

Antti-Jussi Tölli

Rakennetyyppikirjaston luominen

Rakennetyyppikirjaston luominen

Antti-Jussi Tölli
Opinnäytetyö
Lukukausi Kevät 2019
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Rakennesuunnittelu

Tekijä: Antti-Jussi Tölli
Opinnäytetyön nimi: Rakennetyyppikirjaston luominen
Työn ohjaaja: Lehtori Kimmo Illikainen, Oulun ammattikorkeakoulu
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 38 + 1 liite

Suurimmalla osalla rakennusliikkeistä on käytössään jonkinlainen rakennetyyppikirjasto yrityksen tavanomaisesti käyttämistä rakenteista. Tämän opinnäytetyön aiheena oli rakennetyyppikirjaston luominen Siklatilat Oy:lle. Rakennetyyppikirjasto luotiin apuvälineeksi suunnittelijoille, kustannuslaskijoille ja kaikille muillekin tilaajan eri tahoille. Rakennetyyppikirjastoa voidaan käyttää apuna rakenteen esivalinnan tekemisessä, kustannusten laskemisessa sekä tarjouskilpailun tai lupakuvien liitteenä.

Tavoitteena oli luoda yhtenäinen, helposti käytettävä, ylläpidettävä ja laajennettava rakennetyyppikirjasto, joka sisältää tavanomaisimmat Siklatilat Oy:n käyttämät ulko- ja väliseinä sekä ala-, ylä- ja välipohjarakenteet. Rakennetyyppejä tehtäessä otettiin huomioon voimassaolevat rakentamismääräykset ja rakennetyypit luotiin niitä noudattaen.

Rakennetyyppikirjaston luominen aloitettiin luomalla yhtenäinen nimeämiskäytäntö ja rakenne rakennetyypeille. Tämän jälkeen kerättiin käytössä olevat yleisimmät rakennetyypit ja niistä luotiin rakennetyyppikortit. Rakennetyyppikortteihin kerättiin rakennetyyppien palo-, ääni-, energiatehokkuus- ja materiaaliominaisuudet. Valmiit rakenteet luotiin Archicad-ohjelmaan ja valmis rakennetyyppikirjasto jaettiin tilaajan eri tahoille.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi tilaajan toiveiden mukainen selkeä ja helppokäyttöinen rakennetyyppikirjasto. Rakennetyyppikirjastoa on helppo laajentaa ja muuttaa esimerkiksi rakentamismääräysten muuttuessa. Yhtenäisen rakennetyyppikirjaston ansiosta rakennusliike myös säästää aikaa ja resursseja sekä parantaa rakentamisen laatua. Rakennetyyppikirjasto avaa myös lähes rajattomat mahdollisuudet jatkokehittämiselle. Rakennetyyppikirjasto voi tulevaisuudessa sisältää tietoa esimerkiksi rakenteen kustannuksista tai jopa rakenteen hiilijalanjäljestä.

Asiasanat: rakentaminen, rakennetyyppi, rakennetyyppikirjasto, rakenne

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Antti-Jussi Tölli

Title of thesis: Creating Structure Type Library

Supervisor: Lecturer Kimmo Illikainen, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 38 + 1 appendices

Most of the construction companies have some kind of a library for types of structures that the company normally uses. The subject of this thesis was the creation of a structure type library for Siklatilat Ltd. The structure type library was created as a tool for designers, cost calculators and all other subscribers. The structure type library can be used to assist in pre-designing the structure, calculating costs, and when enclosing a tender or license images.

The goal of the thesis was to create a unified, easy-to-use, maintainable and expandable structure type library that contains the most common external and partition walls used by Siklatilat Ltd, as well as lower, upper and intermediate floor structures. When designing the structure types, the building regulations in force were taken into account and the structure types were created in accordance with them.

Creating a structure type library was started by creating a unified naming convention and structure for structure types. After that, the most common types of structures in use were collected and structure type cards were created. Fire, sound, energy efficiency and material properties of structure types were collected to the structure type cards. The finished structures were created in Archicad and the completed structure type library was distributed to different subscribers.

As a result of the thesis, a clear and easy-to-use structure type library was created according to the customer's wishes. The structure type library is easy to expand and change, for example, when building regulations change. Thanks to the unified construction type library, the construction company also saves time and resources and improves the quality of construction. The structural type library also opens up almost limitless possibilities for further development. In the future, the structure type library may contain information about, for example, the cost of the structure or even the carbon footprint of the structure.

Keywords: construction, structure type, structure type library, structure

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSIEN VAIKUTUKSET RAKENNETYYPPEIHIN	9
2.1 Paloturvallisuus	10
2.1.1 Rakennuksen paloluokka ja sen määräytyminen	10
2.1.2 Rakennusosien paloluokitus	11
2.1.3 Rakennustarvikkeiden paloluokitus	14
2.2 Energiatehokkuusvaatimukset	15
2.2.1 Energiatehokkuus	16
2.2.2 Rakennuksen lämpöhäviöt	17
2.2.3 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta	19
2.2.4 Rakenteellinen energiatehokkuus	20
2.3 Äänivaatimukset	21
2.3.1 Ulkovaipan ääneneristys	22
2.3.2 Tilojen välinen ääneneristys	22
3 RAKENNETYYPPEIHIN VAIKUTTAVAT MUUT ASIAT	26
3.1 Talotekniikan vaikutus rakennetyyppeihin	26
3.2 Työmaalta saadun palautteen vaikutus rakennetyyppeihin	27
3.3 Elementtitehtaan vaikutus rakennetyyppeihin	27
4 RAKENNETYYPPIKIRJASTO	28
4.1 Yleistä rakennetyypistä	28
4.2 Rakennetyypikirjaston rakenne	28
4.3 Rakennetyypikirjaston luominen	29
4.4 Rakennetyypikirjaston ylläpito ja kehittäminen	33
4.5 Esimerkki rakennetyyppi	33
4.6 Rakennetyypikirjastolla saavutettavat hyödyt	35
5 YHTEENVETO	36

LÄHTEET

37

LIITTEET

Liite 1 Rakennetyyppikirjasto

SANASTO

Askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$	Mittaluku, joka kuvaa huonetilojen välistä askelääneneristystä (dB).
Ilmääneneristysluku R_w	Rakennusosan laskennallisesti tai laboratoriossa mittaamalla määritetty ilmääneneristysluku (dB).
Ilmääneneristävyys R	Ilmääneneristävyys R ilmaisee tilasta toiseen tai rakennusosan kautta tietyllä taajuuskaistalla siirtyneen äänitehon suhteessa äänitehoon, joka kohtasi rakennusosan.
Spektripainotusermi $C_{1,50-2500}$	Spektripainotusermi $C_{1,50-2500}$ lisää taajuuskaistat 50, 63 sekä 80 Hz askelääneneristävyyden mitattavalle taajuusalueelle. Lisäksi sillä otetaan huomioon yksittäisillä taajuuskaistoilla koko taajuusalueella esiintyvät suuret poikkeamat verrattuna vertailukäyrään.
Ulkovaipan ääneneristys ΔL (dB)	Ulko- ja sisätilan välisten A-äänitasojen erotus. Tämä lukuarvo asetetaan kaavamääräyksellä, kaavamerkinnällä tai lupaehtona.
Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$	Mittaluku, joka kuvaa huonetilojen välistä ilmääneneristystä.

1 JOHDANTO

Suurimmalla osalla rakennusalan yrityksistä on olemassa jonkinlainen rakennetyyppikirjasto yrityksen tavanomaisesti käyttämistä rakenteista. Rakennetyyppikirjaston avulla rakennussuunnittelija tekee suunnittelua aloittaessaan hankkeessa käytettävien rakenteiden esivalinnan. Lisäksi rakennetyyppikirjastoa käytetään apuna kustannuslaskennassa sekä tarjouksen ja lupakuvien liitteenä. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda tähän tarkoitukseen sopiva kattava rakennetyyppikirjasto Siklatilat Oy:n käyttöön.

Rakennetyyppikirjaston luomisen tavoitteena on helpottaa suunnittelijan työtä rakenteen esivalinnan tekemisessä. Rakennetyyppikirjastoa luotaessa otetaan huomioon voimassaolevat rakentamismääräykset äänen- ja lämmöneristävyyden sekä palomääräysten osalta. Lisäksi huomioidaan myös elementtitehtaan, työmaan ja talotekniikan vaatimukset. Rakennetyypeistä luodaan valmiit rakenteet Archicad-ohjelmaan. Rakennetyyppikirjasto luodaan mieltien sen helppokäyttöisyyttä, laajennettavuutta ja ylläpidettävyyttä.

Työn tilaajana toiminut Siklatilat Oy on Sikla-konserniin kuuluva asuntojen, hoivakotien, toimitilojen, koulujen ja päiväkotien rakentamiseen erikoistunut yritys. Siklatilat Oy on ollut osa Sikla-konsernia vuodesta 2014. Siklatilat on ollut toimintansa aikana mukana useissa kymmenissä eri rakennusprojekteissa ja yrityksen toiminta on vahvan kasvun tiellä.

2 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSIEN VAIKUTUKSET RAKENNETYYPEIHIN

Suomessa viranomaiset valvovat ja ohjaavat rakentamista. Valvonta ja ohjaus perustuvat lakeihin ja asetuksiin. Rakentamista koskevat yleiset edellytykset, rakentamisen lupamenettely, viranomaisvalvonta ja olennaiset tekniset vaatimukset määrittellään maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL). Rakentamista koskevat olennaiset tekniset vaatimukset ovat määrittelemässä rakenteiden lujuutta, vakautta ja paloturvallisuutta. Lisäksi olennaiset tekniset vaatimukset määrittävät myös terveellisyyttä, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa, ääniolosuhteita ja energiatehokkuutta. Tarkemmat rakentamista koskevat ohjeet ja määräykset kootaan Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. (Ympäristöministeriö, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Lainsäädäntö ja ohjeet -> Rakentamismääräyskokoelma; Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö. 2018.)

Rakentamisen sääntelyllä ja ohjauksella halutaan varmistaa olennaisten teknisten vaatimusten täyttyminen. Lisäksi halutaan varmistua rakentamisen laadusta, turvallisuudesta, terveellisyydestä sekä rakennuksen sopimisesta ympäristöön ja käyttäjien tarpeisiin. Ympäristöministeriön ylläpitämään rakentamismääräyskokoelmaan kootaan rakentamista koskevat määräykset ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia ja ohjeet ohjaavia. (Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö. 2018.)

Rakennetyypikirjastoa luotaessa on äärimmäisen tärkeä huomioida eri rakennetyyppejä koskevat rakentamismääräykset, jotta luodut rakennetyypit ovat käytökelpoisia ja määräysten mukaisia. Luvuissa 2.1 – 2.3 käsitellään olennaisia voimassa olevia määräyksiä, jotka vaikuttavat luotaviin rakennetyyppeihin.

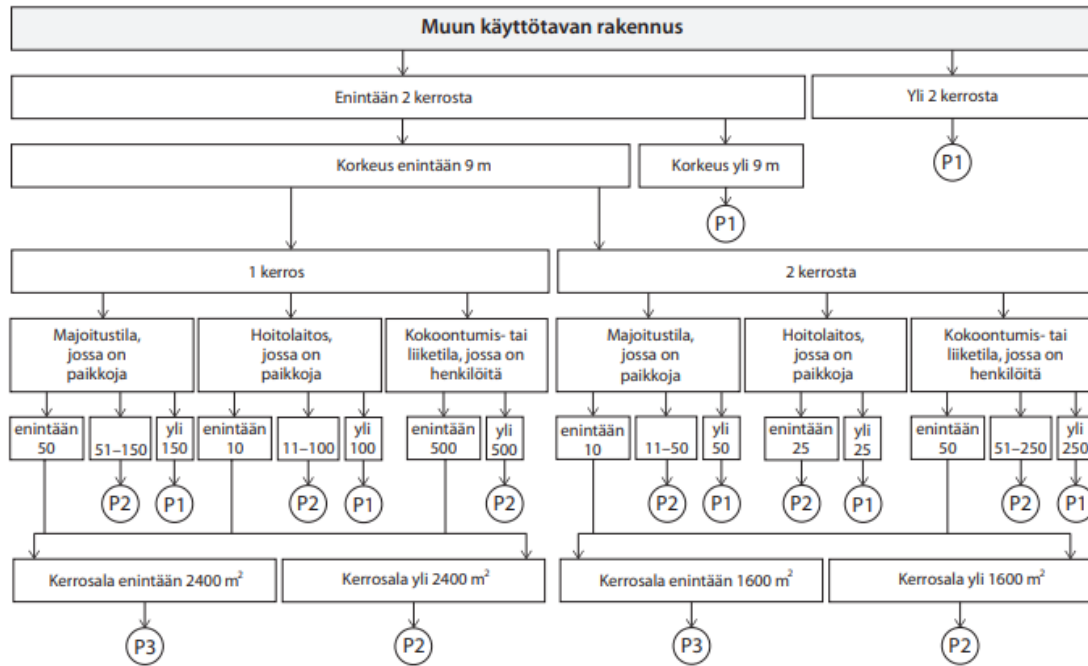
2.1 Paloturvallisuus

Rakennukset tulee suunnitella ja rakentaa niiden käyttötarkoituksen huomioon ottaen paloturvalliseksi. Tästä on vastuussa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Paloturvallisuuteen liittyvät määräykset ja niiden täyttäminen on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa. Paloturvallisuusmääräykset ovatkin olennaisesti mukana muovaamassa rakennusten rakenteita ja arkkitehtuuria. (Ympäristöministeriö, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Lainsäädäntö ja ohjeet -> Rakentamismääräyskokoelma -> Paloturvallisuus.)

Paloturvallisuusmääräyksissä annetaan vaatimuksia rakenteiden kestävyydelle palotilanteessa, palon ja savun kehittymiselle ja leviämiselle, rakennustuotteille ja teknisille laitteistoille sekä rakennuksen poistumisturvallisuudelle. Nämä vaatimukset on otettava huomioon myös rakennetyyppikirjaston rakenteita suunniteltaessa ja kehitettäessä. Luvuissa 2.1.1 – 2.1.3 käydään tarkemmin läpi palomääräykset, jotka vaikuttavat luotaviin rakennetyyppeihin. (Ympäristöministeriö, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Lainsäädäntö ja ohjeet -> Rakentamismääräyskokoelma -> Paloturvallisuus.)

2.1.1 Rakennuksen paloluokka ja sen määräytyminen

On olemassa neljä eri paloluokkaa P0, P1, P2 ja P3. Luokkia P1, P2 ja P3 käytetään, jos rakennuksen suunnittelussa käytetään asetuksen 848/2017 luokkia ja lukuarvoja. Paloluokkaa P0 käytetään vain, jos suunnittelussa käytetään oletettuun palokehitykseen perustuvaa menettelyä. Rakennuksen eri osat voivat myös olla eri paloluokkaa, tosin silloin niiden välille on rakennettava palomuri. Paloluokka valitaan käyttötarkoituksen, kerroslukumäärän, rakennuksen koon, henkilömäärän tai paikkaluvun perusteella. (Kuva 1.) (848/2017. 2017, 3.)



KUVA 1. Rakennuksen paloluokan määrittämiseen käytettävä taulukko (RT 08-11139. 2014, 3)

Rakennuksen paloluokalla on suuri vaikutus myös rakennuksessa käytettäviin rakenteisiin. Rakennuksen paloluokka vaikuttaa esimerkiksi kantavien rakenteiden luokkavaatimukseen, rakenteiden pintaosien ominaisuusvaatimukseen ja paloturvallisuutta parantavien laitteiden vaatimukseen. Rakennetyypikirjaston rakenteet suunnitellaan siten, että ne täyttävät kunkin paloluokan rakenteille asettamat vaatimukset. (Jantunen 2017, 9.)

2.1.2 Rakennusosien paloluokitus

Rakennusosien paloluokituksen avulla kerrotaan rakennusosan kyky estää palon leviäminen osastosta toiseen ja/tai kyky säilyttää kantavuutensa. Tämä kyky ilmaistaan minuutteina ja merkinnöillä R, E ja I. Merkintä R kuvaa rakennuksen kantavuutta, E rakennuksen tiiveyttä ja I rakennuksen eristävyttä. Näillä merkinnöillä yhdessä palonkestävyysajan kanssa jaetaan rakennusosat eri paloluokkiin (15, 30, 45, 60, jne.). Rakennetyypikirjaston rakennetyypikortit sisältävät rakennetyypillä saavutettavan paloluokituksen arvot. (Gyproc, linkit Suunnittelu -> Palosivusto -> Määritelmiä -> Paloluokitusjärjestelmät; 848/2017. 2017, 6-12.)

Esimerkiksi rakennusosan paloluokituksen ollessa REI30 kyseessä on kantava ja osastoiva rakennusosa, jonka tulee säilyttää kantavuutensa vähintään 30 minuutin ajan palon alkamisesta. Lisäksi rakennusosan tulee säilyttää osastoivuutensa 30 minuutin ajan palon alkamisesta. Tämän 30 minuutin aikana palon alkamisesta rakennusosan ja siihen liittyvien laitteiden ja varusteiden tulee estää palon leviäminen palo-osastosta toiseen. Osastoivien ja kantavien rakennusosien luokkavaatimukset määrätään Ympäristöministeriön asetuksessa 848/2017. (Taulukot 1 ja 2.) (848/2017. 2017, 6-12.)

TAULUKKO 1. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset (Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 11)

	Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku sekä palokuormaryhmä MJ/m ²					
	P1			P2 yli 2 kerrosta	P21–2 kerrosta	P3
	yli 1 200	600–1 200	alle 600	–	–	–
Kerrokset, yleensä	EI 120 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 90 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 60 ¹⁾	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
– yli 56 metriä korkea rakennus	EI 90, A2 *	EI 60, A2 *	EI 60, A2 *	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
– yläpohja, jos osastoivuusvaatimus	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
– tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 1, pinta-alaosastointi	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)
– tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 2, pinta-alaosastointi	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 60, A1 *
– autosuojat, pinta-alaosastointi	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	ei mahd.	EI 60	EI 30
Ullakon osastoivat seinät, pinta-alaosastointi	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30
Kellarikerrokset	EI 120, A2 (EI 90, A2 *)	EI 90, A2 (EI 60, A2 *)	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 30, A2 ³⁾

¹⁾ Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävien osastoivat rakennusosat on tehtävä vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.
²⁾ Huom. 24 §:n 3 momentissa esitetyt vaatimukset.
³⁾ Yhdelle asunnolle kuuluvassa kellarissa luokkavaatimus on EI 30.
A1 Tarvikkeet A1 luokkaa
A2 Tarvikkeet vähintään A2-s1, d0 -luokkaa
* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

TAULUKKO 2. Kantavien ja jäykistävien rakenteiden luokkavaatimukset P1- ja P2-paloluokan rakennuksissa (Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 7)

Rakennus	Rakennuksen paloluokka ja palokuormaryhmät MJ/m ²			
	P1			P2
	yli 1 200	600–1 200	alle 600	-
1–2-kerroksinen rakennus, yleensä	R 120 (R60 *)	R 90 (R60 *)	R 60	R 30
– hoitolaitokset, majoitustilat	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 30
– ylin kellarikerros	R 120, A2 (R90 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60, A2
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne on kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 60	R 60	R 60	R 30
– yksikerroksinen tuotanto- ja varastorakennus	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 30 (R15 *) (R15, A2)
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne ei ole kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 15	R 15	R 15	R 15
Yli 2-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on enintään 28 m, yleensä	R 180, A2 (R90 *, A2)	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60 * # ^{3) 4)}
– ylin kellarikerros	R 180, A2 (R90 *, A2)	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60 * A2
– asuinrakennus, asunto, ylin kerros	R 60 +	R 60 +	R 60 +	R 60 * # ³⁾
– asuinrakennus, asunto, kaksi ylintä kerrosta ²⁾	R60 * #	R60 * #	R60 * #	R 60 * # ³⁾
– yli 2-kerroksinen asuinrakennus, jonka korkeus on enintään 14 m ja jonka kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan huoneistoon	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45, A2 (R30, A2 *)	R 45 # (R30 * #)
Yli 2-kerroksinen rakennus, jonka korkeus on yli 28 m mutta enintään 56 m	R 240, A2 (R180 *, A2)	R 180, A2 (R120 *, A2)	R 120, A2 (R90 *, A2)	ei mahdollinen
Yli 2-kerroksinen rakennus jonka korkeus on yli 56 m	R180 *, A2	R120 *, A2	R 120 *, A2	ei mahdollinen
Ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset	R 240, A2 (R180 *, A2)	R 180, A2 (R120 *, A2)	R 120, A2	R 120, A2 (R90 *, A2)
<p>Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta. Kantavien rakenteiden on oltava vähintään D-s2, d2 -luokan tarviketta, ellei taulukossa toisin mainita.</p> <p>Uloskäytävän porrassyöksen ja -tasanteen luokkavaatimus on R 30. Ylimmän kellarikerroksen alapuolella sijaitsevan kellarikerroksen uloskäytävän porrassyöksen ja -tasanteen luokkavaatimus on R 60. Jos kantaville rakenteille on asetettu luokkavaatimus A2-s1, d0, tämä koskee myös porrassyöksyjä ja -tasanteita. Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävän porrassyökset ja -tasanteet on tehtävä vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista.</p> <p>Ullakon tai ontelon vesikattorakenteille, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita, ei aseteta palonkestävyysvaatimusta.</p> <p>¹⁾ Kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.</p> <p>²⁾ Kun kolme ylintä kerrosta, lukuun ottamatta uloskäytävää, on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.</p> <p>³⁾ Huom. 24 § 3 momentissa esitetyt vaatimukset.</p> <p>⁴⁾ Jos käyttötarkoituksen mukainen palokuormaryhmä on 600–1 200 MJ/m², luokkavaatimus on R 90 * # ³⁾</p> <p>* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.</p> <p># Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.</p> <p>+ Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava eristävältä osaltaan vähintään D-s2, d2 -luokkaa.</p> <p>A2 Kantavien rakenteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.</p>				

2.1.3 Rakennustarvikkeiden paloluokitus

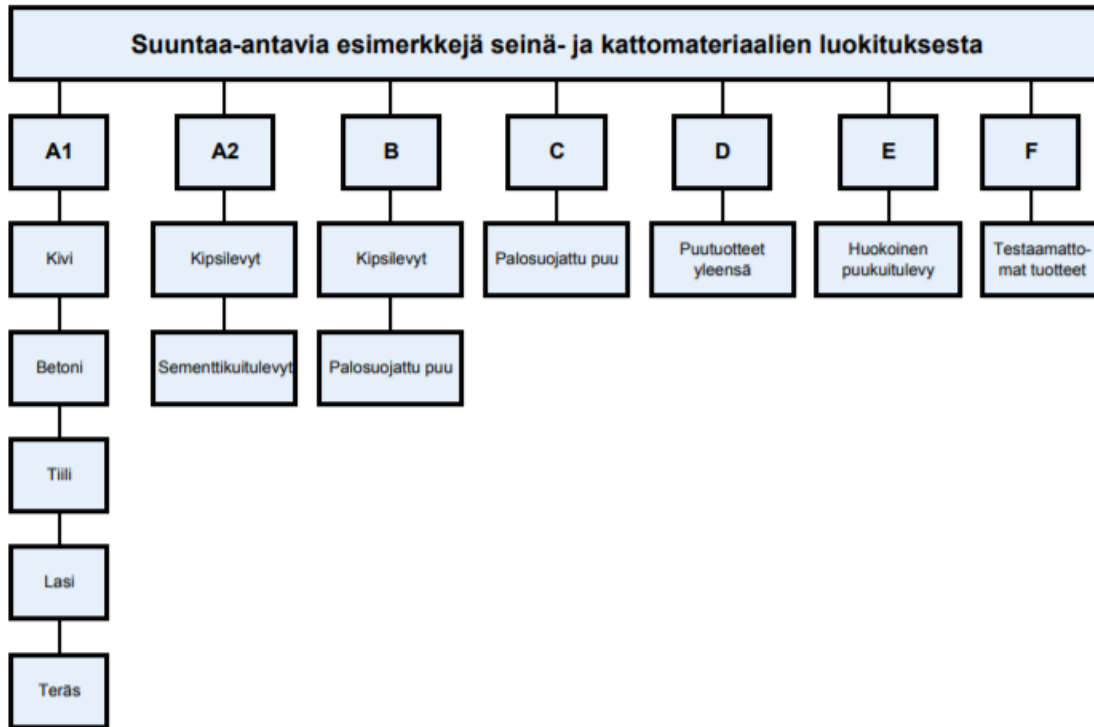
Rakennustarvikkeiden luokittelun perusteena on tarvikkeen vaikuttaminen palon syttymiseen, sen leviämiseen, savun tuottoon ja palavaan pisarointiin. Tarvikkeet pois lukien lattiapäällysteet kuvataan merkinnöillä A1, A2, B, C, D, E ja F. Putkimaiset lämmöneristeet kuvataan lisäämällä alaindeksi L tarvikkeen luokan perään. Lattiapäällysteet kuvataan lisäämällä alaindeksi FL tarvikkeen luokan perään. Testatulle katemateriaalille on oma luokituksensa BROOF(t2). (Jantunen 2017, 7-8.)

Rakennustarvikkeiden paloluokituksessa ilmaistaan lisämääreillä s ja d savun tuotto ja palava pisarointi. Näiden luokitukset ovat savun tuotolle s1, s2, s3 ja palavalle pisaroinnille d0, d1 ja d2. Asetuksessa käytettäviä luokkia ovat A1; A2-s1, d0; B-s1, d0; B-s2, d0; C-s2, d1; D-s2, d2; A2L-s1, d0; BL-s1, d0; CL-s2, d1; DL-s2, d2; A2 FL-s1 ja D FL-s1. Asetuksessa käytettävien luokkien ja viitepalotilanteen välinen yhteys esitetty taulukossa 3. (Jantunen 2017, 7-8.)

TAULUKKO 3. Rakennustarvikkeiden luokkamerkinnot (Paloturvallinen puutalo. 2018, 24)

Osallistuminen paloon		Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A1	Erittäin vähäinen Vähäinen Muu kuin s1 tai s2	s1 s2 s3	Ei esiinny	d0
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A2			Nopeasti sammuvia esiintyy	d1
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B			Muu kuin d0 tai d1	d2
Osallistuu rajoitetusti	C				
Osallistuminen hyväksyttävää	D				
Käyttäytyminen hyväksyttävää	E				
Käyttäytymistä ei ole määritetty	F				

Eri rakennustarvikkeiden paloluokka käy ilmi rakennusmateriaalien tuotehyväksynnästä eli suoritustasoilmoituksesta. Tuotehyväksyntää varten tuotteen valmistaja tekee standardien mukaisia polttokokeita, joilla määritetään rakennustarvikkeen paloluokka. Kuvassa 2 on suuntaa antavasti esitetty, millä materiaaleilla voi täyttää erilaisia paloluokkia. Rakennetyyppikorteissa on esitetty rakenteessa käytettävien rakennusmateriaalien paloluokitus. (Paloturvallinen puutalo. 2018, 24.)



KUVA 2. Seinä ja kattomateriaalien jakautuminen eri paloluokkiin (Paloturvallinen puutalo. 2018, 26)

2.2 Energiatehokkuusvaatimukset

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan energiaa ja luonnonvaroja säästään. Rakennuksen energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täytyminen tulee osoittaa laskelmilla. Rakennuksessa käytettävien rakennustuotteiden, taloteknisten järjestelmien sekä säätö- ja mittausjärjestelmien tulee olla sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta käytettäessä jää vähäiseksi. Lisäksi rakennuksen energiankulutusta tulee pystyä seuraamaan. (Ympäristöministeriö, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Lainsäädäntö ja ohjeet -> Rakentamismääräyskokoelma -> Energiatehokkuus.)

2.2.1 Energiatehokkuus

Uuden rakennuksen tulee käyttötarkoituksensa mukaisesti olla energiatehokkuudeltaan E-luvun tai rakenteellisen energiatehokkuuden mukainen. Tämän lisäksi rakennuksen tulee lämpöhäviöltään luoda edellytykset vähäiselle energiatarpeelle, olla energiatehokas kesäajan laskennalliselta huonelämpötilalta, energiankäytön mittaamiselta, lämmön ja sähkön tehon tarpeelta sekä ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholta. Vastuu näiden energiatehokkuusasioiden toteutumisesta on uuden rakennuksen suunnittelijoilla. (1010/2017. 2017, 3.)

E-luku eli laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa. E-luvun yksikkönä käytetään kWhE/(m² a). E-luvulle asetetaan erilaiset raja-arvot riippuen rakennuksen käyttötarkoitukseluokasta. E-luku ei saa ylittää taulukon 4 raja-arvoja, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. (1010/2017. 2017, 3.)

TAULUKKO 4. E-luvun raja-arvot (Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 3)

Käyttötarkoitukseluokka	E-luvun raja-arvo kWh _E /(m ² a)
Luokka 1) Pienet asuinrakennukset: a) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on 50–150 m ² b) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 150 m ² kuitenkin enintään 600 m ² c) Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 600 m ² d) Rivitalo ja asuin kerrostalo, jossa on asuin kerroksia enintään kahdessa kerroksessa	200–0,6 A_{netto} 116–0,04 A_{netto} 92 105
Luokka 2) Asuin kerrostalo, jossa on asuin kerroksia vähintään kolmessa kerroksessa	90
Luokka 3) Toimistorakennus, terveyskeskus	100
Luokka 4) Liikerakennus, tavaratalo, kauppakeskus, myymälä rakennus lukuun ottamatta päivittäistavarakaupan alle 2000 m ² yksikköä, myymälähalli, teatteri, ooppera-, konsertti- ja kongressitalo, elokuvateatteri, kirjasto, arkisto, museo, taidegalleria, näyttelyhalli	135
Luokka 5) Majoitusliikerakennus, hotelli, asuntola, palvelutalo, vanhainkoti, hoitolaitos	160
Luokka 6) Opetusrakennus ja päiväkot	100
Luokka 7) Liikuntahalli lukuun ottamatta uimahallia ja jäähallia	100
Luokka 8) Sairaala	320
Luokka 9) Muu rakennus, varastorakennus, liikenteen rakennus, uimahalli, jäähalli, päivittäistavarakaupan alle 2000 m ² yksikkö, siirtokelpoinen rakennus	ei raja-arvoa

2.2.2 Rakennuksen lämpöhäviöt

Rakennuksen lämpöhäviöllä tarkoitetaan vuotoilman, rakennuksen vaipan ja ilmanvaihdon yhteenlaskettua lämpöhäviötä. Rakennuksen lämpöhäviö ei saa olla suurempi kuin vertailuarvoilla määritelty vertailulämpöhäviö. Lämpöhäviölle asetettu vaatimus on eri lämpimille ja puolilämpimille tiloille. (1010/2017. 2017, 11.)

Lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvon laskentaan käytetään taulukon 5 lämmönläpäisykertoimien vertailuarvoja. Rakennuksen vaipan lämpöhäviö lasketaan rakennusosien pinta-alojen sekä lämmönläpäisykertoimien perusteella kaavalla 1. (1010/2017. 2017, 11.)

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}}) \quad \text{KAAVA 1}$$

$\sum H_{\text{joht}}$ = Rakennuksen vaipan lämpöhäviö, W/K

U = Rakennusosan lämmönläpäisykerroin W/(m²K)

A = Rakennusosan pinta-ala m²

TAULUKKO 5. Rakennusosien lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot ja erikois-tilojen välisten rakenteiden lämmönläpäisykertoimien enimmäisarvot (Tasauslas-kentaopas. 2018, 14)

RAKENNUSOSAT	
U-arvot, W/(m ² K)	Vertailuarvo
Lämpimät tilat	
Ulkoseinä	0,17
Massiivipuuseinä ¹⁾	0,40
Yläpohja	0,09
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0,09
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0,17
Alapohja (maanvastainen)	0,16
Muu maanvastainen rakennusosa	0,16
Ikkunat	1,0
Ulko-ovet ja tuuletusluukut	1,0
Kattoikkunat	1,0
Kattovalokuvut	1,0
Puolilämpimät tilat ja siirtokelpoiset rakennukset	
Ulkoseinä	0,26
Massiivipuuseinä ¹⁾	0,60
Yläpohja	0,14
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0,14
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0,26
Alapohja (maanvastainen)	0,24
Muu maanvastainen rakennusosa	0,24
Ikkunat	1,4
Ulko-ovet ja tuuletusluukut	1,4
Kattoikkunat	1,4
Kattovalokuvut	1,4
¹⁾ massiivipuuseinä, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 180 mm	
Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliset rakenteet	
Seinä ja välipohja	Enimmäisarvo 0,60
Ikkunat ja ovet	2,80
Jäähdytettävän kylmän tilan ja muiden tilojen väliset	
Seinä ja välipohja	Enimmäisarvo 0,27
Ovet	1,40

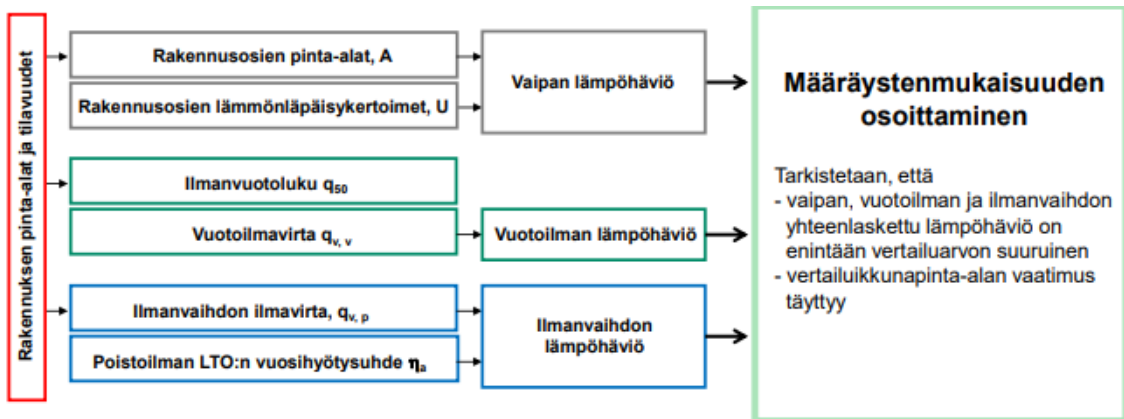
Pientaloa, joka suunnitellaan loma-asumiseen ja on tarkoitettu käytettäväksi vähintään neljä kuukautta vuodessa, täytyy täyttää lämpöhäviön osalta vain rakennuksen vaipan lämpöhäviölle asetetut vaatimukset, jotka on esitetty taulukossa 6. Rakennetyyppikirjaston rakennetyyppikorteissa annetaan rakenteilla saavutettavien lämmönläpäisykertoimien arvot. (1010/2017. 2017, 11.)

TAULUKKO 6. Rakennusosien lämmönläpäisykertoimen vertailuarvot lomaa-asunnolle, jonka täytyy täyttää lämpöhäviön osalta vain rakennuksen vaipan lämpöhäviölle asetetut vaatimukset (Tasauslaskentaopas. 2018, 14)

RAKENNUSOSAT	
U-arvot, W/(m² K)	Vertailuarvo
Ulkoseinä	0,24
Massiivipuuseinä ¹⁾	0,80
Yläpohja	0,15
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0,15
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)	0,19
Alapohja (maanvastainen)	0,24
Muu maanvastainen rakennusosa	0,24
Ikkunat	1,4
Ulko-ovet ja tuuletusluukut	1,4
Kattoikkunat	1,4
Kattovalokuvut	1,4
¹⁾ massiivipuuseinä, jonka keskimääräinen paksuus on vähintään 130 mm	

2.2.3 Lämpöhäviöiden tasauslaskenta

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasauslaskennalla pystytään osoittamaan asetuksessa rakennuksen lämpöhäviölle annetun vaatimuksen täyttyminen. Jos jonkin osatekijän (vaippa, ilmanvaihto, vuotoilma) lämpöhäviö on vertailulämpöhäviötä suurempi, täytyy vähintään vastaavasti vähentää lämpöhäviötä toisen osatekijän kohdalla. Asetuksen lämpöhäviölle asetettu vaatimus täyttyy, kun osoitetaan tasauslaskelmalla, että rakennuksen lämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen. Kuvassa 3 esitetään tasauslaskennan vaiheet ja se, miten määräysten mukaisuus kyetään osoittamaan. (Tasauslaskentaopas 2018. 2017, 11.)



KUVA 3. Lämpöhäviön tasauslaskennan vaiheet ja määräystenmukaisuuden osoittaminen (Tasauslaskentaopas. 2018, 11)

2.2.4 Rakenteellinen energiatehokkuus

Asuinrakennuksen energiatehokkuus voidaan todentaa myös ilman E-luvun laskentaa rakenteellisen energiatehokkuuden avulla. Tällöin rakennettavan rakennuksen tulee täyttää Ympäristöministeriön asetuksessa annetut rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimukset. Vaatimuksia asetetaan rakennuksen lämpöhäviölle, mikä saa olla enintään yhtä suuri kuin vertailulämpöhäviö. Vertailulämpöhäviö määritetään rakenteellisen energiatehokkuuden vertailuarvoilla. Vertailuarvot esitetään kuvassa 4. (1010/2017. 2017, 15.)

a) seinä, käyttötarkoitusluokka 1	0,12 W/(m ² K);
b) seinä, käyttötarkoitusluokka 2	0,14 W/(m ² K);
c) yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,07 W/(m ² K);
d) ryömintätilaan rajoittuva tuuletettu alapohja ja maata vasten oleva rakennusosa	0,10 W/(m ² K);
e) ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku	0,70 W/(m ² K);
f) rakennuksen ilmanvuotoluku (q ₅₀)	0,60 m ³ /(h m ²);
g) poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde 65 prosenttia;	
2) Rakennus on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä, jonka ominaissähköteho on enintään	1,5 kW/(m ³ /s);
3) Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä on käytettävä kaukolämpöä, maalämpöpumpua tai ilma-vesilämpöpumpua.	

KUVA 4. Rakenteellinen energiatehokkuus vertailuarvot (Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 15)

2.3 Äänivaatimukset

Rakennus ja sen oleskelu- ja piha-alueet tulee käyttötarkoitus huomioon ottaen suunnitella ja rakentaa siten, että niiden meluallistus ja ääniolosuhteet eivät ole vaaraksi terveydelle, levolle eikä työnteolle. Tästä on vastuussa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Ääniolosuhteiden tulee olla sellaiset, että rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta on mahdollista ja rakennuksessa olevien uni ja lepo eivät häiriinny. Ääniolosuhteisiin vaikuttavat rakenteiden ääneneristävyys ja taloteknisten laitteiden äänitaso ja asennukset. Rakennuksen ääniolosuhteiden määrittämisessä on käytettävä kaiuntaisuutta ja äänitasa. Rakennuksen piha- ja oleskelualueilla ääniolosuhteet tulee määrittää äänitasojen avulla. (Ympäristöministeriö, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Lainsäädäntö ja ohjeet -> Rakentamismääräyskokoelma -> Meluntorjunta ja ääniolosuhteet.)

Jos rakennuksen ääneneristys, tärinän- ja meluntorjunta sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoitus huomioiden Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaisesti, niin rakennuksen ääniympäristöä koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy. (796/2017. 2017.)

2.3.1 Ulkovaipan ääneneristys

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristyksen tulee olla vähintään 30 desibeliä, jos rakennuksessa on asuntoja, potilas- tai majoitushuoneita. Lisäksi kapeakaistaisen, impulssimaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei saa ylittää lepoon tai nukkumiseen käytettävissä tiloissa 25 desibeliä. Rakennuksen julkisivun tai ulkovaipan ääneneristysvaatimus voi olla määrätty myös kaavamerkinnällä. Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimusta mietittäessä voidaan käyttää myös tapausharkintamenettelyä. (796/2017. 2017; Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 24.)

Rakennuksen ulkoseinien, ikkunoiden ja muiden ulkovaipan rakennusosien ääneneristävyys ilmoitetaan laboratoriossa mitattuna tai laskennallisesti määritettynä ilmaääneneristyslukuna. Ilmaääneneristysluku tieliikennemelua vastaan on $R_{w} + C_{tr}$ ja raideliikenne- sekä lentomelua vastaan $R'_{w} + C$. Rakennetyyppikorteissa esitetään ulkoseinärakenteilla sekä yläpohjarakenteilla saavutettavat ääneneristysarvot $R_{w} + C_{tr}$ sekä $R'_{w} + C$. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 24.)

Ulkovaipan ääneneristyksen lukuarvo lasketaan sisä- ja ulkomelutasojen, ulkovaipan rakennusosien ilmanääneneristyslukujen ja mittojen sekä huonetilan mittojen perusteella. Tämä laskemalla saatu lukuarvo vastaa kaavamääräyksessä tai ääniympäristöasetuksessa annettua lukuarvoa ΔL . (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 27.)

2.3.2 Tilojen välinen ääneneristys

Tilojen väliseen ääneneristävyyteen vaikuttavat tiloja erottavan rakenteen ominaisuudet, äänen sivutiesiirtymät tilojen välillä, rakenteiden saumat ja liitokset sekä rakennusosien läpi menevien talotekniikan asennuksien tiiviys ja eristävyys. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 19.)

Ilmaääni on esimerkiksi puhetta, musiikkia ja kotieläinten ääniä. Ilmaääni saa pinnat, kuten yläpohjan, alapohjan ja seinärakenteet värähtelemään. Värähtelevät rakenteet saavat ilman värähtelemään toisella puolella rakennetta ja siten ääni

siirtyä tilasta toiseen. Ilmaääneneristystä parantamalla pyritään vähentämään äänen siirtymistä tilasta toiseen. Suurentamalla tilojen välistä ilmaääneneristystä saadaan pienennettyä toiseen tilaan siirtyvää äänitasoa. Ilmaääneneristyksen vaatimukset pohjautuvat mitattujen äänenpainetasojen erotukseen. Mitä suurempi äänitasoero D_{nT} tai äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ on, sitä parempi on ääneneristävyys tilojen välillä. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 19.)

Äänitehon siirtymistä tilojen välillä kuvaa Ilmaääneneristävyys R . Laboratorio mitauksilla saadaan ilmaääneneristysluku R_w , jota käytetään yksittäisen rakennusosan kuten väliseinän ilmaääneneristyskyvyn ilmaisemiseen. Mitä suurempi ilmaääneneristävyys R tai ilmaääneneristysluku R_w on, sitä parempi on rakennusosan kyky eristää ääntä. Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ tilojen välille voidaan laskea rakennusosien ilmaääneneristysluvuista ja rakennusosien liitosten liitoseristävyyksistä. Rakennetyyppikorteissa väliseinille annetaan niillä saavutettavan äänitasoeroluvun $D_{nT,w}$ arvot. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 19.)

Askelääntä syntyy väli- ja alapohjiin kohdistuvista iskuista kuten kävelystä, tuolien siirtelystä ja esineiden putoamisesta. Nämä iskut aiheuttavat välipohjan värähtelyä ja tästä aiheutuu ilmaääntä toiseen tilaan. Jos väli- ja alapohjiin kohdistuvat iskut kyetään vaimentamaan esimerkiksi joustavalla lattiapäällysteellä, pienentää se äänitasoa tilassa, johon ääni siirtyy. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 19.)

Kahden tilan välinen askelääneneristys määritetään askeläänikojeen lähetystilasta vastaanottotilaan aiheuttamaan äänenpainetasoon pohjautuen. Askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ kuvaa tilojen välistä askelääneneristystä. Mitä pienempi on askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ tai askeläänitaso L'_{nT} , sitä parempi on tilojen välinen askelääneneristys. Rakennetyyppikorteissa esitetään välipohjilla saavutettavat askeläänitasoluvun $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ arvot. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 19.)

Ilma- ja askelääneneristyksen suunnittelussa ja toteutuksessa tulee noudattaa asuntojen, majoitus ja potilashuoneiden osalta taulukon 7 mukaisia arvoja. Riittävän ääneneristyksen toteutumiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, mikäli asunto, majoitus- tai potilashuone on rakenteellisesti kytketty tiloihin, joissa syntyy erityisen voimakasta, erityisen häiritsevää tai pienitaajuista ääntä. (796/2017. 2017.)

TAULUKKO 7. Asuntojen sekä majoitus- ja potilashuoneiden ilma- ja askelääneneristyksen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatettavat lukuarvot (Ympäristöministeriön asetus 796/2017)

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

Opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta ja toimistotilojen osalta riittää, että ääneneristys on toteutunut siten, että saavutetaan toimintaa vastaava riittävän hyvä ääniympäristö. Riittävän hyvä ääniympäristö saavutetaan noudattamalla taulukon 8 mukaisia arvoja. (796/2017. 2017; Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018, 22-23.)

TAULUKKO 8. Äänitasoeroluvun $D_{nT,W}$ ohjearvot (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä 2018, 22)

Tilatyyppi	Ohjearvo Äänitasoeroluku $D_{nT,W}$ (dB)		
	Ympäröiviin tiloihin yleensä	Toiseen käyttötarkoitukseen saman tyyppiseen tilaan ^{b)} , kun välissä on ovi	Käytävään tai aulaan, kun välissä on ovi
Opetustila ^{a)}	44	42	34
Musiikinopetustila	60	52	44
Varhaiskasvatuksen opetustila	44	42	34
Neuvottelutila	48	42	34
Sairaalan, terveysaseman tms. hoitotila, kuten tutkimus- ja toimenpidehuone, vastaanottohuone, hoito- ja terapiahuone, lepo- huone, päivähuone ^{c) d)}	48	42	39
Sairaalan, terveysaseman tms. potilaspaikka ^{d)}	48	42	34
Liikuntatila	57	48	42
Toimistohuone ^{d)}	40	40	30
Toimistorakennuksessa kahden eri toimijan välillä	52	–	–

3 RAKENNETYYPPEIHIN VAIKUTTAVAT MUUT ASIAT

Rakennetyyppikirjastoa luotaessa tulee ottaa huomioon suunnittelijoiden lisäksi myös kaikki muut toimijat, joihin rakennetyyppikirjasto tulee vaikuttamaan. Rakennetyypeissä tulee ottaa huomioon esimerkiksi talotekniikan asennuksien vaatima tila ja rakennetyyppien toteutettavuus.

3.1 Talotekniikan vaikutus rakennetyyppeihin

Talotekniikka asetti omat vaatimuksensa rakennetyypeille. Taloteknisten asennusten asettamat vaatimukset huomioitiin tämän rakennetyyppikirjaston rakenteita kehitettäessä, jotta rakennetyypit olisivat yleispäteviä ja LVI- tai sähköasennuksien vuoksi ei rakennetyyppejä tarvitsisi tavanomaisessa tilanteessa vaihtaa.

Sähköasennukset tilaajayrityksessä tehdään pääosassa työmaalla. Sähköasennukset, kuten pistorasiat ja kytkimet pitää pystyä asentamaan taloudellisesti, toimivasti ja vaatimuksia noudattaen. Kun käytettävissä rakennetyypeissä on otettu huomioon myös sähköasennusten vaatimukset, säästetään aikaa sekä saadaan asennukset hoidettua kustannustehokkaasti.

Rakennetyypeissä myös sähköasennukset tuli ottaa huomioon. Ulkoseinän sähköasennukset tulee kyetä asentamaan ilman, että höyrynsulku vaurioituu. Tämä mahdollistettiin laatimalla rakennetyyppi, jossa on ulkoseinän sisäpinnassa lisärunko. Lattiaan mahdollisesti tulevan lattialämmityskaapelin asennus tuli ottaa huomioon rakennetyypissä käytettävän pintalaatan paksuutta mietittäessä. Lisäksi osastoiviin tai äänivaatimuksen omaaviin seiniin tulevien pistorasioiden tai muiden sähköasennusten sijoitus tuli tarkistaa, jotta vaatimukset täyttyvät.

Rakennetyyppikirjaston rakenteita suunniteltaessa täytyi huomioida myös se, että LVI-asennukset tarvitsevat oman tilansa. LVI-asennukset, kuten jakotukki-kaapit, hanakulmarasiat ja lattialämmityskaapelit pitää pystyä asentamaan siten, että ne täyttävät vaatimukset ja ovat taloudellisesti sekä työmaateknisesti toimivia ratkaisuja.

Vesijohtojen vuoksi rakennetyypikirjastoon lisättiin rakennetyyppi, jossa vesijoh-
tojen sijoituessa ulkoseinälle lisätään ulkoseinän sisäpintaan lisärunko. Jakotuk-
kikaappien asennuksessa tulee huomioida rakennetyypille asetetut ääni- ja palo-
tekniset vaatimukset sekä tilantarve. Lattiaan mahdollisesti tulevan lattialämmi-
tysputken asennus tuli ottaa huomioon rakennetyypissä käytettävän pintalaatan
paksuutta mietittäessä.

3.2 Työmaalta saadun palautteen vaikutus rakennetyyppeihin

Rakennetyypikirjaston ja työmaan yhteensovittaminen on äärimmäisen tärkeä
osa yhtenäisen rakennetyypikirjaston kehittämistä. Työtekniisesti toimivat ja hy-
vät vakioidut rakennetyypit ovat osaltaan jouduttamassa rakennustyömaan ete-
nemistä ja vähentävät työvirheiden määrää. Yhdessä työmaan edustajan kanssa
kehitetty rakennetyypikirjasto, josta pois on karsittu riskialttiit ja huonot ratkaisut,
luo hyvän pohjan laadukkaalle rakentamiselle.

Rakennetyypikirjastoa tehtäessä ja vakioitavia rakennetyyppejä mietittäessä
otettiin huomioon työmaalta saatu palaute huonoista ja vaikeasti toteutettavista
ratkaisuista. Rakennetyypit pyrittiin tekemään sellaisiksi, että ne ovat työmaalla
helposti toteutettavissa. Esimerkiksi teräksistä väliseinärankaa ei rakennetyypii-
kirjastoon työmaalta saadun palautteen vuoksi otettu, tosin sitä joissakin erikois-
tilanteissa voidaan käyttää.

3.3 Elementtitehtaan vaikutus rakennetyyppeihin

Elementtitehdas asettaa omat vaatimuksensa rakennetyypikirjaston rakenteille.
Rakennetyypikirjastoa tehtäessä tämä täytyi ottaa huomioon. Rakennetyypeistä
osa on sellaisia, että ne tullaan tekemään elementtitehtaassa. Elementtiteh-
taassa tehtäviin rakenteisiin vaikuttavat muun muassa elementtitehtaan tuotan-
tolinjan tekniset ominaisuudet, työtavat ja elementtien nosto sekä kuljettaminen.
Nämä asiat vaikuttivat joidenkin rakennetyypikirjaston rakenteiden muotoutumi-
seen. Esimerkiksi joidenkin rakennetyyppien kohdalla elementtitehdas asetti työ-
teknisistä syistä vaatimuksen puutavaran koolle ja tämä vaikutti myös rakenne-
tyypin paksuuteen.

4 RAKENNETYYPPIKIRJASTO

Tämän työn tilaajalla Siklatilat Oy:llä ei ollut aiemmin käytössä yhtenäistä rakennetyypikirjastoa. Tilaajalla oli valmiita rakenteita, mutta niitä ei ollut kerätty yhtenäiseksi rakennetyypikirjastoksi ja käytettävät rakenteet vaihtelivat paljon kohteittain. Tässä projektissa luotiin yhtenäinen yleisimmät käytettävät rakennetyypit käsittävä rakennetyypikirjasto tilaajalle. Luotu rakennetyypikirjasto antaa pohjan, jolta lähteä jatkokehittämään ja laajentamaan kirjastoa. Rakennetyypikirjaston kehitystyö ei tule koskaan päätökseensä. Rakenteiden ja rakennetyypikirjaston kehittäminen ja parantaminen on olennainen osa rakentamisen kehitystä.

4.1 Yleistä rakennetyypistä

Rakennetyyppi on rakenteen pystyleikkaus, josta käy ilmi, millainen rakenne on kyseessä. Rakennetyyppejä on useita erilaisia eri tilanteisiin sopivia. Rakennetyypikirjastossa esitetään seinän, ala-, väli- ja yläpohjan rakennetyyppejä. Rakennetyypikirjastossa on jokaisesta rakennetyypistä tehty rakennetyypikortti, jossa on määritelty rakennetyypin rakennusmateriaalit ja rakennusmateriaalien esimerkkituotteet. Rakennetyypikortissa rakennetyypeille on määritelty myös rakennekerrosten vahvuudet ja rakennustekniset ominaisuudet, kuten u-arvo, ääniominaisuudet ja palo-ominaisuudet.

4.2 Rakennetyypikirjaston rakenne

Rakennetyypikirjaston rakenne kehitettiin tavoitellen yksinkertaisuutta, helppokäyttöisyyttä ja joustavuutta. Haluttiin myös, että rakennetyypikirjastoa olisi myöhemmin helppo kehittää ja laajentaa. Rakennetyypikirjastosta ei kuitenkaan haluttu tehdä liian riisuttua ja haluttiin, että se sisältää kaikki tarpeelliset tiedot.

Rakennetyypikirjaston rakenteeksi valittiin yksi yhtenäinen kirjasto, joka sisältää kaikki käytettävät rakenteet. Rakennetyypit haluttiin kerätä yhteen yhtenäiseen kirjastoon, sillä yhden yhtenäisen kirjaston ylläpito on paljon helpompaa kuin

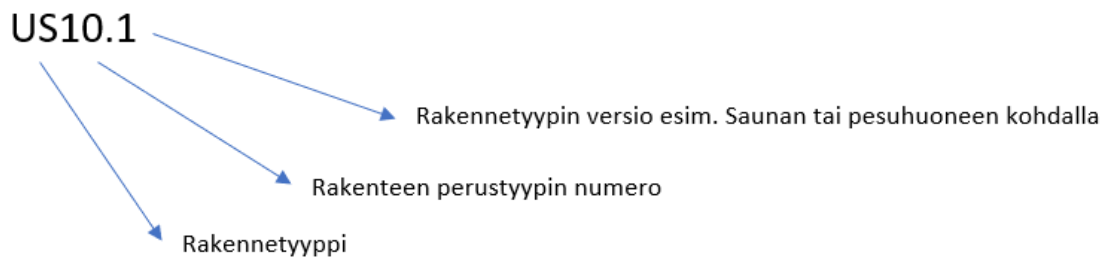
usean erillisen. Rakennetyyppikirjasto mahdollistaa myös sen, että kirjastosta poimitaan vain käytettävät rakenteet esimerkiksi tarjouskilpailun materiaaliksi.

4.3 Rakennetyyppikirjaston luominen

Rakennetyyppikirjaston luominen aloitettiin luomalla tilaajalle yhtenäinen rakennetyyppien nimeämiskäytäntö. Nimeämiskäytäntöä kehitettäessä pyrittiin siihen, että rakennetyyppi olisi tunnistettavissa helposti, nimi määräytyisi loogisesti ja rakennetyyppikirjaston laajentaminen ja kehittäminen mahdollisimman joustavasti olisi mahdollista. Nimeämiskäytäntöä mietittiin yhdessä tilaajan eri tahojen kanssa ja päädyttiin kuvassa 5 nähtävään tyyliin.

Siklatilat Oy:n rakennetyyppikirjasto:

Rakennetyypin nimeämiskäytäntö:



Rakenteen perustyyppin numero on juokseva.

Rakennetyypin versionumero määräytyy variaation mukaan juoksevana alkaen numerosta 1.

KUVA 5. Rakennetyypin nimeämiskäytäntö

Rakennetyyppikorttien rakenne oli seuraava tehtävä asia. Rakennetyyppikortin tekeminen aloitettiin tutkimalla jo olemassa olevia erilaisia rakennetyyppikortteja. Rakennetyyppikorteista tehtiin luonnos, jota käytiin yhdessä tilaajan eri tahojen kanssa palaverissa läpi. Saatujen kommenttien pohjalta jalostettiin rakennetyyppikortti, jolla lähdettiin etenemään. Rakennetyyppikortin rakenteeseen tehtiin vielä pieniä viilauksia työn edetessä.

Seuraavaksi oli vuorossa tilaajan tarvitsemien rakennetyyppien listaaminen. Tilaajan tarpeet käytiin lävitse yhdessä rakennesuunnittelupäällikön kanssa. Tilaajan tarvitsemat rakenteet merkittiin muistiin ja sen pohjalta luotiin yhteenveto tarvittavista rakennetyypeistä. Yhteenveto käytiin lävitse tilaajan eri tahojen kanssa palaverissa ja sen pohjalta yhteenvetoon tehtiin vielä muutamia pieniä lisäyksiä ja muita muutoksia, mutta pääpiirteissään tämän pohjalta aloitettiin rakennetyyppien luominen.

Rakennetyyppien luominen aloitettiin tutustumalla rakennetyyppeihin vaikuttaviin rakentamismääräyksiin ja muihin asioihin. Rakentamismääräykset huomioitiin palo-, ääni ja energiatehokkuusvaatimusten osalta. Rakentamismääräyksiä tarkasteltiin erityisesti rakennetyyppikorteissa esiteltäviin asioihin verraten.

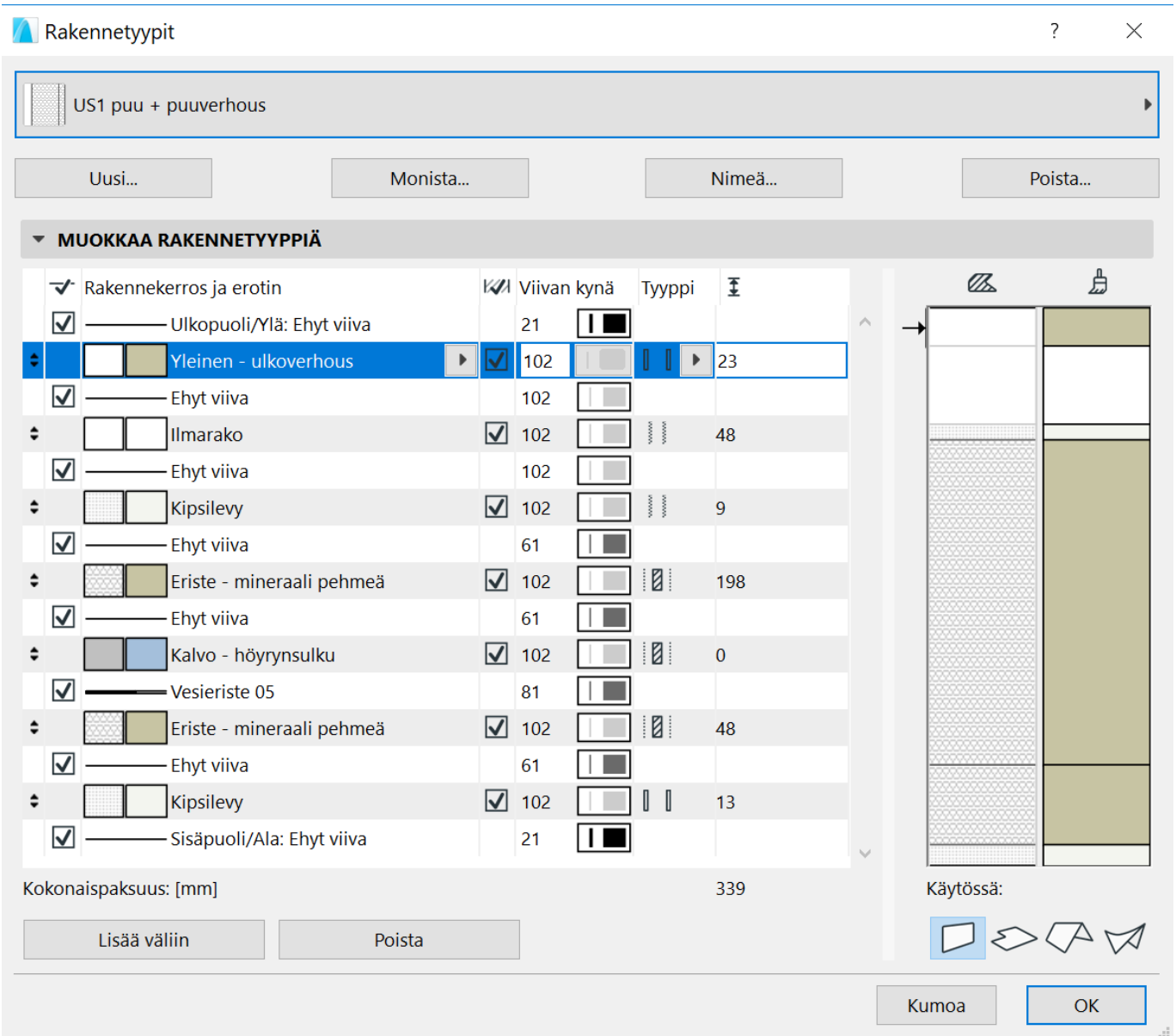
Rakennetyyppikortteihin kerättiin tietoa esimerkiksi rakenteessa käytettävistä materiaaleista, materiaalien paloluokituksesta, rakenteen paloluokituksista ja ääniominaisuuksista. Tietoa kerättiin tilaajan eri toimijoilta sekä internetin eri sivustoilta. Esimerkiksi tilaajan käyttämät rakennusmateriaalit selvitettiin toteutuneiden kohteiden rakennetyyppilistauksia tutkimalla ja tilaajan hankintavastaavaa haastatteleamalla. Rakennetyyppien paloteknisiä sekä ääniteknisiä ominaisuuksia selvitettiin useista eri internetin lähteistä, kuten Gyprocin rakennetyyppikirjastosta. Joitakin rakennetyyppien ominaisuuksia, kuten U-arvoja sekä askelääneneristävyyden arvoja, laskettiin itse käyttämällä apuna Puuinfon U-arvolaskuria sekä Laskepalvelujen askeläänitasolukulaskuria. Rakennetyyppien ääniominaisuuksien puuttuvia tietoja tullaan myöhemmin täydentämään hankkimalla tiedot ulkopuoliselta toimijalta.

Rakennetyyppikortit tehtiin Archicad-ohjelmalla, johon luotiin tätä varten projekti, johon rakennetyyppikortit piirrettiin 2d-viivapiirtona. Archicad-ohjelmasta valmiit rakennetyyppikortit tulostettiin pdf-muotoiseksi tiedostoksi. Archicad-projekti laitettiin tilaajan verkkolevylle, jotta kaikki suunnittelijat ja muut toimijat voivat tarvittaessa tehdä siihen päivityksiä ja muutoksia.

Rakennetyyppikortteja tehtäessä syntyneitä avoimia kysymyksiä käytiin läpi yhdessä tilaajan kanssa opinnäytetöiden ohjauspalavereissa sekä rakennesuunnittelupäällikön ja suunnittelujohtajan kanssa keskusteluissa. Opinnäytetöiden ohjauspalavereita pidettiin noin kerran kuukaudessa. Ohjauspalavereihin osallistui tilaajan toimijoita kuten suunnittelujohtaja, rakennesuunnittelupäällikkö, projektipäällikkö ja hankintavastaava. Ohjauspalavereista saadut vinkit ja ohjeet olivat mukavasti viemässä opinnäytetyötä eteenpäin.

Kun rakennetyyppikirjaston rakenteet saatiin luotua ja puuttuvat tiedot täydennettyä, tarkistettiin rakenteet yhdessä tilaajan kanssa. Tarkistuksessa rakennetyypit käytiin lävitse ja huomatu puutteet ja viat kirjattiin ylös. Tarkistuksen jälkeen puutteet ja viat korjattiin. Rakenteille mietittiin myös kuvaavat nimet, jotka lisättiin rakennetyyppikirjaston alun sisällysluetteloon helpottamaan rakennetyyppikirjaston käyttöä. Samoja nimiä käytettiin myös Archicad-ohjelman rakennetyyppilistauksessa.

Valmiiden rakennetyyppien rakenteet luotiin Archicad-ohjelman käytössä olevaan aloituspohjaan. Archicad-ohjelmassa rakennetyypit nimettiin nimeämiskäytännön mukaisesti. Valmiista rakenteista luotiin myös rakennepaketti tilaajan palvelimelle, jotta se on lisättävissä myös meneillä oleviin projekteihin. Rakenteet luotiin Archicad-ohjelmaan rakenteet ja niiden paksuudet syöttämällä kuvan 6 mukaisesti.



KUVA 6. Rakennetyyppien lisääminen Archicad-ohjelmaan

Kun rakennetyypikirjasto saatiin valmiiksi ja rakennetyypit Archicad-ohjelmaan lisättyä, julkaistiin ne tilaajan verkkolevylle koekäyttöön. Koekäytön aikana kerättiin eri toimijoiden kommentteja ja kehitysideoita rakennetyypikirjastoon liittyen. Koekäytön aikana huomattiin joitakin virheitä sekä puutteita ja saatiin toiveita joidenkin rakenteiden lisäämisestä kirjastoon. Saatujen kommenttien perusteella rakenteita lisättiin ja virheitä sekä puutteita korjattiin.

Kun puutteet ja virheet saatiin korjattua, totesi tilaajan suunnittelujohtaja rakennetyypikirjaston valmiiksi, lukuun ottamatta myöhemmin tehtäviä täydennyksiä muutamien rakenteiden ääniominaisuusarvoihin. Rakennetyypikirjasto katsottiin käyttökelpoiseksi ja suunnitelmien mukaiseksi. Valmis rakennetyypikirjasto luovutettiin tilaajalle pdf-tiedostona ja rakenteiden tekemiseen käytetty projekti Archicad-tiedostona. Näin tilaajalla on mahdollisuus ylläpitää ja muokata sitä tarvittaessa.

4.4 Rakennetyypikirjaston ylläpito ja kehittäminen

Rakennetyypikirjastoa kehitettäessä ja ylläpidettäessä on tärkeää kommunikatio eri toimijoiden välillä. Huonoksi havaittu tai tarpeeton rakennetyyppi voidaan poistaa tai muuttaa ja tarvittava rakennetyyppi lisätä. Rakennetyypikirjaston mahdolliset ongelmakohdat ja kehitystarpeet tullaan huomaamaan vasta sitä käytettäessä. Todennäköisesti tulevaisuus tuo tullessaan runsaasti muutoksia myös rakennetyypikirjastoon. Rakennetyypikirjastosta pyrittiinkin luomaan joustavasti muokattavissa oleva, jotta tulevaisuuden muutokset on helppo tehdä.

Rakennetyypikirjastoa voidaan kehittää myös lisäämällä siihen enemmän informaatiota. Rakennetyypikirjaston rakenteille voidaan laskea esimerkiksi rakenteen metrihinta, rakenteen paino, rakenteen hiilidioksidipäästöt ja niin edelleen. Rakennetyypikirjasto tuo lisää mahdollisuuksia myös tietomallinnukseen. Archicad-ohjelmaan lisätyille rakenteille voidaan myös syöttää monenlaista informaatiota. Rakennetyyppien materiaaleille voidaan ohjelmassa syöttää esimerkiksi tiheys, fysikaaliset ominaisuudet ja monia muita tietoja. Nämä tiedot siirtyvät tietomallin mukana eteenpäin.

4.5 Esimerkki rakennetyyppi

Rakennetyypikirjaston ulkoasusta haluttiin tehdä mahdollisimman ammattimainen, helppolukuinen ja yksinkertainen. Rakennetyyppeihin kerättiin vain tarpeellinen informaatio ja käytettiin hyvin yksinkertaista nimiötyyppiä. (Kuva 7.)

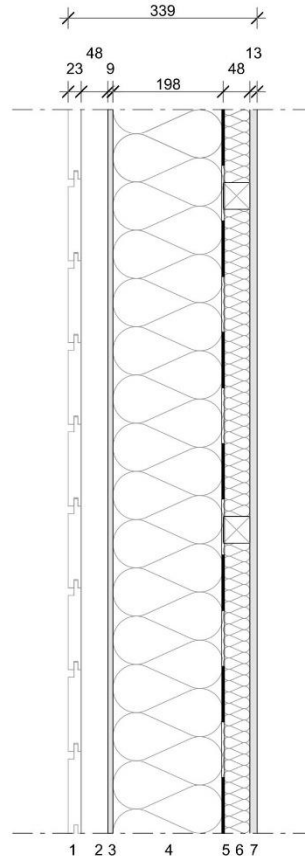
Saavutettavat ominaisuudet:

EI 30

$U \leq 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R'_w + C_{tr} = 45 \text{ dB}$

$R'_w + C = 52 \text{ dB}$



NRO	TARKOITUS	TUOTE	PINTAL.	MITTA
1	Ulkoverhous	Vaaka- / pystypaneeliverhous ARK mukaan	D-s2, d0	23
2	Ulkoverhouksen kiinnitys / Tuuletus	Pystykoolaus 48x48 k600 / vaakakoolaus 24x95 k600 + pystykoolaus 24x95 k600	D-s2, d0	48
3	Tuulensuoja / Palosuojaus	Tuulensuojakipsilevy esim. Gyproc GTS9	A2-s1, d0	9
4	Kantava rankarunko Lämmöneristys	Pystyrunko 42x198 k600 C24 Mineraalivilla esim. Isover KL36	A1	198
5	Ilman- ja höyrynsulku	HS-muovi (SFS 4225 E-luokka)		0,2
6	Lisärunko lämmöneristykselle Lämmöneristys	Vaakakoolaus 48x48 k600 Mineraalivilla esim. Isover KL36	D-s2, d0 A1	48
7	Palosuojaus / Sisäverhous	Kipsilevy esim. Gyproc GEK-13	A2-s1, d0	13

KUVA 7. Esimerkki rakennetyypistä US1

4.6 Rakennetyyppikirjastolla saavutettavat hyödyt

Rakennetyyppikirjastosta eniten hyötyvät suunnittelijat. Suunnittelijat voivat käyttää rakennetyyppikirjastoa tehdessään rakennetyyppien esivalintaa. Yhtenäinen rakennetyyppikirjasto nopeuttaa huomattavasti suunnittelijan työtä suoraan ja myös välillisesti virheiden vähentyessä. Lisäksi etuna on myös rakenteiden yhtenäinen nimeämistapa eri projektien välillä, jolloin vertaileminen ja muu tarkastelu on huomattavasti helpompaa. Myös tiimiprojekteissa vältetään sekaannukset yhtenäisen nimeämiskäytännön ja yhtenäisten rakennetyyppien ansiosta.

Rakennetyyppikirjastoa suunnittelija voi käyttää apuna myös esimerkiksi ääni- tai paloteknisesti haastavissa tilanteissa. Rakennetyyppikorteissa rakenteiden palo- ja äänitekniset ominaisuudet on selkeästi esitetty, joten suunnittelijan on helppo vertailla erilaisilla rakennevaihtoehdoilla saavutettavia ominaisuuksia ja valita eri vaihtoehdoista vaatimukset täyttävä rakenne.

Rakennetyyppikirjasto on myös mainio työkalu myynti ja markkinointitilanteisiin. Rakennetyyppikirjastosta voidaan poimia tarvittavat rakenteet eri tarkoituksiin esimerkiksi tarjouksen liitteeksi. Lisäksi rakennetyyppejä voidaan myös esitellä asiakkaalle, mikäli tarvetta on. Kunnollinen rakennetyyppikirjasto on myös parantamassa rakennusliikkeen asiakkaalle tuottamaa laatuvaikutelmaa.

Rakennetyyppikirjasto tuo työmaan- ja talotehtaan eri toimijoille mahdollisuuden vaikuttaa pysyvästi käytössä oleviin rakennetyyppeihin. Jos esimerkiksi talotehdas pystyy tehostamaan tuotantoaan tai parantamaan laatua vaihtamalla jonkin rakennetyypissä käytettävän puutavaran kokoa toiseksi, voidaan muutos viedä rakennetyyppeihin, jolloin se siirtyy myös suunnittelijoiden tietoon. Aikaisemmin muutokset olivat vain lähinnä kohdekohtaisia tai erillisen linjauksen takana.

Rakennetyyppikirjastoa voidaan käyttää myös rakennesuunnittelun ohjauksessa apuna. Rakennesuunnittelussa käytettävät rakennetyypit saavat nyt samat nimet yhtenäisen nimeämiskäytännön mukaisesti sekä rakennesuunnitelmien rakenteissa käytettävät materiaalit ovat yleisesti yrityksen käyttämiä ja oikeita.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli rakennetyyppikirjaston luominen Siklatilat Oy:lle. Tarkoituksena oli luoda tavanomaisimmat rakennetyypit ja hyvät lähtökohdat rakennetyyppikirjaston myöhemmälle kehittämiselle ja laajentamiselle. Rakennetyyppikirjasto luotiin apuvälineeksi suunnittelijoille, kustannuslaskijoille ja kaikille muillekin tilaajan eri tahoille. Rakennetyyppikirjastoa voidaan käyttää apuna rakenteen esivallinnan tekemisessä, kustannusten laskemisessa sekä tarjouskilpailun tai lupakuvien liitteenä. Yhtenäisen rakennetyyppikirjaston ansiosta rakennusliike säästää aikaa sekä resursseja.

Rakennetyyppikirjaston luomisprosessin yksi keskeisistä tehtävistä oli rakennetyyppeihin vaikuttaviin rakentamismääräyksiin tutustuminen ja niiden huomioiminen rakennetyyppien tekemisessä. Tämän vuoksi rakennetyyppeihin vaikuttavat palo-ääni ja energiatehokkuusvaatimukset tuli tutkittua melko tarkoin. Lisäksi rakennetyyppikirjaston luomisprosessin aikana tietoa karttui rakenteiden toiminnasta, oikeanlaisen rakenteen valinnasta sekä työmaan, talotehtaan ja talotekniikan vaikutuksista rakennetyyppeihin.

Rakennetyyppikirjaston luominen onnistui tavoitteiden mukaisesti ja valmis rakennetyyppikirjasto sai hyvän vastaanoton. Jo rakennetyyppikirjastoa tehtäessä kävi selkeästi ilmi, että rakennetyyppikirjastolle tulee olemaan paljon käyttöä. Rakennetyyppikirjaston ollessa vielä keskeneräinen kävivät monet sitä kysymässä. Valmis rakennetyyppikirjasto otettiin heti käyttöön sen valmistuttua ja rakenteet lisättiin suunnittelijoilla käytössä olevaan suunnitteluohjelmaan.

Valmiiseen rakennetyyppikirjastoon tullaan tulevaisuudessa tekemään varmasti muutoksia ja sitä tullaan todennäköisesti myös laajentamaan. Rakennetyyppikirjasto avaa myös runsaasti mahdollisuuksia esimerkiksi täydentävien tietojen lisäämisen muodossa. Rakennetyyppikirjastoon voidaan tarvittaessa lisätä esimerkiksi kustannustietoa tai tietoa rakenteiden hiilidioksidipäästöistä.

LÄHTEET

796/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 2017. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>. Hakupäivä 11.2.2019.

848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/none/%7B66288BFB-A697-4FCB-B602-CE0316F2C37B%7D/134002>. Hakupäivä 31.12.2018.

1010/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/none/%7BFD99E48D-F28B-452E-8175-29EA77ABD4CA%7D/133872>. Hakupäivä 4.2.2019.

Energiatehokkuus. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ia_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus. Hakupäivä 4.2.2019.

Gyproc. Saatavissa: <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palositivusto/maaritelmiä/paloluokitusjärjestelmät>. Hakupäivä 26.1.2019.

Jantunen, Jorma 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Muistio. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/none/%7B68F439B3-9D6E-44C4-8618-34FE9387FCE8%7D/132701>. Hakupäivä 28.1.2019.

Paloturvallinen puutalo - Asuin- ja toimitilarakentaminen. 2018. Puuinfo. Helsinki. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Paloturvallinen%20puutalo%20Asuin-%20ja%20toimitilarakentaminen%20web.pdf>. Hakupäivä 16.2.2019.

Paloturvallisuus. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus. Hakupäivä 4.2.2019.

Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus. Hakupäivä 15.11.2018.

Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: www.ym.fi/rakentamismaaraykset. Hakupäivä 15.11.2018.

Tasauslaskentaopas 2018. 2017. Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Taustamateriaali 2018. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B8DA891B6-94AC-4367-9E45-D59ECED00CCF%7D/133703>. Hakupäivä 4.2.2019.

Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>. Hakupäivä 11.2.2019.