

Sisältö

- Mitä on MHM?
- MHM - Tuoteargumentoinnin lähtökohtia
- MHM - Elementit
- MHM - Elementtien valmiusaste
- MHM - Asiakasprosessi
- MHM - Asiakaskohderyhmiä
- MHM - tuotantoprosessi?
- MHM - rakenneratkaisu
- MHM - Planning-Manual
- MHM >< CLT / lyhyt vertailu
- Kuvaotoksia MHM-rakennuskohteista 2009 - 2010

Tämä katsaus ei sisällä syvällistä MHM:n
Eko- / energiaominaisuuksien tarkastelua



MHM on tuotesuojattu konsepti, minkä on
kehittänyt saksalainen
Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH
MHM-tuotantolinjaratkaisun on kehittänyt
Hans Hundegger AG



Vakuudeksi

31.1.2018

Markku Helamo / Kemin Digipolis Oy

Mitä on "MHM"?

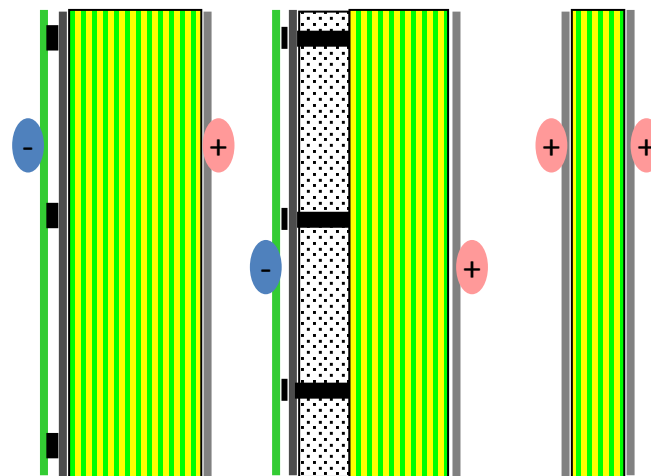
- Ristiin ladotuista 23 mm paksuista urahöylätyistä laudoista naulaamalla valmistettu puuelementti, jonka paksuus on 115 – 345 mm, pituus < 6 m ja korkeus < 3,5 m.
- Ulkoseinäelementin tavallinen paksuus on 250 mm ja väliseinäelementin 115 mm. tai seinän voi toteuttaa ulkopuolelta eristettynä, jolloin paksuus on esim. 150 mm.
- MHM soveltuu vain seiniin pystyrakenteisiin; ei laataksi välipohjiin, eikä palkiksi
- MHM soveltuu kuitenkin lähes kaikkeen tilarakentamiseen ja myös pienempiin kerrostaloihin
- MHM-sovellutuskohteet ovat siten suppeampia, kuin Suomessakin jo tutuksi tulleen CLT:n sovellutukset.
- CLT-elementin max-ulottuvuudet ovat selkeästi suuremmat: pituus jopa 16 m!
- Lamellien uritus antaa jopa 30 % paremman lämmöneristävyyden, kuin täysin sileäksi höylätty lauta.
- MHM soveltuu huonosti valmiiksi suurelementiksi tai tilaelementiksi, koska MHM-pituus on vain 6 m. Pieniä tilamoduuleita voi valmistaa.
- MHM soveltuu huonosti moniin muihin käyttötarkoituksiin, koska elementti on karkeampi ja sinä on nauloja.
- Mutta meluaidaksi MHM soveltuu jopa paremmin, kuin CLT ja on edullisempi. Pintaan voi naulata maalatun ulkoverhouslaudan.



MHM - Tuoteargumentoinnin lähtökohtia samankaltaisia, kuin CLT:llä

- Omatoiminen rakentaminen vähenee
- Ammattirakentajien rooli ja arvostus kasvaa
- Esivalmistuksen ja nopean työmaavaiheen merkitys kasvaa
- Lämmöneristysvaatimukset lisääntyvät
- Tiiveysvaatimukset rakenteissa lisääntyvät
- Puun arvostus terveellisenä materiaalina
- Puun arvostus rakentamisessa hiilinieluna
- Puun arvostus rakentamisessa uusiutuvana luonnonvarana
- Puun arvostus esteettisenä materiaalina
- MHM-Rakenteiden valmiusaste voidaan viedä pitkälle
- MHM on liitettävissä muihin rakennusmateriaaleihin
- MHM antaa mahdollisuuksia arkkitehtuurille
- MHM-rakenteiden suunnittelu on helppoa
- Suomessa tarvitaan uutta hyötykäyttöä puuvarannoille
- Yhteistyöverkostojen merkitys yritystoiminnassa kasvaa
- Talotehtaiden rooli perinteisistä talopaketti-toimituksista avaimet käteen toimituksiin,joille on annettava takuu.
- MHM-Rakenteelle voi antaa "törkeän takuun".

.....Vain johdannoksi tuotelanseeraukseen



U-Arvo

(MHM + ei lisäeristettä)

34,0 cm = 0,26 W/m²K

29,5 cm = 0,30 W/m²K

25,0 cm = 0,35 W/m²K

20,5 cm = 0,43 W/m²K

(MHM + lisäeriste 10 cm)

34,0 cm = 0,16 W/m²K

29,5 cm = 0,17 W/m²K

25,0 cm = 0,19 W/m²K

20,5 cm = 0,21 W/m²K

U-Arvo

Massiivihirsi

35,0 cm

= 0,35 W/m²K



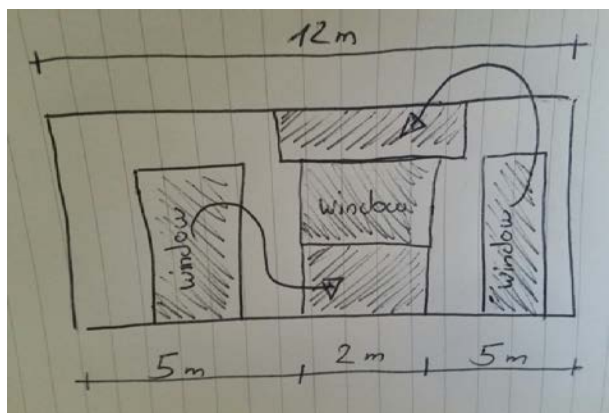
MHM - Elementit

- MHM-elementteihin voi tehdä lähestulkoon kaikki samat työstö ja liitokset, kuin Clt-elementteihinkin.
- Liitosmenetelmät / liittimet ovat jokseenkin samoja.
- MHM-Elementit ovat pienempiä ja joskus hyvinkin pieniä!
- Naulausvaiheessa elementtien mitat voivat olla 2 m x 2 m - 3,5 m x 6,0 m



MHM - Elementtien valmiusaste

- Talorakenteen kaikki seinäelementit: suorat ulkoseinäelementit, ulkoseinän korotuselementit, päätykolmioelementit, väliseinäelementit
- Paksuuskalibroituina
- Mittaan työstettynä, ikkuna- ja oviaukot valmiiksi työstettynä
- Perustuksen alajuoksua varten liitoslovet
- Elementtien väliset liitospontit ja liitosruuvien upotusreiät
- Sähköjohto- ja sähkörasiaupotukset, LVI-putkireikeykset
- Välipohja- ja kattorakenteiden liitoslovet
- Nostoliinat asennettuna
- Elementtien jatkokset mahdollisia, 6 m ei ole ehdoton yläraja
- MHM-seinärakenteissa sovelletaan usein palapelimenetelmää, jossa hyödynnetään aukkopaloja.



MHM - talon muiden rakenneosien tuotanto ja toimitukset / monia eri vaihtoehtoja

- massiivipuiset välipohja- rakenteet liimapuulaatat tai CLT-laatat tai muut laattaratkaisut
- massiivipuiset, puuliitoksiin perustuvat kattorakenteet (pilarit ja palkit) tai kattoristikot

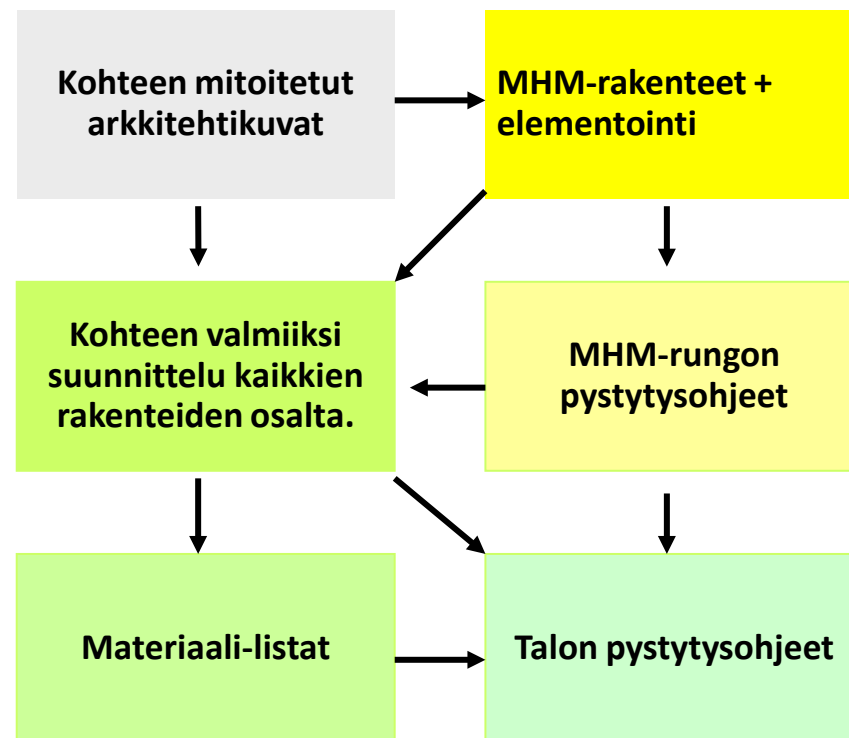


MHM - Asiakasprosessi

- Asiakkaalta saatavaan suunnittelutietoon perustuva esisuunnittelu / tarjouslaskenta
- Kaupan synnyttyä tuote- / rakennesuunnittelu, joka hyväksytetään asiakkaalla.
- Tuotesuunnittelun data suoraan toiminnanohjausjärjestelmään, materiaali-optimointiin, elementti-tuotantoon ja työstö-automaatioon
- Elementtitoimituksen dokumentointi ja pystytysohjeet sekä toimituslogistiikan ohjaus

MHM - Asiakaskohderyhmiä

- Puutalotehtaat
- Pre-cut-rakentajat
- Pk-rakennusliikkeet
... myös kerrostalorakentajat
- Liiketila- / hallirakentajat
- Hoivatarakentajat
- Maatilarakentajat
- Yksityiset rakentajat
- Maisemarakentajat
- Liikenneväylien rakentajat



MHM – tuotantoprosessi?

- MHM:n teollinen prosessi on yksinkertaisempi, kuin CLT:n, koska vaativaa liimausprosessia ei ole ja puutavaran kuivuusaste on vain n. 14 %, kun CLT-puutavaran on oltava n. 10 %, jopa alle.
- MHM-lamellien raaka-aineen hankinta on helpompaa, koska lajikevalikoima on suppeampi; käytännössä vain 25 tai 50 mm paksuuksia ja eri leveyksiä. Mäntyä tai kuusta.
- Suomessa MHM-linja tarvitsee oman sormijatkoslinjan, jotta lamellipituudet hallitaan. 50 mm paksusta, määrämittaan jatketusta puutavarasta halkaistaan 2x25 MHM-lamelliahiota.
- Saksassa raaka-aineen hankinta etenee hieman toisin. 3,5 & 6 metrin tukeista sahataan 25 mm aihioita sekaleveyspaketteihin. MHM-lamellihöylä kykenee höyläämään sekaleveyksiä.
- MHM-tuotantolinjan investointi on pienempi, kuin CLT-linjan, jolloin myös tuotannon määrä-tavoite on pienempi.
- MHM-prosessin kriittisiä kustannustekijöitä: puutavaran leveys / naulamäärä + hinta ja naulauslinjan kapasiteetti. Erittäin oleellinen kustannustekijä on myös puutavaran hinta, jonka muutokset on voitava viedä MHM-hintoihin.
- Suomessa ei ole mitään vakiintunutta hintatasoa MHM-rakenteille. CLT-elementtiin verrattuna hinta on 15-20 % alhaisempi, mikä tuo tietyissä rakenteissa kilpailuedun MHM:lle.



MHM –tuotantoprosessi

- Naulaus tapahtuu kahta riviä kerrallaan vierekkäisiin lautoihin.
- Naulan pituus on 50 mm.
- Naulaväli on 150 mm
- Naulamenekki riippuu ratkaisevasti laudan leveydestä, mikä on oleellinen kustannustekijä prosessissa.
- 250 paksuiselle levyille tarvitaan nauloja n. 1200 kpl/m², jos lamellileveys 150 mm. Mutta jos lamellileveys 100 mm, niin nauloja tarvitaan 1800 kpl/m²!
- Työstövaiheessa raakaelementti voidaan paksuuskalibroida palanaavalla kursolla



MHM -tuotantoprosessi

- Yksinkertainen linjaratkaisu, mutta kapasiteetti on vain n. 15000 m²/vuoro/vuosi .
- Hallin pinta-alaksi riittää < 1000 m² + sormijatkoslinjalle n. 500 m²



- Lamellihöylä on yleensä samassa hallissa ennen MHM-naulauslinjaa.
- Suomalaiseen MHM-prosessiin tarvitaan lämmin tila myös sormijatkos-linjalle ja lamelli-höylästä edeltävälle halkaisulle.



- **MHM-Menetelmä , - tuote ja -tuotantolinja on puhtaasti Hundeggerin ratkaisu!**

MHM-rakenneratkaisuja Keski-Eurtoopasta



- Kuljetuksen hyötysuhde on hyvä
- Kuljetus-kestävyys on hyvä
- Selkeä pystytyksen toteutus
- Pientalo-rakentamiseen
- Liike- / hoiva tilarakentamiseen
- Muuhunkin puurunko-rakentamiseen
- Myös kerrostalo-rakentamiseen



MHM-rakenneratkaisuja Keski-Euroopasta



MHM-Planning-Manual

MHM-Rakenteille ja suunnitteluun on valmis manuaali
Lisätietoja MHM:sta: <http://www.massivholzmauer.de/index.php?id=6>



MHM-ominaisuuksia, jotka tuotiin esille jo v-2010

❖ Rakenteen jämyys ja lujuus

- ❖ Vähän saumoja ja liitoksia
- ❖ Liitokset yksinkertaisia
- ❖ Homogeenisen rakenteen rakennusfysiikan helppo hallinta
- ❖ Rakenteellinen kantavuus ja jäykkyys
- ❖ Rakenteen painumattomuus
- ❖ Kuljetuskestävyys
- ❖ "Maanjäristyskestävyys"

❖ Terveellisyys

- ❖ Puu tasapainottaa sisäilman kosteutta
- ❖ Sisäilman miellyttävyys ja tasaisuus
- ❖ Suojaa sähkömagneettiselta säteilyltä
- ❖ Ei liimaa eikä kemikaaleja

❖ Paloturvallisuus

VTT-selvitys: Paloturvallisuus / Suomen paloturvallisuusmääräykset

- ❖ Lujuusominaisuudet säilyvät palossa
- ❖ Ei kemikaalien myrkyllisiä savukaasuja

❖ Kosteustekninen toimivuus

VTT-selvitys: Rakenteen soveltuvuus Suomen olosuhteisiin on hyvä

- ❖ Kosteustekniseltä toimivuudelta puuta vastaava rakenneosa
- ❖ Suojattava sateelta asianmukaisella ulkoverhouksella (esim. ponttilauta)
- ❖ Huolehdittava rakennusaikaisten kosteusvaurioiden suojaamisesta

❖ Lämpöenergiaominaisuudet

- ❖ Kyky sitoa ja luovuttaa lämpöä
- ❖ Mahdollisuus passiivitorakenteisiin
- ❖ Rakenne tiivis, mutta "ilmava"
- ❖ U-arvo parempi, kuin "umpipuulla"

❖ Äänieristysominaisuudet

- ❖ Ulkovaipan äänieristysominaisuudet
- ❖ Ei onton seinän vaikutelmaa
- ❖ Askelääneneristys välipohjassa*

❖ Ympäristöystävällisyys

- ❖ Raaka-aine uusiutuvista metsistä
- ❖ Puun kyky sitoa hiilidioksidia
- ❖ Ekologiset valmistusprosessit
- ❖ Materiaalin kierrätettävyys

❖ Suunnittelun helppous

- ❖ Yksilölliset ratkaisut mahdollisia
- ❖ Moduuleista riippumaton mitoitus
- ❖ Kokorajoitteet lähinnä kuljetusrajoitteita (paitsi MHM-max-ulottuvuudet)
- ❖ Joustavuus seinien aukotuksessa
- ❖ Soveltuvuus cad-järjestelmiin
- ❖ Lujuuslaskennan helppous

❖ Järjestelmäominaisuudet

- ❖ Suunnittelun / tuotannon selkeys
- ❖ Selkeä toimituksen lastaus tehtaalla
- ❖ Kuljetus täysinä kuormina / vrt. betonielementit
- ❖ Nopea purku asennuskohteessa
- ❖ Vähäinen käsityökalujen tarve asennuksessa
- ❖ Asentamisen nopeus ja helppous
- ❖ Lisäeristeiden ja pinnoitteiden asentamisen nopeus (ei tolppajakoa)

❖ Korkea laatu

- ❖ Elementtien tuotanto valvotuissa tehdasolosuhteissa
- ❖ Tuotantoautomaation myötä elementtien mittatarkkuus
- ❖ Massiivisten seinien kestävyys
- ❖ Rakenteen homogeenisuus = tasalaatuisuus

❖ Taloudellisuus

- ❖ Elementtitoimituksen mittaoptimointi
- ❖ Rakentamisprojektin nopeus
- ❖ Rakenteen kestävyys ja pitkäikäisyys
- ❖ Joustavuus yksilöllisissä ratkaisuissa
- ❖ Rakennusprojektin nopeus tuo säästöjä

MHM

> VERTAILU <

CLT

- MHM-hinta / m3 on edullisempi, kuin CLT ... yksinkertainen tuotantoprosessi
- Soveltuu vain pystyrakenteisiin; ei laataksi eikä palkiksi
- Ei dekoratiivista pintaa, vaan aina verhoiltava
- Ei voi varustella suurelementiksi (pienet elementit ok)
- Ei voi rakentaa tilaelementiksi (pienet moduulit ok)
- Elementointi perustuu pieniin elementtiosioihin
- Ei sovellu "CLT-hirren" materiaaliksi
- Tuotehyväksynnän menettelyt Suomessa = ????
- (ainakin toistaiseksi)
- Pienimuotoinenkin tuotanto on mahdollista. Soveltuu melko pienellekin pk-yritykselle
- Tuotannon linjaratkaisu on valmiina
- Tarvitaan sormijatkoslinja, jotta puutavarapituudet hallitaan sekapituudesta sahatavarasta. Dimensiovalikoima on suppea (vain yksi paksuus)
- Pienehkö teollisuushalli riittää n. 1500 m2
Korkeus > 5 m

- CLT-hinta /m3 on korkeampi, kuin MHM ... monivaiheinen tuotantoprosessi
- Soveltuu pystyrakenteisiin sekä laataksi ja palkiksi
- Dekoratiivinen pinta, jos levyt on myös syrjäliimattu. Syrjäliimaamatonta ei suositella näkyväksi pinnaksi.
- Voi varustella suurelementiksi
- Voi rakentaa tilaelementiksi
- Elementointi voi perustua suuriin elementtikokonaisuuksiin
- Soveltuu CLT-Hirren materiaaliksi = merkittävä käyttökohde & markkina
- Tuotehyväksynnän menettelyt tunnetaan
- Aivan pienimuotoinen tuotanto ei ole mahdollista, koska raakalevyn valmistus vaatii massiiviset linjajärjestelyt.
- Tuotannon linjaratkaisuihin lukuisia vaihtoehtoja
- Tarvitaan sormijatkoslinja, koska puutavarapituudet pitkiä (jopa 16 m). Dimensiovalikoima suuri (useita paksuuksia)
- Tarvitaan vähintään > 3000 m2. ja korkeutta > 5 m mieluummin vielä enemmän

MHM

> VERTAILU <

CLT

- Markkinat: Ok-talot , muut pientalot, vapaa-ajan talot (mökkit), maatarakentaminen, pienet marketit, pk-teollisuushallit, urheiluhallit, hoivakodit, päiväkodit, pienet kerrostalot
- Tuotteistettavissa em. Käyttökohteisiin
- Paloturvallisuudesta monta mieltä: eräät tahot eivät hyväksy , mutta MHM verhoillaan aina sisäpinnoista
- Vartenotettava sovellutus on edullinen meluaita: huonokin puulaatu kelpaa, ja pintaan maalattu ulkoverhouslauta, mikä on naulattava erikseen
- Eräät tahot (Puuinfo ym.) vastustavat MHM-sovellutuksia. Konsernit ovat täysin ulkona MHM-kehityksestä ja jopa vastustavat sitä ????
- **Tässä vaiheessa ei pidä vielä tyrmätä MHM-menetelmää**
- Mutta pioneerin osa voi olla kolkko ja vastustusta tulee olemaan, koska konsernit ovat etulyöntiasemassa
- Kaikesta huolimatta: investointi ei ole suuri ja hyvin markkinoituna referenssikohteet löytyvät, jos lanseeraus oikein hoidetaan
- Ruotsin vienti on ?????

- Markkinat: Pientalot, vapaa-ajan talot (mökkit), maatarakentaminen; pienet ja suuremmatkin marketit, suuremmatkin teollisuushallit, urheiluhallit, hoivakodit, päiväkodit, pienet & suuretkin kerrostalot
- Aika pitkälle jo tuotteistettu em. Käyttökohteisiin
- Paloturvallisuuskohdat jo tiedossa ja hyväksynnät moniin kohteisiin = Ok
- Jo toteutettuja meluaitasovellutuksia. Pintaan maalattu ulkoverhouslauta, mikä voidaan liimata CLT-prosessin yhteydessä
- Monet tahot ovat hyväksyneet CLT:n ja sen sovellutukset ovat jo vakiintumassa, koska myös konsernit ovat lähteneet mukaan kehitykseen
- **CLT jatkaa kasvukäyräänsä Suomessa. Syntyykö kohta jo liikaakin kapasiteettia?**
- Uusia yksiköitä syntyy ja tuovat lisää kilpailua MHM:lle.
- Investointi voi olla suurehkokin, mutta markkinat ovat jo vahvassa kehitysvaiheessa
- Myös Ruotsissa CLT tunnetaan

MHM

> VERTAILU <

CLT

- Cad-Cam-hallinta helppoa. Liitosvaihtoehtoja ei ole kovin paljon; mutta riittävästi MHM-sovellutuksiin
- Tuotannon hallinta helppoa, koska prosessissa käytännössä vain kolme vaihetta
- Useimmat työtehtävät eivät vaadi kovin syvällistä ammattitaitoa. Mutta avainasemassa on CNC-työstöportaalin hallinta.
- Linjan käyntiinajo helppoa
- Prosessi ei ole kovin häiriöherkkä
- Ei merkittävämpiä tuotantotilojen olosuhdevaatimuksia
- Ei liiman levityksen kontrollia. Naulaus ohjelmoitu valmiiksi
- Puutavaran varastoinnin olosuhteille ei kovin suuria vaatimuksia, koska puun kosteus n. 14 %
- Laadunvalvonnan kohteita vähän.
- Miten eko-ihmiset suhtautuvat nauloihin?
- Puujäte sisältää nauloja = miten hoituu hyötykäyttöön? Energiamurskeeksi soveltunee, mutta häiritseekö seassa oleva naulamurske polttoprosessia?
- Min-Kone- / laiteinvestointi n. 3 000 000 Eur / kapasiteetti n. 3 000 M3 / 1-vuoro / v Jatkojalostusinvestointeja ei näköpiirissä
- **Yhden tuotantolinjan kapasiteetti on kiinteä.**

- Cad-Cam-hallinta helppoa riippuen siitä ,kuinka pitkälle halutaan mennä. Liitosvaihtoehtoja / -työstöjä on paljon
- Tuotannon hallinta vaatii osaavaa tuotannon suunnittelua, koska monia valmistusvaiheita
- Lähes kaikki työvaiheet edellyttävät hyvää ammattitaitoa. CNC-työstöportaalin hallinta on avainasemassa.
- Linjan eri vaiheiden käyntiinajo voi olla pitkä prosessi?
- Yhden vaiheen häiriö voi kostautua koko tuotantoon.
- Liimaus edellyttää tarkkaa tuotantohallin olosuhteiden hallintaa: lämpötila & suhteellinen kosteus
- Tarkka liiman levityksen kontrolli Vaatii tarkasti ohjattavan liimanlevittimen
- Puutavaran varastoinnin olosuhteet oltava ok, koska puun kosteus n. 10 % ... jopa alle.
- Laadunvalvonnan kohteita monia.
- Miten eko-ihmiset suhtautuvat liimaan?
- Puujäte sisältää liimaa = miten soveltuu hyötykäyttöön? Energiapuuksi soveltunee?
- Min-Kone- / laiteinvestointi n. 5 000 000 Eur / kapasiteetti n. 5 000 M3 / 1-vuoro / v jatkojalostusinvestointeihin paljon näkymiä
- **Yhden tuotantolinjan kapasiteetin voi rakentaa suureksikin**

MHM

> VERTAILU <

CLT

- Puun + naulojen osuus liikevaihdosta n. 55 %
- Vaihtoehtoisia liiketoimintaratkaisuja ei ole.
 - Vaatii rinnalle palkki- & pohjaelementtiratkaisut esim. liimapuutoimittajalta
 - Tuote ei voi olla pitkälle viety rakennusosa- / elementtitoimitus, vaan ainoastaan MHM-elementit. Joskin rakennuskohteen voi hoitaa muiden elementtien toimittajien yhteistyöllä
- Lopputuote - mahdollisuus rakentamiseen
 - Vain pienelementit pystyrakenteisiin
- **Muita käyttökohteita / sovellutuksia**
 - Rajoitetusti, koska MHM on melkoisen "karhea" tuote. Sahatuissa reunoissa voi olla törröttäviä nauloja tai naulanpuolikkaita
 - Kts. CLT-sovellutuksia ja pohdi voisiko toteuttaa MHM:stä
- Puun + liiman osuus liikevaihdosta n. 45 %
- Vaihtoehtoisia liiketoimintaratkaisuja on
 - Hankitaan raakalevy valmiina pohjanmaalta, Kainuusta tai Itävallasta (ilman kuljetustukea)
 - Keskitytään lopputuotteeseen
 - Runkoelementtien työstö
 - Suurelementtien varustelu
 - Mahdollisimman pitkälle varustellut tilaelementit
- Lopputuote - mahdollisuus rakentamiseen
 - Täysin valmiit tilaelementit kerrostalokohteisiin
- **Muita käyttökohteita / sovellutuksia**
 - Runsaasti, koska CLT on melkoisen viimeistelty ja "siisti" tuote. Sahatut reunat ovat siistejä
 - Kts. CLT-sovellutuksia ja pohdi löytyykö vielä lisää

Kts. <http://www.digipolis.fi/media/files/hankkeet/puuket/clt-tuote-ideat-25.11.2016.pdf> ... Seuraavalla sivulla yhteenveto

Huom. Tämä MHM >< CLT vertailu on täysin puolueeton.

MHM

> VERTAILU <

CLT

CLT-Tuotenäkymiä muuhun, kuin asunto- tai toimitilarakentamiseen

..... hyvin erilaisiin käyttökohteisiin = tuotteiden ryhmittely

- ☐ **Liikennerekenteet**
meluaidat, (? kevyen liikenteen sillat + kaiteet, jopa metsätyömaiden piensillat ja jopa tiepohjat)
- ☐ **Teollisuuden / prosessien rakenteet**
meluseinät, varastoinnin lokeroinnit, kulkusillat, pienet sosiaalitilat
- ☐ **? Rakennusteollisuuden aputilat ja -rakenteet**
sosiaalitilat, muut taukotilat, tsto-tilat, jopa telinetasot, betonimuotit
- ☐ **Maatilojen tuotantorakenteet (ei varsinaiset maalarakennukset)**
pienet tallit, varastolokerot jne.. kattaen myös pieneläinhoitolat
- ☐ **Matkailupalveluiden rakenteet; ohjelmapalvelut, luontomatkailu, urheilu**
saunalautat, piensaunat, laavut, tulistelupaikat, **piensillat**, opasteet, urheilukenttärakenteet
- ☐ **? Leikkipuisto- ym. puistorakenteet**
kiipeilytelineet, muut lapsille ja aikuisille tarkoitetut aktiviteetti- / kuntoilurakenteet, puistokalusteet
- ☐ **? Asunto- / toimitilarakentamisen pienrakenteet**
ovet, portaat, kaiteet, kerrostasot, tilan jakajat
- ☐ **Asumisen pientilarakennukset**
autotallit- & -katokset, varastot , leikkimökit, koirankopit/ muut piharakennukset / -rakenteet
- ☐ **? Kalusteet ulko- / sisäkäyttöön**
puutarhakalusteet, jopa sisähuonekalut: järeät pöydät + penkit
- ☐ **Muita ideatasoisia tuotteita**
löytyy vielä paljon lisää ... jopa tuulimyllytornit!!!

**Muutamiiin käyttö-
tarkoituksiin MHM
ei sovellu ?**

MHM

> VERTAILU <

CLT

Mayr & Sonntag GMBH 2010-11

- Suuria elementtejä ja vähän pienempiä elementtejä



- Elementtirunkoja



- Suur-
elementtejä



- Vielä pienempiä elementtejä



- Tila-
elementtejä



Kuvaotoksia saksalaisilta MHM-rakennuskohteilta 2009 - 2010

