

25.2.2020

MIKKELIN KAUPUNKI, ETELÄINEN ALUEKOULU

KOULURAKENNUKSEN RUNKOMATERIAALIN OMINAISUUKSIEN VERTAILU

Tässä asiakirjassa on vertailtu ainoastaan kahta – puu ja betoni – materiaalia eri ominaisuuksien osalta.

VERTAILTAVA OMINAISUUS	MASSIIVIPUURAKENNE	BETONIRAKENNE
Rakenteet yleisesti	Suunnitteluratkaisut kehitysvaiheessa, kokemusperäinen suunnitteluosaaminen on lisääntymässä Elementtirakenteiden ja liittymäteknikan osaaminen on alkuvaiheessa. Kantavilla rakenteilla ei päästä samoihin jänneväleihin ja rakennepaksumuksiin kuin betoni- ja teräsrakenteilla. Rakennuksen jäykistäviä rakenteita tulee huomattavasti enemmän puurakenteisiin rakenneratkaisuihin.	Suunnitteluratkaisut vakioituja, kokemusperäinen suunnitteluosaaminen vahvaa. Elementti- ja paikallavalutekninen osaaminen vahvaa myös paikallisilla toimijoilla. Rakenteiden jänneväleillä ei ole juurikaan rajoituksia normaaleissa koulurakennuksissa (muuntojoustavuus).
Rakennusfysi-kaalinen toimivuus	Massiivirakenteella suuri kosteudensietokyky ja kerroksellista rakennetta parempi ”vikasietokyky”. Vaipan osalta ainoastaan ulkoseinä rakenne on tyypillisesti massiivinen, muut rakenteet yhtä lailla vikaantumisherkkiä. Huomioitava toteutussuunnittelussa, että esim. ulkokuoren puurakenteet ovat herkkiä vaurioitumaan virheellisten ratkaisujen seurauksena.	Massiivirakenteisena suuri kosteudensidontakyky. Kerroksellinen rakenne vaurioalttiimpi, sillä kerroksellisiin rakenteisiin muodostuu massiivirakennetta enemmän mahdollisia kastepisteitä. Varmistettava huolellisesti rakenteiden riittävä kuivuminen ja materiaalien yhteensopivuus (koskee myös puurakentamista)
Sisäilmavaikutukset	Puu koetaan miellyttävänä, se tasaa kosteusolosuhteita rakenteen yli. Nopea reagointi lämpötilamuutoksiin. Suuri koulurakennus (kts. paloturvallisuus) vaatii runsaasti mm. palonsuojamaaleja, palonsuojaverhouksia yms., joiden vaikutus on otettava huomioon tilojen käyttöönotossa.	Neutraali materiaali, hidas reagointi lämpötilamuutoksiin. Ominaisuudet tunnetaan hyvin ja mahdollisiin sisäilman laatua heikentäviin riskikohtiin osataan varautua toteutusvaiheen laadunvarmistusvaiheessa.
Akustiset ominaisuudet, ääneneristävyyt	(+) Tyypillisesti käyttäjät kokevat ääniympäristön miellyttävämmäksi. (+/-) Ääneneristävyydet on mahdollista toteuttaa myös puurakenteilla, mutta se vaatii huolellista akustiikkasuunnittelua ja toteutusta.	(+) Vakioidut tavat saavuttaa ääneneristysvaatimukset ja hyvät olosuhteet. (+) Raskailla rakenteilla sivutiesiirtymät helposti hallinnassa (esim. luokkatilasta toiseen).

25.2.2020

	(-) Ei ole olemassa täysin vakiintuneita (tutkittuja) ratkaisuja esim. detaliikassa, rakenteet (esim. sivutiesiirtymien hallinnan osalta vaak- ja pystysuunnassa) vaativat rakenteiden katkaisuja ja värinäeristyyksiä. (-) Akustisessa tarkastelussa tarvitsee rinnalleen muita absorboivia materiaaleja ja pintoja. (-) Kevyempänä materiaalina saattaa tarvita maaperästä johtuvaa värinää (junarata ja valtatie) vastaan vaimentavia rakenneratkaisuja perustuksiin	(-) Kaikuisa, tarvitaan vaimentavia materiaaleja. (-) Akustisessa tarkastelussa tarvitsee rinnalleen muita absorboivia materiaaleja ja pintoja.
Palomääräykset	Paloluokka P2 -> kaksikerroksisen koulun suurin sallittu henkilömäärä on 250 (jos rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitteisto, on henkilömäärä 500) Ei riitä pelkästään automaattinen sammutusjärjestelmä, vaan vaatii myös palo-osastoinnit (max 300 m² osiin), tämä rajoittaa esim. rakennuksen muuntojoustavuutta	Ei henkilömäärärajoituksia runkomateriaalin vuoksi. Paloluokalla ei rajoituksia (P1 / P2).
Paloturvallisuus, sammutuslaitteisto	Mikäli koulun paloluokka on P2 ja rakennuksessa on yli 2 kerrosta: Tulee se varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla, maksimihenkilömäärä on 1000, maksimikerrosluku 4, maksimikorkeus 14 m ja kerrosala enintään 12 000 m². Rakennuksessa ei saa olla tiloja, joiden palokuormaryhmä on yli 1200 MJ/m² (esim. yli 50 m² varastot), palo-osaston maksimikoko on tällöin 1200 m². Koulun sisäpintojen tulee olla vähintään luokkaa C-s1, d1 (palosuojattu puu) Mikäli rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla (suunniteltu rakennus vaatii), pinnoiksi riittää D-s2, d2 (palosuojaamaton puu). Uloskäytävissä yms. on raskaampi vaatimus.	Palotekniseltä toteutukseltaan puurakenteita edullisempi materiaali.

25.2.2020

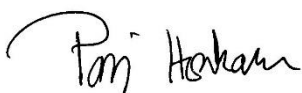
Rakentamisvaiheen ominaisuuudet, sääsuojaus	Paikallista osaamista ei ole juurikaan massiivipuuelementtirakentamisessa Sääsuojaus oltava kaikilta osin hyvä ja kattava, rakenteen kuivatus nopeampaa betoniin verrattuna Rakentamisvaiheen sääsuojan käyttöaika on n. 50 - 60 % betonirunkoiseen rakennukseen verrattuna	Paikallisia toimijoita useita, toteutushenkilöstölle tuttu materiaali Paikallisia materiaalitoimittajia useita Sääsuojaus oltava hyvä, rakenteen kastuessa on kuivatusaika pidempi puuhun verrattuna
Investointikustannukset	(-) rakennuskustannuksia nostaa kokemuksen puute teollisesta puurakentamisesta. (-) rakennuskustannukset ovat suurempia (palotekniikka, akustiikka, runko ja suunnittelu). (+) lyhyempi rakennusaika toisaalta laskee kustannuksia betoniin verrattuna.	(+) rakennuskustannukset matalampia (-) rakentamisaika on pidempi, mikä puolestaan nostaa kustannuksia.
Elinkaarikustannukset	Kummankin rakenteen osalta materiaali- valinnat ja toteutusvaiheen laatu vaikuttavat merkittävästi esim. ylläpitokustannuksiin. Elinkaarikustannustietoa ei ole vielä kertynyt johtuen massiivipuorakentamisen lyhyestä rakentamishistoriasta.	Etuna pitkä ja suunniteltavissa oleva käyttöikä. Hyödyntää teollisuuden sivuvirtoja ja on osa kiertotaloutta.
Rakentamisvaiheen hiilipäästöt	- Rakennuksen energiatehokkuus on tärkein kaikkialla käytettävissä oleva keino vähentää rakennuksen elinkaarenaikaisia päästöjä - o myös energiatehokkaassa rakennuksessa energian osuus elinkaaren päästöistä on noin 65 % - rakennusmateriaalit vaikuttavat pääasiassa rakennusvaiheen päästöihin - o rakennusvaiheessa syntyneen eron vuoksi puu- ja betonikerrostalon (tässä tapauksessa) välinen päästöero on 5–7 % sadan vuoden aikajänteellä puurakenteen eduksi (energiatehokkuudesta riippuen) - o jos tarkastellaan pelkkää rakennusvaihetta, ovat päästöt puurakenteella noin 191 kg CO₂ / nm² ja betonirakenteella noin 268 kg CO₂ / nm², eli puurunkoisen rakennuksen rakennusvaiheen päästöt ovat 29 % pienemmät - o rakennustyömaan päästöjen osuus koko elinkaaren päästöistä on vähäinen (noin 3 %) - o rakennuksen kunnossapidolla ja remontoinnilla on suurempi painoarvo, noin 6 %, rakennuksen elinkaaren päästöistä. - Myös rakennustyömaan energian kulutuksella, rakennuksen ylläpidolla ja purkamisella ja hyötykäytöllä on vaikutusta päästöihin - o yhdenkin näistä vaiheista poissjättäminen vastaa suuruusluokaltaan betoni- ja puurakenteisen rakennuksen välille tarkastelussa (Sitran selvityksiä 63) syntynyttä päästöeroa	

25.2.2020

Massiivipuurunkoisen rakennuksen co2 päästöt ovat n. 40...70 % vastaavanlaisen betonirungon päästöistä.

Asiakirjan vakuudeksi

Mikkelissä, 25.2.2020

Pasi Honkanen
Etelä-Savon alueyksikön johtaja**Asiakirjan laatimisessa ovat olleet mukana seuraavat henkilöt:**

- Pasi Honkanen, RI, alueyksikön johtaja - suunnitteluun, rakennuttamiseen ja toteutukseen liittyvät selvitykset
- Pasi Piispa, RI (amk), RAP, RAV, korjausrakentamisen suunnittelupäällikkö - suunnitteluun, rakennuttamiseen ja toteutukseen liittyvät selvitykset, elinkaarikustannukset
- Timo Härkönen, RI (amk), suunnittelujohtaja-rakennetekniikka – Rakenteet yleisesti, rakennusfysikaaliseen toimivuuteen liittyvät selvitykset
- Jarkko Kautonen, DI, puurakenteiden AA-vaativuusluokan pätevyys, rakennusfysiikan A-vaativuusluokan pätevyys, rakennesuunnittelija, projektipäällikkö/rakennetekniikka - Rakenteet yleisesti, rakennusfysikaaliseen toimivuuteen liittyvät selvitykset
- Mika Tuukkanen, ins (amk), sisäilma-asiantuntija ja AHA-asiantuntija (Eurofins) – rakennusfysikaaliseen toimivuuteen ja sisäilmalaatuun liittyvät selvitykset
- Erno Huttunen, DI, suunnittelujohtaja, FISE V+ akustiikka - Akustiset ominaisuudet, ääneneristävyys
- Jussi Taponen, osastopäällikkö, palotekninen suunnittelu – Palomääräykset ja paloturvallisuus, sammutuslaitteisto
- Eero Puurunen, arkkitehti - Rakennusfysikaaliseen toimivuuteen, sisäilmavaikutuksiin, elinkaarikustannuksiin ja rakentamisvaiheen hiilipäästöihin liittyvät selvitykset
- Mari Lautala, RI, RAP, rakennuttamisen osastopäällikkö, suunnitteluun, rakennuttamiseen ja toteutukseen liittyvät selvitykset
- Marko Myllymäki, RI, ryhmäpäällikkö/rakennetekniikka – rakenteiden yleiset selvitykset, Rakennusfysikaalisen toimivuuden selvittelyt