja alan yritysten arvoilla on väliä. Asenneilmastoon pystytään vaikuttamaan esimerkiksi onnistuneilla ja inspiroivilla esimerkeillä sekä kelpoisuuden osoittamisen selkeyttämisellä (Hakaste 2021, 120). Yrityksen arvot vaikuttavat paljon rakennuttajan halukkuuteen hyödyntää purkumateriaalia. Vaikka ekologisuus ja kiertotalous, nähdään positiivisena yritysten imagolle ja ne usein vähentävät rakennuksen koko elinkaaren kustannuksia, usein ajatellaan, että ympäristöystävällisyys lisää rakennuskuluja, millä taas on merkittävä rooli päätöksenteossa.

Perinteisissä liiketoimintamalleissa yhtiön tuottama arvo nähdään lähinnä taloudellisena arvona yhtiölle ja sen asiakkaille. Kiertotalouden mukaisissa liiketoimintamalleissa yrityksen ja sen tuotteiden arvo nähdään laajemmin myös ympäristön, arvoketjukuppaneiden ja yhteiskunnan näkökulmasta. (Nufsholz et al. 2019, 3.) Arvoa syntyy esimerkiksi uusien työpaikkojen, henkilöstön osaamisen kehittämisen, yrityksen imagon parantumisen ja yrityksen toiminnasta aiheutuvien negatiivisten ympäristövaikutusten vähentymisen muodossa (Nufsholz et al. 2019, 7–9).



### 3.5 Joustava suunnitteluprosessi

Rakennusosien uudelleenkäyttö vaikuttaa kaikkiin rakennusprosessin vaiheisiin, joita tavallisesti ovat "tarveselvitys, hankesuunnittelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu sekä rakentaminen, käyttöönotto ja takuu-aika" (RT 10-11224 2016, 1). Uudelleenkäytön mahdollistumiseksi vaaditaan suunnittelu- ja rakennusprosessilta innovatiivisuutta, joustavuutta ja kaikkien projektiin osallistuvien osapuolten tiivistä yhteistyötä. Mark Gorgolewski esittää artikkelissaan *The architecture of reuse* (2019), että tavallisia suunnitteluprosessin vaiheita on sopeutettava niin, että ne huomioivat kiertotalouden ja rakennusosien uudelleenkäytön vaikutukset. Suunnittelun tueksi tarvitaan myös uusia työkaluja ja eri alojen asiantuntemusta.

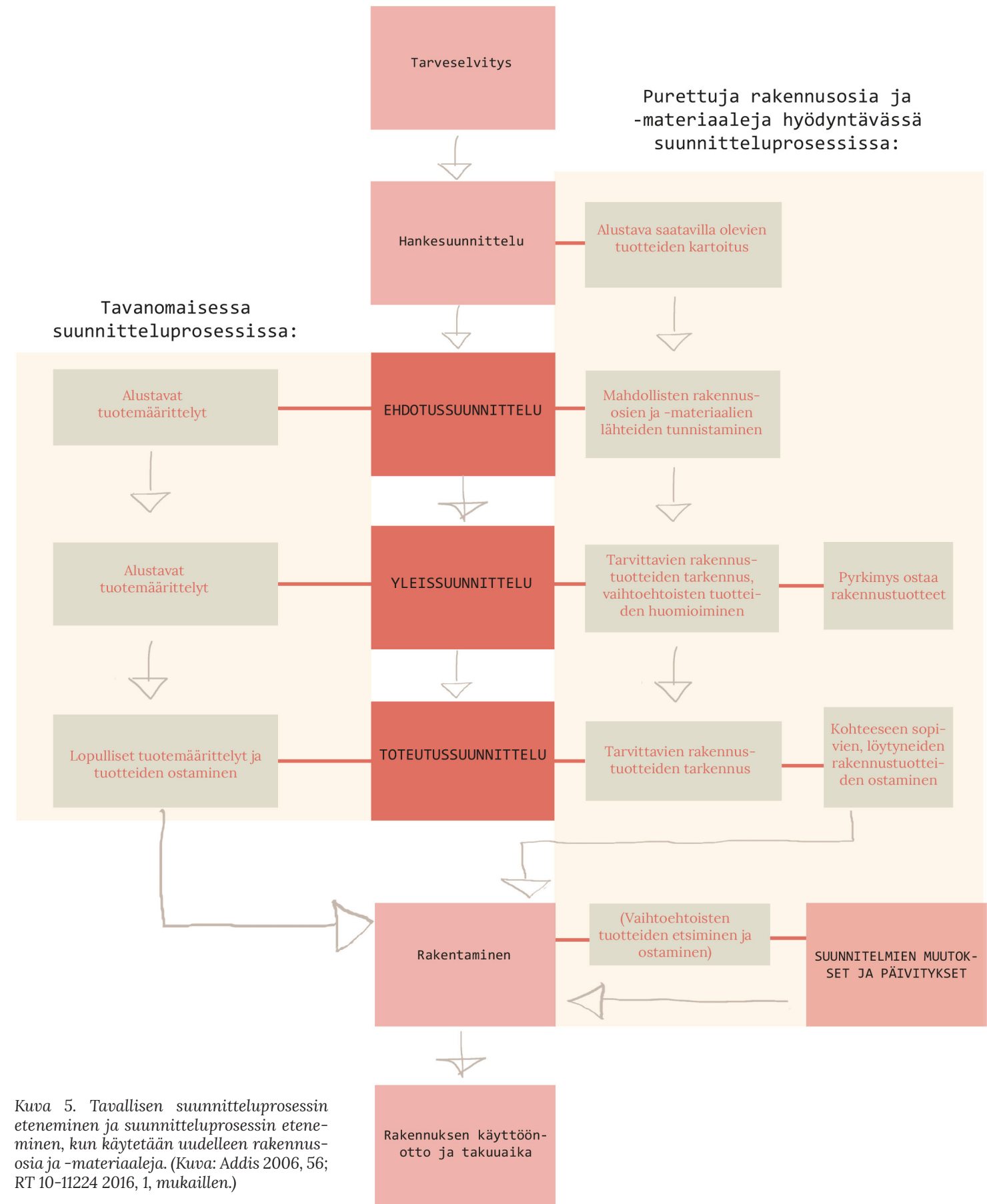
Uudelleenkäytettävien rakennusosien hyödyntäminen rakennushankkeessa edellyttää hankkeen kaikkien osapuolien sitoutumista ja yhteisten uudelleenkäyttöön liittyvien tavoitteiden asettamista (Gorgolewski 2019, 3). Rakennushanke yleensä alkaa tarveselvitysvaiheella, jossa määritellään alustavasti rakennushankkeen arkkitehtoniset ja kestävä kehityksen mukaiset tavoitteet (RT 103253 2020, 3). Samalla myös määritellään tilahankinnan tarpeellisuus. Tarveselvitysvaiheessa tehdään strategisia päätöksiä liittyen siihen, voidaanko tilatarve täyttää jo jollain olemassa olevalla tilalla tai tullaanko hankkeessa purkamaan joku olemassa oleva rakennus uudisrakentamisen tieltä tai hyödynnetäänkö hankkeessa purkumateriaalia. (Häkkinen 2021, 75.) Vaikka suunnittelijat eivät sinänsä voi vaikuttaa tarveselvitykseen, on siinä tehdyillä päätöksillä vaikutusta suunnitteluun.

Tyypillisen rakennusprosessin seuraava vaihe on hankesuunnittelu. Hankesuunnitteluvaiheessa määritel-

lään rakennushanketta koskevalle päätöksenteolle perusteet sekä tavoitteet hankkeen suunnittelijoille. Näihin tavoitteisiin ja perusteisiin suunnittelua verrataan koko rakennusprosessin ajan. (RT 103253 2020, 4.) Nämä tavoitteet siis vaikuttavat suoraan suunnitteluprosessiin ja siksi niihin tulisi kirjata myös tavoitteet liittyen rakennusosien- ja materiaalien uudelleenkäyttöön, rakennuksen purettavuuteen, ilmastovaikutuksiin, käyttöikään ja muunneltavuuteen (Häkkinen 2021, 75). Tavoitteiden asettamisen takia hankkeeseen olisi hyvä sisällyttää alusta asti henkilö, jolla on kokemusta projekteista, joissa rakennusosia on käytetty uudelleen, sillä ilman aiempaa kokemusta tavoitteiden asettaminen voi olla vaikeaa. Uudelleenkäytön tavoitteet tulisi asettaa perustuen hankkeen kokoon ja aikataulun joustavuuteen, suunnittelutiimin ja rakentajan aiempaan kokemukseen rakennusosien uudelleenkäytön parissa sekä siihen, miten sitoutunut rakennuttaja on materiaalien uudelleenkäyttöön. (Gorgolewski 2019, 4.)

Hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan myös hankkeen aikataulu ja budjetti (RT 103253 2020, 4), joissa molemmissa tulisi ottaa huomioon materiaalien uudelleenkäyttöön liittyvät tavoitteet. Materiaalien kartoituksesta, purkamisesta, kunnostuksesta, kuljetuksesta, varastoinnista, testauksesta ja kelpoisuuden arvioinnista aiheutuvat kulut sekä materiaalin tarjonnan ja kysynnän heilahtelu markkinoilla tulisi niin ikään huomioida hankkeen kustannussuunnitelmassa (Gorgolewski 2019, 7). Etenkin vielä nykyään, kun rakennusosien uudelleenkäyttö ei ole yleistä, uudelleenkäytettävän materiaalin etsiminen, testaukset, kunnostaminen ja kelpoisuuden osoittamiseen vaadittavien dokumenttien laatiminen kaikki vievät aikaa, toisin kuin tavanomaisessa rakennusprojektissa, jossa nämä hoitaa rakennustuotteen valmistaja (Kozminska 2019, 2).

### Rakennusprosessin eteneminen



Kuva 5. Tavallisen suunnitteluprosessin eteneminen ja suunnitteluprosessin eteneminen, kun käytetään uudelleen rakennusosia ja -materiaaleja. (Kuva: Addis 2006, 56; RT 10-11224 2016, 1, mukailen.)

Aikataulu- ja budjettiarvion takia voidaan jo hanke-suunnitteluvaiheessa kartoittaa alustavasti, minkälaisia rakennustuotteita on saatavilla paikallisesti. On myös huomioitava, että suunnitteluun voi kuluva tavallista rakennusprojektia enemmän tunteja, mikä vaikuttaa suoraan niin hankkeen aikatauluun kuin budjettiin.

Ennen varsinaisen suunnittelun käynnistystä organisoidaan suunnittelu ja järjestetään mahdolliset suunnittelukilpailut sekä laaditaan suunnittelusopimukset (Häkkinen 2021, 75). Koska lopullisia rakennusmateriaaleja ei voida määritellä tarjouskilpailun yhteydessä, tulee tämä huomioida myös niihin liittyvissä sopimusmenettelyissä (Gorgolewski 2019, 4) ja asettaa rakennusosien uudelleenkäyttö yhdeksi tärkeäksi vaatimukseksi urakoitsijan ja aliurakoitsijoiden valinnassa. On myös tärkeää varmistaa, että urakoitsijat ymmärtävät vaatimuksen merkityksen ja tuntevat käytettyjen tuotteiden markkinat (Addis 2006, 55).

Artikkelissaan *The architecture of reuse* (2019) Mark Gorgolewski toteaa, että integroitu suunnitteluprosessi, jossa kaikki suunnittelualat toimivat tiiviissä yhteistyössä, jakavat ideoitaan ja osaamistaan sekä tekevät suunnittelupäätöksiä yhdessä, on osoittautunut toimivimmaksi ratkaisuksi projekteissa, joissa on käytetty uudelleen rakennusosia. Myös urakoitsijoiden, tavaratoimittajien ja erityisammattilaisten osallistamisesta suunnitteluun on usein hyötyä. Lisäksi suunnittelutiimissä täydentävää asiantuntemusta voidaan tarvita esimerkiksi purkukonsulteilta, materiaalitieteilijöiltä ja rakennustuotteiden kehittäjiltä. Jos kantavissa rakenteissa aiotaan käyttää purettua rakennusmateriaalia, tulee mukana olla alusta asti rakennusinsinööri. Uudelleenkäytön ympäristövaikutukset tulisi ottaa huomioon rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutuksia arvioitaessa suunnitteluprosessin aikana. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi käyttäen apuna erilaisia rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskentatyökaluja.

Varsinainen rakennussuunnittelu alkaa ehdotussuunnittelulla (RT 103253, 2020, 7). Perinteiseen rakennusprojektiin nähden suunnitteluprosessin lähtökohdat ovat erilaiset. Usein suunnitelmaa lähdetään ideoimaan paikallisesti saatavilla olevien materiaalien tektonisten ominaisuuksien ympärille. Tämä voidaan nähdä luovuutta rajoittavana tekijänä, mutta myös inspiroivana lähtökohdana. Esimerkiksi rakennuksen muotoon vaikuttavat saatavilla olevien, kantavan rungon osiksi sopivien rakennusosien mitat. Kantavan rungon osat olisivat hyvä kartoittaa ja hankkia mahdollisimman varhaisessa vaiheessa suunnittelua, sillä kun rakennuksen keskeiset osat on hankittu, myös budjetin epävarmuustekijät pienenevät. (Gorgolewski 2019, 5-7.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa on hyödyllistä tunnistaa mahdolliset uudelleen hyödynnettävien rakennusosien ja materiaalien lähteet, kuten esimerkiksi ne lähialueen kohteet, jotka tullaan purkamaan lähiaikoina. Vaihtoehtoisesti voidaan kartoittaa ja etsiä jo purettuja ja saatavilla olevia osia ja materiaaleja. (Addis 2006, 57.)

Ehdotussuunnittelua seuraavassa yleissuunnitteluvaiheessa tulisi tarkentaa tarvittavat rakennustuotteet ja ostaa ne. Tämä on yleensä tarpeen ennen kuin siirrytään tarkemmalle, toteutussuunnittelun tasolle. Lisäksi tulisi huolehtia siitä, että löydetty osat ja materiaalit saadaan purettua, kuljetettua ja tarvittaessa varastoitua ehjänä sekä teettää niille mahdolliset lisätutkimukset ja huolehtia muista toimenpiteistä, kuten osien ja materiaalien puhdistuksesta, korjauksesta ja uudelleentuotteistamisesta. (Addis 2006, 57.) Niin pitkään kuin uudelleenkäytetyille materiaaleille ei ole markkinoita, jää suunnittelijoiden tehtäväksi kartoittaa uudelleenkäytettäviä materiaaleja ja arvioida niiden uudelleenkäyttöpotentiaalia. Materiaalien kartoittaminen vaatii usein yhteistyötä sellaisten toimijoiden kanssa, joilla on tietoa materiaalien saatavuudesta. Näitä ovat esimerkiksi materiaalien välittäjät ja purku-urakoitsijat. (Gorgolewski 2019, 4, 7.) Lisäksi tarvitaan tutkittua tietoa saatavilla olevien materiaalien käyttömahdollisuuksista, jolloin materiaalien kelpoisuus voidaan osoittaa rakennuspaikkakohtaisesti. Tämä vaatii usein yhteistyötä myös muiden alojen ammattilaisten ja asiantuntijoiden kanssa.

Uudelleenkäytettävien tuotteiden saatavuus ei ole aina ennustettavissa, minkä takia suunnitteluprosessilta vaaditaan joustoa. Osaa materiaaleista voidaan joutua varastoimaan, kun taas jossain tapauksissa sopiva materiaali voi löytyä vasta viime hetkellä. (Gorgolewski 2019, 4.) Normaalissa rakennussuunnitteluprojektissa toteutussuunnitteluvaihe voi limittyä osittain rakentamisen kanssa, mutta tuotemäärityt pyritään yleensä kuitenkin tekemään jo hyvissä ajoin. Projekteissa, joissa käytetään uudelleen rakennusosia ja materiaaleja, suunnittelu ja rakentaminen kulkevat käsikädessä. Niiden rajapinta katoaa, kun rakentamiseen vaikuttavia päätöksiä ja hankintoja tehdään jo suunnitteluvaiheessa ja toisaalta suunnitelmat voivat elää vielä rakentamisen aikana. Suunnittelijoiden tulisi varautua myös siihen, että suunnitelmia joudutaan muuttamaan matkan varrella, ja suunnitelmissa tulisi siksi huomioida myös vaihtoehtoiset materiaalit. (Gorgolewski 2019, 3, 5.)

Suunnittelussa on hyvä kiinnittää huomioita myös siihen, miten ja missä osia ja materiaaleja käytetään uudelleen. Tällä voidaan vaikuttaa mielikuviin ja asenteisiin rakennusosien uudelleenkäytöstä. Vanhoissa rakennuksissa kuluma voidaan nähdä jopa haluttavana ominaisuutena, mutta näin ei usein ole uusien ra-

kennusten kohdalla. Toisaalta uudelleenkäytetyt osat voivat olla uniikkeja ja laadukkaalla suunnittelulla ne voivat tehdä rakennuksesta mielenkiintoisen ja haluttavan. Käytettyjen osien ja materiaalien avulla voidaan tuoda esille historiaa ja tarinoita. Sen sijaan rakennuksen rungon sisäpuolelle jäävien materiaalien ulkonäöllä ei ole merkitystä. (Gorgolewski 2019, 5-6.)

Kokemuksen perusteella tietomalli on hyvä työkalu suunnittelussa ja sen avulla voidaan tallentaa tietoa rakennusosien ominaisuuksista tulevaisuuden uudelleenkäyttöä ja rakennuksen ylläpitoa ajatellen (Gorgolewski 2019, 7).

Suunnittelijoilla on merkittävä rooli rakennusprojekteissa, joissa rakennusosia käytetään uudelleen. Suunnittelijoilla kuitenkin on harvoin riittävää koulutusta aiheesta, minkä takia heidän on itse täydennettävä osaamistaan. Lisäksi osana suunnitteluprosessia heidän on etsittävä aktiivisesti sopivia materiaaleja ja testattava niitä, konsultoitava asiantuntijoita ratkaisuisaan, tehtävä tiivistä yhteistyötä muiden hankkeeseen osallistuvien kanssa sekä opittava niin insinööreiltä, rakennuttajilta, purku-urakoitsijoilta kuin paikallisilta käsityöläisiltäkin. (Kozminska 2019, 4.)

## 4 Yleisimpien rakennusmateriaalien uudelleenkäyttömahdollisuudet

Eri materiaaleilla ja niistä valmistetuilla rakenteilla on erilaiset ominaisuudet, jotka vaikuttavat niiden uudelleenkäyttömahdollisuuksiin. Toiset materiaalit ovat lisäksi hiili-intensiivisempiä kuin toiset ja näin niiden uudelleenkäytöllä saavutettavat hyödyt ovat suuremmat. Uudelleenkäytön ympäristövaikutuksia täytyy kuitenkin aina tarkastella kokonaisuutena. Suomessa yleisimpiä rakennusmateriaaleja ovat puu, betoni ja teräs. Tällä hetkellä uudelleenkäytön kannalta merkittävimpiä materiaaleja näistä ovat puu ja betoni, sillä suurin osa Suomessa purettavista rakennuksista ovat joko puu- tai betonirakenteisia (Hradil et al. 2014, 16, 20).

Kaikkien rakenteellisten rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön vaikuttaa niiden ikä, mutta tätäkin enemmän niiden historia, laatu ja aiempi käyttötarkoitus. Esimerkiksi se, minkälaisille kuormille rakenne on altistunut, vaikuttaa sen lujuuteen ja tätä kautta siihen, missä sitä voidaan käyttää uudestaan. Ulkoilmalle ja kosteudelle alttiina olleiden rakenteiden ja materiaalien uudelleenkäyttö on haastavampaa kuin säältä suojassa olleiden komponenttien. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että teräsrakenteet ja puiset hirs- ja pilaripalkkirakenteet ovat helpommin uudelleenkäytettävissä kuin betonirakenteet (Hradil et al. 2014, 24).

Yleisesti voidaan sanoa, että rakennusosien uudelleenkäyttäminen on resurssiviisaampaa, kuin neitseellistä raaka-aineista valmistettujen osien käyttäminen. Tämä johtuu siitä, että kaikkien materiaalien valmistukseen kuluu energiaa ja raaka-aineita (Gaia Consulting 2020, 12) ja materiaaleja uudelleen käytettäessä vältytään uuden materiaalin tuotannolta. Toisaalta saatavat hyödyt voivat olla hyvin pienet tai jopa kumoutua, mikäli materiaalia joudutaan prosessoimaan

tai kuljettamaan pitkiä matkoja uudelleenkäytön mahdollistamiseksi. Se, kuinka pitkän matkan materiaalia voidaan kuljettaa ennen kuin sen uusiokäyttö muuttuu hiili-intensiivisemmäksi kuin uuden tuotteen käyttö, on materiaali- ja tuoteriippuvaista (Hradil et al. 2014, 23). Rakennuksen elinkaaren aikaisissa hiilidioksidipäästöjen arvioinnissa ei ole vakiintuneita menetelmiä sille, miten uudelleenkäyttö otetaan huomioon laskelmissa. Haaste piilee siinä, että ei ole selkeää rajausta sille, mitkä rakennustuotteen päästöt lasketaan kuuluvan osaksi tuotantoprosessia (Hradil et al. 2014, 25).

Tässä luvussa tarkastellaan rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä yleisimpien Suomessa käytettyjen, erityisesti rakenteellisten rakennusmateriaalien, puun, betonin, teräksen sekä tiilen ominaisuuksien ja niistä valmistettujen yleisimpien rakennejärjestelmien kautta. Lisäksi luvussa käsitellään ikkunalaisin sekä kokonaisten ikkunoiden ja lasiovien uudelleenkäyttömahdollisuuksia, sillä niitä käytetään lähes poikkeuksetta kaikissa rakennuksissa.

### 4.1 Puu

Puu on merkittävä rakennusmateriaali Suomessa, sillä noin 45 prosenttia Suomen rakennuskannasta on puurakennuksia. Suurin osa tällä hetkellä purettavista puurakennuksista on pientaloja. (Huuhka et al. 2018, 5.) Puulla on useita ominaisuuksia, jotka lisäävät sen uudelleenkäytettävyyttä. Se on helposti työstettävä materiaali ja siitä voidaan tehdä useita erilaisia rakenteita, kuten massiivirakenteita, rankarakenteita ja pilaripalkkirakenteita. Tämä mahdollistaa sen uudelleenkäytön myös alkuperäisestä eroavissa käyttötarkoituksissa. (Huuhka et al. 2018, 56.) Huolimatta puun runsaasta käytöstä rakentamisessa, sen osuus rakennusmateriaalien kokonaispäästöistä on pieni, ja toisaalta puu myös sitoo hiiltä (Gaia Consulting 2020, 11–12).

Puun uudelleenkäyttömahdollisuuksiin vaikuttavat sen alkuperäinen laatu, ikä, ne olosuhteet ja kuormitukset, joille se on altistunut, sekä se, miten sitä on huollettu sen elinkaaren aikana. Tietyntilaisissa olosuhteissa puuhun voi syntyä laho- ja hyönteisvaurioita. Myös rakentamisen ja purkamisen menetelmillä ja rakentamisessa käytetyillä kiinnikkeillä on vaikutusta puun uudelleenkäytettävyyteen. Edellä mainitut tekijät vaikuttavat puun mekaanisiin ominaisuuksiin, jotka taas määrittelevät sitä, voiko puuta käyttää rakenteellisesti uudelleen. (Cavalli et al. 2016, 2.) Myös puuhun lisätyt haitta-aineet vaikuttavat sen uudelleenkäyttömahdollisuuksiin (Huuhka et al. 2018, 58). Puun uudelleenkäyttömahdollisuudet eivät siis riipu suoraan sen iästä, vaan pikemminkin sen alkuperäisestä laadusta sekä siitä, miten ja missä sitä on käytetty (Cavalli et al. 2016, 2; Huuhka et al. 2018, 56).

Cavalli et al. ovat artikkelissaan *A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber* (2016) tehneet yhteenvedon tutkimuksista, joissa käsi-



Kuva 6. Arkkitehtitoimisto General Architecture käytti vanhan hirsiaitan purettua runkoa yksityistalon kantavana rakenteena. (Kuva: Mikael Olsson 2019)

tellään puun mekaanisten ominaisuuksien muuttumista sen vanhetessa. Yhteenvedossa käy ilmi, että puun mekaanisten ominaisuuksien muuttuminen on hyvin tapauskohtaista riippuen muun muassa yllä mainituista tekijöistä ja siitä, mitä puulajeja on tutkittu ja miten. Kuitenkin yhteenvedon perusteella voidaan karkeasti todeta, että ikääntyminen vaikuttaa useissa tapauksissa negatiivisesti joihinkin puun ominaisuuksiin. Esimerkiksi puun taivutuslujuus ja taivutusjäykkyys ei ikääntymisen myötä usein heikentynyt, mutta käytöstä puretuissa rakenteissa taivutuslujuus kuitenkin usein heikkeni johtuen kiinnikkeiden aiheuttamista rei'istä. Eniten heikkenemistä näihin ominaisuuksiin esiintyi rakenteellisessa käytössä olleessa puussa, joka on alttiina kuormille. Puun puristuslujuus ei useissa tapauksissa muuttunut, kun taas sen iskutaivutuslujuus heikentyi.

Huuhka et al. avaavat tutkimusraportissaan *Puurakenteiden uudelleenkäyttömahdollisuudet* (2018) eri puurakenteiden uudelleenkäytettävyyttä. Raportin perusteella purettuun materiaaliin uudelleenkäyttömahdollisuuksia määrittää sen ominaisuuksien ja vaurioiden lisäksi voimakkaasti se, mistä rakennustyyppistä se on peräisin ja minkälaisessa rakennejärjestelmässä sitä on käytetty.



Etenkin pientaloissa esiintyviä hirsirakenteita on helppo käyttää monipuolisesti uudelleen ja ne ovat myös helposti korjattavissa. Hirsistä voidaan käyttää uudestaan sellaisenaan tai niitä voidaan sahata pienemmiksi osiksi. Hirsistä sahatun puutavaran kokoa rajoittaa jonkin verran hirsissä olevat vaarnatappien reiät. Nykyisten tiukentuneiden energiamääräysten takia hirsirakenteita joudutaan usein lisäeristämään tai sitten seinän lämpöhäviöitä joudutaan kompensoimaan muin keinoin. (Huuhka et al. 2018, 54.)

1900-luvun rankarakenteisten rakennusten rakenneratkaisujen, liitosten yksityiskohtien ja materiaalien vaihtelevuus hankaloittavat rakenteiden uudelleenkäytön suunnittelua, sillä on hankalaa arvioida etukäteen, minkälaiseen käyttöön puutavara sopii. Jälleenrakennuskauden pientalojen rankarakenteissa on käytetty usein myös paljon nauloja, minkä takia niiden purkaminen on hankalaa ja hidasta sekä usein taloudellisesti kannattamatonta. Naulojen aiheuttamat reiät voivat vaikuttaa myös puutavaran lujuuteen. (Huuhka et al. 2018, 54.) Sen sijaan myöhemmän aikakauden rankarunkoiset rakennukset ovat usein helpommin purettavissa, johtuen siitä, että niissä on käytetty vähemmän ja pienempiä nauloja sekä erilaisia valmiselementtejä. Uudemmissa kohteissa esiintyviä naulalevyristiköitä on melko helppo käyttää uudestaan, mutta uudessa kohteessa niiden kuormituksen ja tuennan on vastattava alkuperäistä, sillä ristikoiden kantavuus on usein optimoitu. (Huuhka et al. 2018, 55.)

Suomessa on rakennettu lisäksi runsaasti puisia hallirakennuksia, kuten varastoja, liike-, maatalous- ja teollisuusrakennuksia. Nämä rakennustyyppit ovat yleensä rakennettu liimapuusta pilari-palkkirakenteisina tai kolminivelkehärakenteisina. Lähtökohtaisesti niiden rakenteiden liitokset on helppo purkaa ja rakenteet on helppo käyttää sellaisenaan uudestaan. (Huuhka et al. 2018, 55.)

Nykyisin puusta valmistetaan myös massiivipuuelementtejä, mutta niiden käyttöön on siirrytty vasta 2000-luvulla ja siksi tällä hetkellä purettavassa rakennuskannassa niitä ei juuri esiinny.

Puun uudelleenkäytössä on huomioitava se, missä ja miten sitä aiotaan käyttää. Cavalli et al. (2016) mukaan puuta on mahdollista käyttää rakenteissa uudelleen huomioiden kuitenkin sen mekaaniset ominaisuudet ja vauriot. Puisissa vaakarakenteissa taipumat ovat tyypillisiä ja ne rajoittavat puun uudelleenkäyttöä kantavissa rakenteissa. Myös laho heikentää puun kantavuutta. (Huuhka et al. 2018, 57.)

Ei-kantavissa rakenteissa ja pintamateriaaleissa puun lujuudella ei ole yhtä suurta merkitystä. Niiden koh-

dalla on kuitenkin huomioitava esimerkiksi sisätiloissa sisäilmaan vaikuttavat tekijät, kuten mikrobit ja haitta-aineet. Toisin kuin laho- ja hyönteisvauriot, puun mikrobivaurioita on vaikea huomata silmämääräisesti ja niiden selvittäminen vaatii laboratoriotestejä (Huuhka et al. 2018, 48). Myös elementtirakenteiden sisältämät eristeet voivat kontaminoituessaan aiheuttaa sisäilmaongelmia ja ne tulisi myös testauttaa ennen uudelleenkäyttöä (Huuhka et al. 2018, 56). Vanha puutavara voi myös sisältää jo nykyään kiellettyjä kyllästeitä. Esimerkiksi aina 1960-luvulle asti yleisesti puun kylästämiseen käytettiin kreosootia, joka sisältää syöpää aiheuttavia PAH-yhdisteitä. (Huuhka et al. 2018, 46.)

Puuta on käytetty usein myös puisten rakennusten ulkoverhouksissa. Mikäli ulkoverhouksissa ei ole havaittavissa vaurioita, voidaan niitä käyttää uudestaan. Ulkoverhouksia voidaan joutua kuitenkin lyhentämään, johtuen siitä, että sää on voinut aiheuttaa verhouksien päiden vaurioitumista ja naulojen irrottaminen voi olla vaikeaa ilman, että lautojen päät halkeavat (Huuhka et al. 2018, 42). Rakennusten puiset ulkoverhoukset ovat lisäksi yleensä maalattuja, mikä myös vaikuttaa uuden rakennuksen ilmeeseen. Pintakäsittelyjä voidaan kuitenkin myös uusia, mutta tämä lisää uudelleenkäytön kustannuksia. (Huuhka et al. 2018, 41.)

On myös otettava huomioon, että rakentamismääräysten tiukentumisen takia puuta ei välttämättä voida käyttää sen alkuperäistä käyttöä vastaavassa tarkoituksessa, vaikka sen nykyiset ominaisuudet vastaisivat sen alkuperäisiä ominaisuuksia. Esimerkiksi välipohjissa suunnittelukuormien kasvu ja sallittujen taipumien rajoittaminen voi tarkoittaa sitä, että uudelleenkäytössä tuotteen jänneväliä on lyhennettävä tai palkistoa tiennettävä (Huuhka et al. 2018, 49).

Onnistunut esimerkki kohteesta, jossa purettua puurakennetta on käytetty uudelleen toisaalla, on ruotsalaisen arkkitehtitoimisto General Architecture kohteessa, jossa vanhan hirsiaitan purettua runkoa hyödynnettiin yksityistalon kantavana rakenteena. Toisessa kerroksessa normaalin kerroskorkeuden saavuttamiseksi hirsikehikon hirsien 15 ja 16 väliin rakennettiin uusi kantava puinen rakenne. Myös rakennuksen alkuperäinen kattorakenne käytettiin uudelleen (kts. kuva 6). (Atlas of Spaces 2019.)

## 4.2 Betoni

Betoni on pitkäikäinen ja luja materiaali ja betoniset rakennukset ja niiden osat puretaan usein paljon ennen kuin ne tulevat teknisen elinkaarensa päähän (Hopkinson et al. 2019, 122). Materiaalin pitkäikäisyys ja lujuus on uudelleenkäytön kannalta hyvä asia, mutta toisaalta lujuus myös hankaloittaa betonin työstettävyyttä. 2000-luvulla puretuista betonirakennuksista neliömääräisesti suurin osa on teollisuus- ja varastohalleja sekä liike- ja toimistorakennuksia (Lahdensivu et al. 2015, 3). Betoniosien uudelleenkäytön edistäminen on tärkeää, sillä se on massamääräisesti yksittäisenä materiaalina maailman käytetyin rakennusmateriaali (Hopkinson et al. 2019, 122), ja sen osuus rakentamisen päästöistä on suuri (Gaia Consulting 2021, 12).

Betonirakenteiden uudelleenkäyttöön vaikuttaa se, ovatko ne paikallavalettuja vai elementtirakenteisia. 1960-luvulle asti kantavat betonirakenteet tehtiin pääasiassa paikallavaluna (Huuhka & Lahdensivu 2014, 9). Paikallavaletut teräsbetonirakenteet muodostavat monoliittisen massan, joka on suunniteltu kannattelemaan juuri se kuorma, mikä niiltä kyseisessä rakennuksessa vaaditaan ja osien mitat ja määrät, sekä teräksen määrä niissä vaihtelee rakennuksittain (Hopkins et al. 2019, 122). Vaikka poikkeustapauksia voi hyvinkin olla olemassa, on yleisesti ottaen oletettavaa, että tästä syystä paikallavalettuja rakennusosia ei voida hyödyntää uudestaan vastaavassa käyttötarkoituksessa (Addis 2006, 125). Purkubetonista syntyvää kivimurskaa voidaan hyödyntää tienpohjarakenteissa tai korvaamassa luonnonkiviainesta uuden betonin valmistuksessa ja rakenteiden teräsosat on mahdollista kierrättää (Hradil et al. 2014, 41). Pääasiassa paikallavaletuissa rakennuksissa saattaa myös olla elementtiosia, joita voi olla mahdollista käyttää uudestaan.

Betonielementtien valmistus alkoi 1960–1970-lukujen vaihteessa ja niistä tuli nopeasti eniten käytetty rakennusmateriaali (Huuhka & Lahdensivu 2014, 9.) Betonista valmistetaan muun muassa kantavia ja ei-kantavia ulko- ja väliseinäelementtejä, erilaisia välipohja- ja kattolaattaelementtejä, elementtirakenteisia pilareita ja palkkeja sekä porrashuone- ja parveke-elementtejä. (Lahdensivu et al. 2015, 9).

Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa paljolti se, miten helposti niiden liitokset ovat purettavissa (Lahdensivu et al. 2015, 73). Etenkin pilaripalkkirakenteiden välillä esiintyvät pultti- ja hitsausliitokset ovat usein purettavissa ja korvattavissa uusilla ilman, että elementti vaurioituu (Hradil et al. 2014, 41–42). Betonisten seinäelementtien ja välipohjalaattojen keskinäisissä ja välisissä liitoksissa on teräskiinnikkeiden lisäksi betoninen saumavalu. Liitokset on mahdollista avata joko piikkaamalla tai timanttisahalla. Timanttisaha kuitenkin leikkaa samalla irti elementin kiinniketeräksiset (Hradil et al. 2014, 41), jolloin vanhaa liitosta ei pystytä käyttämään uudestaan, vaan kiinniketeräksiset tulee uusia. Valusaumojen piikkaaminen ja sahaaminen saattaa myös vaurioittaa itse elementtiä. Timanttisahan käyttö on lisäksi ongelmallista, sillä sen terä kuluu nopeasti kovaa betonia sahattaessa ja terien huoltaminen ja vaihtaminen on hyvin kallista. (Vandkunsten 2017, 23.)

Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa purettavuuden lisäksi myös useat muut seikat, kuten niiden alkuperäiset ominaisuudet ja laatu, ikä, käyttötarkoitus, niihin kohdistuneet rasitukset, sekä se, missä niitä aiotaan käyttää uudelleen (Hradil et al. 2014, 41; Lahdensivu et al. 2015, 3).

Yleisimpiä betonin ominaisuuksiin negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä ovat betonin rapautuminen, kiinnikkeiden, kannakkeiden ja sidontojen heikkeneminen, kosteusvauriot, pintamateriaalien ja -käsittelyiden vauriot, haitallisten aineiden esiintyminen, halkeilu, muodon muutokset, käytön aiheuttamat vauriot sekä teräsosien korroosio (Lahdensivu et al. 2015, 20). Etenkin sääille altistuneissa elementeissä vaurioiden riski on suuri ja niiden on yleensä sellaisenaan mahdotonta saavuttaa 50 vuoden käyttöikää, jota rakennusosilta nykyään vaaditaan. Tätä tulee kuitenkin tarkastella tapauskohtaisesti. Sääolosuhteilta suojassa olevat elementtirungot ovat sen sijaan usein hyvässä kunnossa. (Lahdensivu et al. 2015, 73.) On kuitenkin huomioitava, että ajan saatossa betonissa esiintyvä karbonatisoituminen voi kosteudelle altistuessaan johtaa teräsosien korroosioon (Dawczyński et al. 2015, 4; Lahdensivu et al. 2015, 36). Tämän, sekä heikon pakkasen kestävyytensä takia, sisätiloihin suunnitellut elementit eivät sovellu uudelleenkäytettäväksi ulkotiloissa.



Ennen vuotta 1990 valmistetuissa betonielementeissä voi esiintyä myös terveydellä haitallisia aineita kuten PCB:tä, lyijyä sekä asbestia. Maanvastaisissa betonirakenteissa, etenkin alapohjissa, saattaa esiintyä myös mikrobivauriota. Vaurioiden korjaamiseen liittyy paljon epävarmuustekijöitä ja se on yleensä myös kallista. Tämän takia mikrobivaurioituneiden rakenteiden uudelleenkäyttöä tulisi harkita tarkasti. (Lahdensivu et al. 2015, 36–37, 44.) Elementtejä, joissa esiintyy halkeamia, haitallisia aineita tai runsaasti korroosioita ei tulisi käyttää uudelleen (Hradil et al. 2014, 41; Lahdensivu et al. 2014, 44).

Erilaisilla elementeillä on myös niiden tyypillisten kiinnitysmekanismien ja käyttökohteiden ansiosta erilaiset lähtökohdat uudelleenkäytölle. Seinärakenteissa tyypillisimmät elementtiratkaisut ovat sandwich-elementit sekä erilaiset kuorielementit. Sandwich-elementit koostuvat kahdesta raudoitetusta betonikuoresta ja niiden välisestä lämmöneristeestä (Lahdensivu et al. 2015, 14). Kiinnitysmekanismit vaihtelevat hieman käyttötarkoituksen (kantava, ei-kantava) ja valmistusajankohdan mukaan, mutta lähes aina kiinnikkeet ovat teräksisiä (Lahdensivu et al. 2015, 53–54). Lahdensivu et al. ovat tutkimusraportissaan tarkastelleet eri elementtirakenteiden uudelleenkäyttöpotentiaalia rakennuksen kosteus- ja mikrobivaurioiden, betonin vaurioitumisen sekä elementtien irrotettavuuden suhteen. Raportin mukaan sandwich-elementeillä on lähtökohdaisesti melko hyvä uudelleenkäyttöpotentiaali.

Julkisivussa käytettävät kuorielementit taas muodostuvat yhdestä ohuesta betonilevystä. Elementtejä käytetään tavallisesti paikallavalettujen betoniseinien julkisivuissa, johon ne kiinnitetään teräksisin ja kuparisin tartunnoin (Lahdensivu et al. 2015, 14, 53). Tutkimusraportissaan Lahdensivu et al. arvioivat kuorielementtien uudelleenkäyttöpotentiaalin huonoksi, todennäköisesti johtuen sään aiheuttamista vaurioista betonissa. Raportissa kuorielementeillä viitataan oletettavasti nimenomaan julkisivujen kuorielementteihin, eikä niinkään sisäkuorielementteihin, jotka voivat toimia niin ei-kantavina kuin kantavina rakenteina sandwich-elementtien tapaan.

Sisäkuorielementit koostuvat yhdestä raudoitetusta seinälevystä, jonka paksuus vaihtelee tavallisesti 100–150 millimetrin välillä (Karvinen 2005, 63), mutta kantavissa seinissä levyt voivat olla myös paksumpia. Lämmöneristeet kiinnitetään elementtien ulkopintaan joko tehtaalla tai rakennuspaikalla mekaanisin kiinnikkein (Karvinen 2005, 63). Sisäkuorielementtien ulkoverhouksena voi toimia esimerkiksi julkisivun kuorielementti, tiilimuuraus tai panelointi. Sisäkuorielementtien uudelleenkäyttöpotentiaalia ei ole käsitelty edellä mainitussa raportissa. Säältä ja lämpötilavaihteluilta

suojuksessa olevat elementit ovat todennäköisesti melko hyväkuntoisia, mikä lisää niiden uudelleenkäyttöpotentiaalia. Elementit kiinnitetään toisiinsa pystysuunnassa vaarnalenkein ja vaakasuunnassa tapein, minkä jälkeen elementtien saumat valetaan (Karvinen 2006, 63). On siis todennäköistä, että kuten useiden muidenkin elementtien liitokset, sisäkuorielementtien liitokset saadaan irrotettua piikkaamalla ja timanttisahalla. Elementtien irrotettavuuteen vaikuttaa myös niiden ulkopuolisten julkisivurakenteiden irrotettavuus.

Kantavat väliseinät ovat yleensä raudoittamattomia massiivibetonielementtejä ja niillä on lähtökohdaisesti hyvä uudelleenkäyttöpotentiaali (Lahdensivu et al. 2015, 15, 66).

Pääsääntöisesti väli- ja yläpohjaelementit kiinnitetään toisiinsa sekä kantaviin seiniin ja palkkeihin sideteräksin ja valusaumoin (Lahdensivu et al. 2015, 55). Hyvin paljon käytetty väli- ja yläpohjaelementtityyppi on ontelolaatta. Muita paljon käytettyjä väli- ja yläpohjarakenteita ovat massiivilaatta, kuorilaatta ja HTT- ja TT-laatta. Näistä tutkimusraportin arvioiden mukaan paras uudelleenkäyttöpotentiaali on massiivilaatoilla, HTT- ja TT-laatoilla sekä ontelolaatoilla. Ontelolaattojen käyttöä kerrostaloissa kuitenkin rajoittaa välipohjiin kohdistuvat, kasvaneet ääneneristysvaatimukset. Kuorilaattojen uudelleenkäyttöpotentiaali on huono, johtuen siitä, että niitä käytetään yhdessä paikallavaletun betonilaatan kanssa, eikä niitä siksi voida purkaa ehjänä.

Esivalmistetuilla pilareilla ja palkeilla on yleensä melko hyvä uudelleenkäyttöpotentiaali. Tutkimusraportin mukaan nykyisessä käyttötarkoituksessaan uudelleenkäytettävissä ovat erilaiset leukapalkit, suorakaidepalkit, I- ja HI-palkit sekä pultti- että holkki-liitoksien varustetut pilarit. Palkkien ja pilareiden uudelleenkäyttöä rajoittaa kuitenkin se, että ne yleensä suunnitellaan kannattelemaan hyvin spesifejä kuormia (Dawczyński et al. 2015, 4).

Raportissa arvioidaan, että myös elementtivalmistetuilla betoniporilla ja parvekkeilla on hyvä uudelleenkäyttöpotentiaalia niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa.

Betonielementtirakentamisen normit ja ohjeet ovat muuttuneet useamman kerran sitten ensimmäisten elementtien valmistuksen, mikä tulee myös huomioida uudelleenkäyttöä suunniteltaessa (Dawczyński et al. 2015, 4; Lahdensivu et al. 2015, 45). Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 1970-luvulla valmistettu elementti ei välttämättä vastaa sellaisenaan enää nykytandardeja tämä voi estää sen uudelleenkäytön. Joitain ominaisuuksia, kuten elementin kantavuutta, voidaan

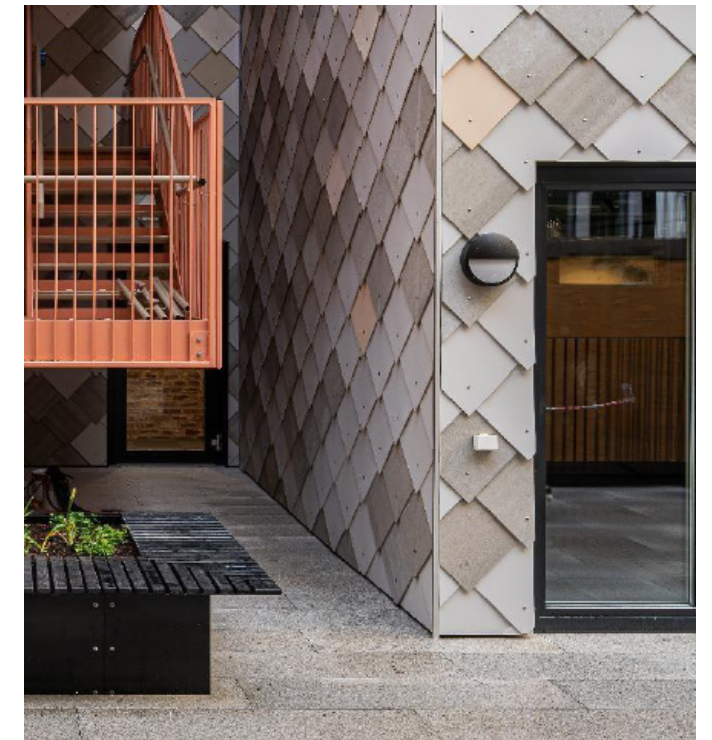
parantaa jälkikäteen erilaisin vahvistuksin (Lahdensivu et al. 2015, 47).

Yhteenvedon voidaan todeta, että betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuuksiin vaikuttaa ratkaisevasti niiden liitosten purettavuus ja betonin kunto (Addis 2006, 125). Kuntoon taas vaikuttaa betonin alkuperäinen laatu sekä sen altistuminen säälle ja lämpötilan vaihteluille. Joillain elementeillä on niille tyypillisten kiinnitysmekanismien ja käyttökohteiden takia paremmat lähtökohdaiset edellytykset uudelleenkäyttöä ajatellen kuin toisilla. Normien muutokset on myös huomioitava elementtien uudelleenkäyttöä suunniteltaessa. Kuten kaikkien rakennustuotteiden, myös betonielementtien uudelleenkäytössä on huomioitava niiden kelpoisuus, joka tulee voida osoittaa. Kelpoisuuteen ei kuitenkaan ole otettu tässä kantaa, vaan sitä on käsitelty alaluvussa 3.2. Se, voidaanko elementtiä käyttää uudelleen, on kuitenkin loppupeleissä aina arvioitava tapauskohtaisesti.

Betonielementtien uudelleenkäytöstä on toistaiseksi melko vähän esimerkkejä. Tuore esimerkki, jossa betonisia ontelolaattoja käytettiin uudelleen, on norjalaisen arkkitehtitoimisto Mad Arkitekternin Oslossa sijaitseva Kristian August Gate 13. Ennen uudelleenkäyttöä ontelolaatat tutkittiin ensin visuaalisesti. Sen jälkeen yksi laatoista sahattiin poikki, jolloin pystyttiin mittaamaan sen paksuus sekä sen sisältämien vetoterästen halkaisijat ja määrät. Laatasta otettiin poranäytteitä laboratoriotutkimuksia varten. Laboratorioissa tutkittiin betonin karbonatisoitumista ja kloridipitoisuutta. Tuloksen perusteella betonin laatu oli tarpeeksi hyvä ja tulosten avulla pystyttiin laskemaan laattojen kantavuus, joka oli riittävä uudelleenkäyttöä varten. Ontelolaatat leikattiin irti ympäröivästä rakenteesta ja toisistaan. Niiden nostamista varten ontelolaattoihin porattiin reiät, joiden läpi niiden ylä- ja alapuolelle nostamista varten asennetut teräsprofiilit yhdistettiin silmäpulteihin. Ontelolaatta nostettiin yläpuoliseen teräsprofiiliin kiinnitettyjen nostokettinkien avulla. Tämän jälkeen laatat puhdistettiin, leikattiin oikeaan pituuteen ja niihin valettiin uudet liitokset, minkä jälkeen niitä pystyttiin käyttämään uudelleen. (Future-build 2021, 63–65.)



Kuva 7. Välipohjissa uudelleenkäytettyjä ontelolaattoja. (Kuva: Noora Khezri, Mad arkitekter)



Kuva 8. Pihakivetyksessä käytettyjä pesubetonielementtejä. (Kuva: Kyrre Sundal, Mad arkitekter)

Osloilaisen arkkitehtitoimiston Mad arkitekter:n kohteessa Kristian August Gate 13 uudelleenkäytettiin ontelolaattoja rakennuksen välipohjissa (kuva 7). Saman kohteen piha-alueiden kivetyksissä hyödynnettiin purettuja pesubetonielementtejä (kuva 8).



### 4.3 Teräs

Kiertotalousnäkökulmasta teräs on ominaisuuksiltaan hyvä materiaali, sillä se on hyvin kestävä, mikä edesauttaa sen uudelleenkäyttöä ja toisaalta se on hyvin muovautuvaa, mikä edesauttaa sen kierrätystä. Teräksen osuus rakentamisen päästöistä on kuitenkin suuri johtuen sen valmistusprosessista (Gaia Consulting 2020, 11). Teräksen raaka-aineiden hinnan takia terästä kierrätetään nyt jo melko laajalti. Vaikka teräs olisi sekoittunut muiden rakennusmateriaalien kanssa, se pystytään erottamaan magneettisesti ja suurin osa rakentamisessa käytetystä teräksestä voidaan sulattaa uudelleenkäytettäväksi. Kierrätetty teräs vastaa ominaisuuksiltaan alkuperäistä ja terästä pystytään kierrättämään kuinka monta kertaa tahansa ilman, että sen ominaisuudet huononevat. Teräksen sulattaminen, valssaus ja muovaus uudeksi terästuotteeksi kuitenkin kuluttaa paljon energiaa ja synnyttää runsaasti päästöjä ja jätteitä. (Hradil et al. 2014, 39.) Tämän takia kierrätystä parempi vaihtoehto olisi teräselementtien uudelleenkäyttö sellaisenaan.

Kun terästä käytetään uudelleen rakenteellisesti, tulee ottaa huomioon sen aiempi käyttötarkoitus ja olosuhteet, sillä nämä ovat voineet huonontaa sen ominaisuuksia ja aiheuttaa vaurioita. Esimerkiksi hyvin kuumat olosuhteet ovat voineet vaikuttaa teräksen ominaisuuksiin ja dynaamisesti kuormitetuissa rakenteissa, kuten silloissa käytetty teräs voi olla väsynyttä, mikä tarkoittaa, että sen ominaisuudet ovat heikentyneet (Hradil et al. 2014, 40.) Terästä voidaan suojata sitä ajan myötä vaurioittavalta korroosiolta erilaisilla pintakäsittelyillä. Suuret seismiset kuormat kuten maanjäristykset voivat myös pehmentää terästä, mutta tätä ongelmaa esiintyy vain seismisillä vyöhykkeillä (Fujita & Iwata, 2008, 208). Terästä, jossa esiintyy korroosioita tai muita sääolosuhteista aiheutuneita vaurioita ei

tule käyttää rakenteellisessa käyttötarkoituksessa uudelleen.

Teräsrakenteita uudelleen käytettäessä täytyy ottaa huomioon niiltä vaadittu lujuus uudessa käyttökohdassa. Teräsrakenteiden lujuuden arviointi ei vaadi lukuisia testauksia, sillä rakentamisessa sallittuja teräksen lujuusluokkia on vain muutama. Lujuusluokan ja murtumarajojen selvittämiseen saattaa jopa riittää vain jännitetesti ja Charpy-iskukoe. Pultein, niitein tai hitsauksin jatkettuja kappaleiden käyttöä rakenteellisesti tulisi välttää. Hitsattuja teräselementtejä voidaan käyttää kannattelemaan staattista kuormaa, mutta ne tulee tarkistaa halkeamien varalta. Teräkseen ei tulisi myöskään porata reikiä vanhojen reikien kohdalle tai läheisyyteen. Aikaisemmat pultin reiät voivat myös vaikuttaa teräksen kantokykyyn. (Hradil et al. 2014, 39–40.)

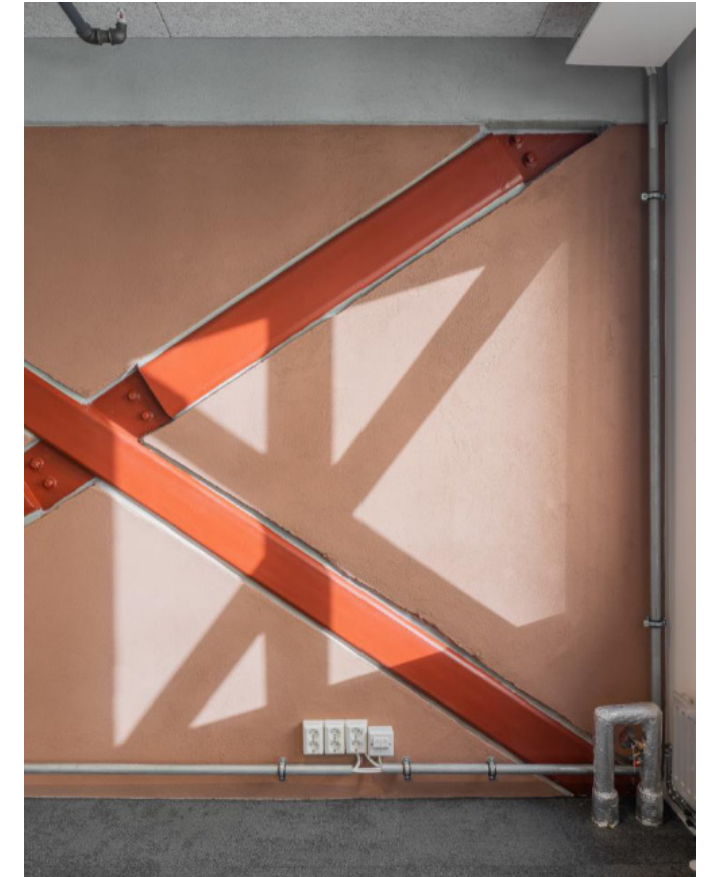
Teräselementtien kiinnikkeet vaikuttavat siihen, saadaanko ne purettua ehjinä ja voidaanko niitä käyttää uudelleen. Yleensä teräsrakenteiden ruuvi- ja pulttiliitokset ovat puretavissa. Pulttien reiät saattavat kuitenkin olla liian kuluneita uudelleenkäytettäväksi. Sen sijaan toisiinsa hitsattuja tai niitein kiinnitettyjä teräselementtejä on erittäin vaikea tai mahdotonta purkaa ilman, että elementit vaurioituvat. (Hradil et al. 2014, 41.) Teräsosaa voi kuitenkin olla mahdollista hyödyntää uudelleen leikkaamalla hitsatut tai niitatut osat irti toisistaan. Tällöin rakennusosan pituus lyhenee ja siihen joudutaan asentamaan uudet kiinnikkeet.

Teräsrakenteita on käytetty uudelleen useissa eri rakennuksissa. Esimerkiksi Lontoossa sijaitsevassa BedZED (Beddington Zero Energy Development) asuin- ja työskentelytiloja sisältävässä rakennuksessa uudelleen käytettiin läheisestä Brightonin juna-asemasta ja muu-

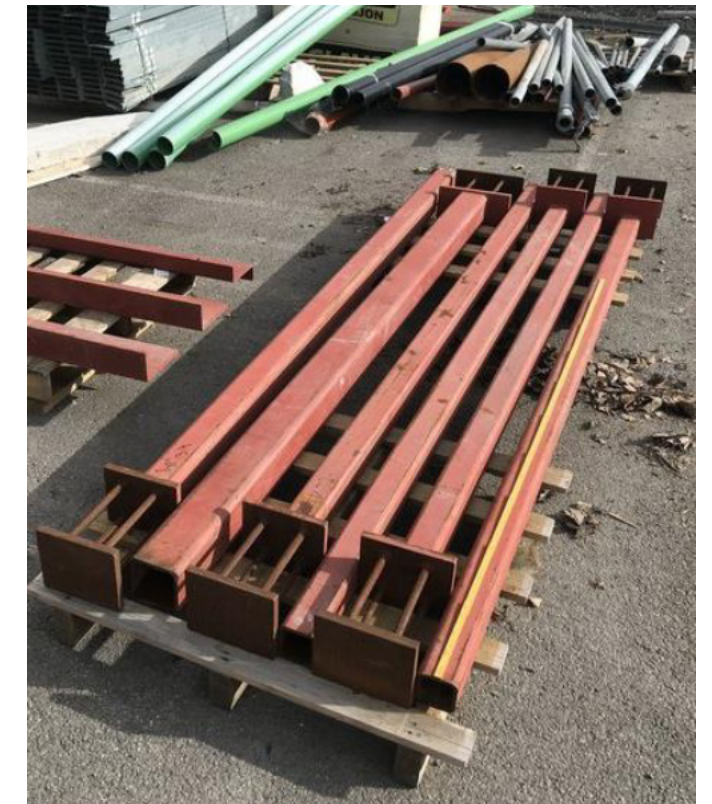
tamasta muusta kohteesta purettuja teräsrakenteita. Vaikka rakennus on pääasiassa tiilirakenteinen, on siinä käytetty myös noin 100 tonnia terästä, josta 95 prosenttia on purkuterästä. (Gorgolewski & Sergio (vuosiluku ei tiedossa), 1.)

Edellisessä betonია käsittelyssä aluvuossa mainitussa norjalaisen Mad Arkitekternin kohteessa Kristian August Gate 13 käytettiin betonin lisäksi myös teräsrakenteita uudelleen. Kohteessa noin 70 prosenttia teräsrakenteista on kierrätettyjä I-, H- ja HSQ-palkkeja. Teräs on peräisin useista eri kohteista. Kaikkien teräsprofiilien lujuus ja komposition testattiin paikan päällä ultraäänimittauksin ja OES-spektrometritestauksen avulla, jotta jokaisen erän homogeenisuus voitiin varmistaa. Teräsosien veto- ja iskunkestävyys tarkistettiin laboratorioissa. Vanhoista teräsosista poistettiin aiempien pintakäsittelyiden myrkyt hiekkapuhaltamalla. Joitain elementtejä jouduttiin myös jatkamaan, että saavutettiin niiltä vaaditut mitat. Projektissa teräsosien uudelleenkäytöllä oli suuri merkitys päästöjen kannalta, sillä käyttämällä niitä uusien teräsosien sijaan saavutettiin jopa 97 prosentin säästöt teräsosien päästöissä. (Futurebuilt 2021, 54–57.)

Rakenteelliset terästuotteet ovat kuuluneet CE-merkinnän piiriin vuodesta 2014 saakka ja standardia päivitettiin vuonna 2018. Ennen kuin teräsrakenteet kuuluvat CE-merkinnän piiriin, asetettiin niille vaatimuksia kansallisella tasolla. Vuodesta 1996 saakka teräsrakenteille asetetut vaatimukset ovat kuitenkin olleet melko samanlaiset kuin nykyiset, CE-merkinnän myötä tulleet vaatimukset. (Hurula & Kauppi, 2015, 13–14.) Kaikki nykyisin käytössä olevat teräsrakenteet eivät kuitenkaan välttämättä täytä nykyvaatimuksia, mikä täytyy huomioida niitä uudelleen käytettäessä.



Kuva 9. Uudelleen asennetut teräsrakenteet. (Kuva: Kyrre Sundal, Mad arkitekter)



Kuva 10. Purettu teräsrakenteet. (Kuva: Stokke Stål)

Oslossa sijaitsevassa Kristian August Gate 13 rakennuskohdassa käytettiin uudestaan teräsrakenteita (kuvat 9 ja 10).



#### 4.4 Tiili

Tiilen kierrätystä ja uudelleenkäyttöä tukevia ominaisuuksia ovat muun muassa sen huoltovapaus, kestävyys, yksiaineisuus ja se, ettei se vaadi erillistä pintakäsittelyä. Lisäksi poltetut tiilet eivät sisällä ympäristölle haitallisia myrkyjä, jotka saattaisivat hankaloittaa niiden kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Tiilen koko ja muoto mahdollistaa sen joustavan uudelleenkäytön, arkkitehtuurin eri tyylit ja monipuolisen käytön haastavissakin rakenteissa, kuten holveissa ja kaarissa. (Norby et al. 2009, 56–58.) Toisaalta tiilen uudelleenkäyttöä hankaloittaa puolestaan se, että tiilien koko ja väri saattavat vaihdella runsaasti. Kokoero voidaan kompensoida muurauksen laastin paksuudella. (Addis 2006, 112.)

Ennen 1900-luvun alkua, tiiltä käytettiin rakennusten kantavissa ulkoseinäarakenteissa. Kantavissa seinissä käytetty tiili on tehty vahvemmista raaka-aineista, kuin ei-kantavissa seinissä käytetty tiili. (Addis 2006, 110.) Nykyään rakennusten kantavia seiniä harvoin muurataan tiilestä, sillä se on hidasta ja kallista. Tiiltä kuitenkin käytetään ei-kantavana rakenteena betonisten julkisivuelementtien ulkopinnoissa.

Tiilen valmistus on melko energiaintensiivistä, mutta nykyisellä materiaalijakaumalla sen osuus rakentamisen päästöistä on pieni esimerkiksi betoniin, teräkseen ja jopa puupohjaisiin materiaaleihin verrattuna (Gaia Consulting 2020, 13). Jotta tiilet pystyvät kompensoimaan niiden valmistuksesta aiheutuvat ympäristöhaitat, niiden tulisi säilyä käytössä pitkään ja niitä tulisi voida käyttää uudestaan (Norby et al. 2009, 56). Uudelleenkäytetyn tiilen hiilijalanjälki on noin 1–2 prosenttia uuden tiilen hiilijalanjäljestä (Huuhka 2021).

Ennen 1920-lukua tiilien kierrättäminen oli yleistä,

mutta nykyrakentamisessa tiilet usein murskataan samaan tapaan kuin betoni ja syntynyttä kiviainesta hyödynnetään infrarakentamisessa. Kokonaisia tiiliä käytetään uudestaan lähinnä korjausrakentamiskohteissa. (Norby et al. 2009, 56.)

Tiilimuurauksen purettavuuteen vaikuttaa se, minkälaista laastia muurauksissa on käytetty. Vanhemmissa, ennen 1920-lukua rakennetuissa rakennuksissa käytettiin kalkkipohjaista laastia, joka heikkenee ajan kuluessa. Kalkkipohjaiset saumat on helppo purkaa ilman, että tiilet vaurioituvat. Vuosien 1925–1955 välillä laastiin ruvettiin sekoittamaan sementtiä, mutta sen pitoisuus oli vielä melko alhainen, eli myös nämä saumat ovat usein purettavissa. (Norby et al. 2009, 63.) Sen sijaan uudemmissa rakenteissa käytetty sementtipohjainen laasti on niin vahvaa, että tiiliä on mahdotonta irrottaa toisistaan ehjänä, mikä tekee niiden uudelleenkäytöstä yksittäisinä kappaleina mahdotonta (Hopkinson et al. 2019, 4; Norby et al. 2009, 63). Ulkotiloissa sijainneista tiiliseinistä voi olla kuitenkin mahdollista leikata suurempia osia ja käyttää niitä esimerkiksi ulkoseinäelementtien verhouksena, kuten tanskalainen arkkitehti-toimisto Lendager Group on tehnyt projektissaan The Resource Rows (kts. kuva 11) (Nrep 2022).

Tiilirakenteiden purkamiseen on käytännössä kaksi menetelmää. Toisessa tiilirakenne puretaan käsin talttaamalla, jonka jälkeen tiilet lajitellaan ja puhdistetaan rakennuspaikalla. Tämän jälkeen ne toimitetaan varastoon tai uuteen käyttökohteeseen. Toinen menetelmä on niiden purkaminen koneella. Koneella purettu tiiliaines viedään varastoon tai tuotantolaitokseen, jossa se lajitellaan ja puhdistetaan. (Huuhka 2021.)

Tiilen ominaisuuksiin vaikuttavat ne olosuhteet, jois-

sa tiili on ollut sekä ne kuormat, jotka siihen ovat kohdistuneet aikaisemmassa käytössä. Tiilen uudelleenkäytön kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia ja joiden vaatimustasoilmoitusta myös vaaditaan kansallisessa standardissa SFS 7001, ovat sen mitat, puristuslujuus, jäädytys-sulatuskestävyys, vedenimukyky ja vedenalikuimunopeus. Näillä ominaisuuksilla on vaikutusta esimerkiksi tiilen kosteudensietokykyyn, pakkasen sietokykyyn sekä siihen, kuinka paljon kuormaa se pystyy kannattelemaan ja siihen, kuinka hyvin laasti tarttuu tiilen pintaan. (Räsänen 2021.) Tiilen ominaisuuksia voidaan tutkia erilaisin testausmenetelmin, mutta jotain tiilen ominaisuuksista voidaan arvioida myös silmä määrällisesti. Tiilen väri esimerkiksi kertoo siinä käytetystä savityypistä ja sen polttolämpötilasta (Addis 2006, 112), mitkä puolestaan vaikuttavat tiilen lujuteen.

Seinäarakenteiden lisäksi tiiltä käytetään paljon vesikattorakenteissa. Kuten seinätiilet, myös kattotiilet ovat pitkäikäisiä ja lähes huoltovapaita. Kattotiiliä hyödynnetäänkin uudelleen nykyään melko laajalti niin katoissa kuin julkisivuissakin. Tiilet ovat helposti irrotettavissa, varastoitavissa ja uudelleen asennettavissa. Suurimpana haasteena kattotiilien uudelleenkäytön kohdalla on löytää tarpeeksi samanlaisia kattotiiliä, sillä tiilien koossa, muodossa ja värissä on paljon vaihtelua. (Addis 2006, 141.)



Kuva 11. Nykyään tiilimuurausten laastissa käytetty sementti on niin kovaa, että tiiliä on mahdotonta irrottaa toisistaan ehjänä. Tanskalainen Lendager Group on käyttänyt kohteessaan Resource Rows kokonaisia osia purettujen rakennusten tiiliseinistä julkisivuelementtien verhouksena. (Kuva: Tuntematton, Danish Design Review 2019)

## 4.5 Ikkunalasi

Rakentamisessa lasia käytetään pääasiassa ikkunoissa ja ovissa, mutta myös julkisivulevyissä, eristeissä, lasilankuissa ja tiilissä. Tässä alaluvussa käsitellään ovissa ja ikkunoissa käytettyä ikkunalasia, sillä sitä käytetään lähes jokaisessa rakennuksessa.

Ikkunalasin pääraaka-aineita ovat hiekka sekä kalkkikivi ja natriumkarbonaatti, jotka ovat kaikki uusiutumattomia mineraaleja. Matalissa rakennuksissa, joissa on suhteellisen pienet ikkunat, ikkunalasin paksuus on tyypillisesti noin 3 millimetriä, mutta se voi vaihdella 2,5 millimetristä jopa 25 millimetriin. Lasin paksuus määräytyy lasiaukon koon sekä siihen kohdistuvien tuulikuormien perusteella. (Allen & Iano 2014, 722.)

Ikkunalaseja on myös useita erilaisia. Tavallisimpia näistä ovat erilaiset vahvistetut suojalasit sekä heijastavat ja sävytetyt lasit. Karkaistun lasin vahvuutta on parannettu lämpökäsittelyllä. Rikkoutuessaan karkaistunut lasi hajoaa hyvin pieniksi, neliskulmaisiksi rakeiksi pitkien teräväreunaisten sirpaleiden sijaan. Tämän, sekä sen kestävyysansioista sitä käytetään usein kohteissa, joissa on riski, että joku törmää lasiin. Toinen yleisesti käytetty lasi on laminoitu lasi, joka valmistetaan liimaamalla läpinäkyvä muovikalvo lasilevyjen väliin. Laminoitua lasia käytetään turvalasina, sillä sen hajotessa muovikalvo pitää lasilevyt yhdessä ja estää putoamisen ja lasin pirstoutumisen. Laminoitun lasin ääneneristävyyttä ja UV-säteilyn eristävyyttä on myös tavallista lasia parempi. Lisäksi rakentamisessa käytetään yleisesti muun muassa palolasia, esimerkiksi palo-osastojen välisissä ovissa ja ikkunoissa sekä erilaisia sävytettyjä, pinnoitettuja ja heijastavia lasia, joiden avulla pyritään säätelemään lämmön ja UV-säteilyn määrää rakennuksessa. (Allen et Iano 2013, 722–728.)

Kunhan ikkunalasi ei rikkoudu vahingossa, esimerkiksi sitä siirrettäessä tai asennettaessa, se kestää hyvin

pitkään ilman että sen laatu heikkenee, usein paljon kauemmin kuin useimmat muut rakennusosat. Ikkunalasin valmistus on melko päästöintensiivistä, sillä ikkunalasi valmistetaan kvartsihiekkää sulattamalla ja sulatukseen kuluu paljon energiaa. (Allen & Iano 2014, 719, 722–724.)

Ikkunoiden uudelleenkäyttö sellaisenaan niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa on Suomessa haastavaa, mikäli ikkunat eivät ole viimeiseltä vuosikymmeneltä. Tämä johtuu jatkuvasti tiukentuvista energiamääräyksistä. Kuten myös muilta rakennuksen vaipan osilta, ikkunoilta vaaditaan tiettyä U-arvoa. U-arvo on lämmönläpäisykeroin, joka kertoo kuinka paljon lämpöä ikkuna päästää lävitseen. Mitä pienempi U-arvo ikkunalla on, sen parempi on sen lämmöneristävyyttä. Nykyään uudisrakentamisessa ikkunoilta, siinä missä oviltakin, vaaditaan useimmissa tapauksissa U-arvoa, joka vastaa niille laissa asetettua vertailuarvoa 1,0 W/(m<sup>2</sup>K) (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017/24§), kun taas esimerkiksi vielä vuonna 2000 ikkunoille ja ovien lasiaukoille asetettu vastaava arvo oli 2,1 W/(m<sup>2</sup>K) (Ympäristöministeriö 2018, 11). U-arvoa voidaan kuitenkin kompensoida muin keinoin, kuten rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon lämpöhäviötä pienentämällä, sillä lain mukaan rakennuksen kokonaislämpöhäviö ei saa ylittää vertailuarvoilla rakennukselle määritettyä vertailulämpöhäviötä (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017/23 §). Puolilämpimissä tiloissa ja siirtokelpoisissa rakennuksissa ikkunoiden ja ovien lämpöhäviön vertailuarvo on hieman korkeampi, 1,4 W/(m<sup>2</sup>K).

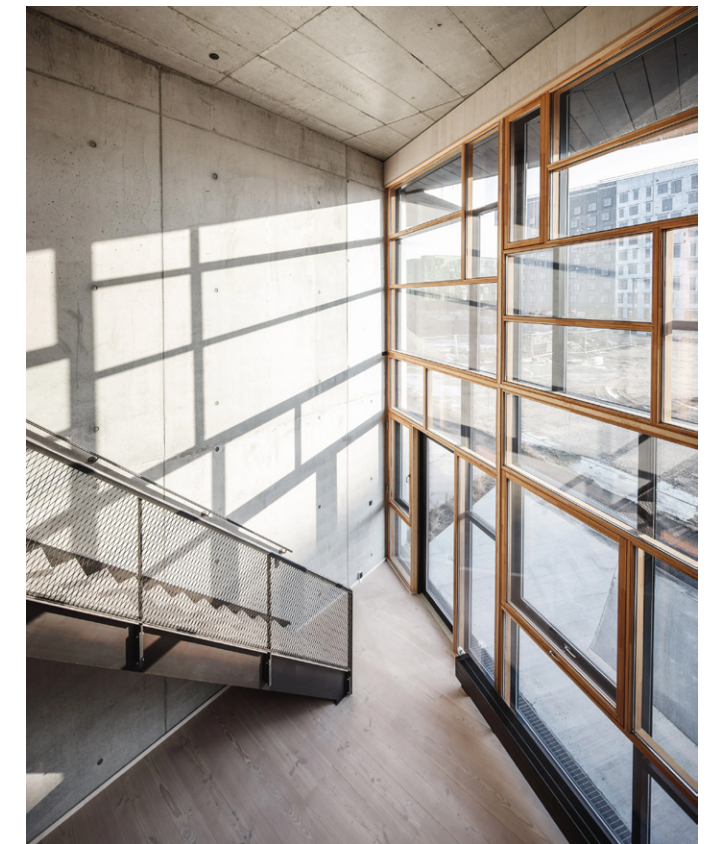
Rakennuslupaa haettaessa rakennukselta vaaditaan energiatodistusta, jonka avulla vertaillaan rakennusten energiatehokkuutta. Rakennuksen energiatehokkuus lasketaan jakamalla kokonaisenergi-

ankulutus rakennuksen pinta-alalla (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017/7§). Ikkunoiden energiatehokkuuslukua kuvaava vertailuarvo E lasketaan U-arvon, auringonsäteilyn kokonaisläpäisykertoimen ja ikkunan ilmanpitävyyden avulla. Energiatehokkuus annetaan yksikössä kWh/m<sup>2</sup> ja ikkunoiden energiatehokkuudet on luokiteltu energiatehokkuusluokkiin, mikä helpottaa niiden vertailua keskenään (Motiva 2022).

Ikkunoiden ja ikkunalasien uudelleenkäytössä on myös huomioitava kaavassa määrätyt desibelivaatimukset, jotka koskevat erityisesti asuin-, potilas- ja majoitushuoneita sisältäviä rakennuksia. Mikäli ikkunoita ja ovia käytetään osastoivissa rakennusosissa, on niiden palonkestävyys huomioitava. Ikkunoille ja oville on asetettu standardeja myös muista niiden toiminnallisista ominaisuuksista, jotka riippuvat niiden käyttötarkoituksesta. Näitä toiminnallisia ominaisuuksia on esimerkiksi pientaloissa ilmanpitävyys, sateenpitävyys ja tuulenpaineen kestävyys. (RT 41-10947 2020, 6–7.) Ikkunoita ja ovia uudelleen käytettäessä nämä standardit tulisi ottaa huomioon ja ne tulisi tarpeen tullen testata, sillä nämä ominaisuudet vaikuttavat ikkunan kelpoisuuteen ja siihen, voidaanko niitä ylipäätään käyttää uudelleen kyseisessä kohteessa.

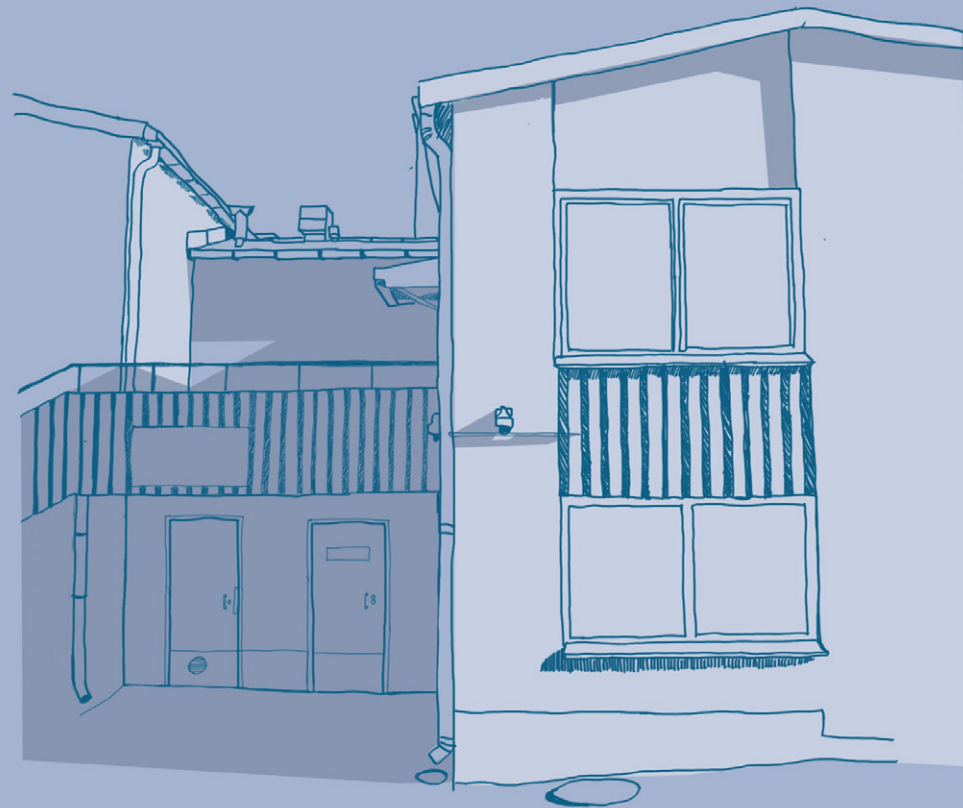
Jo aiemmin alaluvuissa 4.2 ja 4.3 mainitussa Mad-arkkitehtitoimiston Kristian August Gate 13 kohteessa hyödynnettiin osassa rakennusta käytettyjä ikkunoita, joiden U-arvo oli hieman nykyvaatimuksia alhaisempi, 1,1 W/(m<sup>2</sup>K). Lämpöhäviötä kompensoitiin ylimääräisin lämmöneristyksin rakennuksen seinissä. Kohteessa myös verrattiin uudelleenkäytöstä aiheutuvia päästöjä niihin päästöihin, joita uusia ikkunoita käyttämällä olisi syntynyt. Tulokset vastasivat paljolti toisiaan, mutta koska uudelleenkäytettyjen ikkunoiden päästöt jakautuvat pidemmälle aikavälille ja päästöjen vähentäminen on kiireellistä, oli vanhojen ikkunoiden hyödyntäminen järkevää. (Futurebuilt 2021, 17.)

Myös tanskalaisen Lendager Groupin kohteessa Upcycle Studios on uudelleenkäytetty vanhoista rakennuksista peräisin olevia kaksinkertaisella lasilla varustettuja ikkunoita. Ikkunoiden lämmöneristävyyttä parannettiin lisäämällä ikkunoiden sisäpuolelle uudet kierrätyslasiasta valmistetut kaksikertaiset ikkunat. Uudelleenkäyttämällä vanhoja ikkunoita voitiin välttyä kolmannen lasikerroksen valmistamiselta. Ikkunoiden hiilidioksidipäästöissä pystyttiin säästämään jopa 32 prosenttia täysin uusien ikkunoiden valmistukseen nähden ja uusien ikkunaelementtien U-arvoksi mitattiin 0,69 W/(m<sup>2</sup>K). (Lendager Group 2020, 34.)



Kuva 12. Tanskalaisen arkkitehtitoimisto Lendager Groupin kohteessa Upcycle Studios on uudelleenkäytetty vanhoja ikkunoita. (Kuva: Rasmus Hjortshøj/ COAST 2022)





## 5 Kottby lågstadieskola - rakennusosien ja -materiaalien kartoitus

### 5.1. Tavoitteet ja menetelmät

Helsingin kaupungin ehdotuksesta diplomityöhön kartoitettavaksi kohderakennukseksi valikoitui Helsingissä, Käpylän kaupunginosassa sijaitseva ruotsinkielinen ala-aste, Kottby lågstadieskola, joka tullaan purkamaan kesällä 2022. Kun kartoitusta tehtiin huhtikuussa 2022, rakennusta ei ollut vielä purettu.

Kartoituksessa rakennus käydään läpi osa osalta, samalla arvioiden kunkin osan ja materiaalin uudelleenhyödyntämispotentiaalia rakentamisessa. Tekijän arviointiin perustuvat tulokset on esitetty taulukkomuodossa ja käytetty asteikkoa huono, keskiverto, hyvä ja todella hyvä. Lisäksi tuloksia on perusteltu tarkemmin tekstin muodossa. Myöhemmin työn kolmannessa osassa kartoituksessa potentiaalisiksi arvioidut osat ja materiaalit toimivat suunnittelun lähtökohtana rakennussuunnitelmassa.

Kartoituksessa rakennusta on tutkittu olemassa olevien dokumenttien pohjalta. Näitä ovat rakennuksen alkuperäiset suunnitelmat sen rakentamis- ja muutostavaiheista, sekä rakennuksesta viime aikoina teetetyt selvitykset. Kartoituksessa käytetyt dokumentit on lueteltu seuraavalla sivulla. Tietoa on myös kerätty havainnoimalla ja valokuvaamalla kohderakennusta niin sisältä kuin ulkoa, tosin kaikkiin tiloihin ei päästy käymään. Kartoituksen tulokset perustuvat saatavilla olleisiin dokumentteihin, sekä tekijän päätelmiin ja arvioihin.

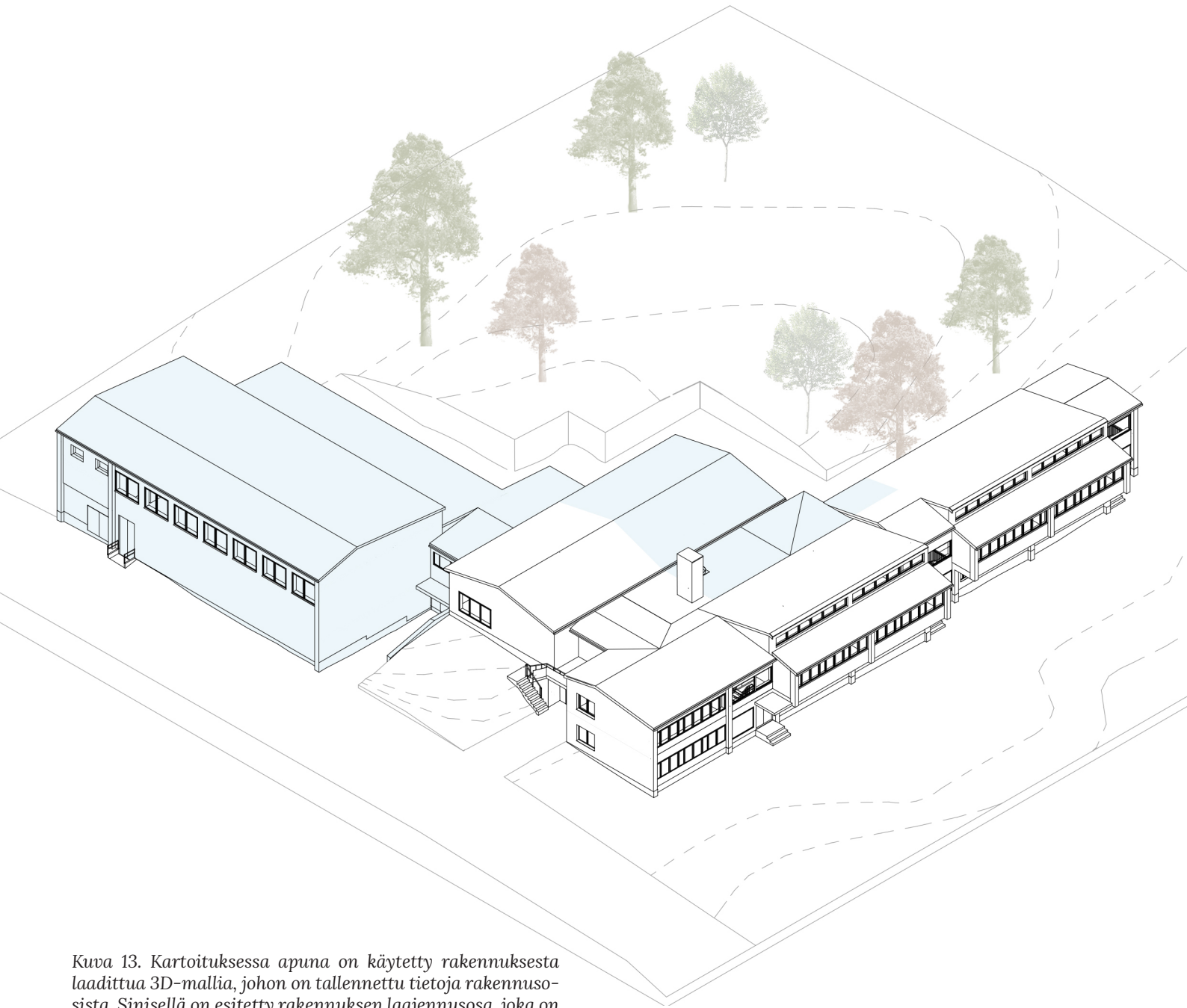
Kartoituksessa on pyritty tutkimaan rakennusta mahdollisimman laajasti seuraavalla sivulla esitetyn listauksen mukaan. Listaus perustuu rakentamisessa yleisesti käytössä olevaan Talo 2000- hankenimikkeistön listaukseen. Jotkut rakennusosat, kuten vesikattovarusteet, kiintokalusteet ja laitteet on jätetty kokonaan pois

kartoituksesta siksi, että niiden tutkiminen olisi vaatinut hyvin yksityiskohtaista tarkastelua, mihin ei ollut mahdollisuutta työn laajuuden puitteissa. Tiedon tallentamiseen ja jäsentelyyn on käytetty 3D-mallia, ikään kuin kevyttä tietomallia, johon tietoa on tallennettu muun muassa rakennusosien ja -materiaalien kunnosta, vaurioista, määristä ja hyödyntämispotentiaalista.

Mikäli kyseisen kohteen rakennusosia ja -materiaaleja olisi tarkoitus oikeasti hyödyntää, tulisi joillekin potentiaalisiksi tunnistetuille osille ja materiaaleille teettää lisätutkimuksia. Kartoituksessa ei voitu tutkia muutoin kuin silmämääräisesti arvioiden yksittäisen osan teknisiä ominaisuuksia kuten sen purettavuutta, kuntoa tai kantavuutta. Nämä ovat usein ratkaisevia tekijöitä osan tai materiaalin uudelleenkäytön kannalta. Kartoituksessa ei ole myöskään otettu kantaa osien kelpoisuuteen. Rakennusosia ja -materiaaleja uudelleen käytettäessä tulee niiden kelpoisuus aina osoittaa. Kelpoisuuden osoittamismenettelyjä on avattu alaluvussa 3.2. Yksittäisen osan uudelleenkäytön taloudellisuutta tai sen ympäristövaikutuksia verrattuna uuden vastaavan tuotteen käyttämiseen ei ole myöskään pystytty työn laajuuden puitteissa arvioimaan. Nämä ovat ratkaisevia tekijöitä uudelleenkäytön toteutumiseksi ja ylipäätään kannattavuudelle.

## Käytössä olleet suunnitelmat ja selvitykset

- Rakennushistoriaselvitys, 2021, HMT arkkitehdit
- Pääpiirustustasoisia suunnitelmia vuosilta 1955–56, 1963, 1987, 1992–94 ja 1999
- Rakennusaikaisia rakennesuunnitelmia vuosilta 1956 ja 1999
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, 2021, Ramboll Finland Oy
- Purkutyöselostus, 2021, Ramboll Finland Oy
- Kattorakenteen kuntotutkimusraportti, 2015, Raksystems Anticimex



Kuva 13. Kartoituksessa apuna on käytetty rakennuksesta laadittua 3D-mallia, johon on tallennettu tietoja rakennusosista. Sinisellä on esitetty rakennuksen laajennusosa, joka on valmistunut vuonna 2000. Alkuperäinen osa on valmistunut vuonna 1957 ja se on esitetty kuvassa valkoisella.

## Kartoitetut osat

### 5.3 Talo-osat

- 5.3.1 Perustukset ja alapohja
- 5.3.2 Kantava runko
  - Kantavat ulkosenät ja kellarin ulkoseinät
  - Kantavat väliseinät, pilarit ja palkit
  - Välipohjat ja runkoportaot
  - Yläpohjat
- 5.3.3 Julkisivut
  - Ei-kantavat ulkoseinät ja julkisivupinnat
  - Ikkunat ja ulko-ovet
- 5.3.4 Vesikatot ja ulkotasot

### 5.4 Tilaosat

- 5.4.1 Tilan jako-osat
  - Ei-kantavat väliseinät
  - Sisäikkunat, ovet ja kaitteet
- 5.4.2 Tilapinnat
  - Lattiapinnat, seinäpinnat, sisäkatot, muut

### Kartoituksesta on jätetty pois

- Väestönsuojat
- Kuilut
- Julkisivuvarusteet
- Vesikattovarusteet
- Tilavarusteet (sisältäen mm. kiintokalusteet, varusteet, laitteet ja opasteet)
- Tulisijat ja savuhormit



Kuva 14. Roskakatoksen sisäänkäynti.



Kuva 15. Rakennuksen lounaispäätty.



Kuva 16. Ikkunapenkki rakennuksen sisältä.





Kuva 17. Rakennuksen pääjulkisivua.

## 5.2. Kottby lågstadieskola

Kottby lågstadieskola on vuonna 1957 rakennettu ruotsinkielinen ala-aste Helsingin Käpylässä. Rakennuksen alkuperäisen osan suunnitteli arkkitehti Claus Tandefelt ja sen pääsuunnittelusta vastasi kaupunginarkkitehti Lasse Björk. Vuonna 1999 rakennukseen tehtiin laajennus, jonka suunnittelijana toimi arkkitehti Pirjo Kantola. Rakennus on kaksikerroksinen ja pinta-alataan 1962m<sup>2</sup>. (Kantola et al. 2021, 4.) Rakennus puretaan kesällä 2022.

### Ympäristö ja historia

Käpylä liitettiin Helsinkiin vuonna 1906 ja kaupunginosaan tehtiin ensimmäinen asemakaava vuonna 1917. Alun perin työväen kaupunginosaksi suunniteltu alue lähti kehittymään vähitellen 1920-luvulla puutarha-kaupunkiaatteen siivittämänä. Kaupunginosa on tunnettu erityisesti vuonna 1925 valmistuneesta Puu-Käpylästä, sen kulkuväyliä reunustavista puurivistöistä, väljistä pihoista sekä arkkitehti Akseli Toivosen suunnittelemissa kaksikerroksisista neljän asunnon tyyppitaloista. Länsi-Käpylän puuomakotitaloalue valmistui myös vuonna 1925 ja Koskelan puutaloalue 1930-luvun lopussa. 1930–1950-luvuilla alueelle rakennettiin myös kerrostaloja, joihin lukeutuvat Olympiakylän ja Kisakylän kerrostalot. (Kantola et al. 2021, 8.)

Kottby lågstadieskola rakennettiin kasvavan väestön ja yhteiskunnan koulutuksen kasvaviin tarpeisiin. Se sijoitettiin kaupunginosaa halkovan Pohjolankadun puubulevardin päähän kalliiseen rinteeseen. Rakennuksen edustalla oleva vihreä puisto on nimetty Otto Iivari Meurmanin mukaan ja siihen kuuluu jalkapallo-

kenttä, lentopallokenttä sekä leikki- ja istuskelualueet. Koulun takapihan välituntikäytössä olevalla rinteellä kasvaa mäntyjä. (Kantola et al. 2021, 14–15.)

### Arkkitehtuuri ja sen erityispiirteet

Rakennuksesta on tunnistettavissa 1950-luvulle tyyppillisiä kouluarkkitehtuurin piirteitä, kuten lapsen mittakaava, yhteys luontoon, valaistusolosuhteiden huomioon ottaminen luokkahuoneitten sijoittelussa, pitkät keskikäytävät, nauha-, katto- ja päätyikkunat sekä yksilöllisyys arkkitehtuurissa (Kantola et al. 2021, 12). Rakennushistorian selvityksessä (mts s.65) rakennuksen erityispiirteeksi on tunnistettu sen toisen kerroksen ulokkeellisuus, jota esiintyi koulurakennuksissa ja rivitaloissa aina 1960-luvulle saakka. Rakenne kantaa kirjahyllymäisesti väliseinistä ja rakennuksen päädyistä, mikä mahdollistaa nauhamaiset ikkunat julkisivuissa.

Rakennuksen laajennuksen yhteydessä rakennukseen sijoitettiin taitelija Outi Leinosen kolme keramiikkareliefiä. Yksi sijaitsee laajennuksen ulkopäädyssä, yksi alkuperäisen osan päädyssä ja yksi laajennuksen aulan sisäseinällä. Teos kuuluu HAM Helsingin taidemuseon kokoelmiin. (Kantola et al. 2021, 28.)

### Rakennuksen muutokset

Rakennusta on muutettu sen rakentamisen jälkeen merkittävästi viisi kertaa. Ensimmäisessä, vuonna 1963 tehdyssä muutostyössä purettiin rakennuksen ensimmäisen kerroksen lääkärintiloissa sijainnut kahden varaston välinen seinä ja tilat yhdistettiin kirjastokerhuhuoneeksi. (Kantola et al. 2021, 24.)

Rakennukseen tehtiin perusparannus vuonna 1987. Muutostöitä tehtiin yhteensä kuudessa eri tilassa. Ensimmäisen kerroksen luoteiskulmassa sijainnut opettajainhuone ja opetusvälinevarasto muutettiin kirjastoksi ja kaakkoispäädyssä sijainnut kirjasto puolestaan opettajainhuoneeksi. Uuden opettajainhuoneen yhteyteen sekä rakennuksen toisen kerroksen kaakkoispäätyyn sijoitettiin opetusvälinevarasto. Lisäksi rakennettiin uusia sosiaali- ja wc-tiloja henkilökunnalle. Rakennuksen sisäänkäyntien yhteyteen rakennettiin katokset ja tontin rajaan Pohjolankadun varrelle jätevarasto. Samaan aikaan myös ikkunoita ja niihin liittyviä laudoituksia uusittiin. (Kantola et al. 2021, 24.)

Vuonna 1992 tehdyssä keyyessä muutoksessa rakennuksen luoteiskulmassa sijainnut tekninen tila muutettiin ryhmätyötilaksi ja samalla rakennuksen luoteissivuun tehtiin uusi ikkuna-aukko. Kyseisen tilan yläpuolella ollut asunto muutettiin luokkahuoneeksi vuonna 1994. (Kantola et al. 2021, 24.)

Vuonna 1999 rakennukseen tehtiin jälleen perusparannus ja samassa yhteydessä koulua laajennettiin yhteensä 640hym<sup>2</sup>. Laajennus käsittää muun muassa liikuntasalin ja siihen liittyvät puku- ja pesutilat, teknisen työn tilat, wc-tiloja, aulatilaja, teknisiä tiloja, kiinteistövaraston sekä uuden ja vanhan osan väliin sijoitettavan kaksiosaisen opetustilan. Suunnittelijana toimi arkkitehti Pirjo Kantola. Laajennusosan rakennusmassa noudattelee kadun ja koulurakennuksen välistä kohtisuoraa koordinaatistoa. (Kantola et al. 2021, 28.)

### Massoittelu ja tilat

Rakennuksen alkuperäinen osa on massaltaan pitkän mallinen ja kahteen osaan porrastuva. Vuoden 1999 laajennus muutti rakennuksesta L-kirjaimen muotoisen. Kattojen harjat ovat loivia ja rakennusmassojen suuntaisia, osa kattolappeista on eri kokoisia. Toisen kerroksen luokkahuoneiden kahteen suuntaan viettävät kattolappeet ovat eri korkeuksilla, ja niitä erottaa toisistaan katon rajassa kulkeva nauhaikkuna. Rakennuksen ensimmäisen kerroksen ikkunat ovat symmetrisiä ja neliskanttisia, kun taas toisessa kerroksessa ja katon rajassa sijaitsevat ikkunat nauhamaisia. Rakennuksen alkuperäisessä osassa on kolme päämassasta

sisäänvedettyä suurella ikkunalla varustettua porrashuonetta. (Kantola et al. 2021, 10.)

Laajennusosan massoittelussa on pyritty jäljittelemään alkuperäisen osan tyyliä. Uusi sisäänkäynti on vedetty sisään muusta massasta ja laajennuksen katot ovat loivia harjakattoja.

Rakennuksen ensimmäiseen kerrokseen sijoittuvat kaikki talotekniset ja huoltotilat, liikuntasali pukuhuoneineen, keittiö, ruokasali, henkilökunnan tilat sekä wc-tiloja. Opetustilat sijaitsevat rakennuksen toisessa kerroksessa.

### Rakennuksen nykytila ja kunto

Rakennus on lähtökohtaisesti melko hyvässä kunnossa eikä sen purkamisen syynä ole sen kunto, vaan lähinnä kasvanut tilantarve. Silmämääräisesti julkisivupinnoissa ei näy vaurioita, vaikkakin rappaus on melko likainen ja osittain tuhrittu graffiteilla.

Rakennuksesta vuonna 2021 teetetyssä haitta-ainekartoituksessa havaittiin asbestia alkuperäisen osan käytävien alakatoissa sijaitsevien putkikanaalien eristeissä, wc-tilojen lattiarakenteissa sekä lounaispuolen ulkoseinän alaosan ja sokkelin bitumisivelyssä. On myös mahdollista, että alkuperäisen osan kuivien tilojen alapohjarakenteiden bitumisively ja huopa ovat asbestipitoisia. Rakennuksesta vuonna 2017 teetetyistä radonmittauksesta käy puolestaan ilmi, etteivät rakennuksen radonpitoisuudet ylitä ympäristöministeriön asettamia enimmäisarvoja.

Rakennuksen kattorakenteiden kuntoa arvioitiin vuonna 2015 teetetyssä kattorakenteiden kuntotutkimuksessa. Tällöin alkuperäisen osan kattorakenteissa havaittiin ilmavuotoja ja heikkoja kosteusvaurioita. Erään luokkahuoneen katon kipsilevyssä havaittiin raja-arvot ylittävä määrä mikrobeja. Raportissa on ehdotettu toimenpiteeksi, että mikrobivaurioiden aiheuttaja tulisi tunnistaa ja poistaa ja vaurioituneet rakenteet korvata uusilla. Myös muissa luokkahuoneissa katon betonipalkin viereinen vaurioherkkä kipsilevy, tervapahvi ja alumiinifolio tulisi tutkia ja uusia tarvittaessa. Raportissa erkkerin ikkunarakenteet ehdotetaan tiivistäväksi kaikissa alkuperäisen osan luokkahuoneissa.



### 5.3 Talo-osat

#### 5.3.1 Perustukset ja alapohjat

Rakennus sijaitsee kallioisen mäen luoteisrinteessä, missä kallioita on louhittu rakennuksen kohdalta. Alkuperäisen osan (1957) pohjarakenteena toimii paikallavalettu betonilaatta, joka on perustettu osittain kallionvaraisesti ja osittain mursketäytön päälle (Kantola et al. 2021, 19; Ramboll 2021a, 8). Alkuperäisen osan betonisokkelissa on sokkelihalkaisu ja alapohjan lämmöneristeenä on käytetty leca-soraa. Perusmuurit ovat betonia. (Ramboll 2021a, 9.)

Rakennuksen rakennesuunnitelmien mukaan laajennuksen alapohjat ovat myös paikallavalettuja kantavia tai maanvastaisia betonilaattoja. Tuulettuvat, kantavat alapohjat on perustettu osittain anturoilla moreenin varaan, osittain anturoiden ja murskekerroksen välityksellä kallion varaan. Uutta ja vanhaa osaa yhdistävä käytävä ja vanhan osan yhteyteen rakennettu IV-konehuone on perustettu maanvaraisena. Toisen kerroksen alapohja on perustettu pääosin kallionvaraisena.

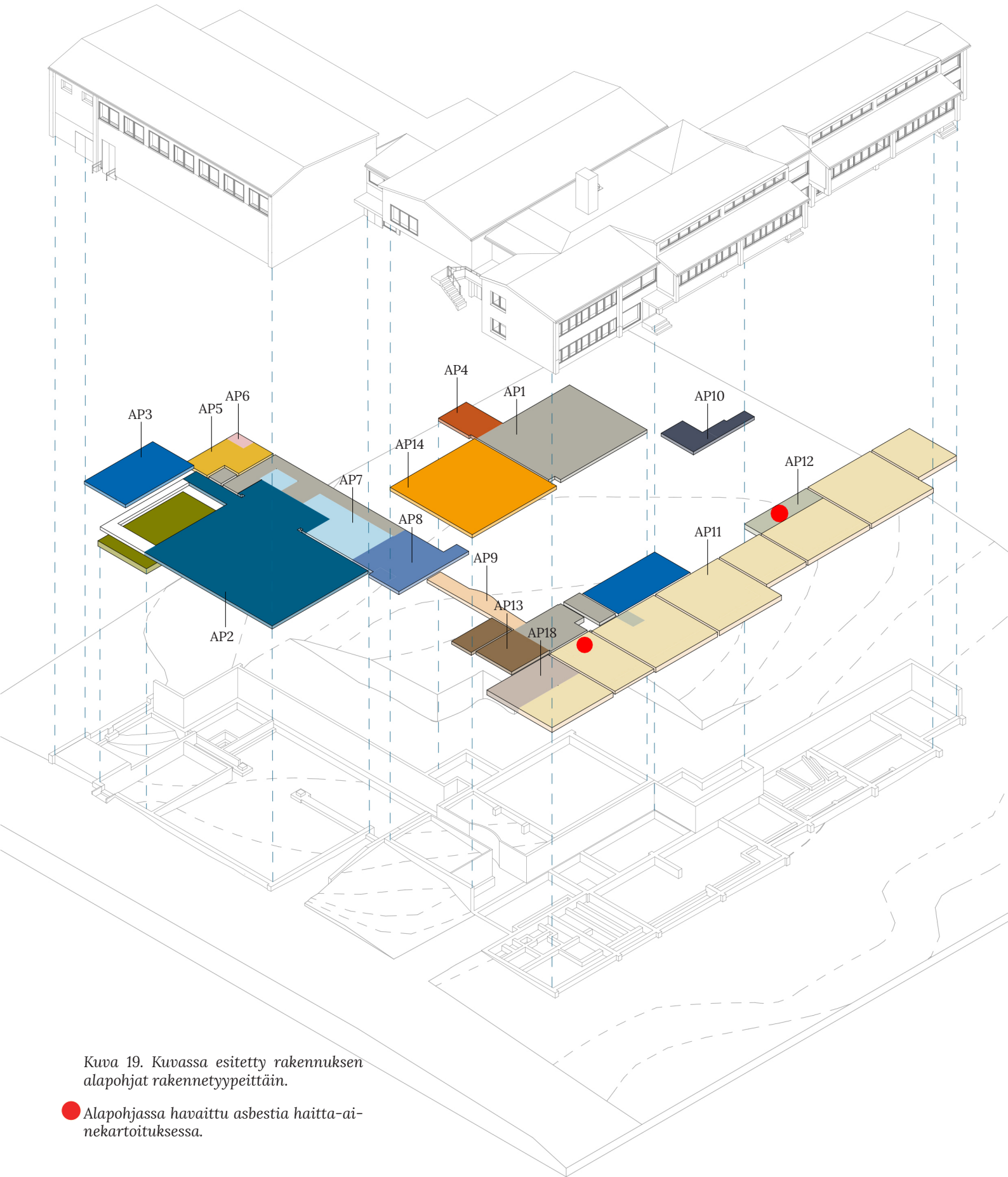
Ramboll Oy:n tekemän haitta-ainekartoituksen yhteydessä tehdyissä rakenneavauksissa havaitut alapohjarakenteet poikkeavat hieman alkuperäisistä suunnitelmista. Seuraavan sivun rakennetyypeissä on kyseisten alapohjien osalta esitetty rakenneavauksen mukainen rakenne. Alapohjien pintarakenteiden hyödyntämispotentiaalia arvioidaan tilaosien yhteydessä.



Kuva 18. Rakennus on perustettu osittain rinteeseen.



## Alapohjat



Kuva 19. Kuvassa esitetty rakennuksen alapohjat rakennetyypeittäin.

● Alapohjassa havaittu asbestia haitta-ainekartoituksessa.

## RAKENNETYYYPIT

- **AP1 - ALAPOHJA YLEENSÄ**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• teräsbetoni-laatta 80 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio/ leikattu maapohja  
-
- **AP2 - LIIKUNTASALI**  
+  
• joustoparketti + pintakäsittely  
• vaneri  
• muovikelmu 0,2 mm  
• koolaus 50x100 k650  
• alusjuoksu 25x100 k650  
• teräsbetoni-laatta 80 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP3 - IV-KONEHUONE**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• teräsbetoni-laatta 100 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP4 - KANTAVA ALAPOHJA**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• tasausbetoni 50 mm  
• teräsbetoni-laatta 200 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP5 - VSS MÄRKÄTILAT**  
+  
• laatoitus + laasti  
• vedeneristys  
• tasausbetoni 50 mm  
• teräsbetoni-laatta 150 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP6 - VSS**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• tasausbetoni 50 mm  
• teräsbetoni-laatta 150 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP7 - MÄRKÄTILAT**  
+  
• laatoitus + laasti  
• vedeneristys  
• teräsbetoni-laatta 80 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP8 - MOSAIKKIBETONI**  
+  
• paikallavalettu mosaiikkibetoni 50 mm  
• teräsbetoni-laatta 80 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP9 - KÄYTÄVÄ**  
+  
• laatoitus + laasti  
• teräsbetoni-laatta 200 mm  
• solupolystyreeni 70 mm  
• salaojituskerros  
• irtilouhittu kallio  
-
- **AP10 - KANTAVA ALUSTATILA**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• tasausbetoni 50 mm  
• teräsbetoni-laatta 200 mm  
• solupolystyreeni 150 mm  
• tuuletettu alustatila  
• salaojituskerros  
• louhittu kallio  
-
- **AP11 - YLEISRAKENNE (VO)**  
+  
• linoleumimatto + liima  
• betoni 70  
• lastuvillalevy 80 mm  
• alusbetoni 60-80 mm  
• karkea sora n. 150 mm  
• kantava laatta+puuhierto  
• kevytsora  
-
- **AP12 - WC-TILAT (VO)**  
+  
• keraaminen laatoitus + kiinnityslaasti + vedeneriste 15 mm  
• betoni 50 mm  
• bitumikermit 2 mm  
• betoni 70 mm  
• bitumikermit 6 mm  
• kevytsora 50 mm  
• bitumihuopa  
• teräsbetoni  
-
- **AP13 - JÄTEHUONE (VO)**  
+  
• muovimatto  
• betoni 110 mm  
• bitumisively  
• säästöbetoni 120 mm  
• maaperä  
-
- **AP14 - LUOKKATILA (VO)**  
+  
• kaksinkertainen lankkulattia  
• korokkeet 50x100  
• suojabetoni 30 mm  
• vuoraushuopa  
• tojalevy 100 mm  
• huopa + 2 bitumisivelyä  
• alusbetoni 70 mm  
• kantava teräsbetoni-laatta  
• karkea sora 150 mm  
-
- **AP18 - LATTIAN KOROTUS KEITTIÖSSÄ (VO)**  
+  
• pintamateriaali / käsittely  
• tasausbetoni 50 mm  
• kantava teräsbetoni-laatta 200 mm  
• kevytsoratäyttö n. 350 mm  
• vanhan muuntajahuoneen rakenteet  
-
- **MUUNTAJAHUONE (VO)**  
(Keittiön lattian korotuksen alla)  
+  
• teräshierto  
• suojabetoni 60 mm  
• huopa + 2 bitumisivelyä  
• alusbetoni 80 mm  
• kantava laatta  
• karkea sora n. 150 mm  
-
- **NÄYTTÄMÖMONTTU**  
+  
• pintakäsittely  
• tasausbetoni 50 mm  
• vesitiivis teräsbetoni 550 mm  
• alussora  
• irtilouhittu kallio  
-

Oranssilla värillä olevat rakennetyypit ovat Ramboll Oy:n tekemän haitta-ainekartoituksen rakenneavausten mukaan. Muut rakennetyypit ovat vuosien 1956 ja 1999 rakennesuunnitelmien mukaan. (VO)= Vanhan osan rakenne.

## Perustusten ja alapohjien hyödyntämispotentiaali

Kun rakennus puretaan, on betonisia, paikallavalettuja alapohjia mahdotonta purkaa ehjänä ja hyödyntää sen jälkeen uudelleen yhtä arvokkaassa muodossa. Myös kohteen perustusten purkaminen ehjänä ja hyödyntäminen uudelleen toisaalla on käytännössä mahdotonta (kts. alaluku 4.2).

Perustuksia voi olla mahdollista hyödyntää samalla rakennuspaikalla. Tämä edellyttää sitä, että voidaan osoittaa, että olemassa olevat perustukset kykenevät kantamaan uuden rakennuksen kuormat. Uusien kuormien tulee kohdistua täsmälleen samaan paikkaan, kuin alkuperäisessä rakenteessa. Kantavuuden varmistamiseksi tutkimuksia täytyy teettää itse perustuksista sekä maaperästä. On mahdollista, että maaperässä on tapahtunut muutoksia rakennuksen rakentamisen jälkeen. Perustusten kantavuuden selvittäminen vaatii geoteknistä ja rakennusteknistä osaamista. Kun hyödynnettävissä olevat perustukset on kartoitettu ja tiedetään niiden kapasiteetti ja tarkka sijainti, voidaan uusi rakennus suunnitella siten, että se sopii purettavan rakennuksen perustuksiin. (Addis 2006, 89–90.) Perustusten hyödyntämispotentiaalista ei ole laadittu erillistä taulukkoa, sillä perustusten sijainti ja koko on voitu selvittää vai suurpiirteisesti olemassa oleviin piirustusten avulla. On kuitenkin todennäköistä, että ne kantaisivat ainakin alkuperäistä kevyemmän rakenteen.

Rakennuksen perustaminen ja maatyöt kuten louhinta ja maamassojen siirrot, ovat merkittävä päästölähde rakentamisessa. Paras tapa hyödyntää alapohjarakenteita ja perustuksia on aina alkuperäisen rakennuksen säilyttäminen ja laajentaminen uuden rakentamisen sijaan. Kun vanha rakennus puretaan ja paikalle rakennetaan uusi, tulisi vanhojen perustusten hyödyntämistä harkita.

Joillain alapohjan pintarakenteilla on hyödyntämispotentiaalia vastaavassa tai eri käyttötarkoituksessa. Pintarakenteita tarkastellaan tarkemmin tilapintojen yhteydessä. Haitta-ainekartoituksen yhteydessä rakennuksen eri osien alapohjista on otettu kokoomänäytteet, joiden perusteella on todettu, että alapohjat soveltuvat tutkituilta osin hyödynnettäviksi maarakentamisessa korvaamassa neitseellistä kiviainesta.

Alapohjien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin					
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Laatan yläpinnan bruttopinta-ala (m2)*	Haitta-aineet	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
AP1 - Alapohja yleensä	1999	185		-	
AP2 - Liikuntasali	1999	200		-	
AP3 - IV-konehuone	1999	80		-	
AP4 - Kantava alapohja	1999	15		-	
AP5 - VSS märkätilat	1999	20		+	Pintamateriaali hyödynnettävissä. Huomioitava irrotettavuus.
AP6 - VSS	1999	5		-	
AP7 - Märkätilat	1999	40		+	Pintamateriaali hyödynnettävissä. Huomioitava irrotettavuus.
AP8 - Mosaiikkibetoni	1999	45		-	
AP9 - Käytävä	1999	20		+	Pintamateriaali hyödynnettävissä. Huomioitava irrotettavuus.
AP10 - Kantava alustatila	1999	20		-	
AP11 - Yleisrakenne (VO)	1956	325		-	
AP11 - Yleisrakenne (VO)	1956	5	X	-	Entinen WC-tilan alapohja, saattaa esiintyä asbestia.
AP12 - WC-tilat (VO)	1999	15	X	+	Pintamateriaali hyödynnettävissä. Huomioitavaa irrotettavuus.
AP13 - Jätehuone (VO)	1956	30		-	
AP14 - Luokkatila (VO)	1956	100		+	Pintamateriaali hyödynnettävissä.
AP18 - Korotus keittiössä (VO)	1999	30		-	
Näyttämömonttu	1999	60		-	

\*Taulukossa annettut pinta-alat on laskettu 3D-mallista ja ne ovat vain suuntaa-antavia.

## Hyödyntämispotentiaali

**+++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**+ Keskipotentialinen hyödyntämispotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.





Kuva 20. Rakennus lounaasta päin katsottuna.

### 5.3.2 Kantava runko

Alkuperäisen osan kantava runko on aikakaudelle tyyppillinen paikalla valettu teräsbetonirakenne. Välipohjat, yläpohjat ja kevyet julkisivut ovat kannatettu kirjahyllymäisesti väliseinistä ja rakennuksen päädyistä. (Kantola et al. 2021, 19–20.) Rakennuksen rakennepiirustuksista käy ilmi, että toisen kerroksen erkkerimäisiä ulokkeita, sekä välipohjia ja yläpohjia kannattelemassa on käytetty myös paikallavalettuja palkkeja ja pilareita. Ei-kantavista väliseinistä osa on tiilimuurattuja ja osa puurakenteisia.

Vuoden 1999 rakennepiirustuksista käy ilmi, että laajennusosan ulkoseinät ovat pääasiassa betonielementtirakenteisia. Seinien sisäkuorielementtejä ja sen ulkopuolista rapattua tiilimuurausta erottaa lämmöneristekerros. Ensimmäisessä kerroksessa seinien alaosissa sokkelin ulkopinnassa on tiilimuurauksen sijaan lautamuottipintainen betonivalu. Laajennusosan toisessa kerroksessa yhdellä seinällä on sokkelin pintaan betonivalun sijasta asennettu lautamuottipintaiset kuorielementit. Toisessa kerroksessa on yksi puurakenteinen ei-kantava seinä sekä muutama tiilimuurattu ei-kantava seinä, joiden kohdalla kattoa kannattelevat teräspilarit ja palkit. Laajennusosan kantavat väliseinät ovat myös elementtirakenteisia. Rakennetta tukemassa on lisäksi muutamia teräs- ja betonielementtirakenteisia palkkeja ja -pilareita.

Alalukuun sisältyvät:

- Kantavat ulkosenät ja kellarin ulkoseinät
- Kantavat väliseinät, pilarit ja palkit
- Välipohjat ja runkoportaat
- Yläpohjat

Rakennuksen ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä on yhteensä neljä portaat. Näistä kolmet ovat vuodelta 1957. Voidaan olettaa niiden olevan elementtirakenteisia, sillä porraselementtien valmistus alkoi jo 1950-luvulla (Lahdensivu et al. 2015, 57) ja silmämääräisesti ne vaikuttavat esivalmistetuilta. Myös laajennusosan betoniportaajat ovat elementtirakenteiset. Rakennuksessa on lisäksi yhdet teräsportaajat, jotka vievät laajennusosan IV-konehuoneen tasanteelle. Rakennuksen piirustusten perusteella alkuperäisen osan välipohjat ja kantavat palkit ovat paikallavalettua teräsbetonia, kun taas laajennusosan välipohja on pääasiassa ontelolaattarakenteinen.

Alkuperäisen osan luokkahuoneiden katot myötäilevät ulkokaton linjoja ja puisia kattokannattajia tukevat betonipalkit. Porrashuoneiden ja luoteispäädyn opetustilan katossa on puisen ristikkorakenteen lisäksi betoninen palopermanto (Kantola et al. 2021, 19). Piirustusten mukaan laajennusosan yläpohjarakenne koostuu pääosin ontelolaatoista, joiden päällä on vesikattoa kannattelevat puuristikot tai kattokannattajat. Laajennusosan sisääntuloaulassa sekä alkuperäiseen osaan kiinnittyvässä tilassa on kattoa kannattelemassa puupalkistot.



## RAKENNETYYYPIT

### Maanvastaiset/kellarin seinät

- \*KS1 - KELLARIN SEINÄ YLEENSÄ**
- 
- tiivistetty soratäyttö
- solupolystyreeni 100 mm
- kosteudeneristyskermi
- elementtiseinä
- pintamateriaali / käsittely
- +

- KS2 - IV-KONEHUONE**
- 
- alustatila
- solupolystyreeni 100 mm
- kosteuden eristys 2-kertainen kuumabitumisively
- teräsbetoniseinä
- pintamateriaali / käsittely
- +

- KS3 - KÄYTÄVÄ**
- 
- louhittu kallio
- tuuletettu ilmaväli
- kevytsoraharkko 150 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

- KS4 - KELLARIN SEINÄ (VO)**
- 
- hiekka
- betoni 365 mm
- bitumipahvi 2 mm
- lasivilla 75 mm
- bitumoitu "kreppipaperi"
- reikätiili 125 mm
- +

- \*KS5 - YHTYMÄKOHTA**
- 
- kallio (kaivamatonta alustatila)
- EPS-eriste 60 mm
- ilmaväli 10 mm
- EPS-eriste 100 mm
- elementtiseinä 180 mm
- maali + tasoite
- +

### Muut kantavat ulkoseinät

- \*US1 - BETONI/TIILI**
- 
- rappaus 15 mm
- julkisivumuuraus 85 mm
- tuuletusrako >30 mm
- lämmöneristys 150 mm
- elementtiseinä 180 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

- \*US2 - BETONI/LAUTA**
- 
- lomalaudoitus
- vaakakoolaus 50x50 k600
- tuuletusrako, pystykoolaus 50x50 mm k600
- tuulensuojalevy 9 mm
- vaakakoolaus + lämmöneristys 50mm
- pystykoolaus 125x50 k600
- elementtiseinä 180 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

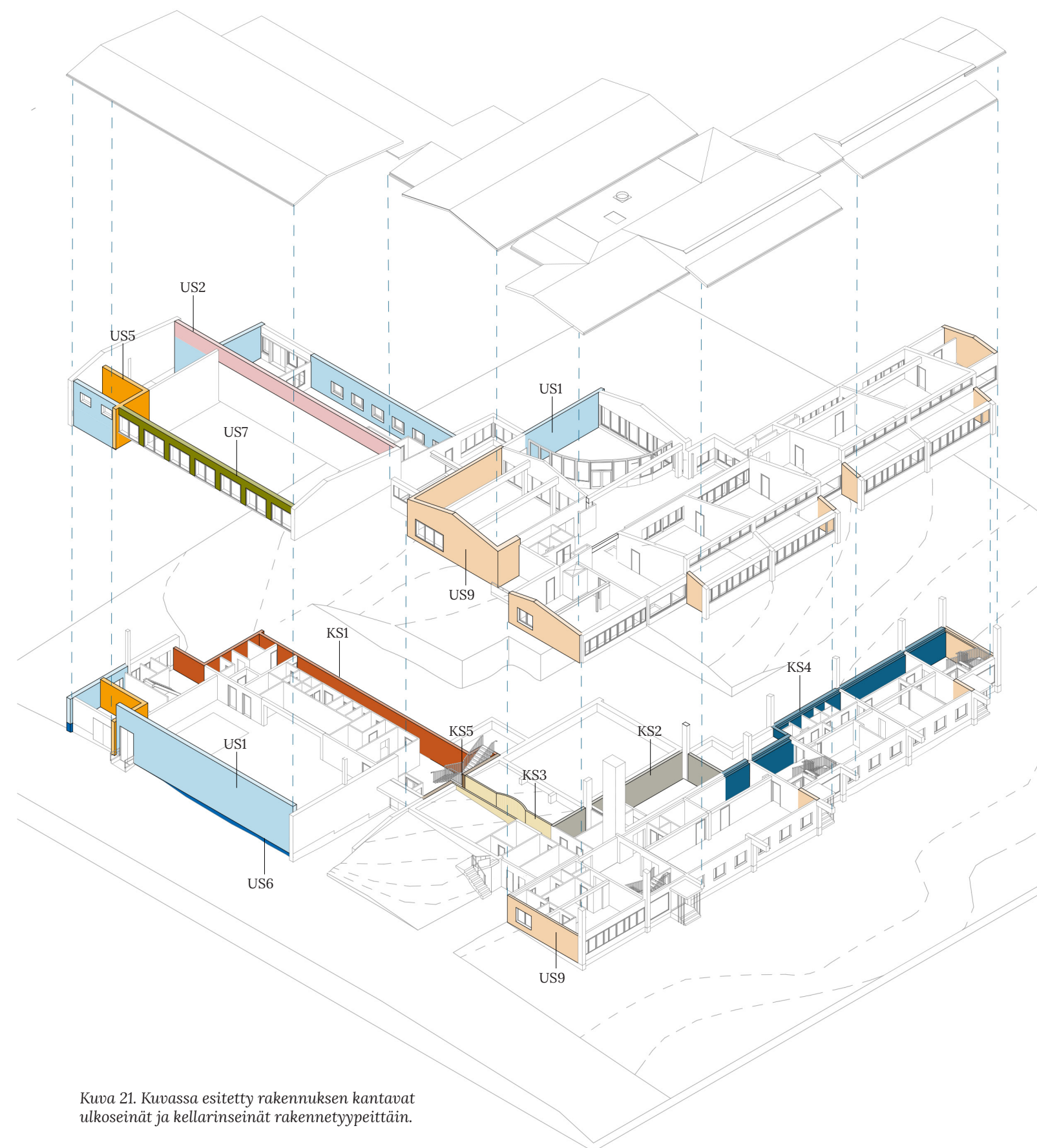
- \*US5 - MUUNTAMO (Sandwich-elementti)**
- 
- pintamateriaali / käsittely
- ulkokuori teräsbetonia 80 mm
- lämmöneristys 120 mm
- sisäkuori teräsbetonia 160 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

- \*US6 - SEINÄN ALAOSA**
- 
- teräsbetoni 150 mm
- asennusvara 10 mm
- lämmöneristys 120 mm
- elementtiseinä 180 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

- \*US7 - PANEELIPINTAINEN**
- 
- pystypaneeli
- vaakakoolaus 22x100 k600
- tuuletusrako, pystykoolaus 25x100 k600
- tuulensuojalevy 9 mm (Gyproc)
- vaakakoolaus (IL-50) 50 mm
- pystykoolaus 120x50 k600 (IL-125)
- elementtiseinä 180 mm
- pintamateriaali / käsittely

- US9 - ULKOSEINÄ (VO)**
- 
- rappaus noin 6 mm
- tasoite 20 mm
- kevytbetoni 170 mm
- betoni 160 mm
- bitumisively seinän alaosassa
- tasoite + maali 10 mm
- +

## Kantavat ulkoseinät ja maanvastaiset ulkoseinät



(VO)= Vanhan osan rakenne.  
\* Elementtirakenteiset seinätyypit.

Kuva 21. Kuvassa esitetty rakennuksen kantavat ulkoseinät ja kellarinseinät rakennetyypeittäin.

## Kantavien ulkoseinien ja maanvastaisten ulkoseinien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen alkuperäisen osan kantavat ulkoseinät ja maanvastaiset ulkoseinät ovat teräsbetonirakenteiset ja paikallavaletut, eikä niitä pystytä purkamaan ehjinä ja hyödyntämään vastaavassa käyttötarkoituksessa. Ulkoseinissä on lämmöneristeenä kevytbetoniset Siporex-harkot, joiden muuraukseen on todennäköisesti käytetty sementtipohjaista laastia. Rakennetyypien mukaan kellarin ulkoseinän sisäpinnan tiilimuuraus on tehty reikätiilistä. Kuten kevytbetoniharkkojen muurauksessa, myös tiilimuurauksessa käytetty laasti on todennäköisesti sementtipohjaista, sillä 1950-luvun lopussa käytetty muurauslaasti on yleensä sementtipohjaista (Norby et al. 2009, 63), mikä tekee tiilien purkamisesta ehjänä haastavaa. Lisäksi reikätiilet hajoavat umpitiiliä helpommin. Tiiliseinä voi olla mahdollista purkaa suurempiin osiin, mutta puretun seinän hyödyntäminen esimerkiksi julkisivupintana ei ole välttämättä mahdollista, mikäli muurauslaasti ei ole säänkestävää.

Rakennepiirustusten perusteella laajennusosan kantavissa ulkoseinissä ja kellarin seinissä on käytetty 180 mm paksuisia kantavia sisäkuorielementtejä. Lähes kaikissa seinissä elementtien ulkopinnassa on rapattu julkisivumuuraus, jota elementistä erottavat lämmöneriste, tuulensuojalevy sekä tuuletusrako. Elementtipiirustuksen ja rakennetyyppien perusteella lämmöneristeet on kiinnitetty elementteihin vasta työmaalla mekaanisin kiinnikkein. Muuraus on oletettavasti kiinnitetty elementteihin tiiliseinillä. Seinän alareunassa on sokkelivalu ja sen ja seinän välillä on lämmöneriste. Sisäkuorielementtien väliset liitokset on elementtipiirustuksen mukaan toteutettu vaarnalankien avulla ja todennäköisesti kiinnitetty vaakarakenneisillä, kuten sisäkuorielementit yleensä, vaarnalankien tai teräshakojen sekä sidontapistekolojen avulla (Karvinen 2006, 63).

Sisäkuorielementtejä voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen vastaavassa käyttötarkoituksessa, joskin nii-

den purkaminen on hyvin työlästä, sillä elementtien ulkopinnan rakenteet tulee aluksi purkaa. Poratut tai johtaalla elementin valun yhteydessä kiinnitetyt tiiliseinät ja lämmöneristeen mekaaniset kiinnikkeet joudutaan samalla katkaisemaan.

Tiilimuurauksen purkaminen voi olla työläs prosessi johtuen tiiliseinien määrästä, joka on yleensä noin neljä sidettä neliometriä kohden (Keppo 2002, 108). Muurauksessa on todennäköisesti käytetty sementtipohjaista laastia ja reikätiiliä, joten tiiliä ei voida purkaa ehjänä yksitellen, vaan seinä tulee hajottaa. Periaatteessa muuraus voitaisiin yrittää purkaa isommissa paloissa, jolloin sitä olisi mahdollista hyödyntää esimerkiksi betonielementtien julkisivupintana, kuten aiemmin työssä esiin nostetussa Lendager Groupin kohteessa on tehty (kts. alaluku 4.4). Osien irrottamista vaikeuttaa kuitenkin tiheään asennetut tiiliseinät. Lisäksi tiilipinnan rappaus tulisi myös piikata irti, mikä on itsessään työlästä ja vaikuttaisi uuden elementin ulkonäköön. Tiiliseinän purkamisessa riskinä on betonielementtien vaurioituminen.

Purkamisen työläisyyttä ja riskejä lukuun ottamatta sisäkuorielementit todennäköisesti soveltuvat melko hyvin uudelleenkäytettäväksi, sillä elementit ovat olleet julkisivumuurauksen ja lämmöneristeen takana suoja- ja korroosioita ja rapautumista aiheuttavilta lämpötilavaihteluilta ja säältä. Vain vähän yli 20-vuotta vanhat elementit voisivat jopa saavuttaa uudelleenkäytössä niiltä vaaditun 50-vuoden käyttöiän. Elementtien hyödyntämistä hankaloittaa lisäksi niiden epäsäännöllinen koko ja määrä.

Vaikka betonin karbonatisoituminen on hidasta, on karbonatisoitumisen riski olemassa ja elementit tulisi tutkia sen varalta. Kuten muidenkaan rakennusosien kohdalla, ei kartoituksessa ole voitu arvioida tiilien ja betonielementtien vaurioita tai lujuutta, joten niitä tulisi tarkastella jatkotutkimuksin.

Kantavien ulkoseinien/ maanvastaisten seinien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin					
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Bruttopinta-ala ulkopinnalla (m2)*	Haitta-aineet	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
KS1 - Kellarin seinä yleensä	1999	125		++	
KS2 - IV-konehuone	1999	45		-	
KS3 - Käytävä	1999	60		-	
KS4 - Kellarin seinä (VO)	1956	90		-	
KS5 - Yhtymäkohta	1999	30		-	Elementti ankkuroitu kalliioon.
US1 - Betoni/tiili	1999	285		++	
US2 - Betoni/lauta	1999	40		++	
US5 - Muuntamo	1999	15		++	
US7 - Seinän alaosa	1999	70		++	
US9 - Ulkoseinä (VO)	1956	50	X	-	Seinän alareunan bitumisiveilyssä on havaittu asbestia.
US9 - Ulkoseinä (VO)	1956	245		-	

\*Taulukossa annettut pinta-alat on laskettu 3D -mallista ja ne ovat vain suuntaa-antavia. Taulukossa ei ole esitetty erikseen rakennetta US6, sillä se on US1 seinärakenteen alaosan rakenne.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + Keskiarvo hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

Myös paneeli- ja lautapintaiset elementit voivat olla uudelleenkäytettävissä samalla logiikalla. Puisia verhouksia tarkastellaan tarkemmin julkisivujen yhteydessä (s.74). Laajennusosassa sijaitsevan IV-konehuoneen ja muuntamon välinen seinä, sekä liikuntasalin ja muuntamon välinen seinä on tehty sandwich-elementeistä. Elementit erottavat puolilämmintä muuntamotilaa sisätilasta ja eivät ole olleet säälle alttiina, joten ne ovat todennäköisesti melko hyvässä kunnossa. Lähtökohtaisesti ne ovat uudelleenhyödynnettävissä, mutta koska niitä on vain muutama, voi niille olla vaikea löytää käyttökohdetta.

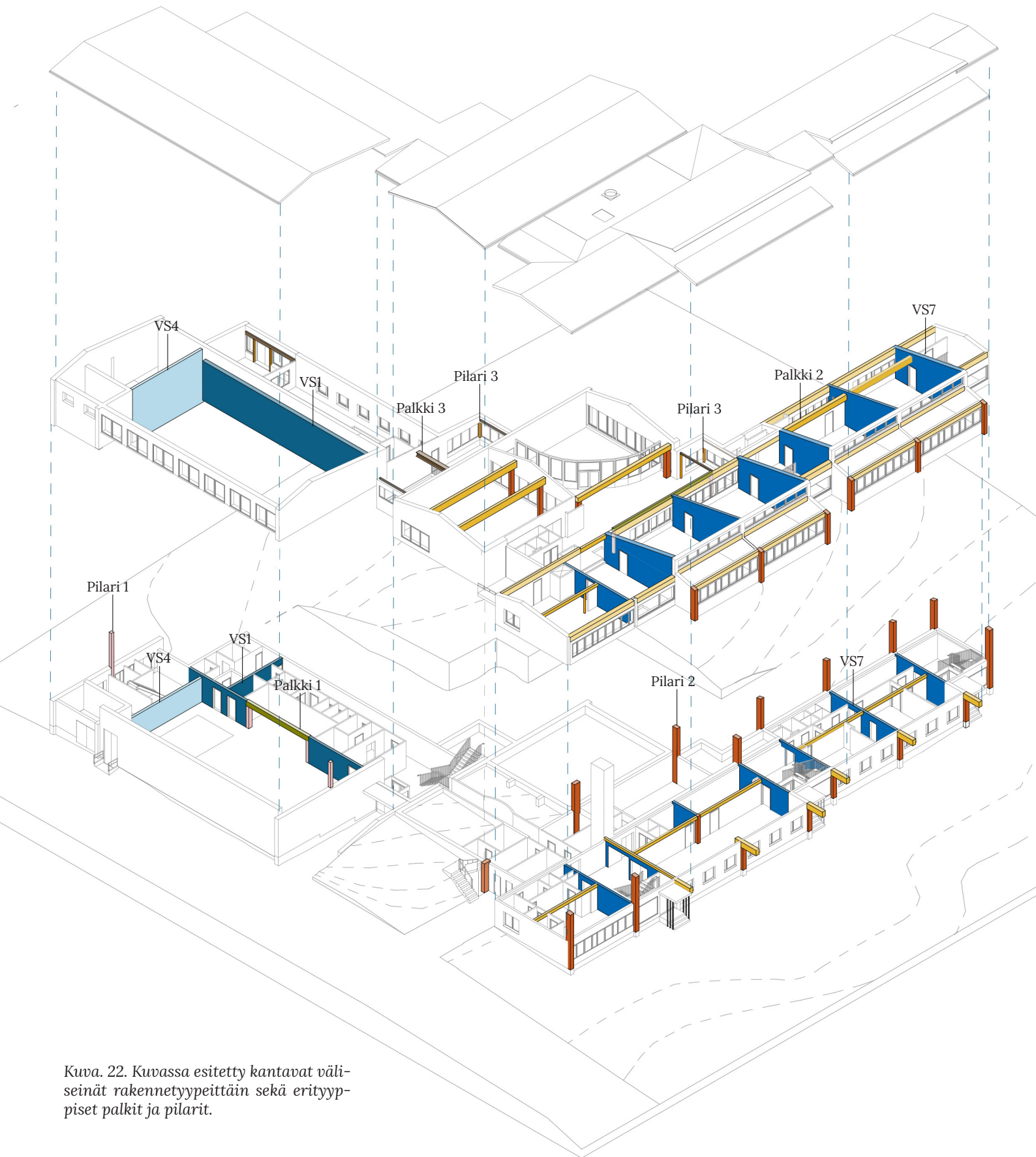
Laajennuksen maanvastaisissa kellarinseinissä on myös käytetty sisäkuorielementtejä. Elementtien pinnassa on kosteudeneristys ja lämmöneristeenä solupolystyreenieriste. Seinän rakenteen toimivuudessa ei piirustusten perusteella vaikuta olevan puutteita

ja mikäli asennustyöt on tehty huolella, ovat elementit todennäköisesti hyväkuntoisia. Elementtejä uudelleen käytettäessä niiden yläosan ulkopintaan kiinnitetyt sokkelielementit, sekä ulkopinnan lämmöneristeet ja kermi tulisi kuitenkin purkaa.

Ne betoniset ja tiiliset seinärakenteet, jotka eivät ole uudelleenkäytettävissä tai muutoin hyödynnettävissä, voidaan hyödyntää maantäyttöissä. Eristeenä käytetyn mineraalivillan ollessa hyväkuntoisia, on sitä mahdollista kierrättää. Suomessa ainoa yritys, joka ottaa vastaan purkukohteiden mineraalivillaa on Eco-Expert Oy. Villaa käytetään muun muassa betonissa sementin korvaajana. (Zhu et al. 2022, 36.) Mineraalivillaa voidaan kierrättää myös muun muassa sementin, asfaltin tai tiilien valmistuksessa (EcoUp 2021).



## Kantavat väliseinät, pilarit ja palkit



Kuva 22. Kuvassa esitetty kantavat väliseinät rakennetyypeittäin sekä erityyppiset palkit ja pilarit.

## RAKENNETYYPIIT

### Kantavat väliseinät

#### \*VS1 - KANTAVA VÄLISEINÄ

- pintakäsittely
- 140-200mm teräsbetoninen seinäelementti
- pintakäsittely

#### \*VS4 - IVK

- pintakäsittely
- 200mm seinäelementti
- 50mm Teollisuusakusto

#### VS7 - KANTAVA VÄLISEINÄ (VO)

- pintakäsittely
- teräsbetoni
- pintakäsittely

\* Elementtirakenteinen väliseinä.  
(VO)= Vanhan osan rakenne.

### Pilareiden ja palkkien tyypit

#### PILARI 1

- betonielementtipilari

#### PILARI 2

- paikallavalettu teräsbetonipilari

#### PILARI 3

- teräspilari

#### PALKKI 1

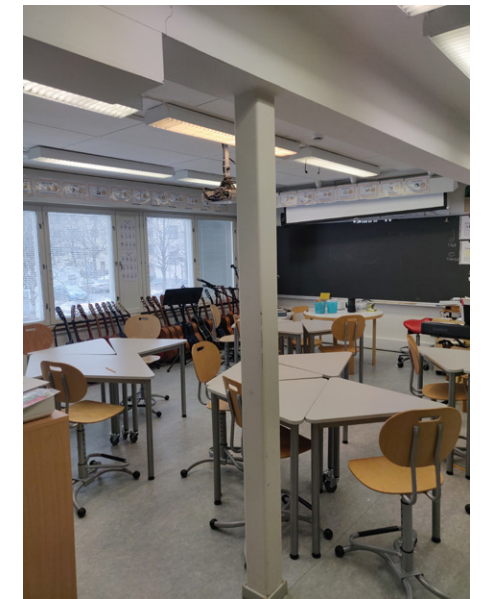
- betonielementtipalkki

#### PALKKI 2

- paikallavalettu teräsbetonipalkki

#### PALKKI 3

- teräspalkki



Kuva 23. Luokkahuoneen teräspilari.



Kuva 24. Välipohjaa kannatteleva paikallavalettu teräsbetonipalkki rakennuksen alkuperäisessä osassa.

## Kantavien väliseinien hyödyntämispotentiaali

Kuten alkuperäisen osan kantavien ulkoseinien, myös alkuperäisen osan paikallavalettujen kantavien väliseinien hyödyntämispotentiaali on huono. Purettaessa syntyvää betonimurskaa voidaan hyödyntää lähinnä maarakentamisessa.

Rakennepiirustuksista käy ilmi, että laajennusosan kantavat väliseinät ovat elementtirakenteisia betoni-seiniä. Suurimmaksi osaksi elementtien pintakäsittelynä on ainoastaan maali, mikä helpottaa niiden purkamista. Päällekkäiset väliseinäelementit on kiinnitetty toisiinsa sekä perustuksiin terästapein ja valusaumoin. Vierekkäiset elementit on kiinnitetty toisiinsa juote-tuin teräksin, jonka jälkeen saumat on jälkivalettu. Elementtirakenteiset väliseinät ovat periaatteessa uudelleenkäytettävissä vastaavassa käyttötarkoituksessa. Purettaessa elementtien väliset terässiteet joudutaan sahaamaan irti, jolloin niitä uudelleen käytettäessä niiden väliset kiinnikkeet tulee korvata uusilla. Kottby lågstadieskolan väliseinäelementeille voi kuitenkin olla hankalaa löytää uudelleenkäyttökohdetta, johtuen niiden epäsäännömukaisesta koosta ja vähäisestä määräst.

## Pilareiden ja palkkien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen alkuperäisen osan pilarit ja palkit ovat muutamaa teräspilaria lukuun ottamatta teräsbetonirakenteisia ja paikallavalettuja. Kuten paikallavalettujen seinienkin kohdalla, on paikallavalettujen betonipalkkien ja -pilareiden uudelleenkäyttö vastaavassa käyttötarkoituksessa lähtökohtaisesti mahdotonta.

Laajennusosassa on muutamia esivalmistettuja teräsbetonipilareita ja -palkkeja tukemassa ei-kantavia ulkoseiniä, aukkoja ja yläpohjia. Liikuntasalin harjakattoisen massan molemmissa päissä, joissa ulkoseinät ovat ei-kantavia, on elementtirakenteiset mastopilarit. Lisäksi liikuntasalin urheiluvälinevaraston aukon kohdalla välipohjaa kannattelevat betonielementtipilarit ja betonielementtipalkki. Myös uuden ja vanhan osan yhtymäkohdassa, rakennuksen toisessa kerroksessa vasten vanhaa ulkoseinää on kattorakenteita kannattelemassa teräsbetoniset elementtipilarit ja -palkit. Piirustusten mukaan kaikkien elementtirakenteisten pilareiden ja palkkien liitokset ovat pulttiliitoksia ja näin myös puretavissa, mikä edesauttaa niiden uudelleenkäyttöä. Niille voi kuitenkin olla hankalaa löytää uutta käyttökohdetta, sillä ne ovat yksittäisiä rakenteita, jotka on suunniteltu kannattelemaan niiden alkuperäisessä käyttökohteessa niille kohdistuneita spesifejä kuormia.

Rakennuksen toisessa kerroksessa on myös joitain yksittäisiä teräspilareita ja palkkeja tukemassa rakennuksen kattorakenteita. Teräspilareilla ja palkkeilla on hyvät lähtökohdat uudelleenkäytön näkökulmasta, etenkin mikäli ne ovat kiinnitetty yhteen pulttiliitoksiin. Hitsattuja teräsosia ei ole mahdollista irrottaa toisistaan rakennetta vaurioittamatta (Hradil et al. 2014, 41). Kohteen pilareiden ja palkkien liitostapoja ei ole ollut mahdollista selvittää.

Kantavien pilareiden hyödyntämispotentiaali				
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Määrä	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
Pilari 1 - Betonielementtipilari	1999	7	++	
Pilari 2 - Paikallavalettu betonipilari	1956	24	-	
Pilari 2 - Paikallavalettu betonipilari	1999	3	-	
Pilari 3 - Teräspilari	1999	6	+++	Hyödynnettävyys riippuu kiinnikkeistä.

Kantavien palkkien hyödyntämispotentiaali				
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Määrä	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
Palkki 1 - Betonielementtipalkki	1999	3	++	
Palkki 2 - Paikallavalettu teräsbetonipalkki	1956	36	-	
Palkki 2 - Paikallavalettu teräsbetonipalkki	1999	2	-	
Palkki 3 - Teräspalkki	1999	6	+++	Hyödynnettävyys riippuu kiinnikkeistä.

Kantavien väliseinien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin					
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Bruttopinta-ala ulkopinnalla (m2)*	Haitta-aineet	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
VS1 - Kantava väliseinä	1999	225		++	
VS4 - IVK	1999	45		++	
VS7 - Kantava väliseinä (VO)	1956	265		-	

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D -mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + Keskipertto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.



## RAKENNETYYYPIT

### Välipohjat (lueteltuna ylhäältä alas)

#### \* VP1 - VÄLIPOHJA LAAJENNUSOSA

- pintamateriaali / käsittely
- tasausbetoni 50 mm
- ontelolaatta 200 mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VP2 - IV-KONEHUONEEN JA VSS:N KATTO

- pintamateriaali / käsittely
- tasausbetoni 50 mm
- teräsbetonilaatta 200 mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VP3 - KIINTEISTÖHUOLLON KATTO

- pintamateriaali / käsittely
- tasausbetoni 50 mm
- liittolaatta 200 mm
- pintamateriaali / käsittely

Oranssilla värillä olevat rakennetyypit ovat Ramboll Oy:n tekemän haitta-ainekartoituksen rakenneavausten mukaan. Muut rakennetyypit ovat vuosien 1956 ja 1999 rakennesuunnitelmien mukaan.  
\*Elementtirakenteinen välipohja.  
(VO)= Vanhan osan rakenne.

### Runkoportaiden rakenteet

#### ELEMENTTIPORTAAT 1 (VO)

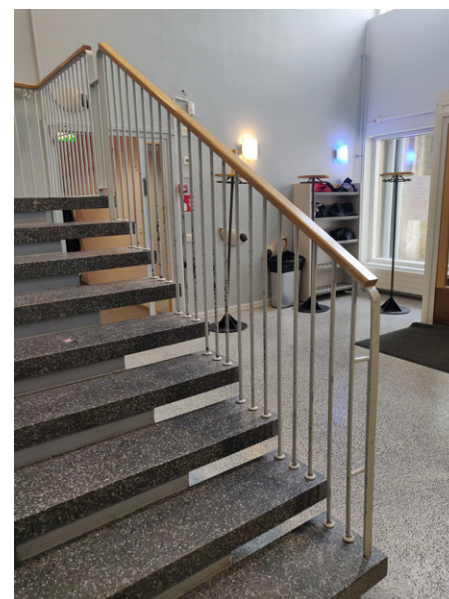
Vanhan osan portaat ovat elementtirakenteiset. Teräsbetonisten askelmien pinnassa on mosaiikkibetonipinnoite. Askelmat on iinnitetty betonisiin koukuin portaan keskipalkkiin.

#### ELEMENTTIPORTAAT 2

Laajennusosan portaat ovat elementtirakenteiset. Askelmat ovat kauttaaltaan mosaiikkibetonia ja ne on kiinnitetty portaan keskipalkkiin pultein ja hitsauksin.

#### TERÄSPORTAAT

Laajennusosan IV-konehuoneen portaat ovat teräsrakenteiset.



Kuva 24. Laajennusosan portaat.

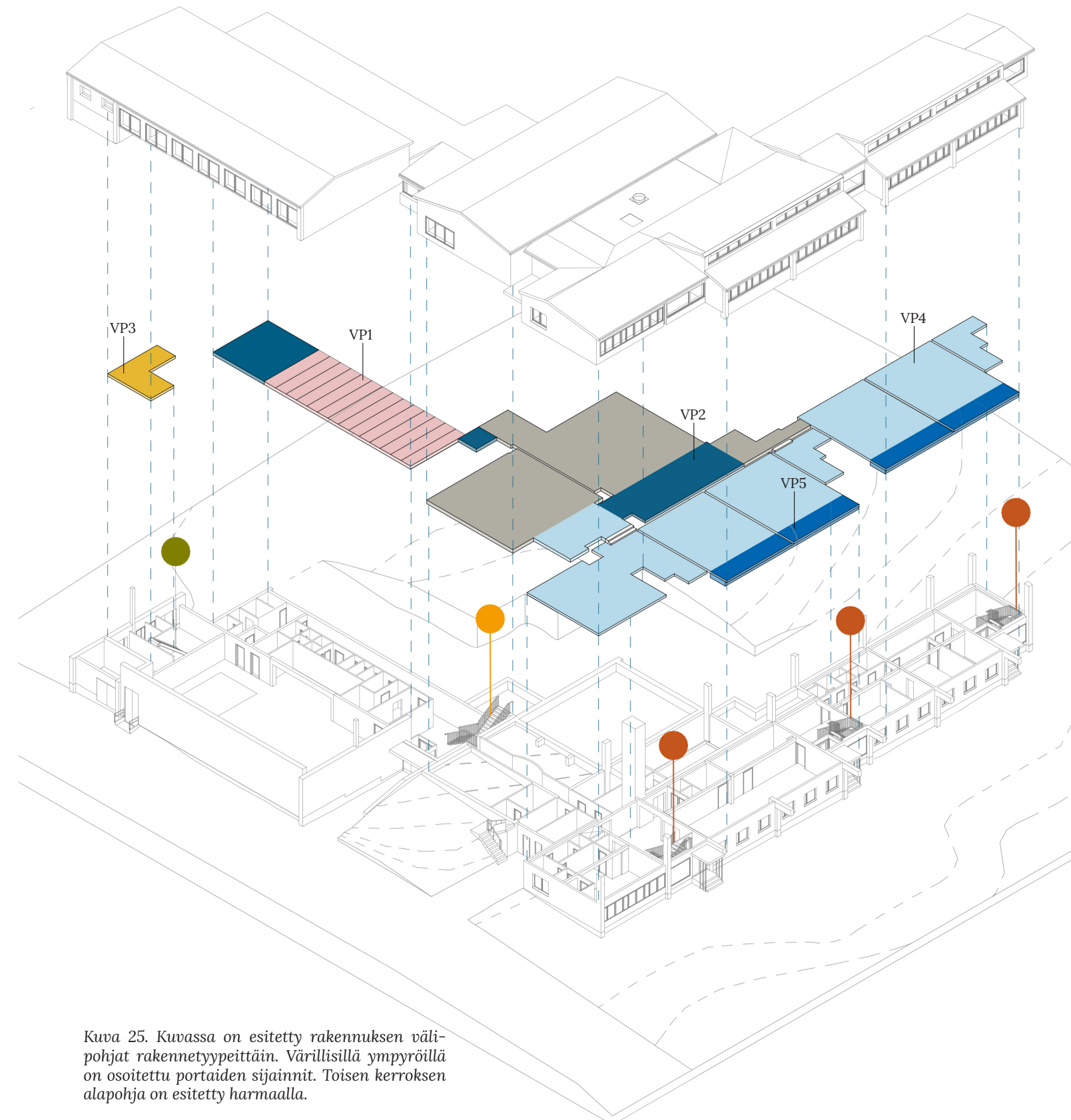
#### VP4 - VÄLIPOHJA (VO)

- linoleumimatto + liima
- betonivalu 40 mm
- betoni 170 mm

#### VP5 - ERKKERI (VO)

- linoleumimatto + liima
- betoni 50 mm
- betoni 160 mm
- korkki 100 mm
- limilaudoitus

## Välipohjat ja runkoportaat



Kuva 25. Kuvassa on esitetty rakennuksen välipohjat rakennetyypeittäin. Värillisillä ympyröillä on osoitettu portaiden sijainnit. Toisen kerroksen alapohja on esitetty harmaalla.

## Välipohjien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen alkuperäisen osan välipohjarakenteet ovat paikallavalettua teräsbetonia. Paikallavalettuja välipohjalaattoja on mahdotonta hyödyntää uudelleen yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa. Kuten muitakin paikallavalettuja betonirakenteita, voidaan myös välipohjan betonirakenteita hyödyntää maarakentamisessa.

Suurin osa laajennusosan välipohjista on ontelolaattarakenteisia. Ontelolaatoilla on lähtökohtaisesti melko hyvä hyödyntämispotentiaali ja niitä voidaan käyttää uudelleen uudessa tai niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa (Lahdensivu et al. 2015, 66–67) mikäli ne ovat hyväkuntoisia. Purkamisen yhteydessä ontelolaattojen saumat piikataan auki ja teräskiinnikkeet sahataan irti, joten laattoja uudelleen käytettäessä kiinnikkeet joudutaan korvaamaan uusilla. Välipohjan ontelolaattojen purkamista hankaloittaa niiden pinnassa oleva 50 mm paksu tasausbetoni, joka joudutaan piikkaamaan irti saumojen kohdalta. Pintavalu ei kuitenkaan estä laattojen uudelleenkäyttöä, sillä saumat voidaan tasata uudestaan. Välipohjien ontelolaattojen ollessa vain 200 mm paksuisia, ne eivät täytä asuinrakennuksille asetettuja askelääneneristävyysvaatimuksia (Lahdensivu et al. 2015, 17), mikä voi rajoittaa niiden uudelleenkäyttöä. Askelääneneristävyttä voidaan kuitenkin parantaa muun muassa erilaisin lattiapäällystein. Työn alaluvussa 4.2 esiin nostetussa kohteessa Kristian August Gate 13 puretut ontelolaatat katkaistiin uuden rakennuksen dimensioiden mukaisiksi. Tämä tulee toki tutkia tapauskohtaisesti, mutta esimerkki osoittaa, että ontelolaattoja voidaan tarpeen tullen lyhentää.

Laajennusosan kiinteistöhuollon tiloissa sijaitseva huoltotasanne on liittolaattarakenteinen. Liittolaat-

tarakenteen hyödyntäminen uudelleen on käytännössä mahdotonta, sillä betoni on tiukasti kiinni liittolevyn harjateräksissä ja betonin erottelu teräksestä on todennäköisesti erittäin hankalaa.

## Runkoportaiden hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä on yhteensä neljä betonirakenteista pääportaata, joiden lisäksi kiinteistöhuollon tiloissa on yhdet teräksiset huoltoportaavat.

Uuden osan portaikko on elementtirakenteinen. Elementtirakenteisia portaikkoja ruvettiin valmistamaan 1950-luvulla (Lahdensivu et al. 2015, 57) ja voidaan olettaa, että myös alkuperäisen osan portaavat ovat elementtirakenteiset. Kaikki portaikat ovat hyvässä kunnossa, eikä niissä ole silmin havaittavia vaurioita. Ne myös täyttävät julkisen tilan portaiden nykyiset dimensiovaatimukset niin askelman korkeuden kuin syvyydenkin osalta. Uudelleenkäytön kannalta portaille eduksi on myös niiden estetiikka.

Laajennusosan portaan detaljipiirrosten mukaan mosaiikkibetoniset askellankut on kiinnitetty pulstein portaan syöksyyn ja ne voidaan irrottaa portaan noston ja kuljetuksen ajaksi. Portaan tasanne on tuettu raudoituksin viereisen väliseinän seinäelementtien välistä ja tasanne joudutaan irrottamaan seinärakenteesta käyttäen apuna timanttisaha. Syöksyn yläpää on kiinnitetty toisen kerroksen tason ja sen alapuolisen seinän väliin. Porrassyöksyn alapää on kiinnitetty

Runkoportaiden hyödyntämispotentiaali			
Rakenteen kuvaus	Rakennus-vuosi	Määrä	Hyödyntämispotentiaali
Elementtiportaat 1 (VO)	1956	3	++
Elementtiportaat 2	1999	1	++
Teräsportaavat	1999	1	+++

Välipohjien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin				
Rakenteen kuvaus	Rakennus-vuosi	Laatan yläpinnan bruttopinta-ala (m <sup>2</sup> )*	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
VP1 - Välipohja laajennusosa	1999	105	++	
VP2 - IV-konehuone ja VSS	1999	115	-	
VP3 - Kiinteistöhuollon katto	1999	20	-	
VP4 - Välipohja (VO)	1956	460	-	
VP5 - Erkkeri (VO)	1956	50	-	

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D -mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + Keskipertto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

lattian läpi perustuksiin. Liitokset on todennäköisesti tehty hitsaamalla ja purettaessa ne joudutaan sahamaan auki.

Aikakaudelle tyypilliseen tapaan, myös alkuperäisen osan portaavat ovat todennäköisesti kiinnitetty rakennuksen alapohjiin ja välipohjiin hitsiliitoksilla (Lahdensivu et al. 2015, 57). Myös nämä liitokset voidaan sahata auki. Välitasanteen kiinnitystapa kantavaan paikallavalettuun betoniseinään ei selviä suunnitelmista.

Portaiden hyödyntämispotentiaali on hyvä, mikäli ne vain saadaan irrotettua, nostettua ja kuljetettua uuteen

käyttökohteeseensa ehjinä. Niiden kiinnikkeet joudutaan myös uusimaan. On myös huomioitava, että portaiden uudelleenkäyttö vaatii uudelta käyttökohteelta alkuperäistä vastaavaa kerroskorkeutta.

Kohdevierailun aikana ei päästy tutkimaan laajennusosan IV-konehuoneen teräsrakenteisia portaita, mutta detaljipiirustusten perusteella voidaan olettaa, että niillä on hyvä hyödyntämispotentiaali ja ne ovat purettavissa ja uudelleenkäytettävissä vastaavassa käyttötarkoituksessa.



**\*YP1 - LAAJENNUSOSA YLEENSÄ**

- 
- kuumasinkitty pelti 0,5 mm
- ruodelaudoitus 22x100 k150
- kattotuolit
- tuuletettu ilmatila
- TSL-50 mm
- IL- 2x100 mm
- höyrynsulkumuovi 0,2 mm
- ontelolaatta 265 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

**\*YP2 - LOIVAT KATOT**

- 
- kuumasinkitty pelti 0,5 mm
- ruodelaudoitus 22x100 k150
- vedeneriste, bituminen välikermi
- koolaus 50x50-100 k900 (kallistusten mukaan)
- vedeneriste, bituminen aluskermi
- raakaponttilauta 22x95
- koolaus (100+150) x50 k900 + TSL-30 ja IL-150
- koolaus 50x50 k600 + IL-50mm
- höyrynsulkumuovi 0,2 mm
- ontelolaatta 200 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

**YP3 - KERTOPUUKATOT**

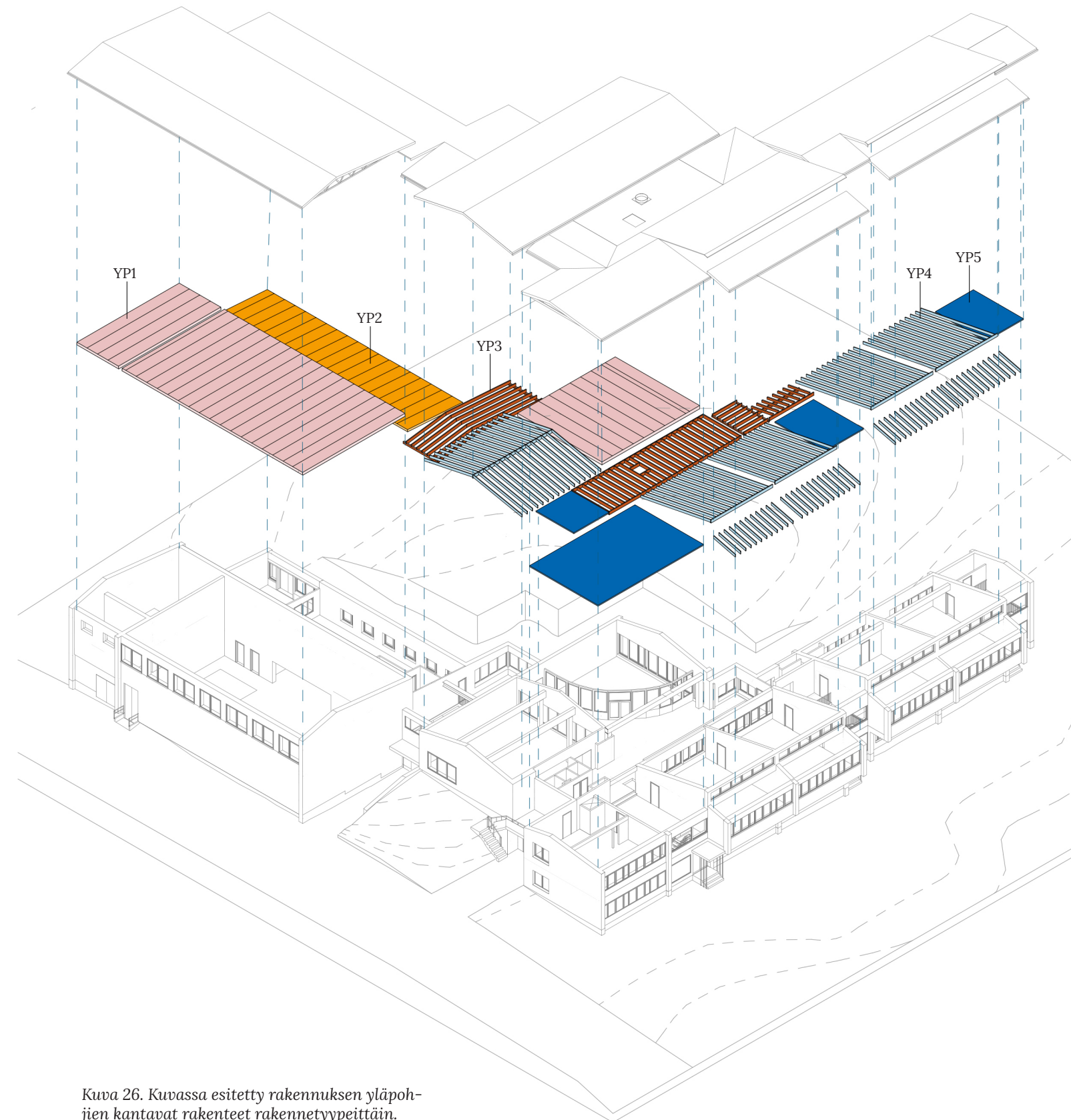
- 
- kuumasinkitty pelti 0,5 mm
- ruodelaudoitus 22x100 k150
- vedeneriste, bituminen välikermi
- koolaus 50x50-100 k600 (kallistusten mukaan)
- vedeneriste, bituminen aluskermi
- raakaponttilauta 22x95
- kertonpuupalkit 300x63 k600 + TSL-30 ja 2xIL-100
- höyrynsulkumuovi 0,2 mm
- koolaus 25x100 k600
- kipsilevy 13 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

**YP4 - LUOKKAHUONEET (VO)**

- 
- pelti
- ruodelaudoitus
- ilmarako 100 mm
- vuoraushuopa + huokoinen kuitulevy
- puukannattajat 200x100 mm
- tervapaperi
- lasivilla 100mm
- foliopintainen tervapaperi
- ponttilaudoitus
- kipsilevy 10mm + maali
- +

**YP5 - PALOERMANNOLLA (VO)**

- 
- Rakenteesta ei ole saatavilla rakennetyyppejä. Rakennushistorianselvityksen ja vuoden 1956 piirustusten perusteella yläpohjissa on betoninen paloermanto. Vesikatto aluskatteineen on todennäköisesti samankaltainen kuin YP4, eli:
- 
- pelti
- ruodelaudoitus
- ilmarako 100 mm
- vuoraushuopa + huokoinen kuitulevy
- +
- jonka jälkeen kattotuolit, kattoristikko, eristeet sekä betoninen paloermanto ja alaslaskettu katto.



Harmaalla värillä kursivoituna on esitetty yläpohjan vesikattorakenne, joka on kartoitettu erikseen vesikattojen yhteydessä.

\*Elementtirakenteinen yläpohja.

(VO)= Vanhan osan rakenne.

TSL= tuulensuoj levy. IL=lämmöneriste.

Kuva 26. Kuvassa esitetty rakennuksen yläpohjien kantavat rakenteet rakennetyypeittäin.

## Yläpohjien hyödyntämispotentiaali

Yläpohjien yhteydessä on kartoitettu yläpohjan rakenteet lukuun ottamatta vesikattorakenteita, joita käsitellään työssä erikseen alaluvussa 5.3.4.

Rakennuksen alkuperäisen osan yläpohjassa esiintyy kahta erilaista rakennetta. Porrashuoneiden ja luoteiskulman musiikkiluokan yläpohjissa (YP5) on betoninen palopermanto, jonka päällä ovat vesikattorakenteet. Yläpohjan rakenteesta ei ole saatavilla rakennetyyppejä. Yläpohjaa kannattelevaa paikalla valettua palopermantoa ei voida purkaa ehjänä, eikä se näin ollen ole uudelleenhyödynnettävissä.

Luokkahuoneiden yläpohjat (YP4) myötäilevät vesikattoa ja niiden kantavana rakenteena toimii puupalkkisto. Luokkahuoneissa ei ole erillistä vesikattoa kannattelevaa rakennetta. Vuonna 2014 tehdyn kattorakenteen kuntotutkimuksen perusteella luokkahuoneiden kattorakenteista on löytynyt ilmavuodoista syntyneitä kosteusvaurioita ja yhden luokkahuoneen katon tervapaperissa havaittiin myös mikrobivaurioita. Ei ole tietoa, onko rakenteita korjattu ja missä laajuudessa. Yksittäinen vaurio ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kaikki rakenteet olisivat käyttökelvottomia uudelleenkäytön näkökulmasta. Koska vesikattorakenne on kiinnitetty yläpohjan puupalkkistoon, saattaa palkeissa esiintyä paljon naulan reikiä. Reiät saattavat heikentää palkkien kantavuutta ja näin hankaloittaa niiden uudelleenkäyttöä kantavina rakenteina.

Laajennusosan yläpohjarakenteena on osittain kertospuupalkkisto ja osittain ontelolaattarakenne. Ontelolaatoilla on lähtökohtaisesti melko hyvä uudelleenkäyttöpotentiaali, kuten välipohjien yhteydessä on todettu. Purettaessa ontelolaattojen saumat tulee piikata auki ja samalla niiden väliset teräksiset kiinnikkeet joudutaan todennäköisesti katkaisemaan. Ontelolaatoilla on

riski vaurioitua niitä irrotettaessa ja irrottaminen vaatii luultavasti erillistä tuentaa (Lahdensivu et al. 2015, 66).

Myös laajennusosan puisten yläpohjarakenteiden (YP3) hyödyntämispotentiaaliin vaikuttaa niiden kunto, sekä se, kuinka paljon naulan reikiä niissä esiintyy. Kartoituksessa näitä asioita ei ole voitu tutkia. Yläpohjan rakennetyypistä selviää, että yläpohjapalkkeihin on naulattu kiinni vedeneristeen aluslaudoitus, minkä ansioista reikiä voi olla paljon. Reiät voivat heikentää palkkien kantavuutta ja näin vaikuttaa niiden uudelleenhyödynnettävyyteen vastaavassa käyttötarkoituksessa. Yläpohjien purkaminen saattaa myös olla työlästä. Palkkien hyödynnettävyys kantavana rakenteena tulisi arvioida rakenteen purkamisen yhteydessä. Ei-kantavissa rakenteissa niitä voidaan todennäköisesti hyödyntää ja reiät voidaan tilkitä.

Laajennusosan yläpohjissa olevia höyrynsulkumuoveja tai vanhan osan yläpohjan höyrynsulkuna toimivia tervapapereita ei voida hyödyntää uudestaan, sillä niiden purkaminen ehjänä ei ole mahdollista. Koolauksissa käytetty puutavara on melko pientä ja siinä esiintyy todennäköisesti paljon naulanreikiä, minkä takia sitä tuskin voidaan hyödyntää uudestaan. Hyödyntäminen tuskin olisi taloudellisestikaan kannattavaa, sillä nauhojen irrottaminen on hyvin työlästä ja irrottamisen yhteydessä ohut puutavara saattaa haljeta. Yläpohjissa käytettyjä tuulensuojalevyjä tuskin saadaan purettua ehjinä, kuten ei myöskään yläpohjan sisäpinnoissa käytettyjä kipsilevyjä. Purettu levyrakenteet sekä muuten hyödyntämiskelvoton puutavara voidaan kuitenkin kierrättää. Samaan tapaan kuin ulkoseinissäkin, yläpohjien lämmöneristeenä toimiva mineraalivilla, mikäli hyväkuntoista, voidaan kierrättää raaka-aineena uusille lämmöneristeille tai muille rakennustuotteille.

Yläpohjien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin					
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Yläpinnan bruttopinta-ala* (m <sup>2</sup> )	Mikrobivauriot	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
YP1 - Laajennusosa yleensä	1999	415		++	
YP2 - Loivat katot	1999	150		++	
YP3 - Kertopuukatot	1999	125		+	
YP4 - Luokka-huoneet (VO)	1956	320	X	+	Yhden luokan katossa havaittu mikrobivaurio + kosteuden aiheuttamaa tummumaa.
YP5 - Palopermannolla (VO)	1956	190		-	

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D-mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + Keskierto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.



Kuva 27. Liikuntasalin yläpohjan ontelolaattoja.



Kuva 28. Yläpohjia kannattelevia betonipalkkeja rakennuksen alkuperäisessä osassa.



### 5.3.3. Julkisivut

Julkisivujen yhteydessä on kartoitettu rakennuksen ei-kantavat ulkoseinät, ikkunat sekä ulko-ovet ja arvioitu niiden hyödyntämispotentiaalia. Samassa yhteydessä on arvioitu julkisivupintojen hyödyntämispotentiaalia.

Kottby lågstadieskolan julkisivuissa näkyy 50-luvun kouluarkkitehtuurille tunnusomaisia piirteitä, kuten massan vertikaalisuutta korostavat nauhamaiset ikkunat sekä toisen kerroksen ulokkeellisuus (Kantola et al. 2021). Rakennuksen laajennusosa sulautuu hyvin alkuperäiseen rakennukseen ja nopealla silmäyksellä on vaikea sanoa, missä laajennuksen ja alkuperäisen osa raja kulkee, sillä laajennusosan materiaalivalinnoissa ja massoitelussa on pyritty jäljittelemään alkuperäisen 50-luvun koulurakennuksen tyyliä (Kantola et al. 2021, 28).

Paikoittain julkisivuissa on ikkunoiden yhteydessä ruskea lomalaudoitus ja laajennusosan toissijaisten sisäänkäyntien, kuten teknisten tilojen sekä hätäpoistumisteiden yhteydessä julkisivuissa on käytetty vaaleaksi maalattua puupaneelia. Alkuperäisen osan toisen kerroksen ulkonevien luokkahuoneiden alapuolelle muodostuvien katosten alapinnassa on tummanruskea lomalaudoitus. Laajennusosan ulkoseinien alareunoissa on lautamuottipintainen betonivalu ja toisen kerroksen pitkän seinän sokkelin pinnassa on kuorielementti. Rakennuksen vesikatteena on käytetty vaaleanharmaaksi maalattua konesaumattua peltiä.

Rakennuksen sisäänkäyntejä suojaavat valkoiseksi maalatut, teräsrakenteiset katokset. Pääovet ovat kuultokäsiteltyä tammea ja niissä on kupariset potkupellit. Painikkeet ja vetimet ovat kromipintaisia. Rakennuksen porrashuoneissa on suuret ikkunat ja luok-

kahuoneissa sekä katon rajassa kulkevat koko seinän mittaiset nauhamaiset ikkunarivistöt. Ikkunakarmit ovat pääasiassa valkoisia puualumiinikarmeja tai täyspuisia, valkoiseksi maalattuja karmeja. Joitain alkuperäisen osan ikkunoita on uusittu vuoden 1987 muutostöiden yhteydessä ja todennäköisesti loput ikkunoista on uusittu vuoden 1999 perusparannuksen yhteydessä.

Erityisenä elementtinä julkisivussa on Outi Leinosen kolmiosainen keramiikkareliefi ”Lentoon”, jonka kaksi osaa ovat rakennuksen ulkopuolella ja yksi sisällä rakennuksessa. Teos kuuluu Helsingin taidemuseon kokoelmiin. (Kantola et al. 2021, 28.)

Alalukuun sisältyvät:

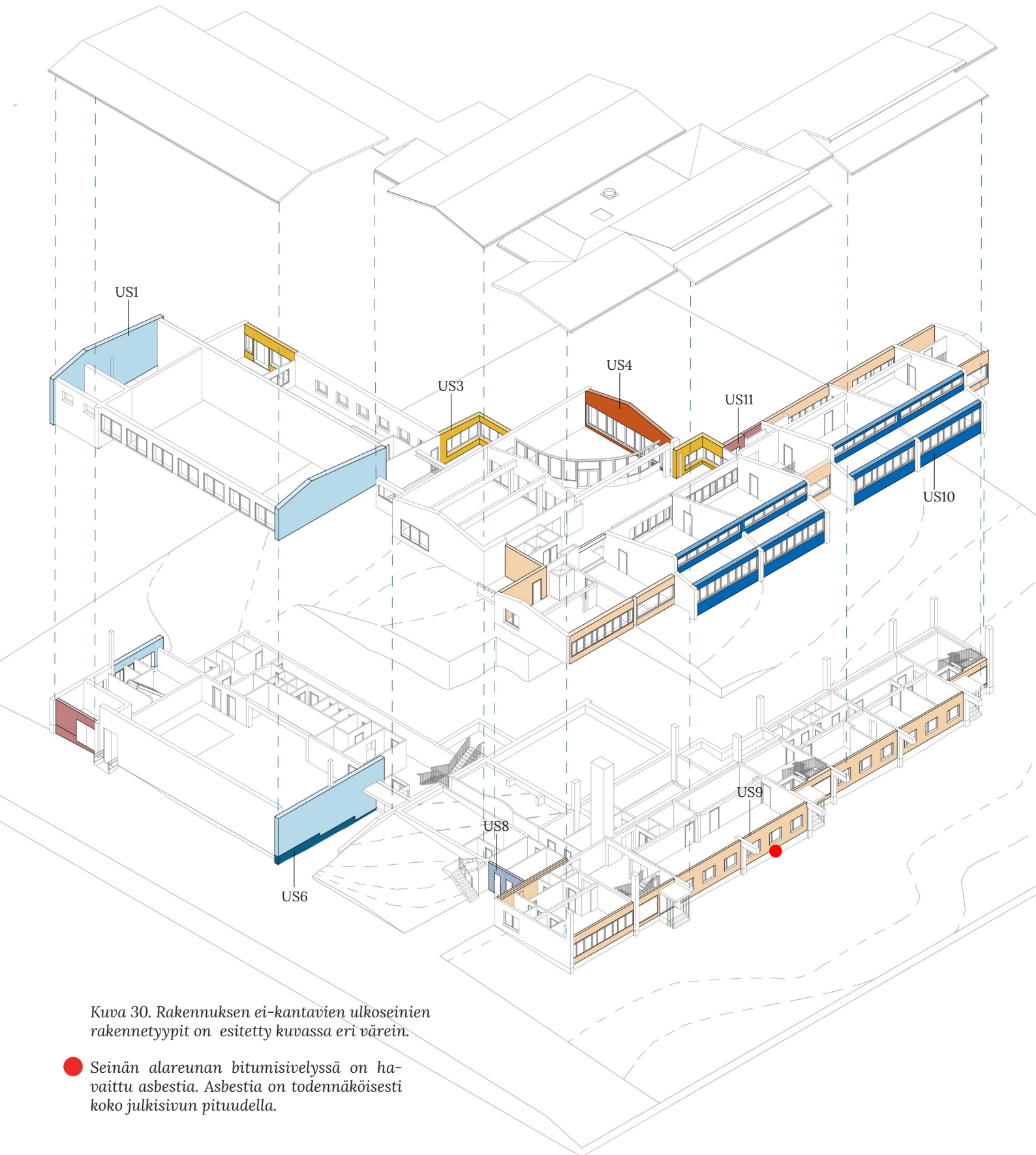
- Ei-kantavat ulkoseinät ja julkisivupinnat
- Ikkunat ja ulko-ovet



Kuva 29. Rakennuksen toisen kerroksen julkisivua.



## Ei-kantavat ulkoseinät



Kuva 30. Rakennuksen ei-kantavien ulkoseinien rakennetyypit on esitetty kuvassa eri värein.

● Seinän alareunan bitumisivelyssä on havaittu asbestia. Asbestia on todennäköisesti koko julkisivun pituudella.

## RAKENNETYYPI

### Ei-kantavat ulkoseinät

#### \*US1 - BETONI/TIILI

- rappaus 15 mm
- julkisivumuuraus (MRT 285x85x85) 85 mm
- tuuletusrako n.30 mm
- lämmöneristys 150 mm
- elementtiseinä 140–180 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

#### US8 - JÄTEHUONE

- pystylomalaudoitus
- vaakakoolaus 20 mm
- pystyrunko + lämmöneristys 95 mm
- tuulensuojalevy
- +

#### \*US6 - SEINÄN ALAOSA

- teräsbetoni 150 mm
- asennusvara 10 mm
- lämmöneristys 120 mm
- elementtiseinä 180 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

#### US3 - TIILI/TIILI

- rappaus 15 mm
- julkisivumuuraus (MRT 285x85x85) 85 mm
- tuuletusrako n.30 mm
- lämmöneristys 150 mm
- muuraus 130 mm
- pintamateriaali / käsittely
- +

#### US9 - ULKOSEINÄ (VO)

- rappaus noin 6 mm
- tasoite 20 mm
- kevytbetoni 170 mm
- betoni 160 mm
- bitumisively seinän alaosassa
- tasoite + maali 10 mm
- +

#### US11 - PANEELIPINTAINEN

Kyseisten seinien rakennetyyppi ei ole tiedossa. Se ei kuitenkaan ole sama kuin kantavissa seinissä esiintyvä paneelipintainen US7, vaan näiden seinien kantava rakenne on todennäköisesti puuta ja seinän ulkopinnassa on harmaaksi maalattu paneelointi. Vastaava paneelipintaista rakennetta esiintyy myös US3 - tiili/tiili-seinien ikkunoiden yläpuolella.

#### US4 - PUURAKENTEINEN

- lomalaudoitus
- vaakakoolaus 22x100 k600
- tuuletusrako, pystykoolaus 22x100 k600
- tuulensuojalevy 9 mm
- vaakakoolaus 100 mm + lämmöneristeys
- pystykoolaus 150x50 k1200 + vaakakoolaus 25x50 k600 + lämmöneristys
- muovikelmu 0,2 mm
- kipsilevy 13+12 mm
- pintamateriaali / käsittely

#### US10 - ERKKERI (VO)

- ulkoverhouslaudoitus
- lastuvillalevy kevytbetonimuotissa 100 mm
- betoni 190 mm
- tasoite + maali 25 mm
- +

(VO)= Vanhan osan rakenne.

\* Elementtirakenteinen seinätyyppi.



Kuva 31. Erkkerin julkisivupinnan lomalaudoitusta.



## Ikkunoiden ja ulko-ovien tyypit

### Ikkunat



Kuva 32. Ikkuna 3.



Kuva 33. Ikkuna 5.

- **Ikkuna 1**
  - 2-puitteinen MSE-ikkuna
  - kaksilasin eristyslaselementti + tavallinen lasi
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu-alumiini
- **Ikkuna 6**
  - 3-puitteinen ikkuna, josta keskimäinen puite avattavissa ulospäin
  - kaksilasin eristyslaselementti + tavallinen lasi
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu-alumiini
- **Ikkuna 2**
  - MEK-ikkuna
  - kaksi eristyslaselementtiä
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu
- **Ikkuna 5**
  - nauhamainen MEK-ikkuna, jossa kaksi eristyslaselementtiä
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu/puu-alumiini
- **Ikkuna 3**
  - 2-puitteinen, kiinteä ikkuna
  - kaksilasin eristyslaselementti + tavallinen lasi
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu-alumiini
- **Ikkuna 7**
  - neliosainen ikkuna, jossa kolme kiinteää lasiosaa ja yksi avettava tuuletusikkuna
  - kiinteissä osissa kaksi eristyslaselementtiä
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu
- **Ikkuna 4**
  - useampi puitteinen nauhamainen ikkuna, jossa myös avautuvia tuuletusluukkuja
  - kaksilasin eristyslaselementti + tavallinen lasi
  - U-arvo:  $\leq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
  - karmi: puu-alumiini

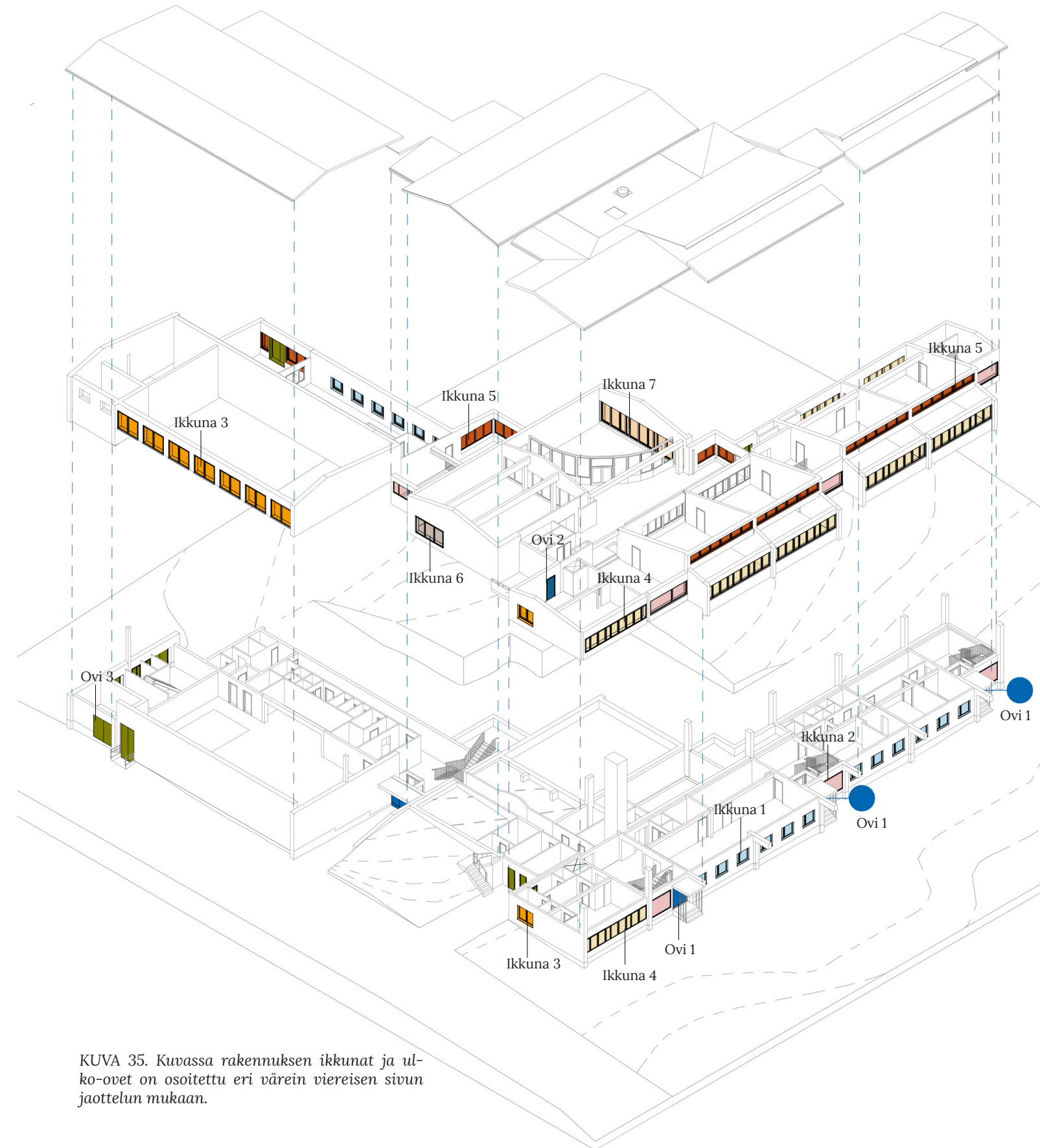
### Ulko-ovet

- **Ovi 1**
  - tammipaneelipintainen pariovi, jossa kupariset potkupellit
- **Ovi 1**
  - entisen huoltomiehen asunnon paneelipintainen ykslehtinen ulko-ovi
- **Ovi 3**
  - huolto/hätäpoistumistieovi
  - maalattu paneelipinta (ruskea/valkoinen)



Kuva 34. Yksi rakennuksen pääovista.

## Ikkunat ja ulko-ovet



KUVA 35. Kuvassa rakennuksen ikkunat ja ulko-ovet on osoitettu eri värein viereisen sivun jaottelun mukaan.

## Ei-kantavien ulkoseinien ja julkisivupintojen hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen ei-kantavien ulkoseinien hyödyntämispotentiaalia voidaan arvioida samalla logiikalla kuin kantavien ulkoseinien. Lähtökohtaisesti paikallavalettuja ja kevytbetonisia ulkoseiniä ei voida hyödyntää uudelleen. Sen sijaan laajennusosan betonisia sisäkuorielementtejä voi olla mahdollista hyödyntää alkuperäistä vastaavassa käyttötarkoituksessa, mutta kuten laajennusosan kantavien seinäelementtienkin, on niiden purkaminen työstä ja elementtien epäsäännönmukainen koko ja vähäinen määrä hankaloittavat niiden uudelleenkäyttöä.

Rakennuksen laajennusosassa on lisäksi muutama ei-kantava ulkoseinä, jossa on sisä- ja ulkopuolinen muurattu tiilirakenne. Seinien muurausta on vaikea purkaa ehjänä, johtuen nykyisin käytetystä sementtipohjaisesta laastista. Toisaalta seinien purkaminen suuremmissa paloissakaan ei ole kannattavaa, sillä suurin osa seinien pinta-alasta on ikkunaa. Näin ollen niiden hyödyntämispotentiaali on huono.

Lauta- ja paneeliverhousien uudelleenhyödyttäminen lienee myös haastavaa, johtuen naulojen aiheuttamista rei'istä sekä siitä, että verhousta voi olla vaikea irrottaa ehjänä. Lisäksi julkisivujen paneeli- ja lautaverhousien puutavara on jo nyt melko lyhyttä ja reikäisten tai naulojen irrotuksen yhteydessä haljenneiden osien leikkaaminen pois lyhentäisi puutavaraa entisestään. Vastaavat uudet materiaalit ovat myös melko halpoja, kun taas purkaminen tulee toteuttaa käsityönä, minkä takia verhouksen purkaminen ehjänä ei näyttäytyä taloudellisesti kovin houkuttelevana.

## Ikkunoiden ja ulko-ovien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen ikkunat ovat pääasiassa kaksi- tai kolmeputteisia puu-alumiini-ikkunoita, joiden sisäpuolella on eristyslaselementti. Rakennuksessa on myös jonkin verran kiinteitä ikkunoita, joissa on kaksi eristyslaselementtiä ja joiden karmit ovat täyspuiset. Koska ikkunat ovat yli kaksikymmentä vuotta vanhoja, niiden lämmönläpäisykertoimet eivät vastaa nykyisin ikkunoille asetettuja vertailuarvoja, mikä tekee niiden uudelleenkäytöstä vastaavassa käyttötarkoituksessa haastavaa.

Osa alkuperäisen osan ikkunoista on uusittu vuonna 1987. Laajennusosan ikkunat lienevät vuodelta 2000, jolloin myös loput vanhan osan ikkunoista on todennäköisesti uusittu. Vuosien 1985–2003 välillä ikkunan U-arvon vertailuarvo oli 2,1 W/mk<sup>2</sup>, kun taas nykyään se on 1,0 W/mk<sup>2</sup> (Ympäristöministeriö 2018, 11). Ikkunoiden uudelleenkäytöstä aiheutuva lämpöhäviö voitaisiin kompensoida muin keinoin, kuten siniä lisäeristämällä, mutta se ei ole järkevää koko rakennuksen ikkunoiden osalta. Ikkunoita, joissa on kaksi eristyslaselementtiä, voisi myös esimerkiksi hyödyntää osana uutta ikkunaelementtiä, jossa vanhojen eristyslaselementtien lisäksi käytettäisiin lämmöneristävyydeltään parempia, uusia ikkunalaseja ja tätä kautta voitaisiin parantaa niiden lämmönläpäisykertoimia.

Ikkunakarmeja voi myös olla mahdollista hyödyntää uudelleen niin, että lasiosat vaihdetaan. Paksumpien lasien asentaminen nykyisten, ohuempien lasien tilalle ei kuitenkaan välttämättä ole mahdollista, sillä ikkunapuitteet on suunniteltu kestämään tietyn painoisia laseja (Addis 2006, 152) ja lisäksi lasien vaihto ei välttämättä merkittävästi paranna ikkunan lämmöneristävyyttä.

Ei-kantavien ulkoseinien hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin

Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Bruttopinta-ala ulkopinnalla* (m <sup>2</sup> )	Haitta-aineet	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
US1 - Betoni/tiili	1999	200		++	
US3 - Tiili/tiili	1999	35		-	Seinäpinnasta valtaosa on ikkunaa.
US4 - Puurakenteinen	1999	45		-	
US8 - Jätehuone	1999	10		-	
US9 - Ulkoseinä (VO)	1956	165		-	
US9 - Ulkoseinä (VO)	1956	150	X	-	Seinän alareunan bitumisiveilyssä on havaittu asbestia.
US10 - Erkkeri (VO)	1999	150		-	
US11 - Ei-kantava paneelipintainen	1999	20		-	

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D-mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

**+++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**+ Keskierto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

**- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

Helpoin tapa hyödyntää ikkunoita on sisätiloissa tilanjakajina, kuten rakennuksessa on jo nyt tehty, kun laajennusosa on rakennettu vanhan osan kylkeen. Tällöin väliseinät tulisi suunnitella niin, että niiden paksuus vastaa ikkunoiden karmien syvyyttä.

Rakennuksen pääovet ovat lakattua tammea ja huolto-tiloihin johtavat ovet ovat puupaneelipintaisia ja harmaaksi maalattuja. Ulko-oville on asetettu myös lämmönläpäisykerrointen vertailuarvot, mutta toisin kuin ikkunoiden kohdalla, ovien vertailuarvot ovat olleet tiukemmat rakennuksen laajennuksen valmistumisen aikaan vuonna 2000, kuin nykyään. Tuolloin ovien umpiosalle asetettu U-arvon vertailuarvo oli 0,70 W/mk<sup>2</sup>, kun nykyään ovien vertailuarvo on 1,0 W/mk<sup>2</sup> (Lahdensivu et al. 2015, 50; Ympäristöministeriö 2018, 11–12). U-arvon kannalta ainakin laajennuksen ulko-ovet

vastaavat siis todennäköisesti nykyvaatimuksia. Ennen vuotta 1976 ulko-ovilla ja ikkunoille ei ollut olemassa vertailuarvoja (Lahdensivu et al. 2015, 50) ja näin ollen alkuperäisen osan ulko-ovien lämmönläpäisykertoimia on vaikea arvioida. Ovien kokonaispinta-ala on kuitenkin melko pieni suhteessa rakennuksen julkisivupinta-alaan ja ovien kautta kulkeva lämpöhäviö on vähäinen ja siten helppo kompensoida. Tuulikaappi toimii myös tietynlaisena lämmöneristeenä sisä- ja ulkotilan välillä.

Rakennuksen kaksilehtiset ulko-ovet ovat lisäksi riittävän leveitä täyttämään nykyiset esteettömyysvaatimukset ja ovatkin uudelleenhyödynnettävissä useissa erilaisissa kohteissa. Uudelleenkäyttöä helpottaa, jos oven alkuperäiset karmit saadaan myös irrotettua ja siirrettyä uuteen kohteeseen.



#### 5.3.4. Vesikatot ja ulkotasot

Vesikatot on rajattu kartoituksessa vesikatteisiin, aluskatteisiin ja niitä kannatteleviin rakenteisiin. Vesikattovarusteita tai räystäsrakenteita ei ole kartoitettu. Vesikattorakenteiden alapuoliset yläpohjarakenteet on kartoitettu aiemmin kantavan rungon yhteydessä. Katoksia rakennuksessa on pääsisäänkäyntien yhteydessä ja yksi ulkotaso ja katos entisen talonmiehen asunnon sisäänkäynnin yhteydessä.

Rakennuksen vesikatteena toimii pääosin konesaumattu pelti, joka on kiinnitetty ruodelaudoituksen välityksellä alapuolisiin kattokannattajiin tai kattoristikoihin. Kattopellit on saumattu yhteen ja kiinnitetty alapuoliseen ruodelaudoitukseen saumojen väliin jäävillä kiinnikkeillä. Vanhan osan kate on uusittu todennäköisesti jossain vaiheessa, sillä silmämääräisesti se vaikuttaa melko hyväkuntoiselta. Katossa on myös pieni tasainen osa, jossa katteena on bitumikermi.

Vanhan osan sisääntulokatokset on tehty vuoden 1987 peruseräparannuksen yhteydessä ja niillä on yksinkertainen rakenne, joka muodostuu sinkitystä teräslevystä ja muottivanerista. Katokset on kannatettu osittain rakennuksen ulkoseinistä ja osittain valkoiseksi maalatuin teräspilarein. Teräspilareiden alapäät on pultattu kiinni pääsisäänkäyntien kiviportaisiin. Uuden osan teräsrakenteinen sisääntulokatos on kannatettu rakennuksen ulkoseinistä.

Talonmiehen sisäänkäynnin huoltotasanne on teräsbetonirakenteinen ja sen yläpinnassa on vedeneristeenä bitumikermi. Talonmiehen sisäänkäynnin yläpuolella on pieni sisääntulokatos, joka on myös tehty teräslevystä ja muottivanerista. Katos on kannatettu rakennuksen seinästä.



Kuva 36. Rakennuksen vesikate on pääosin konesaumattua peltiä.



## RAKENNETYYYPIT

### Vesikatot (yläpohjat)

- YP1 - LAAJENNUSOSA YLEENSÄ**
- - kuumasinkitty pelti 0,5 mm
  - ruodelaudoitus 22x100 k150
  - kattotuolit
  - tuuletettu ilmatila
  - TSL-50 mm
  - IL- 2x100 mm
  - höyrynsulkumuovi 0,2 mm
  - ontelolaatta 265 mm
  - pintamateriaali / käsittely
  - +

- YP2 - LOIVAT KATOT**
- - kuumasinkitty pelti 0,5 mm
  - ruodelaudoitus 22x100 k150
  - vedeneriste, bituminen välikermi
  - koolaus 50x50-100 k900 (kallistusten mukaan)
  - vedeneriste, bituminen aluskermi
  - raakaponttilauta 22x95
  - koolaus (100+150) x50 k900 + TSL-30 ja IL-150
  - koolaus 50x50 k600 + IL-50mm
  - höyrynsulkumuovi 0,2 mm
  - ontelolaatta 200 mm
  - pintamateriaali / käsittely
  - +

- YP3 - KERTOPUUKATOT**
- - kuumasinkitty pelti 0,5 mm
  - ruodelaudoitus 22x100 k150
  - vedeneriste, bituminen välikermi
  - koolaus 50x50-100 k600 (kallistusten mukaan)
  - vedeneriste, bituminen aluskermi
  - raakaponttilauta 22x95
  - kertonpuupalkit 300x63 k600 + TSL-30 ja 2xIL-100
  - höyrynsulkumuovi 0,2 mm
  - koolaus 25x100 k600
  - kipsilevy 13 mm
  - pintamateriaali / käsittely
  - +

- YP4 - LUOKKAHUONEET (VO)**
- - pelti
  - ruodelaudoitus
  - ilmarako 100 mm
  - vuoraushuopa + huokoinen kuitulevy
  - puukannattajat 200x100 mm
  - tervapaperi
  - lasivilla 100mm
  - foliopintainen tervapaperi
  - ponttilaudoitus
  - kipsilevy 10mm + maali
  - +

- YP5 - PALOERMANNOLLA (VO)**
- - Rakenteesta ei ole saatavilla rakennetyyppeä. Rakennushistorianselvityksen ja vuoden 1956 piirustusten perusteella yläpohjissa on betoninen palopermanto. Vesikatto aluskatteineen on todennäköisesti samankaltainen kuin YP4, eli:
  - 
  - pelti
  - ruodelaudoitus
  - ilmarako 100 mm
  - vuoraushuopa + huokoinen kuitulevy
  - +
  - jonka jälkeen kattotuolit, kattorisikko, eristees sekä betoninen palopermanto ja alaslaskettu katto.

Vesikattorakenteet esitetty mustalla. Harmaalla kursivoituna on esitetty muut yläpohjarakenteet. TSL= tuulensuojalevy. IL=lämmöneriste.

### Ulkotasot

- KATOS 1 (VO)**



Kuva 37. Alkuperäisen osan katos.

- KATOS 2**



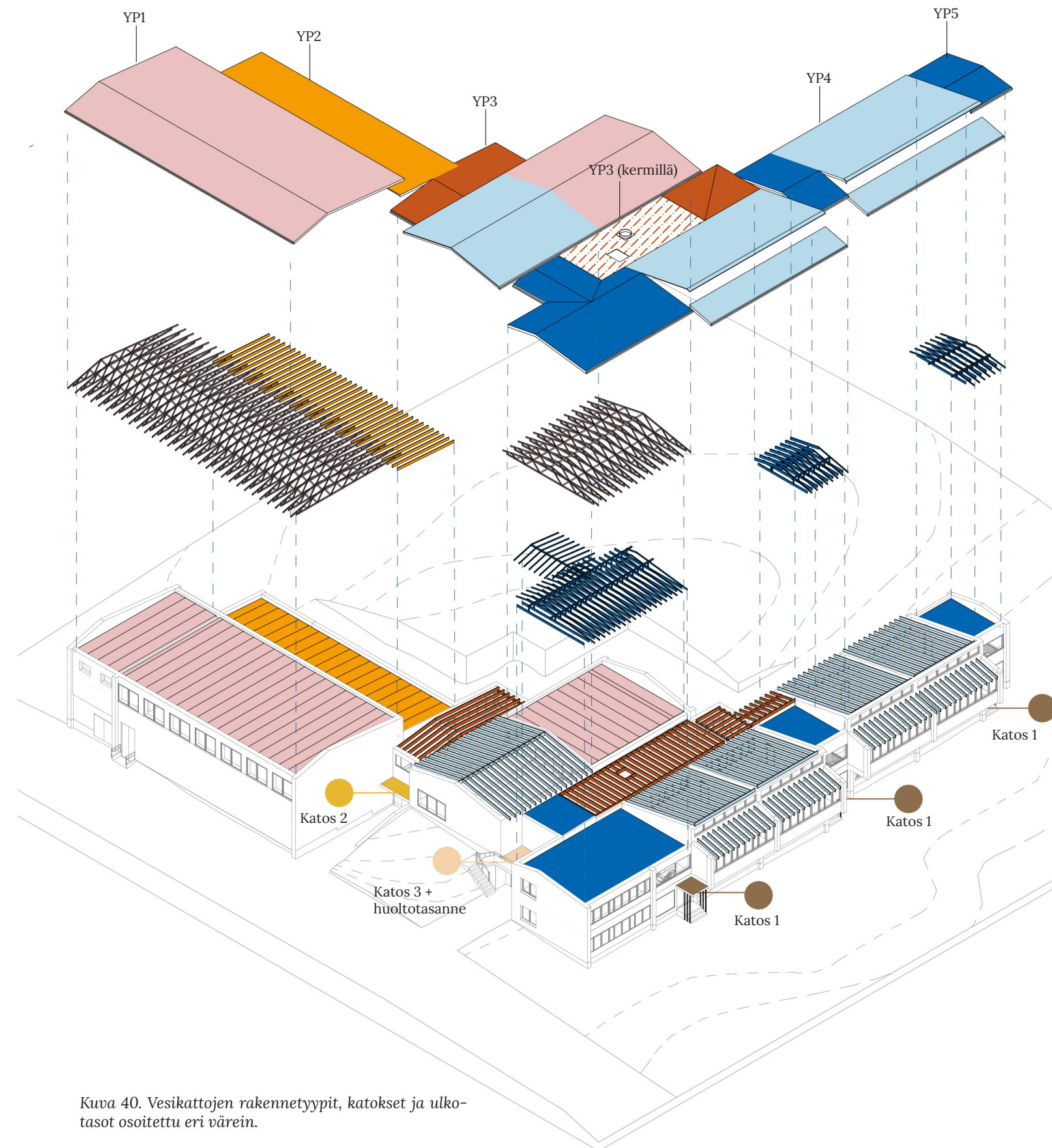
Kuva 38. Laajennusosan katos.

- KATOS 3 + HUOLTOTASANNE (VO)**



Kuva 39. Huoltotasanne ja katos.

## Vesikatot ja ulkotasot



Kuva 40. Vesikattojen rakennetyypit, katokset ja ulkotasot osoitettu eri värein.



## Vesikattojen hyödyntämispotentiaali

Alkuperäisen osan luokkahuoneissa vesikaton alla on ruodelaudoitus, vedeneristeenä vuoraushuopa ja tuulensuojana huokoinen kuitulevy (YP4). Yläpohja myötäilee vesikattoa ja vesikatteella ei ole erillistä kantavaa rakennetta, vaan se on kannatettu yläpohjan kantavana rakenteena toimivista kattokannattajista. Vesikaton alapuolisten vesikattorakenteiden hyödyntämispotentiaalin voidaan olettaa olevan huono, sillä ruodelaudoituksessa esiintyy mitä luultavimmin runsaasti naulanreikiä ja aluskatteena olevaa vuoraushuopaa ja sen alapuolista huokoista kuitulevyä ei saada purettua ehjänä.

Porrashuoneiden ja luoteiskulman luokkahuoneen vesikattoa (YP5) kannattelee paikalla rakennettu kattoristikko ja kattokannattajat. Ristikön todellista rakennetta ei ole ollut mahdollista selvittää kartoituksessa. Todennäköisesti rakenteet on kuitenkin kiinnitetty yhteen perinteiseen tapaan lovetuksin ja nauloin. Vanhoissa kattorakenteissa naulat ovat olleet usein ylipitkiä ja siksi taitettu rakenteen toiselta puolelta (Huuhka et al. 2018, 38), joka voi tehdä liitosten purkamisesta haasteellista ja vaikuttaa näin negatiivisesti ristiköiden hyödynnettävyyteen.

Laajennusosassa vesikaton alla on ruodelaudoitus ja vedeneristeet sekä kattoa kannattelemassa joko naulalevyristikot tai katon muotoa myötäilevät kattokannattajat. Puuristikot kiinnitetään mekaanisesti yksitellen kantavaan runkoon, joten liitokset ovat myös purettavissa (Huuhka et al. 2018, 27). Puuristikot optimoidaan aina kyseiseen käyttötarkoitukseen ja uuden käyttökohteen vesikattorakenteen kuormien tulisi näin vastata alkuperäistä (Huuhka et al. 2018, 27). Lisäksi ristikko tulisi siirtää sellaisenaan uuteen käyttökohteeseen, sillä naulalevyliitosten purkaminen rikkomatta

liitintä ja liitettäviä osia on todennäköisesti mahdotonta (Huuhka et al. 2018, 36). Ristiköiden käsittelyssä tulisi olla erityisen tarkka, sillä niiden pitkälle viedyn optimoinnin takia ne saattavat rikkoutua helposti (Huuhka et al. 2018, 38). Kattoristikön todellista rakennetta ei ole ollut mahdollista selvittää kartoituksessa ja edellisen sivun kuvassa esitetty rakenne on vain esimerkki.

Uuden ja vanhan osan välisessä tasakatossa vesikatteenä on bitumikermi. Rakenteelle ei ole olemassa erillistä rakennetyyppejä. Kermikatteita ei voida käyttää uudelleen, sillä kermit yleensä kiinnitetään toisiinsa sekä alusrakenteeseen liimaamalla tai hitsaamalla, mikä tekee niiden irrottamisesta ehjänä mahdotonta. Haitta-ainekartoituksessa bitumikermitteissä ei havaittu asbestia ja se voidaan kierrättää.

Vesikattorakenteissa on käytetty myös paljon puutavaraa, jonka hyödyntäminen uudestaan lienee kuitenkin vaikeaa johtuen sen pienestä koosta ja runsaista naulan rei'istä. Samasta syystä kuin ei kermikatteitakaan, ei vedeneristeenä toimineita bitumikermejä voida käyttää uudestaan.

Rakennuksen peltikatteeseen kohdistuu paljon erilaisia rasituksia, kuten korkeita lämpötiloja, sadetta, lumikuormaa, pakkasta ja tuulta sekä ilman mukana liikkuvia kemiallisia rasituksia, joka voi aiheuttaa korroosioita. Katolle kuitenkin voidaan antaa jopa kymmenen vuoden takuu, jolloin sen tulisi kestää huomattavasti pidempään. (Keppo 2002, 8–9.) Voidaan siis olettaa, että ainakin laajennusosan peltikatto on vielä melko hyvässä kunnossa. Useiden kattovalmistajien sivuilla peltikaton tekniseksi käyttöäksi arvioidaan noin 30–50-vuotta.

## Vesikattojen ja vesikattorakenteiden hyödyntämispotentiaali rakennetyypeittäin

Rakenteen kuvaus	Rakennus-vuosi	Yläpinnan bruttopinta-ala* (m <sup>2</sup> )	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
YP1 - Laajennusosa yleensä	1999	415	++	Kattoristikot ja vesikate hyödynnettävissä.
YP2 - Loivat katot	1999	150	+	Vesikattorakenteesta lähinnä vesikate on hyödynnettävissä.
YP3 - Kertopuukatot	1999	55	+	Vesikattorakenteista lähinnä vesikate on hyödynnettävissä.
YP3 - Kermikatteella	1999	70	-	
YP4 - Luokkahuoneet	1956	320	+	Vesikatteet todennäköisesti uusittu rakentamisen jälkeen, vesikattorakenteista lähinnä vesikate on hyödynnettävissä.
YP5 - Palopermannolla	1956	190	+	Vesikatteet todennäköisesti uusittu rakentamisen jälkeen, vesikattorakenteista lähinnä vesikate on hyödynnettävissä.

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D -mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ **Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ **Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + **Keskiverto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- **Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.

## Ulkotasojen hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen vanhan osan sisäänkäyntien katokset ovat silmämääräisesti melko huonossa kunnossa, vannerin alapinnan maali on halkeillut ja teräsosissa esiintyy ruostetta. Katosten hyödyntäminen sellaisenaan ei ole järkevää.

Laajennusosan uudempi sisääntulokatos voi olla hyödynnettävissä uudelleen, mikäli se saadaan purettua ehjänä. Vesikatteenä toimiva bitumikermi joudutaan tällöin kuitenkin uusimaan. Etenkin katoksen alapinnan teräspaneelit ovat todella hyväkuntoiset ja todennäköisesti kiinnitetty ruuvein, jolloin ne ovat myös helposti purettavissa ja hyödynnettävissä uudelleen vastaavassa käyttötarkoituksessa.

Talonmiehen sisäänkäynnin yhteydessä olevaa teräsbetonista ulkotasoja ei voida hyödyntää uudelleen.





- Alalukuun sisältyvät:
- Ei-kantavat väliseinät
  - Sisäikkunat, ovet ja kaiteet

## 5.4 Tilaosat

### 5.4.1 Tilan jako-osat

Kartoituksessa tilan jako-osiin lukeutuvat väliseinät, väliovet, sisäikkunat ja kaiteet.

Rakennuksen ei-kantavista väliseinistä suurin osa on muurattuja tiili- tai kahiharkkoseiniä. Vanhassa osassa on joitain puurankarunkoisia seiniä ja laajennusosassa muutamia betoni- ja teräsrakenteisia seiniä. Rakennuksen ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa laajennusosan ja alkuperäisen osan välissä on massiivinen väliseinä, joka on toiminut alun perin rakennuksen ulkoseinänä. Seinistä on poistettu rappaus, jonka jälkeen se on todennäköisesti putsattu ja maalattu. Väliseinissä olevat ikkunat ovat vanhoja ulkoikkunoita, joista on poistettu vesipellit.

Seuraavan sivun räjäytyskuvassa esitetyt ei-kantavien väliseinien rakennetyypit ovat osittain vain arvauksia, sillä kaikkien ei-kantavien väliseinien tyypit eivät käy ilmi rakennuksen piirustuksista ja niille on annettu rakennetyypeissä vaihtoehtoisia ratkaisuja, joita on todennäköisesti sovellettu työmaalla.

Alkuperäisen osan käytävien väliovet ovat pääasiassa lasiaukollisia puuovia, joissa on kupariset potkupellit. Tuulikaappien ja sisätilojen väliset ovet ovat täystammissa lasiaukollisia pariovia ja myös niissä on kupariset potkupellit. Luokkahuoneiden ovet ovat pääosin täyspuisia, maalaamattomia ovia. Toisen kerroksen yhdessä luokkahuoneessa on kaksilehtinen lasiaukollinen tammiovi. Alkuperäisen osan vanhat huolto- ja wc-tiloihin johtavat ovet ovat puisia ja valkoiseksi maalattuja. Uudemmat ovet ovat laminaattipintaisia. Lisäksi alkuperäisessä osassa on kaksi tilanjakajina toimivaa haitariovea.

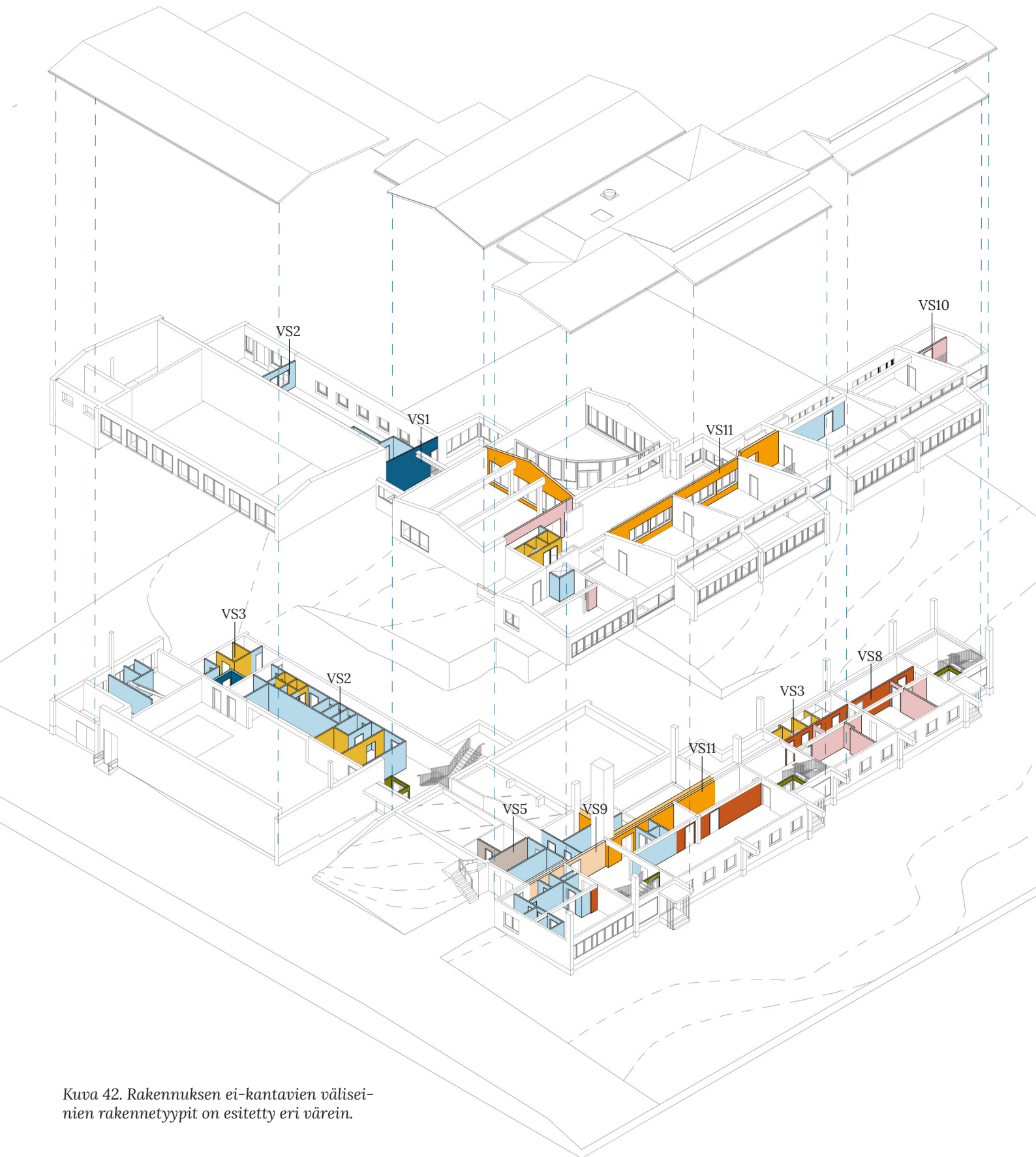
Laajennusosan porraskäytävän ja alkuperäisen osan välillä kulkee palo-osastojen raja. Palo-osastojen välillä olevat ovet ovat lankalasein varusteltuja teräksisiä palo-ovia. Myös laajennusosan tuulikaapin ovi on tamminen, kuparisin potkupellein varusteltu ovi. Liikuntasalin pariovi on tammaa ja urheiluvälinevarastoa liikuntasalista rajaavat massiivipuiset, kiskolla kulkevat liukuovet. Muutoin laajennusosan väliovet ovat pääasiassa valkoisella laminaatilla päällystettyjä puuovia. Yksi pukuhuoneista toimii väestönsuojana ja tilassa on massiivinen suojaovi.

Kartoituksessa ovet on jaettu karkeasti lasiaukollisiin puuoviin, valkoiseksi maalattuihin tai laminaattipintaisiin puisiin välioviin, lasiaukollisiin laminaattipintaisiin oviin, palo-oviin sekä maalamattomiin puuoviin. Haitariovet sekä liikuntasalin varaston ovet on nostettu esiin erikseen. Rakennuksessa on lisäksi joitain sähkökaappien ovia, joita kartoituksessa ei ole huomioitu.

Vanhojen ulkoikkunoiden lisäksi rakennuksessa on myös muita sisäikkunoita. Teknisissä tiloissa eri työtilojen välillä on ikkunoita, joissa on kapeat puukarmit. Tuulikaappien ja aulatilojen välillä on vastaavanlaisia ikkunoita. Laajennusosan toisen kerroksen luokkatilassa on tilanjakajana järjestelmäseinätyyppinen ratkaisu, jossa on korkeat, liki kahden metrin ikkunat. Niin alkuperäisessä kuin laajennusosassakin, portaikkojen yhteydessä olevat kaiteet ovat valkoiseksi maalattuja teräskaitteita, joissa on puiset käsijohtimet. Laajennusosan portaikoissa on lisäksi aulan ikkunan ja portaan välillä tammella pinnoitettuja sälemäisiä teräskaitteita, jotka ovat mielenkiintoinen yksityiskohta rakennuksen arkkitehtuurissa.



## Ei-kantavat väliseinät



Kuva 42. Rakennuksen ei-kantavien väliseinien rakennetyypit on esitetty eri värein.

## RAKENNETYYYPIT

### Ei-kantavat väliseinät

#### \*VS1 - BETONI

- pintakäsittely
- teräsbetoni/väliseinäelementti 140-200mm
- Pintakäsittely

#### VS2.1 - KAHITIILISEINÄ

- pintamateriaali / käsittely
- kahitiili 85-130mm + laasti
- pintamateriaali / käsittely

#### VS2.1 - KAHIHARKKOSEINÄ

- pintamateriaali / käsittely
- kahiharkko 600x85x198mm + laasti
- pintamateriaali / käsittely

#### \* VS2.3 - KEVYTBETONIELEMENTTISEINÄ

- pintamateriaali / käsittely
- kevyt betonielementti 92mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VS3 - MÄRKÄTILA

- laatoitus + laasti
- silveltävä vedeneristys
- kahitiili 85-120mm + laasti
- pintamateriaali / käsittely

#### VS5 - TERÄSRANKASEINÄ

- pintamateriaali / käsittely
- kipsilevy 13+12mm
- Gyproc-ranka 70mm k600 + eristys
- kipsilevy 13+12mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VS6 - TERÄSRANKASEINÄ, MÄRKÄTILA

- laatoitus + laasti
- silveltävä vedeneristys
- kipsilevy 2x13mm
- Gyproc-ranka 70mm k600 + eristys
- kipsilevy 2x13mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VS8 - TIILISEINÄ (VO)

- pintamateriaali / käsittely
- reikätiili 85mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VS9 - TERÄSBETONI (VO)

- pintakäsittely
- teräsbetoni/ Tiili 200 mm
- pintakäsittely

#### VS10 - PUURAKENTEINEN (VO)

- pintamateriaali / käsittely
- kipsilevy 12mm
- puurunko 95x45mm + eriste
- kipsilevy 12mm
- pintamateriaali / käsittely

#### TUULIKAAPPI

- pintamateriaali / käsittely
- puurunko n.50mm
- pintamateriaali / käsittely

#### VS11 - VANHA ULKOSEINÄ (VO)

- rakennuksen alkuperäisen osan ja laajennusosan välillä on väliseiniä, jotka ovat ennen toimineet ulkoseinäinä. Nämä seinät ovat paikallavalettuja teräsbetoniseiniä. Ensimmäisessä kerroksessa seinän rakenne vastaa ulkoseinien rakennetyypä KS4 ja toisessa kerroksessa rakennetyypä US9 (kts. s.65). Toisessa kerroksessa seinän ulkopinnan rappaus on poistettu, jonka jälkeen seinä on todennäköisesti puhdistettu ja maalattu.

\* Elementtirakenteiset seinätyypit.

(VO)= Vanhan osan rakenne.

VS2.1, VS2.2 ja VS2.3 ovat vaihtoehtoisia väliseinäratkaisuja. Ei ole tietoa siitä, mitä rakennetyypä on käytetty missäkin seinässä.

## Ei-kantavien väliseinien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen alkuperäisen osan vanhat väliseinät ovat pääasiassa muurattuja reikätiiliseiniä tai puurakenteisia seiniä. Kuten muissakin rakennuksen osissa, tiiliseinän muurauksessa on käytetty todennäköisesti sementtipohjaista laastia, joka on niin lujaa, että tiilien irrottaminen ehjänä lienee mahdotonta. Puurakenteisten väliseinien puurankoja on tuskin myöskään mahdollista purkaa ehjänä ja niissä todennäköisesti esiintyy paljon naulanreikiä, mikä hankaloittaa niiden uudelleenkäyttöä. Sisäseinien pinnoissa olevat kipsilevyt voidaan kierrättää raaka-aineena uusille levyille, sillä kipsilevyvalmistajat kuten Gyproc, valmistavat levyjä kierrätyskipsistä. Puurunkoisissa väliseinissä on todennäköisesti käytetty myös äänen eristeenä jotain eristevillaa. Kuivissa sisätiloissa ollut villa on todennäköisesti melko hyväkuntoista ja se on mahdollista kierrättää.

Rakennuksen laajennusosan ja alkuperäisen osan väliset entiset ulkoseinät ja kellarinseinät on tehty paikalla valetusta betonista ja tiilestä. Niiden hyödyntämispotentiaali on sama kuin vastaavien ulkoseinien US9 ja KS4, eli melko huono.

Laajennusosassa ei-kantavat väliseinät ovat joko kahitiiliseiniä, kahiharkkoseiniä tai betonielementtiseiniä. Lisäksi laajennuksessa on muutamia teräsrankaseiniä. Saatavilla olevista dokumenteista ei kuitenkaan käy ilmi, missä väliseinässä on käytetty mitään materiaalia, vaan eri rakenteet on esitetty suunnitelmissa vaihtoehtoisina. Vuoden 1999 rakennesuunnitelmien elementtikaavioissa on vain yksi ei-kantava elementtirakenteinen väliseinä, joka todennäköisesti on ainoa laatuaan.

Kahiharkko- ja kahitiiliseinien muurauksissa on käytetty sementtipohjaista laastia, joten seinien purkamisessa on samoja ongelmia kuin muiden rakennuksen muurattujen rakenteiden purkamisessa. Harkkoseinien hyödyntämispotentiaali muussa, kuin maantäytöissä on näin ollen huono. Teräsrankarunkoiset seinät on kiinnitetty yhteen ruuvein, jolloin rakenne on mahdollista purkaa osiin ja käyttää uudelleen. Seinien sisällä olevat eristeet sekä niiden pinnoissa käytetyt kipsilevyt on mahdollista kierrättää.

Ei-kantavien väliseinien hyödyntämispotentiaali rakennustyypeittäin					
Rakenteen kuvaus	Rakennusvuosi	Bruttopinta-ala ulkopinnalla (m2)*	Haitta-aineet	Hyödyntämispotentiaali	Huomiot
VS1 - Betoni	1999	15		-	Paikallavalettu seinä.
VS1 - Betoni	1999	25		++	Elementtiseinä.
VS2 - Kahiharkko-/kahitiili-/Kevytbetoni	1999	485		-	VS2.3 Kevytbetonielementtiseinät voivat olla hyödynnettävissä.
VS3 - Märkätila	1999	110		+	Pinnan laatoitus on hyödynnettävissä.
VS5 - Teräsrankaseinä	1999	36		++	
VS8 - Tiiliseinä (VO)	1956	65		-	
VS9 - Teräsbetoni (VO)	1956	25		-	
VS10 - Puurakenteinen	1956	66		-	
VS11 - Vanha (VO) ulkoseinä	1956	130		-	

\*Taulukossa annettu pinta-ala on laskettu 3D -mallista ja mallinnuksen tarkkuudesta johtuen on vain suuntaa-antava.

### Hyödyntämispotentiaali

- +++ Todella hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosaa voi olla mahdollista käyttää sellaisenaan uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- ++ Hyvä hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan runko voi olla hyödynnettävissä uudelleen vähäisin toimenpitein, kuten kiinnikkeitä uusimalla tai vaurioituneet osat korjaamalla, alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- + Keskierto hyödyntämiskäyttöpotentiaali** – Joitain rakennusosan materiaaleja voi olla mahdollista hyödyntää uudelleen alkuperäisessä tai yhtä arvokkaassa käyttötarkoituksessa.
- Huono hyödyntämispotentiaali** – Rakennusosan ja sen materiaalien hyödyntäminen sellaisenaan on haasteellista. Jotkut materiaalit voivat olla kierrätettävissä tai hyödynnettävissä vähemmän arvokkaassa käyttötarkoituksessa.



Kuva 43. Rakennuksen alkuperäisen osan tiiliseiniä.



## Sisäikkunoiden, kaiteiden ja väliovien eri tyypit

### Sisäikkunat

- SISÄIKKUNA 1**

  - ikkuna, jossa kapea puukarmi
- SISÄIKKUNA 2**

  - järjestelmäseinätyyppinen (kiinteä) ratkaisu
- SISÄIKKUNA 3**

  - entinen julkisivuikkuna



Kuva 44. Sisäikkuna 1.



Kuva 45. Sisäikkuna 2.



Kuva 46. Sisäikkuna 3.

### Kaiteet

- KAIDE 1**

  - valkoiseksi maalattu teräskaide vuodelta 1956
- KAIDE 1.2**

  - portaikossa ikkunan ja portaan välissä oleva tammipäällysteinen teräskaide
- KAIDE 2**

  - valkoiseksi maalattu teräskaide vuodelta 1999



Kuva 47. Kaide 1.



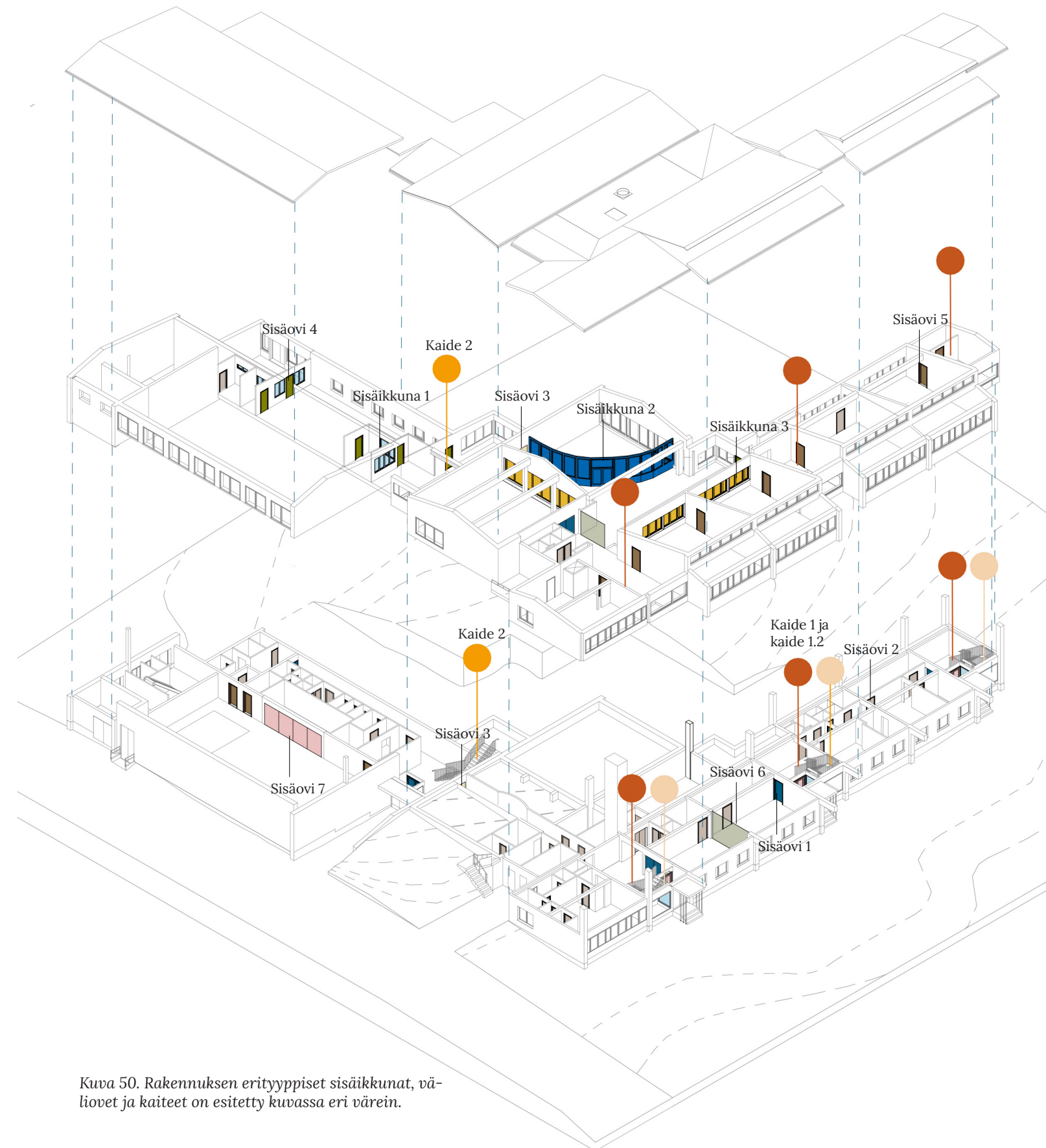
Kuva 48. Kaide 1.2.



Kuva 49. Kaide 2.

Ovet on esitetty seuraavalla sivulla.

## Sisäikkunat, ovet ja kaiteet



Kuva 50. Rakennuksen erityyppiset sisäikkunat, väliovet ja kaiteet on esitetty kuvassa eri värein.



## Sisäovet

- SISÄOVI 1**  
• lasiukollinen puuovi



Kuva 51. Sisäovi 1.

- SISÄOVI 4**  
• laminaattipintainen lasiukollinen ovi



Kuva 54. Sisäovi 4.

- SISÄOVI 7**  
• massiivipuinen liukuovi



Kuva 57. Sisäovi 7.

- SISÄOVI 2**  
• valkoiseksi maalattu/laminaattipintainen puuovi



Kuva 52. Sisäovi 2.

- SISÄOVI 5**  
• maalaton puuovi



Kuva 55. Sisäovi 5.

- SISÄOVI 3**  
• Palo-ovi



Kuva 53. Sisäovi 3.

- SISÄOVI 6**  
• Haitariovi



Kuva 56. Sisäovi 6.

## Sisäikkunoidet ja -ovien hyödyntämispotentiaali

Rakennuksen kaikki sisäikkunat ja väliovet ovat irrotettavissa karmeineen ja niitä pystytään käyttämään uudestaan vastaavissa käyttötarkoituksissa. Operaatio on melko yksinkertainen, sillä useimmissa tapauksissa karmit on ruuvattu muutamasta kohdasta kiinni seinärakenteeseen. Mikäli ruuvien reiät on tapitettu, voi tapit olla mahdollista halkaista taltalla ja vasaralla ja poistaa, jonka jälkeen ruuvit voidaan irrottaa.

## Kaiteiden hyödyntämispotentiaali

Alkuperäisen osan portaikoiden yhteydessä olevat teräskaiteet on kiinnitetty suoraan välipohjalaattaan, porrasaskelmiin ja seiniin. Portaaseen kiinnitetty kaide on mahdollista irrottaa portaan mukana katkaisemalla sen seinään kiinnittyvät teräsosat ja käyttää uudestaan yhdessä elementtirakenteisen portaikon kanssa. Välipohjatasanteen kaide on todennäköisesti kiinnitetty suoraan välipohjaan betonivalun yhteydessä ja mikäli kaidetta halutaan hyödyntää uudestaan, tulee se leikata irti välipohjarakenteesta. Kaiteen kiinnittäminen uuteen rakenteeseen vaatii jonkinlaisen uuden kiinnitysmekanismiin. Portaan ja ikkunan välinen tamminoitettu teräskaide on kiinteä osa porrasta. Ulkoseinään se on kiinnitetty pultein. Kaide on mahdollista irrottaa portaan mukana.

Laajennusosassa ylätasanteella kaide on kiinnitetty välipohjaan pultein, joten sen irrottaminen ja uudelleenhyödyntäminen on huomattavasti helpompaa. Portaan kaide on sen sijaan upotettu kiinni välitasanteeseen ja askelmiin ja sen hyödyntäminen muutoin kuin osana porrasta olisi haastavaa. Niin laajennusosassa kuin alkuperäisessä osassa kaiteen puiset käsijohteet on kiinnitetty kaiteen teräsosiin pultein ja ne on mahdollista irrottaa muusta rakenteesta ja hyödyntää toisaalla, mikäli kaidetta ei hyödynnetä kokonaisuutena.



#### 5.4.2. Tilapinnat

Rakennuksen sisätilojen materiaalimaailma on pelkistetty ja pintamateriaalit on valittu kestävyys ja huoltovapaus edellä. Seinäpinnat ovat lähes koko rakennuksen osalta vaaleaksi maalattuja betonipintoja tai kipsilevypintoja. Alkuperäisen osan ensimmäisessä kerroksessa punatiiliset väliseinät on jätetty paljaaksi. Alkuperäistä osaa ja laajennusosaa yhdistävän käytävän kipsilevypinnat on maalattu punaisen eri sävyillä ja liikuntasalin pukuhuoneiden käytävä on puolestaan maalattu keltaiseksi. Liikuntasalin seinillä olevissa rei'itetyissä akustiikkalevyissä on puukuvioinen laminaattipinta ja märkätilojen seinissä on vaaleanharmaat kooltaan 100x100mm kaakelit.

Lattiapinnat ovat suurimmaksi osaksi neutraalin harmaan ja vihreän sävyisiä muovi- ja kumimattoja. Liikuntasalin lattiassa on parketti ja rakennuksen toisessa kerroksessa eräässä luokkatilassa on kaksinkertainen lautalattia. Niin uuden, kuin vanhankin osan porrashuoneiden lattiassa on betonimosaiikkivalu. Vesojen ja suihkutilojen lattioissa on käytetty vihreitä 100x100mm kokoisia laattoja. Laajennusosaa ja alkuperäistä osaa yhdistävän käytävän lattiassa on harmaat kivilaatat.

Rakennuksen porrashuoneissa, käytävissä ja yhdessä luokkatiloista on rei'itetyistä 1200x600mm kipsilevyistä tehty alaskettu katto. Levyjen joukossa on myös sileitä alakattolevyjä. Osassa alakatoista on piilolistat ja osassa näkyvät listat. Rei'itetyt alakattolevyt ovat vuodelta 2000. Alkuperäisen osan luokkatiloissa katot ovat kipsilevypintaisia ja niihin on liimattu valkoisia akustolevyjä. Opettajainhuoneessa ja ruokalassa on valkoiset, sileät 1200x600mm alakattolevyt. Teknisen työn tiloissa on harmaat alakattolevyt.

Mielenkiintoinen detajli rakennuksen sisämateriaaleissa on alkuperäisen osan betonirakenteisissa ikkunapenkeissä, joissa on käytetty noin 20x20 millimetrin kokoisia keltaisia kaakeleita. Laajennusosassa on joi-tain puisia ikkunapenkkejä.

Alalukuun sisältyvät:  
• Lattiapinnat, seinäpinnat, sisäkatot, muut.

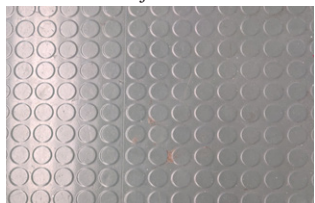


Kuva 58. Alkuperäisessä osassa ikkunapenkeissä on käytetty pieniä keltaisia kaakeleita.



Lattia- ja seinäpinnat, sisäkatot, muut

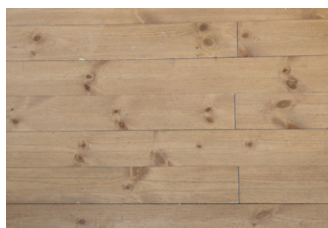
Teknisten tilojen lattia



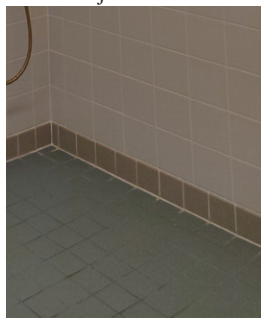
Liikuntasalin akustiikkapaneeleja



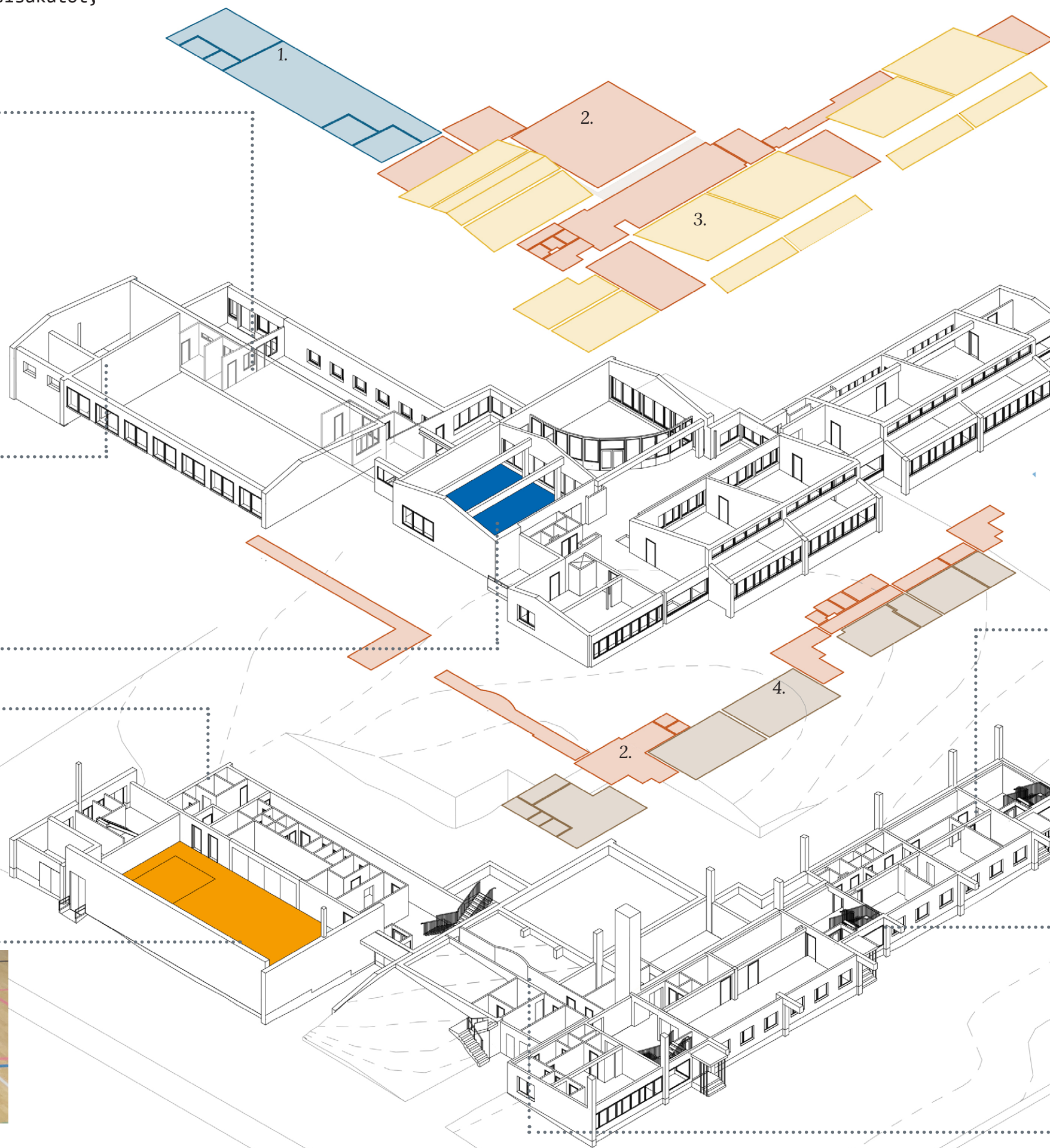
Luokkahuoneen laualattia



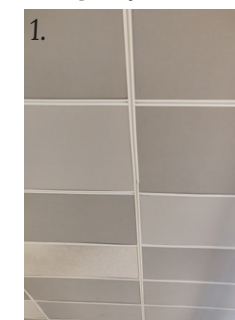
Märkätilojen laatoitusta



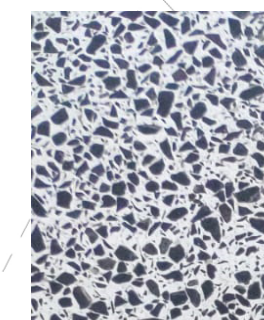
Liikuntasalin parketti



Kattopintoja



Paljaaksi jätetty tiiliseinä.



Aulan mosaiikkibetonia.

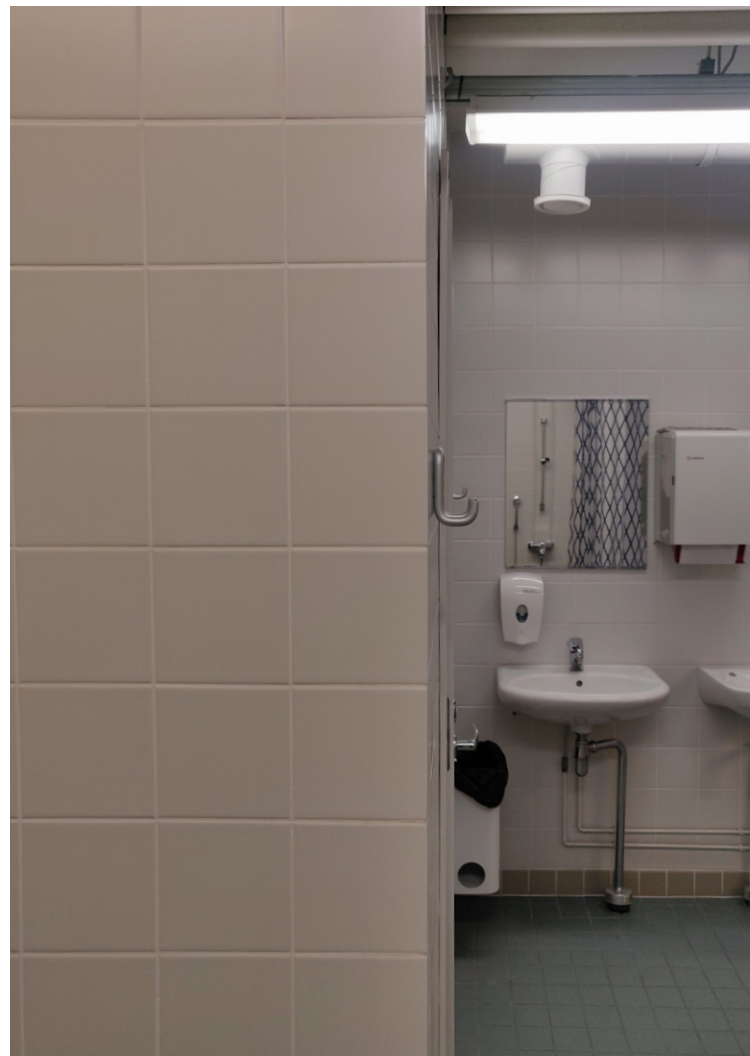


Ikkunapenkkinen kaakeleita.



Käytävän lattia.





## Tilapintojen hyödyntämispotentiaali

Lähes kaikki rakennuksen sisätilojen seinäpinnat ovat maalattuja betoni- tai kipsilevyypintoja, eikä näitä pintoja voida hyödyntää sellaisenaan uudelleen samassa käyttötarkoituksessa. Maalattujen kipsilevyjen irrottaminen ehjänä muusta seinärakenteesta ei ole mahdollista, mutta kipsilevyt voidaan kierrättää raaka-aineena uusien kipsilevyjen valmistuksessa. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että kipsilevyt puretaan erilleen, eikä purkumateriaalin seassa ole muuta kuin levyissä kiinni olevat tapetit ja maalit sekä kiinnitysruuvit (Lehtonen 2019, 69). Paljaaksi jätettyjä, todennäköisesti sementtipohjaisella laastilla muurattuja tiiliseiniä voi olla vaikea hyödyntää. Vaikka tiiliseiniä voisi hyödyntää ulkoseinissä julkisivuverhouksena, on mahdollista, ettei niiden laasti ole säänkestävää. Liikuntasalin seinissä olevat, noin 2500x1200mm puulaminaattipintaiset akustoivat levyt on kiinnitetty betoniseiniin ruuvein, ja ne ovat helposti myös purettavissa ja uudelleenhöydyntävissä, muutamaa rikkoutunutta levyä lukuun ottamatta.

Rakennuksen märkätiloissa, kuten suihkuhuoneiden seinissä ja wc-tilojen lattioissa on käytetty vihreitä, valkoisia ja harmaita laattoja. Rakennuksen eri osia yhdistävän käytävän lattiassa on harmaat, mahdollisesti kivistä tehdyt lattialaatat. Pintamateriaaleina käytetyt laattoja on mahdollista käyttää uudestaan, mikäli ne vain saadaan purettua ehjänä. Tämä riippuu siitä, kuinka tiukasti ne ovat kiinnitetty. Melko tavallisten ja suhteessa halpojen laattojen irrottaminen ehjänä on kuitenkin todennäköisesti sen verran työlästä, että se tuskin on taloudellisesti kannattavaa.

Lattiamateriaalina suurimmassa osassa rakennusta on neutraalin värinen muovimatto. Muovimattoja ei voida hyödyntää uudelleen sellaisenaan, sillä niitä ei voida irrottaa ehjänä ja asentaa uudelleen. Lattiapäällystevalmistajista ainakin Tarkett hyödyntää purettuja mattoja materiaalina uusille tuotteille. Rakennuksen porrass-

huoneiden betonimosaiikkivalua (kts. alapohjan rakennetyyppi AP8, alkuperäisen osan osalta tästä ei ole rakennetyyppiä), kuten muitakaan paikallavalettuja betonirakenteita, ei pystytä purkamaan ehjänä saatikka hyödyntämään uudelleen.

Liikuntasalin puinen parkettilattia on todennäköisesti liimattu sen alapuoliseen vaneriin (kts. alapohjien rakennetyyppi AP2). Vaneri taas on naulattu kiinni lattian alusjuoksuihin. Parketin irrottaminen ehjissä paloissa ei täten onnistu. Sen sijaan rakennuksen toisessa kerroksessa olevan luokkatilan kaksikerroksinen lautalattia (kts. AP14) on todennäköisesti purettavissa ainakin osittain ehjänä. Patinoituneella täyspuisella lattialla on myös esteettistä arvoa.

Rakennuksen sisäpinoista alakatoilla lienee paras uudelleenkäyttöpotentiaali. Etenkin vuonna 2000 asennetut, reiätetyt kipsilevykatot ovat hyväkuntoisia. Listojen päällä lepäävien alakattojen irrottaminen on helppoa, sillä ne käytännössä irtoavat nostamalla. Osassa alakattolevyjä on läpivientejä, mikä osittain rajoittaa niiden uudelleenkäyttöä. Myös levyjen listoitukset on mahdollista purkaa, sillä ne on usein ruuvattu kiinni seinärakenteisiin. Listoitukset kuitenkin aina optimoidaan tilan dimensioiden mukaan, minkä ansioista niitä jouduttaisiin todennäköisesti muokkaamaan uudessa käyttökohteessa. Luokkahuoneiden katossa olevia liimattuja akustiikkalevyjä on sen sijaan vaikea irrottaa ehjänä ja hyödyntää uudelleen.

Ikkunapenkeissä olevien pienten keltaisten kaakeleiden irrottaminen yksitellen ei ole mahdollista tai kannattavaa, mutta ainakin joissain tiloissa ikkunapenkit vaikuttavat jokseenkin irrallisilta rakenteilta ja ne voi olla mahdollista sahata irti muusta rakenteesta ja hyödyntää uudelleen alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan tai esimerkiksi osana kalustusta.



## 5.5 Yhteenveto kartoituksesta

Vuonna 1957 rakennettu ja vuosituuhannen vaihteessa laajennettu koulurakennus ei ole kaikkein potentiaalisin kohde sen rakenteiden uudelleenkäytön kannalta. Etenkin rakennuksen alkuperäisessä osassa suurin osa rakenteista on paikallavalettua betonia, jota ei pystytä hyödyntämään uudelleen yhtä arvokkaassa muodossa.

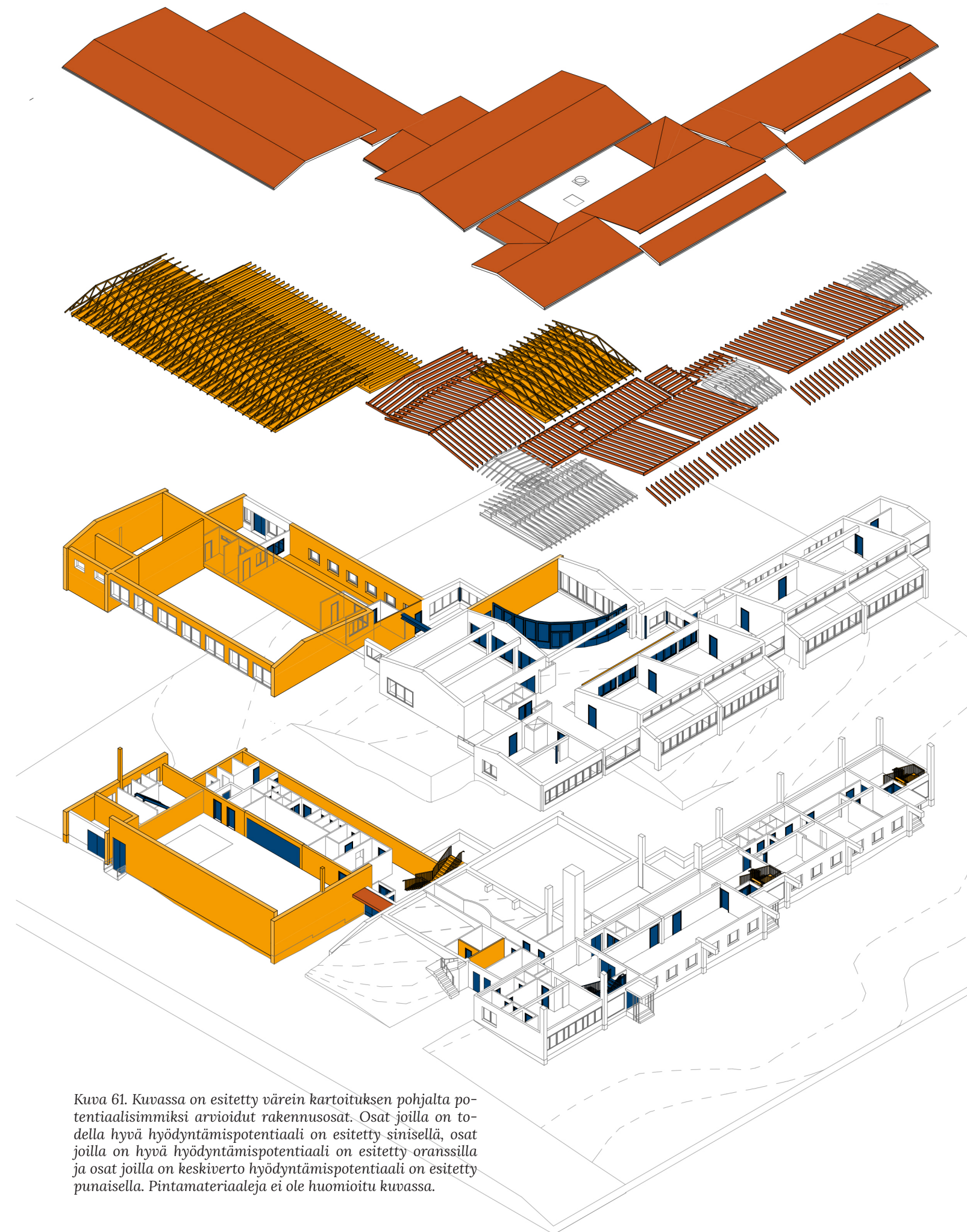
Laajennusosassa on rakenteita, jotka on todennäköisesti mahdollista purkaa niin, että niitä voidaan hyödyntää uudelleen. Uudelleenkäytöstä haasteellista tekee kuitenkin osien epäsäännöllinen koko ja niiden uuden käyttökohteen tulisi vastata dimensioiltaan ja kuormiltaan kutakuinkin alkuperäistä kohdetta. Rakenteista parhaiten hyödynnettävissä ovat yläpohjien ja välipohjien ontelolaatat, kantavat väliseinäelementit ja tilaportaat. Portaiden hyödyntäminen kuitenkin vaatii kohderakennukselta samaa kerroskorkeutta. Myös yläpohjien kantavat palkit ja liikuntasalin sekä laajennusosan toisen kerroksen luokahuoneen vesikaton naulalevyristikot voivat olla hyödynnettävissä. Myös rakennuksen kuumasinkittyä peltikatetta voidaan hyödyntää uudelleen esimerkiksi ulkokatoksissa, julkisivupinnoissa tai kaiteiden rakenteissa.

Rakennuksen ikkunoiden lämmöneristävyyden ei vastaa nykyistä ikkunoiden lämmöneristävyydelle asetettua vertailuarvoa, mikä hankaloittaa niiden uudelleenkäyttöä. Ne ovat kuitenkin helposti irrotettavissa ja hieman luovuutta käyttämällä tai niitä uudelleentuotteistamalla niille voi löytyä käyttöä. Rakennuksen ulko-ovia on helpompi hyödyntää uudelleen, sillä niiden pinta-alojen suhde seinän kokonaisalaan on melko pieni ja joidenkin ovien lämmöneristävyyden vastaa myös nykyisten ovien asetettua vertailuarvoa.

Sisätiloissa niin väliovet kuin ikkunatkin ovat hyödynnettävissä uudelleen ilman sen suurempia toimenpiteitä. Täyspuisilla väliovilla voi nähdä olevan myös esteettistä arvoa. Uusiin rakennuksiin asennetaan jatkuvasti valkoisia, laminaattipintaisia ovia ja tämän takia vanhojen ovien kierrättämisen pitäisi olla helppoa.

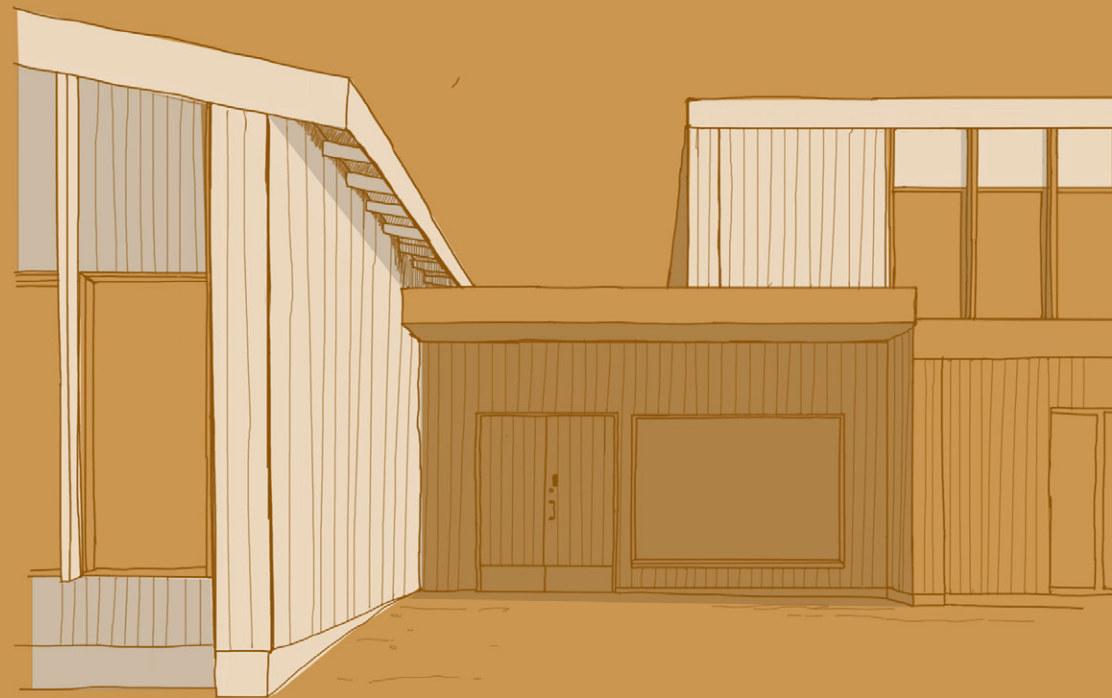
Tilapinnoista suurin osa on joko vain maalattuja tai liimattuja levyrakenteita, minkä ansiosta pintojen hyödyntämisaste on kokonaisuudessaan vähäinen. Kuitenkin esimerkiksi alakattolevyjä on mahdollista hyödyntää helposti uudelleen.

Vaikka rakennuksen osien ja materiaalien uudelleenkäyttämispotentiaali ei ole parhaasta päästä, kartoitus osoittaa, että kaikenlaisista rakennuksista löytyy jotain uudelleen hyödynnettävää. Vaikka rakennuksesta on olemassa kattavasti dokumentteja ja piirustuksia, joiden pohjalta rakennus on voitu kartoittaa melko tarkasti, ennen varsinaista purkamista osien irrotettavuuden, kunnon ja hyödynnettävyyden arvioimiseen liittyy myös paljon epävarmuustekijöitä. Nämä epävarmuustekijät selviävät vasta tarkemmissa tutkimuksissa ja rakennusta purettaessa. Voi siis olla, että rakennuksesta löytyisi vielä enemmän hyödynnettäviä osia ja toisaalta joitain hyödynnettäviksi arvioituja osia ei välttämättä todellisuudessa pystyttäkään hyödyntämään uudelleen.



Kuva 61. Kuvassa on esitetty värein kartoituksen pohjalta potentiaalisimmiksi arvioidut rakennusosat. Osat joilla on todella hyvä hyödyntämispotentiaali on esitetty sinisellä, osat joilla on hyvä hyödyntämispotentiaali on esitetty oranssilla ja osat joilla on keskiverto hyödyntämispotentiaali on esitetty punaisella. Pintamateriaaleja ei ole huomioitu kuvassa.

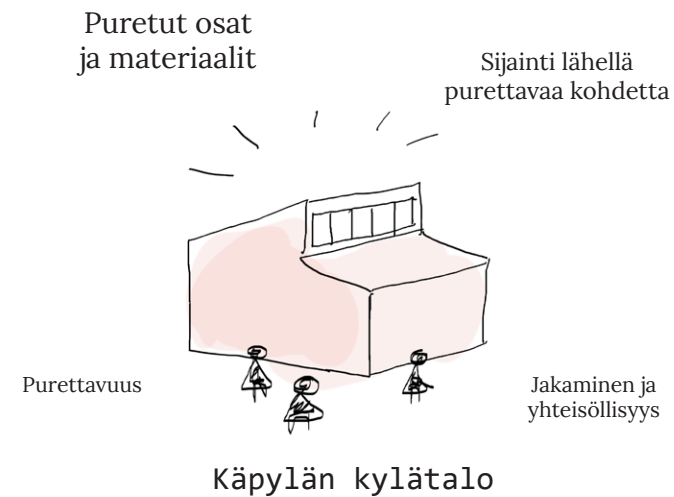




## 6 Käpylän kylätalo

Suunnitteluosan tarkoituksena on esittää, miten purettavia rakennusosia voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnittelussa, miten ne vaikuttavat suunnitteluratkaisuihin ja miten niitä voidaan kehittää tai muokata niin, että ne sopivat osaksi uutta rakennusta.

Suunnitelma on tehty sillä oletuksella, että kartoituksessa hyödynnettäviksi arvioidut osat ovat hyvässä kunnossa, purettavissa ja sopivat teknisiltä ominaisuuksiltaan osaksi uutta rakennusta.



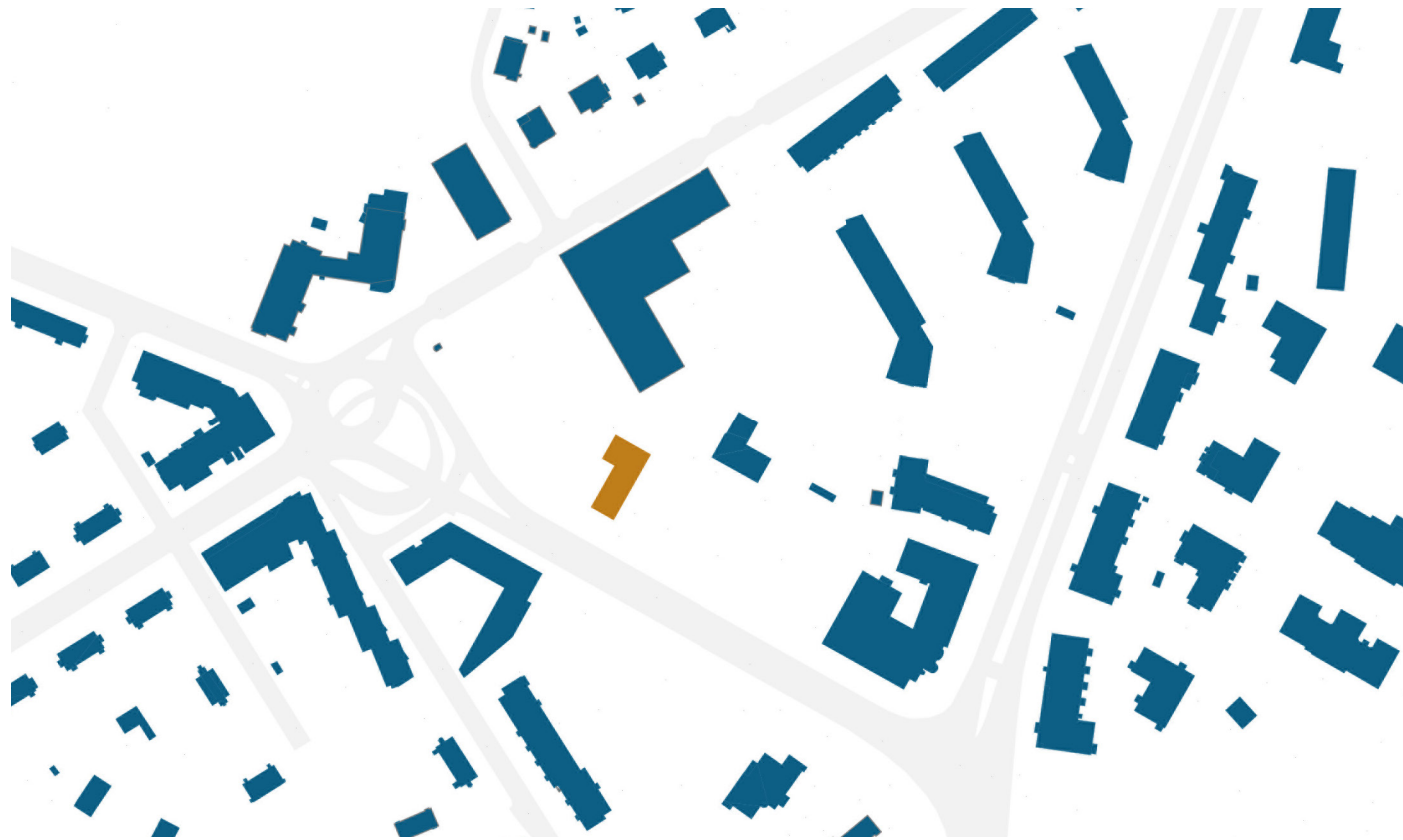
Kuva 62. Suunnittelun lähtökohtia.

### 6.1 Suunnittelun lähtökohdat

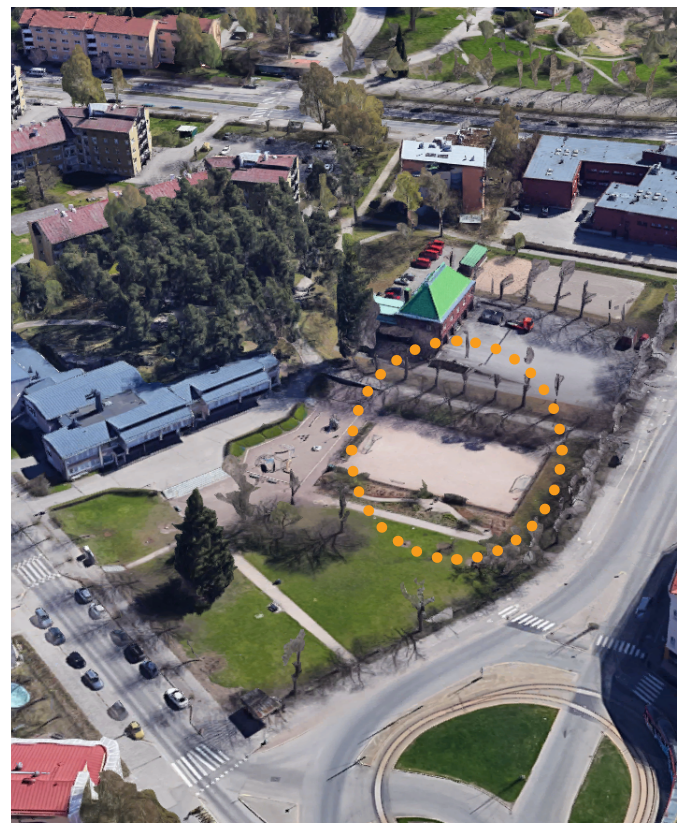
Suunnitelman rakennustyyppiä valikoitui pieni julkinen rakennus, kylätalo Käpylän asukkaille. Diplomi-työn ollessa kolmiosainen, en halunnut tehdä suunnitelmasta liian laajaa ja kylätalo oli rakennustyyppinä sopivan kokoinen. Kylätalo on monikäyttöinen rakennus ja siinäkin mielessä se sopi hyvin kiertotalousaiheiseen työhön. Vaikka purettavan koulurakennuksen osat soveltuisivat ehkä paremmin johonkin hieman suurempaan rakennukseen, työn laajuuden puitteissa päädyin kuitenkin kyseiseen rakennustyyppiin.

Koon lisäksi kriteerinä oli myös tontti, jonka tuli sijaita lähellä purettavaa koulurakennusta. Alkuperäiselle tontille oli jo tehty suunnitelmat uudelle koululle. Lopulta päätin sijoittaa rakennuksen koulun edustalla olevaan Otto Iivari Meurmanin puistoon, jolloin rakennus ja puisto voisivat tukea toinen toisiaan käpyläisten yhteisenä tilana. Rakennus voisi palvella myös uutta koulua esimerkiksi iltapäiväkerhona.

Kun rakennustyyppi ja tontti oli päätetty, lähdin tutkimaan, mitkä purettavan koulun rakenteista sopisivat kylätalon rakenteellisiksi osiksi. Samalla laadin suuntaa antavan tilaohjelmaa rakennuksen tiloista. Nämä yhdessä rakennuspaikan kanssa antoivat raamit rakennuksen massoitteille ja arkkitehtuurille.



Kuva 63. Rakeisuuskaavio 1:3000.

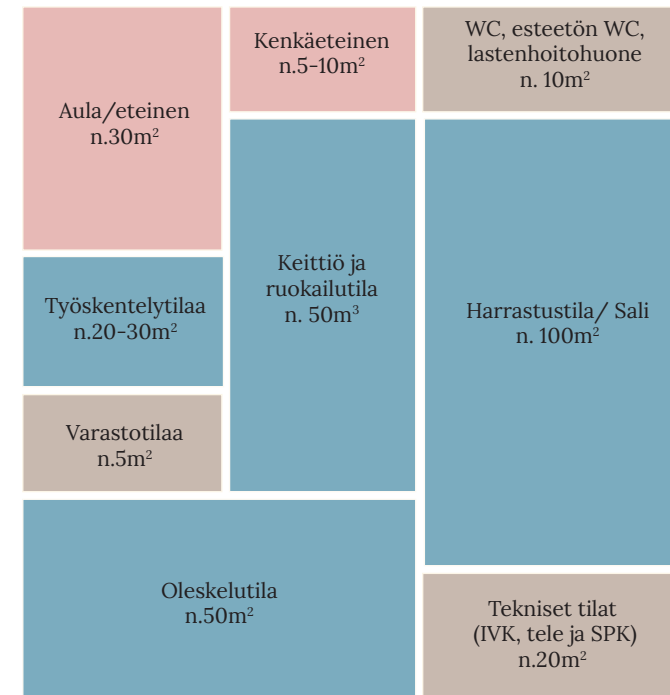


Kuva 64. Tontti. (Kuva: Google Maps 2022)

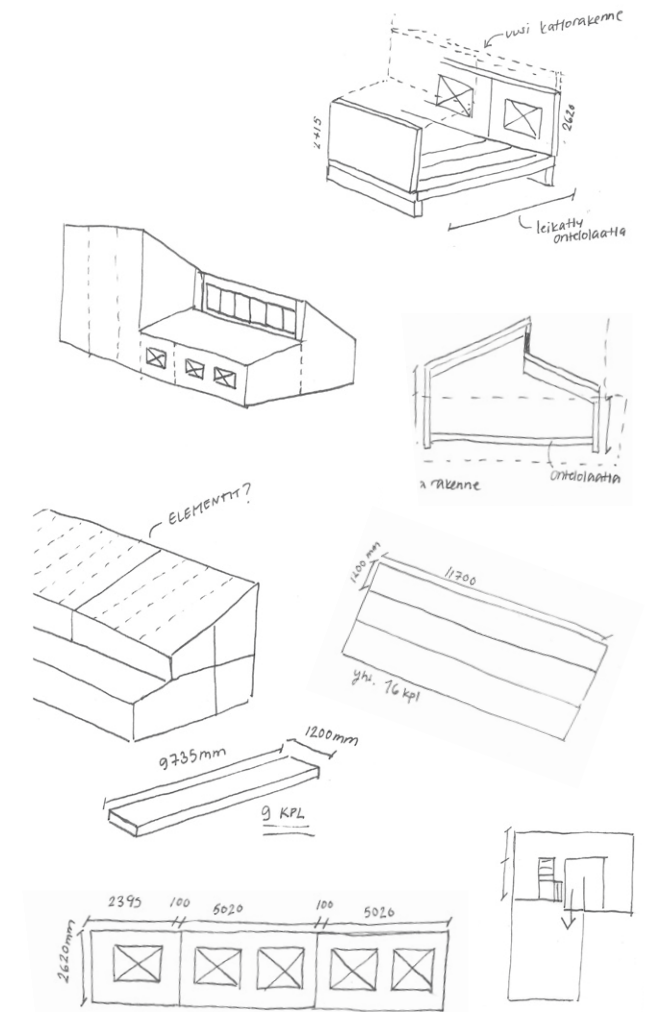
Vaikka olin tehnyt rakennukselle jo alustavan tilaohjelman, se eli hieman sen mukaan, mitä uudelleenkäytettävät osat mahdollistivat, sillä suunnitelma rakentui niiden ympärille. Uudet rakennusosat tulisivat olemaan pääasiassa puurakenteisia, joko CLT-elementtejä tai pilari-palkkirakenteisia. Puinen rakennus sopisi luonnolliseksi osaksi Käpylän kaupunkikuvaa. Puurakenteiden purkamisen tulevaisuudessa olisi myös helpompaa kuin betonirakenteiden, enkä nähnyt tarpeellisuutta näin pienessä rakennuksessa käyttää järeitä betonirakenteita. Puun ollessa betonia huomattavasti kevyempää, vanhat uudelleenkäytettävät betonirakenteet kykenisivät kannattelemaan myös puisia kattorakenteita varmemmin.

## Toiminnot

Lähtökohtaisesti rakennuksen toimintoihin halusin sijoittaa muutaman isomman oleskelu- ja toimintatilan, keittiön sekä työskentelytiloja. Lisäksi rakennus tulisi tarvitsemaan tekniset tilat, wc-tilat, varastotilaa sekä jonkinlaisen aulan ja eteisen.



Kuva 65. Tilaohjelman hahmottelua.



Kuva 66. Luonnoksia.

## Uudelleenkäytettävät osat ja materiaalit

Rakenteellisessa käyttötarkoituksessa uudelleenkäytettäväksi osiksi valikoitui osia seuraavien kriteerien perusteella:

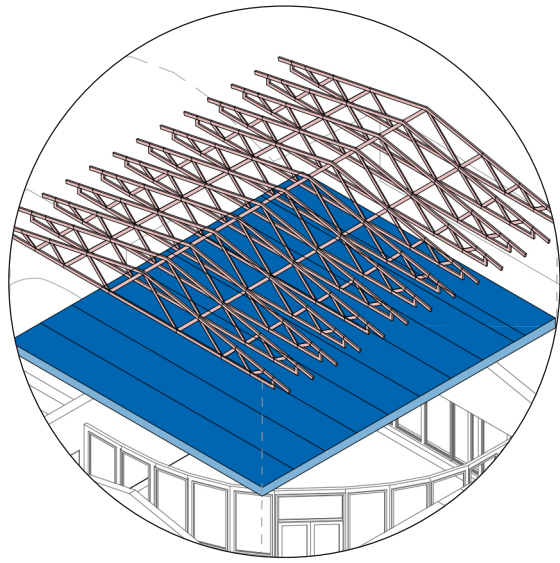
- Todettu kartoitusosassa potentiaalisiksi uudelleenkäytön näkökulmasta.
- Dimensioiltaan sopivia pienehköön rakennukseen.
- Toimineet alun perin vastaavassa käyttötarkoituksessa, jolloin niihin kohdistuvat kuormat myös vastaisivat alkuperäisiä.

Purettavasta rakennuksesta valikoitui myös täydentäviä rakennusosia kuten ovia, ikkunoita ja pintamateriaaleja osaksi suunnitelmaa.

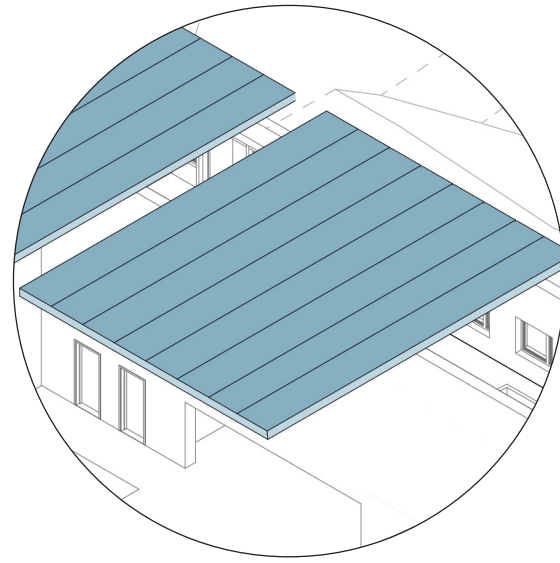
Rakennuksen ollessa P3-paloluokkaa, palomääräykset eivät asettaneet suuria esteitä osien uudelleenkäytölle. Koska rakennuksen konsepti oli melko vapaamuotoinen, ei erillisiä vaatimuksia ollut myöskään esimerkiksi sisäovien äänen eristävyydelle. Rakennuksen kahta isompaa toimintatilaa, salia ja oleskelutilaa, erottaa aula, joka osaltaan myös eristää ääntä. Oleskelutilan ja työskentelytilan seinään on asennettu akustiikkapaneelleita.

Rakennusosien dimensioiden ja liitosten selvittämisessä käytin apuna purettavan rakennuksen 3D-mallia sekä elementti- ja detailjipiirustuksia. Kahdella seuraavalla aukeamalla on esitetty uudelleenkäytetyt rakennusosat ja -materiaalit.

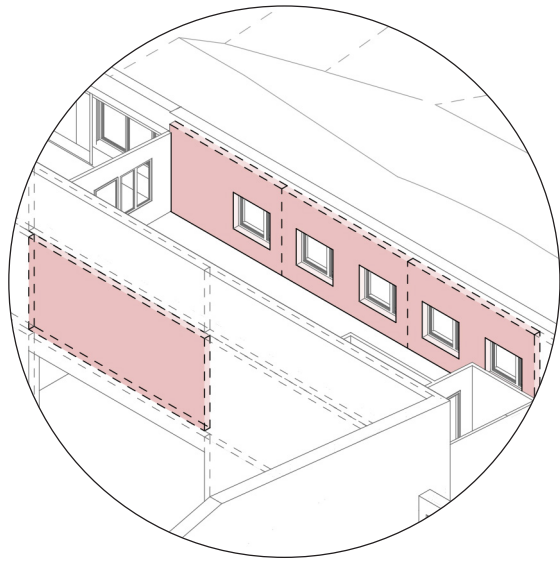




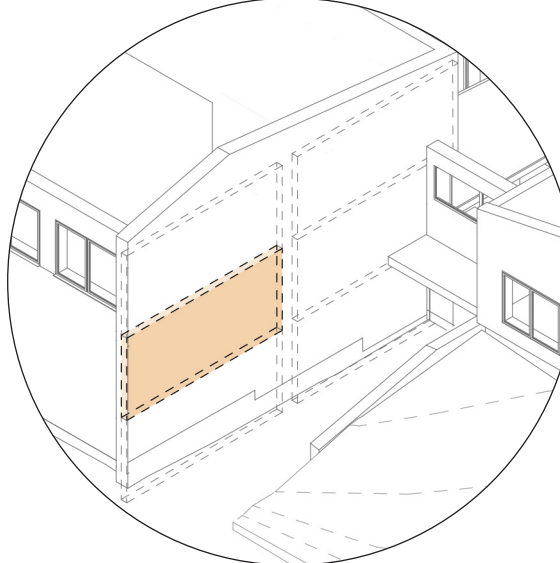
1. Luokkahuoneen kattoristikot ja ontelolaatat.



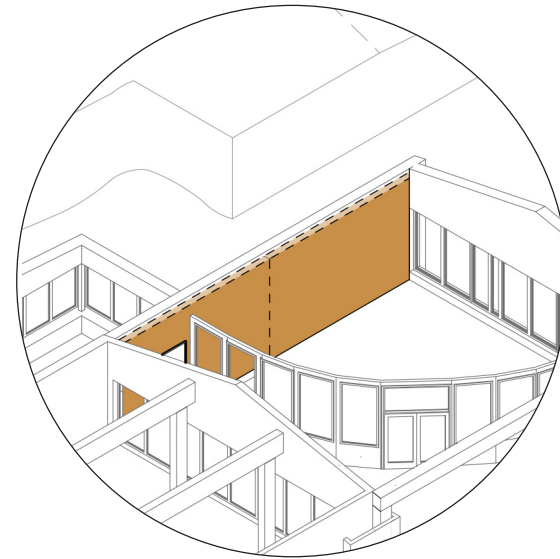
2. Liikuntasalin yläpohjan ontelolaattoja.



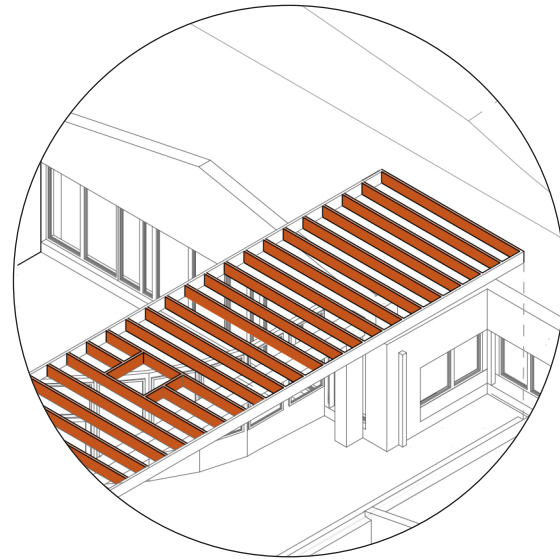
3. Kantava väliseinäelementti ja toisen kerroksen kaakkoisjulkisivun kantavia seinäelementtejä.



4. Liikuntasalin ei-kantava ulkoseinäelementti.

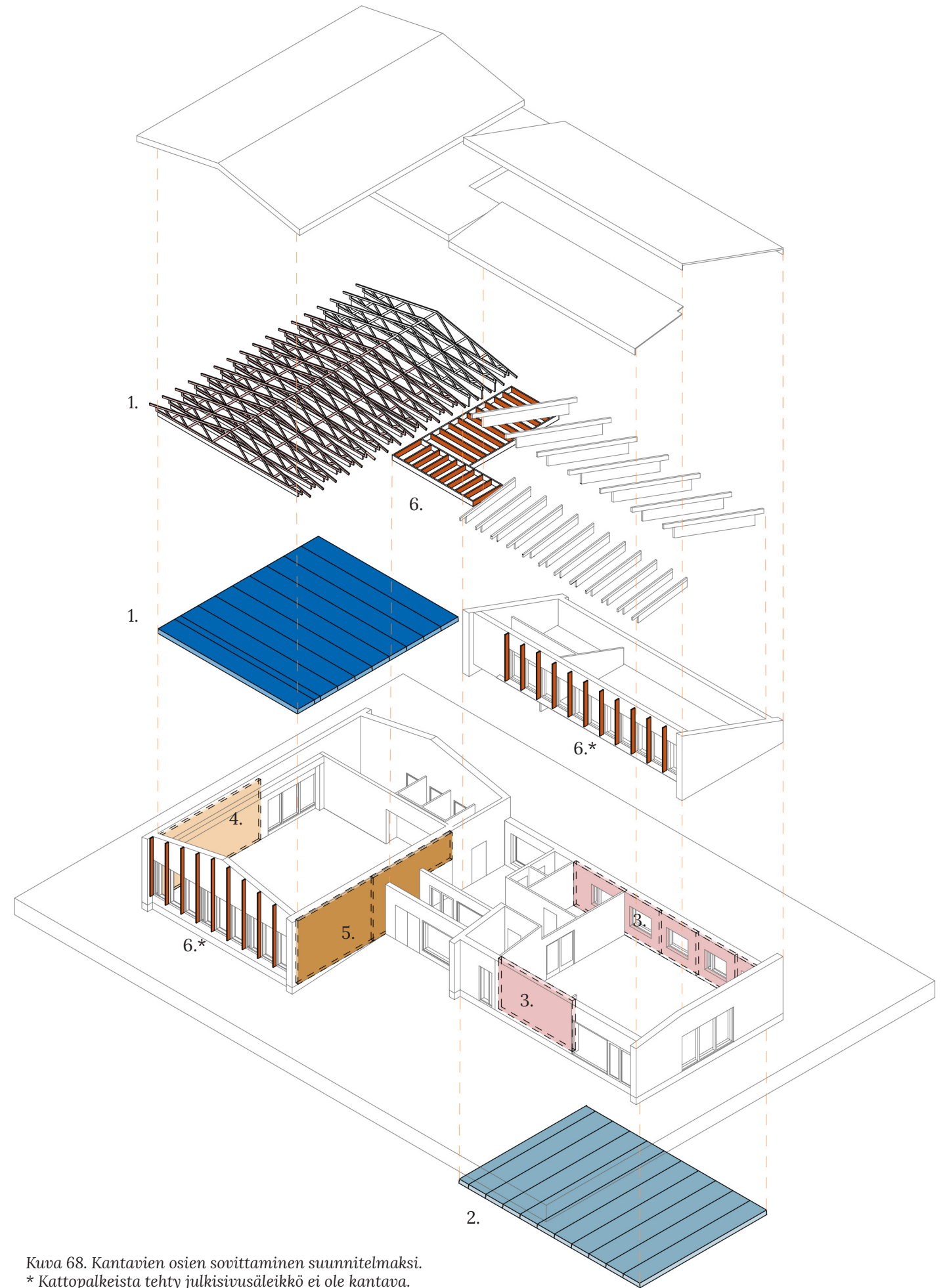


5. Kaksi luokkahuoneen kantavaa ulko-/väliseinäelementtiä.



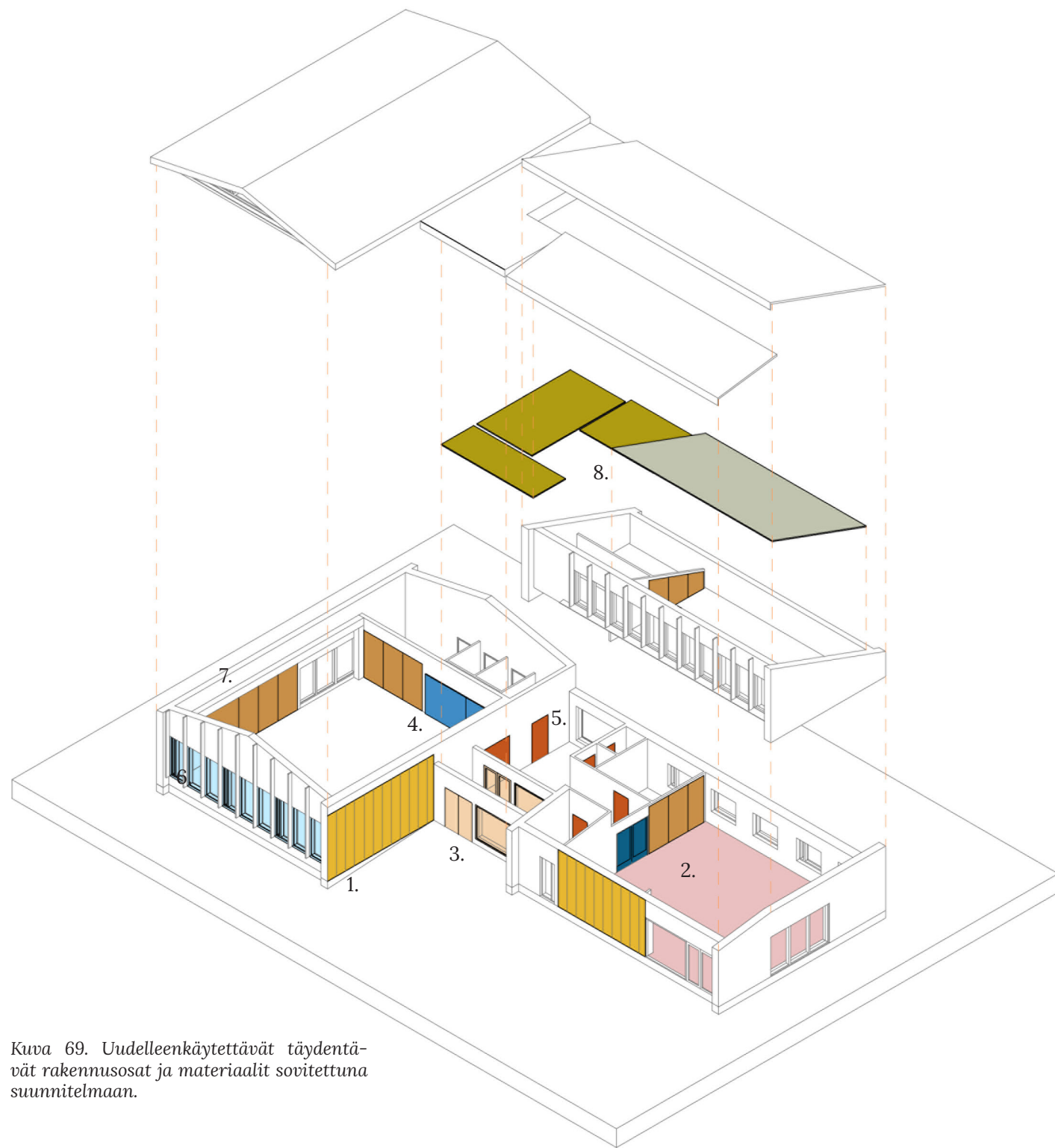
6. Puurakenteisten yläpohjien kattopalkkeja.

Kuva 67. Rakenteissa uudelleenkäytettävät osat.



Kuva 68. Kantavien osien sovittaminen suunnitelmaksi.  
\* Kattopalkkeista tehty julkisivusäleikkö ei ole kantava.





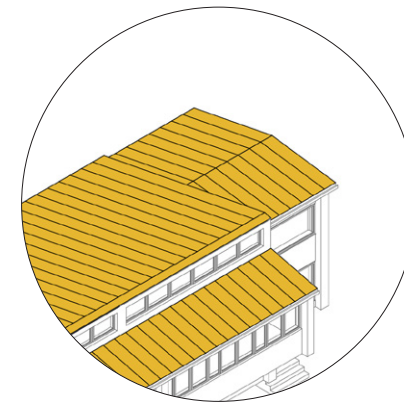
Kuva 69. Uudelleenkäytettävät täydentävät rakennusosat ja materiaalit sovitettuna suunnitelmaan.

Suunnitelman lähtökohtana olivat uudelleenkäytettävät osat ja materiaalit. Purettavasta koulurakennuksesta valikoitui uuteen suunnitelmaan rakenteelliseksi osiksi seinäelementtejä, ontelolaattoja, kattoristikoita ja puisia kattopalkkeja.

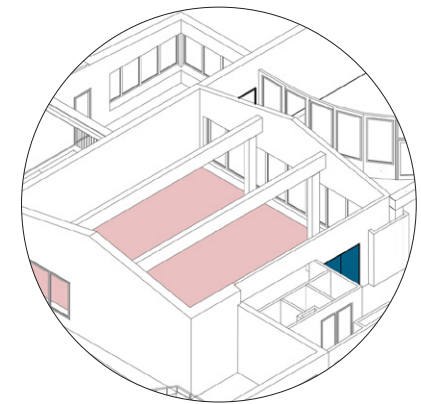
Suunnitelmassa purettavan rakennuksen peltikatos on tehty kylätalon betonielementtiseiniin irrotettava julkisivuverho. Yhden luokkahuoneen laulattia on käytetty uudelleen kylätalon oleskelutilojen lattiasa ja liikuntasalin akustiikkapaneeleja on käytetty salin ja oleskelutilojen seinäpintojen akustoinneissa. Kaikki

rakennuksen alakatot ja sisäovet ovat peräisin purettavasta rakennuksesta.

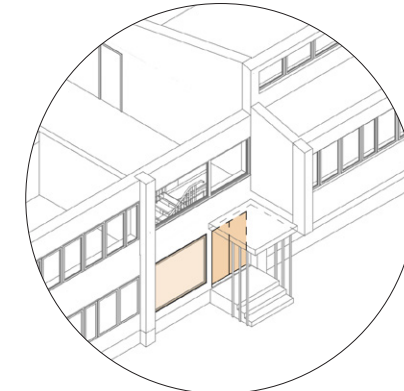
Rakennuksen tuulikaapin ollessa puolilämmintä tilaa, eivät sen lämmönläpäisykerroinvaatimukset ole yhtä tiukat kuin lämpimissä tiloissa. Tuulikaapissa on käytetty purettavan koulurakennuksen ovia ja ikkunoita. Kylätalon salin julkisivussa on käytetty myös vanhoja ikkunoita, joiden lämmöneristävyyttä on parannettu sisäpuolelta kaksinkertaisella lämpölasilla.



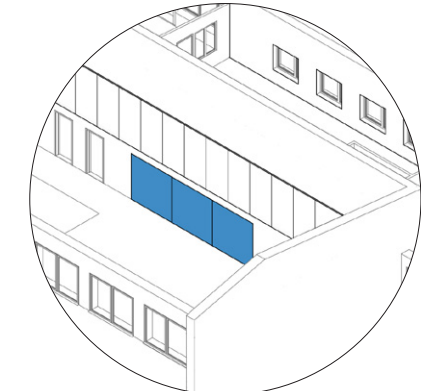
1. Rakennuksen kattopelti.



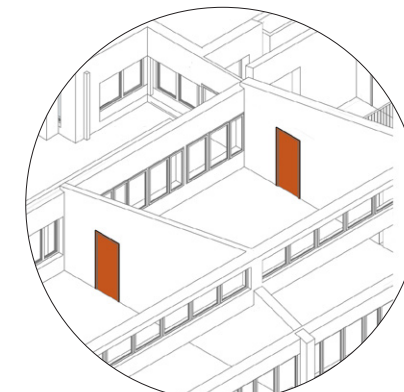
2. Toisen kerroksen luokkahuoneen laulattia ja puinen tammiovi.



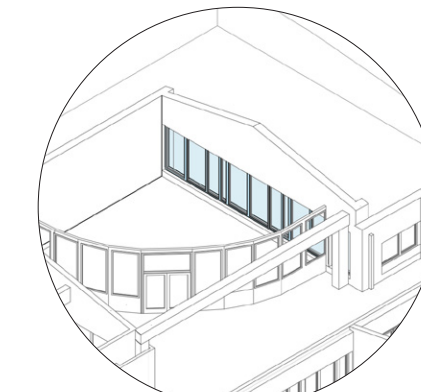
3. Alkuperäisen osan sisäänkäynnin tammiovi, ikkuna ja tuulikaapin tammiovi sekä sisäikkuna.



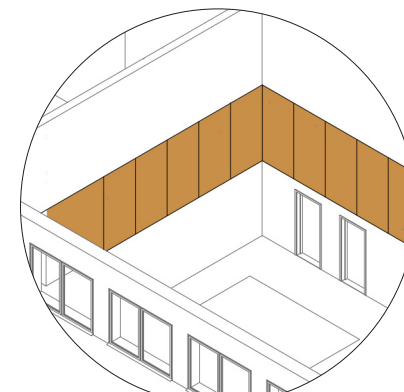
4. Liikuntasalin urheiluvälinevaraston ovet.



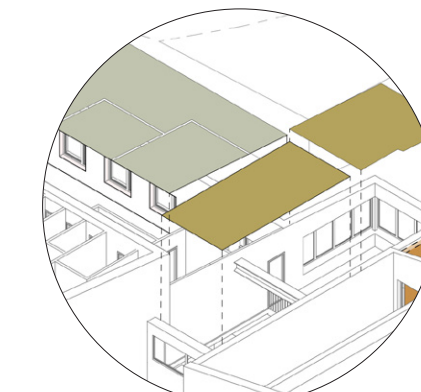
5. Rakennuksen puisia ja laminaattipintaisia sisäovia.



6. Toisen kerroksen luokkahuoneen ikkunat.



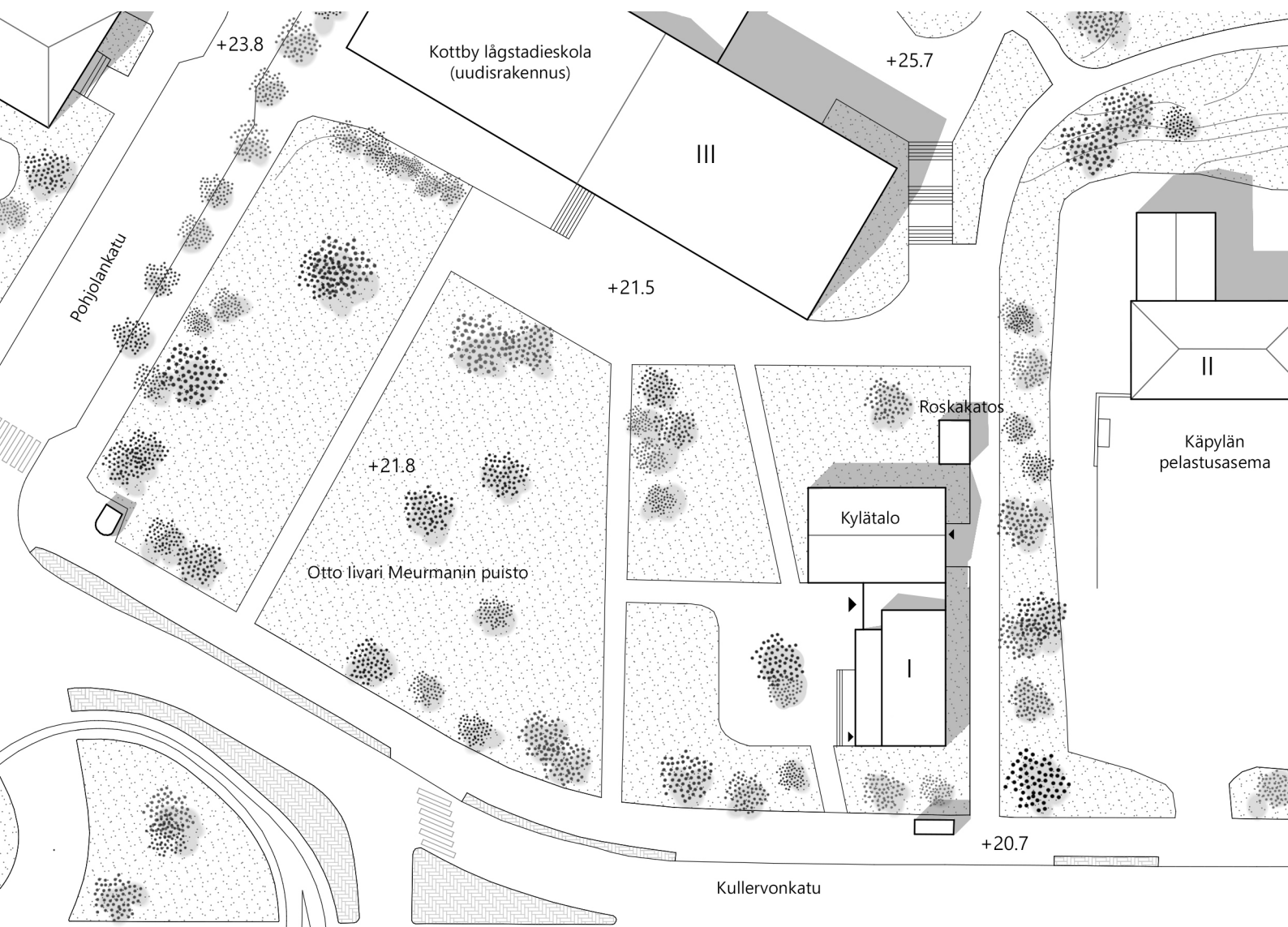
7. Liikuntasalin akustiikkapaneeleja.



8. Teknisen työn luokan ja aulan alakattolevyjä.

Kuva 70. Uudelleenkäytettävät täydentävät rakennusosat ja materiaalit.





Kuva 71. Asemapiirros 1:700.

## 6.2 Arkkitehtuuri ja ympäristö

Kylätalo on sijoitettu suunnitelmassa Otto Iivari Meurmanin puiston kaakkoiskulmaan. Rakennuksen päätilat, eli oleskelutila ja sali, avautuvat puistoon. Rakennuksen edustalle on mahdollista sijoittaa leikkivälineitä, sillä nykyinen leikkipuisto jää uuden koulurakennuksen alle.

Rakennuksen arkkitehtuuri on saanut vaikutteita niin vanhasta koulurakennuksesta kuin Käpylän kaupunginosalle ominaisista vanhoista puurakennuksista. Julkisivuissa esiintyvä punainen väri on lähtöisin viereisen tontin paloaseman punatiilisestä julkisivusta.

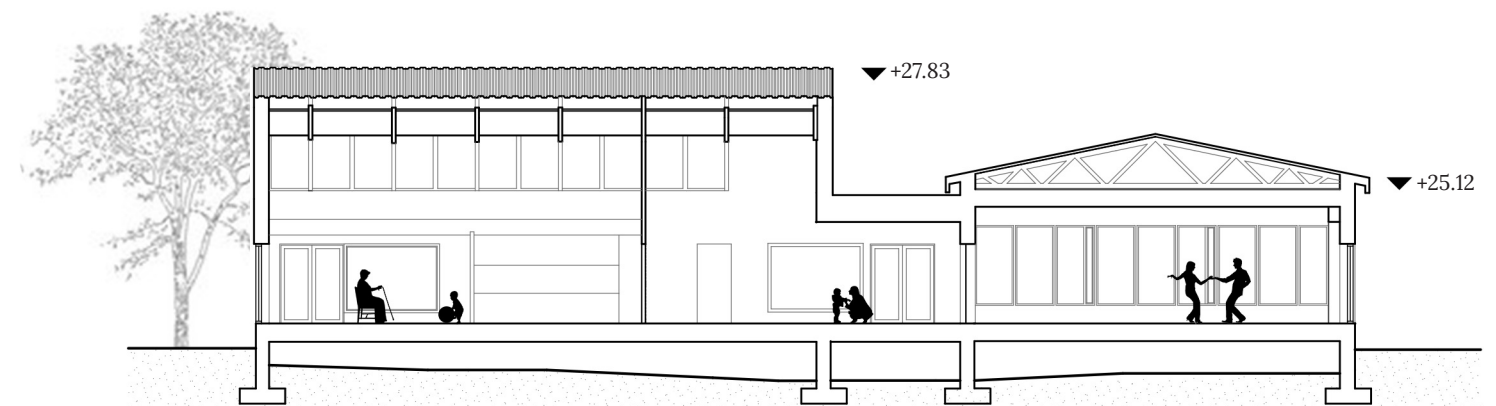
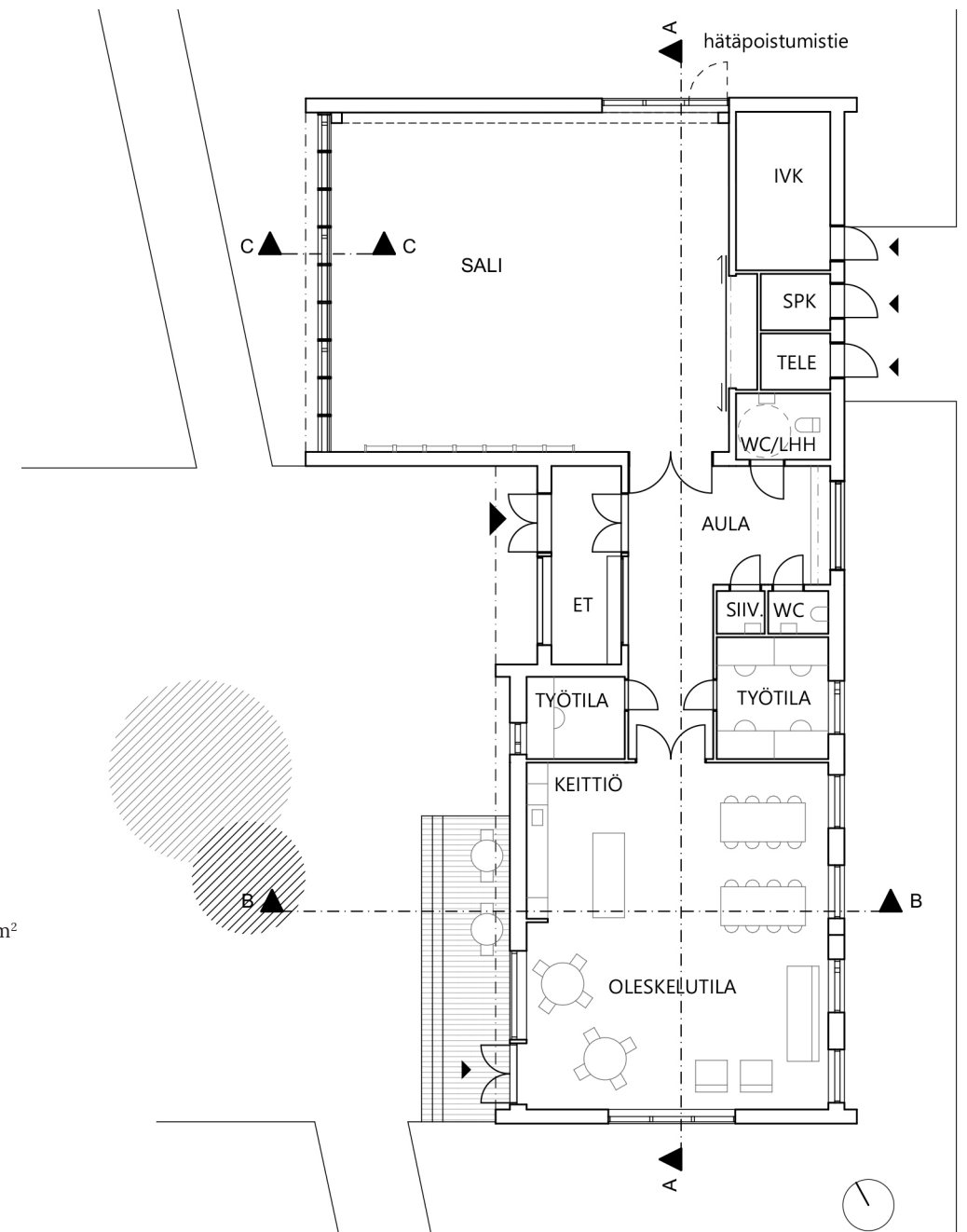
Rakennuksen tiloihin kuuluvat eteis- ja aulatilat, WC-tilat, kaksi suurta oleskelu- ja harrastustilaa, keittiö sekä kaksi pienempää työskentelytilaa. Tilat ovat eroteltu aulan avulla toisistaan, mikä mahdollistaa rakennuksen käytön yhtäaikaisesti useamman toimijan kesken.

## Tilaohjelma

Kenkäeteinen	12m <sup>2</sup>
Aula	30m <sup>2</sup>
Sali	114m <sup>2</sup>
Oleskelutila	73m <sup>2</sup>
Keittiö	28m <sup>2</sup>
Työtilat 2kpl	yht. 21m <sup>2</sup>
WC	2m <sup>2</sup>
Est. WC/ lastenhoituhuone	5m <sup>2</sup>
Siivouskomo	1,5m <sup>2</sup>
Ilmanvaihtokonehuone	14m <sup>2</sup>
Sähköpääkeskus	3m <sup>2</sup>
Teletila	3m <sup>2</sup>

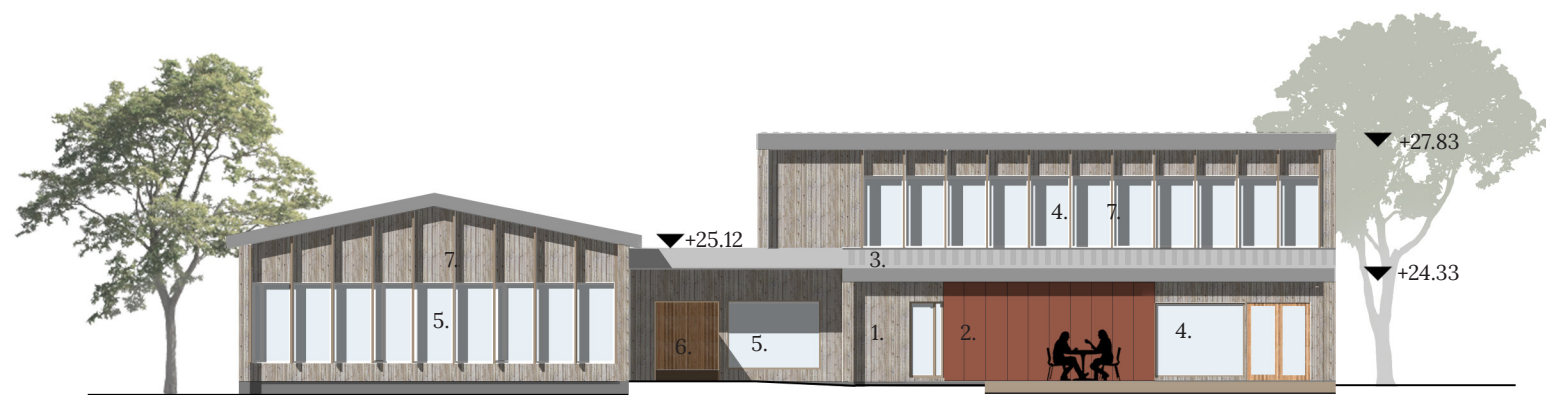
Yht. 306,5m<sup>2</sup>

Kuva 72. Pohjapiirros 1:200.



Kuva 73. Leikkaus A-A 1:200.

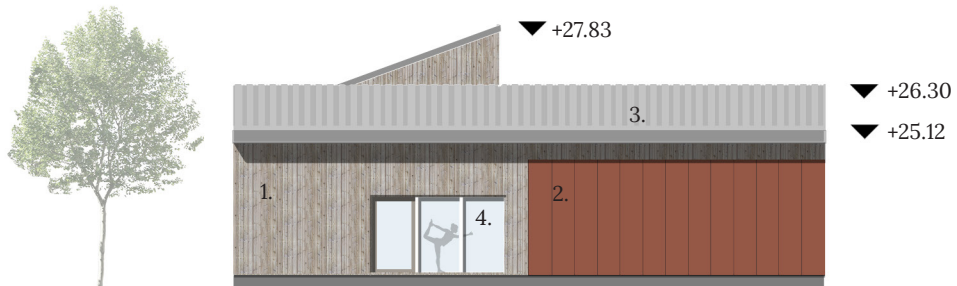




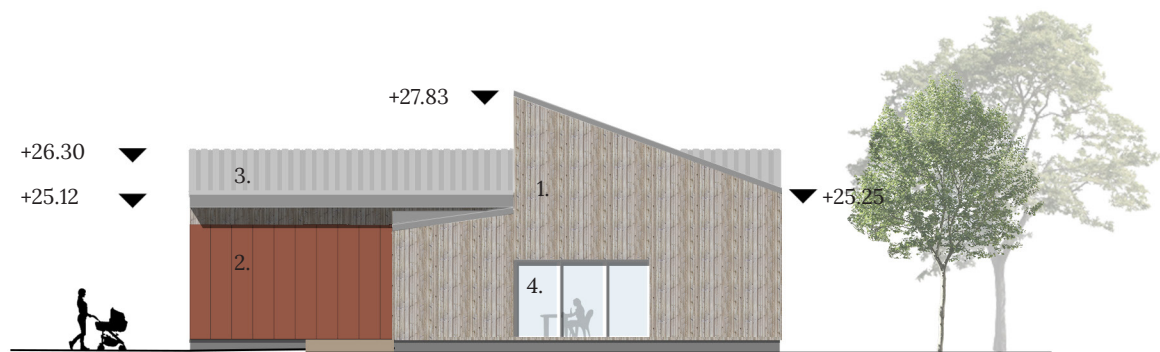
Julkisivu luoteeseen



Julkisivu kaakkoon



Julkisivu koilliseen



Julkisivu lounaaseen

#### Materiaalit

1. Lomalaudoitus, kuultokäsitelty mänty
2. Vanha kattopelti, punainen kattomaali
3. Aaltopelti
4. Ikkunalasi, uusi
5. Ikkunalasi (purettu ikkuna)
6. Lakattu tammi (purettu ovi)
7. Mäntypalkki (purettu), kirkas lakka

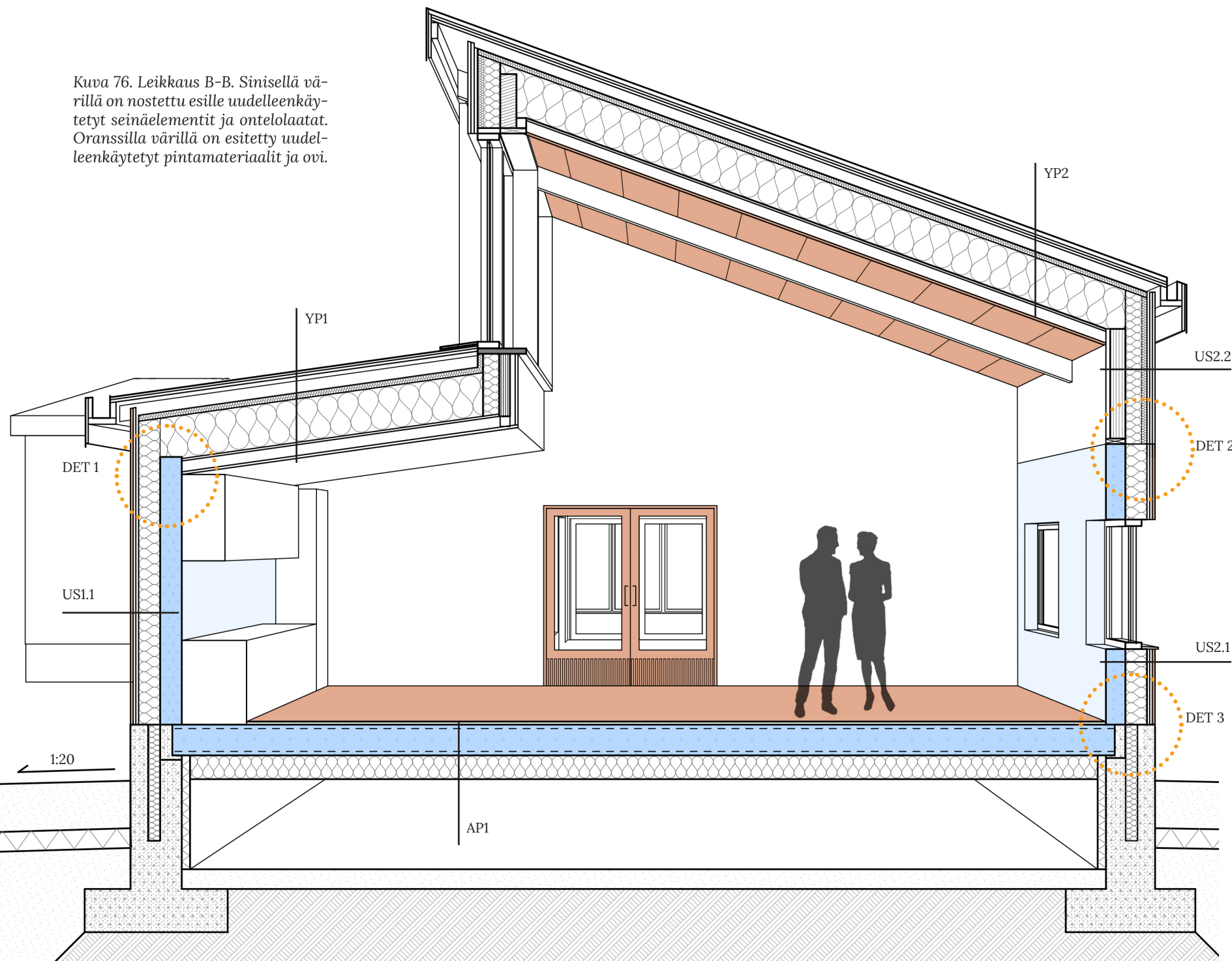
Kuva 74. Julkisivut 1:200



Kuva 75. Visualisointi puistosta päin.



Kuva 76. Leikkaus B-B. Sinisellä värillä on nostettu esille uudelleenkäytetyt seinäelementit ja ontelolaatat. Oranssilla värillä on esitetty uudelleenkäytetyt pintamateriaalit ja ovi.



#### AP1

- + purettu laualattia 20x95mm
- koolaus 30x50mm k600 + kermikaistaleet
- entinen liikuntasalin yläpohjan ontelolaatta 265mm
- lämmöneriste, polystyreeni 220mm
- ryömintätila 800-1200mm
- salaojasora 300mm
- suodatinkangas
- täyttömaa

#### YP1

- + kierrätyskipsistä valmistettu kipsilevy 12mm
- 150mm asennustila
- koivuvaneri 22mm
- mineraalivilla 400mm (kantava rakenne, liimapuupalkit 80x400mm k1200)
- tuulensuojalevy 50mm + tuuletusväli 100mm (kattokannattajat 150mm)
- vaneri + aluskate
- harva aluslaudoitus 25x100mm
- vesikatko, ruostumaton aaltopelti

#### YP2

- + purettu alakattolevyt 24x1200x600
- alakaton kannatusjärjestelmä (150mm asennustila)
- koivuvaneri 22mm
- mineraalivilla 400mm (kantava rakenne, liimapuupalkit 100x600mm k2200mm)
- tuulensuojalevy 50mm + tuuletusväli 100mm (kattokannattajat 350mm)
- vaneri + aluskate
- harva aluslaudoitus 25x100mm
- vesikatko, ruostumaton aaltopelti

### 6.3 Uudelleenkäytetyt ontelolaatat ja seinäelementit

Oheisessa leikkauksessa on esitetty, miten puretun koulurakennuksen seinäelementtejä ja ontelolaattoja on käytetty uuden rakennuksen suunnitelmassa. Liikuntasalin yläpohjan ontelolaattoja on lyhennetty timanttisahalla ja käytetty kantavana alapohjana. Purettuja väliseinä- ja sisäkuorielementtejä on hyödynnetty rakennuksen kantavissa seinissä. Uudet katto- ja seinärakenteet ovat puurakenteisia. Leikkauksen oikeanpuolista ulkoseinää on korotettu CLT-elementillä, jotta rakennukseen on saatu huonekorkeutta ja julkisen tilan tuntua.

#### US1

- + puhdistettu ja hiottu betonipinta
- purettu kantava teräsbetoninen väliseinäelementti 200 mm
- mineraalivilla 200 mm + puukoolaus 50x200 mm k600
- tuulensuojalevy 25 mm
- Irrotettava julkisivuverhouk:
- puukoolaus 25 mm (tuuletusrako + julkisivuelementin kiinnitys seinään)
- teräsorsi, kuumasinkitty hattuprofiili 25 mm
- puretusta kattopellistä leikattu metallikasetti 2 mm
- punainen kattomaali

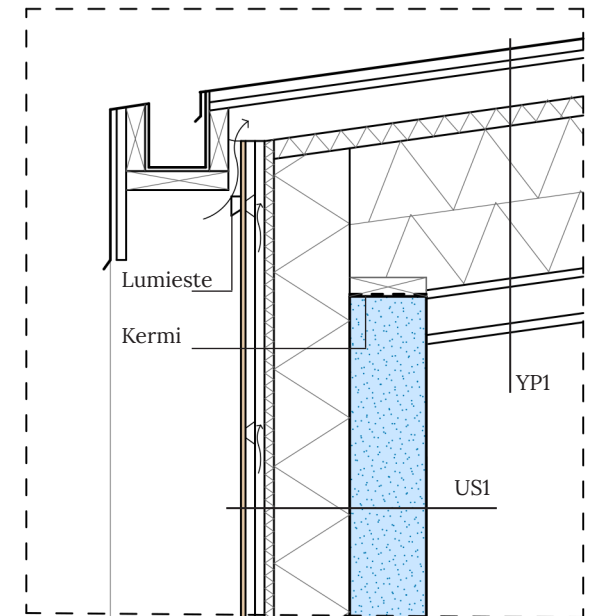
#### US2.1

- + puhdistettu ja hiottu betonipinta
- purettu kantava teräsbetoninen sisäkuorielementti 180mm
- mineraalivilla 200mm + puukoolaus 50x200 mm k600
- tuulensuojalevy 25 mm
- Irrotettava julkisivuverhouk:
- puukoolaus 25 mm (tuuletusrako + julkisivuelementin kiinnitys seinään)
- teräsorsi, kuumasinkitty hattuprofiili 25 mm
- puretusta kattopellistä leikattu metallikasetti 2 mm
- punainen kattomaali

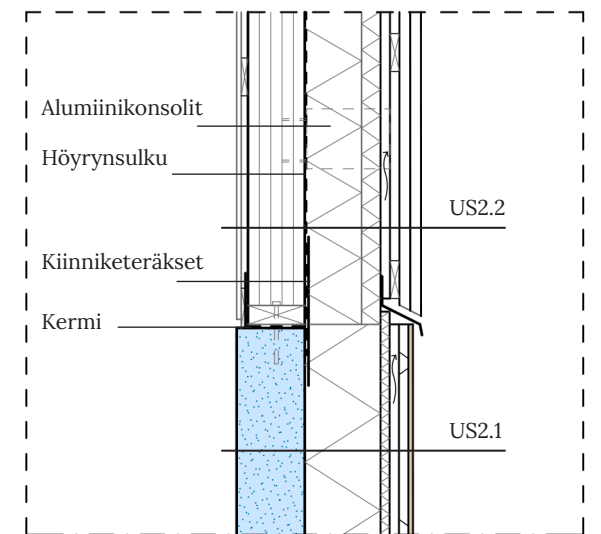
#### US2.2

- + koivuvaneri 12 mm + kirkas pellavaöljyvaha
- koolaus 18x100 mm k600
- höyrynsulku 0,2 mm
- CLT-elementti 150 mm
- jäykkä mineraalivilla 150mm
- jäykkä tuulensuojamineraalivilla 50 mm
- tuuletusrako, pystykoolaus 25x100 mm k600 + alumiinikonsolit joilla julkisivuverhouk kiinnitetty CLT:hen
- vaakakoolaus 25x100 mm k600
- lomalaudoitus 2x 28x125mm, kuultokäsittely

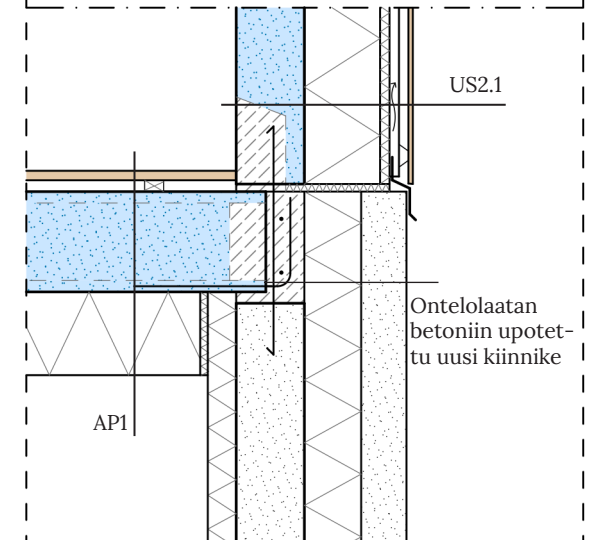
#### DET 1



#### DET 2

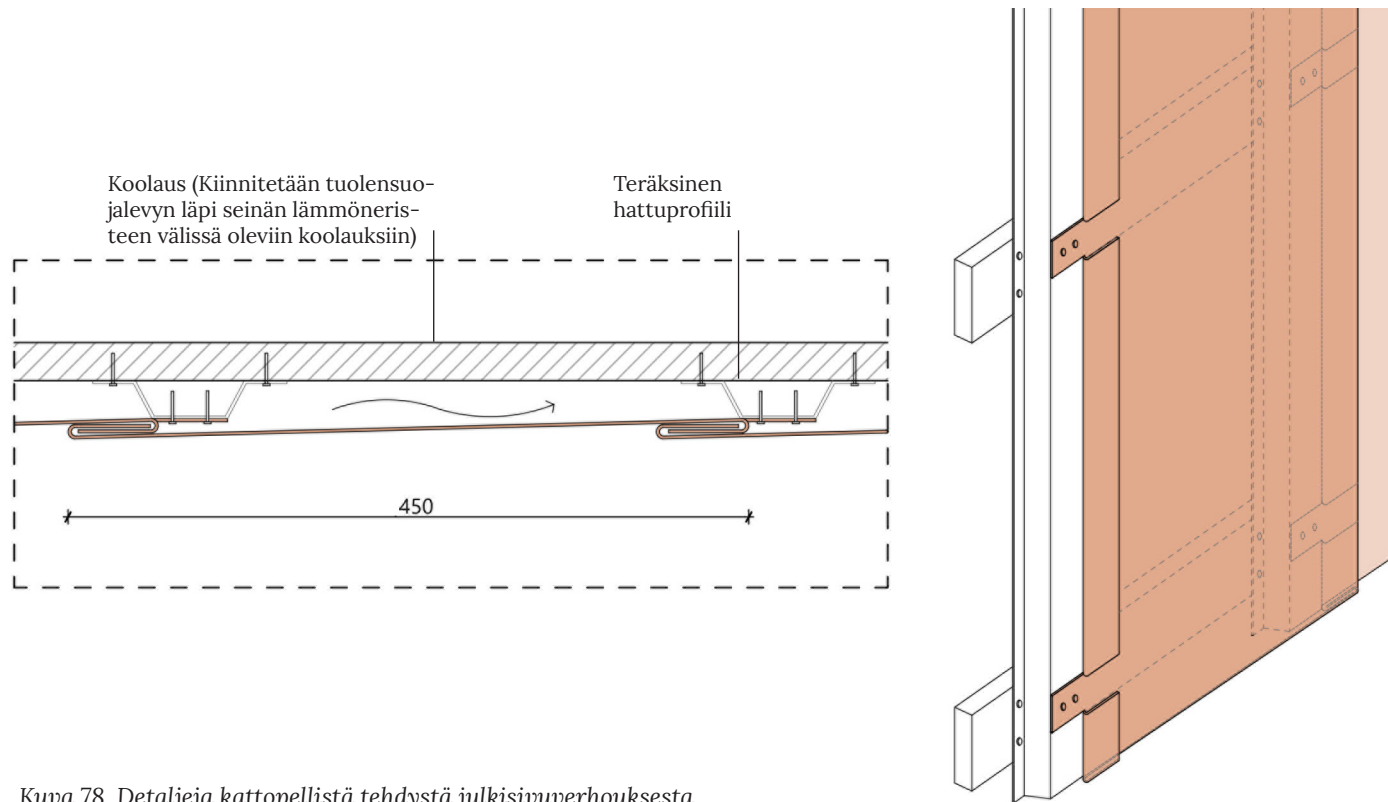


#### DET 3



Kuva 77. Rakennedetaljeja 1:20.





Kuva 78. Detaljeja kattopellistä tehdystä julkisivuverhouksesta.



Kuva 79. Julkisivuote 1:50.

#### 6.4 Kattopellistä tehty julkisivuverhouk

Kylätalon suunnitelmassa purettua kuumasinkittyä kattopeltiä on hyödynnetty betonielementtien julkisivupintana. Kattopelti leikataan irti räystäältä ja harjalta ja leikataan sen jälkeen pienempiin osiin, jotta sen irrottaminen mahdollisimman ehjissä paloissa on helpompaa. Pellin kiinnikkeiden kampeamiseen irti käytetään purkurautaa.

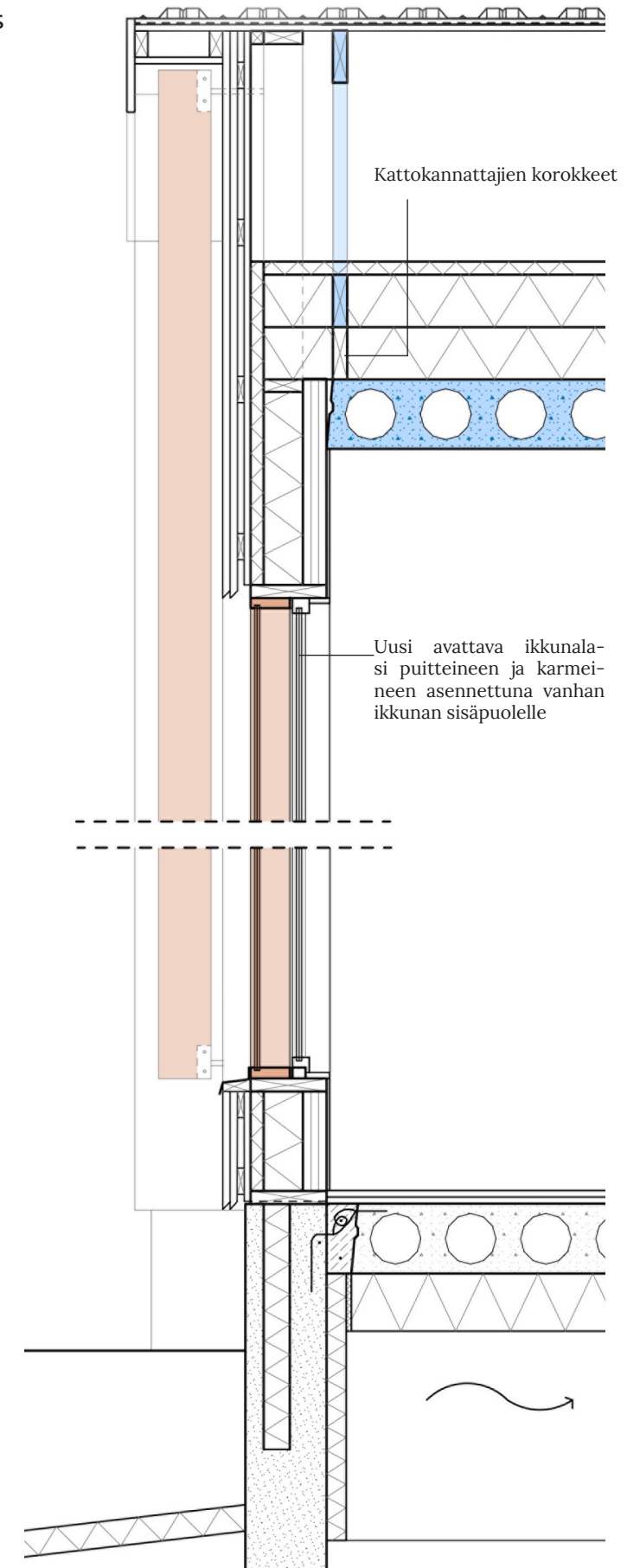
Yhden pellin leveys katossa on noin 600 millimetriä, joten siitä pystytään leikkaamaan noin 550 millimetrin kokoisia ehjiä siivuja. Siivuista poistetaan mahdollinen ruoste ja heikosti kiinni oleva maali. Sen jälkeen pellit pestään, leikataan muotoon ja taivutetaan viereisen sivun kuvan profiilin mukaan. Tämän jälkeen peltien ulkopinnat maalataan kattopellille tarkoitetulla tiilipunaisella maalilla. Pellit limitetään yhteen kuvan 78 mukaan ja kiinnitetään ruuvein hattuprofiileihin, jotka puolestaan kiinnitetään koolauksiin. Liitokset ovat myös purettavissa ja peltinen julkisivu helposti huollettavissa.

#### 6.5 Salin rakenne ja ikkunat

Kylätalon salin yläpohjan ontelolaatat ja kattotuolit kuuluvat alun perin samaan yläpohjarakenteeseen. Myös salin toisen ulkoseinän sisäkuorielementti on samasta luokahuoneesta yläpohjarakenteiden kanssa. Osien uudelleenkäyttö on helpompaa, kun uudessa rakennuksessa on käytetty samoja dimensioita ja rakenteille kohdistuu myös suurin piirtein alkuperäistä vastaavat kuormat. Vesikattoa on jouduttu kuitenkin korottamaan yhden 200 millimetrin lämmöneristekerroksen verran, sillä vanhan yläpohjan lämmönläpäisykerroin on  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , kun nykyään sen tulee olla  $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Salin luoteisseinän ikkunat ovat myös uudelleenkäytettyjä. Ikkunoiden lämmönläpäisykerroin ei vastaa nykystandardeja, mutta suunnitelmassa sitä on parannettu asentamalla ikkunoiden sisäpintaan uudet kierätyslasista valmistetut kaksinkertaiset ikkunat. Sisäpuolen ikkunat on myös avattavissa, mikä mahdollistaa ikkunoiden pesun.

Vaikka ikkunoihin on jouduttu lisäämään kokonaan uusi kerros, vanhoja ikkunoita uudelleenkäyttämällä vältetään yhden lasikerroksen valmistukselta. Näin säästetään niin materiaaleissa kuin päästöissäkin. Tanskalaisen Lendager Groupin kohteessa Upcycle Studios toimittiin vastaavasti ja ikkunoiden uudeksi U-arvoksi mitattiin  $0,69 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , mikä vastaa nykyistä ikkunoille asetettua vertailuarvoa. Lendager Groupin kohteessa ikkunoiden hiilidioksidipäästöissä pystyttiin säästämään lisäksi noin 32 prosenttia täysin uusien ikkunoiden valmistukseen nähden. (Lendager Group 2020, 34.)



Kuva 80. Leikkaus C-C 1:25. Värein osoitettu uudelleen käytetyt rakennusosat.





Kuva 81. Visualisointi kylätalon aulasta.

## 6.6 Sisätilat

Kylätalon suunnitelmassa kaikki sisäovet ovat uudelleenkäytettyjä. Koulurakennuksen liikuntasalista purttuja akustiikkalevyjä on käytetty kylätalon oleskelutilojen ja salin akustiikan parantamisessa. Myös alakattolevyjä on käytetty niin oleskelutiloissa, kuin rakennuksen aulassakin. Aulatilojen lattiamatto on tehty kierrätetystä lattiamatosta. Koulurakennuksen sisätilojen materiaalit ja osat ovat kulutuksen kestäviä ja sopivat näin hyvin myös kylätaloon. Niitä uudelleenkäyttämällä voidaan välttyä uusien, vastaavien osien valmistukselta.



1. Alakattolevyjä.

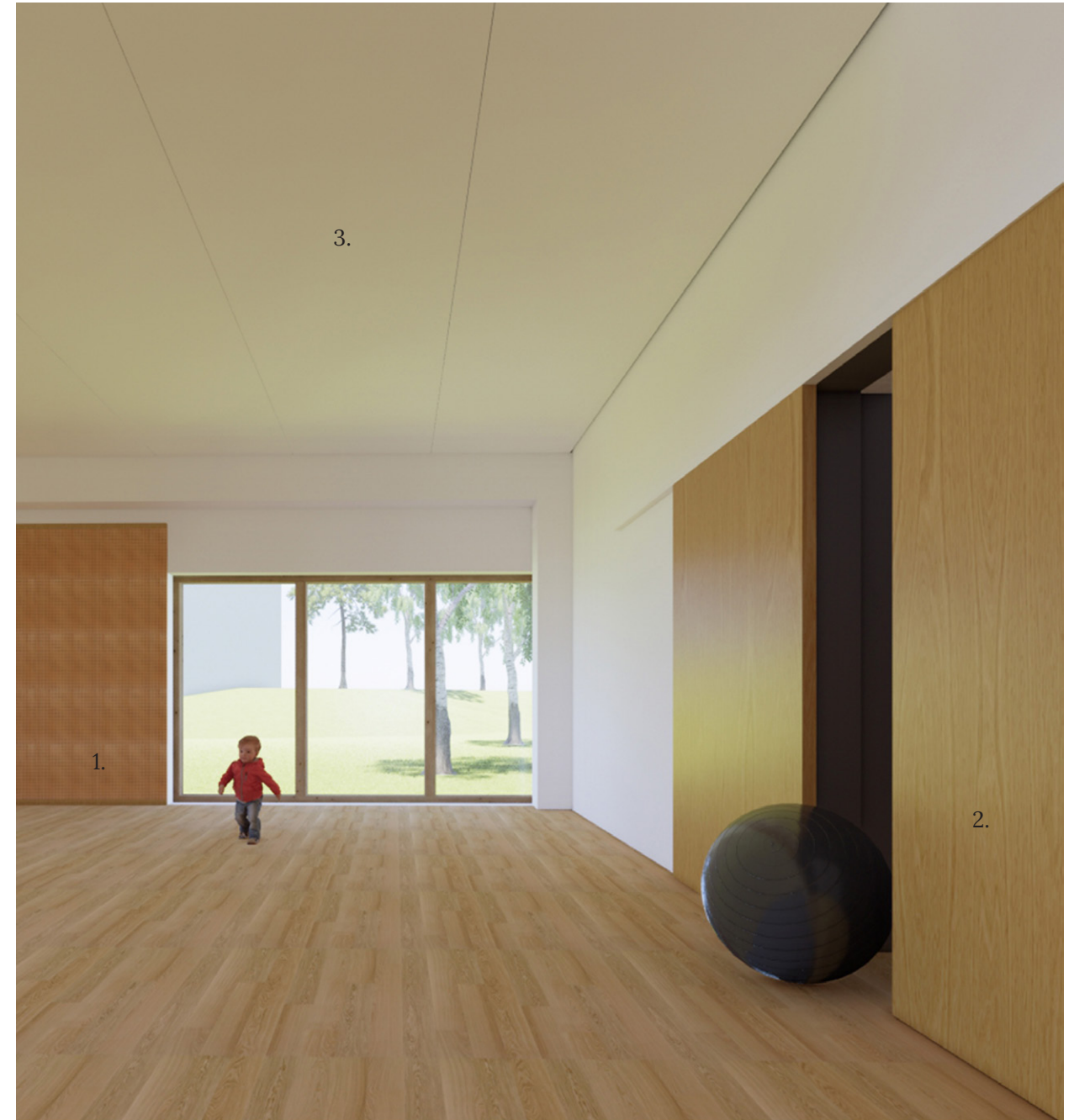
2. Keraaminen ikkunalaute.

3. Tuulikaapin ovi.

4. Kierrätetty muovimatto.

5. Sisäovia.

Kuva 82. Pintamateriaaleja ja täydentäviä rakennusosia.



Kuva 83. Visualisointi kylätalon salista.



1. Akustiikkapaneeleja.

2. Puiset liukuovet.

3. Ontelolaattoja.

Kuva 84. Pintamateriaaleja ja täydentäviä rakennusosia.



## 6 Päätelmät

Tämän diplomityön pääasiallisena tutkimuskysymyksenä on ollut se, että miten ja millä edellytyksin olemassa olevaan rakennuskantaan sitoutuneita purettavia rakennusosia ja materiaaleja voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnittelussa ja rakentamisessa ja mitkä ovat sen vaikutukset suunnitteluun. Työssä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttöä on tutkittu aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen tutustumalla, olemassa olevan rakennuksen uudelleenkäytettäviä osia ja materiaaleja kartoittamalla ja niiden hyödyntämispotentiaalia arvioimalla sekä uuden, näitä osia hyödyntävän rakennussuunnitelman kautta. Työn viimeinen luku on yhteenveto johtopäätöksistä, joita tämän prosessin aikana syntyi.

Työn teoriaosan tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä oli se, minkälaisin edellytyksin tällä hetkellä purettavien rakennusten uudelleenkäyttö mahdollistuisi laajemmassa mittakaavassa ja minkälaisia haasteita siihen liittyy. Osassa liitettiin rakennusosien uudelleenkäyttö laajempaan kiertotalouden ja kestäväen rakentamisen kontekstiin ja tutustuttiin myös siihen, minkälaisin suunnitteluperiaattein voidaan edesauttaa kiertotaloutta ja rakennusosien uudelleenkäyttöä tulevaisuudessa. Lisäksi käytiin läpi rakennusosien uudelleenkäyttöä yleisimpien rakennusmateriaalien ja niistä valmistettujen yleisimpien rakenteiden kautta.

Rakennusalan nykyiset toimintamallit eivät ole kestäviä. Muutoksia ollaan tekemässä, mutta toimintamallien muuttaminen laajemmin vaatii kaikkien alalla toimivien ymmärrystä nykyisen toiminnan haitallisuudesta ja tätä kautta halua muuttaa toimintaansa. Vaikka rakennusosien uudelleenkäyttöä pyritään edistämään, on se käytännössä edelleen hyvin vähäistä. Työssä käsitellyjä rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytön edellytyksiä yhdistää se, että ne vaativat niin uutta osaamista, innovatiivisuutta kuin taloudellisia investointeja. Nykyisten resurssien hyödyntämisestä rakentamisessa pitäisi saada taloudellisesti kilpailukykyistä suhteessa neitseellisten raaka-aineiden hyödyntämiseen. Tähän voidaan kannustaa esimerkiksi lainsäädännön ja kaavoituksen avulla asettamalla erilaisia taloudellisia kannustimia ja tekemällä kestävämmistä toimista vaikeita ja kannattamattomia. Julkisella sektorilla, kuten kaupungeilla ja kunnilla on mahdollisuus toimia kiertotalouden suunnannäyttäjänä omista hankkeistaan. Suunnittelijat taas voivat laadukkailla suunnitelmillaan vaikuttaa ihmisten mielikuviin rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytöstä.



Työn toisessa osassa kartoitettiin Helsingin Käpylässä sijaitsevan, purettavan koulurakennuksen rakennusosat ja arvioitiin niitä uudelleenkäytön näkökulmasta. Osan tärkeimpänä tutkimuskysymyksenä oli se, millä tasolla purkukartoituksia tulisi toteuttaa, kun purettuja osia halutaan hyödyntää suunnittelussa ja rakentamisessa. Kartoituksen tekemisessä lähtötietoina oli rakennuksen piirustuksia sen rakennus- ja muutosvaiheista, sekä muita dokumentteja, kuten rakennuksesta teetetty haitta-ainekartoitus ja purkutyöselostus.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että kartoituksia tulisi teettää eri tarkkuustasoilla riippuen rakennuksen lähtökohdista. Kartoituksen toteuttaminen tässä työssä tehdyllä tarkkuustasolla oli jokseenkin työlästä ja hidasta mutta myös tässä tapauksessa perusteltua, koska kyseessä oli diplomityö, jossa aihetta tutkittiin. Kartoituksen tekeminen tällä tarkkuustasolla oli lisäksi opettavaista ja auttoi ymmärtämään sitä, millaiset rakenneratkaisut ja materiaalivalinnat eivät ole kestäviä kiertotalouden toteutumisen näkökulmasta ja miksi.

Kuitenkin jo pelkän rakennuksen rakennusajankohdan, runkorakenteen ja sen liitostapojen selvittäminen ker- too paljon rakennuksen kokonaisvaltaisesta hyödyntämispotentiaalista. Kaikista purettavista rakennuksista olisi hyvä teettää alustava purkukartoitus, jossa voitaisiin selvittää rakennuksen runkorakenne, arvioida rakenteiden ja materiaalien jäljellä olevaa käyttöikä ja osien liitosten purettavuutta. Samalla voitaisiin myös huomioida täydentävät rakennusosat, rakennuksen silmämääräinen kunto, pintojen irrotettavuus ja esimerkiksi rakennusmateriaalien päästöintensiteetti sekä materiaalien ja osien määrä, laatu ja arvo. Tämän pohjalta voitaisiin teettää tarkempi kartoitus niihin rakennuksiin ja rakennusten osiin, joiden hyödyntämispotentiaali on arvioitu alustavasti hyväksi ja joiden uudelleenkäytöllä on suurimmat positiiviset ympäristövaikutukset. Hyödynnettäviksi arvioitujen osien osalta kartoitus tulisi tehdä tarkasti, sillä jotta suunnittelijat voivat hyödyntää niitä suunnitelmissaan, tulee heillä olla tarvittavat tiedot ainakin rakennusosan dimensioista, teknisistä ominaisuuksista, kunnosta sekä liitostavoista. Olisi myös hyvä, jos kaikkien purettavien rakennusten hyödyntämispotentiaalia arvioitaisiin jo ennen niiden purkupäätöstä ja purkamista tulisi perustella erityisen hyvin niiden rakennusten kohdalla, joiden osien hyödyntäminen toisaalla on haastavaa.

Vastaavanlainen kartoitus, kuin mitä työssä on tehty, vaatii tekijältään jonkin asteista ymmärrystä niin rakenteista kuin rakennustekniikoista. Tekijällä tulisi olla myös tietoa eri rakennusmateriaalien ja osien lähtökohtaisesta hyödynnettävyydestä. Lisäksi tietomallin muodossa toteutettuna kartoitus vaatii tietomallinnustaitoja. Vastaavat taidot ovat hyödyllisiä myös

suunnittelijoille, mikäli he haluavat hyödyntää tietomallipohjaista kartoitusta suunnittelussa. Kartoituksen perusteella voidaan todeta, että tietomalli on erittäin hyvä työkalu laajojen tietomäärien hallintaan ja siitä on hyötyä rakennuksen kokonaisuuden hahmottamiseen. Tietomallin avulla on helppo paikantaa rakennusosia ja -materiaaleja ja arvioida niiden määriä. Rakennusta mallintaessa kartoituksen tekijän ymmärrys rakennuksesta nousee täysin uudelle tasolle, mistä on taas hyötyä uudelleenkäyttöpotentiaalin arvioinnin kannalta.

Rakennuksesta olemassa olevista kattavista lähtötiedoista on paljon hyötyä kartoituksen tekemiseen. Kotby lågstadieskolan kohdalla lähtötietoja oli kattavasti etenkin sen laajennusosasta. Laajennusosasta saatavilla olleet betonielementtikaaviot ja rakenneliitosdetaljit nostivat kartoituksen tarkkuuden tasoa. Rakennuksen alkuperäisen osan 1950-luvulta peräisin olevista piirustuksista oli myös hyötyä, mutta johtuen skannauksen laadusta niitä oli paikoittain vaikea tulkita. Aikakaudelle oli myös tyypillistä, että osa detaljiratkaisuista tehtiin vasta työmaalla, eikä läheskään kaikkea dokumentoitu. Tällaisissa tapauksissa rakennuksen purettavuuden ja sen osien hyödynnettävyyden arvioinnissa on hyödyllistä ymmärtää kyseisen rakennusajankohdan rakennustapoja ja materiaaleja.

Usein pienten ja runsaasti erilaisia osia sisältävien rakennusten kartoittaminen ja uudelleenkäytön tutkiminen ei ole taloudellisesti kannattavaa suhteessa uudelleenkäytöllä saavutettavaan taloudellisiin ja ympäristöhyötyihin. Sen sijaan mitä isompi rakennus on ja mitä enemmän siinä on hyödynnettäviä osia, sen suuremmat ovat myös uudelleenkäytön avulla saavutetut hyödyt.

Työn kolmannessa osassa hyödynnettiin kartoituksen perusteella uudelleenkäytettäviksi arvioituja osia uuden kylätalon suunnitelmassa. Suunnitelman pohjalta tarkoituksena oli tutkia sitä, miten uudelleenkäyttö vaikuttaa suunnitteluun ja minkälaista arkkitehtuuria syntyy, kun suunnittelussa lähtökohtana ovat uudelleenkäytettävät osat ja materiaalit.

Suunnitelman tehtäväasettelu ei ollut täysin realistinen, sillä kuten todelliset esimerkit ovat osoittaneet, uuden rakennuksen suunnitelmassa harvoin hyödynnetään vain yhdestä kohteesta peräisin olevia osia ja materiaaleja. Kuitenkin myös tällainen tehtäväasettelu voisi olla mahdollinen todellisuudessa, esimerkiksi silloin, jos uuden rakennuksen suunnitelmassa tulisi käyttää mahdollisimman paljon sen tilalta purettavan rakennuksen tai jonkun lähialueelta purettavan rakennuksen osia. Tällainen asettelu voisi toimia myös esimerkiksi arkkitehtikilpailussa lähtökohtana.

Lisäksi työssä laadittu suunnitelma on kooltaan pieni ja konseptiltaan hyvin vapaamuotoinen, minkä ansiosta rakennus ei itsessään asettanut uudelleenkäytetyille osille tiukkoja melu- tai paloturvallisuusvaatimuksia. Ne ovat kuitenkin asioita, jotka joudutaan ottamaan huomioon useissa oikeissa rakennuskohteissa. Myöskään alueen asemakaavaa ei huomioitu suunnitelmas- sa, mutta todellisuudessa se asettaisi omat ehtonsa rakennuksen massoille, julkisivuille ja esimerkiksi ääneneristävyydelle.

Suunnitelma pyrki uudelleenkäyttämään mahdollisimman paljon purettuja osia ja materiaaleja sellaisenaan sekä hyödyntämään niiden alkuperäisiä dimensioita, sillä myös osien työstäminen aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä. Tämä asetti haasteita koulurakennuksen ollessa melko suuri suhteessa Kylätaloon. Lisäksi osien kantavuus tuli huomioida uuden rakennuksen rungon suunnittelussa. Nämä seikat määrittivät suunnitellun rakennuksen muotoa ja aukotusta. Mikäli asemakaava olisi rajoittanut rakennuksen muotoa ja kokoa, olisi osien dimensiot saattaneet hankaloittaa suunnittelua.

Purettavassa koulurakennuksessa niin sisä- kuin ulkopintojenkin materiaalit olivat kiinteitä ja vaikeasti irrotettavia ja ne oli valittu todennäköisesti kestävyys edellä. Tämän ansiosta uudelleenhyödynnettävien pintamateriaalien valikoima oli vähäinen, mikä näkyi myös suunnitelman lopputuloksessa.

Kuten myös korjausrakentamiskohteissa tai kohteissa, joissa rakennukseen tehdään käyttötarkoituksen muutos, vaikuttavat vanhat ja tässä tapauksessa uudelleenkäytetyt rakenteet väkisin rakennuksen arkkitehtuuriin. Uudelleenkäytön vaikutukset suunnitteluun taas riippuvat niin uuden rakennuksen konseptin, tontin ja tilaohjelman asettamista vaatimuksista, kuin tarjolla olevan purkumateriaalin tarjoamista mahdollisuuksista. Mitä suppeampi valikoima uudelleenkäytettävää materiaalia on, sen enemmän se voi rajoittaa uuden rakennuksen suunnittelua ja toisaalta taas mitä tiukemmat kriteerit uudelle rakennukselle asetetaan, sen vaikeampaa voi olla hyödyntää purettuja osia ja materiaaleja suunnitelmissa. Lisäksi tietyn rakennustyyppin rakenteet soveltuvat parhaiten vastaavan rakennustyyppin tai ainakin saman kokoluokan uuden rakennuksen suunnitelmaan. Eli esimerkiksi koulurakennuksen rakenteilla voisi olla parempi uudelleenkäyttöpotentiaali uuden koulurakennuksen rakenteissa, kun pienen kylätalon rakenteissa.

Suunnitteluun liittyviä jatkokysymyksiä voisi olla esimerkiksi se, millaisia haasteita asemakaava, palomääräykset ja nykyiset rakennusstandardit asettavat ra-

kennusosia uudelleenhyödyntävälle suunnitelmalle. Myös esimerkiksi yksittäisten rakennusmateriaalien ja osien uudelleenhyödyntämistapojen laajempi ideoiminen olisi tarpeen.

Rakennusosien uudelleenkäytön yleistyessä rakennuksen hyödyntämispotentiaalin arviointiin voitaisiin myös kehittää jokin selkeä hyödyntämisteikkokko, johon eri rakennukset voisivat asettua riippuen niiden hyödyntämispotentiaalista. Riippuen rakennuksen alustavasta hyödyntämispotentiaalista, purkukartoituksia voitaisiin tehdä eri tarkkuusasteilla. Jos ja kun purkumateriaalia aletaan hyödyntämään enemmän rakentamisessa, lisääntyy käytännön kokemuksen kautta tieto eri materiaalien ja osien hyödynnettävyydestä. Tästä tulee olemaan hyötyä selkeiden kartoitusohjeiden ja hyödyntämisteikon kehittämisessä. Myös purkumateriaalin kelpoisuuden osoittamismenettelyiden selkeytyessä, on helpompi arvioida mitä osia ja materiaaleja on käytännössä helpompi hyödyntää uudelleen ja mitä taas ei. Tällä hetkellä purkukartoituksen ohjeet ovat samat kaikkiin rakennuksiin, vaikka lähtökohtaisesti tietyt rakennejärjestelmät soveltuvat uudelleenkäyttöön paremmin kuin toiset. Koska kaikkia nykyiseen rakennuskantaan sitoutuneita osia ja materiaaleja tuskin voidaan tai on edes järkevää pelastaa, tulisi huomio kiinnittää sinne, missä potentiaali on suurin.



## Lähteet

**Addis, Bill. 2006.** *Building with reclaimed components and materials. A design handbook for reuse and recycling.* London: Earthscan.

**Allen, Edward; Iano, Joseph. 2014.** *Fundamentals of building construction : materials and methods.* Sixth edition. Hoboken: Wiley.

**Arora, Mohit; Raspall, Felix; Fearnley, Lyle; Silva, Arlindo. 2020.** Urban mining in buildings for a circular economy: Planning, process and feasibility prospects. *Resources, Conservation and Recycling* 174, 2021, 105754.

**Arup. 2016.** *The Circular Economy in the built environment.* Saatavissa (viitattu 15.1.2022): <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>

**Atlas of spaces. 2019.** General architecture. Nannberga. 2010-2011 (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 3.3.2022): <https://www.atlasofplaces.com/architecture/nannberga/>

**Baker-Brown, Duncan. 2017.** *The Re-Use Atlas: A Designer's Guide Towards a Circular Economy.* 1. Painos. E-kirja. Milton: RIBA Publishing.

**Bertino, Gaetano; Kisser, Johannes; Zeilinger, Julia; Langergraber, Guenter; Fischer, Tatjana; Österreicher Doris. 2021.** Fundamentals of Building Deconstruction as a Circular Economy Strategy for the Reuse of Construction Material. *Applied Sciences* 2021, 11, 939.

**Braungart, Michael; McDonough, William. 2002 (2019).** *Cradle to Cradle.* Lontoo: Vintage.

**Cavalli, Alberto; Cibecchini, Daniele; Togni, Marco; Hélder, Sousa. 2016.** A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber. *Construction & building materials* 114, 681-687.

**Cheshire, David. 2016.** *Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment.* E-kirja. New castle upon Tyne: RIBA Publishing.

**Circle Economy. 2020.** *The Circularity Gap Report.* Saatavissa (viitattu 7.1.2022): <https://www.circularity-gap.world/2020>

**Dawczyński, Szymon.; Brol, Janusz.; Adamczyk, Katarzyna. 2013.** Reuse of precast structural elements. *Proceedings of the 11th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings*, 27-30. Bratislava.

**Delft University of Technology. 2019.** Circular design principles – The Circl pavilion. Aukikirjoitettu haastattelu rakennuksen suunnittelijan Hans Hammikin kanssa Delftin yliopistossa. Saatavissa (viitattu 2.6.2022): [https://delftxdownloads.tudelft.nl/CESBE1x\\_Circular\\_Economy\\_Built\\_Environment/Module\\_3/CESBE1x\\_2019\\_3\\_5\\_Circular\\_design\\_principles-transcript.pdf](https://delftxdownloads.tudelft.nl/CESBE1x_Circular_Economy_Built_Environment/Module_3/CESBE1x_2019_3_5_Circular_design_principles-transcript.pdf)

**Dezeen. 2016.** DIGSAU uses reclaimed barnwood to clad modern home in Delaware (verkkoaineisto). *Dezeen.* Saatavissa (viitattu 3.3.2022): <https://www.dezeen.com/2016/08/30/rural-loft-digsau-reclaimed-barn-wood-cladding-modern-home-delaware/>

**Ecoup. 2021.** Rakennusala ottaa ekologisen jättiharppauksen (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 8.6.2022): <https://ecoup.fi/1028-2/>

**Futurebuilt. 2021.** *Errfaringsrapport ombruk. Kristian Augusts gate* 13. Saatavissa (viitattu 4.3.2022): [https://assets-global.website-files.com/5f1ebb8e3124ed3524370b0a/61a639e38fe2c5a710369f6d\\_Kristian%20Augusts%20gate%2013%20erfaringsrapport\\_rev\\_250121.pdf](https://assets-global.website-files.com/5f1ebb8e3124ed3524370b0a/61a639e38fe2c5a710369f6d_Kristian%20Augusts%20gate%2013%20erfaringsrapport_rev_250121.pdf)

**Fujita, Masanori; Iwata, Mamoru. 2008.** Reuse system of building steel structures. *Structure and Infrastructure Engineering*, 4:3, 207-220.

**Gaia Consulting. 2020.** *Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Osa 4. Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön tiekartta 2020-2035-2050.* Rakennusteollisuus. Saatavissa (viitattu 6.1.2022): [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyyys\\_uudet/rt\\_4.-raportti\\_vahahiilisyyden-tiekartta\\_lopullinen-versio\\_clean.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyyden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf)

**Gorgolewski, Mark. 2019.** The architecture of reuse. *IOP Conference Series.: Earth and environmental science* 225. Saatavissa (viitattu 4.2.2022): <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012030>

**Gorgolewski, Mark; Sergio, Carmela. Vuosiluku ei tiedossa.** Facilitating greater reuse and recycling of structural steel in the construction and demolition process. Reuse-Steel Case Study 4. Reuse of structural steel at bedZED. Toronto: Department of Architectural Science at Ryerson University. Saatavissa (viitattu 4.3.2022): <https://www.yumpu.com/no/document/read/41318197/reuse-of-structural-steel-at-bedzed-beddington-zero-energy->

**Green Building Council Finland. 2018.** Näin rakennamme kiertotaloutta – 7 tavoitetta kiertotalouden toteutumiseksi KIRA-alalla. Saatavissa (viitattu 2.3.2022): [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/GBC\\_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoitetta-210518.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2018/05/GBC_Kiertotalous-KIRA-alalla-7tavoitetta-210518.pdf)

**Hakaste, Harri. 2021.** Purkumateriaalien kiertotalouden elementit. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä.* Helsinki: Rakennustieto Oy, 110-122.

**HE 121/2021.** Hallituksen esitys eduskunnalle maankäyttö ja rakennuslain muuttamisesta. Saatavissa (viitattu 25.2.2022): <https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2021/20210121>

**Hradil, Petr. 2014.** *Barriers and opportunities of structural elements re-use.* Tutkimusraportti VTT-R-01363-14. Saatavissa (viitattu 17.2.2022): <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-01363-14.pdf>

**Hradil, Petr; Talja, Asko; Whalström, Margareta; Huuhka, Satu; Lahdensivu, Jukka; Pikkuvirta, Jussa. 2014.** *Re-use of structural elements; Environmentally efficient recovery of building components.* VTT Technology T200. VTT Technical Research Center of Finland.

**Hopkinson, Peter; Chen, Han-Mei; Zhou, Kan; Wang, Yong; Lam, Dennis. 2019.** Recovery and reuse of structural products from end-of-life buildings. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Engineering Sustainability* 172(3), 119-128.

**Hurula, Kai; Kauppi Timo. 2015.** Uusiutuva teräsrakentaminen 2014. Lapin alueen teräsrakentaminen – haasteet, osaamispääoma ja kehittämistarpeet. Lapin ammattikorkeakoulu. Saatavissa (viitattu 16.3.2022): <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=ac297bb9-a8b1-4b40-9720-103d0649e954>

**Huttunen, Eeva. 2021.** Kiertotalous vie kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä.* Helsinki: Rakennustieto Oy, 8-20.

**Huuhka, Satu; Köliö, Arto; Annila, Petri; Poti, Antti. 2018.** Puurakenteiden uudelleenkäyttömahdollisuudet. *Muutuva rakennettu ympäristö* 4. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 165. Tampere.

**Huuhka, Satu; Lahdensivu, Jukka. 2014.** Statistical and geographical study on demolished buildings. *Building Research and Information.*



**Huuhka, Satu; Vainio, Terttu; Moisio, Malin; Lampinen, Emmi; Knuutinen, Mikko; Bashmakov, Samuel; Köliö, Arto; Lahdensivu, Jukka; Ala-Kotila, Paula; Lahdenperä, Pertti. 2021.** Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot. *Ympäristöministeriön julkaisuja* 2021:9. Saatavissa (viitattu 4.2.2022): <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162862>

**Huuhka, Satu. 2021.** Reusing building components. Luento Tampereen yliopistossa.

**Häkkinen, Tarja; Kuittinen, Matti. 2020.** Kohti vähähiilistä rakentamista. *Opas arviointiin ja suunnitteluun*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

**Jiménez, Luis; Domínguez, Jose; Vega-Azamar, Ricardo. 2018.** Carbon footprint of recycled aggregate concrete. *Advances in Civil Engineering*, 2018, 6.

**Jääskeläinen, Lauri. 2021.** Rakennusten elinkaari ja rakentamisen sääntely. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Helsinki: Rakennustieto Oy, 21–29.

**Kantola, Pirjo; Sangi, Pekka; Nuorkivi, Milja. 2021.** *Kottby lågstadieskola. Rakennushistoriaselvitys 2021*. HTM Arkkitehdit Oy.

**Karvinen, Sami. 2005.** Ulkoseinien sisäkuorielementtitekniikka. Finnmap Consulting Oy. *Betoni* 3/2005. Saatavissa (viitattu 9.5.2022): [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0503\\_s62-64.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0503_s62-64.pdf)

**Keppo, Juhani. 2002.** *Pientalon vesikatot ja ulkoverhoukset*. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.

**Kozminska, Urzula. 2019.** Circular design: reused materials and the future reuse of building elements in architecture. Process, challenges and case studies. *IOP Conference Series.: Earth and environmental science* 225. 012033.

**Lahdensivu, Jukka; Huuhka, Satu; Annila, Petri; Pikkuvirta, Jussa; Köliö, Arto; Pakkala, Toni. 2015.** *Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet*. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 162. Tampere. Saatavissa (viitattu 16.2.2022): <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3461-4>

**Lehtonen, Katja. 2019.** Purkutyöt – Opas tekijöille ja teettäville. *Ympäristöministeriön julkaisuja* 2019:29. Saatavissa (viitattu 2.6.2022): [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM\\_2019\\_29.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM_2019_29.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

**Lehtonen, Katja. 2020.** Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen. Kouvola innovation REUSE-hanke. Saatavissa (viitattu 26.1.2022): <https://puutuoteollisuus.fi/juuri-nyt/kiertotalous>

**Lehtonen, Katja. 2021.** Purkuhankkeen toteutus kiertotaloutta tukien. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Helsinki: Rakennustieto Oy, 124–133.

**Lendager Group. 2020.** *Sustainability - Upcycle Studios & The Resource Rows*. Saatavissa (viitattu 1.6.2022): [https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923\\_Upcycle-Studios-RR-LCALCC\\_NREP.pdf](https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923_Upcycle-Studios-RR-LCALCC_NREP.pdf)

**Motiva. 2022.** Ikkunoiden energialuokitus (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 1.6.2022): [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/ rakentaminen/ ikkunoiden\\_ energialuokitus/ ikkunoiden\\_ energiatehokkuus](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ rakentaminen/ ikkunoiden_ energialuokitus/ ikkunoiden_ energiatehokkuus)

**Nordby, Anne Sigrid; Berge, Bjørn; Hakonsen, Finn; Hestnes, Anne Grete. 2009.** Criteria for salvageability: the reuse of bricks. *Building Research & Information*, 37:1, 55–67.

**Nrep. 2022.** Resource rows (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 6.6.2022): <https://nrep.com/project/resource-rows/>

**Nußholz, Julia; Nygaard Rasmussen, Freja; Whlaen, Katherine; Plepys, Andrius. 2019.** Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation. *Journal of Cleaner Production* 245, 118546.

**Salmenperä, Hanna; Sahimaa, Olli; Kautto, Petrus; Vahvelainen, Simo; Wahlström, Margareta; Bachèr, John; Dahlbo, Helena; Espo, Juha; Haavisto, Teija; Laine-Ylijoki, Jutta. 2016.** Kohdennetut keinot kierrätyksen kasvuun. Valtioneuvoston kanslia. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 53/2016. Saatavissa (viitattu 6.1.2022): <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79801/kohdennetut%20keinot%20kierr%c3%a4tyksen%20kasvuun.pdf>

**Rakennusteollisuus RT. 2022.** Jätedirektiivi ja lainsäädännön kokonaisuudistus. Saatavissa (viitattu 11.5.2022): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto- ja- energia/ Rakentamisen- materiaalite- hokkuus/ Jatedirektiivi- ja- lainsaadannon- kokonaisuudistus/>

**Ramboll. 2021a.** Kottby lågstadieskola purkutyöselostus.

**Ramboll. 2021b.** Kottby lågstadieskola asbesti- ja haitta-ainekartoitus.

**RT 10-11224. 2016.** Talonrakennushankkeen kulku. Rakennustieto ry.

**RT 103253. 2020.** Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK18. Rakennustieto ry.

**RT 103241. 2020.** Puu- ja puualumiini-ikkunat. Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito. Rakennustieto ry.

**Räsänen, Aapo. 2021.** Assessment of reusability of bricks. Luento Tampereen yliopistossa.

**Sitra. 2018.** *The circular economy – a powerful force for climate mitigation*. Saatavissa (viitattu 14.1.2022): <https://www.sitra.fi/en/publications/circular-economy-powerful-force-climate-mitigation/>

**Sjöstedt, Tuula. 2018.** Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Saatavissa (viitattu 2.2.2022): <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

**Tarpio, Jyrki. 2021.** Hierarkkiset joustavuustasot ja rakennuksen kiertotalous. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Helsinki: Rakennustieto Oy, 62–72.

**Tilastokeskus. 2020.** *Jätetilasto*. Saatavissa (viitattu 6.1.2020): <https://www.stat.fi/til/jate/index.html>

**Unep. 2019.** *United nations environmental programme. Global resources outlook 2019: Natural resources for the future we want*. Saatavissa (viitattu 12.1.2022): <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27517;jsessionid=B-28FA28312229254EA543B728499DE01>

**Valtioneuvosto 2019.** Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 2019. Saatavissa (viitattu 25.2.2022): <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma>

**Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021/26§.** Saatavissa (viitattu 27.2.2022): <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978#Pidm45237816585024>

**Vandkunsten. 2017.** *Rebeauty. Nordic Built Component Reuse*. Kööpenhamina: Vandkunsten Architects. Saatavissa (viitattu 15.2.2022): <https://vandkunsten.com/en/news/rebeauty-new-report>

**Versnellingshuis Nederland circulair!, 2020.** *How is a circular economy different from a linear economy?* Saatavissa (viitattu 4.2.2022): <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/en/knowledge-map-circulareconomy/how-is-a-circular-economy-different-from-a-linear-economy/>

**Walhstrom, Margareta; Hradil, Petr; Teittinen, Tuuli; Lehtonen, Katja. 2019.** *Purkukartoitus – Opas laatijalle*. Ympäristöministeriö. Saatavissa (viitattu 19.1.2022): <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161883>

**Ympäristöministeriö. 2018.** Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja. Energiatodistusoppaan 2018 liite. Saatavissa (viitattu 21.4.2022): <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA6558C5F-9B2E-40E5-B261-605118163F03%7D/141252>

**Ympäristöministeriö. 2022a.** Rakentamisen kiertotalous (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 7.1.2022): <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

**Ympäristöministeriö. 2022b.** Rakennustuotteet (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 22.1.2022): <https://ym.fi/rakennustuotteet>

**Ympäristöministeriö. 2022c.** CE-merkintä (verkkoaineisto). Saatavissa (viitattu 22.1.2022): <https://ym.fi/ce-merkinta>

**Ympäristöministeriö. 2022d.** Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen (verkkotiedote). Saatavissa (viitattu 22.6.2022): <https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>

**Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017/ 23 §.** Annettu Helsingissä 20.12.2017. Saatavissa (viitattu 5.3.2022): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

**Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017/24§.** Annettu Helsingissä 20.12.2017. Saatavissa (viitattu 6.6.2022): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

**Zhu, Ying; Lonka, Harriet; Tähtinen, Katja; Anttonen, Markku; Isokääntä, Päivi; Knuutila, Anssi; Lahdensivu, Jukka; Mahiout, Selma; Mäntylä, Anne-Marie; Raimovaara, Markku; Rantio, Tiina; Santonen, Tiina; Teittinen, Tuuli. 2022.** Purkumateriaalin kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisuuden näkökulmasta. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 2022:15. Saatavissa (viitattu 8.6.2022): [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163832/VN\\_Teas\\_2022\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163832/VN_Teas_2022_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## Kuvalähteet

Kuvat tekijän laatimia, ellei toisin mainita.

**Kuva 1.** Tekijän tekemä, perustuu lähteisiin: Huuhka, Satu. 2021. Reusing building components. Luento Tampereen yliopistossa. Huttunen, Eeva. 2021. Kiertotalous vie kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Helsinki: Rakennustieto Oy, 8–20.

**Kuva 2.** Tekijän tekemä, perustuu lähteeseen: Huttunen, Eeva. 2021. Kiertotalous vie kohti kestäväää rakennettua ympäristöä. Teoksessa Huttunen, Eeva (toim.). *Kiertotalous rakennetussa ympäristössä*. Helsinki: Rakennustieto Oy, 8–20.

**Kuva 3.** Tekijän tekemä, perustuu lähteeseen: Cheshire, David. 2016. *Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment*. E-kirja. New castle upon Tyne: RIBA Publishing.

**Kuva 5.** Tekijän tekemä, perustuu lähteisiin: Addis, Bill. 2006. *Building with reclaimed components and materials. A design handbook for reuse and recycling*. London: Earthscan. RT 10-11224. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennustieto ry.

**Kuva 6. Mikael Olsson. 2019.** General architecture. Nannberga. 2010–2011 (verkkoaineisto). *Atlas of spaces*. Saatavissa (viitattu 3.3.2022): <https://www.atlasofplaces.com/architecture/nannberga/>

**Kuva 7. Noora Khezri, Mad arkitekter.** Vuosiluku ei tiedossa. Noora Khezri: The circular building of Oslo: Kristian Augusts gate 13 (KA13). Esitelmä Helsingin kaupungin tilaisuudessa 2021. Lupa kuvan käyttämiseen saatu.

**Kuva 8. Kyrre Sundal, Mad arkitekter.** Vuosiluku ei tiedossa. Noora Khezri: The circular building of Oslo: Kristian Augusts gate 13 (KA13). Esitelmä Helsingin kaupungin tilaisuudessa 2021. Lupa kuvan käyttämiseen saatu.

**Kuva 9. Kyrre Sundal, Mad arkitekter.** Vuosiluku ei tiedossa. Noora Khezri: The circular building of Oslo: Kristian Augusts gate 13 (KA13). Esitelmä Helsingin kaupungin tilaisuudessa 2021. Lupa kuvan käyttämiseen saatu.

**Kuva 10. Stokke Stål.** Vuosiluku ei tiedossa. Noora Khezri: The circular building of Oslo: Kristian Augusts gate 13 (KA13). Esitelmä Helsingin kaupungin tilaisuudessa 2021. Lupa kuvan käyttämiseen saatu.

**Kuva 11. Tuntematton.** Vuosiluku ei tiedossa. Resource Rows, Ørestad Syd by Lendager (verkkoaineisto). *Danish Design Review* 2019. Saatavissa (viitattu 4.3.2022): <http://danishdesignreview.com/kbhnotes/2019/1/25/resource-rows>

**Kuva 12. Rasmus Hjortshøj /COAST. 2022.** Lendager Group uses recycled materials to build 20 townhouses in Copenhagen (verkkoaineisto). *Dezeen*. Saatavissa (viitattu 3.6.2022): <https://www.dezeen.com/2019/04/16/upcycle-studios-townhouses-lendager-group-copenhagen-recycled-materials/>

**Kuva 64. Google Maps. 2022.** Käpylä. Saatavissa (viitattu 22.6.2022): <https://www.google.com/maps>