

Akustiikka massiivipuukerrostalossa

Topi Huhtanen
projektisuunnittelija
LAB-ammattikorkeakoulu

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	3
Massiivipuurakenne.....	3
Ääni ja Ääneneristävyys.....	4
Lain vaatimat akustiset rajat rakentamisessa.....	5
Massiivipuurakenteen ääneneristävyys.....	6
Ilmaääneneristävyys.....	6
Askelääneneristävyys.....	9
STS ja IIC.....	10
Lattiarakenteet.....	10
Runkoäänet.....	12
Ekologiset ääneneristävydet.....	15
Yhteenveto.....	16
Lähteet.....	17

Alkusanat

Tässä liitteessä on lyhyt opastus massiivipuurakenteisen kerrostalon akustiikkaan. Opas on tarkoitettu yleiseksi oppaaksi puukerrostalon tilaajan käyttöön tai aiheesta kiinnostuneille. Opastuksen tarkoituksena on helpottaa tilaajan tietämystä ja arviointia eri akustiikkaratkaisujen valintaa kohtaan puukerrostaloa tilatessa.

Massiivipuurakenne

Massiivipuurakenne on nimensä mukaisesti puurakenne, mikä on yhtenäistä puuta. Tunnetuin ja käytetyin massiivipuurakenne Suomessa on CLT-levy, kuva 1, mikä on normaalisti paksuudeltaan 80 mm – 200 mm, mutta niistä voidaan tehdä jopa 400 mm paksuja. CLT-levy koostuu toisiinsa ristiin liimatuista puukerroksista ja kerroksia on tavallisesti kolme, viisi tai seitsemän. Taulukossa 1 on esitetty CLT-levyn arvoja.



Kuva 1 CLT-levy, puuinfo (Puuinfo)

Taulukko 1 CLT-levyn fyysiset parametrit (Binderholz).

CLT BBS-levyn fyysiset parametrit		
	Parametri	Huomiot
Tiheys	450 kg / m ³	Puun kosteus 12 % ± 2 %
Lämmönjohtavuus λ	0.12 W / mK	ETA-06 / 0009
Ominaislämpökapasiteetti	1,600 J / kgK	cp: EN ISO 10456
Vesihöyryn diffuusiovastus kerroin μ	40–70, riippuen puun kosteuspitoisuudesta ja liimattujen liitosten määrästä	EN ISO 10456
Ilmatiiveys	Ilmatiivis reunaliiimattuna 3-kerroksisesta alkaen	Testattu: Holzforschung Austria
Paloluokka	Euro class D-s2, d0	EN 13501-1

Ääni ja Ääneneristävyys

Ääni koostuu painevaihteluista, jotka aiheuttavat värähtelyä ilmaan. Korvan tärykalvo vangitsee värähtelyn ja tulkitsee sen ääninä. Äänivoimakkuuden ja melutason mittaussyksikköä kutsutaan desibeliksi (dB). Desibeli on logaritminen yksikkö. Tämä tarkoittaa, että kaksi identtistä äänilähdettä, luovat yhdessä melutason, joka on kolme desibeliä korkeampi kuin vain yhtä käytettäessä. (Silvent) Taulukossa 2 on esitetty äänenpaineen muutoksien vaikutus.

Taulukko 2 Äänenpainetaso muutokset (McMullan).

Äänitason muutos	Miltä tuntuu?
± 1 dB	Olematon
± 3 dB	Melkein huomaamaton
+ 10 dB	Kakskertaa voimakkaampi
+ 20 dB	Neljäkertaa voimakkaampi
- 10 dB	Kakskertaa hiljaisempi
- 20 dB	Neljäkertaa hiljaisempi

Taulukko 3 Äänenpainetasoja, Puuinfo (Lahtela, et al.)

Äänilähde	Äänenpainetaso
Kuulokynnys	0
Pensaiden lehtienhavina	5–25
Tietokone	25–50
Äänekäs puhuminen	50–70
Liikenne	70–85
Moottoripyörä	85–90
Disco	90–110
Kipukynnys	110–130
Suihkumoottori	150

Nykyään rakentamisessa ääneneristävyttä mitataan kahdella tavalla, äänentasoerolla ja askeläänentasoluvulla. Äänitasoeroluku, $D_{nT,w}$ -mittaluku, kuvaa huonetilojen välistä ilmaääneneristystä. Aikaisemmin käytettiin ilmaääneneristävyys lukua R_w . Askeläänentasoluku, $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ -mittaluku, kuvaa huonetilojen välistä askelääneneristystä. Aikaisemmin käytettiin askelääneneristävyys lukua $L_{n,w}$. (Finlex)

Lyhyesti ero edellä mainituilla luvuilla on, että $D_{nT,w}$ - ja $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ -mittaluvut ovat on-site mittalukuja, eli paikan päällä mitattuja lukuja. R_w - ja $L_{n,w}$ -mittaluvut ovat laboratoriomittalukuja. $D_{nT,w}$ - ja R_w -luvut eivät ole keskenään verrattavissa. Karkeasti arvioiden R_w -luku on 5–10 db pienempi. Puu- ja teräs rakenteilla lähempänä 10dB. (Nova) $L_{n,w}$ - ja $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ tasoluvun ero lyhyesti on, että

$L'_{nT,w} + C_{I, 50-2500}$ -tasoluvussa on mukana spektripainotusermi $C_{I, 50-2500}$, eli mittaus on tehty taajuuskaistojen 50–2500 Hz.(YM)

Lain vaatimat akustiset rajat rakentamisessa

Asuntojen, sekä majoitus- ja potilashuoneiden, ilma- ja askelääneneristykseen suunnittelussa ja toteutuksessa on noudatettava lukuarvoja mitkä on esitetty taulukoissa III – V.

Taulukossa III on esitetty vaatimukset uuden asunnon ääneneristävyydelle. Taulukossa IV on esitetty aikaisemmat rakenteiden ääneneristävyyksivaatimukset asuinrakennuksessa. Taulukossa V on viitteelliset arvot omakotitalon ulkoseinärakenteiden ääneneristävyyksivaatimuksista.

Taulukko 4 Nykyinen vaatimus (Finlex)

Huonetila	Pienin sallittu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ (dB)	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I, 50-2500}$ (dB)
Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä	≥ 55	≤ 53
Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen	≥ 39	≤ 63

Taulukko 5 Aikaisempi vaatimus (Lahtela, et al., 17)

Selite	Ääneneristävyyysluku R'_w	Askeläänitasoluku $L'_{n,w}$
Huoneistojen välinen välipohja	≥ 55	≤ 53
Huoneistojen välinen seinä	≥ 55	–
Porrashuoneen ja huoneiston välinen seinä, kun seinässä ovi	≥ 39	–
Uloskäytävä huoneistosta	–	≤ 39

Taulukko 6 Yksikerroksisen omakotitalon ulkoseinärakenteiden ja rakennusosien viitteellisiä ääneneristävyysvaatimuksia (Lahtela, et al., 54)

Tie- ja raideliikenne	Lento-, tie- ja raide liikenne	Äänitasoero	Seinä-rakenne	Ikkuna	Ulkoilmaventtiili	Kattorakenne/ lentomelu
$L_{A,eq,u,7-22}$	$L_{A,max}$	ΔL	$R_{A,tr,seinä} (R_w + C_{tr})$	$R_{A,tr} (R_w + C_{tr})$	$D_{n,e,A,tr} (D_{n,e,w} + C_{tr})$	$R_{A,tr,katto} (R_w + C_{tr})$
(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
60	70	25	≥ 36	≥ 30	≥ 38	≥ 38
65	75	30	≥ 41	≥ 35	≥ 43	≥ 43
70	80	35	≥ 46	≥ 40	≥ 48	≥ 48
75	85	40	≥ 51	≥ 45	≥ 53	≥ 53

Äänentasoeron on oltava vähintään 55 dB. Eli äänen on pienennettävä vähintään 55 dB kulkeutuessaan toiseen huoneistoon. Askeläänitasoluku saa olla maksimissaan 53 dB. Mitä pienempi äänentaseluku, sitä parempi ääneneristävyys.

Mainittakoon vielä, että ääneneristävyiden arvot pohjautuvat ISO-standardeihin, ja ovat suoraan verrannollisia desibeliin. $1R_w$ on 1 dB.

Massiivipuukurakenteen ääneneristävyys

Massiivipuun ääneneristävyys on heikompi, kuin korkeampimassaisten materiaalien, kuten betoni ja tiili. Taulukossa 7 on esitetty eri massiivirakenteisten rakennusmateriaalien ääneneristävyksiä.

Taulukko 7 Eri materiaalien ääneneristävyksiä. (Lahtela, 19; Lahtela, et al., 15)

	[mm]	R_w [dB]
Betoni	100	50
Betoni	180	58
Tiili	130	50
Tiili	235	60
CLT	180	40
Hirsi	205	42

Ääneneristävyttä mitataan kahdella tapaa. Ilmääneneristävydellä ja askelääneneristävydellä. Ilmäänäni on äänilähteestä ilman välityksellä ympäristöön leviävä ääni. Askeläänäni on muihin tiloihin kuuluva runkoääni, jonka aiheuttaa esimerkiksi kulkeminen lattialla tai portaissa tai esineiden siirtely. (Lahtela, 8)

Ilmääneneristävyys

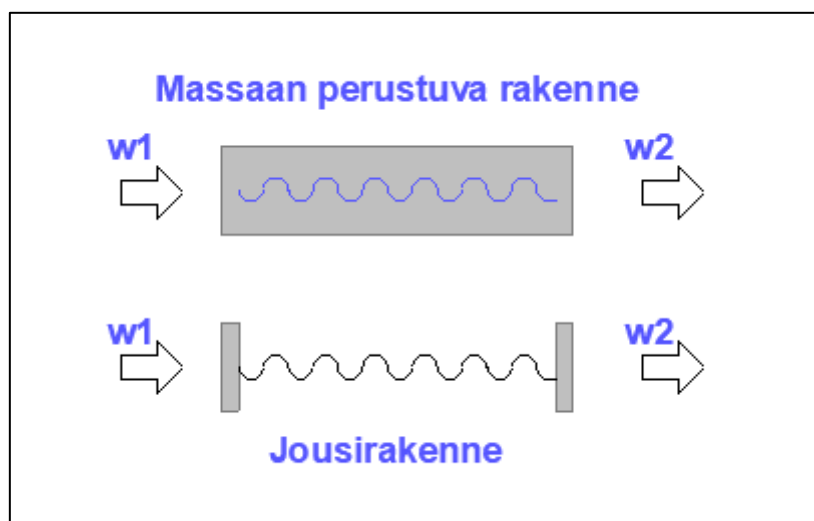
On kaksi tapaa eristää ilmääntä rakenteella, massaansa perustuva- ja jousirakenne, mitkä ovat esitetty kuvassa 2. Betoni, mikä on massaltaan suuri, noin 2400 kg/m^3 ,

toimii hyvin itsessään ääneneristykseenä. Massiivipuurakenne, mikä on massaltaan noin viidesosa betonista, $\sim 475 \text{ kg/m}^3$, toimii parhaiten jousirakenteena.

Tämä tarkoittaa sitä, että puusta tehtäessä yhtä hyvä akustinen rakenne, kuin betonista, olisi sen seinäpaksuuden oltava viisikertainen betonirakenteeseen nähden. Tämän takia puuta käytettäessä, akustinen rakenne on aina jousirakenne.

Jousirakenteen etuja massiivirakenteeseen on, että se heijastaa ääntä vähemmän, liitokset ovat joustavia ja äänen eristävyys on erittäin hyvä korkeilla taajuuksilla. Vastaavasti se on heikompi matalilla taajuuksilla ja kondenssi-ilmiö saattaa olla ongelmana, mikä on otettava suunnittelussa huomioon. (Lahtela, 15)

Koinsidenssi eli myötävärähtely on tilanne, jossa teoreettisesti ääretön levyäinen rakenne alkaa myötävärähdellä (taivutusvärähtelyä) siihen kohdistuvasta äänestä johtuen siten, että ääni läpäisee levyrakenteen vaimentuen lähinnä vain materiaalin sisäisten häviöiden vuoksi. (Lahtela, 8)



Kuva 2

Ilmaäänien eristävyys määritellään rakenteeseen kohdistuvan ja rakenteen kautta menevän äänitehon suhteena. $w1 \text{ dB} > w2 \text{ dB}$

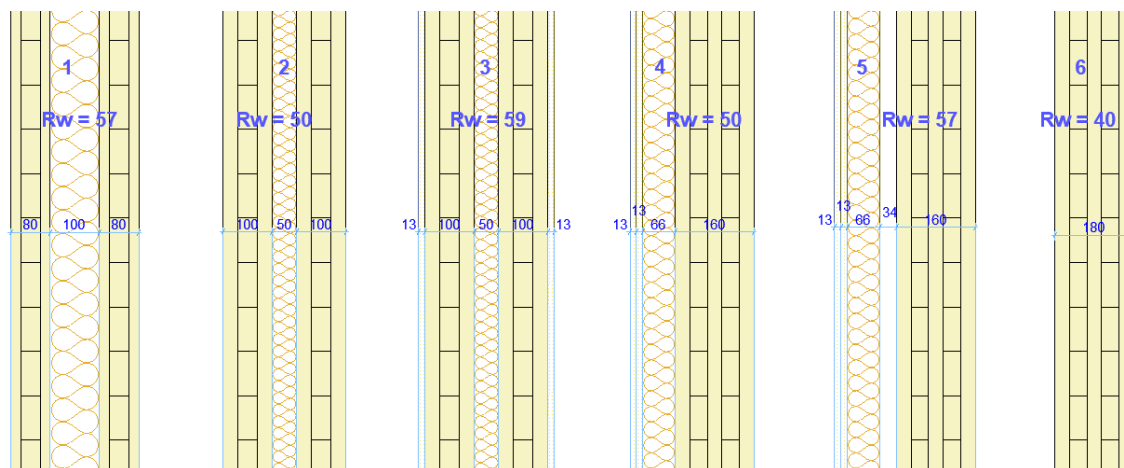
Massaan perustuva rakenne yhtä suurta massaa, kuten 200 mm paksu betoniväliseinä. Jousirakenne on taas tyypillisesti rakenne, missä kahden massan välissä on eristetty ilmatila. Tyypillisesti rankapuorakenne, missä eriste on kahden kipsilevyn välissä. Täytyy myös ottaa huomioon, jotta jousirakenne toimisi kunnolla, on sen ontelo täytettävä osittain vaimennusmateriaalilla, tavallisesti mineraalivillalla (Lahtela, 24).

Jotta massiivipuulla päästään lain vaatimiin ääneneristävyyslukuihin, on sen lähes aina oltava jousirangallinen. Kuvassa 3 on esitetty erilaisia ratkaisuja puurakenneseinille. Kyseiset seinäratkaisut löytyvät myös liitteestä 1. Liitteeseen 1

on kerätty eri lähteistä akustisesti toimivia ulkoseinä-, väliseinä- ja välipohjaratkaisuja.

Taulukko 8 Kuvan kolme rakenteiden kerrokset. (Lahtela, et al., 21, 24, 26, 27, 29)

1 [Rw=57]		2 [Rw=50]		3 [Rw=59]	
CLT	80 mm	CLT	100 mm	Kipsilevy	13 mm
Eriste	100 mm	Eriste	50 mm	CLT	100 mm
CLT	80 mm	CLT	100 mm	Eriste	50 mm
260 mm		250 mm		CLT	100 mm
				Kipsilevy	13 mm
				276 mm	
4 [Rw=50]		5 [Rw=57]		6 [Rw=40]	
Kipsilevy x2	26 mm	Kipsilevy x2	26 mm	CLT	180 mm
Puurunko/	66 mm	Puurunko/	66 mm	180 mm	
Eriste	65 mm	Eriste	65 mm		
CLT	160 mm	Ilmarako	34 mm		
		CLT	160 mm		
252 mm		286 mm			



Kuva 3 Perinteisiä puurakenteita. (Lahtela, et al., 21, 24, 26, 27, 29)

Kuvassa 3 olevien rakenteiden ilmaääneneristävyyys perustuu jousirakenteeseen, eli kahden massan välissä on eristetty ilmatila. Rakenteet 1–3 ovat CLT-rakenteita, missä kahden rungon väliin jää ilmarako. Rakenteet 4 ja 5 ovat rakenteita, missä CLT-levyn toiselle puolelle on laitettu puurunko. Rakenteessa 4 puurunko on kiinni CLT-levyissä ja rakenteessa 5 puurunko on irti CLT-levyistä.

Massan lisääminen rakenteeseen parantaa ilmaääneneristävyyttä myös massiivipuurakenteessa. Kuvassa kolme seinärakenne kolmessa on seinärakenteen massaa lisätty molemminpuolisella kipsilevyllä (13 mm + 13 mm) rakenteeseen kaksi verrattuna. Tällöin ääneneristävyys on parantunut 9 dB. Toisaalta puumassan kasvattaminen 20–40 mm, parantaisi ääneneristävyyttä vain 3 dB (Lahtela, et al, 26–27).

Ilmaääneneristävyydessä pitää ottaa huomioon, että rungot (massat) eivät ole kiinni toisissaan. Jos rungot ovat kiinni toisissaan, huononee ilmaääneneristävyys. Rakenteessa viisi on puurungon ja CLT-elementin välissä ilmarako, kun taas rakenteessa neljä on puurunko suoraan kiinni CLT-elementissä, jolloin ilmaääneneristävyys on 7 dB huonompi.

Ilmaääneneristävyydessä pitää myös kiinnittää suurta huomiota rakenteen umpinaisuuteen. Pienikin reikä, aukko, tai rako rakenteessa heikentää huomattavasti rakenteelle luvattua ääneneristävyyttä. 0.5 mm rako seinärakenteessa heikentää ääneneristävyyttä noin 10 dB, ja aukon ollessa 5 mm on heikennys jo 20 dB (Lahtela, et al, 14).

Askelääneneristävyys

Puurakenteen askelääneneristävyydessä ei pelkkä massa aina riitä pitämään äänentasa tarpeeksi alhaisena. Siksi lähestulkoon aina, joudutaan käyttämään jousirakennetta, kun mitoitetaan akustisesti välipohjia. Alla olevassa taulukossa 8 on vertailu saman paksuisten betoni ja CLT-lattioiden ääneneristävyydestä, eri massiivirakenteiden askeläänieristyksiä.

Taulukko 8 Ääneneristävyyden vertailu (Lahtela et al., 20)

	Joustava pinnoite	Paksuus	$L'_{n,Tw} + C_{l,50-2500}$	$D_{nT,w}$
Betoni	Kyllä	240 mm	53 dB	55 dB
CLT	Kyllä	240 mm	70 dB	40 dB

Askeläänitasoluvun ero 240 mm paksulla massiivibetoni- ja CLT-välipohjalla, joiden päällä on joustava lattiapinnoite on -17dB betonilaatan hyväksi. Massiivibetonivälipohjalla $L'_{nT,w} + C_{l,50-2500}$ -tasoluku on 53 dB ja CLT-välipohjalla 70 dB. (Lahtela et al, 20) Eli massiivinen betonivälipohja täyttäisi juuri raja-arvot, mutta CLT-rakenne vastaavasti ei. Mutta ilman akustista lattiapinnoitetta, ei massiivibetonivälipohjallakaan päästäisi lain sallimiin rajoihin.

Lattian pinnoitteella on merkitystä askelääneneristävyydelle.

Pelkän CLT-levyn ääneneristävyyttä on tutkittu vähän Suomessa. Tästä syystä joudutaankin myös turvautumaan ulkomailla tehtyihin testeihin. Vertailua eri akustisista rakenteista on tehnyt Wood Works Wood Product Council Amerikan Yhdysvalloista. Heillä on ollut testattuna eri ääneneristysrakenteita, niin lattioihin, kuin seiniinkin (Wood). Heidän mittauksensa ovat Pohjois-Amerikalle tyypillisillä arvoilla

annettu, mutta ne ovat jossain määrin muutettavissa ISO-standardin mukaisiin arvoihin, tietyillä varauksilla. Keskenään rakenteet ovat hyvinkin verrattavissa.

STS ja IIC

Ilmaääneneristävyyttä kuvaa STC-luku ja ilmaääneneristävyyttä IIC-luku. STC, sound transmission class, on ilmaääneneristävyyden keskiarvo ja IIC, impact isolation class, on askelääneneristävyyden keskiarvo. Yleisesti STC-arvo on noin 4 dB alhaisempi, kuin R_w -arvo, esimerkiksi STC 60 = R_w 56. (Moderco) IIC-arvon vertaaminen $L_{n,w}$ -arvoon onkin hankalampaa. Aiheesta on tehty tutkimus (Lnc) Kanadassa. Tulokseksi saatiin likiarvo, $IIC=110-L_{n,w}$. Näin ollen $L_{n,w}$ 50 = IIC 60.

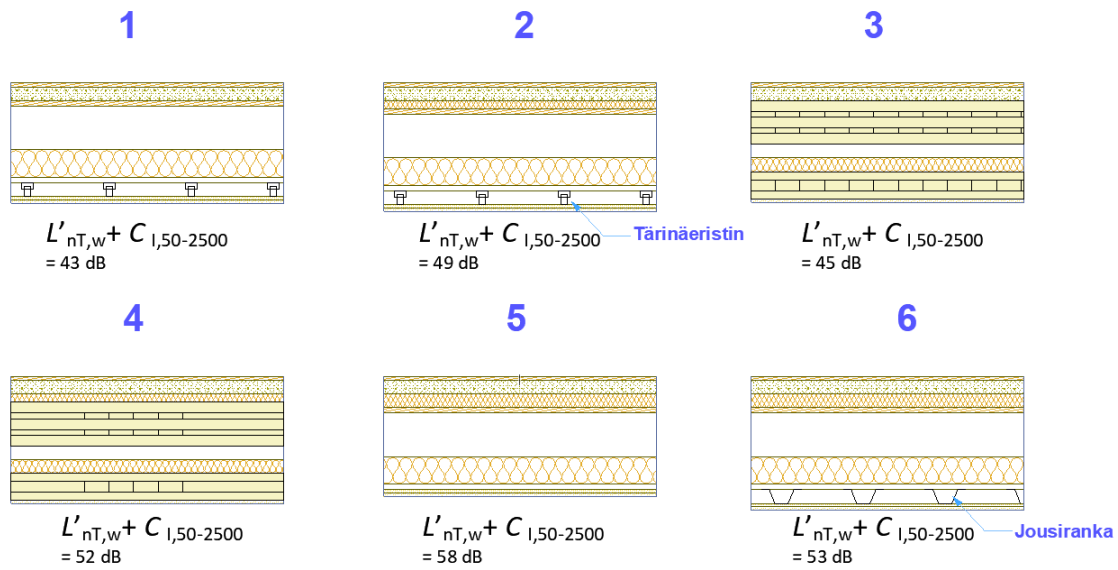
Taulukossa 9 on esitetty Pohjois-Amerikassa tehty CLT-levyn ääneneristävyyden vertailun tulokset. Ääneneristävyyksluvut Pohjois-Amerikassa ovat erilaiset, kuin Euroopassa.

Taulukko 9 CLT-levyjen akustinen vertailu (McLain R.)

CLT-paneeli	Paksuus [in]	Paksuus [mm]	STC Rating	IIC Rating
3-kerros CLT seinä	3,07	78	33	N/A
5-kerros CLT seinä	6,88	175	38	N/A
5-kerros CLT lattia	5,19	132	39	22
5-kerros CLT lattia	6,88	175	41	25
7-kerros CLT lattia	9,65	245	44	30

Lattiarakenteet

Kuvassa 4 ja taulukossa 10, on esitelty kuusi puista välipohjaratkaisua. Kaikki kyseiset välipohjat löytyvät myös liitteestä 1.



Kuva 4 Viisi eri CLT-välipohjaratkaisua. (Lahtela et al.)

Erottamalla laatan alapohjan kipsilevyt erillisellä jousirangalla tai tärinäeristimillä palkeista tai CLT-levystä saadaan askelääneneristävyyttä parannettua, vertaa 4 ja 5. Myöskin kelluva rakenne laatan päällä parantaa ääneneristystä, vertaa rakenteet 1 ja 2. Rakenteen massan lisääminen, esimerkiksi betonilla tai kalkkikivirakeella parantaa ääneneristävyyttä. Rakenteiden erottaminen toisistaan parantaa ääneneristävyyttä, kuten rakenne 3 ja 4, missä alempi CLT-levy on kokonaan irti ylemmästä CLT-levystä.

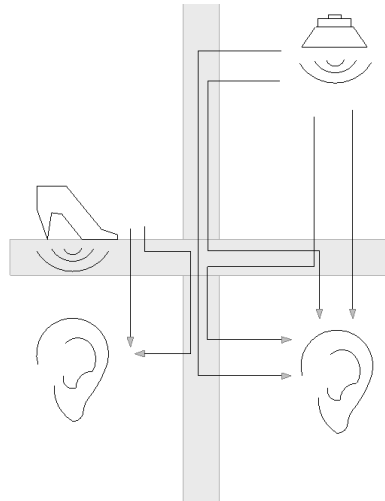
Taulukko 10 Kuvan 4 rakenteiden rakennekerrokset.

Välipohja 1 [mm]	Välipohja 2 [mm]	Välipohja 3 [mm]
Lattiapinnoite 15	Lattiapinnoite 15	Lattiapinnoite 15
Betoni 50	Betoni 50	Betoni 50
Vaneri 20	Askeläänieriste 30	CLT 160
Palkki 260	Vaneri 20	Ilmarako 100
-mineraalivilla 100	Palkki 260	-mineraalivilla 50
Harvalaudoitus 20	-mineraalivilla 100	CLT 100
Tärinän eristin 50	Harvalaudoitus 20	Kipsilevy 13
Kipsilevy x2 26	Tärinäeristin 50	
	Kipsilevy x2 26	
441	471	438
Välipohja 4 [mm]	Välipohja 5 [mm]	Välipohja 6 [mm]
Lattiapinnoite 15	Lattiapinnoite 15	Lattiapinnoite 15
Betoni 50	Betoni 50	Betoni 50
Askeläänieriste 30	Askeläänieriste 50	Askeläänieriste 50
CLT 160	Vaneri 20	Vaneri 20
Ilmarako 100	Palkki 260	Palkki 260
-mineraalivilla 50	-mineraalivilla 100	-mineraalivilla 100
CLT 100	Harvalaudoitus 20	Harvalaudoitus 20
Kipsilevy 13	Kipsivelyx2 26	Jousiranka 50
		Kipsivelyx2 26
468	441	491

Runkoäänät

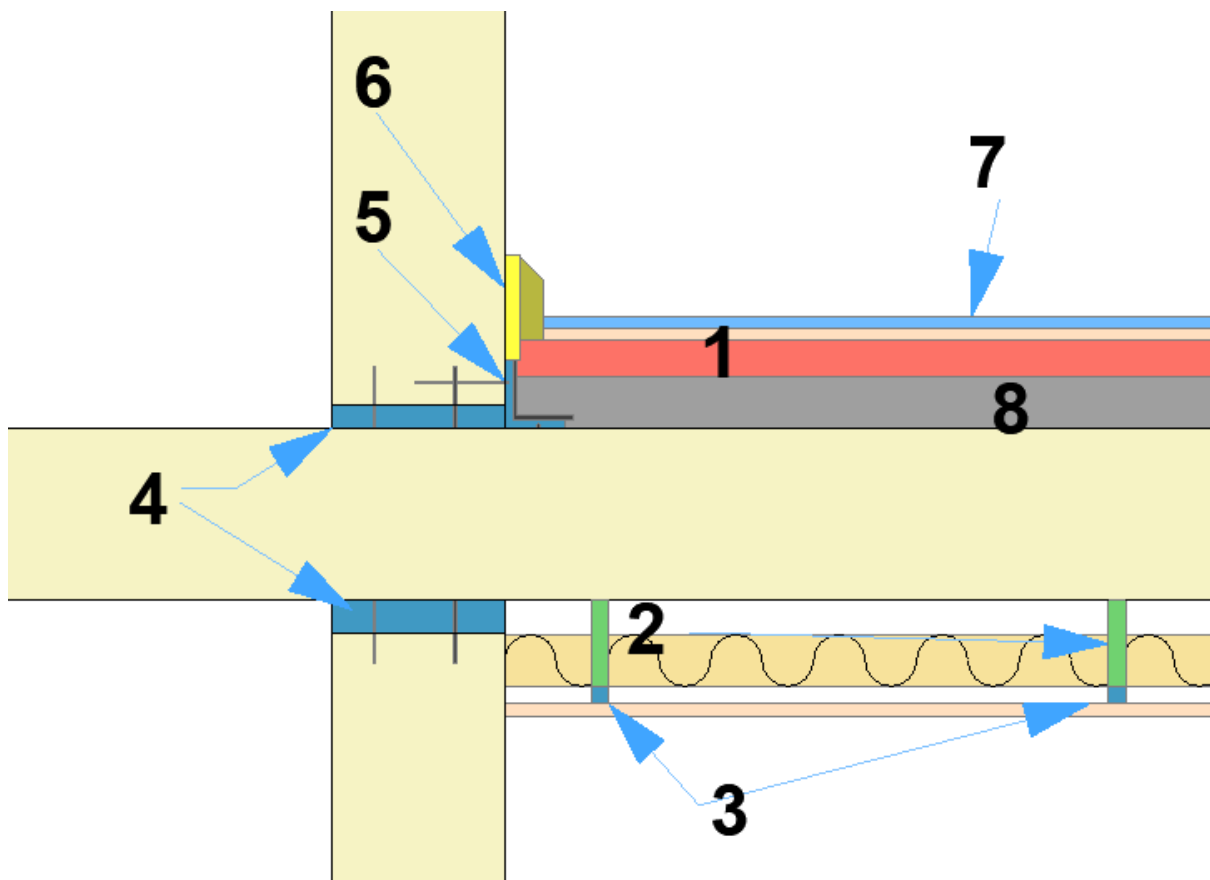
Merkittäviä äänilähteitä rakennuksessa on runkoäänät. Kuvassa viisi on kuvattu runkoäänien kulku rakenteissa johtumalla. Paras tapa poistaa runkoäänät, on katkaista niiden kulkeutuminen huoneistoista toiseen. Puurakenteissa tämä on suhteellisen helppoa, verrattuna betonirakentamiseen.

Runkoääniä voidaan puurakenteilla katkaista mm. erilaisilla polymeereillä rakenteiden liitoksissa, kelluvilla rakenteilla lattioissa, rakenteiden erottamisella lattioissa ja seinissä. Kuvassa 6 on esitetty erilaisia ratkaisuja runkoäänien katkaisuja vasten.



Kuva 5 Runkoäänien kulku rakenteissa.

Askeläänieristeillä saadaan katkaistua suorat runkoäänet välipohjassa. Myöskin akustisesti hyvin toimivat pintamateriaalit toimivat hyvin, kuten kokolattiamatto, tai joustava lattiapinnoite. Tekemällä kelluva lattia, saadaan myös seiniin kohdistuva runkoääni katkaistua lattiasta. Ilmaäänien kulkeutuminen rakenteissa saadaan katkaistua esimerkiksi solupolyuretaanikaistalla. Kuvassa viisi on kuvattu eri tapoja katkaista runkoäänet.



Kuva 62 Eri tapoja katkaista runkoäänet.

Ohessa on lueteltu eri vaihtoehdot runkoäänien katkaisulle.

- | | |
|--|-------------|
| 1. Askeläänieriste | (Punainen) |
| 2. Jousiranka | (Vihreä) |
| 3. Solupolymeeri kiinnitin | (Sininen) |
| 4. Solupolymeerikaista | (Sininen) |
| 5. Solupolymeerikiinnitin runkoon | (Sininen) |
| 6. Solupolymeeri tai akustiikkalevy katkaisemaan askelääni | (Keltainen) |
| 7. Joustava lattiapinnoite | (Turkoosi) |
| 8. Massan lisäys | (Harmaa) |

Taulukossa 11 on esitetty muutamia solupolymeerikaistojen tietoja. Kyseiset solupolymeerit ovat Sylodyn®-merkkisiä ja niitä valmistaa Getzner Werkstoffe GmbH. Tarkempia tietoja eri Sylodyn®-solupolymeereistä löytyy Getzner Werkstoffe GmbH:n sivuilta (Sylodyn). Taulukossa 11 on esitetty solupolymeerien kestävyyskärsiä. Muitakin solupolymeerien valmistajia on olemassa.

Taulukko VIII Eri Sylodyn®-solupolymeerien kuormien kestävyksiä (9).

	Static load limit	Operating load range	Static load limit	Static load limit
	Kiinteä kuorma	Kiinteä kuorma + muuttuva kuorma	Kiinteä kuorma	Kiinteä kuorma
Sylodyn®	≤ N/mm ²	≤ N/mm ²	≤ N/cm ²	≤ kN/dm ²
NB	0,075	0,12	7,5	0,75
NC	0,15	0,25	15	1,5
ND	0,35	0,5	35	3,5
NE	0,75	1,2	75	7,5
NF	1,5	2	150	15
HRB HS 3000	3	4,5	300	30
HRB HS 6000	4		400	40
HRB HS 12000	12		1200	120

Kuten taulukosta huomataan, ei solupolymeerikaistojen kestävyys rakenteissa tule olemaan ongelma. Huomioitavaa kuitenkin on, että polymeerit on aina valittava siten, että ne ovat parhaimmalla toiminta-alueella, Operating load range.

Ekologiset ääneneristävyydet

Ääneneristeitä löytyy myös ekologisista. Ekologisilla askeläänieristeillä on pieni hiilijalanjälki ja ne onkin usein valmistettu kierrätetystä puukuidusta, paperista tai selluloosasta. Ekologiset ääneneristeet myös sitovat hiiltä, koska ovat orgaanisia, joskin keveytensä puolesta niillä ei ole suurta merkitystä koko puurakennukseen sidotun hiilen kanssa. Ekologisista ääneneristeistä valmistavia yrityksiä on monia. Edellä on kaksi eri esimerkkiä ekologisesta askeläänieristeestä ja niille luvatuista äänen eristävyyksistä.

Unifloor Underlay Systemsillä on esimerkiksi 15 mm paksu Soundkiller-askeläänieriste, mikä lupaa -21 dB ΔL_w betonilattian askelääneneristävyyteen 15 mm paksun puulattian kanssa. (Unifloor).

Toinen esimerkki ekologisesta askeläänieristeestä on Hunton Silencio, mitä saa 4–36 mm paksuisina (Hunton). 36 mm paksuiselle levyllä luvataan 15 mm paksun parketin kanssa 26–30 dB parannuksen ontelolaatan askelääneneristävyyteen.

Yhteenveto

Vaikka massiivipuुरakenteen ääneneristys saattaa kuulostaa hankalalta, ei se sitä loppujen lopuksi ole. Esimerkiksi puurakenteet suojataan hyvin usein aina kipsilevyllä paloa varten, joten sillä saadaan lisättyä seinän massaa, mikä parantaa ääneneristävyttä. Paksumman CLT-levyn käyttäminen lisää ääneneristävyttä, joskin hyöty rakenteen paksuuden kustannuksella on pieni. Jousirakenteella rakennettaessa ilmatilan täyttö noin 40–50 % eristeellä, kuten mineraalivillalla, lisää äänen eristävyttä. Erottamalla rakenteet toisistaan, niin seinissä, kuin lattioissakin, parantaa huomattavasti ääneneristävyttä. Tämä katkaisee myös runkoääniä tehokkaasti. Tekemällä lattioihin kelluva rakenne. Käyttämällä erilaisia jousirakenteita seinissä ja lattioissa, parantaa askelääneneristävyttä. Runkoäänet saadaan helposti katkaistua polymeerikaistoilla rakenteiden välissä.

Massiivipuुरakenteet eivät myöskään lisää rakenteiden paksuuksia betonirakentamiseen verrattuna. Vastaaviin akustisiin tuloksiin päästään samoilla seinä ja lattiapaksuuksilla.

Vaikka massiivipuुरakenteen ääneneristys saattaa kuulostaa hankalalta, ei se sitä loppujen lopuksi ole. Esimerkiksi puurakenteet suojataan aina kipsilevyllä paloa varten, joten sillä saadaan lisättyä seinän massaa. Paksumman CLT-levyn käyttäminen lisää ääneneristävyttä. Jousirakenteella rakennettaessa ilmatilan täyttö noin 40–50 % eristeellä, kuten mineraalivillalla, lisää äänen eristävyttä. Erottamalla alakaton levytys akustisilla kiinnikkeillä välipohjan rakenteista. Samoin väliseinien rakenteiden erottaminen toisistaan.

Käyttämällä akustista kaistaa erottamassa huoneistojen rakenteet toisistaan. Rakentamalla kelluva laatta CLT-laatan päälle. Käyttämällä, esimerkiksi betonivalua lisäämään laatan massaa.

Lähteet

- TAULUKKO 1. Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH. 2022. Solid timber manual 2.0. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/books/en/solid_timber_manual_2/6/
- KUVA 1. Puuinfo Oy. 2020. Monikerroslevy (CLT). [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/puutieto/insinoorituotteet/monikerroslevy-ct/>
- Silvent AB. 2019. Perustietoa desibelistä (dB). [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://knowledge.silvent.com/fi/kuusi-desibeleista-kertovaa-faktaa-jotka-jokaisen-henkilostojohtajan-tulisi-tietaa>
- TAULUKKO 2. McMullan R. 2007. Environmental Science in Building. Sixth Edition. Yhdysvallat. New York: Palgrave MacMillan. (163–164)
- Tero Lahtela, Mikko Kylliäinen, Jesse Lietzén, Ville Kovalainen, Lauri Talus. Puuinfo Oy. 2021. Ääneneristys puutalossa. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Aanikirja_kokonainen-1.pdf
- Puuinfo Oy. 2020. Rakenteet: Pilari-palkkirakenteet: Ääneneristys. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/rakenteet/pilari-palkkirakenteet/aaneneristys/>
- Nova Acoustics LTD. 2018. What's the difference between Rw and DnTw? Laboratory Acoustic Tests Vs Field Acoustic Tests. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.novaacoustics.co.uk/blog/whats-difference-between-rw-and-dntw-laboratory-acoustic-tests-vs-field-acoustic-tests>
- (Finlex) Finlex. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>
- (Lahtela) Tero Lahtela. Puuinfo Oy. 2020. Ääneneristys puutalossa. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/%C3%84%C3%A4neneristys-puutalossa-web.pdf>
- (Wood) Wood Works WPC. 2020. Inventory of Acoustically-Tested Mass Timber Assemblies. Amerikan Yhdysvallat, Washington DC. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.woodworks.org/resources/inventory-of-acoustically-tested-mass-timber-assemblies/>
- McLain Richard, Wood Works Wood Product Council 2018. Acoustics and Mass Timber: Room-to-Room Noise Control. Amerikan Yhdysvallat, Washington DC. [Viitattu 21.07.2022] Saatavissa: https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/wood_solution_paper-MASS-TIMBER-ACOUSTICS.pdf

(Moderco) Moderco Inc. 2022. STC (North America) or Rw (Rest of the World). Kanada, Quebec [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.moderco.com/stc-north-america-rw-rest-world/>

(Nrc) <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/accepted/?id=b23a5bb8-d638-4bf6-b50f-0bba06348410>

(Sylodyn) Getzner Werkstoffe GmbH, 2022. Sylodyn® bearing strips. Saksa, Berliini [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.getzner.com/en/products/construction-products/sylodyn-bearing-strips>

(Unifloor) Unifloor BV, 2022. Soundkiller. Alankomaat, Deventer. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: <https://www.unifloor-underlay.com/products/soundkiller.html>

(Hunton) Hunton Oy/AB. 2022. Hunton Silencio® Askelääneneristyslevy. [Viitattu 21.06.2022] Saatavissa: https://hunton.fi/tuotteet/lattia/hunton-silencio-24-36/?utm_term=askel%C3%A4%C3%A4nieriste&utm_campaign=Silencio+produkter&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2211849403&hsa_cam=9808170368&hsa_grp=105571970768&hsa_ad=430327605088&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-323753563095&hsa_kw=askel%C3%A4%C3%A4nieriste&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=EAlaIqobChMI0MSvpbOv-AIVr49oCR0QUgY2EAMYASAAEgKB8_D_BwE