

Kasper Klemetilä

## **SISÄKATTOMATERIAALIN VAIKUTUS AKUSTIIKKAAN JA KUSTANNUKSIIN**

# **SISÄKATTOMATERIAALIN VAIKUTUS AKUSTIIKKAAN JA KUSTANNUKSIIN**

Kasper Klemetilä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2022  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Tuotantotekniikka

---

Tekijä: Kasper Klemetilä

Opinnäytetyön nimi: Sisäkattomateriaalin vaikutus akustiikkaan ja kustannuksiin

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Effect of Ceiling Material on Acoustics and Costs

Työn ohjaaja(t): Olli Mustaparta

Työn valmistuslukuksi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 29

---

Akustiikka on tärkeä laatukriteeri uudisrakentamisessa, mutta akustiikkaan ei haluta kuluttaa turhia euroja. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin eri sisäkattomateriaalivaihtoehtojen akustiikkaan sekä vertailtiin niiden kustannuksia. Tavoitteena oli löytää kolmesta eri sisäkattomateriaalista kustannustehokkain ja esittää valittujen materiaalien kustannukset niin selkeästi, että tietoja voidaan hyödyntää esimerkiksi hankesuunnittelussa.

Sisäkatto on rakennuksen sisäpuolen näkyvä kattopinta. Tässä työssä sisäkattoesimerkkinä käytettiin alas laskettua sisäkattoa, joka kannatetaan yläpuolen kantavasta rakenteesta T-listajärjestelmällä.

Työssä perehdyttiin akustiikkaan ja siihen liittyviin tärkeisiin käsitteisiin, joiden ymmärtäminen on iso osa akustiikan ymmärtämisestä. Sen jälkeen valittiin sisäkaton kannatusjärjestelmä ja kerrottiin sen asennuksesta. Lopuksi vertailtiin kolmen eri sisäkattomateriaalin kustannuksia ja akustiikkaa. Kaikkien materiaalien kanssa käytettiin samaa kannatusjärjestelmää ja kustannuksia vertailtiin kulluttajahinnoilla, jotta tuloksista saatiin luotettavia ja vertailukelpoisia. Tärkeimpänä akustiikan vertailukriteerinä käytettiin absorptiosuhdetta tietyllä taajuudella. Työssä esimerkki tilana käytettiin 40 m<sup>2</sup>:n luokkahuonetta.

Opinnäytetyössä onnistuttiin ja saatiin laadittua kolmesta eri vaihtoehdosta tarkka vertailu: mineraalivillalevy todettiin sekä halvimmaksi että parhaiten akustoivaksi sisäkattomateriaaliksi. Kallein materiaali oli puukuitusementtilevy. Toiseksi kallein vaihtoehto, rei'itetty kipsilevy, oli myös toiseksi parhaiten akustoiva materiaali.

---

Asiasanat: sisäkatto, akustiikka, alakattolevy, kustannus, absorptiosuhde

## **ABSTRACT**

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

---

Author: Kasper Klemetilä

Title of thesis: Effect of Ceiling Material on Acoustics and Costs

Supervisor: Olli Mustaparta

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2022

Number of pages: 29

---

Acoustic is an important quality criterion in new buildings, but people do not want to spend unnecessary money on acoustics. This thesis will research the acoustics of different ceiling materials and compares their costs. The objective was found the most cost-effective ceiling material of three different options. It was also objective to present costs of three different ceiling materials explicitly that data can be used in project planning.

The thesis dealt with basic information of acoustics and important concepts which is essential part of understanding acoustics. A system of support for the suspended ceiling was selected and told about the basics of its installation. The same system was used for all the different options to obtain a reliable and comparable result. In the thesis, the absorption ratio was used as the main reference criterion for acoustics. The costs were compared with consumer prices to make the results comparable.

The objectives of the thesis were successful and prepared accurate comparison of three different ceiling options: mineral wool tile was cheapest and the best acoustic ceiling material. In comparison wood fiber cement tile was most the expensive material and, moreover, the worst acoustic ceiling material. The second most expensive option was perforated plasterboard, which was also the second-best acoustic material.

---

Keywords: acoustic, ceiling, absorption ratio

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	AKUSTIIKKA .....	8
	2.1 Vaatimukset akustiikalle .....	9
	2.2 Akustiikkasuunnittelu .....	10
3	SISÄKATON ASENNUS .....	11
	3.1 Sisäkaton valinta .....	11
	3.2 T-listakaton asennus .....	14
4	SISÄKATON KUSTANNUKSET .....	20
	4.1 T-listajärjestelmän kustannukset .....	20
	4.2 Alakattolevyjen kustannukset .....	21
5	SISÄKATTOMATERIAALIT .....	22
	5.1 Sisäkattomateriaalin akustiikka .....	22
	5.2 Sisäkattomateriaalin vaikutus ulkonäköön .....	23
	5.3 Mineraalivillalevy .....	23
	5.4 Rei'itetty kipsilevy .....	24
	5.5 Puukuitusementtilevy .....	25
6	SISÄKATTOMATERIAALIEN KUSTANNUSTEN JA AKUSTISTEN OMINAISUUKSIEN VERTAILU .....	26
7	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET .....	28

## SANASTO

Absorptio	äänen "imeytyminen" aineeseen
Absorptioala A	pinnan pinta-ala kerrottuna pinnan absorptiosuhteella
Absorptiosuhde	pinnan absorboiman ja siihen kohdistuvan äänitehon suhde
Huoneakustiikka	käsittelee äänen käyttäytymistä huonetilassa
Jälkikaiunta-aika T	aika sekunteina, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB
Puheensiirtoindeksi STI	kuvaa puheen selvyyttä asteikolla 0–1. Kun puheen selvyys on täydellistä, luku on 1
Taajuus Hz	äänen taajuuden yksikkö, joka ilmoittaa värähtelyjen määrän sekunnissa
Ääneneristys	rakenteen kyky estää äänen siirtymisen tilasta toiseen ja rakenteiden läpi
Äänenvaimennus	äänenvaimentamista tilassa materiaaleilla

# 1 JOHDANTO

Sisäkatto on rakennuksen sisäpuolen näkyvässä oleva kattopinta. Toimitiloissa sisäkatto on yleensä alas laskettu väli- tai yläpohjasta. Pientaloissa sisäkatto kiinnitetään yleensä suoraan kiinni kantavaan rakenteeseen. Alas laskettua sisäkattoa käytetään peittämään talotekniset asennukset. Sisäkaton verhousella voidaan vaikuttaa esimerkiksi tilan akustiikkaan, arkkitehtuuriin, äänen eristämiseen ja paloturvallisuuden parantamiseen. Sisäkaton verhousmateriaaleja on lukuisia erilaisia esimerkiksi mineraalivilla, kipsi, metalli, puu. (1, s. 1–5.)

Opinnäytetyössä perehdytään eri sisäkattomateriaalien akustisiin ominaisuuksiin ja sisäkaton asennukseen. Työ rajataan kolmeen eri sisäkattovaihtoehtoon, jotka asennetaan samalla tavalla luokkahuoneeseen. Näin saadaan havainnollistava tulos kustannustehokkaasta sekä akustoisesta sisäkattoratkaisusta. Työhön valitaan vaihtoehtoiksi mineraalivillalevy, rei'itetty kipsilevy sekä puukuitusementtilevy.

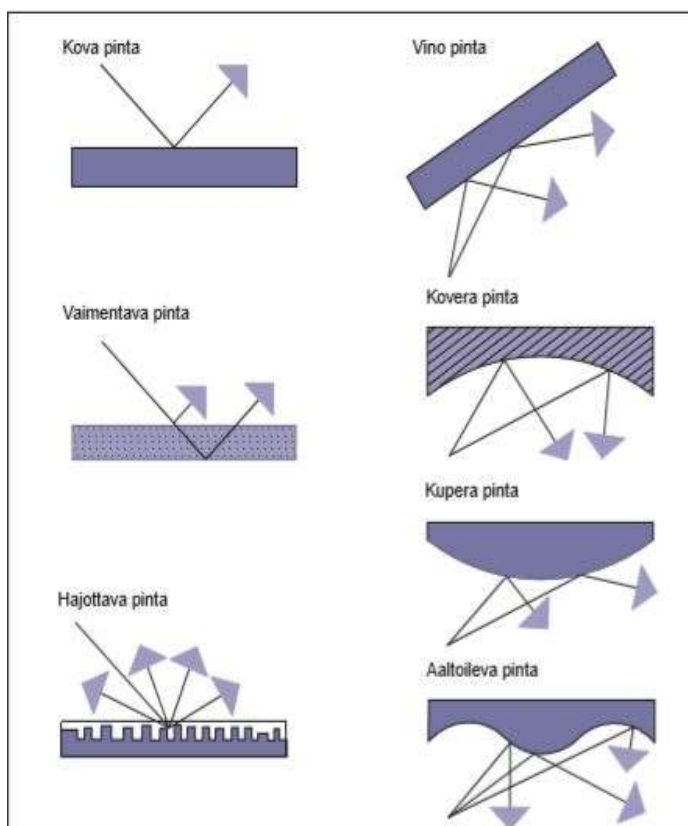
Tässä opinnäytetyössä vertaillaan eri sisäkattojen kustannuksia ja akustisia ominaisuuksia. Opinnäytetyössä otetaan huomioon sisäkaton materiaalikustannukset. Työn kustannukset ovat suunnitteen samaa luokkaa, joten vertailussa käytetään keskiarvoa rakennusalan työehtosopimuksesta saatavista T-listakaton urakkatyön hinnoista.

Opinnäytetyössä esimerkkinä on luokkahuone, joka on pohja-alaltaan 40 m<sup>2</sup>. Huonekorkeus on kolme metriä. Sisäkaton ja kantavan rakenteen välitilan korkeus on 200 mm. Taajuus, jossa materiaaleja vertaillaan, on 500 Hz. Lopuksi tuloksia vertaillaan, jotta saadaan selville kustannustehokain ja parhaiten akustoiva sisäkattovaihtoehto.

## 2 AKUSTIIKKA

Akustiikan suunnittelun perusta on äänilähteen saaminen kuulostamaan siltä, mikä on sen tarkoitus. Huoneakustiikkaan vaikuttaa hyvin moni asia, kuten huoneen muoto, koko, pintojen materiaali sekä pintojen sijoitus. (2, s. 1, 3.)

Ääni etenee suoraviivaisesti äänilähteestä poispäin ja heijastuu sen eteen tulevista pinnoista. Akustiikkalevyillä pyritään muuttamaan äänen heijastumista. Hyvin akustoidussa tilassa on heijastavia, hajottavia ja vaimentavia pintoja ja yhdessä ne luovat hyvän huoneakustiikan. Kuvassa 1 esitetään äänen heijastumistapoja erilaisista pinnoista. (2, s. 1, 3.)

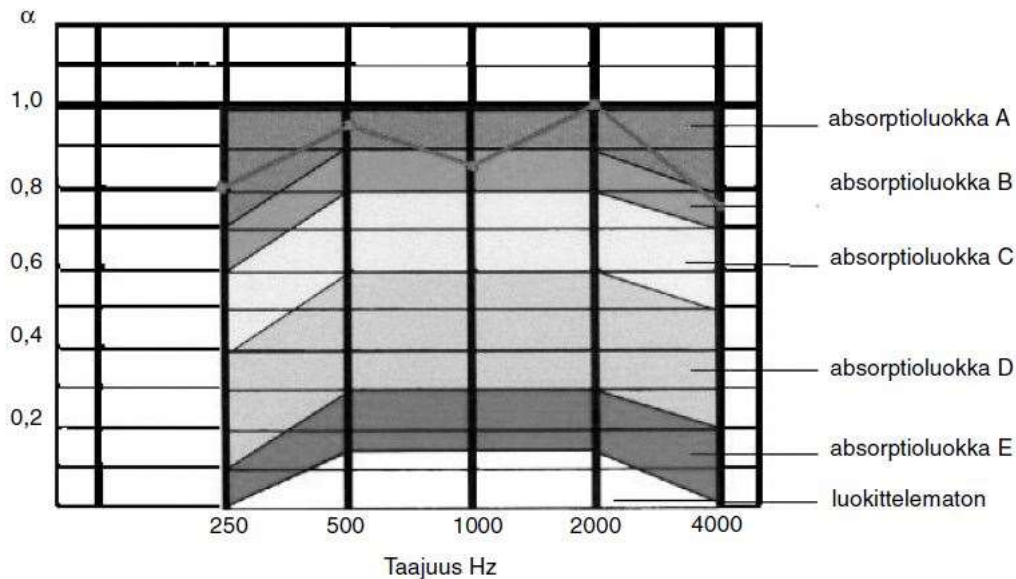


KUVA 1. Äänen heijastuminen erityyppisistä pinnoista (2, s.1)

Materiaali voidaan luokitella absorptioluokkiin laboratoriomittausten perusteella. Luokat ovat A–E, joista A on parhaiten absorptioiva luokka. Taulukosta 1 voidaan nähdä absorptioluokkien raja-arvot absorptiosuhteelle tietyllä taajuudella. (3.)



TAULUKKO 1. Absorptioluokan määrittely (3)



## 2.1 Vaatimukset akustiikalle

Akustiikkasuunnittelua ohjaavat erilaiset asetukset ja standardit. Ympäristöministeriö on asettanut uusille rakennuksille ääniolosuhdevaatimuksia Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Asetus määrittää esimerkiksi ääneneristysvaatimuksia rakennuksen ulkovaipalle sekä maksimi jälkikaiunta-arvoja rakennuksiin. (4.)

Jälkikaiunta-ajan vaatimus määräytyy huoneen tilavuuden, absorptiomateriaalin ja absorptioalan perusteella sekä sen mukaan, mitä taajuusaluetta halutaan vaimentaa. Ympäristöministeriön ohjeessa rakennusten ääniympäristöstä on taulukoitu kyseisiä raja-arvoja. (5.)

Uuden rakennuksen äänieristykselle asetetut vaatimukset koskevat asuntoja sekä majoitus- ja potilashuoneita. Niille on määritetty pienin sallittu äänitasoeroluku (dB) ja suurin sallittu askeläänitasoluku (dB). Opetustiloille vaatimus on kirjattu seuraavasti: "ääniolosuhteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että tilassa saavutetaan sen käyttötarkoitus huomioon ottaen riittävä puheenerotettavuus" (4).

Koulurakennuksille vaatimus kuvataan asetuksessa siten, että tilassa on saavutettava riittävä puheenerotettavuus. Luokkahuoneen jälkikaiunta-aika on oltava vähintään 0,8 sekuntia. Puheensiirtoindeksi oltava vähintään 0,7. (3.)

## **2.2 Akustiikkasuunnittelu**

Akustiikkasuunnittelun tarkoitus on saada luotua tilaan tarkoituksen mukainen ääniympäristö. Akustiseen suunnitteluun kuuluu neljä eri osa-aluetta: huoneakustiikka, rakennusakustiikka, meluntorjunta ja värinäeristys (6.)

Akustiikkasuunnittelijan tehtävään kuuluu opastaa sekä tarkastaa ja täydentää muiden suunnittelijoiden piirustuksia ja suunnitelmia akustiikan näkökulmasta. Akustiikkasuunnittelijalle on asetettu pätevyysvaatimukset maankäyttö- ja rakennuslaissa. Akustiikkasuunnittelijan käytännön tehtäviin kuuluu laatia rakennetyyppivaihtoehdot yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa ja asettaa käytettäville tuotteille vaatimuksia sekä laatia selostuksia, toteutusohjeita ja liitos- ja läpivientidetalleja rakenteille. (7.)

Akustiikkasuunnittelu on yksi osa sisäkattosuunnittelusta. Muita osia on rakenne-, LVI-, sähkö- ja turvallisuussuunnittelu. Näiden osien yhdistelyllä saadaan suunniteltua tilaan sopiva ja toimiva sisäkatto. (1, s. 16–21.)

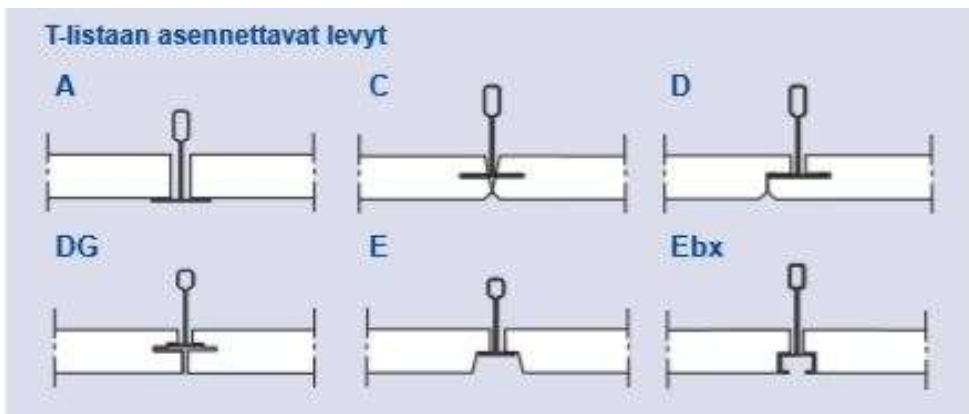
Huoneakustiikan suunnittelussa suunnittelija määrittelee vaatimukset teknisinä mittalukuina, kuten esimerkiksi jälkikaiunta-ajan tai äänitason vaatimuksena. Vaimennusmateriaalien ja -määrien sekä niiden sijoitus suunnitellaan yhdessä sisustusarkkitehdin kanssa täyttämään asetetut vaatimukset. (7.)

### 3 SISÄKATON ASENNUS

Tässä opinnäytetyössä valittiin sisäkaton asennustavaksi T-listakannatusjärjestelmä. Kyseinen kannatusjärjestelmä pudottaa sisäkaton pinnan alemmaksi mahdollistaen talotekniikka-asennusten piilotuksen sisäkattopinnan ja kantavan rakenteen väliin. Tästä ratkaisusta käytetään nimitystä alakatto. Muitakin asennuksia voidaan käyttää, varsinkin, kun halutaan parantaa akustiikkaa. Opinnäytetyössä kuitenkin vertailtiin akustiikan osalta vain alakattolevyjä.

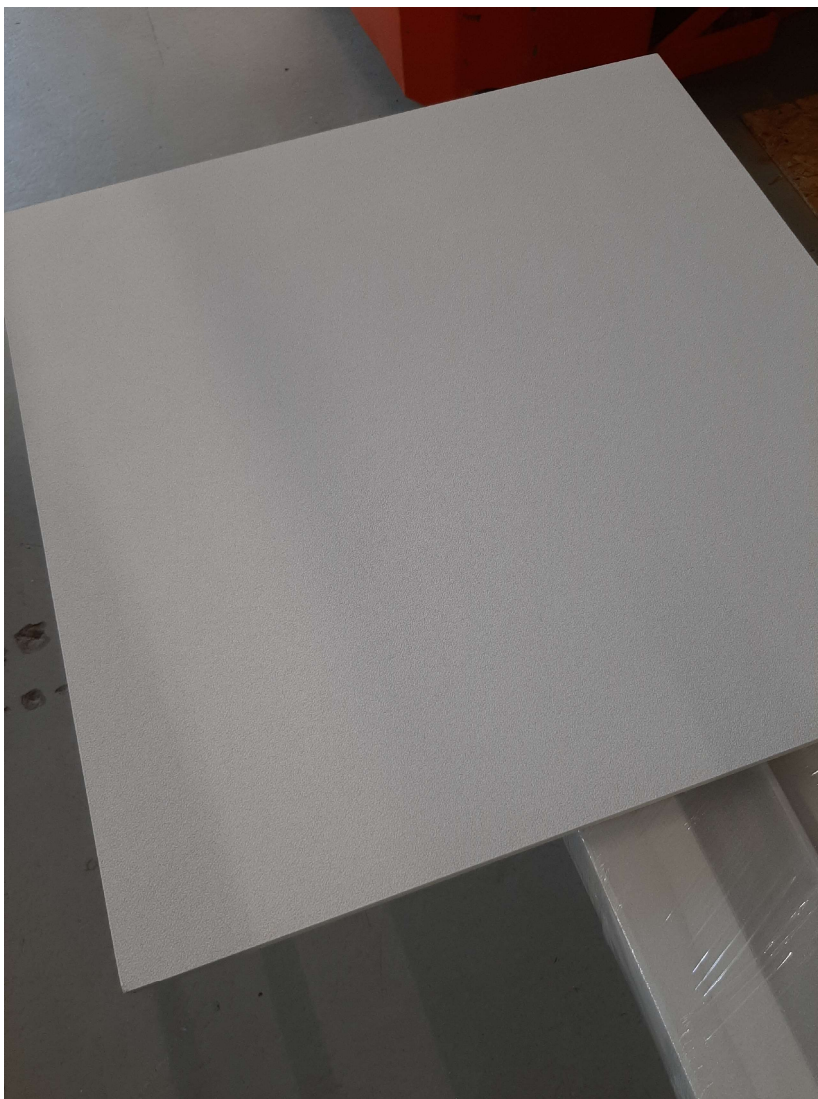
#### 3.1 Sisäkaton valinta

Tähän opinnäytetyöhön valittiin T-listajärjestelmään asennettavat A-reunamuotoiset alakattolevyt. Mukaan otettiin yksi mineraalivilla-, yksi rei'itetty kipsi- ja yksi puukuitusementtialakattolevy. Akustiikkaan vaikuttaa myös alakattolevyn paksuus, joten tässä opinnäytetyössä valittiin kolme mahdollisimman saman paksuista alakattolevyä. Kuvassa 2 esitetään alakattolevyjien yleisimmät reunamuodot.



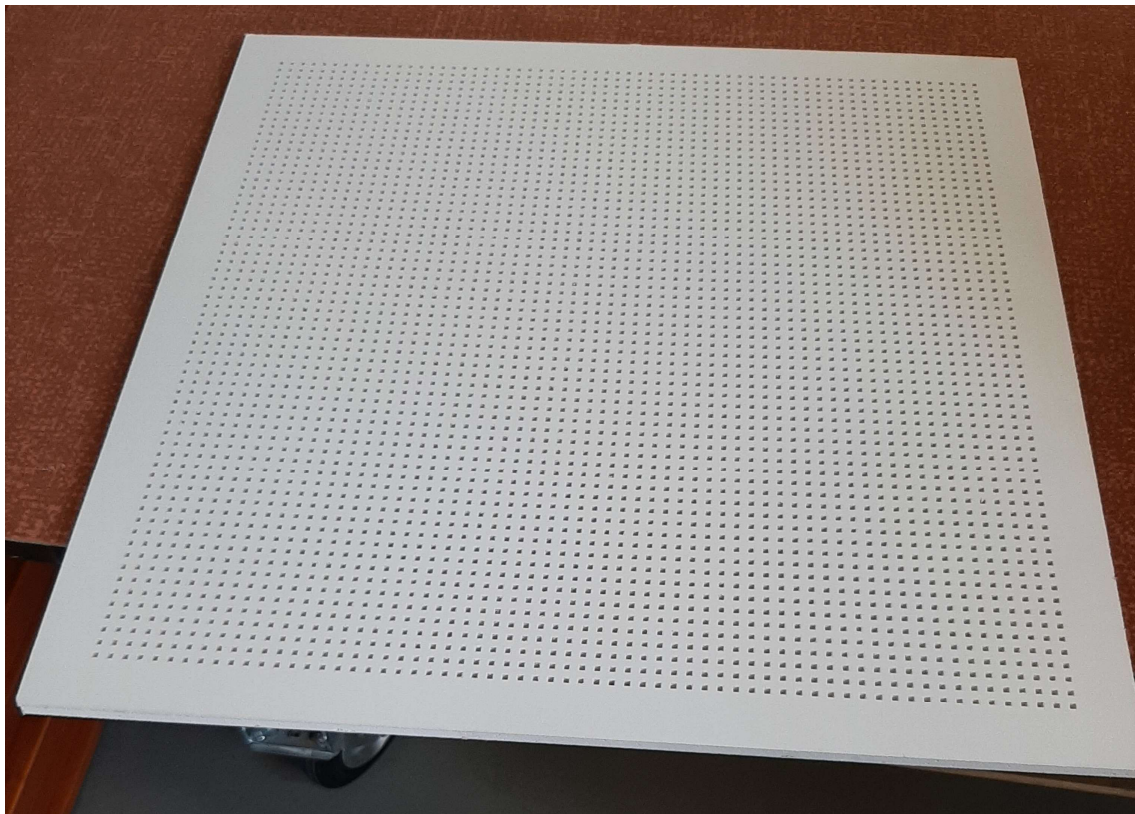
KUVA 2. Alakattolevyjien reunamuodot (1, s.6)

Ensimmäiseksi perehdyttiin mineraalivillalevyyn. Tarkasteltavaksi valittiin Ecophon Advantage A -mineraalivillainen alakattolevy (kuva 3).



*KUVA 3. Ecophon Advantage A 15x600x600 mm*

Toinen työssä vertailtavana ollut alakattolevy on rei'itetty kipsilevy. Kuvassa 4 näkyy Knauf Plaza Micro A -alakattolevy.



*KUVA 4. Knauf Plaza Micro A 12,5x600x600 mm*

Kolmantena vertailulevynä oli Parafonin puulastuista ja sementistä valmistettu alakattolevy. Kuvassa 5 näkyy puun värinen Paracem.



KUVA 5. Parafon Paracem 25x600x600mm

### 3.2 T-listakaton asennus

T-listakaton asennuksen perusteet on luotu Inlookin ja Ecophonin asennusohjeiden sekä työelämästä saadun kokemuksen perusteella.

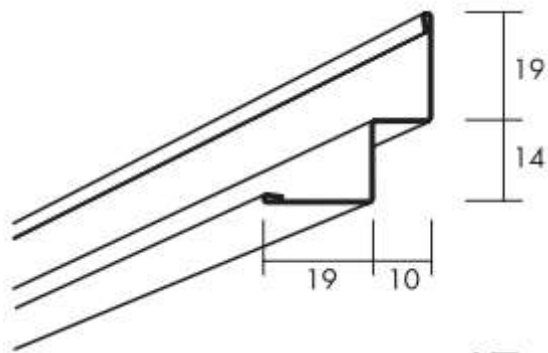
Ensimmäisenä työvaiheena on reunalistan asennus. Yleensä reunalista on kaksoiskulmalista, joka muodostaa varjouran seinän ja listan näkyvään rakoon kuvan 6 mukaisesti. Reunalista asennetaan sisäkattopiirustukseen merkittyyn korkoon ja linja saadaan suoraksi, kun käytetään asennuksessa

apuna linjalaseria. Lista kiinnitetään seinään ruuvaamalla k 300 mm:n jaolla seinätyyppiin sopivalla ruuvilla.



*KUVA 6. Kaksoiskulmalista muodostaa varjon listan ja seinän väliin*

Kuvassa 7 esitetty kaksoiskulmalistan detaljikuva. Kaksoiskulmalista luo seinää vasten varjouran. Listoja on eri kokoisia, joilla pystytään luomaan ulkonäöllisesti erilainen varjo.



*KUVA 7. Ecophon kaksoiskulmalista (8)*

Kattoruudukon jako määritellään suunnitteluvaiheessa. Kattoruudukon jako on mahdollista toteuttaa kolmella eri tavalla: lähtemällä nurkasta täydellä ruudulla, keskittämällä ruudukko huoneeseen tai määrittää ruudukko kattoon tulevan tekniikan mukaan. Nurkasta lähtemällä täydellä ruudulla minimoidaan levyistä jäävä hukka, kun kahdelle sivulle ei tarvitse leikata levyjä. (1, s. 14.)

Seuraavaksi merkitään kannatinlankojen paikat kattoon, minkä jälkeen porataan merkittyyn kohtaan reikä ja kiinnitetään kannatuslanka betoniruuville kattoon. Kannatinlangat kannattavat pääkannatinlistaa, joka roikkuu ripustusjousen avulla kannatinlangoista. (Kuva 8.) Ripustusjousen avulla säädetään pääkannatuslista samaan korkoon kuin reunalista. Pääkannatuslistat asennetaan k 1 200 mm:n jaolla.



*KUVA 8. Kannatinlangat ja ripustusjouset asennettu*



Pääkannatuslistojen väliin asennetaan 1 200 mm pitkät välilistat k 600 mm:n jaolla. Sen jälkeen 1 200 mm pitkien välilistojen väliin asennetaan 600 mm pitkät välilistat, mistä syntyy 600 x 600 mm kattoruudukko. (Kuva 9.) Jos reunoille jää pienempi ruutu kuin 600 mm, niin reunimmaisets listat leikataan oikeaan pituuteen ja listan pää asetetaan reunalistan päälle.



*KUVA 9. T-listajärjestelmän runko valmis*

T-listarungon tekovaiheessa asennetaan tekniikkalevyt. Tekniikkalevyt ovat samanlaisia alakattolevyjä, joihin tulee talotekniikan laite, esimerkiksi paloilmaisin tai ilmanvaihtoventtiili. Tekniikkalevyt asennetaan alakattorungon tekovaiheessa, jotta talotekniikka voi tehdä asennukset ennen alakaton yläpuolen siivouksia ja alakaton umpeen laittoja. Kuvassa 10 on T-listarunko, jossa tekniikkalevyt ja talotekniikka on asennettu paikoilleen.



*KUVA 10. Tekniikkalevyt paikoillaan*

Kun talotekniikka on asennettu ja rungon yläpuoli on siivottu, voidaan laittaa täydet alakattolevyt paikalleen ruutuihin. Näin alakatto on valmis kuten kuvassa 11 näkyy.



*KUVA 11. T-lista-alakatto laitettu umpeen*

## 4 SISÄKATON KUSTANNUKSET

### 4.1 T-listajärjestelmän kustannukset

T-listajärjestelmän materiaalimenekit voidaan laskea aika tarkasti jo ennakkoon. Menekkiin vaikuttavat tilan muoto, korkeus sekä tarvittavat lisäkannatukset talotekniikalle, esimerkiksi valaisimille.

Taulukossa 2 näkyy T-listakannatusjärjestelmän keskimääräinen materiaalimenekki. Tämän taulukon menekkiä perusteella voidaan laskea, kuinka paljon maksaa T-listajärjestelmä neliömetrille.

TAULUKKO 2. T-listakannatusjärjestelmän menekki (10, s.1)

Kannatusrakenteiden keskimääräinen menekkitaulukko	
600 x 600 mm	
T-pääkannatinlista	0,84 m/m <sup>2</sup>
T-välilista L=1200 mm,	1,4 kpl/m <sup>2</sup>
T-välilista L=600 mm	1,4 kpl/m <sup>2</sup>
Reunalista	0,7 m/m <sup>2</sup>
Kannatinlanka	0,7 kpl/m <sup>2</sup>
Kannatinjousi	0,7 kpl/m <sup>2</sup>

Hinnat lasketaan Inlook Oy:n varastotuotehinnastosta. (9.) Laskelmassa käytetään vakiovalkoisia T24-listoja. Sisäkaton kannatuskorkeus kantavasta rakenteesta on 200 mm. Kustannukset lasketaan kuluttajahinnoilla, eli hinta sisältää 24 %:n arvonlisäveron. Laskelmat esitetään taulukossa 3. Laskelmista päätellen T-listajärjestelmä maksaa 12 €/m<sup>2</sup>.

TAULUKKO 3. T-listakannatusjärjestelmän materiaalien kustannus €/m<sup>2</sup>

T-listakannatusjärjestelmän hinta			
Tarvike	Menekki yks/m <sup>2</sup>	€/yks	€/m <sup>2</sup>
T-pääkannatuslista	0,84	2,8	2,3
T-välilista L=1200mm	1,4	3,3	4,6
T-välilista L=600mm	1,4	1,7	2,3
Reunalista	0,7	2,7	1,9
Kannatinlanka	0,7	0,5	0,3
Kannatinjousi	0,7	0,6	0,5
<b>Yhteensä</b>			<b>12,0</b>

## 4.2 Alakattolevyjen kustannukset

Alakattolevyjen menekkiin vaikuttavat tilojen muoto ja talotekniikan määrä. Esimerkiksi, jos valaisimet ovat moduulivalaisimia, jotka asennetaan T-listajärjestelmän ruutuun, jätetään siltä kohdalta kattolevy pois. Kustannukset lasketaan kuluttajahinnoilla, eli hinta sisältää 24 %:n arvonlisäveron. Taulukossa 4 on esitetty vertailtavana olevien alakattolevyjen kuluttajaneliö hinnat. Hinnat on saatu kyseisten levyjen valmistajien internet-sivuilta ja hinnastoista. Hinnat eivät sisällä muuta kuin levyn kustannuksen. (8; 11; 12.)

TAULUKKO 4. Alakattolevyjen neliöhinnat

Alakattolevyjen kustannukset	
Levy	€/m <sup>2</sup>
Advantage A 15x600x600mm	17,8
Danoline Plaza Micro A 12,5x600x600mm	25,2
Paracem A 25x600x600mm	27,5

## 5 SISÄKATTOMATERIAALIT

Kattopinta on usein helpoin pinta parantaa akustiikkaa, koska katon pinta-ala on suurimmaksi osaksi tyhjä. Seinäpinnoille sijoittuu kalusteita ja ikkunoita, joten ne estävät akustiikkalevyjen asennuksen niiden kohdalle. Lattiamateriaalilla pystyy myös parantamaan akustiikkaa, mutta sen vaikutus on pieni verrattuna sisäkaton akustointiin. Kattoon asennettava akustiikkamateriaali jättää lattia- ja seinäpinta-alan vapaaksi toiminnalle. Lisäksi kattopintaan pystyy asentamaan lähes aina akustiikkaa lisäävää materiaalia monien asennusvaihtoehtojen ansiosta. (13.)

Tässä opinnäytetyössä vertailut materiaalit valittiin työelämästä saadun kokemuksen perusteella sen mukaan, mitä käytetään eniten.

### 5.1 Sisäkattomateriaalin akustiikka

Sisäkattojen akustiikassa on muutama tärkeä piirre, joilla pystytään vertailemaan eri materiaalien ja erilaisten kattolevyjen eroja: näitä ovat esimerkiksi jälkikaiunta-aika, absorptiosuhde ja puheen erotettavuus. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin alakattolevyn tiedoissa ilmoitettuun absorptiosuhteeseen, joka on pinnan absorboiman ja siihen kohdistuvan äänitehon suhde. Absorptiosuhdetta kuvataan yleensä merkillä  $\alpha$ . Absorptiosuhde on välillä 0–1,0. Kun absorptiosuhde on 1,0, on kaikki äänienergia absorboitunut eli imeytynyt väliaineeseen. (2, s.2.)

Taajuus, jonka ihmiskorva pystyy havaitsemaan, on 20–20 000 Hz. Kuitenkin ihminen kuulee parhaiten taajuusalueen 16 000–20 000 Hz. Monet hälytys ja varoitusäänet sijoittuvat taajuusalueelle 2 000–6 000 Hz, jossa ihmisen kuuloaisti on herkimmillään. Kun pyritään minimoimaan tämän taajuusalueen häiriötekijät, puheen selkeys parantuu. (14; 15.)

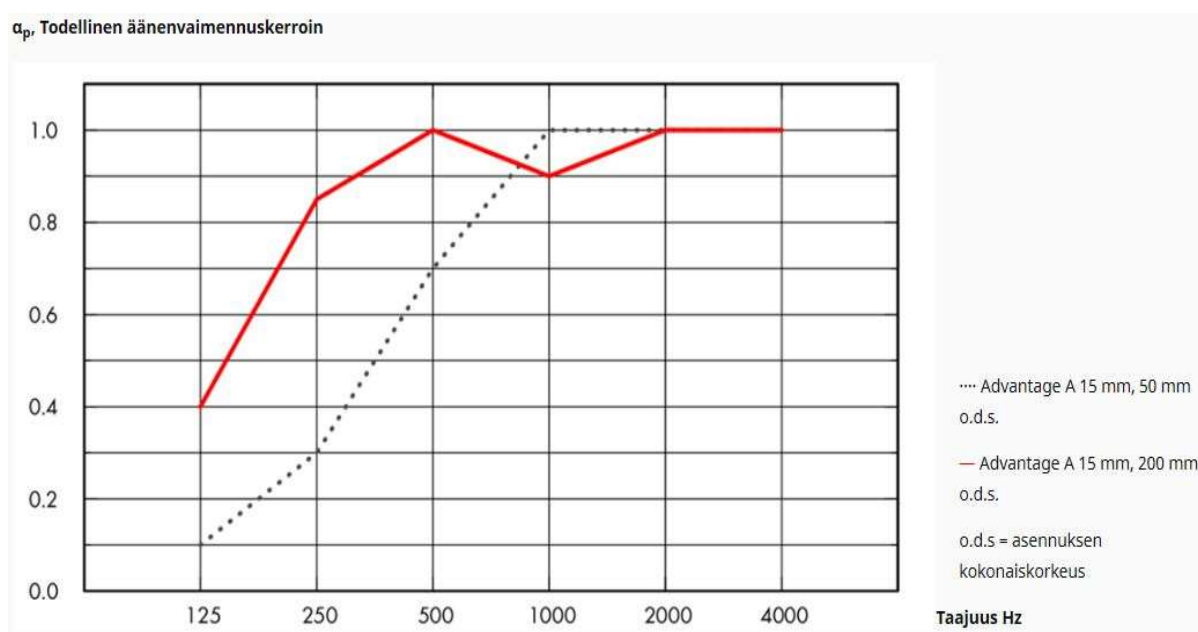
## 5.2 Sisäkattomateriaalin vaikutus ulkonäköön

Sisäkattomateriaaleja on lukuisia erilaisia, on puuta, metallia, mineraalivillaa, kivivillaa, kipsiä, kangasta ja turvetta. Sisäkattoon valittavia muotoja on myös monia erilaisia, on metalliritilöitä, -paneeleita, puurimoja, puulevyjä, villalevyjä, kipsilevyjä ja ruiskutettavaa pinnoitetta. Sisäkattolevyjä on useita eri muotoisia, ja ne voidaan asentaa T-listajärjestelmään, suoraan tasaiseen pintaan tai koolauksen avulla. Sisäkattolla voidaan siis vaikuttaa tilan ulkonäköön ja sisustukseen todella suuresti. (1; 16; 17.)

Sisäkattojen tehtävänä on parantaa tilojen esteettistä luonnetta ja luoda tilaan arkkitehtonista ilmettä. Sisäkattoja saa lähes kaikissa mahdollisissa väreissä, mikä antaa arkkitehdille mahdollisuuden suunnitella tila myös värikkääksi. Alakattolevyihin voi myös painattaa erilaisia grafiikkakuvia, jolla voidaan luoda yksityiskohtia sisäkattoon tai luoda tilaan yhtenäinen suurempi grafiikkateos. (1. s. 11; 18.)

## 5.3 Mineraalivillalevy

Kuvassa 12 esitetty Ecophon Advantage A -alakattolevyn absorptiosuhde punaisella viivalla. Taajuudella 500 Hz suhde on 1,0, mikä tarkoittaa sitä, että ääni on absorptoitunut kokonaan levyyn. Ecophon Advantage A levyn absorptioluokka on A. (3.)



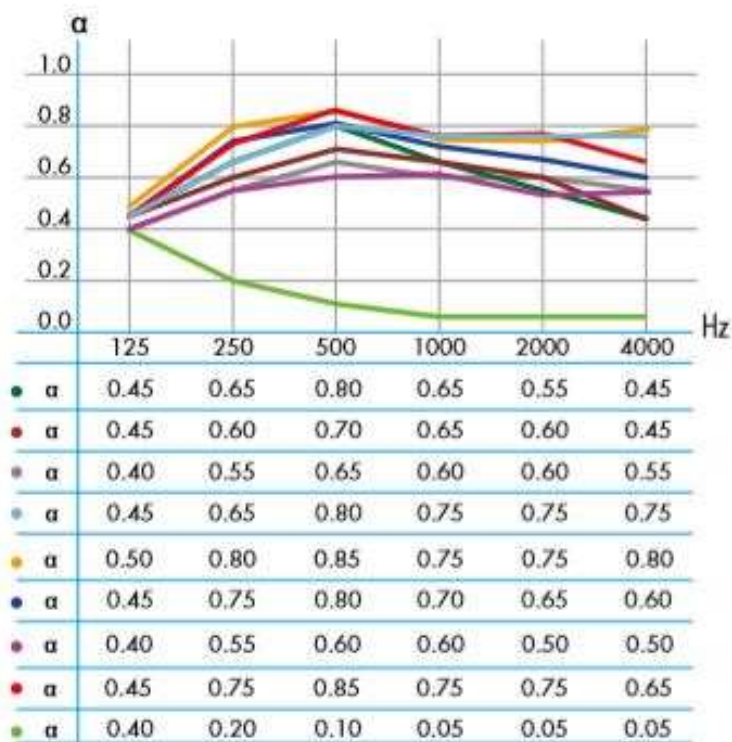
KUVA 12. Ecophon Advantage A absorptiosuhde (19)

## 5.4 Rei'itetty kipsilevy

Kuvassa 13 esitetty Knauf Plaza Micro A -alakattolevyn absorptiosuhde harmaalla värillä. Taajuudella 500 Hz suhde on 0,65. Knauf Plaza Micro A levyn absorptioluokka on C. (3.)

### AVATTAVA, SUORAREUNAINEN PLAZA

#### AKUSTIIKKA



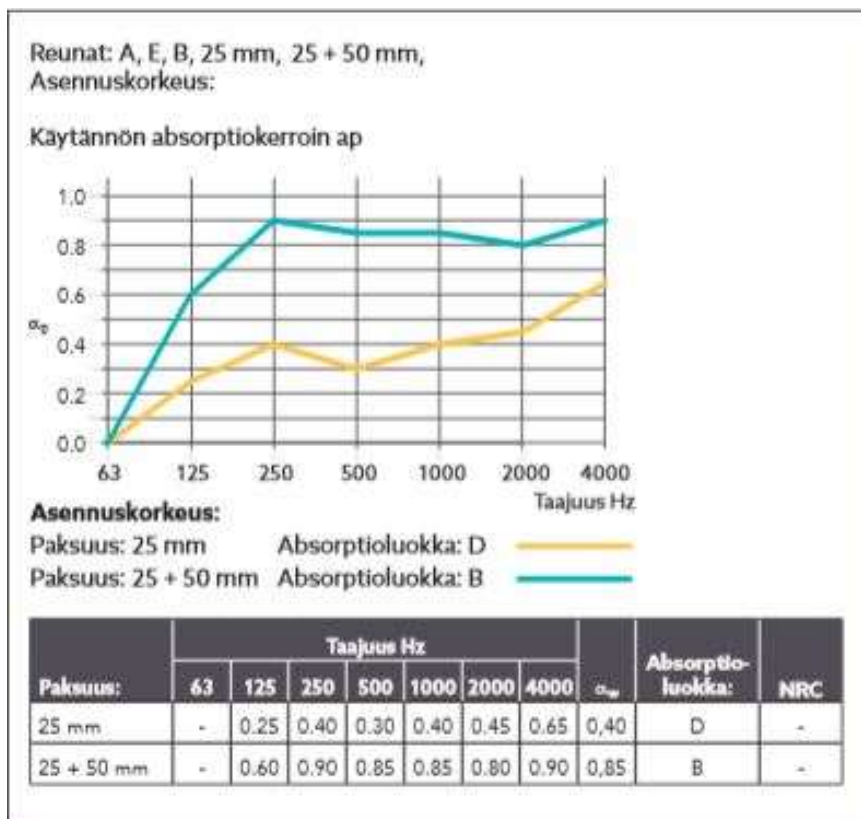
- Globe, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,60, NRC: 0,65
- Quadril, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,60, NRC: 0,65
- Micro, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,65, NRC: 0,60
- Tangent, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,80, NRC: 0,75
- Unity 3, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,80, NRC: 0,80
- Unity 4, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,70, NRC: 0,75
- Unity 8|15|20, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,60, NRC: 0,55
- Unity 9, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,75, NRC: 0,80
- Reguka, 200 mm kannatusstapa, ilman mineraalivilla     αw: 0,10, NRC: 0,05

KUVA 13. Knauf Plaza Micro absorptiosuhde (20)



## 5.5 Puukuitusementilevy

Kuvassa 14 on esitetty Parafon Paracem A:n absorptiosuhde keltaisella värillä. Taajuudella 500 Hz suhde on 0,3. Parafon Paracem A -levyn absorptioluokka on D. (3.)



KUVA 14. Parafon Paracem absorptiosuhde (21)

## 6 SISÄKATTOMATERIAALIEN KUSTANNUSTEN JA AKUSTISTEN OMINAISUUKSIEN VERTAILU

Vertailtaessa alakattolevyjen absorptiosuhteita taajuudella 500 Hz huomattiin, että mineraalivillalevyllä on paras absorptiosuhde, joka on 1,0. Seuraavaksi paras absorptiosuhde on rei'itetyllä kipsilevyllä, jonka absorptiosuhde on 0,65. Viimeisenä kolmesta eri vaihtoehdosta on puukuitusementtilevy, jonka absorptiosuhde on 0,30.

Alakattolevyjen kustannuksia vertailtaessa todettiin, että selvästi halvin vaihtoehto oli mineraalivillalevy, jonka neliöhinta oli 17,8 €/m<sup>2</sup>. Toiseksi halvin vaihtoehto oli rei'itetty kipsilevy, jonka neliöhinta oli 25,2 €/m<sup>2</sup>. Vertailussa kalleimmaksi vaihtoehdoksi saatiin puukuitusementtilevy, jonka hinta oli 27,5 €/m<sup>2</sup>.

Opinnäytetyössä käytettiin esimerkkitilana koulun luokkahuonetta, jonka koko oli 40 m<sup>2</sup>. Luokkahuoneessa kustannukset voidaan laskea sisäkaton rakennusalan työehtosopimuksesta saatavista urakkatyöhinnoina. Käytetään alakaton työhintana villa- ja kipsilevy T-listakaton keskiarvoa, joka on 5,16 €/m<sup>2</sup>. Laskelmat esitetään taulukossa 4. Laskelmassa ei huomioida mahdollisia haittoja tai yrityksen katetta. (22.)

TAULUKKO 4. Luokkahuoneen kokonaiskustannus

40 m <sup>2</sup> luokkahuone				
Materiaali	Materiaalin hinta	Työn hinta	Kokonaishinta	
Mineraalivilla	17,8	5,16	3673,9	€
Rei'itetty kipsilevy	25,2	5,16	5201,3	€
Puukuitusementtilevy	27,5	5,16	5676	€

Taulukon 4 laskelmista voidaan huomata materiaalin vaikutuksesta syntyvä ero sisäkaton kustannuksiin 40 m<sup>2</sup>:n luokkahuoneessa. Voidaankin todeta, että materiaalilla voidaan saavuttaa suhteellisen iso säästö kustannuksiin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tavoitteena oli saada selville kustannustehokkain sekä parhaiten akustoiva sisäkattomateriaali kolmesta eri vaihtoehdosta. Akustiikka on laaja käsite, joten se rajattiin tässä työssä absorptiosuhteeseen. Absorptiosuhde kuvaa sitä, kuinka hyvin ääni imeytyy kyseiseen materiaaliin.

Työssä käytettiin alakaton runkorakenteena T-listajärjestelmää kaikissa kolmessa vaihtoehdossa, jotta tuloksia voidaan tulkita puolueettomasti. Työn kustannukset olivat käytännössä samat vertailussa olevien vaihtoehtojen välillä. Kustannusten erot syntyivät pelkästään levyjen hinnoista. Ecophonin Advantage A -mineraalivillalevy oli halvin vaihtoehto, hinta oli 17,8 €/m<sup>2</sup>. Toiseksi halvin materiaalivaihtoehto oli Knaufin Plaza Micro A reiitetty kipsilevy, hinta oli 25,2 €/m<sup>2</sup>. Kolmantena vaihtoehtona oli Parafonin Paracem A -puukuitusementtilevy, jonka hinta oli 27,5 €/m<sup>2</sup>.

Vertailtaessa eri sisäkattolevyjen absorptiosuhteita voitiin todeta, että Ecophonin Advantage A -mineraalivillalevyllä oli paras luku, 1,0. Knaufin Plaza Micro A reiitetyllä alakattokipsilevyllä oli toiseksi paras absorptiosuhde, 0,65. Parafonin Paracem A -puukuitusementti alakattolevyllä oli huonoin absorptiosuhde, joka oli 0,30.

Ecophonin Advantage kuuluu absorptioluokkaan A. Knaufin Plaza kuuluu luokkaan C. Paracemin absorptioluokka on D.

Työn lopputuloksena voidaan esittää, että Ecophonin Advantage A -mineraalivillalevy on sekä halvin että parhaiten akustoiva sisäkattomateriaali. Kokonaiskustannus oli 29,8 €/m<sup>2</sup>. Knaufin Plaza Micro A reiitetty kipsilevy oli toiseksi halvin sekä toiseksi parhaiten akustoiva materiaali. Sen kokonaiskustannus oli 37,2 €/m<sup>2</sup>. Parafonin Paracem A oli kallein ja huonoin akustoiva sisäkattomateriaali. Sen kokonaiskustannus oli 39,5 €/m<sup>2</sup>.

Tuloksia voidaan hyödyntää hankesuunnitteluvaiheessa, kun pohditaan eri vaihtoehtoja sisäkattojen materiaaliksi. Saatujen tulosten avulla voidaan tehdä vertailua akustiikan ja kustannusten välillä. Vertailussa olleilla levyjen valmistajilla on useita erilaisia levytyyppejä, joilla on eroja hinnoissa sekä ominaisuuksissa, joten suoraa yhteyttä kustannuksiin ja akustiikkaan ei voida tehdä tämän työn perusteella, työssä olleille materiaaleille.

## LÄHTEET

1. RT 84-10916 2008. Alakatot ja sisäkattoverhoukset. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 10.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2084-10916>. Vaatii käyttäjälisenssin.
2. RT 07-10881 2006. Huoneakustiikka. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 10.11.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2007-10881>. Vaatii käyttäjälisenssin.
3. SFS 5907. Rakennusten akustinen luokitus. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 2.5.2022. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/5/2766.html.stx>. Vaatii käyttäjälisenssin.
4. Finlex 2019. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 360/2019. Hakupäivä 10.5.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190360>.
5. RT RakMK-21772 2018. Ääniympäristö. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 16.5.2022. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/resource/juha/content/25031#page=1>.
6. Hannila Raimo 2015. Akustinen suunnittelu. Hakupäivä 11.5.2022. <https://docplayer.fi/23743525-Akustinen-suunnittelu.html>.
7. RT 103190 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 11.5.2022. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/resource/juha/content/24943#page=1>. Vaatii käyttäjälisenssin.
8. Ecophon 2022. Hinnasto. Hakupäivä 4.5.2022. [https://www.ecophon.com/globalassets/media/pdf-and-documents/fi/hinnastot-2022/ecophon\\_tuotteet\\_hinnasto\\_1.5.2022\\_sivut\\_lowres.pdf/](https://www.ecophon.com/globalassets/media/pdf-and-documents/fi/hinnastot-2022/ecophon_tuotteet_hinnasto_1.5.2022_sivut_lowres.pdf/).
9. Inlook 2020. Varastotuotehinnasto. Hakupäivä 3.12.2020. [https://www.inlook.fi/files/2586/Inlook\\_varastotuotehinnasto\\_010119.pdf](https://www.inlook.fi/files/2586/Inlook_varastotuotehinnasto_010119.pdf).
10. Inlook 2020. T-listakannatusjärjestelmät. Hakupäivä 3.12.2020. <https://www.inlook.fi/files/2311/T-listakannatinjarjestelmat.pdf>.

11. Knauf 2021. Hinnasto. Hakupäivä 4.5.2022. [Knauf Alakattohinnasto 2021 web.pdf](#).
12. Parafon 2021. Hinnasto. Sisäinen lähde.
13. Akustiikkapalvelut 2022. Katon akustointi. Hakupäivä 16.5.2022. <https://www.akustiikkapalvelut.fi/akustointi/katto>.
14. Akustiikkapalvelut 2022. Akustiikkasanasto. Hakupäivä 2.5.2022. [Akustiikkasanasto - Akustiikkapalvelut.fi](#).
15. Akustiikkapalvelut 2022. Mitä ääni on? Hakupäivä 16.5.2022. <https://www.akustiikkapalvelut.fi/akustiikan-perusteet/aani>.
16. RT 103350. Lumir-akustiikkaratkaisut. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 16.5.2022. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/resource/juha/content/26419#page=1>. Vaatii käyttäjälisenssin.
17. RT 103189. Konto akustiikkatuotteet. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 16.5.2022. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/resource/juha/content/25773#page=1>. Vaatii käyttäjälisenssin.
18. Painomiehet 2022. Suurkuvatulostus. Hakupäivä 16.5.2022. <http://www.painomiehet.fi/Painomiehet/suurkuvatulostus/#akustiikkalevyt>.
19. Ecophon 2020. Advantage A. Hakupäivä 3.12.2020. [Advantage A \(ecophon.com\)](#).
20. Knauf 2020. Danoline Plaza. Hakupäivä 3.12.2020. [https://knauf.fi/fileadmin/user\\_upload/danoline/plaza/Data\\_sheet\\_Plaza\\_FI.pdf](https://knauf.fi/fileadmin/user_upload/danoline/plaza/Data_sheet_Plaza_FI.pdf).
21. Parafon 2020. Paracem. Hakupäivä 7.12.2020. <https://www.parafon.com/fi/tuotteet/levyt-ja-paneelit/paracem/paracem/>.
22. Rakennusalan työehtosopimus 2022–2024. Hakupäivä 16.5.2022. [https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2022/04/Rak\\_Tes\\_2022\\_2024.pdf](https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2022/04/Rak_Tes_2022_2024.pdf).