

Betonielementtien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessi

Aapo Räsänen, väitöskirjatutkija

Tampereen yliopisto

Rakenteiden korjaamisen ja elinkaaritekniikan tutkimusryhmä

aapo.rasanen@tuni.fi

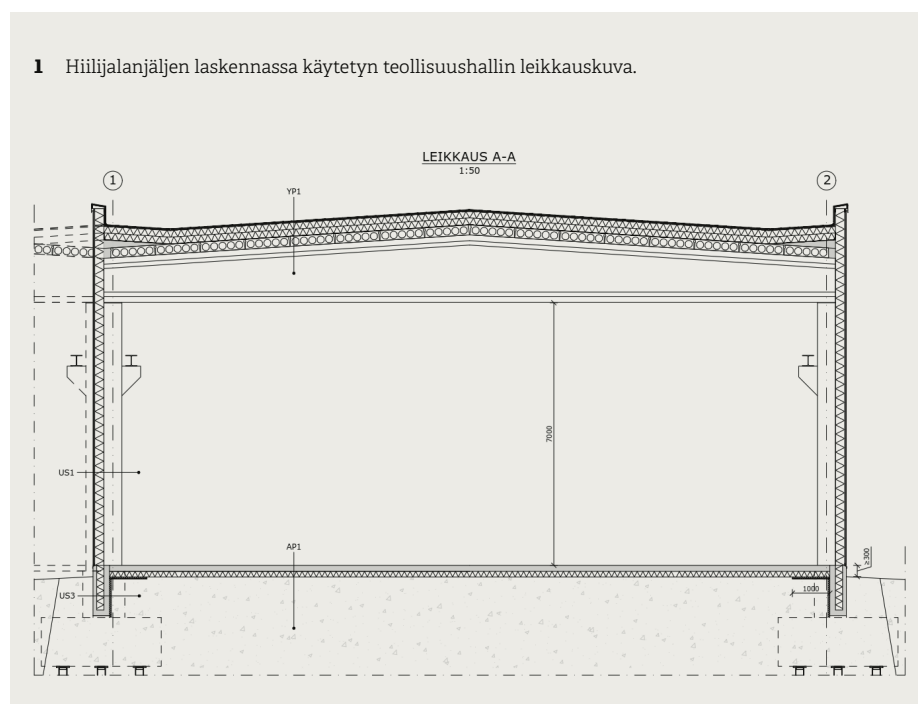
Rakentamisen päästöjen vähentäminen on erittäin ajankohtainen aihe, johon rakennusosien uudelleenkäytöllä voidaan vaikuttaa merkittävästi.

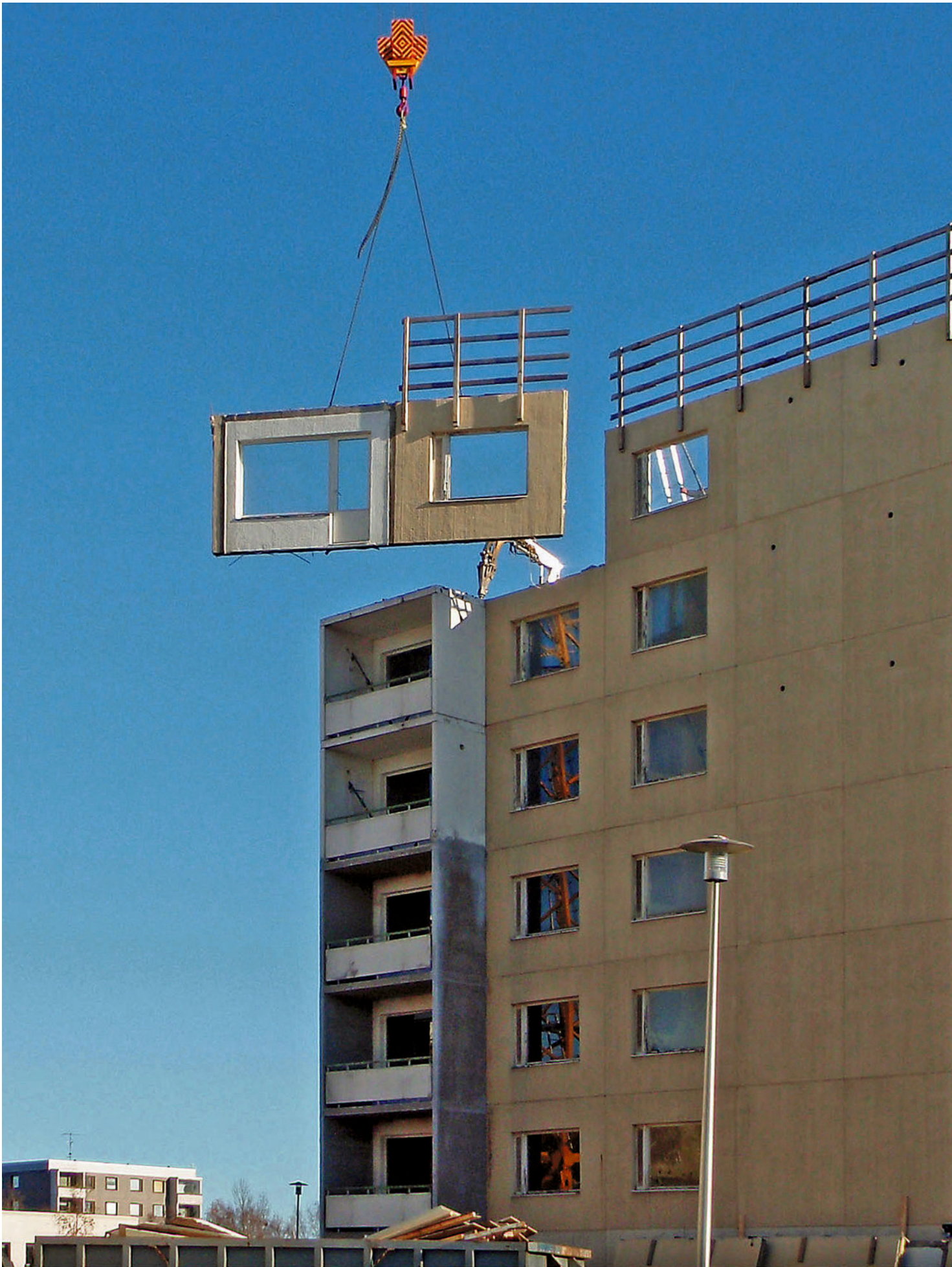
Uudisrakentamisessa betonirakenteisen asuinkerrostalon hiilijalanjäljestä suurimman osan muodostavat kantavat runkorakenteet [1], joiden korvaaminen uudelleenkäytetyillä rakennusosilla vähentää merkittävästi koko rakennuksesta muodostuvia päästöjä. Tutkimusten mukaan betonielementtien uudelleenkäytöllä voidaan vähentää yksittäisten rakennusosien hiilidioksidipäästöjä jopa 96–97 % verrattuna uusien elementtien käyttöön [2], [3]. Tyypillisen betonielementtirunkoisen teollisuushallin kokonaishiilijalanjälki on siten noin 55 prosenttia pienempi kuin vastaavan kokonaan uusista elementeistä rakennettavan hallin hiilijalanjälki [4]. Teollisuushallin hiilijalanjälki muodostuu suurimmalta osin perustuksista, kantavasta alapohjajalaatasta, yläpohjasta sekä ulkoseinäelementeistä (kuva 1). Betonielementtien lisäksi seinäelementit, sokkelielementit sekä suurin osa yläpohjan rakenteista ovat uudelleenkäytettävissä. Ainoastaan perustukset ja kantava maata vasten tehty alapohja on tehtävä kokonaan uudelleen, ks. kuva 3.

Rakennusosien uudelleenkäyttö on herättänyt keskustelua yhä enemmän ja enemmän, minkä vuoksi tarvitaan lisää ymmärrystä ja ohjeita käytännön toteutukseen. Uudisrakentamisessa on useita erilaisia laadunvarmistusprosesseja ja -käytäntöjä, joita ei voida hyödyntää sellaisinaan rakennusosien uudelleenkäyttöprosessissa. Tästä syystä vastaavia prosesseja ja käytäntöjä tarvitaan myös uudelleenkäyttökohteisiin.

2 Raahelaisessa Kiinteistö Oy Kummatissa toteutettiin rakennusten osittaista purkamista jo vuonna 2007. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

1 Hiilijalanjäljen laskennassa käytetyn teollisuushallin leikkauskuva.





Purkukartoitus

- Millaisia elementtejä on ja kuinka paljon?

Rakenteellinen kuntotutkimus ja AHA

- Materiaaliominaisuudet
- Haitalliset aineet
- vaurioituminen

Rakennuksen suunnitelma-asiakirjat

- Rakennusvuosi, -vuodet
- Elementtityypit
- Dimensiot, reiät, jne.
- Elementtien liitokset
- Rasitusluokat
- Betonin puristuslujuus
- Raudoitus

Rakenteellinen kuntotutkimus

- Rakenteellinen toiminta (kantavat rakenteet, jäykistys, jne.)
- Näytteenotto (betonin puristuslujuus)
- Raudoitteiden peitepaksuudet

Silmämääräinen tarkastelu

- Kaikki elementit
- Näkyvät vauriot
- Pintakäsittelyt

AHA

Tässä artikkelissa käsitellään yleisellä tasolla rakennusosien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessin eri vaiheita. Aihetta tutkitaan Reusing precast concrete for a circular economy (ReCreate) -hankkeessa, jonka työpakettiin neljä kuuluu rakennusosien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessin kehittäminen. ReCreate-hanke on saanut rahoituksensa EU:n Horisontti 2020 -ohjelmasta (rahoitussopimus nro 958200). Hankkeen aikana aihetta tutkitaan ja kehitetään yksityiskohtaisemmin.

Prosessikaavio

Laadunvarmistusprosessiin kuuluu useita eri vaiheita aina rakennuksen purkukartoituksesta tuotehyväksyntään. Jokaisen eri vaiheen merkitys on suuri riittävän luotettavaan ja laadukkaaseen rakennusosien uudelleenkäyttöön. Prosessin eri vaiheet on esitetty kuvassa 4.

Purkukartoitus

Ennen varsinaista purkamista on rakennukselle suoritettava purkukartoitus. Yleisesti tässä prosessin vaiheessa on tarkasteltava rakennuksen olemassa olevia rakenteita ja niiden yleisiä ominaisuuksia, kuten mittoja, reiityksiä ja liitoksia. Tarkempia ominaisuuksia tulee myös tarkastella saatavilla olevien suunnitelmien ja muiden dokumenttien pohjalta. Olennaisinta tässä prosessin vaiheessa on saada yleiskuva rakennuksesta, rakenteista ja niiden määrästä sekä rakennusosien uudelleenkäytettävyydestä, sillä seuraavat prosessin vaiheet ohjautuvat purkukartoituksessa tehtyjen havaintojen ja arvioiden perusteella.

Rakenteellinen kuntotutkimus

Yksi tärkeimmistä asioista rakennusosien uudelleenkäytettävyydessä on rakenteiden lujuus- ja kestävyysominaisuuksien varmentaminen. Ominaisuudet voidaan varmentaa rakenteellisella kuntotutkimuksella, jolla saadaan arvio rakenteen senhetkisestä kunnosta

3 1000 m² teollisuushallin eri rakennusosien hiilijalanjälki verrattuna uudelleenkäytettyistä elementeistä rakennettuun halliin [4].



Uudelleenkäytettävien rakennusosien laadunvarmistusprosessi



sekä käytettyjen materiaalien ja rakenteiden ominaisuuksista. Kestävyys- ja lujuusominaisuuksien lisäksi on myös selvitettävä mahdolliset asbesti- ja haitta-ainepitoisuudet.

Onnistuneeseen kuntotutkimukseen tarvitaan huolellinen ennakkosuunnittelu, jossa tarkasteltavat kohdat ja tutkittavat ominaisuudet valitaan. Kuntotutkimuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon erityisesti rakennuksen kriittisimmät kohdat, joissa mahdollisia vaurioita voi esiintyä. Tämän lisäksi suunnittelussa valitut tutkimusmenetelmät ja otannat tulee perustua tiettyyn luotettavuustasoon, jolla voidaan arvioida, kuinka hyvin saadut tulokset korreloivat yksittäisten rakenteiden ominaisuuksien kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kuinka moni rakennusosa voi alittaa tietyllä todennäköisyydellä kuntotutkimuksesta saadun suoritus-tason, kuten puristuslujuuden. Tähän vaikuttavat monet eri tekijät, kuten näytteenotto-paikat, -menetelmä, -välineet sekä otoskoko.

Kriittisiä kohtia ja rakenteita tulee arvioida mahdollisten dokumenttien ja suunnitelmien perusteella sekä rakenteiden visuaalisella tarkastelulla. Suunnittelun tukena voidaan myös hyödyntää erilaisia ainetta rikkomattomia tutkimusmenetelmiä, mikäli niiden käyttö on mahdollista. Aineita rikkomattomien tai visuaalisen tarkastelun lisäksi tulee kuitenkin käyttää riittävän luotettavia kenttä- ja laboratoriotutkimusmenetelmiä, joilla varmistetaan rakenteelliset ominaisuudet. Saatujen tulosten perusteella arvioidaan rakenteiden jäljellä olevaa käyttöikää sekä lujuusominaisuuksia rakenteen uudelleenkäyttöä varten. Tulosten avulla voidaan päättää rakennusosien jatko-toimenpiteet, kuten mahdollinen kunnostaminen.

Purkusuunnittelu ja purkaminen

Purkusuunnittelu liittyy erityisesti työturvallisuuteen, mutta myös rakennusosien ominaisuuksiin. Työturvallisuudesta huolehtiminen

on ohjaava tekijä purkusuunnittelussa, jotta rakennuksen purkaminen ei aiheuta vahinkoa tai vaaraa työntekijöille. Uudelleenkäytettävyyden kannalta on myös olennaista suunnitella purkaminen siten, että purettavat rakennusosat pysyvät ehjänä. Tähän vaikuttavat esimerkiksi purkujärjestys, työmenetelmät, tuennat eri vaiheissa, nostovälineet sekä liitokset, joista jokainen vaatii huolellista suunnittelua sekä rakennusosien ominaisuuksien että työturvallisuuden kannalta.

Ennen rakennusosien purkamista on tärkeä arvioida mahdollisia vaurioita, jotka voivat vaikuttaa saatuihin kuntotutkimustuloksiin. Tällaisia vaurioita on voinut syntyä kuntotutkimuksen jälkeen esimerkiksi mahdollisen sisäpurkuvaiheen aikana tai niitä on voinut olla aikaisemmin piilossa olevissa rakenteissa. On myös tärkeä pystyä erottamaan purkamista ennen tapahtuneet vauriot sekä purkamisen aikana syntyneet vauriot, jotta niiden syyt ja vaikutuksia rakennusosan ominaisuuksiin



5

pystytään arvioimaan. Vaurioiden tarkastelu voidaan käytännössä toteuttaa silmämääräisesti. Mahdollisten vaurioiden vaikutukset ja lisätutkimustarpeet tulee selvittää ennen uudelleenkäyttöä.

Purkamisen aikana ja sen jälkeen on otettava huomioon myös rakennusosien säilyvyyteen liittyvät tekijät, kuten ympäristöolosuhteet. Mahdollinen kastuminen ja jäätyminen voi johtaa rakennusosien rapautumiseen, jos niitä ei suojata riittävästi. Tämä on myös otettava huomioon rakennusosien säilytyksessä ennen uudelleenkäyttöä. Säilytys on suunniteltava erityisesti suojauksen, olosuhteiden, säilytysajan ja varastointimahdollisuuden sekä -kapasiteetin osalta siten, että rakennusosien ominaisuudet eivät heikkene. Säilytyksen jälkeen on myös huolehdittava riittävästä jatkotutkimuksista, jos on syytä epäillä säilytyksen mahdollisia vaikutuksia rakennusosan ominaisuuksiin.

Uuden rakennuksen vaatimukset

Rakennusosien kuntotutkimuksen perusteella voidaan uudelleenkäytettävät rakennusosat suunnitella uuteen kohteeseen. Suunnittelussa tulee huolehtia riittävän luotettavista kuntotutkimustuloksista, jotta rakenteiden uudelleenkäyttö ei vaaranna uuden rakennuksen kestävyttä. Uuden kohteen suunnittelu voidaan toteuttaa noudattamalla nykyisiä ohjeita ja standardeja, mutta kestävyys- ja

lujuusominaisuuksien luotettavuus tulee ottaa huomioon.

Rakennusosien purkamisen yhteydessä alkuperäiset liitososat voidaan joutua katkaisemaan tai ne voivat vaurioitua purun yhteydessä. Rakennusosien uudelleenkäyttö edellyttää siten tyypillisesti kokonaan uusien liitosten suunnittelua sekä niiden laadunvarmistuksen ja tarvittaessa myös ennakkokokeistuksen ohjeistusta.

Rakennusosien käyttö kohteissa, joilla on vaatimuksia palonkestolle tai ääneneristävyydelle, asettaa lisätarkasteluvaatimuksia rakenteiden toimivuuden varmistamiseksi. Uuden käyttötarkoituksen asettamien palonkestovaatimusten saavuttaminen saattaa tarkoittaa rakenteen palosuojauksen parantamista alkuperäiseen verrattuna. Samoin ääneneristysvaatimus esimerkiksi välipohjissa on usein korkeampi kuin vanhoissa rakennuksissa. Nämä asiat on aina tarkasteltava rakennesuunnittelun yhteydessä tapauskohtaisesti ja esitettävä kohteeseen soveltuvat toimivat ratkaisut sekä niiden toteutustavat.

Tuotehyväksyntä

Ennen uudisrakennuksen lopputarkastusta tulee todeta rakennusosien kelpoisuus myös uudelleenkäytettävien rakennusosien osalta. Kelpoisuus osoitetaan materiaaliominaisuuksien testaustulosten perusteella tehdyillä rakennelaskelmilla ja -suunnitelmilla. Tuote-

hyväksyntä tehdään ensisijaisesti rakennuspaikkakohtaisena hyväksyntänä. Jos uudelleenkäytettävät rakennusosat on valmistettu vuonna 2014 tai sen jälkeen, niillä tulee olla CE-merkintä, jos rakennustuotteilla on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Yleisimmin purettavat rakennukset ovat kuitenkin olleet tuota vanhempia.

Lähteet/muut:

1. Lahdensivu, J. 2022. Vähähiilisen betonin mahdollisuudet asuinkeuhkoston hiilijalanjäljen pienentämisessä. *Betoni-lehti* 3-2022, s. 84–89.
2. Mettke, A. 2010. *Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten. Zusammenfassende Arbeit von 66 eigenen Veröffentlichungen.* Cottbus. Techn. Univ., Habil.-Schr. 371 p.
3. ReCreate project. 2022. KTH presents its pilot building made of recycled concrete. [Verkkosivu]. [Viitattu: 9.11.2022]. Saatavilla: <https://recreate-project.eu/2022/06/10/kth-pilot-building-recycled/>.
4. Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokäntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A.M., Raimovaara, M., Santonen, T., Teittinen, T. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisuuden näkökulmasta. Helsinki. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:15. 161 s.



6

5 Ruotsalaisessa ReCreate-pilottihankkeessa on näyttelyrakennus, joka on rakennettu 99-prosenttisesti uudelleen käytetystä materiaalista. Rakennuksen runko on valmistettu uudelleenkäytetystä betonista. Pilarit ja palkit tulevat Helsingborgin keskustassa sijaitsevasta varastorakennuksesta, ja ontelot ovat "tehdashylkeitä", jotka muuten murskattaisiin ja sekoitettaisiin uuteen betoniin uusissa elementeissä. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

6 Raahessa Kiinteistö Oy Kummatissa purettu elementit käytettiin uudelleen muun muassa pihalla sijaitsevilla uudisrakennuksissa. Myös parvekkeiden betonipielet menivät uusiokäyttöön piharakennuksiin, autokatoksiin ja kiinteistöhuollon ajoneuvosuojiin. Vanhojen julkisivuelementtien pintoina käytettiin muun muassa akryylipinnoitettua julkisivulevytystä. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

Quality assurance process for reuse of building components

Abstract

Construction industry consumes a significant amount of natural resources globally. In addition to the natural resources, emissions and waste generation are considerably high. By reusing building components, these can be significantly reduced and thus curb climate change. For example, the total carbon footprint of a typical industry hall can be reduced by 55 % by reusing building components.

The reuse process of building components has generated discussion increasingly, and current practices and guidelines are not directly applicable to the reuse process. Therefore, more understanding of influencing factors and new guidelines need to be developed.

This article discusses the different stages of the quality assurance process for the reuse of building components at a general level. The topic is studied in the Reusing precast concrete for a circular economy (ReCreate) project. The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 958200.

The quality assurance process for the reuse of building components has several stages. Each of these stages is essential to ensure the quality of reuse. The process starts from the pre-deconstruction audit stage, at which the

purpose is to get a general perspective and of the building and reusability of its structures. Depending on this perspective, the structural condition investigation can be designed and executed, which is an essential for redesigning the components. Structural properties, material properties and possible hazardous substances need to be studied. During the deconstruction stage, occupational safety and possible damage to structures must be considered. A new building can be designed according to the current guidelines, but the reliability of durability and structural properties need to be considered. By following this process, reusability of building components can be confirmed.