



Euroopan unionin
osarahoittama



Elinvoimakeskus

 naturpolis
Posio

CLT- ja moduulirakentamisen ratkaisut matkailumajoituksessa

Matkailurakentamisen pilottikonseptin kehittämistyö – tulosraportti

Laatija: Tanja Koukkula, projektipäällikkö
Asiantuntija: Joonas Komulainen, Suunnittelu- ja Rakennuspalvelu JK Oy

Sisällys

1. Johdanto: yritystarpeesta yhteisesti hyödynnettäväksi kehittämistyöksi	3
2. Toimeksiannon tavoitteet, rajaus ja toteutustapa	4
3. Kolme tarkasteltua rakentamistapaa.....	4
4. Kehitetty konsepti ja suunnitteluratkaisun logiikka	5
4.1. Rakennuksen jakaminen valmistettaviin kokonaisuuksiin.....	5
4.2. Rakenteelliset periaatteet	5
4.3. Liitokset ovat monistettavuuden edellytys	5
5. Tuotanto, logistiikka ja työmaa yhtenä kokonaisuutena.....	6
6. Kustannustarkastelu: missä mahdollinen hyöty syntyy?	6
7. Elinkaari, materiaalitehokkuus ja muuntojoustavuus.....	7
8. Tulokset ja niiden yleinen sovellettavuus.....	7
9. Soveltamisohje matkailuinvestointia suunnittelevalle	8
10. Ratkaisujen soveltaminen ja jatkokehitystarpeet.....	9
11. Yhteenveto	9



1. Johdanto: yritystarpeesta yhteisesti hyödynnettäväksi kehittämistyöksi

Koillismaan matkailun kehittyminen luo mahdollisuuksia myös alueen puunjalostukselle ja teolliselle puurakentamiselle. Matkailukohteissa tarvitaan laadukkaita ja elämyksellisiä majoitustiloja, mutta rakentamisen kustannuksia, toteutusaikaa ja työmaalla tapahtuvan työn määrää on pystyttävä hallitsemaan. Pitkät etäisyydet, rakentamisen sesonkiluonteisuus ja sääolosuhteet korostavat ennakoitavan tuotannon ja toimivan logistiikan merkitystä.

Naturpolis Oy:n hallinnoiman KOILLISPUU – Puurakentamisen uudet ratkaisut -hankkeen työpaketissa 2 kehitetään suunnittelukelpoisia, skaalautuvia puurakentamisen rakenneratkaisuja. Työssä tarkastellaan muun muassa modulaarisuutta, materiaalitehokkuutta, muuntojoustavuutta sekä ratkaisujen soveltumista matkailurakentamiseen. Hankesuunnitelman tulostavoitteisiin kuuluu 3–5 yhteistä rakenne- ja suunnittelu-ratkaisua, joiden dokumentaatio on tarkoitettu laajempaan hyödyntämiseen.

Kehittämistyön lähtökohtana oli matkailuyrityksen kanssa tunnistettu käytännön tarve: miten jo käytössä olevan majoitusrakennuksen toiminnalliset ja elämykselliset ominaisuudet voitaisiin säilyttää, mutta toteuttaa rakennus nykyistä teollisemmin ja paremmin toistettavalla tavalla? Yrityksen kokemukset olemassa olevan rakennusratkaisun rakentamisesta tarjosivat vertailupohjan, jonka avulla vaihtoehtoisia toteutustapoja voitiin tarkastella konkreettisesti. Pilottikohdetta käytettiin kehitysalustana, ei hankkeen tulosten yksinomaisena hyödyntäjänä.

Työ käynnistyi lähtötietojen ja kehittämistarpeiden kartoituksella. Kesä–syyskuussa 2026 järjestetyissä suunnittelukeskusteluissa tarkennettiin tilaratkaisua, rakentamisen työvaiheita, talotekniikan sijoittelua, arkkitehtonisia tavoitteita sekä kuljetuksen ja tehdasvalmistuksen reunaehdoja. Asiantuntijatoimeksiannon tavoitteeksi asetettiin teknis-taloudellinen konseptiselvitys ja havainnollinen pilottiratkaisu, ei rakennuslupatasoinen suunnittelu. Asiantuntijatyön tulokset koottiin raporttiin ja kehittämisaineistoa täydennettiin myös rakenne- ja liitospiirustuksilla.

Julkisesti rahoitetun toimintaympäristön kehittämisen tavoitteena on, että yritys yhteistyössä tunnistetusta tarpeesta syntyy myös muiden toimijoiden hyödynnettävissä olevaa tietoa. Tarkastelu kokoaa yhteen matkailumajoitusrakentamisen rakentamistapavaihtoehtoja, CLT-rakenneperiaatteita ja esivalmistuksen suunnittelukysymyksiä. Tuloksia voivat soveltaa matkailuyritykset, puutuotealan valmistajat, suunnittelijat ja rakennuttajat omien hankkeidensa lähtötietoina.



2. Toimeksiannon tavoitteet, rajausta ja toteutustapa

Asiantuntijatoimeksiannon tavoitteena oli arvioida CLT-levyrakenteiden ja teollisen moduulirakentamisen soveltuvuutta pienehköihin matkailumajoitusrakennuksiin. Vertailukohteena käytettiin olemassa olevaa työmaalla rakennettua puurankarakenteista majoitusyksikköä. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko samat keskeiset toiminnot, tilallinen laatu ja matkailullinen ilme toteuttaa rakenteellisesti yksinkertaisemmalla ja korkeamman esivalmistusasteen ratkaisulla.

Työssä tarkasteltiin nykyisen toteutustavan kokemuksia, vaihtoehtoisia pohja- ja rakenneratkaisuja, tehdasvalmistuksen ja työmaa-asennuksen työnjakoa, kuljetuksia ja nostoja, alustavaa kustannustasoa sekä toistettavuutta useamman majoitusyksikön toteutuksessa. Lisäksi arvioitiin huollettavuutta, muunneltavuutta ja mahdollista käyttöä muissa tilapäisen majoituksen tarpeissa. Työ ei sisältänyt valmiin rakennuksen toteutusta, rakennuslupasuunnittelua, rakennustuotteen tyyppihyväksyntää eikä toteutuneiden kustannusten jälkilaskentaa.

3. Kolme tarkasteltua rakentamistapaa

Vertailussa muodostettiin kolme vaihtoehtoa, joissa käyttötarkoitus ja pääasialliset tilatarpeet pidettiin mahdollisimman samankaltaisina. Näin erot pyrittiin kohdistamaan nimenomaan rakennustapaan ja esivalmistusasteeseen.

Vaihtoehto	Toteutusperiaate	Keskeinen arvio
VEo – puuranka, työmaalla	Runko, vaippa ja huomattava osa sisä- ja taloteknisistä töistä tehdään rakennuspaikalla.	Joustava muotoilu; paljon työmaa- ja sääriippuvaista työtä.
VE1 – CLT-suurelementit	Seinät sekä ala- ja yläpohjan osat valmistetaan elementteinä ja kootaan rakennuspaikalla.	Mittatarkkuus ja parempi esivalmistus; työmaalla jää merkittäviä liitos- ja viimeistelytöitä.
VE2 – CLT-moduuli/hybridi	Kaksi pitkälle esivalmistettua tilaelementtiä yhdistetään erilliseen vesikatonsuurelementtiin.	Korkein esivalmistusaste; vaativampi kuljetus- ja nostosuunnittelu.

Asiantuntijaselvityksessä jatkotarkasteluun valittiin VE2. Valinnan perusteena oli mahdollisuus valmistaa märkätila ja muu talotekniikka pitkälle tehdasolosuhteissa sekä säilyttää korkean oleskelutilan ja katto-muodon keskeisiä piirteitä erillisellä kattoelementillä. Ratkaisu ei ole kaikissa kohteissa automaattisesti paras: esimerkiksi pienissä toteutuserissä, vaikeilla kuljetusreiteillä tai poikkeuksellisen yksilöllisissä rakennuksissa VE1 tai työmaarakentaminen voi olla tarkoituksenmukaisempi.



4. Kehitetty konsepti ja suunnitteluratkaisun logiikka

4.1. Rakennuksen jakaminen valmistettaviin kokonaisuuksiin

Konseptissa majoitusrakennus jaetaan kahteen kolmiulotteiseen tilaelementtiin ja erilliseen vesikattoelementtiin. Toinen moduuli sisältää pääosan majoitus- ja oleskelutilasta, toinen eteisen, märkätilan sekä keskeisiä teknisiä toimintoja. Jaolla tavoitellaan mahdollisimman vähäisiä moduulien välisiä taloteknisiä rajapintoja. Erityisesti märkätilan sijoittaminen kokonaisuudessaan yhteen moduuliin mahdollistaa vedeneristysten, pintojen ja varusteiden toteuttamisen hallituissa tehdasolosuhteissa ilman, että märkätilan rakenne katkeaa moduulisumaan.

Ratkaisun suunnittelussa keskeinen kompromissi liittyi arkkitehtuuriin. Majoitusrakennuksen avaruus, korkea sisätila ja suuret lasipinnat ovat osa asiakkaalle näkyvää laatua, mutta monimutkaiset kaarevat kantavat rakenteet ja korkeat tilaelementit heikentävät teollista valmistettavuutta. Selvityksessä kantavien rakenteiden geometriaa yksinkertaistettiin suoriksi CLT-seinäosuuksiksi; rakennuksen ulkoinen pyöreäkö ilme voidaan muodostaa julkisivun keinoin. Erillinen kattosuurelementti puolestaan mahdollistaa korkean tilan ilman, että koko kattomuoto kuljetetaan tilaelementin mukana.

4.2. Rakenteelliset periaatteet

Kantavien seinien alustavaksi materiaaliksi valittiin CLT, jota voidaan käyttää samanaikaisesti kantavana ja jäykistävänä rakenteena sekä soveltuvissa tiloissa näkyvänä sisäpintana. Selvityksen esimerkkirakenteessa ulkoseinän kantavana osana on 100 mm CLT-levy ja sen ulkopuolella lämmöneristys, tuulensuoja, tuuletusrakenne ja puuverhous. Osassa väliseiniä käytetään 90 mm CLT-levyä; talotekniikkaa sisältävissä ja ei-kantavissa seinissä voidaan käyttää kevyempää rankarakennetta.

Alapohja suunniteltiin eristetyksi puupohjaiseksi elementiksi. Moduulirakentamisessa sen tulee kestää normaalien käyttökuormien lisäksi valmistuksen, noston, kuljetuksen ja asennuksen aikaiset kuormat. Yläpohjan periaatteena on CLT-pintarakenteen ja eristetyn puisen kattorakenteen yhdistelmä, joka valmistetaan erillisenä suurelementtinä. Rakenteiden lopullinen lämpö-, kosteus-, palo- ja äänitekkinen toiminta sekä mitoitus kuuluvat jatkosuunnitteluun.

4.3. Liitokset ovat monistettavuuden edellytys

Suunnitteluaineistossa tarkasteltiin muun muassa ulko- ja sisänurkkien CLT-liitoksia, T-liitoksia sekä seinän ja alapohjan liittymää. Moduulien välisen sauman on siirrettävä rakenteelliset voimat ja samalla säilytettävä ulkovaipan ilmatiiviys, lämmöneristyksen jatkuvuus sekä kosteustekkinen



toiminta. Liitosten vakiointi voi nopeuttaa suunnittelua ja asennusta, mutta vakioitukin periaate on sovitettava kohteen kuormituksiin, perustuksiin ja rakennusmääräyksiin. Näiden liittymien toimintaperiaatteita voidaan soveltaa myös muihin modulaarisiin puurakennuksiin.

5. Tuotanto, logistiikka ja työmaa yhtenä kokonaisuutena

Moduulirakentamisen keskeinen ajatus on siirtää työvaiheita rakennuspaikalta tehdasolosuhteisiin. Tehtaalla voidaan toteuttaa rungot, merkittävä osa eristyksistä ja julkisivuista, märkätilan vedeneristykset ja pinnat, kalusteita, talotekniikkaa sekä ikkuna-asennuksia. Rakennuspaikalla tehtävät työt painottuvat tällöin perustuksiin ja liittymiin, moduulien nostoon ja yhdistämiseen, erillisen vesikattoelementin asentamiseen sekä saumojen ja talotekniikan viimeistelyyn.

Korkea esivalmistusaste ei kuitenkaan yksin ratkaise toteutuksen tehokkuutta. Suuret moduulit voivat edellyttää erikoiskuljetuksia, ja kuljetusreitin kantavuus, liittymät, viimeiset tieosuudet, nostokalusto ja työmaan käytettävissä oleva tila voivat rajoittaa elementtikokoa. Erityisesti lasirakenteet, laatoitetut märkätilat ja muut herkät valmiit pinnat on suojattava kuljetuksen ja nostojen aikaisilta rasituksilta. Siksi esivalmistusastetta on optimoitava yhdessä logistiikan ja työmaa-asennuksen kanssa: kaikkea ei kannata asentaa tehtaalla, jos se aiheuttaa suhteettomia kuljetusriskejä.

Asiantuntijaselvityksessä tavoiteltiin lyhyttä työmaa-asennusjaksoa. Suuntaa-antavana laskentaoletuksena käytettiin kahden työpäivän asennusta rakennusta kohden, kun perustukset ja liittymät ovat valmiina. Tämä ei ole toteutuneesta pilotista mitattu aikataulu. Todellinen työmaa-aika riippuu kohteesta, nostokalustosta, säästä, liitosratkaisuista ja työmaan valmiusasteesta. Matkailukohteessa lyhyempi työmaa-aika voi vähentää häiriötä olemassa olevalle toiminnalle ja helpottaa rakentamisen ajoittamista sesonkien ulkopuolelle.

6. Kustannustarkastelu: missä mahdollinen hyöty syntyy?

Selvityksessä laadittiin VE2-vaihtoehdolle alustava valmistus- ja asennuskustannusten arvio. Sen lähtökohtana oli vähintään viiden samanlaisen rakennuksen toteutuserä. Arviossa rakennuksen materiaalit, tehdastyö ja työmaa-asennus käsiteltiin erillisinä, mutta perustukset, maanrakennustyöt, kuljetukset ja nostokalusto rajattiin kohdekohtaisina kustannuksina varsinaisen laskelman ulkopuolelle. Tästä syystä arvio ei ole rakennushankkeen kokonaishinta eikä sitä voi sellaisenaan verrata eri kohteiden valmiiden rakennusten hankintahintoihin.



Kustannushyötyä tavoitellaan erityisesti työmaalla tehtävien työtuntien vähenemisestä, sarjatuotannon toistettavuudesta, hankintojen vakioinnista ja tuotannon laadunhallinnasta. Samalla kustannuksia voivat lisätä moduulien nostettavuuden edellyttämä rakenteellinen jäykkyys, erikoiskuljetukset, nostokalusto ja ensimmäisen toteutuserän suunnittelu- sekä tuotannon käynnistyskustannukset. Ratkaisun taloudellinen kilpailukyky määräytyy näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta.

Käytettävissä oleva aineisto tukee johtopäätöstä, että korkean esivalmistusasteen ratkaisulla on kustannussäästöpotentiaalia. Se ei kuitenkaan osoita tiettyä toteutunutta säästöprosenttia. Luotettava vertailu edellyttää samoilla rajoituksilla laadittuja kustannusarvioita kaikista vaihtoehdoista ja myöhemmin toteutuneiden tuotanto-, kuljetus- ja asennuskustannusten seuranta. Kohdekohtaisia investointisummaa tai yrityksen alkuperäisiä kustannustietoja ei julkaista tässä raportissa.

7. Elinkaari, materiaalitehokkuus ja muuntojoustavuus

Teollisesti valmistettava puurakentaminen voi tukea materiaalihukan hallintaa, mittatarkkuutta ja rakenteiden toistettavuutta. CLT:n käyttö voi vähentää erillisten sisäverhousten tarvetta, jos kantava puupinta jätetään näkyviin. Toisaalta CLT:n materiaalimäärä, täydentävät eristeet, kuljetukset ja nostot on huomioitava, kun arvioidaan koko ratkaisun materiaalitehokkuutta tai vähähiilisyyttä. Tässä selvityksessä ei laadittu rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskentaa eikä määrällistä vertailua materiaalihukasta.

Muuntojoustavuuden ja uudelleenkäytön kannalta olennaisia kysymyksiä ovat moduulien nostettavuus myös käytön jälkeen, liitosten avattavuus, rakennusosien vaihdettavuus, talotekniikan saavutettavuus sekä materiaalien jäljitettävyyden. Selvityksessä tunnistettiin myös mahdollisuus hyödyntää vastaavia moduuleja tilapäiseen majoitukseen tai erityistilanteisiin liittyvissä tarpeissa. Tämä on jatkokehityksen potentiaali, ei todennettu käyttötapaus. Siirrettävyys tai uudelleenkäytettävyys tulee osoittaa erikseen suunnittelulla ja tarvittaessa kokeiluilla.

8. Tulokset ja niiden yleinen sovellettavuus

Kehittämistyön tuloksena syntyi konkreettinen konseptitasoinen suunnittelukokonaisuus, jota voidaan hyödyntää muiden matkailumajoituskohteiden vaihtoehtotarkasteluissa. Sen keskeiset yleishyödylliset tulokset voidaan jäsentää seuraavasti:



Tuloksena syntynyt tieto	Miten muut toimijat voivat hyödyntää sitä
Rakentamistapojen VEO–VE2 vertailu	Auttaa valitsemaan, milloin paikalla rakentaminen, suurelementit tai tilamoduulit ovat perusteltuja.
Kahden moduulin ja erillisen kattoelementin konsepti	Antaa lähtökohdan toistettavan majoitusyksikön tila- ja tuotantojoalle.
CLT-seinien, puisen alapohjan ja erillisen katon periaatteet	Tarjoaa rakennesuunnittelun alustavia lähtökohtia, ei valmiita tyyppisuunnitelmia.
Märkätilojen ja talotekniikan keskittäminen	Vähentää mahdollisesti työmaalla tehtäviä rajapintoja ja helpottaa laadunhallintaa.
Kuljetus- ja asennusreunaehtojen tunnistaminen	Ohjaa huomioimaan logistiikan jo luonnossuunnittelussa.
Kustannusvertailun rajaukset ja epävarmuudet	Auttaa tilaajaa pyytämään vertailukelpoisia tarjouksia ja tunnistamaan puuttuvat kustannuserät.

Ratkaisut eivät rajoitu tiettyyn ulkomuotoon tai yhteen majoitusyrittäjään. Suunnitteluperiaatteita voidaan soveltaa esimerkiksi pieniin erillisiin majoitusyksiköihin ja muihin toistuviin matkailurakennuksiin, kun tilaohjelma, kuljetettavuus ja rakenteelliset vaatimukset tarkistetaan. Erityisen käyttökelpoinen havainto on, että elämyksellinen arkkitehtuuri ja teollinen valmistus eivät välttämättä ole ristiriidassa: kantava runko voidaan vakioda ja näkyvää muotoilua toteuttaa muilla rakennekerroksilla.

9. Soveltamisohje matkailuinvestointia suunnittelevalle

Selvityksen tuloksista voidaan johtaa seuraava käytännöllinen etenemismalli uuden matkailumajoituskohteen varhaiseen suunnitteluun:

- Määritä ensin majoitustuotteen toiminnalliset vaatimukset: käyttäjämäärä, tilat, näkymät, huollettavuus, esteettömyys ja asiakaskokemus.
- Tarkastele rakennustapaa erillisenä suunnittelukysymyksenä: voisiko saman tilaohjelman toteuttaa rankarakenteena, suurelementeistä tai moduuleista?
- Tunnista paljon työtä sisältävät tilat, erityisesti märkätilat ja talotekniikka, ja arvioi niiden keskittämistä esivalmistettavaksi kokonaisuudeksi.
- Selvitä kuljetusreitti, moduulikoot, nostokalusto ja perustamisolosuhteet ennen lopullisen geometrian lukitsemista.
- Pyydä kustannusvertailu samoilla rajauksilla: tehdastyö, materiaalit, työmaa, kuljetus, nostot, perustukset ja liittymät.
- Arvioi toistettavuutta: onko kyse yhdestä yksilöllisestä rakennuksesta vai useamman yksikön tuotantoerästä?
- Varmista erikseen rakennusfysiikka, palo- ja äänitekniset vaatimukset, rakenteiden mitoitus sekä suunnitelmien viranomaiskelpoisuus.



10. Ratkaisujen soveltaminen ja jatkokehitystarpeet

Konseptivaiheen jälkeen tarvitaan toteutussuunnittelu, jossa täsmennetään rakenteiden mitoitus, moduulisaumat, kosteudenhallinta, talotekniikka ja tuotannon detaljit. Valmistajien kanssa tulee varmistaa moduulien valmistettavuus sekä kuljetus- ja nostoratkaisut. Myös kustannusvertailua on täydennettävä samoihin toimitus- ja urakkarajoihin perustuvilla tarjouksilla. Jos ratkaisu toteutetaan, ensimmäisen kohteen toteutuneita työmenekkejä, kustannuksia ja laatuvaikutuksia kannattaa seurata, jotta arvioidut hyödyt voidaan myöhemmin todentaa.

Kehitetyn konseptin keskeisiä sovellettavia periaatteita ovat pitkälle esivalmistetut tilamoduulit, erillinen kattosuurelementti sekä CLT-rakenteiden ja liitosten huomioiminen jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Ratkaisujen soveltaminen toisiin kohteisiin edellyttää muun muassa kuormitusten, rakennusfysiikan, paloturvallisuuden, ääneneristyksen, kuljetettavuuden ja valmistusmenetelmien kohdekohtaista tarkastelua. Konseptin pohjalta voidaan kehittää erilaisiin majoitusrakennuksiin soveltuvia suunnittelu- ja tuotantoratkaisuja.

11. Yhteenveto

Asiantuntijatyö osoitti konseptitasolla, että pienehkö matkailumajoitusrakennus voidaan suunnitella CLT-runkoiseksi, pitkälle esivalmistettavaksi moduuli-/hybridiratkaisuksi säilyttäen keskeiset majoitukselliset ja arkkitehtoniset ominaisuudet. Kehitetty periaate yhdistää kaksi tilamoduulia ja erillisen kattosuurelementin. Suunnittelussa tunnistettiin rakenteelliset, talotekniset ja logistiset kysymykset, jotka vaikuttavat ratkaisun tuotannollisuuteen ja kustannuksiin.

Tulosten arvo on ennen kaikkea niiden sovellettavuudessa: rakentamistapojen vertailu, moduulijako, märkätilojen keskittäminen, vakioitavat CLT-rakenneperiaatteet sekä kuljetuksen ja asennuksen huomioiminen tarjoavat lähtötietoa muillekin toimijoille. Selvitys ei vielä osoita toteutuneita kustannussäästöjä, hiilijalanjälkivaikutuksia tai rakenteiden siirrettävyyttä. Ne edellyttävät jatkosuunnittelua ja käytännön todentamista.

