

Betonielementtien irrottaminen ehjänä uudelleenkäyttöä varten

Satu Huuhka, professori
ReCreate-hankkeen johtaja
Korjausrakentamisen ja kiertotalouden
ReCET-tutkimusryhmä
Tampereen yliopisto
satu.huuhka@tuni.fi

Tampereen yliopiston johtamassa kansainvälisessä ReCreate-hankkeessa tutkitaan betonielementtien uudelleenkäyttöä koepurkamisen ja -rakentamisen avulla. *Betoni*-lehden 3-2024 numerossa, ss. 28–32 kerrottiin uudelleenkäytettävien betonielementtien laadunvarmistusmenettelyn kehittämisestä ReCreaten Suomen purkupilotissa (ks. Lahdensivu & Räsänen, 2024). Tässä artikkelissa kerrotaan pilotissa talteen otettujen elementtien irrotustyön suunnittelusta ja toteuttamisesta sekä ensimmäisestä uudelleenkäyttökohteesta.

Uudelleenkäytettävien elementtien luovuttajarakennukseksi valikoitui Tampereen keskustassa, osoitteessa Aleksanterinkatu 21 sijainnut toimistokerrostalo vuodelta 1982. ReCreate-projektipartneri Skanska oli hankkinut rakennuksen omistukseensa rakentaakseen sen tilalle asuntoja, minkä Tampereen kaupungin toteuttama kaavamuuotos mahdollisti. Rakennuksessa oli betonielementtien irrotusta ja uudelleenkäyttöä ajatellen otollinen pilari-palkkirunko ja ontelolaatoista tehdyt välipohjat. Julkisivut olivat sandwich-elementtejä. Elementtien liitoksia ei luonnollisestikaan ollut alun perin suunniteltu irrotusta ja myöhempää uudelleenkäyttöä ajatellen. Irrotustyö suunniteltiin Tampereen yliopiston fasilitoimana tiiviissä yhteistyössä ReCreate-hankepartnerien välillä.

Irrotuskartoituksessa inventoidaan elementit ja tutkitaan uudelleenkäyttökelpoisuus

Työ alkoi irrotuskartoituksella (vrt. purkukartoitus), johon sisältyi elementtien tyyppien ja määrien inventointi sekä uudelleenkäyttökelpoisuuden arviointi rakenteellisen kuntotutkimuksen ja asbesti- ja haitta-ainekartoituksen avulla. ReCreate-hankkeen suosituksia irrotuskartoituksesta on annettu avoimesti saatavilla olevassa englanninkielisessä julkaisussa *Vulnings ja muut* (2022).

Liike Oy Arkkitehtistudio tietomallinsi luovuttajarakennuksen elementtirungon saatavilla olleiden arkistopiirustusten perusteella. Piirustuksista puuttuneet tiedot täydennettiin kohdekäynneillä havainnoinnin avulla. Rungon mittamaailman paikkaansa pitävyyttä piirustuksissa ja niiden perusteella laaditussa mallissa tarkistettiin laserkeilaamalla rakennuksen kerros ja vertaamalla mallia pistepilveen. Ramboll Finland Oy viimeisteli rakennemallin täydeksi purkumalliksi purkuluvan rakennusjäteselvitystä varten.

Ramboll suoritti Tampereen yliopiston avustamana rakennuksessa rakenteellisen kuntotutkimuksen ja asbesti- ja haitta-ainetutkimuksen. Julkisivuista oli käytettävissä aikaisempi kuntotutkimusraportti. Osana rakenteellista kuntotutkimusta kokeiltiin perinteisten tekniikoiden lisäksi myös erilaisia epäsuoria, ainetta rikkomattomia ja rinnakkaisia tutkimusmenetelmiä. Tavoitteena on määrittellä jatkoa ajatellen mahdollisimman kustannustehokas tutkimusprosessi.

Prosessia ja tehtyjä tutkimuksia on kuvattu tarkemmin *Betoni* 3-2024 lehden artikkelissa (ks. Lahdensivu & Räsänen, 2024) sekä englanninkielisissä julkaisuissa Räsänen ja muut (2024 a & b). Lisää julkaisuja laadunhallinnasta on vielä myös tulossa; mmuun muun muassa opas parhaista käytännöistä, joka julkaistaan ensi vuoden 2025 loppupuolella.

1 Irrotustyömaa syyskuussa 2023.

2 Palkin ja pilarin välistä liitosta avataan poraamalla liitostangon ympäriltä.

1
2

Kuvat: Tampereen yliopisto / Eetu Lehmusvaara





Tampereen yliopisto / Eetu Lehmusvaara

3

Asbestin ja haitta-aineiden esiintyminen tutkittiin rakennuksesta korjausrakentamisen parhaita käytäntöjä noudattaen ja hieman laajemminkin, sillä ontelolaattoja peittäneestä tasoihteesta ja itse ontelolaattojen pinnasta mitattiin varmuuden vuoksi myös haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOCit). Koska muutamista tasoihteen VOC-näytteistä saadut tulokset ylittivät ohjearvot, poistettiin ontelolaattojen pinnassa ollut tasoihte kokonaisuudessaan sisäpurkuvaiheessa, samoin kuin muutkin haitta-aineita sisältäneet materiaalit. Tasoihteen VOCit olivat peräisin sen päällä olleiden vinyyli-laattojen liimasta. Itse betonielementit todettiin puhtaiksi. Rakennusjäteselvitystä varten tutkittiin lisäksi betonin hyötykäyttökelpoisuus.

Suomen pilotissa päätettiin ottaa talteen uudelleenkäyttöä varten vain sisätilojen teräs-betoniset pilarit, palkit ja ontelolaatat. Muidenkin rakennuksen sisältämien elementtityyppien, kuten sandwich-elementtien, väliseinäelementtien ja massiivisten laatta-elementtien irrotusta kuitenkin kokeiltiin ja niitä otettiin talteen muutamia kappaleita. Sandwich-julkisivuelementtejä on otettu laajasti talteen ReCreaten Saksan ja Alankomaiden piloteissa, joissa niitä aiotaan myös käyttää uudelleen.

Irrotuksen suunnittelu koostuu rakenneteknisestä suunnittelusta ja työsuunnittelusta

Irrotuksen rakenneteknisestä suunnittelusta vastasi Ramboll. Rambollin rakennesuunnit-

telijat määrittivät rakennuksen stabiileetin säilyttävän irrotusjärjestyksen, tarvittavat työn aikaiset tuennat ja elementtien välisten liitosten leikkauskohdat. Myöhemmän jäljitettävyyden takaamiseksi Ramboll laati kohteen elementeille tunnusjärjestelmän, jossa jokaiselle elementille annettiin yksilöllinen tunnus. Lisäksi Ramboll suunnitteli irrotettujen elementtien nostamista varten uudenlaisia nostoelimiä, joista ontelolaattojen nostamiseen tarkoitettu myös teetettiin ja otettiin käyttöön tutkimustyömaalla.

Muutkin projektikumppanit antoivat tärkeän panoksensa suunnitteluun. Betonielementtien valmistaja Consolis Parma, joka tarkastaa, testaa, kunnostaa ja varastoi irrotetut elementit uudelleenkäyttöä varten Kangasalan tehtaallaan, toi yhteiseen suunnittelupöytään arvokasta kokemusta elementtien liitoksista, nostamisesta ja muusta käsittelystä sekä logistiikasta.

Purkuliike Umacon informoi suunnittelijoita irrotuksen toteutukseen käytettävissä olevista tekniikoista ja kalustosta ja kävi Rambollin rakennesuunnittelijoiden kanssa dialogia tästä näkökulmasta. Ajatusten vaihdon perusteella määritettiin ja täsmennettiin purkutapa ja tarkempaa purkujärjestystä kerroksissa, jotta työn suorittamisesta saatiin mahdollisimman sujuvaa.

Itse irrotustyön ja työmaan aikataulun suunnittelivat rakenneteknisten suunnitelmien pohjalta Skanska ja Umacon, jotka myös toteuttivat työn yhteistyössä. Skanska

toimi kohteen omistajana tutkimustyömaan pääurakoitsijana, Umaconin toimiessa sen aliuurakoitsijana.

Yritykset pitivät yhdessä erityistä huolta työturvallisuuskäytännöistä. Toisin kuin perinteisessä pitkäpuomikoneella ja purkukahmarilla tapahtuvassa rikkovassa purkamisessa, elementtejä irrotettaessa työntekijät ovat fyysisesti purettavan rakennuksen kerroksissa, ja tavanomaisen henkilösuojauksen lisäksi on huolehdittava mm. putoamissuojauksesta. Lisäksi läsnä ovat vastaavat painavien kappaleiden käsittelyyn liittyvät riskit henkilöturvallisuudelle kuin elementtejä asennettaessakin.

Elementtien irrotus on teknisesti mahdollista, vaikka liitoksia ei ole suunniteltu avattaviksi

Työ alkoi kesä-elokuussa 2023 sisäpurkuvaiheella, jossa rakennuksesta poistettiin ensin asbesti ja muut haitta-aineet, kevyet rakenteet, talotekniikka sekä muut materiaalit paitsi runko. Työhön sisältyi myös jo mainittu ontelolaattojen tasoihteiden purkaminen.

Runkoelementtien irrotuksen alkamista elokuun lopulla edelsi elementtien merkitseminen niiden yksilöllisillä tunnuksilla, tukien asentaminen, nostoreikien poraaminen ja muut vastaavat valmistelevat työt sekä torninosturin asennus elementtien alas nostamiseksi. Consolis Parma syötti irrottavien elementtien yksilölliset tunnuksensa omaan toiminnanohjausjärjestelmäänsä ennakoivasti ja



4

3 Ontelolaatan nosto. Alemman kerroksen palkeissa näkyvät yksilöivät tunnuksset.

4 Ulkoseinäelementin irrotus. Huomaa myös elementtien tuet ja nostoriät kuvan oikeassa laidassa.

toimitti tutkimustyömaalle säänkestävät tunnuslaput elementteihin kiinnitettäväksi.

Irrotustyössä käytettiin pääasiallisina työvälineinä timanttisahoja ja -poria sekä piikkauskärjellä varustettua purkurobotia. Työtekniikat vastasivat saneerauspurussa käytettäviä, ja Umacon muodostikin työporukansa saneerauspurkamiseen vihkiytyneistä työntekijöistään. Pääurakoitsijan työnjohto ja torninosturin kuljettaja tulivat kuitenkin Skanskalta, joka osoitti työmaan tueksi myös kokeneen elementtiasentajan, joka työskenteli Umaconin työporukan osana.

Elementit kytkettiin kiinni nosturiin ja otettiin nosturin ”pidolle” ennen tuentojen irrotusta ja liitosten avaamisen viimeistelyä. Kun elementit olivat joka puolelta irti, voitiin ne nostaa alas. Torninosturilla vetäminen ei tullut kysymykseen työturvallisuusriskien vuoksi, joita elementin yllättävä irtoaminen ja hallitsematon ylöspäin sinkoutuminen olisi voinut aiheuttaa sekä torninosturin kuljettajalle että kerroksessa irrotusta viimeisteleville työntekijöille.

Maan tasolla jokainen elementti puhdistettiin turvallisen kuljetuksen takaamiseksi irtoavasta materiaalista, kuten saumavalujen ja -terästen jäänteistä. Elementteihin kiinnitettiin samoin tein myös yksilölliset tunnuksset sisältävät tunnuslaput, joiden avulla paitsi varmistettiin jäljitettävyyden niiden lähtiessä työmaalta eteenpäin, myös huolehditaan varastokirjanpidosta uudelleenkäytön suunnittelun aikana. Elementit kuljetettiin uusien

elementtien kuljetuskäytäntöjä noudattaen varastoon Consolis Parman tehtaalle.

Osa elementeistä ohjattiin tutkimuksellista syistä täyden mittakaavan kuormituskokeisiin Tampereen yliopiston rakennuslaboratorioon ja Consolis Parman tutkimustiloihin, kuten tämän lehden edellisessä numerossa on kuvattu (ks. Lahdensivu & Räsänen, 2024). Täyden mittakaavan kokeet liittyvät laadunhallintaprosessin kehittämiseen, eikä niitä ole pidettävä jatkossa välttämättömänä jokaisessa uudelleenkäyttöhankeissa. Tutkimustarve määräytyy tapauskohtaisesti kunkin kohteen ominaisuuksien perusteella.

Elementtien irrotustyöt kohdistuivat rakennuksen kerroksiin 3–7 ja ne kestivät kolme kuukautta. Parhaat työtavat löytyivät työn kuluessa ja työporukka rutinoitui työhön, mikä näkyi työn huomattavana nopeutumisenä ensimmäisenä ja viimeisenä purettujen kerrosten välillä. Talteen saatiin kaikkiaan hieman alle 300 elementtiä. Marraskuun loppupuolella talviseksi muuttunut sää alkoi vaikeuttaa irrotustyötä, ja tutkimustyömaan tavoitteet koettiin jo saavutetuiksi. Viimeisessä vaiheessa jäljellä olevat kaksi kerrosta purettiin tavanomaisena rikkovana purkamisena.

Pilottien avulla syntyy ainutlaatuisia tutkimustietoja

Betonielementtien irrottaminen Suomessa ehjänä uudelleenkäyttöä varten osoittautui pilottin avulla teknisesti täysin mahdolliseksi, vaikka elementtien välisiä liitoksia ei ollutkaan



Tampereen yliopisto / Eetu Lehmusvaara

5

alun perin suunniteltu tätä silmällä pitäen. Inhimillisiltä virheiltä ei täysin välttytty, joten arvokasta oppia saatiin osin myös kantapäähän kautta. Eri osapuolien välisellä yhteistyöllä työ saatiin kuitenkin suunniteltua turvallisiksi ja toteuttamiskelpoiseiksi.

Onnistumisessa avainasemassa oli kaikkien osapuolten yhteinen tavoite ja korkea motivaatio sekä luottamuksellinen ja avoin ilmapiiri projektiyhtiöiden välillä. Kehittämiskohteitakin tunnistettiin: mm. nosturikalustoa ja nostoapuvälineitä olisi mahdollista kehittää irrottamista paremmin palveleviksi. Irrotuksen suunnittelun ja toteutuksen sisällyttäminen rakennusalan koulutukseen eri koulutus-tasoilla yliopistoista ammattioppilaitoksiin auttaisi nyt kehitettyjen hyvien käytäntöjen skaalautumista.

Tampereen yliopiston tutkijat seurasivat irrotuksen suunnittelua ja toteutusta tarkasti koko työmaa-ajan. Hiilijalanjäljen laskemiseksi väitöskirjatutkija *Emmi Salmio* vietti syksyn kenttätöissä mittaroimassa käytetyn kaluston energiankulutusta yhteistyössä urakoitsijoiden kanssa. Työtapojen muuttumista ja uusia koulutustarpeita tutkiva sosiologi *Paul Jonker-Hoffrén* tarkasteli irrottamisen työprosesseja mm. haastatteleamalla työn suunnitteluita ja toteuttaneita työntekijöitä. Tuotantotalouden väitöskirjatutkijat *Lauri Alkki*, *Linnea Harala* ja *Mikko Sairanen* puolestaan havaitsivat suunnittelukoukuksia ja haastattelivat yritysten avainhenkilöitä irrotukseen ja uudelleenkäyttöön liittyvien liiketoiminta-

näkökulmien ymmärtämiseksi. Tutkimuksen tuloksia on odotettavissa, kun koko prosessiin liittyvä data on saatu kerättyä ja analysoitu.

Ensimmäiset elementit uudelleenkäytetty Tampereella

Irrotetuista elementeistä ensimmäiset asennettiin uuteen rakennukseen syksyllä 2024. Kyseessä on Skanskan A-Kruunulle rakentama asuinkerrostalo Tampereen Härmälänrannassa, joka toimii ReCreaten ensimmäisenä minipilottina. Yhteensä 25 tehdaskunnostettua ontelolaattaa käytettiin uudelleen väestönsuojan yläpuolisessa välikerroksessa, joka soveltui tässä kohteessa mittasuhteiltaan parhaiten uudelleenkäytettäville elementeille. Minipilotin avulla saatiin kokemusta kunnostuksen suunnittelusta, laadunvalvonnasta ja uudelleenkäyttöön liittyvistä lupamenettelyistä.

Consolis Parman Kangasalan elementti- tehtaan olemassa olevaan ympäristölupaan ei tarvittu muutoksia elementtien tehdaskunnostamiseksi, koska ympäristöviranomainen ei tulkinnut suunnitelmallisesti irrotettujen elementtien muuttuvan jätteeksi vaan pysyvän rakennustuotteina (tarkemmin ks. Huuhka, 2024). Consolis Parma ja Ramboll suunnittelivat kunnostuksen yhteistyössä. Tehdaskunnostettujen elementtien tuotehyväksyntä tapahtui rakennuspaikkakohtaisena varmentamisena, kuten uudelleenkäytettyjen rakennustuotteiden tapauksessa yleensäkin (ks. Huuhka, 2024). Ramboll vastasi kelpoisuuden osoittamiseen liittyvistä tehtävistä, kuten viranomaisen

kanssa neuvottelemisesta sekä tarvittavien dokumenttien laatimisesta ja keräämisestä rakennusvalvontaa varten. Skanskan työmaa koki, ettei tehdaskunnostettujen elementtien asentaminen eronnut oleellisesti uusien elementtien käyttämisestä. •

ReCreate-hanke (Reusing precast concrete for a circular economy) on saanut rahoitusta EU:n Horisontti 2020 -ohjelmasta (rahoitussopimus nro 958200). ReCreaten jäseniä Suomessa ovat Tampereen yliopisto, Skanska, Ramboll, Consolis Parma, Umacon, Liike Oy Arkkitehtistudio ja Tampereen kaupunki.

Lisätietoa

- Kaikki ReCreate-hankkeen irrotuspilotit, ml. tässä artikkelissa käsitelty Suomen pilotti, on kuvattu julkaisussa *Vullings ja muut (2024a)*. Parhaiden käytäntöjen suositukset löytyvät julkaisusta *Vullings ja muut (2024b)*.
- Timelapse-video irrotuksesta on katsottavissa ReCreaten YouTube-kanavalla <https://tinyurl.com/ReCreate-timelapse>.
- Yksityiskohtaisia videoita irrotustyöstä on nähtävissä osoitteessa www.tuni.fi/recreate.



6

5 Irrotettua palkkia nostetaan alas torninosturilla.

6 Ontelolaatat lähdössä varastointia ja tehdaskun-
nostusta kohti.

7 Uudelleenkäytettyjä ontelolaattoja uuteen raken-
nuksen asennettuna.



Skanska

Lähteet

1. Huuhka, S. (2024). ReCreate raivaa tietä rakennusosien uudelleenkäytölle. RY Rakennettu Ympäristö 4/24.
2. Lahdensivu, J. & Räsänen, A. (2024). ReCreate-hankkeen uudelleenkäytettävien betonielementtien koestukset. *Betoni* 3/2024, s. 28–32. <https://betoni.com/lehti/2024/10/01/recreate-hankkeen-uudelleenkaytettavien-betonielementtien-koestukset/>
3. Räsänen, A., Lahdensivu, J., Vullings, M.W.F., Dervishaj, A. & Huuhka, S. (2024a). *Procedure for quality management of reclaimed concrete elements. The ReCreate project.* <https://doi.org/10.5281/zenodo.13828914>
4. Räsänen, A., Lahdensivu, J., Gudmundsson, K., Dervishaj, A., Westerlind, H., Lambrechts, T., Vullings, M., Arnold, V. & Huuhka, S. (2024b). *Properties and quality of precast concrete elements deconstructed in ReCreate's pilots.* The ReCreate project. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13828948>
5. Vullings M.W.F., Huuhka, S., Wijte S.N.M., Lambrechts, T., Houtman, J., Landman, M., Salmio, E., Räsänen, A., Jonker-Hoffrén, P., Weijo, I., Lahdensivu, J., Stenberg, E., Wedelsbäck, C., Appelqvist, T., Gudmundsson, K., Dervishaj, A., Westerlind, H., Hernandez Vargas, J., Henschel, C., Fischer, J. & Gottschling, D. (2024). *Best practice guidelines and recommendations for reuse-optimised deconstruction.* The ReCreate project. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13828738>
6. Vullings M.W.F., Wijte, S.N.M., Henschel C., Fischer, J., Huuhka, S., Salmio, E., Räsänen, A., Lahdensivu, J., Gudmundsson, K., Stenberg, E., Westerlind, H., Dervishaj, A. (2024). *Real-life deconstruction pilots of the ReCreate project.* The ReCreate project. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13828855>
7. Vullings, M., Wijte, S. & Huuhka, S. (2022). *Guidelines for a BIM-aided pre-deconstruction audit.* The ReCreate project. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13828691>