

Älykäs suunnittelutyökalu purettujen rakennusosien hyödyntämiseen

Smart design application for repurposing used building elements

Studio MPRA Arkkitehdit Oy

Loppuraportti 18.12.2023

1. Tiivistelmä (Suomi/englanti)

Hankkeessa kehitettiin purettujen rakennusosien uudelleenkäyttöön liittyvä suunnittelutyökalu arkkitehtisuunnittelu hanke- ja luonnossuunnitteluvaiheeseen. Työn aikana rakennettiin demo suunnitteluohjelmasta, jolla voi luoda vaihtoehtoisia rakennusrunkoja hyödyntäen olevia pilari-palkkirunkoja. Rungolla on merkittävä vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen, ja työkalun tavoitteena oli tutkia sekä tukea mahdollisimman laajaa runkoelementtien uudelleenkäyttöä. Demoon valittu rajaus todettiin hankkeen aikana haastavaksi, mutta pitkällä aikavälillä työkalulla nähtiin jatkokehityspotentiaalia. Hankkeessa kehitettiin yritykselle työkaluun liittyvä palvelupolku.

In the project a smart design application for repurposing used building elements was developed. During the project, a demo of the application was built, with the possibility of creating design options for post-beam-structure based building volumes. The structural frame has a significant impact on the building's carbon footprint, and the aim of the tool was to investigate and support the possible reuse of frame elements. The focus chosen for the demo was found to be challenging during the project, but in the long term the tool was seen to have further development potential. In the project, a service path with the tool was developed for the company.

2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Purettujen materiaalien uudelleenkäyttö uudisrakennusten osina on yksi merkittävä tekijä rakennusten vähähiilisyydelle ja rakennusalan siirtymälle kiertotalouteen. Uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden hyväksyttävyyden kehittämisen lisäksi on huomioitava materiaalien uudelleenkäytön tuoma ulottuvuus suunnitteluun. Puretuilla materiaaleilla suunnittelu tuo uuden tason nykyiseen arkkitehti- ja rakennussuunnittelun tehtävältaan ja kääntää suunnittelun prosessin ikään kuin pääläelleen. Rakennusosien uudelleenkäyttö on huomioitava jo hanke- ja luonnossuunnittelussa, sillä rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat valinnat tehdään hyvin alkuvaiheessa projektia, usein jo asemakaavoituksen aikana.

Tämän hankkeen tavoitteena oli tutkia, millainen työkalu arkkitehtisuunnitteluun tarvitaan hanke- ja luonnossuunnittelua varten, ja mitä suunnittelun prosesseja voitaisiin avustaa työkalulla. Projektissa kehitettiin demoversio suunnitteluohjelmasta, jolla purettujen elementtikerrostalojen osista voi tekoälyä hyödyntäen luoda uusia rakennusten vaihtoehtoisia suunnitelmia noudattaen tavoitteellista asuntojakaumaa. Tavoitteena oli myös muodostaa ymmärrys laajojen rakennushankkeiden suunnitteluun tarvittavista datavirroista, suunnittelun työnkuvasta ja toimijoista materiaalien uudelleenkäytön arvoketjussa.

Pitkän aikavälin visio on, että alalla yleisesti käytössä oleviin ohjelmistoihin integroitava työkalu helpottaa suunnitelmien sovittamista tarjolla oleviin rakennusosiin.

3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hanketta johti ja koordinoi Studio MPRA Arkkitehdit Oy, jonka osakkaat toimivat myös projektin toteuttajina. Ympäristöministeriö toimii projektin rahoittajana. Hankkeen ensimmäisessä työpaketissa kehitettävän työkalun demo-version avulla havainnollistetaan visiota tulevaisuuden suunnitteluprosessista käyttäen kierrätettyjä rakennusosia. Toisessa työpaketissa haastatellaan alan toimijoita tilannekuvan hahmottamiseksi.

Projekti jaettiin kahteen työvaiheeseen, jotka etenivät rinnakkain: Suunnitteluohjelmiston demon suunnitteluun ja suunnittelun työkalun visiointiin työkalujen näkökulmasta.

Työvaiheiden sisältö:

Työvaihe 1: Suunnitteluohjelmiston demo

Demon sisältämä algoritmi pyrkii luomaan karkean asuinrakennuksen suunnitelman, joka voi toimia asemakaavoituksen pohjana. Demon avulla pyritään tuomaan yhteen erilaisia hypoteettisia rakennusosavirtoja, joista voidaan luoda uusia rakennusrunkoja eri kombinaatioilla. Runkorakenteisiin keskitytään, sillä niillä on merkittävä osa rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisessa.

Lisäksi suuri osa kotimaisesta rakennuskannasta on toteutettu betonielementtitekniikalla, esimerkiksi vakioidulla BES-runkojärjestelmällä. Demon tavoitteena on muodostaa käsitys tarvittavasta ohjelmistosta kolmen toimenpiteen avulla: Aluksi kartoitetaan erilaisia vaihtoehtoisia luonnoksia suunnitteluohjelmistosta, minkä jälkeen lupaavimmaksi osoittautunein versio jatkokehitetään toimivaksi demoksi. Lopuksi toteutetaan yhteenveto ohjelmiston mahdollisuuksista ja haasteista, sekä siitä miten sitä tulisi jatkokehittää. Vaihtoehtoisten luonnosten toteuttamiseksi kartoitetaan mallinnusta varten tarvittava erilaisia rakennusosia edustava geometria, sekä käyttöliittymän vaihtoehtoja.

Lisäksi visioidaan, miten ohjelma liittyy muihin nykyisiin ohjelmistoihin ja muodostetaan yhteenveto luonnoksista. Toimivan demoversion toteuttamiseksi kartoitetaan parametreja, joita käyttäjä voi määrittää algoritmille, esimerkiksi: millaisia elementtejä on tarjolla ja kuinka paljon, sallitaanko uusia rakennuselementtejä vai ei, optimoidaanko suunnitelmaa saataviin rakennusosiin vai rakennusosia suunnitelmiin. Tutkitaan myös erilaisia fitness-funktioita, sekä laskennallisia ja geometrisia malleja.

Myös käyttöliittymää tarkennetaan: Määritetään käyttäjän mallintaman tarvittavan geometrian määrää, määritetään asuntojakauman kirjastot ja syöttömuoto, sekä purettujen osien kirjasto. Lopuksi testataan ohjelmistoa käytännön suunnittelutyöhön, jolloin voidaan todeta esimerkiksi teknisen suorituskyvyn suhde työkalun kattavuuteen. Testaamista varten kontaktoidaan kiinnostuneita rakennuttajia tai muita käyttäjiä, ks. Työvaihe 2.

Demo toteutetaan yleisesti arkkitehtisuunnittelualalla käytössä olevien ohjelmistojen avulla. Ohjelmointi toteutetaan Rhinoceros – ja ArchiCAD -ohjelmiin kytkeytyvän Grasshopper-työkalun, sekä mahdollisesti sen lisäosien avulla (esimerkiksi käyttöliittymän luontiin). Grasshopper on graafinen ohjelmointityökalu, jolla voidaan käskyttää Rhinoceros ja rajoitetusti ArchiCAD -ohjelmia. Tuloksena on suppea versio ohjelmistosta, joka ei vielä ole jaettavissa muille käyttäjille. Raportointiin hyödynnetään Adobe CC-ohjelmistoa. Yrityksen nykyinen laitekanta soveltuu demon pyörittämiseen, mutta laskentatehoa on rajoitetusti.

Työvaihe 2: Visio suunnittelun työnkuvasta ja raportointi

Suunnittelun työnkuvan visiointivaiheessa tavoitteena on muodostaa käsitys työkalun toiminnasta osana suunnitteluprosessia. Vaiheessa testataan työkalua itse käytännön suunnittelutyöhön, sekä kontaktoidaan ja haastatellaan alan toimijoita, esimerkiksi rakennuttajia. Suunnitelmat ovat kaaviomaisia pohjapiirroksia sekä yksinkertaisia rakennusmassoitteluja. Vaihtoehtoista lasketaan uudelleen käytetyn rakennusmateriaalin määrä tyypeittäin muun elinkaarilaskennan mahdollistamiseksi. Varsinainen hiilijalan- ja -kädenjäljen laskenta ei sisälly tämän projektin rajaukseen. Työvaiheessa pyritään muodostamaan ymmärrys rakennusosien uusiokäytön tilanteesta kotimaassa, sekä alan potentiaalisista yhteistyökumppaneista, myös Kirallmasto-ohjelman sisällä, ja lopuksi hahmottamaan, miten kehitettävä arkkitehtisuunnittelun työkalu asemoidaan osaksi hankekehityksen, suunnittelun ja rakentamisen prosesseja. Demon toiminnan avulla

illustroidaan visio tulevaisuuden suunnitteluprosessista käyttäen kierrätettyjä rakennusosia. Työ kootaan yhteen illustroiduksi pdf-esitykseksi.

4. Hankkeen tulokset

a. Hankkeen tavoitteiden ja suunniteltujen tulosten toteutuminen (mahd. mittarit)

Hankkeessa kehitettiin suunnitelman mukaisesti demo suunnittelutyökalusta, joka hyödyntää olevia betonisia runkoelementtejä, ja tuottaa näistä uusia asuinrakennusten suunnitelmia. Demoa testattiin yrityksen sisäisellä datalla. Hankkeen loppuvaiheessa saatiin yhteistyökumppanin kautta testattavaksi eräs julkisen rakentamisen purku- ja uudishanke, jonka tarpeisiin kehitetyn demon toimintaa testattiin, mutta työkalun kehittäminen olisi vaatinut lisäresursseja. Tunnistettiin kuitenkin mahdollinen jatkokehityssuunta.

Hankkeen tavoitteena oli muodostaa ymmärrys rakennusosien uusiokäytön tilanteesta kotimaassa, sekä alan potentiaalisista yhteistyökumppaneista, myös Kirallmasto-ohjelman sisällä. Tavoitteena oli myös muodostaa ymmärrys laajojen rakennushankkeiden suunnitteluun tarvittavista datavirroista, suunnittelun työnkuvasta ja toimijoista materiaalien uudelleenkäytön arvoketjussa.

Tavoitteet toteutuivat, sillä hankkeen aikana keskusteltiin rakennusosien uudelleenkäyttöön liittyvien asiantuntijoiden ja aiheen parissa toimivien yritysten, sekä kiinteistönomistajien, rakennuttajien ja kiinteistökehittäjien kanssa. Muista Kirallmasto-ohjelman hankkeista keskusteltiin UURAKET-hankkeen, Saton, Ideastructuran, Spolia Designin sekä Sarapää Arkkitehtien kanssa. Hankkeen aikana tunnistettiin tarve keskustella purkuoperaattorien kanssa, mutta keskusteluja ei ehditty toteuttaa. Betonielementtivalmistajan haastattelu jäi toteutumatta sairastapauksen vuoksi. Lisäksi liityttiin osaksi Helsingin kaupungin Kiertotalousklusterin toimintaa ja tekoälyyn keskittyvän innovaatioalueen EDIH FAIR-asiakkaaksi.

Työn aikana perehdyttiin meneillään oleviin hankkeisiin kansallisesti uudelleenkäytön osalta. Lisäksi hahmoteltiin erilaisia skenaarioita saatavilla olevan uudelleenkäytettäviin rakennusosiin liittyvän datan avulla.

Toinen tavoite oli hahmottaa, miten kehitettävä arkkitehtisuunnittelun työkalu asemoidaan osaksi hankekehityksen, suunnittelun ja rakentamisen prosesseja. Työssä tunnistettiin useita eri prosessikulkuja sekä eriteltiin erilaisia skenaarioita, joissa suunnittelutyökalua voisi hyödyntää. Hankkeen aikana kehitettiin yritykselle palveluprosessi, joka jakautuu kolmeen vaiheeseen: Analyysi-Suunnittelu-Mittaaminen. Palveluprosessia voidaan soveltaa erilaisiin tilanteisiin, joissa lähtötietojen taso, sekä suunnittelun tavoitteet ja suunnittelualueen mittakaava vaihtelevat.

b. Poikkeamat verrattuna suunnitelmiin ja poikkeamien syyt

Hankkeen työsuunnitelmassa tavoitteena oli haastatella potentiaalisia testaaajia demo-ohjelmistolle. Koska demo oli rakennettu pohjautuen betoniin pilari-palkki-runkoihin, ja sen tarkoitus oli tuottaa uusia asuinkerrostaloja, testaaajien löytäminen osoittautui haastavaksi. Haastatellut toimijat eivät pitäneet asuinkerrostalojen suunnittelua puretuista runko-osista realistisena, mikä vähensi toimijoiden motivaatiota osallistua demon testaamiseen. Haasteena tunnistettiin myös eräänlainen kohtaamisongelma: asuntokiinteistöjen omistajilla ei ole välttämättä omassa omistuksessaan pilari-palkkirunkoisia rakennuksia, jotka olisivat purku-uhan alla. Myös rakennusalan suhdannetilanne erityisesti asuntorakentamisen osalta heikensi kiinnostusta ylipäättään hankkeeseen.

Demon testauksen puutteen takia työkalua testattiin omatoimisesti tehdyn kevyen inventointimallin avulla, jonka data oli yksinkertaista. Työsuunnitelmasta jäi puuttumaan käyttöliittymän kehitys, mikä helpottaisi työkalun käyttämistä yrityksen sisällä. Resurssit ohjattiin työkalun sovellusten kehittämiseen käyttöliittymän sijaan.

5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset

- a. Hankkeen positiivinen ja negatiivinen vaikuttavuus/vaikutukset rakennetun ympäristön vähähiilisyteen, ilmastonmuutoksen hillintään ja/tai siihen sopeutumiseen ja muut vaikutukset (positiivinen/negatiivinen)

Hankkeella ei ole ollut suoria vaikutuksia rakennetun ympäristön vähähiilisyteen, ilmastonmuutoksen hillintään tai siihen sopeutumiseen. Hankkeen pohjalta ei ole toistaiseksi toteutettu todellista rakennusprojektia, jolla olisi suoria vaikutuksia.

Hankkeesta viestittiin erilaisten kanavien kautta ja sitä esiteltiin eri toimijoille, jotka liittyvät rakennusosien uudelleenkäyttöön. Hanketta pidettiin mielenkiintoisena, joskaan ei käytännönläheisenä, mutta epäsuorasti on voitu vaikuttaa rakennusosien uudelleenkäyttöön liittyvän arkkitehtisuunnittelun problematiikan tunnistamiseen.

6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset

- a. Viestinnän pääasiallinen sisältö, määrä, laatu, kohderyhmät

Viestinnän kohderyhmänä oli laajasti rakennetun ympäristön alalla toimivat asiantuntijat ja päättävissä asemassa toimivat henkilöt. Hankkeesta viestittiin yrityksen verkkosivuilla, sekä sosiaalisen median kanavissa (Instagram, LinkedIn). Lisäksi oltiin suoraan yhteydessä potentiaalsiin yhteistyökumppaneihin ja asiakkaisiin sähköpostitse.

Suuri osa viestinnästä muodostui myös osallistumisesta Kirallmasto-ohjelman tilaisuuksiin, esimerkiksi hankkeiden esittelytilaisuus 10.10.2023. Lisäksi osallistuttiin Helsingin kaupungin kiertotalousklusteriohjelman tilaisuuksiin, kuten Motivan ja klusterin järjestämään Demotorstai-webinaariin, sekä klusterin Innovaatiohaasteeseen.

- b. Arvio viestinnän onnistumisesta, viestintäsuunnitelman toteutumisesta

Hankkeen alussa asetettiin tavoitteeksi lisätä hankkeen sekä yrityksen tunnettuutta, ja viestintäsuunnitelmaan kirjatut toimenpiteet toteutuivat. Hanketta esiteltiin tilaisuuksissa aiottua laajemmin, mikä nähtiin hankeryhmässä positiivisena. Kaikkiin sähköpostiyhteydenottoihin ei saatu vastausta.

7. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Arvio tulosten kestävydestä ja konkreettisuudesta ja siihen liittyvistä riskeistä (poliittinen tuki, institutionaalinen/lainsäädännöllinen tuki, taloudelliset ja rahoituskelliset

- a. mahdollisuudet, teknologian soveltuvuus, sidosryhmien kiinnostus ja sitoutuminen)

Hankkeessa ei otettu kantaa rakennusosien uudelleenkäytön edellytyksiin, vaan oletettiin, että uudelleenkäyttö on mahdollista tulevaisuudessa. Työkalun hyödynnettävyys kytkeytyy vahvasti myös rakennusosien uudelleenkäytön tulevaisuuteen - tällä hetkellä markkinat ovat vasta muotoutumassa. Demon lähtökohta, betonisen kantavan pilari-palkkirungon hyödyntäminen laajamittaisessa asuntorakentamisessa, ei ole ensimmäinen pilotoitava kohde.

Työkalun laajamittainen hyöty edellyttää tiettyä uudelleenkäytettävien rakennusosien määrää, jolloin syntyy kompleksi suunnittelutehtävä, jossa tekoölyavusteisuudesta on etua.

Tällä hetkellä uudelleenkäyttökohteet on mahdollista toteuttaa perinteisin menetelmin. Esimerkkejä ovat mm. kylmät piharakennukset, jotka ovat pieniä rakennussuunnittelutehtäviä. Uudelleenkäytettävien rakennusosien kelpoisuuden todentamiseen liittyvät prosessit muodostavat riskin, että hankkeessa kehitetyn tyyppistä työkalua ei välttämättä tarvita lainkaan.

- b.** Ehdotukset hankkeen tulosten hyödyntämiseksi, ml. liiketaloudelliset ja lainsäädännölliset näkökohdat

Hankkeen tuloksia ei suoraan voi hyödyntää yrityksen liiketoiminnassa. Hankkeessa kehitettyä lähestymistapaa sen sijaan voi. Työkalun lähtökohtien muutokset vaativat jatkokehittelyä tulevissa hankkeissa. Työkalun toimivuus edellyttää sen soveltamista käytännön projektiin, jolloin työkalu voidaan räätälöidä kulloiseenkin käyttötarkoitukseen.

Tuloksia voidaan hyödyntää liiketoiminnassa hankkeessa määritellyn palvelupolun osalta. Lisäksi hankkeen myötä syntyi uusia yhteistyökumppanuuksia.

8. Talousraportti

- a.** Budjetin ja rahoitussuunnitelman toteutuminen ja esiin nousseet ongelmat

Hankkeen budjetti toteutui lähes suunnitellusti. Kustannukset muodostuivat hankesuunnitelman mukaisesti yrityksen sisäisistä henkilöstökustannuksista. Haasteina yrityksen omalle budjetoinnille ilmeni yrittäjien palkan sivukulujen kirjaaminen hankkeelle. Hankkeeseen tehtiin tämän vuoksi enemmän työtunteja kuin alun perin oli suunniteltu.

9. Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten

- a.** Esiin nousseet jatkohankkeita koskevat ideat ja tarpeet

Arkkitehtisuunnitteluun tarvitaan tarkkoja tietoja uudelleenkäytettävistä rakennusosista. Tällä hetkellä käytössä olevat tai meneillään olevat laajemmat purkumateriaalin hyödyntämiseen kannustavat markkinapaikat, kuten Materiaalitori.fi ja Purkukartoitus.fi eivät sisällytä tietoihinsa yksittäisten rakennusosien mittatietoja, tai muita suunnittelun lähtötietoja. Meneillään olevissa ReCreate- ja Digipurku-hankkeissa tarkastellaan BIM-perusteista purkusuunnittelua. Samaan aikaan yksityisillä toimijoilla on kehitteillä purkumateriaalivirtojen hallintaan liittyviä alustoja kotimaassa ja kansainvälisesti.

Selvitettävän arvoista olisi kansallisen tietokannan, tai rajapinnan luominen, joka mahdollistaa rakennusosatasoisen tietojen siirron suunnitteluohjelmistojen ja tietopalustojen välillä. Työkalu herätti kohtuullisen paljon mielenkiintoa haastatteluissa toimijoissa. Tekoäly yleisesti nähtiin tärkeänä tutkittavana aiheena. Tekoälyn hyödyntäminen rakennusosavirtojen hallinnassa voisi olla hyödyllistä tulevaisuudessa: Esimerkiksi logistiikka/varastointialaan liittyvillä ohjelmistoilla voisi olla potentiaalia helpottaa eri lähteistä tulevien rakennusosien logistiikan hallintaa sekä visualisoida ja suunnitella purkutyömaalta lähtevien rakennusosien välivarastoinnin vaativia tilatarpeita, sekä kuljetusten hiilijalanjälkivaikutuksia.

Yrityksen sisällä nähtiin jatkotoimenpiteenä työkalun kehittäminen erilaisiin suunnittelutehtäviin, esimerkiksi pysäköintirakenteisiin ja erilaisiin rakennusosiin, kuten seiniin ja ikkunoihin. Potentiaalia nähtiin myös esimerkiksi rakennushankkeisiin liittyvässä massanhallinnassa. Arkkitehtitoimiston näkökulmasta työkalun kehitys edellyttää pohdintaa yrityksen liiketoiminnan luonteesta.

- b.** Mitä vastaavissa hankkeissa tulisi välttää, mitä suositellaan

Hankkeen teemat kytkeytyivät laajasti erilaisiin rakennettuun ympäristöön liittyviin kehityskulkuihin, kuten digitaalisiin alustoihin, kiertotalouteen sekä varsinaiseen arkkitehtisuunnitteluun ja siihen liittyviin ohjelmistoihin.

Vaikka hankkeen budjetti oli pieni ja hankkeen tavoite oli toteuttaa kokonaisuus verrattain nopeasti tästä johtuen, suositellaan enemmän väljyyttä aikatauluun. Eri toimijoiden haastattelu, sekä esimerkiksi demon testaajien etsiminen vei odotettua enemmän aikaa.

Arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta uudelleenkäyttöön liittyviin hankkeisiin olisi hyvä kytkeä myös rakennesuunnittelupalveluja ostopalveluna.

10. Yhteenveto hankkeen päätuloksista (suomi/englanti)

Tähän loppuraporttiin liittyy erillinen yhteenveto hankkeen sisällöstä ja tuloksista.

There is a separate report on the outcomes of the project. The report illustrates how the demo developed in the project works.