



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

DWG-BETONIRAKENNE- TYYPPIKIRJASTO

TEKIJÄ/T: Otso-Lari Supperi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Otso-Lari Supperi			
Työn nimi DWG-betonirakennetyyppikirjasto			
Päiväys	29.05.2019	Sivumäärä/Liitteet	35/4
Ohjaaja(t) lehtori Matti Mikkonen, lehtori Viljo Kuusela			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto SRT Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää rakennetyyppikirjasto yrityksen tarpeisiin. Tavoitteena oli, että kirjasto sisältäisi ensisijaisesti betonirakenteisten rakennusosien rakennetyyppejä. Pääasiallisena syynä kirjaston tekemiselle oli suunnittelutyön nopeuttaminen yhtenäisellä yrityksen kattavalla tietokannalla ja Suomen rakentamismääräyskokoelman uudistuminen vuoteen 2018 mennessä maankäyttö- ja rakennuslain (958/2012, MRL) muutoksen mukaisesti.</p> <p>Opinnäytetyössä määriteltiin aluksi mitä rakennetyyppikuvat ovat ja minkälaisia niiden kuului olla yrityksen käytössä. Lisäksi on selostettu rakenteiden tärkeimmät tekniset tiedot rakennetyyppien tekemiseen ja selvennetty, minkälaisia vaatimuksia niille on määritelty. Rakennetyyppikirjaston pohjana käytettiin oikeaan suunnittelukohteesseen tehtyjä rakennetyyppikuvia. Kirjastorakennevaihtoehdoista valittuun kirjastorakenteeseen päätyminen on kuvattu kehitystyönaikana kehitettyjen versioiden avulla. Valmistuneen rakennetyyppikirjaston ominaisuudet ja käyttö on havainnollistettu omana lukunaan.</p> <p>Kehitetyn rakennetyyppikirjaston käyttöönoton onnistumista ja päivitettävyyttä ei ole vielä tässä vaiheessa pystytty arvioimaan. Teoriassa rakennetyyppikirjastoa käytetään yrityksen suunnittelutyön nopeuttamiseksi suunnitteluprojektin alkuvaiheessa. Rakennetyyppikirjastosta haetaan valmiit rakennetyypit rakennuksen rakennuslupaa varten. Tällöin tyyppikuvia ei tarvitse erikseen tehdä.</p>			
Avainsanat Rakennetyyppi, kirjastorakenne, rakentamismääräykset			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Civil and Construction Engineering, Construction Architect			
Author(s) Otso-Lari Supperi			
Title of Thesis DWG Library for Concrete Structure Types			
Date	29 May 2019	Pages/Appendices	35/4
Supervisor(s) Mr. Matti Mikkonen, Lecturer and Mr. Viljo Kuusela, Lecturer			
Client Organisation /Partners Insinööritoimisto SRT Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to create a DWG library that contains concrete structure types. The library consists primarily of concrete structured structure types. The main reason for creating the library was the need to increase and update the performance of planning to comply with the new building regulations and legislation.</p> <p>At the beginning of this thesis, the different structure types and their requirements were described. Structure type pictures designed for real design projects were the basis of the library. All improved and alternative library options were explained before choosing the selected library option.</p> <p>As a result of this thesis, the developed library will be used at the beginning of a design project. Designers can now take the ready-made structure types from the library for building licenses.</p>			
<p>Keywords Structure types, assembly of library, building regulations</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Opinnäytetyön tausta ja rajaus	5
1.2	Rakennetyypit.....	5
1.3	Vaatimukset	6
1.4	Opinnäytetyössä käytettävät ohjelmistot	7
1.5	Lyhenteet ja määritelmät.....	7
2	RAKENNUSMATERIAALIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	8
2.1	Valmistajien valmiit kirjastot	8
2.2	Kosteustekniset ominaisuudet.....	11
2.3	Palotekniset ominaisuudet	14
2.3.1	Standardipalon määritelmä	15
2.3.2	Suojaverhous ja rakennustarvikkeiden luokitteluperusteet	15
2.3.3	Palon leviämisen estäminen	17
2.4	Äänitekniset ominaisuudet.....	19
2.4.1	Rakennuksen ääniympäristö	20
2.4.2	Rakenteen ääneneristävyyden määrittäminen	22
2.5	Lämmöneristävyys	23
2.5.1	Lämmönläpäisykertoimen laskeminen.....	25
3	RAKENNETYYPPIN VALINTA ESIMERKKIKOHITESSA	28
3.1	Rakennustyyppi	28
3.1.1	Rakenteen kantavuusvaatimukset	30
3.1.2	Palotekniset vaatimukset	30
3.1.3	Fysikaaliset vaatimukset	31
4	RAKENNETYYPPIKIRJASTON RAKENNE JA KÄYTTÄMINEN	32
4.1	Kirjastorakennevaihtoehdot	32
4.2	Kehitetyn rakennetyypikirjaston käyttö	38
5	POHDINTAA JA TULOKSET	40
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	41
	LIITE 1: RAKENNETYYPPIKIRJASTO JA APUTAULUKKO.....	43
	LIITE 2: RAKENNETYYPPIKUVA	45

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja rajaus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda rakennetyyppikirjasto betonirakenteista tilaajan käyttöön. Rakennetyyppikirjaston lisäksi kehitetään käyttö- ja päivitysohjeet valmiille arkistointimenetelmälle. Yritykselle on vuonna 2012 tehty vastaavan kaltainen rakennetyyppikirjasto, mutta sen koko yrityksen kattava käyttöönotto epäonnistui. Epäonnistuneen käyttöönoton takia kirjaston olemassaolo unohtui. Lisäksi rakentamista koskevat uudet määräykset ja rakennetyyppikuvien päivittämisen laiminlyönnit johtivat siihen, että kyseinen kirjasto vanheni tiedoiltaan.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on kuopiolainen rakennesuunnitteluun ja siihen liittyvään tutkimus- ja kehitystoimintaan erikoistunut Insinööritoimisto SRT Oy. Yritys perustettiin Kuopiossa vuonna 1984, jolloin sen nimi oli Insinööritoimisto Savon Rakennetekniikka. Toimeksiantajan sisaryritys Insinööritoimisto SRT-Uusimaa Oy sijaitsee Järvenpäässä. Yritys on kuulunut Rating Alfian korkeimpaan luottoluokitukseen vuodesta 1999 lähtien. Yritys on saavuttanut muutenkin laajaa menestystä ja onkin kuulunut Suomen vahvimpiin yrityksiin vuodesta 2007 lähtien sekä Kauppalehden Menestyjä -yrityksiin. (Insinööritoimisto SRT Oy:n verkkosivut)

Opinnäytetyön tilaava yritys käyttää huomattavia resursseja kohdekohtaisten rakennetyyppien teossa suunnitteluprojektin alussa. Rakennetyyppikuvia joudutaan etsimään vanhoista töistä tai vaihtoehtoisesti piirtämään kokonaan alusta alkaen. Yli kolmekymmentävuotisen toimintansa aikana yrityksen tietokantoihin ja fyysisiin arkistoihin kertyneet erilaiset rakennetyyppiarkistot ovat uusien rakentamista koskevien määräysten ja asetusten myötä osittain tai kokonaan vanhentuneita. Opinnäytetyön aiheena oleva betonirakennetyyppikirjaston kehittäminen pyrkii täyttämään yrityksen tarpeet yhdenmukaisesta, nykysäädökset täyttävästä rakennetyyppikirjastosta. Varsinaisen kirjaston lisäksi luodaan yksityiskohtaiset ohjeet tietokannan käyttöön ja päivittämiseen tulevaisuudessa.

Rakennusosilta opinnäytetyö rajautuu yrityksen peruskäytössä oleviin betonirakennetyyppeihin alapohja-, välipohja-, yläpohja-, ulkoseinä- ja väliseinä rakenteisiin. Rakennetyyppikirjaston toimintaa kuvataan oikean asuinkerrostalon suunnitteluprojektin pohjalta.

1.2 Rakennetyypit

Rakennuksen suunnitteluprojektissa on useita eri vaiheita, joissa rakennetyypit ovat suuressa osassa. Ne kulkevat suunnittelutyön mukana aina rakennusluvan hakuprosessista lähtien. Rakennetyypit itsessään ovat teknisiä piirustuksia, joissa kuvataan rakennusosan poikkileikkausta. Suunnittelukohteen tehdään rakennetyypit rakennuksen kaikista rakennusosista, eli ylä-, väli- ja alapohjista sekä ulko- ja väliseinistä. Kohteessa voi olla useita erilaisia versioita samasta rakennusosasta, kuten väliseinät, joten rakennetyyppien määrä voi kasvaa nopeasti suureksikin. Lisäksi mahdolliset parvekkeet ja muut varsinaiseen rakennukseen kuuluvat rakenteet kuuluvat rakennesuunnittelijan työlialle ja niistä tehdään omat rakennetyyppikuvat.

Rakennetyyppikuvissa olevissa poikkileikkauksissa käytettävät materiaalit havainnollistetaan yleisesti rasteroimalla leikkaukset käytössä olevilla piirrossymboleilla, kuten esimerkiksi tiiliseinän kohdalla vinoiviivalla tai kovalla eristeellä sahalahtakuviolla. Vähäisemmällä käytöllä olevia piirrosmerkintöjä on suotavaa avata myös sanallisesti väärinkäsityksien ennaltaehkäisemiseksi. Varsinaisten poikkileikkauksen lisäksi rakennetyyppikuviin sisältyy tekstiosa, johon on listattuna käytettävien rakennusmateriaalien tekniset tiedot. Listauksessa läpikäydään mitä ja minkälaisilla paksuuksilla eri rakennusmateriaaleja on rakenteessa käytetty, ja mitkä ovat tuotteiden palotekniset pintaluokat. Tekstissä on lisäksi mahdollisia esittää lisätietoja materiaalien tuotetiedoista.

Varsinaisten materiaalitietojen lisäksi rakennetyyppikuviin pitäisi olla merkittynä koko rakenteen ääneneristävyys, U-arvo eli lämmöneristävyttä indikoiva lämmönläpäisykerroin ja rakenteen palonkestoaika. Näiden ominaisuuksien vaatimukset ovat määriteltynä Ympäristöministeriön asetuksissa, joita läpikäydään opinnäytetyön myöhemmissä osissa.

Rakennuksen suunnitteluprojektissa rakennetyyppejä tarvitaan rakennuslupaa hakiessa. Projektia johtava pääsuunnittelija, useimmiten arkkitehti, täydentää luonnossuunnitelmaansa rakennesuunnittelijan suunnittelemissa rakennetyypeillä. Rakennesuunnittelija on suunnitellut rakennetyypit arkkitehdin pyyntöjen mukaisesti siten, että ne kuitenkin ovat nykyisten säädösten mukaisia. Määrittäviä tekijöitä tässä vaiheessa ovat rakennuksen käyttötavasta johtuvat vaatimukset sekä tulevista kerroksista aiheutuvat kuormitukset.

1.3 Vaatimukset

Jotta suomalainen rakennuskanta pysyisi toimivana ja terveellisenä koko valtakunnanlaajuisesti, on tärkeää, että rakentamisessa noudatetaan yhteisiä pelisääntöjä. Siksi Ympäristöministeriö on Maankäyttö- ja rakennuslain (MRL 1999/0132) 13 §:n mukaisesti säätänyt rakentamismääräyskokoelman, johon on määriteltä rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Vuonna 2018 mennessä asetukset uudistettiin vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen mukaisesti (MRL 958/2012). Vanhaa rakennusmääräyskokoelmaa muutettiin selkeämmäksi ja yhtenäisemmäksi. Kokoelman sisältöä muutettiin muutoksia ennakoitavammaksi ja rakentamista koskevaa sääntelyä vähennettiin (Suomen rakentamismääräyskokoelma).

1.4 Opinnäytetyössä käytettävät ohjelmistot

Opinnäytetyössä muodostettava rakennetyyppikirjasto piirretään Autodesk AutoCad -piirto-ohjelmalla ja tallennetaan mahdollisine referenssitiedostoineen DWG. -tiedostomuotoon. Käyttöohje kirjaston käyttöön ja päivittämiseen kirjoitetaan Microsoft Word-tekstinkäsittelyohjelmalla ja rakennetyypit lisätään Microsoft Excel-työkalulla.

1.5 Lyhenteet ja määritelmät

U-arvo = Rakennusosan lämmönläpäisykerroin $W/(m^2K)$

Standardipalo = Standardin ISO-834 mukainen palo, jonka palokuorma ei lopu eikä lämpötilan nousulle ole esteitä. Käytetään palonkestoajan määrittämisessä.

2 RAKENNUSMATERIAALIEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Rakennetyyppien suunnittelutyössä voidaan käyttää useita erilaisia suunnitteluperiaatteita, jotka voivat vaihdella eri suunnittelutyön harjoittajien välillä suurestikin. Kun yksi suunnittelee rakenteen mahdollisimman kustannustehokkaaksi mutta minimimääräykset täyttäväksi, saattaa toinen painottaa energiatehokkuuteen ja kestäväan kehitykseen hieman suuremmalla budjetilla. Yleiseksi trendiksi suunnittelussa onkin muodostunut näiden kompromissiratkaisu. Rakenteet pyritään suunnittelemaan määräykset täyttäväksi energiatehokkuutta ja tulevaisuutta ajatellen. Rakennusmateriaalivalintoihin vaikuttaviin tekijöihin syvennytään tässä luvussa esimerkkivalmistajan rakennekuvan tarkastelun jälkeen.

Rakentamista ohjaava lainsäädäntö muuttui viime vuosien aikana. Aikaisemmin voimassa ollut Suomen Rakentamismääräyskokoelma uudistui 1.1.2018 mennessä vuodesta 2013 voimassa olleen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen (MRL 958/2012) mukaisesti. Vanha A-G -osiin jaettu Rakennusmääräyskokoelma uudistettiin asetuksiksi ja sääntelyä vähennettiin. Nämä uudet rakennusmääräyskokoelman asetukset löytyvät taustamateriaaleineen Ympäristöministeriön verkkosivuilta.

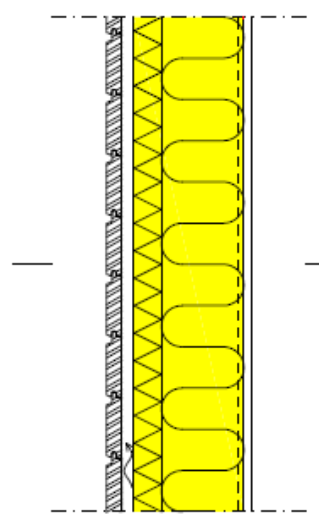
2.1 Valmistajien valmiit kirjastot

Useat rakennustuotteita valmistavat yritykset tarjoavat valmiita rakennetyyppikuvia eri rakennusosista. Esimerkiksi eristevalmistajat, kuten tässä esimerkkivalmistajaksi valittu Isover Saint-Gobain (kuva 1), antavat verkkosivuiltaan ilmaiseksi rakennetyyppikuvat useista sadoista rakenneratkaisuista.

Alla olevassa kuvassa 1 on eristystuotteita valmistavan Isover Saint-Gobain tarjoama rakenneratkaisu lämpimän tilan ulkoseinästä. Tarkastelemalla ulkoseinän leikkauskuvaa pystyy siitä havaitsemaan eri materiaalien rakennepaksuudet. Eri rakennusmateriaalit, eristeet ja puutavara, ovat rasteroituina erilaisilla sovituille symboleilla, jotka määräytyvät suomessa Rakennustiedot -kortiston RT 15-10635 pohjalta.

Leikkauskuvan alla olevassa tekstiosassa luetellaan rakennusmateriaalit ulkoa sisälle. Tekstiosa on jaettu kahteen sarakkeeseen. Ensimmäisessä sarakkeessa on merkittynä materiaalin paksuus, jonka tekniset tiedot ovat merkittynä viereiseen sarakkeeseen.

Rakennuskohde	Sisältö Lämpimän tilan ulkoseinä, puurunko, lautaverhous	
Suunnittelija	Työ nro	US 1101A
	Päiväys	



RAKENNE ULKOA SISÄLLE:

Ulkoverhous

22 mm Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600

50 mm Tuulensuoja ja lämmöneriste ISOVER RKL-31 Facade, saumat teipataan

150 mm Lämmöneriste ISOVER KL-33 ja kantava runko 50x150 k600

Höyrynsulku ISOVER VARIO

13 mm Kipsilevy GYPROC GN 13 tai GEK 13

Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka: REI 60 (palo ulkoapäin)

Ääneneristävyyys:

GN 13 -levyllä: $R_w=43\text{dB}$, $R_w+C_{tr}=43\text{dB}$, $R_w+C=42\text{dB}$

GEK 13 -levyllä: $R_w=45\text{dB}$, $R_w+C_{tr}=44\text{dB}$, $R_w+C=43\text{dB}$

GN 13 + GN 13 -levyillä: $R_w=47\text{dB}$, $R_w+C_{tr}=44\text{dB}$, $R_w+C=46\text{dB}$

GN 13 + GEK 13 -levyillä: $R_w=47\text{dB}$, $R_w+C_{tr}=45\text{dB}$, $R_w+C=46\text{dB}$

Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)

U-arvo 0,17 W/m²K

Lämmönläpäisykerroin:

VERSIO	ERISTEKERROS	U-ARVO
A	ISOVER KL-33 150mm + RKL-31 Facade 50mm	U=0,17
B	ISOVER KL-33 175mm + RKL-31 Facade 30mm	U=0,17
C	ISOVER KL-33 200mm + RKL-31 Facade 25mm	U=0,16

U-arvon korjaustermi $\Delta U = 0,000 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Eristeiden sisältämä palokuorma < 12 MJ/m².

Kuva 1 – Lämpimän tilan ulkoseinä (Isover.fi).

Valmistajien valmiit rakennetyyppikuvat ajavat asiansa, mutta niissä on myös omat heikkoutensa. Esimerkkinä olevassa ulkoseinän rakennetyyppikuvasta (Kuva 1) puuttuvat materiaalien pintojen palotekniset ominaisuusluokat. Yleisesti käytettävien rakennusmateriaalien tekniset tiedot ovat usein kirjoitettuna tuotemerkin tarkkuudella, mikä ei välttämättä ole suunnittelutyössä ihanteellista. Liian tarkalla rakennustuotteen valinnalla suljetaan muiden valmistajien vaihtoehtoisten tuotteiden käyttömah-

dollisuudet pois. Tällöin on mahdollista, että jotain hintalaatusuhteeltaan tai ominaisuuksiltaan parempaa rakennustuotetta ei oteta käyttöön määrittelyn takia. Siksi onkin hyvä esittää materiaalit teknisissä tiedoissa yleisnimityksillä ja lämmönläpäisykertoimen laskennassa käyttää ominaisuuksien keskiarvoisia lukuarvoja.

Tiettyihin valmistajiin painottuneet valmiit rakennetyypit eivät ole rakennesuunnitteluun erikoistuneelle insinööritoimistolle tarpeeksi kattavia, sillä valittavat rakennustuotevalmistajat valitaan usein asiakkaan ja suunnittelijan keskustelujen pohjalta. Siksi rakennetyyppikirjaston tekeminen ja ylläpito ovat omiaan nostamaan työtehoa. Rakennusmateriaalit valitaan fysikaalisten, palo- ja äänitekniisten ominaisuuksien mukaisesti. Niiden valinnassa käytetään erilaisia laskelmia ja tutkimuksia.

2.2 Kosteustekniset ominaisuudet

Rakennuksen toimivuuden kannalta on tärkeää, että se toimii lämpö- ja kosteusteknisesti oikein. Siksi pääsuunnittelijan on yhdessä rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan kanssa osiltaan huolehdittava rakennuksen oikeanlaisesta suunnittelusta siten, että suunniteltava rakennus täyttää käyttötarkoituksensa mukaan asetetut kosteustekniselle toimivuudelle olennaiset tekniset vaatimukset. Korjaus- ja muutostyötä tai käyttötarkoituksen muutosta suunniteltaessa on selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus. Kaiken kaikkiaan rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioiden kosteusteknisesti toimivia niiden koko suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian korkea kosteuspitoisuus tai rakennuksen osiin tai sisäpinnoille kertyvä kosteus eivät saa vaurioittaa rakennusta tai aiheuttaa rakennuksen käyttäjille terveyshaittoja.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 3 §)

Vesi on haitallista rakenteille. Siksi onkin tärkeää panostaa huomiota siihen, etteivät vesihöyry, vesi, lumi tai jää kulkeudu rakenteisiin aiheuttamaan ongelmia. Kosteuden sekä lumen tai sadeveden kulkeutuminen ja kerääntyminen vaipparakenteeseen tulee estää myös ikkunoiden ja ovien kuin myös muiden siihen liittyvien rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden kautta. Rakennuksen vaipan onkin muodostettava yhdessä rakennekerrostensa ja liitostensa kanssa vettä eristävä kokonaisuus. Kokonaisuuden täytyy pystyä estämään tuulta, tuulenpainetta ja viistosadetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin. Kosteuden, mukaan lukien rakennuskosteus ja ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti kulkeutuva kosteus, on voitava poistua haittaa aiheuttamatta rakennuksesta. Niiden rakenteiden, jotka kastuvat pinnoiltaan, on oltava sellaisia, että ne kestävät veden vaikutuksen.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 5 §)

Lämpötilojen vaihdellessa vedessä tapahtuu faasimuutoksia eli olomuodon muutoksia. Nestemäinen vesi höyryytyy lämpötilan noustessa vesihöyryksi. Kohdatessaan pinnan, jonka lämpötila on tarpeeksi alhainen, vesihöyry tiivistyy takaisin nestemäiseen muotoon. Tällaisia faasimuutoksia tapahtuu rakennuksessa käyttäjien toimesta muun muassa peseytyessä ja ruoanlaistossa. On siis olennaista, että rakenteiden ilmanpitävyyteen ja höyrytiivyyteen panostetaan. Rakennus on suunniteltava siten, että sen vaippa liitoksineen sekä sen sisärakenteet ovat ilmanpitävyydeltään ja höyrytiiviydeltään toimivia vesihöyryn haitallisen siirtymisen estämiseksi rakenteisiin.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 6 §)

Ilman kiertäminen on turvattava rakenteissa. Rakenteet on suunniteltava siten, ettei tuuletustilaan tai -väliin jää kokonaan tuulettumattomia alueita. Ilman vaihtumiseen tarkoitettut raot kuuluu sijoittaa siten että ne ovat tuuletusilman virtausreitteinä kokonaisuudessaan.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 7 §)

Rakennetyyppejä suunnittelussa kuuluu käyttää sellaisia rakennustarvikkeita ja -tuotteita, jotka ominaisuuksillaan vastaavat rakennuksen käyttötarkoituksen määäämiä teknisiä vaatimuksia. Lisäksi on huomioitava, että ne soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin. Rakennustuotteiden on kestettävä niihin kohdistuvat rasitukset asennusajasta aina koko rakenteen käyttöiän tai suunniteltuun huolto- ja korjausväliin.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 11 §)

Maata vasten olevia rakenteita suunniteltaessa on tärkeää huomioida kosteuden siirtyminen maaperästä rakenteisiin. Maanvastaisen alapohjan päälle rakennetun lattian yläpinnan on oltava vähintään 30 senttimetriä rakennusta ympäröivän maanpinnan yläpuolella pois lukien ne tilat, jotka ovat kokonaan tai osittain maanpinnan alapuolella. Jos kuitenkin lattian yläpinta on rakennettu pätevästä syystä ympäröivään maanpintaan nähden ylemmäksi vähemmän kuin 30 senttimetriä, on rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan tehtäviensä mukaisesti turvattava rakenteen kosteustekninen toimivuus.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 18 §)

Sadevedet eivät saa valua alapohjan alapuoliseen ryömintätilaan. Ryömintätila täytyy suunnitella sellaiseksi, että se tuulettuu ja tilaan kertyvä kosteus ei saa aiheuttaa haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle. Uusissa rakennuksissa ryömintätilan korkeuden on oltava keskimäärin vähintään 80 senttimetriä. Jotta ryömintätilan ja siellä olevien laitteiden ja järjestelmien toimintaa pystytään ylläpitää, ryömintätilaan on oltava kulkutie. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 19-20 §)

Pohjoisella pallonpuoliskolla syksyn sateet ja keväisin sulava lumi muodostavat vesikertymiä maaperään. Yhdistyessään maan kosteuteen vesimäärä voi kasvaa huomattavan suureksi. Maanvastaisen ulkoseinän rakenteen kuuluukin olla sellainen, että veden haitallinen tunkeutuminen rakenteisiin on estetty. Tunkeutuminen estetään rakenteen vedeneristyksellä tai vedenpaineen eristyksellä. Kellarin seinän kuivuminen ulospäin mahdollistetaan rakenteellisesti hallitulla vedenpoistolla. Vedeneristys tai vedenpaineen eristys asennetaan maanvastaisen ulkoseinärakenteen ulkopintaan tai ulkopuoliseen, maata vasten olevan lämmöneristyksen sisäpinnalle. Kosteuden haitallinen siirtyminen perusmuurista ja alapohjan betonilaatasta täytyy estää alasidepuuhun sekä yläpuolisiin seinä- ja lattiarakenteisiin.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 21-22 §)

Jos rakennusosa on vedenpaineen alaisena, on rakenteiden kestettävä jatkuvan vedenpaineen vaikutus koko sille suunnitellun käyttöiän ajan. Ulkopuolisen veden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen tulee estää pakollisella vedenpaineeneristyksellä.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 23 §)

Sadeveden pääsy seinärakenteen ulkoverhouksen taakse on estettävä. Ulkoverhouksen tausta onkin suunniteltava sellaiseksi, että tunkeutunut vesi ja kosteus pääsee poistumaan rakenteita vahingoittamatta. Ulkoverhouksen tausta tulee tehdä vähintään tuulettuvaksi, ellei kosteus pääse muutoin poistumaan.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 25 §)

Kattorakenteet suojaavat alapuolellaan olevia rakennusosia sateelta ja lumelta. Sade- ja sulamisvedet onkin johdettava pois vesikatolta rakennusta vahingoittamatta. Vesikaton rakenteet ja liitokset on suunniteltava sellaisiksi, että niillä on katteelle sopiva kaltevuus ja tiiviys veden poisjohtamiseksi. Vesikaton alapuolisen yläpohjan rakennekerrosten ja katon tuuletuksen on oltava riittävä estämään vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtauksista johtuvan haittaa aiheuttavan kosteuden kertymisen yläpohjan rakenteisiin. Saumat, rakenteen reunat ja läpivientikohdat on tehtävä tiiviiksi ilmansulkua tai höyrynsulkua käytettäessä.

(Ympäristöministeriön asetus 782/2017, 26-27 §)

Rakennuksen sisäpuolella kylpyhuoneissa ja muissa märkätiloissa, kuten saunassa, kosteutta kertyy huomattavasti enemmän pinnoille kuin muissa tiloissa. Tästä syystä vedeneristykseen ja sitä ympäröiviin rakenteisiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota tällaisissa rakennuksen tiloissa. Vedeneristys pitää tehdä sellaisille pinnoille, jotka altistuvat toistuvasti vesikontaktille. Märkätilan vedeneristykseen on muodostettava kokonaisuus sekä kaikilta pinnoiltaan että saumoiltaan myös läpivienneissä ja liittymissä. Lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristykseenä. Vaihtoehtoisesti lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen lisänä täytyy käyttää erillistä vedeneristystä. Vedeneristykseenä toimivan lattiapäällysteen tai sen alla olevan vedeneristykseen ja seinän vedeneristykseen liittymän on oltava vedenpitävä. Vesi ei saa valua tai siirtyä kapilaarisesti märkätilasta rakenteisiin ja sitä ympäröiviin huonetiloihin. Erillisen WC-tilan tai saunan seinässä ei tarvita vedeneristystä pinnoitteen takana. Märkätilojen kattopinnoitteen pitää kestää roiskevesiä, ajoittain korkeaksi nousevaa ilman suhteellista kosteutta ja hetkellistä kosteuden tiivistymistä.

(Ympäristöministeriön asetus 728/2017, 28 §)

Kosteustekninen toimivuus saavutetaan suunnittelemalla rakenteet läpikäytyjen asetusten pohjalta. Rakennusosien liittyminen toisiinsa toteutetaan sellaisilla rakennedetaljeilla, joilla saadaan toisiinsa liitettävistä rakennusosista muodostettua tiivis kokonaisuus.

Yhteenvetona, kosteusteknisesti oikein toimivassa rakenteessa kosteuden kulkeutuminen ja varastoituminen rakenteisiin on estetty johdonmukaisesti hyvää rakennustapaa käyttäen. Rakenteen kokonaisvaltainen tuulettavuus on turvattu oikeanlaisilla ja oikein sijoitetuilla tuuletusraoilla. Kosteuden kulkeutuminen on estetty rakenteita ja rakenteiden liitoksia yhdistävällä tiiviillä höyrynsululla. Oikeanlainen lämmöneristys estää kastepisteen muodostumisen ja tästä aiheutuvan kosteuden tiivistymisen rakenteeseen. Rakennuksen maanvaraiset osat suunniteltu siten, että niiden yläpinta on riittävästi maanpinnan yläpuolella oikeanlaisen fysikaalisen toiminnan turvaamiseksi.

2.3 Palotekniset ominaisuudet

Kuten maankäyttö- ja rakennuslain 117 b §:ssä kerrotaan, ”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon syttymisen vaaraa on rajoitettava.” Oikeilla materiaali- ja rakenneratkaisuilla saadaan rakennettua käyttäjäturvallisia rakennuksia. Siksi rakenteita suunnitellessa onkin tärkeää perehtyä palomääräyksiin. Suunnittelun perustana käytetään Ympäristöministeriön ylläpitämää Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, joka nykyään on asetusmuotoinen. Tällä hetkellä voimassa oleva versio on Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.

Rakennukset luokitellaan paloluokkiin P1, P2 ja P3 rakennuksen käyttötarkoituksen, koon ja kerrosmäärän mukaan. Tavallisesti P1- luokkaan kuuluvat kerrostalot, P2-luokkaan teollisuusrakennukset ja pientalot P3-luokkaan.

(Gyproc.fi)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 lisäsi paloluokkiin P0-luokan. Tätä paloluokkaa käytetään, kun rakennuksen paloteknisen suunnittelun perustana käytetään arviota oletetusta palonkehityksestä koko rakennuksessa tai sen oleellisissa osissa.

(Ympäristöministeriön asetus 828/2017, 4 §)

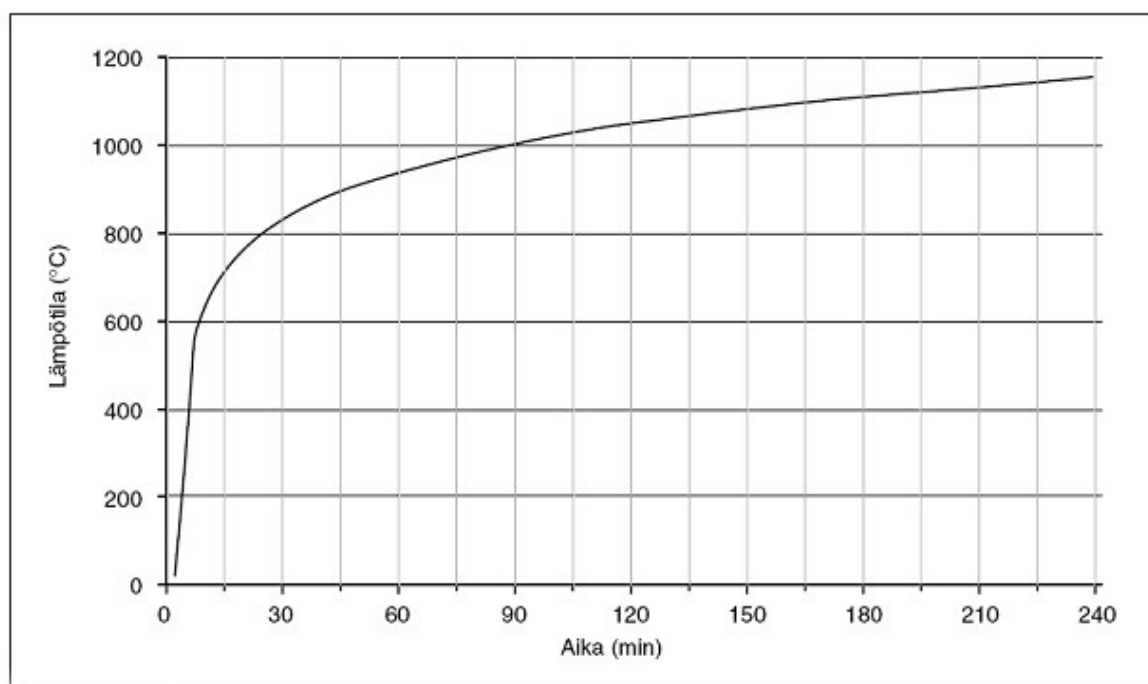
On tärkeää muistaa, että rakennuksen paloluokka on monien eri osa-alueiden summa. Paloluokka määritellään Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 pykälien lukuarvojen mukaisesti. Tiivistettynä paloluokan määrittäminen aloitetaan kartoittamalla rakennuksen käyttötarkoitus. Kun käyttötarkoitus tiedetään, selvitetään asetuksen taulukoiden perusteella eri paloluokkien kerroslukuun, korkeuteen ja kerrostaloon liittyvät rajoitukset. Lisäksi luotuja suunnitelmia verrataan suunnitelmia henkilömäärätaulukon maksimiarvoihin, jotta rakennukselle määritetty paloluokka vastaa käyttöturvallisuuden asettamat vaatimukset.

Kantavien ja osastoivien rakennusosien palonkesto aika merkitään rakennetyyppikuviin Eurokoodi EN 1992-1-2 ”Betonirakenteiden palomitoitus” mukaisella merkinnällä. Merkintä kuvaa kriteerit, jotka rakenneosan on tarvittaessa täytettävä standardipalossa. Kirjaimet, joilla kuvataan palonkesto aikaa ovat R, REI, RE, EI, ja E. Kirjaimista R indikoi kantavuutta, E tiiviyttä ja I eristävyttä. Kirjainten jälkeen ilmoitetaan aikamääre minuutteina. Merkintä voi olla yksi seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Merkintään voidaan lisätä edellä mainittujen lisäksi M, joka tarkoittaa iskunkestävyyttä palotilanteessa. Vaatimuksien mukainen kestävyys osoitetaan kokeellisesti tai laskennallisin menetelmin. (Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu ja Asetus rakennusten paloturvallisuudesta perustelumistio 20.11.2017.)

2.3.1 Standardipalon määritelmä

Palomitoituksen perustana käytetään ISO-834 standardin mukaan määritettyä standardipaloa. Toisin kuin todellisissa olosuhteissa olevassa palossa, standardipalossa palokuorma ei pääse loppumaan eikä palon tuottamalle lämpötilan nousulle ole esteitä. Standardipalon lämpötilan muutos aikayksikköön verrattuna on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 2). Lämpötilan muutos tapahtuu logaritmisien kaavan, $T = 20 + 345 \log(8t + 1)$, mukaisesti. Kaavan muuttujista T on kaasun lämpötila celsiusasteina ja t on aika minuutteina. Esimerkkinä standardipalon käyttäytymisestä sen tuottama lämpötila kasvaa 90 minuutissa tuhanteen celsiusasteeseen.

(Gyproc.fi)



ISO-834 -standardin mukainen lämpötila-aikakäyrä

Kuva 2 - Standardipalo (Gyproc.fi)

2.3.2 Suojaverhous ja rakennustarvikkeiden luokitteluperusteet

Suojaverhous on rakennuksen pinnan muodostama rakenteen osa, joka suojaa allaan olevaa rakennetta määritellyn ajan syttymiseltä ja hiiltymiseltä, kuten myös muulta vaurioitumiselta. Oikeaoppisen suojaverhouksen funktiona on palon kehittymisen rajoittaminen sellaisissa rakenteellisissa sovelluksissa, joissa rakenteessa käytettävät rakennustarvikkeet voivat turvallisuutta vaarantaen osallistua paloon. Säännöksissä suojaverhouksluokkia kuvataan luokilla K₂ 30 ja K₂ 10.

(Asetus rakennusten paloturvallisuudesta perustelumuiotio 20.11.2017)

Rakennustarvikkeiden luokitteluperusteena on se, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen ja leviämiseen sekä miten ne tuottavat savua ja palavaa pisarointia. Itse luokittelussa peruseriaatteena on tuotteen käyttäytyminen palon alkuvaiheessa. Rakennusmateriaalia kuvaavina luokkina voidaan pitää ainoastaan luokkia A1 ja A2-s1, d0, koska niiden osalta myös rakennustuotteen osa-aineille on asetettu vaatimuksia. Näin ollen edellä mainittujen luokkien voidaan katsoa indikoivan rakennustuotteen

käyttäytymistä myös palon myöhäisemmässä vaiheessa. Muiden luokkien osalta osa-aineiden ominaisuuksia ei yleensä ilmoiteta. Rakennustuotteiden paloteknistä käyttäytymistä on eräissä tapauksissa säänneltävä myös palon myöhemmässä vaiheessa. Siksi tuotteelle voidaan antaa palokäyttäytymisluokan ohella palonkestovaatimuksia, mukaan lukien suojaverhousluokkavaatimus tai palonkestovaatimus, jos mainitut vaatimukset ovat harmonisoituja eli yhtenäistettyjä ominaisuuksia. Vaatimuksen voi myös spesifioida tietylle rakennustuotteen osalle, kuten lämmöneristeen eristävälle osalle.

(Perustelumuistio 20.11.2017)

Rakenteiden luokat kuvataan seuraavanlaisilla merkinnöillä (Perustelumuistio 20.11.2017):

- Tarvikkeet (ei koske lattiapäällysteitä): A1, A2, B, C, D, E, F
- Putkimaiset lämmöneristeet: A1_L, A2_L, B_L, C_L, D_L, E_L, F_L
- Lattiapäällysteet: A1_{FL}, A2_{FL}, B_{FL}, C_{FL}, D_{FL}, E_{FL}, F_{FL}

Merkinnät tarkoittavat seuraavaa:

A1_(FL/L) = Ei osallisuutta paloon

A2_(FL/L) = Osallisuus paloon erittäin rajoitettu

B_(FL/L) = Osallisuus paloon hyvin rajoitettu

C_(FL/L) = Osallistuu paloon rajoitetusti

D_(FL/L) = Osallisuus paloon hyväksyttävissä

E_(FL/L) = Käyttäytyminen palossa hyväksyttävissä

F_(FL/L) = Eivät täytä E_(FL/L) vaatimuksia

Savun tuotto ilmaistaan lisämääreillä:

- s1 (savutuotto erittäin vähäistä)
- s2 (savuntuotto vähäistä)
- s3 (savuntuotto ei täytä s1 tai s2 vaatimuksia).

Palava pisarointi on ilmaistu lisämääreillä:

- d0 (palavia pisaroita tai osia ei esiinny)
- d1 (pisarat ja osat sammuvat nopeasti)
- d2 (pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 tai d1 vaatimuksia).

Kaikki luokat esiintyvä lisämääreiden kanssa, pois lukien luokat A1 ja F, jotka esitetään aina ilman lisämääreitä. Lisäksi paloluokka E voi olla myös ilman lisämääreitä silloin, kun tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita (Perustelumuistio 20.11.2017).

Katteet on jaettu luokkiin siten, miten vaikeasti syttyviä ne ovat ulkoiseen syttymisvaaraan nähden ja miten hitaasti paloa levittäviä ne ovat sekä miten ne suojaavat alustaansa syttymiseltä. Yleisesti katteissa käytetään luokkaa B_{ROOF(t2)}.

(Perustelumuistio 20.11.2017)

Suomessa voimassa olevassa rakentamismääräyskokoelmassa on otettu käyttöön vain B_{ROOF}(t2) luokka. Kaikkinensa katteiden luokitusmerkintöjä ovat B_{ROOF}(t1), F_{ROOF}(t1), B_{ROOF}(t2), F_{ROOF}(t2), B_{ROOF}(t2), F_{ROOF}(t2), B_{ROOF}(t3), C_{ROOF}(t3), D_{ROOF}(t3) ja F_{ROOF}(t3). Merkinnät t1, t2 ja t3 viittaavat kolmeen testausstandardin mukaisesti toteutettuun testiin. Esimerkiksi T2 tarkoittaa testiä, jossa testattava kate altistetaan palavalle puuritulille ja ilmavirtaukselle. (Weckman)

Rakennetyyppien suunnittelun kannalta tärkeimmät palotekniset määräykset koskevat rakenteiden kantavuuden säilyttämistä ja palon kehittymisen rajoittamista. Nämä asiat on määritelty tällä hetkellä voimassa olevassa Ympäristöministeriön asetuksessa 848/2017 seuraavasti:

Rakennus ja sen rakennusosat on suunniteltava sellaisiksi, että ne eivät voi aiheuttaa sortumisvaaraa määrätynä aikana palon syttymisestä. Sellaisissa tapauksissa, joissa on mahdollisuus suuriin henkilö- ja aineellisiin vahinkoihin, on rakennus suunniteltava sellaiseksi, että rakennus kestää riittävän luotettavasti sortumatta koko palokuorman palamisen ja jäähtymisen.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 11 §, s.6)

Tiivistettynä rakennuksen rakenteiden täytyy kestää rakennusosalle määritellyn palonkestoajan sortumatta. Tämä voidaan toteuttaa käyttämällä järeämpää kantavaa rakennetta tai suojaamalla kantava rakenne toisella rakenteella tai suojaverhouksella. Rakenteen täytyy kestää tulipalosta aiheutuvaa nopeaa lämpötilamuutosta.

2.3.3 Palon leviämisen estäminen

Tulipalon leviäminen rakennuksen eri osista toisiinsa estetään osastoimalla rakennus erillisiin palo-osastoihin. Palo-osastointi toteutetaan osastoivilla rakennusosilla. Osastoivan rakennusosan on oltava sellainen, että se siihen liittyvine laitteineen ja varusteineen estää palon leviämisen palo-osastosta toiseen määrätyn ajan. Hyväksyty osastoiva rakennusosa voi olla sellainen, joka kokonaan tai vain osittain täyttää osastoivan rakennusosan vaatimukset vain tiiviiden E osalta. Tällaisessa tapauksessa henkilöiden poistuminen täytyy turvata ja estää palon leviäminen toiseen palo-osastoon vaaditun palonkestävyyssajan puitteissa. Luokkavaatimus osiin jakavissa rakennusosissa on EI 15 eli sen täytyy kestää tiiviiden ja eristävyyden osalta 15 minuuttia standardipalossa.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 16 §, s.10)

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava sellainen, että se ei myötävaikuta palon tai savukaasujen leviämiseen turvallisuutta vaarantaen. Ilmakanavien seinämien on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokan tarvikkeista valmistettuja useaa palo-osastoa tai osaa kattavissa ilmanvaihtojärjestelmissä.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 19 §, s.12).

Rakentamisen ja valmistuvan rakennuksen kannalta paloturvallisuuden huomioiminen on tärkeässä osassa. Rakennus onkin rakennettava sellaisista tarvikkeista, jotka eivät myötävaikuta palon kehittymiseen turvallisuutta vaarantavalla tavalla (Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 22 §, s.12).

Luokkavaatimukset eivät koske pinta-alaltaan vähäisiä rakennusosia. Sellaisia ovat esimerkiksi tavanomaiset ovet, ikkunat, kiinnityspinnat, käsijohteet, jalkalistat, saumalaudat ja levyjen väliset saumat. Vaatimukset eivät myöskään koske enintään 2-kerroksisen rakennuksen R 30 ja D-s2, d2 -luokkavaatimukset täyttäviä palkkeja ja pilareita. Pinnat voidaan päällystää luokittelemattomalla tasoite-, silote, ja maalikerroksella tai tapetilla, joka ei ratkaisevasti vaikuta pinnalta edellytettävän luokan ominaisuuksiin. Kun osaston käyttötarkoitukseen nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on tavanomaista vähäisempi, voidaan pinnoille hyväksyä yhtä pääluokkaa matalammat vaatimukset. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on D-s2, d2 -luokka.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 23 §, s.12-13)

Rakennuksien sisäpintojen suojaverhous on olennainen asia paloturvallisuuden ylläpitämisen kannalta. Suojaverhoukselle on määritelty omat vaatimuksensa riippuen rakennuksen paloluokasta, kerrosmäärästä ja käyttötavasta. Vaatimukset koskevat suojaverhouksessa käytettävien rakennustarvikkeiden palokäyttäytymisloukkia ja rakennusosan paloluokkavaatimuksia. Ohjeistus on monimutkaisuuksensa ja useiden poikkeustapausten takia vaikeasti referoitavissa, joten lyhyesti sanottuna suojaverhouksen määrittäminen suoritetaan Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 pykälien 14 ja 15 mukaisesti.

P1-paloluokan rakennuksen ulkoseinät on pääosin rakennettava A2-s1, d0 – luokan rakennustarvikkeista. Lämmöneristeen ja muun täyteen on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa sellaisissa rakennuksissa, jotka ovat yli 2-kerroksisia P2-paloluokan rakennuksia tai yli 56 metriä korkeita P1-paloluokan rakennuksia. Enintään 56 metriä korkeissa P1-paloluokan rakennuksissa voidaan käyttää eristävältä osaltaan B-s1, d0 – luokan vaatimukset täyttävää lämmöneristettä. Eristettä, joka ei täytä vaatimuksia voidaan käyttää silloin, kun palon leviäminen eristeeseen on suojauskella tai sijoituksella rajoitettu ajaksi, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukonpielien osalta vähintään puolet tilan osastovien rakennusosien palonkestävyysvaatimuksista. Eristävältä osaltaan D-s2, d2 -luokan vaatimuksia täyttämätön lämmöneriste on katkaistava enintään kahden kerroksen välein 28 metrin korkeuteen saakka ja tämän jälkeen palon leviämisen eteneminen lämmöneristeessä katkaistaan kerroksen välein rakennustarvikkeella. Kantamattoman ulkoseinän runko voi koostua D-s2, d2 -luokan rakennustarvikkeista enintään 56 metriä korkeissa P1-paloluokan rakennuksissa. Ulkoseinärakenteen toimivuus palotilanteessa voidaan osoittaa täydessä mittakaavassa olevassa kokeessa enintään 56 metrin korkeudessa rakennuksessa.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 25 §, s.15).

Rakentamisessa käytettävät rakennustuotteet pintakäsittellään lähes poikkeuksetta joko tuotantovaiheessa tai kun ne ovat asennettu paikalleen. Luokittelemattomia tasoite-, silote- ja maalikerroksia voidaan käyttää pintojen päällystykseseen, kun ne eivät olennaisesti vaikuta pinnalta edellytyn luokan ominaisuuksiin.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 26 §, s.15).

Lämmöneristeille ja täyteaineille on omanlaisensa vaatimuksensa eri paloluokan rakennuksille. Lämmöneristeinä tai muuna täytteenä on käytettävä vähintään A2-s1, d0 -luokkaisia rakennustuotteita yli 56 metriä korkeissa P1-paloluokan rakennuksissa ja yli 2-kerroksisissa P2-paloluokan rakennuksissa. Enintään 56 metriä korkeissa P1-paloluokan rakennuksissa voidaan käyttää eristävältä osaltaan B-s1, d0 – luokan vaatimukset täyttävää lämmöneristettä. Eristettä, joka ei täytä vaatimuksia voidaan käyttää silloin, kun palon leviäminen eristeeseen on suojauksella tai sijoituksella rajoitettu ajaksi, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukonpielien osalta vähintään puolet tilan osastovien rakennusosien palonkestävyysvaatimuksista. 1—2-kerroksisissa ullakottomissa rakennuksissa ja enintään 28 metriä korkeissa rakennuksissa, joissa käytettävien lämmöneristeiden eristävä osa täyttää D-s2, d2 -luokan vaatimukset, riittää että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajaksi, joka on vähintään puolet tilan osastovien rakennusosien palonkestävyysaika vaatimuksesta. Lämmöneristeiden suojaus ei saa ollenaisesti heikentyä läpivientien ja muiden asennuksien toteutuksista.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 27 §, s.17)

Katemateriaalin kuuluu olla sellainen, ettei se syty helposti naapurirakennuksen palosta. Syttynyt palo ei saa levitä katteessa tai sen alustassa turvallisuutta vaarantaen. Käytettävän katteen kuuluu olla BROOF(t2) -luokkaa. Muita kuin BROOF(t2) -luokkaan kuuluvia katteita voidaan käyttää erillisen tulisijattoman rakennuksen rakentamiseen. Erytystapauksessa BROOF(t2) -luokkaan kuulumattomia katteita voidaan käyttää myös sellaisessa rakennuksessa, josta ei aiheudu aluepalon vaaraa. Suuret kattoinnat täytyy jakaa osiin, jotka ovat alaltaan enintään 2400 neliometriä. Jakovaatimus ei kuitenkaan koske tapauksia, joissa katteen alusta on vähintään A2-s1, d0 -luokkaa tai muunlaisia ratkaisuja, joiden paloturvallisuustasoa voidaan pitää hyväksyttävänä.

(Ympäristöministeriön asetus 848/2017, 28 §, s.17)

Yhteenvedon rakenteet täytyy suunnitella sellaisiksi, että ne täyttävät rakennuksen paloluokan määrittelemät vaatimukset palonkestolta. Tulipalon holtiton leviäminen rakennuksen eri osiin täytyy estää osastoivilla rakenneratkaisuilla ja sen rakentamiseen täytyy käyttää ominaisuuksiltaan riittäviä tuotteita. Lisäksi täytyy muistaa, että standardipalo ei toteudu tavallisissa olosuhteissa, joten palokuorman loppuessa lämpötila stabiloituu ja alkaa laskemaan palon sammussa.

2.4 Äänitekniset ominaisuudet

Vuosisatojen saatossa ihmisen elinympäristö on muuttunut huomattavalla tavalla. Yhä kasvavassa määrin ihmiset muuttavat maaseudulta kaupunkiin koulutuksen, työn ja palveluiden perässä. Kaupungistumisesta seuraa mitä suuremmissa määrin se, että asumistiheys kasvaa ja esimerkiksi kerrostaloasumisen suosio kohoaa. Asumistiheyden kasvaessa ihminen altistuu asumisesta ja liikenteestä aiheutuvalle melulle enemmän kuin aikaisemmin. Jatkuva altistuminen melulle on pitkäaikaisena ihmiselle epäterveellistä. Suomessa onkin säädetty lainsäädäntö meluntorjunnan ja terveellisten ääniosuhteiden ylläpitämiseksi.

Maankäyttö- ja rakennuslain 117 f § (21.12.2012/958) mukaisesti toimittaessa rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennuksen ja siihen liittyvien alueiden oikeanlaiseen suunnitteluun ja

rakentamiseen sellaisiksi, etteivät niiden meluallistutus ja ääniolosuhteet vaaranna terveyttä, lepoa tai työntekeä.

Ympäristöministeriö on maankäyttö- ja rakennuslain (958/2012) mukaisesti määrittänyt asetuksen, jossa säännöstellään uusiorakentamista, olemassa olevan rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta. Asetuksen säännökset käsittelevät rakenteiden ja rakennusosien ääneneristävyysvaatimuksia, taloteknisten laitteiden äänentuottoa, rakennuksen ääniolosuhdevaatimuksia sekä piha- ja oleskelualueiden meluntorjuntaa ja ääniolosuhteille asetettavia vaatimuksia. Voimassa oleva versio on tällä hetkellä Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017 ja sen tärkeimmät osat käydään läpi seuraavissa kappaleissa.

2.4.1 Rakennuksen ääniympäristö

Tärinäolosuhteet ja ympäristön melu ovat asioita, jotka täytyy ottaa rakennuksen suunnittelussa huomioon. Rakennuksen ääniympäristöä koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy, jos rakennuksen ääneneristys, melun- ja tärinätorjunta sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti (Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 3 §).

Asuntoja sekä majoitus- ja potilashuoneita suunnitellessa ja toteuttaessa on noudatettava Ympäristöministeriön määrittämiä lukuarvoja. Asuntojen, majoitus- tai potilashuoneiden välillä pienin sallittu äänitasoeroluku ($D_{nT,W}$ (dB)) on 55 dB ja suurin sallittu askeläänitasoluku ($L'_{nT,W} + C_{l, 50-2500}$ (dB)) 53 dB. Uloskäytävästä asuin-, majoitus- tai potilashuoneeseen pienen sallittu äänitasoeroluku 39 dB ja suurin sallittu askeläänitasoluku 63 dB.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 4 §)

Riittävän ääneneristyksen toteutumiseen on kiinnitettävä suunnittelussa ja toteutuksessa erityistä huomiota, jos asunto, majoitus- tai potilashuone on kytkettynä rakenteellisesti tiloihin, joissa syntyy voimakasta, erityisen häiritsevää tai pienitaajuista ääntä. Impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun yhden tunnin keskiäänitaso ei saa ylittää 25 desibeliä nukkumiseen tai lepoon käytävissä huoneissa.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 4 §)

Ääneneristys on suunniteltava opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- ja toimistotiloihin tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen niin, että tiloissa saavutetaan toiminnan vaatima riittävän hyvä ääniympäristö. Ääniympäristö on suunniteltava ja toteutettava sisäänvedettyjen parvekkeiden, viherhuoneiden ja kattoterassien ääneneristyksen osalta sellaisiksi, ettei asukkaille aiheudu haittaa.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 4 §)

Uudelle rakennukselle on määritelty vaatimuksia koskien melun- ja värinän torjuntaa. Asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita sisältävissä rakennuksissa ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava sellaiseksi, että sen ääneneristys on vähintään 30 dB ja impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei ylitä 25 dB nukkumiseen tai lepoon käytettävissä.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 5 §)

Erilaisista rakennukseen liittyvistä laitteistoista lähtevä käyntiääni leviää rakenteellisesti rakennuksen eri osiin. Rakennuksen hissien ja taloteknisten laitteiden asennukset onkin suunniteltava ja toteutettava siten, ettei niiden synnyttämä äänitaso ylitä seuraavassa (TAULUKKO 1.) esitettyjä arvoja:

Huone- ja ulkoilutila	Jatkuva laajakaistainen ääni		Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni	
	Keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisäänitaso $L_{AFmax,T}$ (dB)	Keskiäänitaso $L_{Aeq,T}$ (dB)	Enimmäisäänitaso $L_{AFmax,T}$ (dB)
Asuin-, majoitus- tai potilashuone	28	33	25	30
Asunnon keittiö tai rakennuksen harrastustila	33	38	30	35
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43	35	40
Ulkotila	45	50	40	45

TAULUKKO 1. Hissien ja taloteknisten laitteiden äänitasorajat (YM 796/2017, 5 §.)

Rakennuksessa, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, runkoääni- ja värinäeristys sekä opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta-, ja toimistotiloja, melun- ja värinäntorjunta suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoituksen mukaisesti siten, että niissä on toimintaa vastaava tarpeeksi hyvä ääniympäristö.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 5 §)

Eri asioiden sisäistäminen puheesta helpottuu huomattavasti, jos ympäristö ei vaimenna äänen kantavuutta. Potilashuoneita, opetus-, kokous-, hoito-, harrastus-, liikunta- tai toimitiloja sisältävä rakennus onkin suunniteltava ja toteutettava ääniolosuhteiltaan sellaiseksi, että tilassa saavutetaan käyttötarkoitukseen riittävä puheenerotettavuus (Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 6 §).

Ei ole tarkoituksenmukaista, että rakennuksessa ääni jää kaikumaan. Asuntoja tai majoitus- tai potilashuoneita sisältävän rakennuksen suunnittelun ja toteutuksen pitääkin olla sellainen, että porrashuoneen ja uloskäytävän jälkikaiunta-aika on maksimissaan 1,3 sekuntia. Virkistykseen käytettävän rakennuksen piha- ja oleskelualueet sekä oleskeluun käytettävät parvekkeet on suunniteltava ja toteutukseltaan tehtävä sellaisiksi, että melun keskiäänitaso ei ylitä kello 7-22 55 desibeliä ja viherhuoneet sellaisiksi, että melun keskiäänitaso ei ylitä 45 desibeliä.

(Ympäristöministeriön asetus 796/2017, 6 §)

Liikenne ja teollisuus yhdistettynä ihmismassaan tuottaa ympäristöön äänentason nousua. Valtioneuvoston päätös (993/1992) käsittelee ympäristön melutason ohjearvoja. Sitä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemisessä ja viihtyvyyden turvaamisessa. Päätöstä ei voi soveltaa teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla. Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti ympäristön melutaso ei saa ylittää taulukon 2 mukaisia ohjearvoja taajamien asuin- ja virkistysalueilla se hoito- tai oppilaitosten alueilla (RIL 243-4-2011 3.6, s.26). Taulukon 2 ohjeelliset enimmäisarvot ovat A-painotettuja äänenpaineita, jotka jäljittelevät kuulon herkkyyden taajuusriippuvuutta (Ympäristöministeriön ohje ääniympäristöstä).

	päiväohjearvo klo 07-22 L _{A,eq,15h} [dB]	yöohjearvo klo 22-07 L _{A,eq,9h} [dB]
Melu kiinteistön tontilla oleskelualueella:		
Asuinalueet, hoito- ja oppilaitosten alueet	55	50
-edelliset, mutta uusilla alueilla	55	45
Vapaa-ajan alueet, loma-asuntoalueet	45	
Huoneistojen sisäpuolinen melu:		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet päivällä	35	30
Opetus- ja kokoontumistilat	35	35
Liike- ja toimistohuoneet	45	45

TAULUKKO 2 - Ympäristömelun A-painotetut keskiäänitason ohjeelliset enimmäisarvot.

(RIL 243-4-2011 3.6 s.26)

2.4.2 Rakenteen ääneneristävyyden määrittäminen

Rakenteen ääneneristävyys määritellään erilaisin laskelmin ja kokein. Johtuen laskelmien vaativuudesta ja kokeiden vaikeudesta johtuen valmistajien suosittelemia rakenneratkaisuja kannattaa hyödyntää rakenteiden suunnittelussa.

Rakennusten äänitekniisten ominaisuuksien määrittäminen on huomioon otettavien osa-alueiden suuren lukumäärän takia hyvin haastavaa. Siksi ääniominaisuuksien määrittämisestä voisi tuottaa oman ohjeensa kehitystyönä. Tämä opinnäytetyön äänitekniisiä ominaisuuksia ja säädöksiä koskevan luvun sisältö onkin hyvin valikoiva eikä se sisällä kuin aivan välttämättömät tiedot aiheesta.

2.5 Lämmöneristävyys

Ilmastonmuutoksen takia ihmisen on täytynyt muuttaa kulutustottumuksiaan ympäristöystävällisempiin tuotteisiin ja palveluihin. Uusiutuvien energiamuotojen ja materiaalien käyttöä suositaan entistä enemmän tavallisten ihmisten keskuudessa. Myös rakennusteollisuudessa on alettu panostaa entistä enemmän kestävään kehitykseen ympäristöystävällisten ratkaisujen ja toimintatapojen avulla. Rakennustyömailla rakentamisessa kertyvän jätteen lajitteluun ja kierrätykseen kiinnitetään enemmän huomiota ja materiaalien tuhlaamista pyritään välttämään. Energiankulutuksen vähentämisen vuoksi rakennuksista rakennetaan aikaisempaa tiiviimpiä lämpöhäviöiden ennaltaehkäisemiseksi.

Rakennuksen lämpöhäviöllä tarkoitetaan rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettua lämpöhäviötä. Yhteenlaskettu lämpöhäviö voi olla enintään yhtä suuri kuin vertailuarvoilla rakennukselle määritelty vertailulämpöhäviö. Lämpimille ja puolilämpimille tiloille on asetettu erilliset vaatimuksensa. Sellaisissa rakennuksen laajennuksissa tai kerrosalaan laskettavan tilan lisäyksissä, joissa voidaan käyttää jo olemassa olevaa ilmanvaihto- tai lämmitysjärjestelmää, sovelletaan rakennuksen lämpöhäviön osalta vain rakennuksen vaipan lämpöhäviölle asetettuja vaatimuksia. Vähintään neljä kuukautta vuodessa käytössä olevissa loma-asumiseen käytettävissä rakennuksissa sovelletaan lämpöhäviön osalta vain rakennuksen lämpöhäviölle asetettuja vaatimuksia.

(Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 23 §)

Rakennuksen vaipan lämpöhäviö lasketaan eri rakennusosien pinta-alojen ja lämmönläpäisykertoimien perusteella. Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo tarkoittaa jatkuvuustilassa rakennusosan läpäisevää lämpövirran tiheyttä lämpötilaeron ollessa rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä yksikön suuruinen (Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 2 §, 15). U-arvo lasketaan jokaiselle rakennusosalle ja merkitään rakennetyypikuviin. U-arvon yksikkönä käytetään wattia per neliö Kelvin [$W/(m^2K)$].

Rakennuksessa olevien rakennusosien rakenteille lasketaan lämmönläpäisykertoimet. Tulokseksi saatu lämmönläpäisykertoimen arvo verrataan Ympäristöministeriön asetuksessa määritettyihin arvoihin. Vertailuarvo määräytyy rakennuksen käyttötavan mukaan taulukon 3 mukaisesti.

Rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvot			
	Lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennus	Siirtokelpoinen rakennus tai puolilämpimän tilan rakennus	Loma-asumiseen tarkoitettu pientalo, käyttö \geq 4kk/a
Rakennusosa	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]
Seinä	0,17	0,26	0,24
Massiivipuuseinä keskimääräinen paksuus \geq 180mm	0,40	0,60	0,80
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09	0,14	0,15
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17	0,26	0,19
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16	0,24	0,24
Ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- tai uloskäyntiluukku	1,0	1,4	1,4

TAULUKKO 3 - Rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvot

(Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 24 §.)

Ikkunat kasvattavat rakennuksen vaipan lämpöhäviötä. Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 % rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasoalojen yhteismäärästä. Se ei saa kuitenkaan ylittää 50 % rakennuksen julkisivupinta-alasta. Pinta-aloina lämpöhäviön laskennassa käytetään suunnitellun rakennuksen koko- ja geometriatietoja. Vaipan eri rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaissämittojen mukaan.

(Ympäristöministeriön asetus 1010/2017, 24 §)

2.5.1 Lämmönläpäisykertoimen laskeminen

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo lasketaan yksinkertaistettuna seuraavaksi läpikäytävillä kaavoilla (kaavat 1-6). Läpikäytävät kaavat on referoitu jo kumotusta vuoden 2003 Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C4. Lämmönläpäisykertoimen peruskaavat ovat pysyneet käyttökelpoisina, vaikka määräyskokoelma onkin muilta osiltaan kumoutunut.

$$U = 1 / R_T \quad (1)$$

jossa R_T on rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön (m^2K/W).

Kokonaislämmönvastus lasketaan rakennusosan ainekerroksien ollessa tasapaksuja ja tasa-aineisia ja lämmön siirtyessä kerroksiin nähden kohtisuoraan seuraavanlaisesti (2):

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

jossa

R_1 = ainekerroksen paksuus jaettuna ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo

R_g = rakennusosassa olevan ilmakerroksen lämmönvastus

R_b = maan lämmönvastus

R_q = ohuen ainekerroksen lämmönvastus

$R_{si} + R_{se}$ = sisä- ja ulkopoulisen pintavastuksen summa

Jos tasa-aineisen ainekerroksen paksuus vaihtelee rakenteen tason suunnassa, voidaan paksuuden lukuarvona käyttää keskimääräistä paksuutta. Tämä edellyttää, että paikallinen vähimmäispaksuus ei alita keskimääräistä paksuutta enempää kuin 20 prosenttia.

Jos rakennusosassa on rinnakkain lämpövastukseltaan erilaisia osa-alueita, lasketaan epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R_j seuraavanlaisesti (3):

$$1 / R_j = f_a / R_{aj} + \dots + f_n / R_{nj} \quad (3)$$

jossa

f_a, \dots, f_n = tasa-aineisen suhteellinen osuus ainekerroksen kokonaispinta-alasta

R_{aj}, \dots, R_{nj} = tasa-aineisen osa-alueen lämmönvastus (R = paksuus / lämmönvastus)

[Kaava 2 ei toimi vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuden suunnitteluarvojen poiketessa toisistaan enemmän kuin viisikertaisesti. Tällöin alue käsitellään kylmäsiltnä.]

Kokonaislämmönvastus R_T lasketaan epätasa-aineisia kerroksia sisältävään rakennusosaan seuraavanlaisella kaavalla (4):

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{se} \quad (4)$$

jossa

R_1, R_2, \dots, R_n = epätasa-aineisen ainekerroksen lämmönvastus laskettuna kaavalla (3)

ΣR = lämmönvastusten summa, sis. tasa-aineiset ainekerrokset, ilmakerros, ohuet ainekerrokset ja maan lämmönvastus.

$R_{si} + R_{se}$ = sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa

[R_T on kaavassa (4) kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo.]

Rakenteessa koko vaipan alueella vaikuttavat kylmäsilat, kuten siteet, kannakset sekä tuki- ja runkorakenteet kuuluu ottaa huomioon lämmönläpäisykerrointa määrittäessä. Yksittäisiä kylmäsiltoja ei tarvitse ottaa huomioon. Kylmäsilloista aiheutuva rakennusosan lämmönläpäisykerroimen lisäys on laskettava alla olevan kaavan (5) mukaisesti, kun kylmäsilan aineen lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo poikkeaa viereisen aineen vastaavasta suunnittelu-arvosta yli viisinkertaisesti.

$$\Delta U_{\psi X} = \Sigma \Psi_k (l_k / A) + \Sigma X_j (n_j / A) \quad (5)$$

jossa

Ψ_k = rakennusosan keskenään samanlaisten viivamaisten kylmäsiltojen viivamainen lisäkonduktanssi $W/(mK)$

X_j = rakennusosan keskenään samanlaisten pistemäisten kylmäsiltojen pistemäinen lisäkonduktanssi W/K

l_k = viivamaisten kylmäsiltojen yhteispituus, m

n_j = pistemäisten kylmäsiltojen lukumäärä

A = rakennusosan pinta-ala, m^2

Ψ_k ja X_j lasketaan tarkoitukseen soveltuvalla laskentamenetelmällä tai määritellään kokeellisesti. Rakennusosan U -arvon voidaan olettaa kasvavan $0,006 W/(m^2K)$ käytettäessä 4 mm ruostumattomia terässiteitä $4 \text{ kpl}/m^2$ ja $0,05 W/(m^2K)$ käytettäessä 4 mm kuparisiteitä $4 \text{ kpl}/m^2$. Ilmavirtausten lämpöhäviötä suurentava vaikutus arvioidaan erikseen ja otetaan huomioon rakennusosan lämmönläpäisykerroimen lisäyksenä, jos lämmöneristyksen vähäisiä rakoja ynnä muita ilmarakoja ei oteta huomioon lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvossa. Lämmönläpäisykerroimeen tehtävän lämmöneristyksen ilmavirtausten ΔU_g lisäyksen suuruus riippuu lämmöneristyksen asentamistavasta suojauksineen ja eristeen ilmanläpäisyydestä. Suuruus arvioidaan luotettavalla tutkimuksella tai selvityksellä.

(Suomen rakentamismääräyskokoelma C4, 2003)

Ilmaraoista johtuva lisäys ΔU_g lasketaan seuraavalla kaavalla (6) (VINHA 2019-03-13):

$$\Delta U_g = \Delta U'' \times (R_1/R_{T,h})^2 \quad (6)$$

jossa

$\Delta U'' = 0,00 \dots 0,04$ (taso 0, 1 ja 2), korjaustermi määräytyy standardin EN 6946, mukaisesti*

R_1 = ilmarakoja sisältävien kerrosten lämmönvastusten summa

$R_{T,h}$ = Rakenteen kokonaislämmönvastus

*Englanninkielinen SFS-EN ISO 6946:2017, p 45.

Taso 0 = 0,00 W/(m²K): Lämmöneristeessä vain vähäisiä ilmarakoja tai ei ilmarakoja. Ei merkittävää vaikutusta lämmönläpäisykertoimeen.

Taso 1 = 0,01 W/(m²K): Lämmöneristeen läpäiseviä ilmarakoja, eivät aiheuta ilman kiertokulkua eristeen lämpimän ja kylmän puolen välillä.

Taso 2 = 0,04 W/(m²K): Lämmöneristeen läpäiseviä ilmarakoja, aiheuttavat ilman kiertokulua eristeen lämpimän ja kylmän puolen välillä.

Lopullinen U-arvo on lämmönläpäisykerroimen ja kylmäsilloista sekä ilmaraoista johtuvien lisäysten summa.

Kokonaisuudessaan lämmönläpäisykerroimen laskenta vaatii kaikkine korjaustermeineen ja lisäyksineen usein huomattavan määrän työtä. Siksi lämmönläpäisykerroimen laskennassa käytetään usein suoraviivaisempaa laskentatapaa. Tällöin lämmönläpäisykerroin lasketaan siten, että kokonaislämmönvastus lasketaan rakennekerroksille ja eristeille lämpimältä puolelta ensimmäiseen ilmarakoon saakka. Tulokseksi saadun arvon todenperäisyyttä täytyy kuitenkin arvioida kriittisesti mahdollisten lisäysten kannalta, vaikka niitä ei erikseen lasketa.

3 RAKENNETYYYPIN VALINTA ESIMERKKIKOHTEESSA

Tämän opinnäytetyön teknisenä runkona ja esimerkikohteenä käytetään allekirjoittaneen oikeaan suunnitteluprojektiin luomia rakennetyypikuvia. Rakennetyypikuvat on suunniteltu pääkaupunkiseudulla sijaitsevaan kolmen asuinkerrostalon rakennuskokonaisuuden rakennuslupahakemusta varten. Yhteinen maanalainen autosuoja ja väestönsuojat yhdistävät rakennukset yhteen.

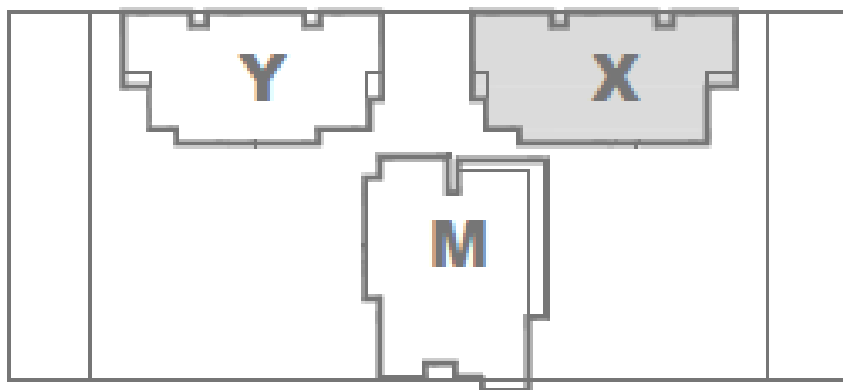
3.1 Rakennustyyppi

Esimerkkinä olevan kohteen rakennuskokonaisuuteen kuuluvat 16 kerroksinen asuinkerrostalo M sekä yhdeksänkerroksiset ja kahdeksänkerroksiset kerrostalot eli niin sanotut lamellit X ja Y. sekä rakennukset yhdistävä autosuoja. Autosuoja on kahdessa kerroksessa ja osittain maan alla. Katutasolla rakennusten X ja Y välissä on liiketila. Rakennuskokonaisuuden paloluokka on P1.

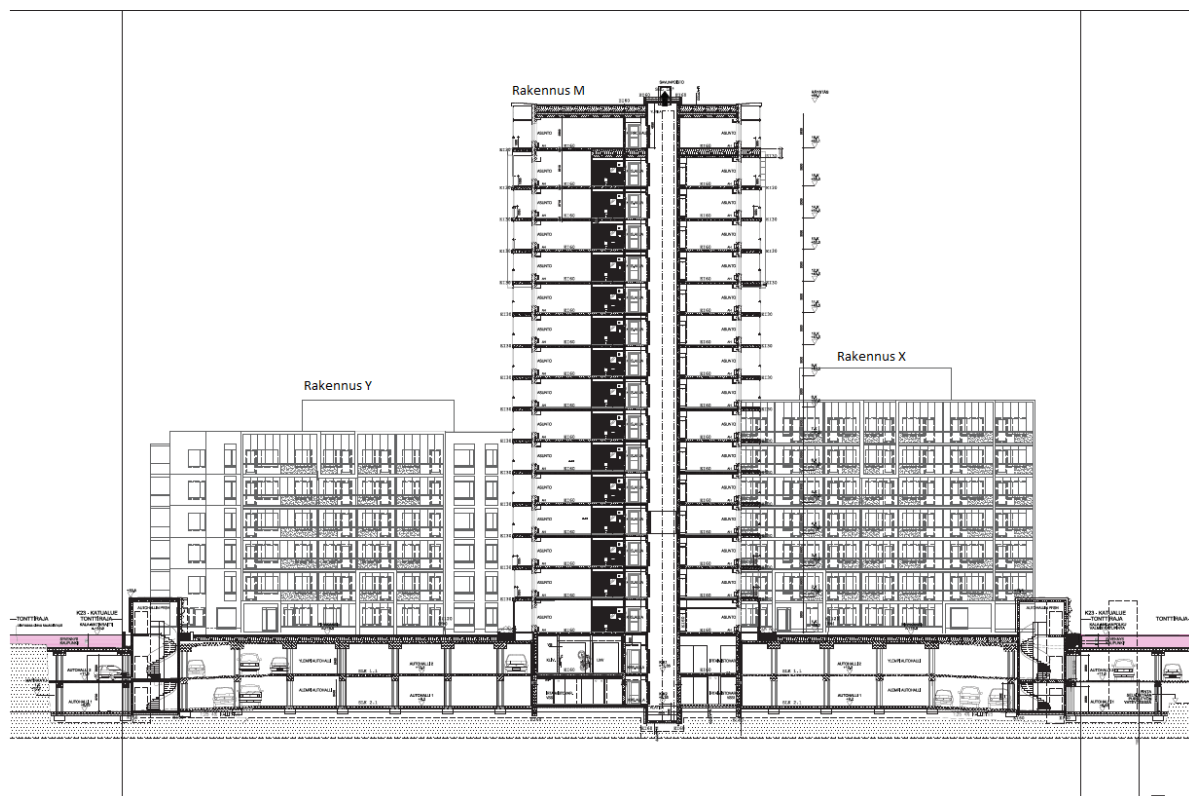
Kaksikerroksisen autosuojan alin kerros sijaitsee maan alla ja toinen kerros kadun tasolla. Autosuojan yhteyteen kuuluu väestönsuojatilat. Autosuojan yläpohjan päälle on suunniteltu pihakansi, jossa sijaitsee rakennuksien välissä. Pihakannella sijaitsee ulkoilualue rakennusten käyttäjille.

Rakennukset ovat huomattavan korkeita kaduntasoon nähden. Yhdeksänkerroksinen kerrostalo on kaduntasosta 28 metriä korkea ja kahdeksänkerroksinen kerrostalo on kaduntasosta 25 metriä. Korkein, 16 kerroksinen asuinkerrostalo on korkeudeltaan 50,2 metriä korkea ja se nousee autosuojan kannen päältä. Katutasoon nähden korkein talo on 55,9 metriä korkea.

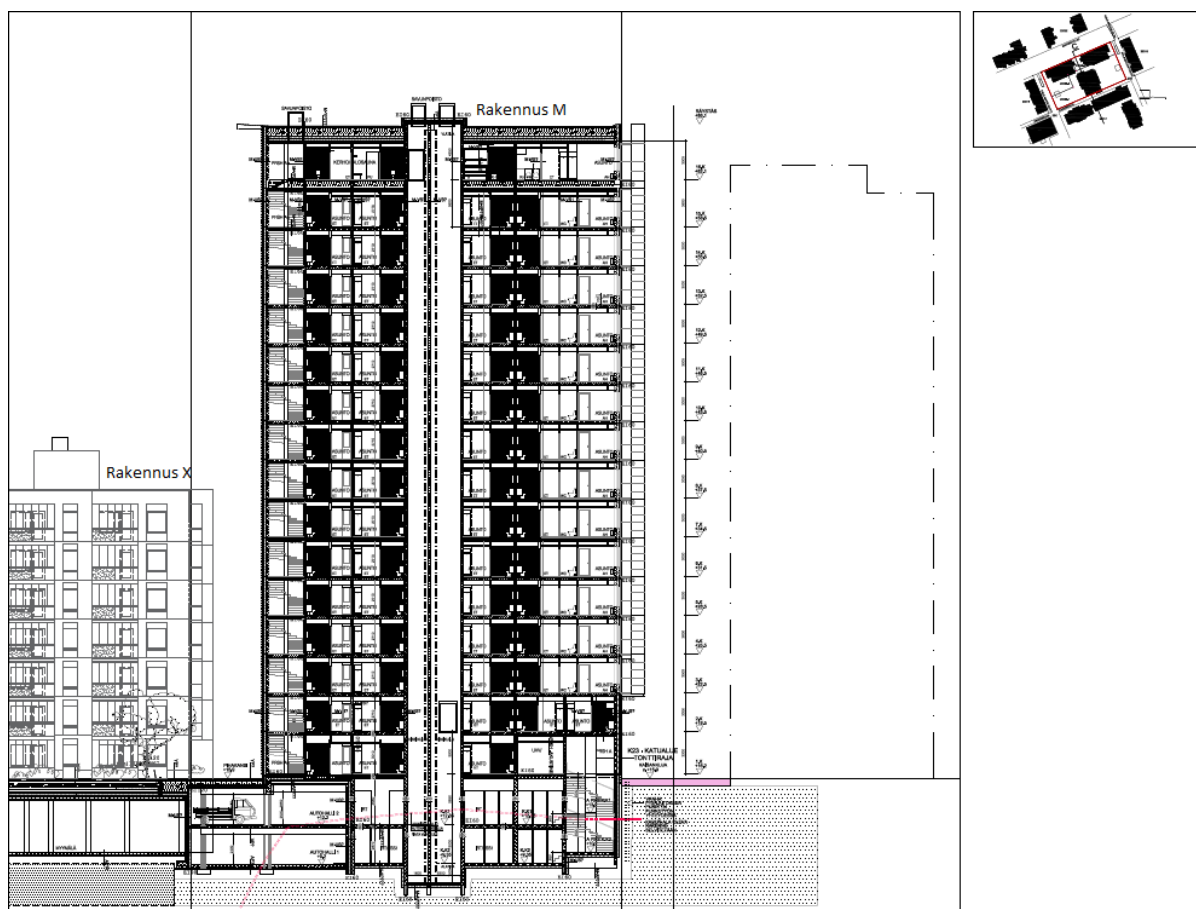
Kohteen rakennuskokonaisuus on suunnittelutyön kannalta vaativa rakennuksien huomattavan korkeuden takia ja niissä olevien tilojen vaihtelevien käyttötarkoitusten mukaan. Lisäksi rakennetyyppien suunnittelu oli aliurakkana, joten suunnittelutyössä tuli väärinymmärryksiä ja ongelmia muodostui eri asioista. Näistä kuitenkin selvittiin viestinvaihdon ja keskusteluiden avulla arkkitehdin kanssa.



Kuva 3 - Esimerkkikohteen rakennukset (Kohteen palotekninen suunnitelma)



Kuva 4 - Esimerkkikohteen rakennuksien leikkaus (Kohteen leikkauskuvat)



Kuva 5 - Esimerkkikohteen rakennuksien leikkaus (Kohteen leikkauskuvat)

3.1.1 Rakenteen kantavuusvaatimukset

Rakennuksien kantavat rakenteet suunnitellaan sellaisiksi, että ne vastaavat Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 477/2014 vaatimuksia. Rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan sellaisiksi, että niiden lujuus ja vakaus säilyy koko suunnitellun käyttöajan ajan. Rakenteella on oltava riittävä luotettavuus käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden haitallisten muodonmuutosten, halkeamien, värähtelyjen, painumien ja muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan rakenteen käytön aikana. (Ympäristöministeriön asetus 447/2014, 2 §)

3.1.2 Palotekniset vaatimukset

Tässä opinnäytetyössä käytettävän esimerkkirakennuskokonaisuuden palo-osastointia ja rakennustarvikkeita koskevat tiedot ovat peräisin kohteen paloteknisestä suunnitelmasta. Paloteknisessä suunnitelmassa esitetyt palotekniset vaatimukset on määritelty asetuksen "Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017" mukaisesti vastaavan paloteknisen suunnittelijan toimesta, joiden pohjalta paloturvallisuusasiantuntija on laatinut kohdekohtaisen paloteknisen suunnitelman.

Rakennusten paloluokka on P1. Rakennukset ovat normaalissa asuin-, pysäköinti- ja liiketiläkäytössä, joten erityisiä syttymisriskejä ei esiinny. Mahdollisten tuhopolttojen torjunta hoidetaan normaalein rakenteellisin lukituksin. Lisäksi pyromaaniin pääseminen tuhotöihin estetään ulkoalueiden valaistuksella, kulunvalvonnalla ja syttyvien materiaalien sijoittamisen välttämällä rakennusten seinustalle. Jos rakennusten välisellä pihakannella on rakennelmia, täytyy niiden sijaita turvaetäisyyden päässä rakennuksista tai niiden täytyy olla osastoituja EI 60 -luokan rakentein varsinaisesta rakennuksesta.

Rakennuksissa käytetään kerrososastointia autosuojaa lukuun ottamatta, joka muodostaa oman palo-osastonsa. Kerrososastoivuus toteutuu välipohjien kohdalta julkisivuissa. X ja Y -rakennuksissa päällekkäisten aukkojen välillä on umpinaista seinää noin metrin verran toisin kuin M-rakennuksessa, jossa päällekkäisten aukkojen vähimmäisetäisyyksivaatimuksia ei ole automaattisen sammutuslaitteiston vuoksi. Rakennuksissa on myös tiloja, jotka osastoidaan ympäröivästä rakennuksesta käyttötarkoituksen osastoinnin perusteella. Niitä ovat uloskäytävät, keskusilmanvaihtokonehuoneet rakennuksissa X ja Y, muuntamo, yli 50 m²:n varastot, jätehuoneet, autosuoja ja sprinklerkeskus. Korkean ja matalan osan välinen osastointi hoidetaan kaikissa rakennuksissa samalla tavalla. Kaikki rakennukset osastoidaan kansitasolla 8 metrin matkalta kannen päälle nousevien rakennusosien seinästä laskien EI 120 -luokkavaatimuksen mukaisesti.

Palo-osastoivat rakenteet ovat luokkaa EI 60, lukuun ottamatta X ja Y rakennuksien jätehuoneet, muuntamotilat, myymälätila ja irtaimistovarastot. Näiden luokat määrittyvät palokuorman perusteella ja huomioidaan erikseen. Lisäksi uloskäytävien, kellareiden ja iv-konehuoneiden osastoivat rakenteet tehdään vähintään A2-s1, d0 -luokan rakennustarvikkeista.

Rakennusten kantavilla rakenteilla on erilaiset vaatimukset palonkeston osalta rakennuksien koon ja käyttötarkoitusten takia. Rakennusten palonkestovaatimukset ja rakennustarvikkeiden palovaatimukset on eriteltyä seuraavassa taulukossa (4):

	Autosuoja	Rakennus X & Y	Rakennus M
Kantavat rakenteet	Ylempi taso: R60, A2-s1, d0 Alempi taso: R120, A2-s1, d0	R60 A2-s1, d0	R90 A2-s1, d0
	Poikkeukset		
	Alemman tason uloskäytävän porrassyöksyt ja -tasanteet: R60, A2-s1, d0 Alemman tason yläpuoliset rakenteet: R30, A2-s1, d0	Katutason myymälätila: R120, A2-s1, d0	Alin kellarikerros: R120 A2-s1, d0
		Jätehuoneet: R120, A2-s1, d0	Ylemmän kellarikerroksen irtaimistovarasto: R120, A2-s1, d0
		Muuntamotila: Tyypin mukaan	Uloskäytävän porrassyöksyt ja tasanteet: R30, A2-s1, d0
		Uloskäytävän porrassyöksyt ja tasanteet: R30, A2-s1, d0	Alimman kellarikerroksen porrassyöksyt ja tasanteet: R60, A2-s1, d0

TAULUKKO 4 - Esimerkkikohteen kantavien rakenteiden luokat (Kohteen palotekninen suunnitelma)

Rakennuksien sisäpuolisissa pinnoissa sovelletaan Ympäristöministeriön asetuksen 848/2017 pinta-kerrosvaatimuksia. Sisäpuolisilla pinnoilla tarkoitetaan tilojen seinien, kattojen ja lattioiden pintaosan rakennustarvikkeita, joita voivat olla esimerkiksi seinä- ja kattolevyt sekä kiinteät lattiamatot. Sisäpuolisilla pinnoilla sovelletaan P1-luokan rakennuksen vaatimuksia asetuksen 848/2017 käyttötapataulukon mukaisesti. Rakennuksien ulkoseinissä käytetään vähintään B-s1, d0-luokan eristeitä ja huonompien eristeiden käytöstä tulee tehdä erillisselvitys. M-rakennuksen ulkoseinän ulkopinnan ja tuuletusvälin ulko- ja sisäpinnan pintakerrosluokan on oltava vähintään B-s1, d0, X ja Y rakennuksien B-s2, d0. X ja Y rakennuksien sisäpinnan luokkavaatimus on B-s1, d0. Kaikkien rakennuksien katteet ovat luonnollisesti B_{ROOF}(t2) -luokkaa ja yläpohjan eristeet eristäväältä osaltaan vähintään B-s1, d0 -luokkaa.

3.1.3 Fysikaaliset vaatimukset

Rakennukset on suunniteltu nykyisten Ympäristöministeriön asetusten mukaisesti, joiden lisäksi tarkentavia tietoja on kerätty eurokoodeista ja valmistajien aineistoista. Rakennusosat ovat suunniteltu Ympäristöministeriön asetusten mukaisesti sellaisiksi, että ne täyttävät lämmöneristävyys- ja kosteustekniset vaatimukset.

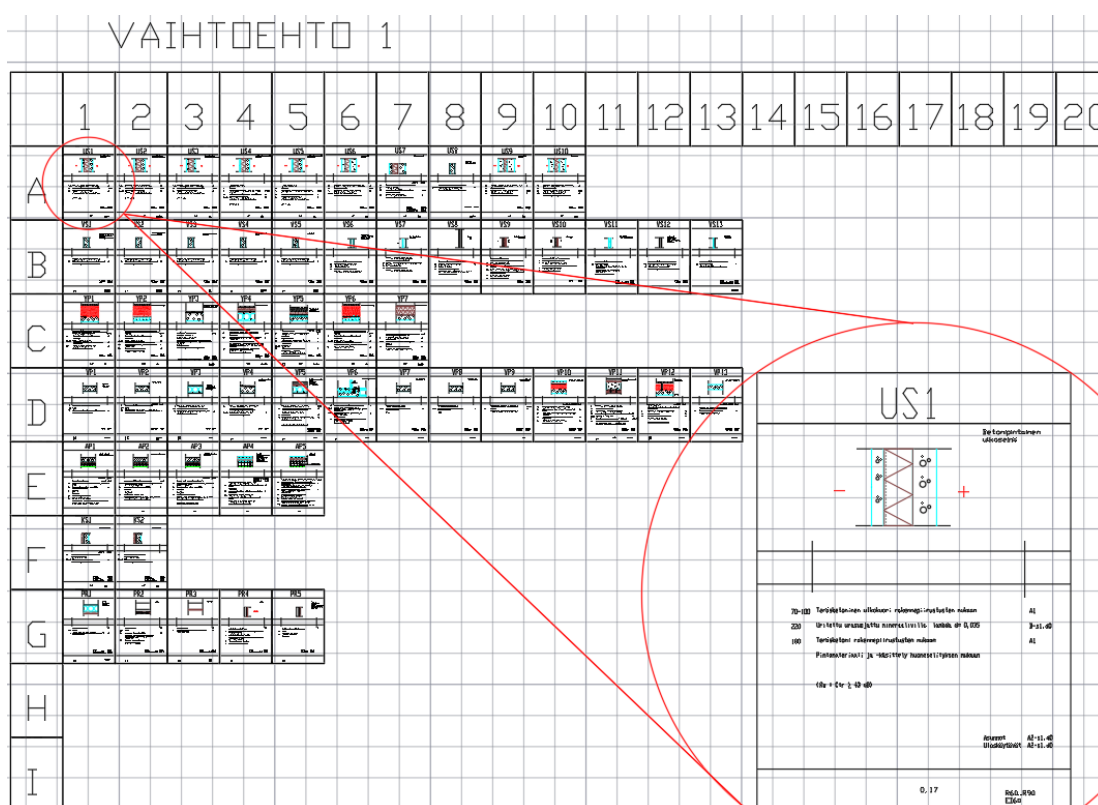
4 RAKENNETYYPPIKIRJASTON RAKENNE JA KÄYTTÄMINEN

Tässä opinnäytetyössä tutkimuskysymyksenä kehitettävän rakennetyyppikirjaston luominen pohjautuu kirjaston kehitysvaiheessa esimerkkikohteessa käytettyjen rakennetyyppien pohjalle. Jatkossa uusia rakennetyyppikuvia tuodaan käynnissä olevista suunnitteluprojekteista valmiiseen kirjastorakenteeseen ja kirjastossa jo olemassa olevia tyypejä päivitetään tarpeen mukaan.

Rakennetyyppikirjaston kehittäminen alkoi peruskysymyksistä, millainen olisi sopiva jaottelu eri rakennetyypeille sekä miten jaottelusta saisi helppokäyttöisen ja tulevaisuudessa yksinkertaisesti päivitettävän. Lisäksi oletusarvoisena kysymyksenä oli, minkälaisia aputiedostoja olisi hyvä olla varsinaisen kirjaston lisäksi ja miksi. Seuraavassa läpikäydään erilaisia kirjastorakennevaihtoehtoja kehitystyön varrelta. Saman rakennusosan rakennetyypit ovat pohjimmiltaan samassa järjestyksessä jokaisessa rakennevaihtoehdossa, ellei asiasta ole erikseen mainintaa.

4.1 Kirjastorakennevaihtoehdot

Kehitystyö lähti liikkeelle kuva 6 mukaisesta pelkistetystä x,y-koordinaatistosta. Koordinaatiston rivit jakautuvat rakennusosan mukaan siten, että jokaisella rivillä on vain tiettyä rakennusosaa kuvaavia rakennetyyppikuvia. Rakennusosan rakennetyyppikuvat jaotellaan x-akselin juoksevien numeroiden, 1,2,3, ..., mukaisesti. Esimerkiksi kokonaisuudessaan 500 millimetriä paksu betoninen ulkoseinä rakenne löytyy koordinaatistosta A-riviltä ja ensimmäisestä sarakkeesta. Kaiken kaikkiaan sarakkeet A-B sisältävä seinärakenteita, sarakkeet C-E ylä-, väli- ja alapohjarakenteita ja sarake F sisältää kellarinseinärakenteita. Lisäksi kirjastossa on rivi G pintarakenteille.



Kuva 6 - Kirjastorakennevaihtoehdot 1 (SUPPERI 2019)

Yksinkertaisen koordinaatistorakenteen takia ensimmäinen kirjastorakennevaihtoehto tarvitsee aputaulukon koordinaatiston lukuun. Kehitetty aputaulukko (Kuva 7) rakentuu keskellä olevan lisätietolaatikon ympärille. Laatikoon on tarkoitettu sijoittaa tärkeitä suunnitteluun liittyviä raja-arvotaulukkoja, joita ovat esimerkiksi laatikon oikeassa kulmassa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvot (ks. s.24) ja laatikon vasemmassa kulmassa huone- ja ulkoilutilojen ääniolosuhteiden keski- ja enimmäisäänitasot (ks. s.22) Rakennustarvikkeiden paloteknisten luokkien selitteet löytyvät äänitaulukon yläpuolelta (ks. s.16).

Varsinaisen rakennetyyppikirjaston aputaulukot sijoittuvat tietolaatikon ympärille siten, miten ne sijoittuvat rakennuksessa. Esimerkiksi rakennusosat yläpohja ja välipohja sijoittuvat laatikon yläpuolelle ja seinärakenteet laatikon sivuille. Jokaisella rakennusosalla on samanlainen taulukonsa. Ensimmäisessä sarakkeessa on rakennusosan lyhenne ja koordinaatistorivin kirjain, esimerkiksi rakennusosa US ja koordinaatti A. Toisessa sarakkeessa on koordinaatistoakselin numero, esimerkiksi A1. Seuraavissa sarakkeissa on eriteltyä eri rakennekerrokset paksuuksineen. Taulukon rakennekerroksia kuvaavat solut on värjätty rakennusmateriaalia kuvaavalla värillä, esimerkiksi betonirakennetta kuvaa harmaa ja eristeitä keltainen väri. Värien selitykset löytyvät taulukkojen keskellä olevasta tietolaatikosta. Rakennekerrossarakkeiden jälkeen on sarake, joka laskee kerrosspaksuuksien summan automaattisesti aikaisemmista soluista. Rakennepaksuustietojen jälkeen taulukossa on lisäksi yksityiskohtaiset tiedot rakennusosan kantavuudesta, U-arvosta, paloluokkatiedoista ja ääneneristävyysarvoista. Samanlaiset rakennepaksuuksia ja teknisiä ominaisuuksia erittelevät taulukot löytyvät myös varsinaisten rakennusosien rakennetyyppikuvien lisäksi pintarakenteiden ja maarakenteiden rakennetyypeistä. Kyseiset taulukot sijaitsevat omissa osiossaan sekoittumisen ehkäisemiseksi.

KATTORAKENTEET										
RAK.OH.no	Yläkoki (E)	Seiskoki (E)	Tuuletin	U-kerros	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)
D	1	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	3	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	4	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	5	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	6	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	7	40	100	200	100	100	100	100	100	100

Kokonaiset rakennusosat										
RAK.OH.no	Yläkoki (E)	Seiskoki (E)	Tuuletin	U-kerros	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)
A	1	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	3	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	4	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	5	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	6	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	7	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	8	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	9	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	10	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	11	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	12	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	13	40	100	200	100	100	100	100	100	100

MAANPÄÄLLISET SEINÄPÄINTEET										
RAK.OH.no	Yläkoki (E)	Seiskoki (E)	Tuuletin	U-kerros	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)
A	1	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	3	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	4	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	5	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	6	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	7	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	8	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	9	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	10	40	100	200	100	100	100	100	100	100

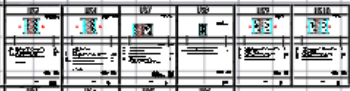


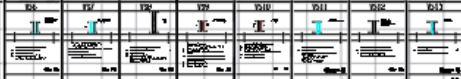



MATERIAALI										
RAK.OH.no	Yläkoki (E)	Seiskoki (E)	Tuuletin	U-kerros	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)
A	1	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	3	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	4	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	5	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	6	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	7	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	8	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	9	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	10	40	100	200	100	100	100	100	100	100

ALUSPÄÄLLISET SEINÄPÄINTEET										
RAK.OH.no	Yläkoki (E)	Seiskoki (E)	Tuuletin	U-kerros	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)	U-kerros (P)
C	1	40	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	100	200	100	100	100	100	100	100
	3	40	100	200	100	100	100	100	100	100

Kuva 7 - Kirjastorakennevaihtoehto 1 aputaulukko (SUPPERI 2019)

Toisena hahmoteltu kirjastorakennevaihtoehto on muuten samanlainen kuin ensimmäinen rakennevaihtoehto sillä erotuksella, että toiseen rakennevaihtoehtoon on lisättyä rakennusosaa indikoivat tekstirivit. Tähän rakennevaihtoehtoon käy sama aputaulukko kuin ensimmäisessä rakennevaihtoehdossa.

Toista kirjastorakennevaihtoehtoa esittävässä kuvassa (Kuva 8) sijaitsevassa pilvireunaisessa laatikossa on kehitysehdotus kirjastorakennevaihtoehtoon. Keskustelujen pohjalta ilmentyneenä kehitysehdotuksena on lisätä rivien määrää jakamalla rakennusosat kantaviin ja ei kantaviin. Tällaisen muutoksen jälkeen aputaulukkoonkin pitäisi lisätä lisärivejä ja taulukoiden kantavuussarake menettäisi merkityksensä, sillä rakenteen kantavuus olisi huomioitu jo rakennusosien jaottelussa. Kehitysehdotukset jäivätkin hautumaan siirryttäessä seuraavien kirjastorakennevaihtoehtojen kehitykseen.

		VAIHTOEHTO 2																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SEINÄ																		
A																		
B																		
C																		
D																		
		<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px; display: inline-block;"> KANTAVAT EI KANTAVAT KANTAVAT EI KANTAVAT </div>																
POHJA																		
E																		
F																		
G																		
MUUT																		

Kuva 8 - Kirjastorakennevaihtoehto 2 (SUPPERI 2019)

Kolmas kirjastorakennevaihtoehto (Kuva 9) on hieman erilainen kuin ensimmäinen ja toinen vaihtoehto. Se eroaa niistä siten, että koordinaatiston kirjainkoordinaatit A, B, C, ... on vaihdettu rakennusosan lyhenteisiin. Esimerkiksi ensimmäinen rivi on muutettu kirjaimesta A ulkoseinärakennetta kuvaavaan kirjainyhdistelmään US. Tässäkin kirjastorakennevaihtoehdossa voidaan lukemisen apuna käyttää samaa aputaulukkoa kuin muissa läpikäytyissä kirjastorakennevaihtoehdossa.

Keskustelujen pohjalta nousi esille idea, että rakennusosien jakoa jatkettaisiin eristämättömiin ja eristettyihin kantaviin rakenteisiin sekä eristämättömiin ja eristettyihin ei kantaviin rakenteisiin. Tällöin aputaulukon kantavuussarake voidaan poistaa ja tehdä omat taulukot uuden jaon mukaisesti. Tällöin on vaarana, että rakennusosataulukkojen määrä voi kasvaa suureksikin. Kyseiset muutokset havaittiin epätarkoituksenmukaisiksi mahdollisen kirjaston sekaantumisvaaran takia, joten niiden kehitystä ei jatkettu.

		VAIHTOEHTO 3																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SEINÄ																					
	US																				
	VS																				
	...S																				
POHJA																					
	YP																				
	VP																				
	AP																				
MUUT																					
	PR																				

ERISTÄMÄTÖN
ERISTETTY
KANTAVA ERISTÄMÄTÖN
EI KANTAVA ERISTÄVÄ

Kuva 9 - Kirjastorakennevaihtoehto 3 (SUPPERI 2019)

Neljäs kirjastorakennevaihtoehto eroaa kaikista muista edellä mainituista vaihtoehtoista lähes kaikilta osa-alueiltaan. Kirjastorakenne perustuu rakennuksen lämmitystarpeen perusteella siten, onko osa lämmin, puolilämmin vai loma-asuntokäytössä vähintään neljä kuukautta kalenterivuodessa. Neljännen kirjastorakennevaihtoehdon käyttö tapahtuu siten, että ensimmäisenä valitaan haluttu rakennusosa. Rakennusosan valinnan jälkeen valitaan lämmitystarpeen mukaisen lämpöhäviön vertailuarvon täyttävä rivi (ks. s.24) ja valitaan kyseiseltä riviltä kohteeseen sopiva rakennetyyppi. Alla olevassa kuvassa (Kuva 10) on esitetty kirjastorakennevaihtoehdon käyttöperiaate yksinkertaisuudessaan. Punaiset viivat demonstroivat loma-asunnon seinärakenteen ja lämpimän tilan yläpohjan valintaa. Ylempi viiva kuvaa seinärakenteen valintaa. Kirjastorakennevaihtoehdon käyttö aloitetaan siten, että ensimmäiseksi valitaan rakennusosaksi seinä, toisena tilaa kuvaavasta sarakkeesta loma-asunto ja selataan riviä eteenpäin, kunnes tarpeisiin sopiva rakennetyyppi osuu kohdalle. Alempi punainen viiva kuvaa lämpimän tilan yläpohjarakenteen valintaa samalla periaatteella kuin seinärakenteessa.

Vaikka tilan lämmitystarpeeseen perustuva jaottelu vaikuttaa ajatuksen tasolla hyvältä ja käytännölliseltä tavalta toteuttaa rakennetyyppikirjasto, osoittautui neljäs kirjastorakennevaihtoehto hankalaksi käyttää. Lisäksi tilan lämmitystarveperusteiset lämpöhäviön vertailuarvot eivät osoittautuneet tarkoituksenmukaiseksi lajittelutavaksi, sillä yrityksen suunnittelukohteet painottuvat lämpimän tai jäähdytettävän tilan rakennuksiin satunnaisia puolilämpimiä tiloja lukuun ottamatta.

				VAIHTOEHTO 4																		
RAK.OSA	L/HU-arvo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
SEINÄ*	**																					
A	L	0,17			*	Lämpimän tai jäähdytettyvä/ Puolilämmin/ Loma-asun.																
B	½L	0,26																				
C	H	0,24			**	*-rakennustyyppien lämpöhäviön vertailuarvot																
YP																						
D	L	0,09																				
E	½L	0,14																				
F	H	0,15																				

Kuva 10 - Kirjastorakennevaihtoehto 4 (SUPPERI 2019)

Neljää ensimmäistä kirjastorakennevaihtoehtoa pohdittiin yhdessä opinnäytetyön tilaajan kanssa. Mikään niistä ei itsessään oikein tuntunut yrityksen käyttöön sopivalta. Kaikissa läpikäytyissä vaihtoehtoissa oli omat hyvät ja huonot puolensa. Kaikista esille tulleista kirjastorakennevaihtoehdoista valittiin hyvät ominaisuudet ja niitä lähdettiin yhdistämään uuteen ja mahdollisesti käyttöön otettavaan kirjastorakennevaihtoehtoon.

Viides kirjastorakennevaihtoehto (Kuva 11) on hybridi kolmen ensimmäisen kirjastorakennevaihtoehdon parhaista ominaisuuksista. Siinä yhdistyvät yksinkertainen koordinaatistojärjestys sekä rakennetyyppikuvien jako rakennusosiin. Uusina ominaisuuksina rakennusosat on jaettu lämpimän ja kylmän tilan rakennusosiin. Lämpimän ja puolilämpimän rakennusosan rakennetyypit ovat merkitty + -merkillä kun kylmän ja puolikylmän rakennusosan rakennetyypit ovat – -merkillä. Lisäksi rakennetyypit on jaettu sarjoihin rakennuksen paloluokan mukaisesti. Kyseiset paloluokat ovat P1, P2 ja P3. Paloluokien perusteella jaetut sarjat ovat 101, 201 ja 301.

Kirjaston rakennetyyppikuvissa on kiinteänä tekstiosana rakennekerrokset paksuuskineen ja paloteknisine pintaluokkineen. Rakennetyyppikuvat sisältävät rakennetyypin U-arvon, ääneneristävyyden ja paloluokan tiedot lukuarvoina ilman seliteosia. Seliteosat ja yrityksen tunnukset tuodaan rakennetyyppeihin käyttämällä referenssinä yrityksen käytössä olevaa rakennetyyppipohjaa. Kirjastossa oleviin rakennetyyppiruutuihin on piirretty vaak- ja pystyviivat rakennetyyppipohjan kohdistamiseksi (ks. Kuva 6 ja LIITE).

Yrityksen toimintatapoihin kuuluu saman rakennetyyppipohjan käyttö eri suunnittelukohteissa. Se on Auto Cad -piirto-ohjelmalla piirretty, joten sen käyttäminen referenssinä ja muokkaus onnistuu samalla ohjelmistolla kuin rakennetyyppikirjasto. Pohja kopioidaan suunnittelukohteen työkansioon ja siihen voidaan muokata tarkemmat kohdekohtaiset tiedot.

		VAIHTOEHTO 5		
		P1	P2	P3
	SEINÄ			
A	US+			
B	US-			
C	VS+			
D	VS-			
E	VSS			
	PÖHJÄ			
F	YP+			
G	YP-			
H	VP+			
I	VP-			
J	AP+			
K	AP-			
L	VSS			
	MUUT			
M	PR			
N	MR			

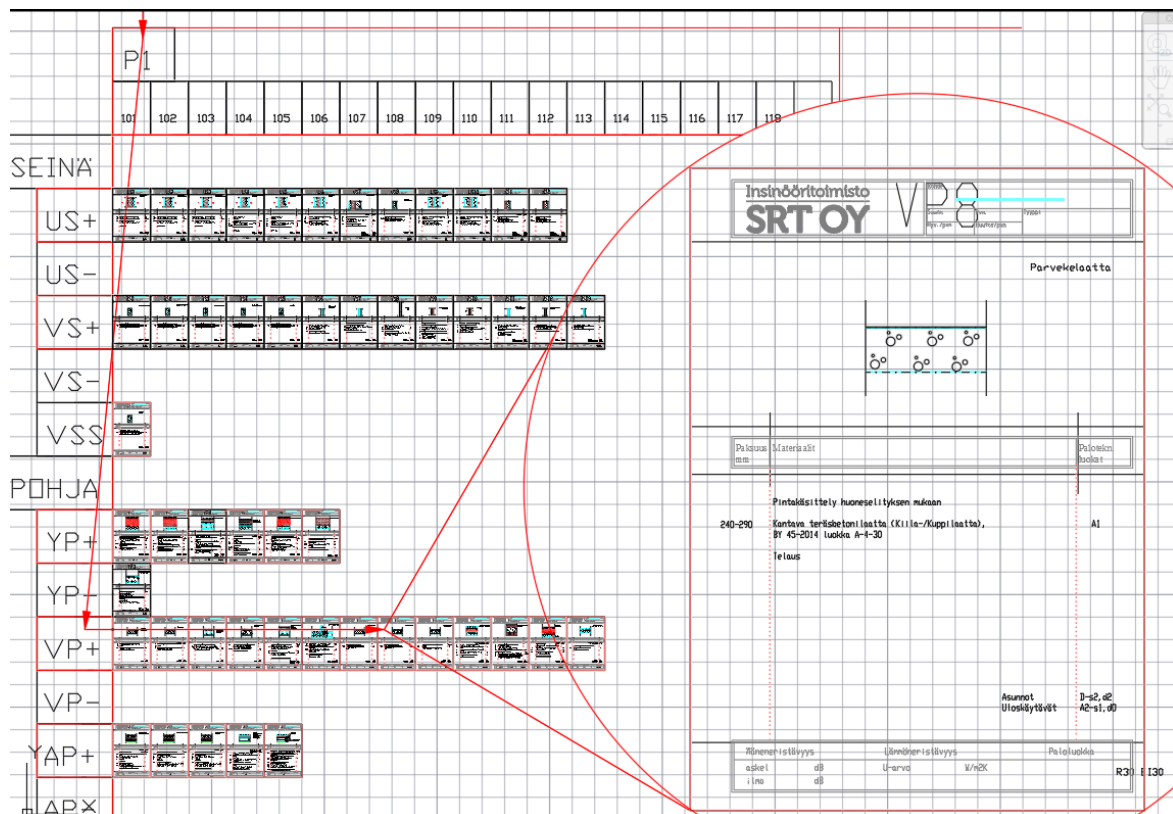
Kuva 11 - Kirjastorakennevaihtoehto 5 (SUPPERI 2019)

4.2 Kehitetyn rakennetyyppikirjaston käyttö

Rakennetyyppikirjaston käyttö aloitetaan selvittämällä suunniteltavan rakennuksen paloluokkatiedot (ks. s.14) Ympäristöministeriön asetus 848/2017 mukaisesti. Rakennetyyppikirjaston käyttöä demonstroidaan esimerkikohteeseen (ks. s.28) piirrettyjen rakennetyyppien avulla.

Rakennetyyppikirjaston käyttö on alla olevassa kuvassa kuvattu punaisia nuolia apuna käyttäen (Kuva 12). Oletetaan, että suunnitteluprojektiin tarvitaan paloluokaltaan R30 olevan parvekelaatan rakennetyyppikuva. Esimerkkikohteessa rakennuksen paloluokka on P1. Kirjaston käyttö aloitetaan etsimällä P1 merkintä koordinaattorivistön yläpuolelta. Seuraavaksi etsitään rakennusosien sarakkeesta ylä-, väli- ja alapohjarakenteet. Koska kyseessä on lasitettu parveke, parvekelaatta löytyy lämmitetyistä välipohjista, joten valitaan rivi VP+. Parvekelaatan rakennetyyppi löytyy selaamalla oikealle päin valittua riviä.

Rakennetyypit ovat koordinaattiriveillä U-arvon ja paloluokan määrittämässä järjestyksessä. Ensimmäisenä kuvat ovat jaoteltuna U-arvon mukaisesti siten, että lämmönläpäisykertoimen lukuarvo kasvaa vasemmalta oikealle. Saman lämmönläpäisykertoimen kuvat ovat jaettu vielä paloluokan mukaisesti siten, että kantavuuden palonkestoaika kasvaa vasemmalta oikealle. Näiden lisäksi rakennetyyppien lajittelua voidaan vielä tarkentaa ääneneristävyyden perusteella, jos ääneneristävyyssarvoja on rakenteille määritelty (ks. s.21).



Kuva 12 - Kirjastorakennevaihtoehto 5 käyttäminen (SUPPERI 2019)

Rakennetyyppikirjasto tarvitsee aputaulukon (Kuva 13 ja LIITE), johon on kerätty kirjastossa olevien rakennetyyppikuvien tyyppikohtaiset tärkeimmät tiedot. Taulukon rakenne ja käyttö ovat samanlaisia kuin itse rakennetyyppikirjastolla. Koordinaatiston rivien ja sarakkeiden selkeyttämiseksi on käytetty erilaisia havainnointivärejä. Paloluokkanumeroinnin havainnointia on parannettu siten, että P1 ja P2 paloluokan rakennetyyppien sarjat 100 ja 300 ovat maalattu kellertävällä väliillä. P2 paloluokan, eli 200-sarjan rakennetyyppien numeroinnin havainnointia on korostettu vaaleanpunaisella värillä. Lisäksi teknisiä arvoja kuvaavan sarakkeen tietoja on korostettu siten, että U-arvo on keltaisella värillä ja paloluokka punaisella värillä. Värien avulla rakennetyyppien lukumäärän hahmottaminen helpottuu, kun rakennetyypit näkee nopealla vilkaisulla. Rakennetyyppikirjastossa voi olla myös sellaisia rakennetyyppejä, joilla ei ole määriteltyjä tietoja U-arvosta, paloluokasta tai ääneneristyksestä. Tällaiset rakennetyypit ovat taulukossa tummanharmaalla korostusvärillä. Tummanharmaalla korostettujen rakennetyyppien määrä pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena, jotta kirjastossa olevien rakennetyyppien käyttö suunnittelukohteissa olisi nopeaa eikä määrittelyyn tarvitsisi käyttää aikaa. Varsinaista hakupalkkia rakennetyyppien teknisten tietojen etsintää varten ei ole vielä tässä rakennetyyppikirjaston kehitysvaiheessa laadittu. Tietoja voi kuitenkin etsiä Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman omalla "Etsi ja korvaa" -hakukomennolla.

Rakennetyypit, joille ei määritetty ääni-,palo- tai U-arvoja															
Paloluokka		P1													
		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Seinä															
A	U-arvo w/(m ² k)	0,11	0,11	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	Ääni														
	Palo	R120	R120	R40	R40	R40	R40	R40, R40	R40, R120	R40, R120	R40	R120	R120		
B	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo														
C	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo	R40, R120	R40	R40, R120	R40, R120	R120, R150	E160, E180								
D	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo														
E	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo	R120, 150													
Vaakarakenteet															
F	U-arvo w/(m ² k)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12								
	Ääni														
	Palo	R40	R40	R40, R120	R40	R120	R40								
G	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo	R40, R120													
H	U-arvo w/(m ² k)										0,09				
	Ääni														
	Palo	R30	R45	R40, R90	RE160	RE160	RE160	R90	R90	R90	R90				
I	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo	R120, 150													
J	U-arvo w/(m ² k)	0,16	0,16	0,16											
	Ääni														
	Palo														
K	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo														
L	U-arvo w/(m ² k)	0,16													
	Ääni														
	Palo		R120	R120											
Muut rakenteet															
M	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55									
	Palo	R40, R120	R180												
N	U-arvo w/(m ² k)														
	Ääni														
	Palo														

Kuva 13 - Rakennetyyppikirjaston aputaulukko (SUPPERI 2019)

5 POHDINTAA JA TULOKSET

Rakentaminen perustuu lukemattomien eri asiayhteyksien yhteensovittamiseen. Lyhyesti rakennuksen rakenteet suunnitellaan rakennuksen ensisijaisen käyttötavan mukaiseksi ja sitä ympäröiviin toisiin rakennusosiin sopiviksi. Jotta rakennus olisi olosuhteiltaan terveellinen ja turvallinen sen käyttäjille, täytyy rakenteen täyttää siltä vaaditut ominaisvaatimukset palon, lämmön ja fysikaalisten ominaisuuksien osalta tämän opinnäytetyön rakennusmateriaalin valintaa läpikäyvän kappaleen (ks. s.11) ja siinä mainittujen tietolähteiden mukaisesti. Halutun rakenteen tekemiseen ei ole yleensä yhtä oikeaa vaihtoehtoa, joten samankaltaisen toimivan rakenteen voi toteuttaa monella eri tavalla. Käytettävä materiaali voi vaihdella tilauksen mukaan. Esimerkiksi seinärakenteesta voidaan haluta sellainen, että betonisen sisäkuoren ja eristekerroksen päällä on lasinen ulkokuori. Tällaisen tyyppillisestä seinärakenneratkaisusta poikkeavan rakenteen lisäksi niin sanotuista perusrakenteista voi olla useita lähes samankaltaisia rakennetyyppejä. Muutokset voivat olla niin merkittäviä, että rakenteista joudutaan piirtämään erilliset rakennetyypikuvat. Rakennusmateriaaleja pohtiessa on hyvä huomioida, että eri rakennustarvikevalmistajien tuotteet voivat erota ominaisuuksiltaan ja teknisiltä tiedoiltaan huomattavasti siten, ettei samaa rakennetyyppeä voida käyttää. Kaiken lisäksi rakenteen materiaalien täytyy olla sellaisia, että ne sopivat ominaisuuksiltaan rakenteeseen liittyviin rakennusosiin ja niiden liitoksiin. Rakennetyypikirjaston ongelmakohtana onkin sen mahdollinen hallitsematon laajentuminen lähes identtisillä ja tiedoiltaan ristiriitaisilla rakennetyypikuvilla.

Rakennetyypikirjaston kehitystyön varrella huomattiin, että itse kirjastorakenteen kehittäminen osoittautui huomattavan hankalaksi osa-alueeksi. Kehitystyön alussa mieleen tullut yksinkertainen koordinaatisto vaikutti hyvältä pohjalta rakennetyypikirjaston kehittämiseksi. Koordinaatiston rivien ja sarakkeiden lukumäärän kasvaessa osoittautui, ettei koordinaatistoon kannattaisi lisätä suurta määrää järjestykseen vaikuttavaa tietoa. Toisin sanoen matriisi olisi hyvä pitää mahdollisimman selkeänä.

Kirjaston toimivuutta yrityksen käytössä ei voi arvioida vielä ennen sen käyttöönottoa. Onkin mielenkiintoista nähdä, kuinka sen käyttöönotto onnistuu koko yrityksen kattavasti ja minkälaisia kehitysideoita sille löydetään. Voi myös olla mahdollista, että rakennetyypikirjaston käyttöönotto epäonnistuu. Päivitettävyyden osalta tulevaisuus näyttää miten mahdolliset rakennuslainsäädännön muutokset ovat integroitavissa rakennetyypikirjastoon.

Tämän opinnäytetyön tuotokset ovat liitesivuina. Liitteet sisältävät havainnointikuvan rakennetyypikirjaston P1-paloluokan seinärakenneseiosista ja kirjaston aputaulukosta, rakennetyypikuvista rakennetyypikuvapohjalla ja ilman. Rakennetyypikirjaston käyttö- ja päivitysohje on salattu tilaajan yksityiseen käyttöön.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Insinööritoimisto SRT Oy. [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-29]

Saatavissa: <http://www.srtoy.net/>

Polku: srtoy.net. Yritys.

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-29]

Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

Polku: ym.fi. Maankäyttö ja rakentaminen. Lainsäädäntö ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelma.

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999/0132, 13 § [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-29]

Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L1P13>

ESITYSTAPAOHJEET. RAKENNUSPIIRUSTUKSET. RT 15-10635. [online].

Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2019-05-29]

Saatavissa: <https://www.kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT15-10635/>

EUROKOODI 2: BETONIRAKENTEIDEN SUUNNITTELU. Osa 1-2: Yleiset säännöt. SFS-EN 1992-1-2 [viitattu 2019-05-19] Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

Saatavissa <http://eurocodes.fi/1992/1992-1-2/Contents1992-1-2.htm>

Gyproc Saint-Gobain, Paloluokitusjärjestelmät [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-5-29]

Saatavissa: <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palositivusto/maaritelmiä/paloluokitusjarjestelmat/>

Polku: gyproc.fi. Suunnittelu. Palositivusto. Määritelmiä. Paloluokitusjärjestelmät.

Gyproc Saint-Gobain, Standardipalo [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-29]

Saatavissa: <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palositivusto/tulipalot/standardipalo/>

Polku: gyproc.fi. Suunnittelu. Palositivusto. Tulipalot. Standardipalo

WECKMAN, Henry. Rakennustarvikkeiden uudet eurooppalaiset paloluokitukset [verkkoaineisto].

[viitattu 2019-05-13] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030402.pdf/>

RAKENNUSTEN AKUSTINEN SUUNNITTELU. TEOLLISUUSTILAT: RIL 243-4-2011. Helsinki:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

VINHA, Juha 2019-05-13. Professori. Puurakenteiden lämpö- ja kosteuskäyttäytyminen [opetusmoniste]. Tampere: Tampereen yliopisto.

SFS-ISO 6946:2017. Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation methods (ISO 6946:2017), p.45, F.3

[verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-29] Saatavissa:

<http://online-sfs-fi.ezproxy.savonia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/6/527185.html.stx>

Kuva 1

Isover Saint Gobain. 2019. US1101 [valokuva].

Saatavissa: <http://www.isover.fi/rakennekirjasto/us1101-ulkoseina-puurunko-puuverhoilu/>

Kuva 2

Gyproc Saint Gobain. 2019. ISO-834 -standardin mukainen lämpötila-aikakäyrä [valokuva].

Saatavissa: <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palosivusto/tulipalot/standardipalo/>

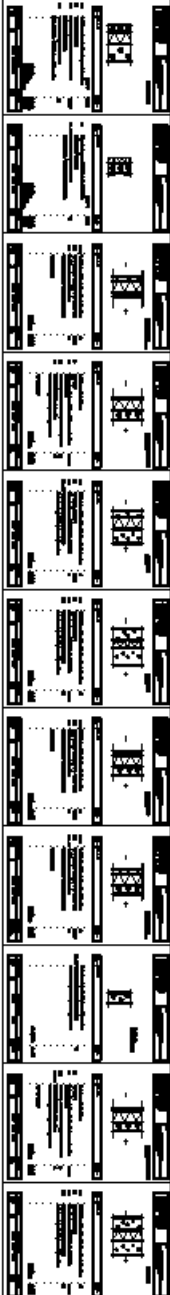
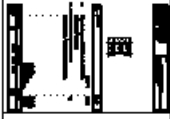



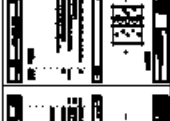




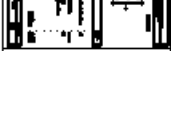
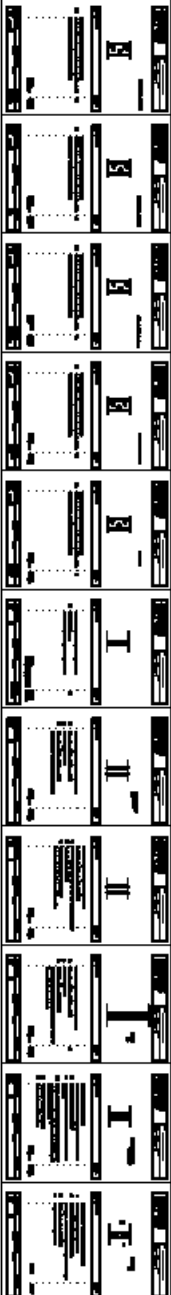
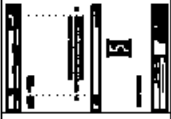


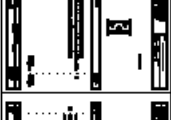







Kuvat 3-5

SALAINEN, 2019. Esimerkkikohteen rakennukset [valokuva]. Sijainti Kuopio: Kohteen projektikohtainen kansio.

Kuvat 6-13

SUPPERI, Otso-Lari 2019. Kirjastorakenne [valokuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän kuvakansio 2019

LIITE 1: RAKENNETYYPPIKIRJASTO JA APUTAULUKKO

		P1										
		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
SEINÄ												
A	US+											
B	US-											
C	VS+											
D	VS-											
E	VSS											

SRT Oy Rakennustyyppikirjasto

Rakennustyypit ovat sarjoja (S01, S02, S03) P1, P2, P3 rakoluokkien mukaan. Rakennustyypit valitaan siten, että ensin valitaan rakoluokka. Valinnan jälkeen edellä alla olevan taulon mukaisesti järjestetään:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Rakennustyypit, joihin ei määritetty lämpö- ja/tai lämpöeristys

		S01					S02					S03				
		101	102	103	104	105	201	202	203	204	205	301	302	303	304	305
A	U-arvo W/(m ² K)	0,13	0,13	0,17	0,17	0,17										
	Ääni															
	Palo															
B	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
C	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
D	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
E	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
Asuinrakennus																
A	U-arvo W/(m ² K)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09										
	Ääni															
	Palo															
B	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
C	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
D	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
E	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
F	U-arvo W/(m ² K)	0,18	0,18	0,18												
	Ääni															
	Palo															
G	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
Muut rakennus																
A	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															
B	U-arvo W/(m ² K)															
	Ääni															
	Palo															

Palo- ja äänieristykset

Valitaan palo- ja äänieristykset rakennustyyppien tarkastelu kohteesta vastaavalle palo- ja äänieristysluokalle ja kolonoiduudelleen (Hiljoudensuojitus + ruudutus)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



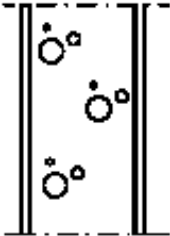
Rakennusvoimien lähtöjen laajuus

1. Puhdas Oul + E
2. Tilojen laajuus (koko laajuus, esimerkiksi P10) ja puhtaasti tilojen lähtö -vasta
3. Alla olevaan taulukon linjattu laajuus on esitellyt tulos. Muutamaa laajuuskohtaa laajuus on esitellyt tulos korotetaan laajuuskohtaisesti viittä prosentuaalista tuloskohtaisesti.

Rakennusvoimien laajuus

Tällä yhden rakennustyyppien tiedot korotetaan. Taulukon tyhjät solut on täytetty tyhjillä, siten että kaikki tilat oikealla puolella olevia tyhjitettyjä yhden vuorokauden verran. Tarkista aina dogmat että rakennustyyppitiedot ja järjestys säilyvät.
HUOM! Sitä ei ole kaikilla kolmea tietoa (esimerkiksi)

LIITE 2: RAKENNETYYPPIKUVA

		22.2.2019	
		Autohallin poistumisporras	
	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan 160...200 Teräsbetoni/betoni rakennepiirustusten mukaan Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan		A1
		Uloskäyttävät	A2-s1, d0
			R60..R120 EI60

Insinööritoimisto
SRT OY

Kohde _____

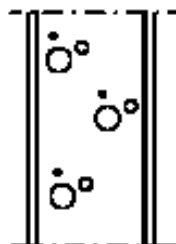
Maan-
päivä
17.11.2018

22.2.2019
Maanpäivä

TSEPT

US8

Autohallin
poistumisporras



Paksuus mm	Materiaalit	Palotekn. luokat
---------------	-------------	---------------------

160 .. 200	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan Teräsbetoni/betoni rakennepiirustusten mukaan Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan	A1
		Uloskäyttävät A2-s1, d0

Ääneneristävyys		Lämpöneristävyys		Paloluokka
askelel	dB	U-arvo	W/m ² K	R60...R120
ilma	dB			EI60