
LOPPURAPORTTI

Ympäristöministeriö Kasvua ja kehitystä puusta tukiohjelma

Diaarinumero VN/5241/2018-YM - 2

2020-11-05

Alustatalous puurakentamisen edistäjänä, esimerkkinä naulalevyrakenteet

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo.....	2
1. Tiivistelmä.....	2
2. Hankkeen tausta ja tavoitteet	2
3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät	3
4. Hankkeen tulokset.....	3
5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset	4
6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset	5
7. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen	6
8. Yhteenveto	7

1. Tiivistelmä

Hankkeessa on kehitetty konseptia rakennusalan puutuotteiden hankinnan, suunnittelun ja valmistamisen välisen tiedonsiirron digitalisoimiseksi. Hankkeessa on tehty määrittelyjä, luotu teknisiä perusedellytyksiä sekä tehty käytännön pilotointia.

Digitaalinen tiedonsiirto on kytketty hankkeessa määriteltyyn puukaton kokonaissuunnittelupalveluun. Sen tarkoituksena on suunnitella kaikki puukaton rakenteet ja detaljit toisiinsa parhaiten sopivana kokonaisuutena käyttäen alan parhaita käytäntöjä ja rakenneratkaisuja. Oleellinen osa suunnittelua on rakentajan kanssa tehtävä asennuksen suunnittelu, joka puutuotteilla usein tarkoittaa laajoja kerralla paikalleen nostettavia elementtejä. Digitaalista tiedonsiirtoa on pilotoitu paperittoman naulalevyrakennetuotannon osalta. Konseptissa suunnitelma julkaistaan pilvipalvelussa, josta se on luettavissa suoraan tuotannon käyttöön.

Lisäksi hankkeessa on luotu valmiuksia puutuotteiden kauppapaikkakonseptille, jossa asiakas voisi pyytää tarjouksia naulalevyristikoista valmistajilta. Koska ristikot ovat yksilöllisiä, niitä ei voida hinnoitella tarkemmin ilman esisuunnittelua. Hankkeessa on tutkittu mahdollisuutta hyödyntää Swecon laajaa suunnittelukirjastoa kauppapaikkakonseptin lähtötietoina, jolloin esisuunnittelun tarve tarjousvaiheessa olisi vähäisempi.

Hankkeen tuloksina on julkaistu konsepti puukaton kokonaissuunnittelupalveluksi ja siitä tarkemmin tarkasteltuna osana digitaalisen tiedonsiirron toiminta naulalevyristikoiden paperittoman tuotannon osalta.

2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Hankkeen taustana on varautuminen rakennustuotteiden kasvavaan verkkokauppaan. Tarkastelun kohteena ovat puutuotteet, jotka valmistetaan vain tilauksesta erillisen rakennesuunnitelman mukaisesti. Ongelmana on saada luotua toimiva tiedonsiirto eri osapuolien välille.

Hankkeen alkuperäinen päätavoite oli:

Määritellä ja pilotoida alustatalouteen soveltuvaa kaupankäynnin prosessia testikohteena käytettävien naulalevyrakenteiden digitaalisen tiedonsiirron avulla.

Osatavoitteena oli:

1. Kehittää naulalevyrakenteiden digitaalista tiedonsiirtoa, joka on edellytys alustalla toimivalle tuotekaupalle.
2. Soveltaa tiedonsiirtomenettelyä pilottikohteissa.
3. Tuottaa määrittely usean osapuolen verkkokaupankäynnin prosessista.
4. Esittää konsepti alustataloutta hyödyntävästä kauppapaikasta ja sen tarjoamista palveluista.

Naulalevyrakenteet (myöhemmin NR) valittiin konseptin testauskohteeksi, koska niissä on vähän erilaisia osatyppejä. Hallittavaa tietoa on vähän ja toteutus on yksinkertaisempaa. Määritelty prosessi on sovellettavissa myös muille puurakentamisen tuotteilla sekä muille materiaaleille.

3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hankkeen toteuttajana oli Sweco Rakennetekniikka Oy. Yritys on keskittynyt rakennesuunnitteluun ja sen yhtenä erikoisalana on puurakenteiden suunnittelu. Swecolla on oma osasto pelkästään naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Hankkeessa on haastateltu useita rakennusteollisuuden osapuolia. Haastattelut on jaettu kahteen ryhmään: naulalevyrakenteiden tuottajat ja tuotteita tilaavat rakennusliikkeet. Hankkeesta on tässä vaiheessa rajattu pois kuluttajamarkkinat, koska kuluttajat eivät juurikaan osta naulalevyrakenteita suoraan tehtailta. Toteutuessaan kauppapaikka voisi kuitenkin myöhemmin palvella myös kuluttaja-asiakkaita. Haastattelujen perusteella on määritelty konsepti digitaaliseen tiedonsiirtoon ja palveluun. Konseptia on evaluoitu laajemmalla haastattelukierroksella. Hankkeen aikana on vierailtu kahdeksan naulalevyvalmistajan luona.

4. Hankkeen tulokset

Hankkeen päätuloksena on neljä konseptia

- Puukaton kokonaissuunnittelupalvelu
- Periaate suunnittelupalveluihin yhdistetystä kauppapaikkakonseptista
- Paperiton NR tuotanto
- Suunnitteluarkiston hyödyntäminen esisuunnitteluvaiheessa.

Hankkeessa käytiin läpi koko puukaton kolmiulotteinen suunnittelukonsepti. Vaikka alun perin suunnitelmalla oli keskittyä vain NR tuotteisiin, huomattiin koko katon suunnittelulla olevan suuremmat vaikutukset. Mahdollisen yksittäisen ristikon osaoptimoinnin sijasta voidaan suunnitella koko katto ottaen huomioon myös asennustyön helppous. Puun etuna on keveys, joka mahdollistaa pinta-alaltaan suuren kattokokonaisuuden kokoamisen maassa ja noston yhtenä elementtinä katolle. NR tuotteet on silti pidetty hankkeen keskiössä. 3D puukaton suunnittelusta on kerätty referenssikohteita, joissa NR rakenteilla on merkittävä osa.

Kauppapaikkakonsepti on esitetty vasta periaatetasolla. Hankkeen kesto osoittautui liian lyhyeksi näin uuden ja käytäntöjä mullistava konseptin lanseeraamiseksi. Hankkeessa on kuitenkin luotu edellytyksiä toiminnalle ja toteutusta pystytään viemään vaiheittain eteenpäin. Kauppapaikkakonseptia on konkretisoitu pilotoimalla sen osa-alueita NR tiedonsiirtoa ja NR suunnittelukirjaston hyödyntämistä.

NR valmistajilta saadun palautteen perusteella digitaalisen tiedonsiirron ketjua lähdettiin purkamaan tuotannon tarpeista. Hankkeessa käytiin läpi paperittoman tuotannon edut ja edellytykset. Kyseinen vaihe osoittautui tärkeimmäksi ratkaistavaksi asiaksi toisin kuin alkuperäisessä suunnitelmassa mainittu digitaalinen tarjoustiedosto. Tältä osin muutettu hankesuunnitelma hyväksyttiin Ympäristöministeriöllä. Uusien tehtävien vuoksi tarjoustiedostoa ei toteutettu tämän hankkeen aikana. Tavoitteena ollut alustatalouden prosessin testaus kuitenkin toteutui rakennesuunnitteluvaiheen osalta.

Hankkeen aikana kävi selväksi, että riittävän tarkkojen määrätietojen automaattinen tuotanto on edellytys kauppapaikkakonseptille, jotta sen käyttö olisi edullista. Jos toiminta edellyttää erikoissuunnittelijan työpanosta, aiheutuvat lisäkustannukset hidastavat merkittävästi käytön laajentamista.

Ristikoiden suunnittelua on hyvin vaikea automatisoida, koska sen geometrialle ei kannata asettaa rajoitteita, joita parametrinen mallinnus edellyttäisi. Sen vuoksi paras keino tuottaa esisuunnittelussa tarvittava määrätieto on etsiä suunnitteluarkistosta riittävän lähellä uutta kohdetta oleva referenssiristikko. Hankkeessa keskityttiin näiden edellytysten luomiseen. Swecon suunnittelukirjasto on arvokas, sillä se kattaa yli 500.000 naulalevyristikkoa. Kirjaston käytettävyyden ja tietojen saatavuuden vuoksi tehtävinä on ollut arkiston rajapinnan ja tiedostonkäsittelyn kehittäminen.

5. Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset

Puukaton kokonaisuunnittelupalvelu edistää puurakenteiden hyödyntämistä. Aikaisemmin katto on ollut osa koko talon rakennesuunnittelua. Erottamalla katto omaksi kokonaisuudeksi puukaton suunnittelutehtävään voidaan osoittaa paras osaaminen ja parhaat suunnittelutyökalut. Palvelu on suunnattu sekä esisuunnitteluun että rakennusvaiheeseen. Etenkin esisuunnittelussa on tärkeää, että puurakenne on helposti otettavissa yhdeksi toteutusvaihtoehdoksi. Jos tarjoustietoja ei ole helposti saatavilla, vaihtoehto voi jäädä tutkimatta tai se perustuu vanhoihin menetelmiin, kuten esimerkiksi rakentamiseen ns. pitkistä puutavarasta paikan päällä. Jälkimmäisessä tapauksessa rakentajalle ei tarjota kilpailukykyisintä puurakennetta. Myös työturvallisuus paranee, kun työmaalla on vähemmän korkealla tapahtuvaa asennustyötä.

Paperittomalla tuotannolla vähennetään tuotannon keskeytyksiä ja parannetaan laatua. Valmistuksessa on koko ajan saatavilla uusin versio suunnitelmasta. Digitaalisesta mallista voi kysyä tietoja, ottaa mittoja ja lähettää palautetta suunnittelijoille. Tuotantoa ei tarvitse keskeyttää paperipiirustuksessa olevien puutteiden takia. Digitaalinen piirustusten käsittely mahdollistaa myös koko hankkeen ristikoiden käsittelyn yhdessä näkymässä, mikä helpottaa työn suunnittelua ja seurantaa.

Alkuperäisessä hankesuunnitelmassa vaikuttavuutta suunniteltiin mitattavan tiedonsiirtotyökalujen kautta. Toteutusmuutoksen myötä näitä mittareita ei voitu enää käyttää.

Tiedon siirrolle asetettiin tavoitteina, että viisi naulalevyrakenteiden valmistajaa olisi kokeillut sitä. Hankkeen aikana toteutettiin kolmen valmistajan kanssa pilotteja, joissa ristikon tiedot välitettiin pilvipalvelun kautta tuotantolinjalle. Useampikin pilotteja olisi päästy toteuttamaan, jos ensin työntekijöiden lakko ja myöhemmin Covid-19 virusrajoitukset eivät olisi estäneet niitä.

Suunnittelukirjaston käytettävyyden turvaaminen mahdollistaa jatkossa tehokkaat referenssiristikoiden hakumenetelmät, joissa voidaan käyttää apuna myös tekoälyä. Referenssiristikoiden avulla rakenteista saadaan hyvät alkuarvaukset jo esisuunnitteluvaiheessa, mikä edistää myös puukaton kokonaissuunnittelua. Referenssiristikoita tarvitaan myös kauppapaikkakonseptin kehityksessä, jota päästään jatkamaan tämän hankkeen tulosten pohjalta.

Haastattelujen perusteella puutuotteiden kauppapaikka herätti kiinnostusta. Rakennusliikkeet näkivät, että se helpottaisi etenkin esisuunnitteluvaiheessa vaihtoehtojen kustannuslaskentaa. Nykyisin monimuotoisten puukattojen kustannuksia ei pystytä luotettavasti arvioimaan, koska tällaisista yksilöllistä rakenteista ei ole olemassa toteutuneisiin kohteisiin perustuvaa kustannushinnastoa. Valmistajat näkivät kauppapaikan lisäävän kilpailua. Osa valmistajista halusi, että tarkemmat määrätiedot ovat vain valmistajan omassa käytössä. Palautteen perusteella voi olla tarvetta räätälöidä tarjoustiedostoja valmistajakohtaisesti esimerkiksi heidän käyttämiensä puutavaran poikkileikkausten ja naulalevyjen osalta.

Varsinaisten tulosten lisäksi hankkeessa on syntynyt osaamista digitaalisesta tiedonsiirrosta ja pilvipalvelujen hyödyntämisestä. Suunnittelijoiden ja rakennusteollisuuden välinen vuorovaikutus on lisääntynyt.

6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset

Viestintää on toteutettu esittelyiden, verkkosivujen ja uutispalstojen kautta. Kokoavana tekijänä ovat verkkosivut, joihin kaikissa tiedotteissa voidaan viitata. Julkista viestintää on ollut projektin aikana vähän, koska prosessi on muovautunut koko hankkeen ajan haastattelujen ja pilotoinnin myötä. Haastatteluja ei ole tehty sellaisessa muodossa, että niiden tulokset olisivat suoraan julkistettavissa. Laajan julkisuuden sijasta projektin aikana on pyritty tavoittamaan Swecon asiakkaita rakennusteollisuuden, rakennusliikkeiden ja rakennuttajien joukosta.

Laajempi viestintä painottuu projektin päätösajankohtaan. Silti tulokset eivät ole lopullisia, vaan konseptit tulevat edelleen kehittymään ja täydentymään, kun käytännön kokemuksia saadaan lisää. Yleisen tunnettavuuden parantaminen on kuitenkin tärkeää pilottikohteiden löytämiseksi. Viestinnän onnistumisen paras mittari ovat kohteiden lukumäärä, joissa tuloksia on päästy soveltamaan. Soveltamisen ollessa alussa tätä mittaria ei voida vielä arvioida. Käytettävissä on vain joitain suullisia arvioita, joiden perusteella puukaton kokonaissuunnittelupalvelua ja paperittoman NR tuotannon konseptia on pidetty hyvinä.

Alkuperäisessä viestintäsuunnitelmaan on listattu tuloksia, joita päivitetty hankesuunnitelma ei enää sisältänyt. Toteutuneet tulokset on julkistettu eri muodoissa uutisten ja Swecon pysyvien verkkosivujen kautta. Hankkeen tuloksista on myös tehty pdf esitykset, joissa menettelyitä on kuvattu kaavioiden ja käytännön esimerkkien avulla.

Julkistettuja tuloksia:

- Swecon puukattojen kokonaissuunnittelupalvelun verkkosivut <https://www.sweco.fi/palvelumme/Rakennetekniikka/palvelut/rakennetekninen-suunnittelu-ja-konsultointi/puukattojen-kokonaissuunnittelu/>
- Swecon tuottamien tietomallien pilvijakamispalvelun verkkosivut <https://www.sweco.fi/focus/digitaaliset-palvelut/?service=SmartDrawings>
- Swecon verkkosivut <https://www.dreambroker.com/channel/5bombrfb#/nomenu>
 - Kalvovideo "Paperiton NR tuotanto" sisältäen toimintakaaviot digitaalisesta tiedonsiirrosta NR valmistuksessa, kauppapaikasta ja suunnittelun tuottamien tietomallien jakamispalvelusta.
 - Kalvovideo "Puukaton kokonaissuunnittelu" sisältäen yhteenvedon asiakashyödyistä, palvelukuvauksen, tuotantoprosessin ja referenssikohteita.
- Ympäristöministeriön Puurakentamisen ohjelman uutiskirje
 - Uutinen heinäkuussa 2019 "Harjakattoon sopii puu – Sweco hakee kattojen suunnitteluun pilottikohteita".
 - Uutinen kesäkuussa 2020 "Puukaton kokonaissuunnittelu ja tiedonsiirto sujuvoittavat puurakentamista".

7. Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Puukaton kokonaissuunnittelupalvelu on saanut hyvän vastaanoton, ja asiakkaat näkevät siinä potentiaalisia hyötyjä. Suurimpana esteenä laajalle soveltamisella on, että se vaatii muutoksia suunnittelusopimuksiin ja käytäntöihin. Jos puukaton suunnittelu erotetaan omaksi kokonaisuudeksi, sopimusmäärittelyyn pitää sisältyä rajapinta katon ja muun rungon välillä. Jako on toteutettavissa helposti esimerkiksi kohteissa, jossa muusta materiaalista tehdyn rungon päälle tarvitaan monimuotoinen, useaan eri suuntaan kallistettu katto. Jos taas katon optimointi kannattaa tehdä yhdessä runkorakenteiden kanssa, ei suunnittelutehtävien jako tässä laajuudessa ole järkevää. Puukaton kokonaissuunnittelua voidaan kuitenkin soveltaa myös tällöin, kun se tehdään synkronoituna runkosuunnittelun kanssa.

Myös suunnittelun osto- ja kilpailutuskäytäntöä pitäisi kehittää. Perinteisesti on kilpailtu, kuka suunnittelee kohteen halvimmalla. Tunnuslukuna käytetään tuntihintaa ja tuntien määrää. Jos suunnittelun tavoitteeksi asetetaan löytää optimaalisin ratkaisu analysoimalla useita eri vaihtoehtoja yhdessä tilaajan ja rakentajan kanssa, ei ainoana mittarina voi olla suunnittelun minimituntimäärä. Referenssinä uusista sopimusmalleista ovat esimerkiksi allianssihankeet, joissa osapuolet yhdessä hakevat edullisinta ratkaisua. Materiaalitehokkuuteen tähtäävän menetelmän uskotaan olevan tulevaisuudessa yhä merkittävämpi suunnittelun kilpailutekijä. Esimerkiksi julkisten kohteiden suunnittelun kilpailuttamista voitaisiin kehittää tähän suuntaan.

Suurimpana riskinä puukaton suunnittelukonseptin käyttöönotossa on muutoksen hitaus. Prosessin muutos on hidasta riippumatta sovellutuksen kohteesta. Menetelmän soveltamien onkin helpoin aloittaa yrityksen sisältä, jolloin puukaton suunnittelu ohjataan aina samalle erikoisryhmälle eikä sitä sisällytetä kaikkien rakennesuunnittelijoiden tehtäviin.

Paperiton tuotanto kiinnostaa valmistavaa teollisuutta. Projektin aikana on luotu pilvipalvelun sisältävä ympäristö, joka mahdollistaa pilotoinnin. Silti käyttöönotossa on vielä paljon tehtävää.

Valmistuksen käytännöt pitää pilotoida ja mallien katseluun tehdasympäristössä soveltuva laitteisto testata. Vasta useiden pilottien tuloksena saadaan lopulliset käytännöt määriteltyä. Myös tuotantolaitosten henkilökunta on koulutettava uusien menetelmien käyttöön. Lopullinen hyödynnettävyys on selvillä vasta näiden vaiheiden jälkeen. Hyödynnettävyyttä parantaa oleellisesti se, että kehitetty ympäristö on sovellettavissa laajasti muunkin rakenneteollisuuden käyttöön. Tehty kehitystyö on merkittävä askel kohti paperitonta tuotantoa, joka tehostaa kaikkien osapuolien työtä.

Suunnitteluarkiston hyödyntäminen vaikuttaa jokapäiväiseen suunnittelutyöhön, jossa suunnittelija hakee arkistosta uutta kohdetta mahdollisimman lähellä olevan referenssiristikon. Laajemmat hyödyt konkretisoituvat kuitenkin vasta myöhemmin, kun suunnitteluohjelmat pystyvät hyödyntämään arkistoa nykyistä tehokkaammin esimerkiksi vaihtoehtojen vertailuun. Tässä projektissa on luotu valmiuksia näiden toimintojen kehittämiseen. Hankkeessa on varmistettu projektiarkiston säilyvyys ja käytettävyys.

Hankkeen tavoitteena ollut kauppapaikkakonsepti odottaa toistaiseksi pilotointia. Luotua konseptia voidaan testata Swecon muissa kehityshankkeissa luodun ympäristön avulla. Tässä ympäristössä rakennetta voidaan muokata parametrisesti www-sivun kautta. Tavoitteena on toteuttaa pilotti, jossa tilaaja voisi lähtötiedot syöttämällä muodostaa puuristikosta tai -palkista tarjouspyynnöksi soveltuvan rakenteen mallin. Hankkeessa on todettu, että teknisesti tarvittavat toiminnot ovat toteutettavissa. Riskinä on, miten hyvin ja millä aikataululla rakennusliikkeet omaksuisivat uuden käytännön. Samoin kauppapaikkakonseptin lopullinen liiketoimintamalli puuttuu vielä.

8. Yhteenveto

Hankkeen johtopäätöksensä voidaan todeta, että vaikka suunnitelmat tuotetaan kokonaan tietokoneilla, on niiden digitaalinen hyödyntäminen vielä hyvin vähäistä. Digitaalisen tiedon siirron etuina nähdään parempi tietosisältö, versioiden hallittavuus ja tiedon helpompi saatavuus. On odotettavissa, että tuotanto tehostuu, keskeytyksiä ja virheitä esiintyy vähemmän ja lopputuotteen laatu paranee. Myös tuotannon seuranta ja seurantatiedon jakaminen hankkeen eri osapuolille on mahdollista kytkeä tietovirtaan.

Hankkeen tuloksena on määritelty puukaton kokonaissuunnittelupalvelu, joka toimii kokoavana tekijänä tarvittavaa tiedonsiirtoa järjestettäessä. Puukaton kokonaissuunnittelun tarkoituksena on löytää parhaat ratkaisut toteutuksen ja käytön kannalta. Tällöin vältytään yksittäisten rakenteiden osaoptimoinnilta ja saavutettavat hyödyt ovat suurimmat.

Hankkeessa on läpikäyty tarkemmin tiedonsiirtotapaus naulalevyristikoiden tilaamisen, suunnittelun ja valmistuksen yhteistoiminnan kannalta. Tiedonsiirtoa pilotoitiin todellisilla ristikoilla, joiden suunnitelmat jaettiin pilvipalvelun kautta tuotantoon. Tiedonsiirtoketjua on mahdollista jatkaa edelleen työmaalle ja rakennuksen ylläpitoon. Pilottien perusteella tarvittavat tekniset ratkaisut ovat olemassa, mutta käyttöönotto vaatii muutoksia tuotantomenetelmiin. Niiden toteuttaminen on yleensä hidasta, koska toimivaa järjestelmää ei haluta häiritä.

Hankkeessa kehitettiin myös valmiuksia suunnitteluarkiston käytölle ohjelmallisesti avustetun mallintamisen lähtötietoina. Tällä on merkitystä etenkin esisuunnitteluvaiheessa, jossa kustannusarvion teko monimuotoiselle puukatolle on epätarkkaa ilman pidemmälle vietyjä rakennesuunnitelmia. Hankkeessa käsitelty suunnittelukirjasto kattaa yli 500.000

naulalevyristikkoa. Suunnittelukirjastoa ja parametrisia malleja hyödyntämällä on mahdollista tuottaa kustannuslaskentaa soveltuva malli hyvin tehokkaasti. Tavoitteena on, että puurakenteet ovat helposti saatavissa mukaan vaihtoehtojen analysointiin mahdollisimman useassa hankkeessa, jolloin niille löydetään parhaat käyttökohteet.