



# SIIRTOKELPOISTEN VÄISTÖTILOJEN SUUNNITTELUOHJE

Mikko Keskinen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2020

Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

Keskinen Mikko  
Siirtokelpoisten väistötilojen suunnitteluohje

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Toukokuu 2020

---

Opinnäytetyö oli työelämälähtöinen. Sen tavoitteena oli selvittää ja kerätä Adapteo Oyj:n C90-moduulijärjestelmän arkkitehtisuunnitteluun vaikuttavat tekijät yhdeksi ohjeeksi. Moduulijärjestelmälle ei aikaisemmin ole ollut suunnitteluohjetta ja suunnittelutavat ja -käytännöt ovat vaihdelleet suunnittelijoiden välillä. Ohje on tarkoitettu kaikille, jotka suunnittelevat rakennuskohteita C90-moduulijärjestelmällä.

Selvitystyön tuloksena syntyi tämä opinnäytetyö, joka on samalla suunnitteluohje. Ohjeeseen koottiin lain ja määräysten järjestelmää koskevat kohdat sekä käytännön suunnittelutyön huomioita ja suosituksia, jotka tehostavat suunnitteluprosessia. Ohjeen avulla laaditaan suunnitteluopas ja tämä suunnitteluohje toimii laajempina dokumenttina oppaan tueksi.

Tuloksia hyödynnetään suunnitteluoppaan laatimisessa. Suunnitteluopas yhdessä opinnäytetyön kanssa edistävät C90-moduulijärjestelmän arkkitehtisuunnittelutyön yhtenäistämistä.

---

Asiasanat: suunnitteluohje, suunnitteluopas, C90-moduulijärjestelmä, moduulirakennus, modulaarinen rakentaminen, lisätilat, väistötilat, muuntojoustavuus, Adapteo

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree in Programme in Construction Architecture

Keskinen Mikko  
Design Instructions for Relocatable Temporary Facilities

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 3 pages  
May 2020

---

The Adapteo Oyj C90 -modular system design process has not yet been defined and has been inconsistent between designers. The main reason for this is the lack of a design manual or guide resulting in complications during the building process.

The purpose of this thesis was to collect information on the design principles of the Adapteo Oyj C90-relocatable modular temporary facilities and the directive parts of the laws and regulations that guide them. The objective was to create an in-depth guide for designing buildings using the C90-system.

The study was carried out as both empirical and theoretical parts of designing relocatable facilities. The empirical part consisted of practical design work experience and the theoretical part of the laws and regulations. The collected information was analyzed and used to create a design guideline for the C90 -modular system.

As a result of the study a principle guide for the design process was created. A further design manual will be developed from this guide. The purpose of the manual together with this guide will be to streamline and standardize the architectural design process.

---

Key words: C90 -modular system, relocatable temporary facility, guide, manual

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	MODUULIRAKENTAMINEN.....	8
	2.1 Modulaarirakentaminen Suomessa .....	8
	2.2 Moduulijärjestelmän erityispiirteet.....	9
3	LAIT JA MÄÄRÄYKSET .....	11
	3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki .....	11
	3.2 Energiatehokkuus .....	11
	3.3 Sisäilmasto.....	12
	3.3.1 Sisäilmaston häiritsevät tekijät.....	12
	3.3.2 Sisäilmastoluokitus.....	13
	3.4 Rakennusten paloturvallisuus .....	14
	3.4.1 Olennaiset vaatimukset.....	14
	3.4.2 Paloluokka.....	14
	3.4.3 Palo-osastointi.....	16
	3.4.4 Muut paloturvallisuudessa tärkeät yksityiskohdat .....	17
	3.5 Muut.....	19
4	C90-MODUULIT .....	21
	4.1 Siirtokelpoinen moduulirakentaminen .....	21
	4.2 Rakennuspaikka, alkuvalmistelut ja perustukset .....	22
	4.3 Perusmoduulit.....	23
	4.3.1 Tilojen muodostaminen .....	24
	4.3.2 Poisto- ja lisäysmuokkaus.....	25
	4.3.3 Ovet ja ikkunat .....	26
	4.4 Märkätilamoduuli eli tekniikkamoduuli eli C-moduulit.....	27
	4.4.1 Yleisesti.....	27
	4.4.2 Talotekniikkatilat.....	28
	4.4.3 WC-tilat.....	29
	4.4.4 Sisäänkäynti.....	30
	4.5 Erilliset moduulit: Märkäeteis-, porras- ja kaukolämpömoduuli.....	31
	4.6 C90-moduulien sisäiset ominaisuudet .....	32
	4.7 C90-järjestelmän ulkopuoliset osat.....	34
5	SUUNNITTELUPROSESSI .....	35
	5.1 Tarjousvaihe ja hankesuunnitteluvaihe.....	35
	5.1.1 Lähtöaineisto .....	35
	5.1.2 Tarjouspiirustukset .....	36
	5.1.3 Tarjouspiirustusten täydentävät dokumentit.....	38

5.1.4 Tila- ja varusteluettelo .....	38
5.2 Lupapiirustukset.....	39
5.2.1 Hankeneuvottelu .....	39
5.2.2 Pääpiirustukset.....	40
5.2.3 Täydentävät dokumentit ja piirustukset.....	41
5.3 Rakennustyöaikainen muutostyövaihe (RAM-lupakuvat) .....	42
6 TOIMIVAT KOKONAISUUDET.....	43
6.1 Koulu.....	43
6.2 Päiväkotii .....	44
6.3 Toimistorakennus.....	45
6.4 Muut.....	46
7 POHDINTA .....	47
LÄHTEET .....	49
LIITTEET .....	51
Liite 1. Standardikoulun luonnospiirustus (Adapteo Oyj).....	51
Liite 2. Standardipäiväkodin luonnospiirustus (Adapteo Oyj) .....	52
Liite 3. Standarditoimisto 120:n luonnospiirustus (Adapteo Oyj) .....	53

## LYHENTEET JA TERMIT

LE-WC	Liikkumisesteetön WC-tila
Käyttäjä	Rakennuskohteessa työskentelevät ja oleskelevat henkilöt
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
LVIAS	Lämpö, vesi, ilma, automaatio ja sähkö
Massoittelu	Rakennuksen muotoilu
Moduuli	Moduuli on standardoitu rakennusosa, joita yhdistämällä voidaan muodostaa kokonainen rakennus
Moduulirakentaminen	Moduulien yhdistäminen rakennusmaalla yhtenäiseksi rakennukseksi
NHAPS	The National Human Activity Pattern Survey
RAK	Rakennesuunnittelija tai -piirustus
RakMk	Suomen rakentamismääräyskokoelma
Siirtokelpoinen rakennus	Yleensä yksi- tai kaksikerroksinen rakennus, joka voidaan siirtää toiseen käyttökohteeseen
SPOK	Savunpoiston käynnistys. Usein samassa pisteessä on paloilmoituksen kuittauspiste ja ilmanvaihtokoneiden hätäseispainike.
Väistötila	Väliaikainen rakennusratkaisu, johon jokin toiminta voidaan siirtää varsinaisesta rakennuksesta.

## 1 JOHDANTO

Arkkitehtisuunnittelu on vaativaa ja monimutkaista. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon monenlaisia tekijöitä: tilaajan ja käyttäjän toiveet, urakoitsijan intressit hinnoittelun ja aikataulun suhteen, sekä suunnitelmien yhteensovitus erityissuunnittelijoiden laatimien suunnitelmien kanssa. On siis erityisen tärkeää, että arkkitehtisuunnittelijoilla on yhtenäinen suunnittelutapa, jotta prosessi olisi nopeaa ja vaivatonta.

Tämä opinnäytetyöraportti on tarkoitettu sekä uusille että vanhoille suunnittelijoille, jotka suunnittelevat Adapteo Oyj:n C90-moduulijärjestelmän siirtokelpoisia rakennuksia sekä kaikille moduulirakentamisesta kiinnostuneille. Tällaista tutkimustyötä ei ole tehty aikaisemmin ja siitä johtuen kaikkea tietotaitoa, jonka toinen suunnittelija on oppinut työssään, ei ole tullut kirjattua ylös eikä ole siirtynyt seuraavalle suunnittelijalle.

Jokaisella suunnittelijalla on oma näkemys siitä, mikä on arkkitehtuuria. Tässä työssä tutkittiin, mitä se tarkoittaa siirtokelpoisen moduulirakentamisen kannalta. Työssä tutustuttiin C90-järjestelmän moduulityyppeihin ja niiden ominaisuuksiin. Tutkimustyössä käytiin läpi moduulien toimintaperiaatteet, ominaisuudet ja yhdistäminen kokonaisuudeksi. Lisäksi tutkittiin esille tulleita haasteellisia tilanteita ja pulmatilanteiden ratkaisuja. Lopuksi tarkasteltiin yrityksillä valmiina olevia kokonaisten rakennusten standarditilaratkaisuja erilaisiin käyttökohteisiin.

Tämän tutkimustyön havaintojen ja tulosten perusteella luodaan erillinen arkkitehtisuunnitteluopas. Oppaan tavoitteena on olla kattava aloituspaketti ja auttaa uusia suunnittelijoita pääsemään nopeammin alkuun, kun he suunnittelevat siirtokelpoisia rakennuksia Adapteo Oyj:lle. Opinnäytetyö itse toimii laajempänä tutkimusdokumenttina oppaan tueksi. Vaikka jokainen arkkitehtisuunnitelma on projektikohtainen, opas ja opinnäytetyö yhdessä tekevät suunnittelutyöstä sujuvaman.

## 2 MODUULIRAKENTAMINEN

Kun vanha koulurakennus kärsii sisäilmaongelmista, väistötiloja saatetaan tarvita hyvinkin nopeasti. Rakennuksen saneeraus ja uuden koulun rakentaminen ovat vuosia kestäviä prosesseja. Uusina tilaratkaisuina tai väistötiloina näissä tapauksissa käytetään usein siirtokelpoisia moduulirakennuksia.

### 2.1 Modulaarirakentaminen Suomessa

Modulaarirakentaminen eli moduulirakentaminen on ollut kovassa kasvussa viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana (kuva 1). Sisäilmaongelmien vuoksi monet koulut ja päiväkodit ovat joutuneet saneerauksen kohteeksi. Sisäilmaongelmien syynä voi olla monia tekijöitä. Ne voivat johtua puutteellisista rakenne- ja talotekniikkaratkaisuista, huonosta ylläpidosta tai laiminlyödyistä ylläpidon toimenpiteistä (Harju H., Blomqvist S., Hämäläinen A. ja Raimoaho A. 2018, Yle Uutiset). Sisäilma vaikuttaa henkilökunnan ja oppilaiden terveyteen ja heidän koulumenestykseensä.



KUVA 1. Moduulirakentaminen (Adapteo Oyj)

Vanhat rakennukset yleensä pyritään korjaamaan viimeiseen asti, kunnes mitään ei ole enää tehtävissä. Tällöin uutta tilaa tarvitaan usein nopeasti. Koulujen ja päiväkotien korvaavat tilaratkaisut suunnitellaan ja rakennetaan muutamassa kuukaudessa kesäloman aikana. Näissä rakennuksissa terveellisyys, turvallisuus, ekologisuus ja nopea toimitusaikataulu ovat vaatimuksia, jotka merkittävästi vaikuttavat siirtokelpoisen väistötilan toimittajan valintaan. (Mykkälä 2018)

Siirtokelpoisten tilaratkaisujen toimittajia ovat muun muassa Adapteo Oyj, Parmaco Oy, Teijotalot Oy ja Elementit-E Oy. Markkinoilla toimii monia pienempiä yrityksiä, jotka myös toimittavat siirtokelpoisia tilaratkaisuja. Kilpailu tällä alalla on kova varsinkin, kun kysymys on suurista hankkeista. Pienemmät yritykset eivät kapasiteetiltaan pysty aina lähtemään kilpailuun mukaan. (Mykkälä 2018)

## **2.2 Moduulijärjestelmän erityispiirteet**

Siirtokelpoisten moduulien rakentaminen on helppoa ja nopeaa. Se tarvitsee kuitenkin alkuvalmisteluja rakennuspaikalla. Paras rakennuspaikka on routimaton sorakenttä, johon voidaan kätevästi tuoda perustuspalkit ja rakentaa tilat niiden päälle.

C90-moduuleja käyttäen pystytään rakentamaan rakennuksia erilaisiin käyttötarkoituksiin ja samalla toteuttamaan käyttäjän vaatimat tilalliset ja varusteelliset tarpeet. Niillä voidaan rakentaa kouluja, päiväkoteja ja toimistorakennuksia ilman rakenteellisia muutoksia moduulin rakennetyyppiin. Pieniä rakenteellisia muutoksia vaaditaan, kun tehdään vaativampia käyttökohteita, esimerkiksi tuotantotilat tai terveydenhuoltotilat.

Moduulien mukana tulee LVIAS-suunnittelulle valmiit kanavat ja viennit, joita yhdistetään rakennustyömaalla toisiinsa kokonaiseksi järjestelmäksi. Arkkitehtisuunnittelun alussa on tärkeä huomioida LVIS-tekniikan asettamat rajoitteet massoittelulle. Esimerkiksi IV-koneet jaksavat palvella tietyn kokoisia alueita ja henkilömääriä eri tavalla eri sisäilmastoluokissa. (Rakennustieto, RT 07-11299).

Turvallisuus on suunnittelun ydin, ei ainoastaan paloturvallisuuden kannalta vaan myös väkivallan uhatessa muun muassa koulu- ja päiväkotirakennuksissa. Moduulijärjestelmä on suunniteltu täyttävän P3 ja P2 paloluokkien asettamat vaatimukset. Kuitenkin suunniteltaessa kolmikerroksista tai P1 paloluokan rakennusta on syytä olla yhteydessä rakennesuunnittelijaan.

Muut tärkeät seikat siirtokelpoisten rakennusten suunnittelussa ovat esimerkiksi tilojen esteettömyys, rakennuksen ulkonäkö, suunnitteluprosessin aikataulu, massoittelurajallisuus, ääneneristävyys sekä kierrätettävyys ja uusiokäyttö. Nämä asiat ovat yhtä tärkeitä useamman rakennuksen elinkaarensa aikana, vaikka ne tulisivatkin harvemmin esille suunnitelmissa. Hyvä suunnittelija osaa pitää nämä asiat aina mielessä, kun suunnittelee C90-moduuleilla.

### **3 LAIT JA MÄÄRÄYKSET**

Arkkitehtisuunnittelutyössä ohjaavin tekijä ovat lait ja määräykset. Se näkyy kaikissa työskentelyvaiheissa lähtöaineistoihin perehtymisestä rakennuksen valmistamiseen asti. Jokaista vaihetta rakennuslalla ohjaavat monet lakipykälät, joiden tarkoitus on taata laatu ja turvallisuus niin rakennuksen toteuttajille kuin käyttäjillekin.

#### **3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki**

Maankäyttö- ja rakennuslaki pitää huolen siitä, että alueiden käyttö on hyvä elinympäristölle ja edistää taloutta, sosiaalisuutta ja kulttuuria. Menettelyprosessissa jokaista ihmistä kuunnellaan ja kaikilla on mahdollisuus vaikuttaa asioiden valmisteluun, suunnittelun laatuun ja asiantuntemuksen monipuolisuuteen sekä tiedottamisen avoimuuteen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999.)

Suunnittelutehtävissä ohjaavin lakipykälä on 13. pykälä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Se sisältää ympäristöministeriön ylläpitämän lain säännösten ja määräysten kokoelman sekä ministeriön ohjeet. Määräykset ovat kaikkia osapuolia sitovia. (RakMk).

#### **3.2 Energiatehokkuus**

Ennen 2018 vuoden maankäyttö- ja rakennuslain muutosta rakennusten energiatehokkuudessa keskityttiin vain niiden käyttöaikaisiin toimintoihin ja vaikutuksiin. Aikaisemmin ei huomioitu kulutettua rakennusaikaista energiaa materiaalien, koneiden ja työvoiman kuljetukseen tai betonin valmistukseen eikä CO<sup>2</sup>-päästöjä esimerkiksi betonivaluista. Lakiuudistusten myötä koko rakennuksen elinkaari huomioidaan nyt laskennallisella tarkastelulla. Tarkastelu sisältää suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon sekä purun. (Tiilikainen 2018).

Suunnitellun rakennuksen täytyy täyttää käyttötarkoituksen mukaiset asetetut vähimmäisvaatimukset sekä rakennusmateriaalien että laitejärjestelmien osalta.

Vähimmäisvaatimusten täytyminen osoitetaan laskennallisella tarkastelulla. Tähän tehtävään erityissuunnittelijalta vaaditaan ammattitutkinto ja pätevyys. (RakMk).

On tärkeää, että rakennukset suunnitellaan energiatehokkaiksi jo alusta asti ilman niiden toimivuuden ja viihtyvyyden uhraamista, koska toimiva ja viihtyisä rakennus on pitkäikäinen ja kuluttaa elinkaarensa aikana paljon energiaa. Arkkitehtisuunnittelulla pystytään merkittävästi vaikuttamaan energiatehokkuuteen rakennuksen elinkaaren aikana. Vaikuttavat tekijät ovat esimerkiksi lämmitysmuotovalinta, sijainti tontilla, passiiviset lämmitykset sekä aurinkosuojaukset. Hyvin suunniteltu rakennus antaa mahdollisimman paljon hyötyä sekä käyttäjille että omistajille mutta kuormittaa mahdollisimman vähän ympäristöä. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017)

### **3.3 Sisäilmasto**

#### **3.3.1 Sisäilmaston haittatekijät**

Monet meistä tunnistavat ilmansaasteet ulkotiloissa paremmin kuin sisätiloissa, mutta sisätilan ilmansaasteet voivat olla paljon vakavampia. Ne voivat aiheuttaa monenlaisia sairauksia ja oireita kuten päänsärkyä, huimausta, sydänvaivoja, keuhkovaivoja ja jopa syöpää. NHAPS:n ja monen muun kansainvälisen terveysjärjestön tutkimusten mukaan (Klepeis, Nelson, Ott, Robinson, Tsang & Switzer 2001) noin 90 % ajasta vietetään sisätiloissa. On siis huolehdittava, että sisäilma on puhdasta ja saasteetonta.

Sisäilmaongelmia aiheuttavat monet tekijät sekä yhdessä että erikseen. Ne voivat olla fyysisiä, kemiallisia ja mikrobiologisia haittatekijöitä, jotka ilmenevät mukavuushaittoina, ohimenevinä oireina ja pahimmassa tapauksessa sairauksina. Ne ovat

- korkea lämpötila
- puutteellinen ilmanvaihto
- kuiva sisäilma

- ilmanvaihdon epäpuhtaudet
- pölyt ja liat
- mineraalikuidut
- savut
- erilaiset allergeenit
- kosteus- ja homevauriot
- haihtuvat orgaaniset yhdisteet. (Lampi 2017)

Usein sisäilmaongelmat johtavat mukavuushaittoihin ja ohimeneviin oireisiin, mutta jotkut kuten radon, asbesti ja kosteusvauriot ovat terveydelle vakavampi riski (Lampi 2017).

### 3.3.2 Sisäilmastoluokitus

Pääsuunnittelijalla, erityissuunnittelijalla ja rakennesuunnittelijalla on suunnitteluvastuu rakennuksen sisäilmaston hyvästä laadusta. Suunnittelutehtävässä otetaan huomioon sisäilmastoon vaikuttavat sisäiset ja ulkoiset kuormitustekijät sekä rakennuksen sijainti ja rakennuspaikka. Sisäiset kuormitukset ovat esimerkiksi lämpö- ja kosteuskuormitusten, erilaisten kiinteistölaitteistojen, valaistuksen ja henkilökuormien aiheuttamat epäpuhtaudet. Ulkoiset kuormitukset ovat ulkoilman laatu, sää- ja ääniolot ja muut ympäristötekijät. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.) Uudistuksen myötä sisäilmastoluokat S1, S2 ja S3 päivitettiin:

- S1-luokka on yksilöllinen. Sisäilman laatu on erittäin hyvä ja lämpöolot ovat viihtyisät kesällä ja talvella. Tilan käyttäjät pystyvät hallitsemaan lämpöoloja tehostamalla ilmanvaihtoa tarvittaessa.
- S2-luokka on hyvä. Sisäilman laatu on hyvä ja lämpöolot vedottomat. Kuumina kesäpäivinä lämpötila nousee viihtyvän tason yläpuolelle.
- S3-luokka on tyydyttävä. Sisäilman laatu ja lämpöolot täyttävät vähimmäisvaatimukset. Ajoittain ilma tuntuu tunkkaiselta ja vedon tunnetta esiintyy. Yliämpeneminen on hyvin yleistä kuumina kesäpäivinä. (Sisäilmastoluokitus 2018.)

Jotta saavutetaan käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, ratkaisuna voidaan käyttää sekä rakenteellisia että teknisiä keinoja kuten lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiä sekä niiden ohjausta ja säätöä. Näiden avulla pystytään pienentämään kuormitustekijöitä. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.)

### **3.4 Rakennusten paloturvallisuus**

#### **3.4.1 Olennaiset vaatimukset**

Paloturvallisuusasetusten mukaan pääsuunnittelijan, rakennesuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on huolehdittava, että suunniteltu rakennus täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset asetetut paloturvallisuusvaatimukset. Olennaisimmat vaatimukset ovat

- Kantavien rakenteiden on kestettävä niille asetettu vähimmäisaika palon sattuessa.
- Palon ja savun kehittyminen ja leviäminen on rajoitettava.
- Palon leviäminen toisiin rakennuksiin on rajoitettava.
- Rakennuksessa olevien henkilöiden täytyy pystyä poistumaan itse rakennuksesta tai heidät täytyy pystyä pelastamaan toisin keinoin.
- Suunnittelussa ja rakentamisessa täytyy ottaa huomioon pelastushenkilöiden turvallisuus. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Pääsääntöisesti suunnittelutyössä pyritään sijoittamaan rakennukset vähintään 8 m toisistaan, jolloin kummaltakaan rakennukselta ei vaadita paloturvallisuustoimenpidettä. Jos tämä ei ole mahdollista, suunnittelijan on tarkistettava käyttökohteelle asetetut määräykset ympäristöministeriön paloasetuksesta ja laadittava suunnitelmat sen mukaan.

#### **3.4.2 Paloluokka**

Rakennukset luokitellaan neljään eri paloluokkaan pääkäyttötarkoituksen, kerrosluvun, rakennuksen korkeuden, kerrosalan ja henkilömäärän mukaan. P0-

luokka määritellään aina erikseen laskennallisella tarkastelulla. P1-luokassa oletetaan, että kantavat rakenteet kestävät palossa sortumatta. Lisäksi rakennuksen kokoa, laajuutta ja henkilömäärää ei ole rajoitettu. P2-luokassa kantavien rakenteiden palokesto saa olla P1:n tasoa hieman matalampi. Paloturvallisuustasoa parannetaan erityisesti pintamateriaalien ja osien ominaisuuksien vaatimuksilla sekä paloturvallisuuslaitteilla. Tässä luokassa kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu pääkäyttötavasta riippuen. P3-luokassa ei vaadita rakenteelle erityistä kantavuutta vaan turvallisuustaso saadaan rajoittamalla rakennuksen koko ja henkilömäärä rakennuksen käyttötavasta riippuen. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Suunnittelija pystyy selvittämään rakennuksen paloluokat ja niiden mukana tulevat asetukset ympäristöministeriön paloasetuksen 848/2017 1a, 1b ja 2 -taulukosta. Taulukot esittävät P2- ja P3-luokkaa koskevat rajoitukset käyttötarkoituksen, koon ja henkilömäärän mukaan (taulukko 1). Suunnittelija voi tarvittaessa kääntyä paikkakunnan paloviranomaisten puoleen suunnittelukohteen paloturvallisuuteen liittyvissä asioissa.

TAULUKKO 1. P3-paloluokan rakennuksen käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, sivu 5, taulukko 1a)

Rakennus	Kerros-luku enintään	Korkeus <sup>1)</sup> enintään	Kerrosala enintään
1-kerroksinen, yleensä	1	9 m	2 400 m <sup>2</sup> (4 800 m <sup>2</sup> *)
2-kerroksinen, yleensä	2	9 m	1 600 m <sup>2</sup> (2 400 m <sup>2</sup> *)
Hoitolaitos	1	9 m	2400 m <sup>2</sup>
Tuotanto- tai varastorakennus	1 <sup>2)</sup>	14 m	ei rajoitusta
Erillisenä rakennuksena oleva maataloustuotteiden kivi-vaamo	1	18 m	ei rajoitusta
Autosuoja	1	9 m	ei rajoitusta
Asuinrakennus, jonka päällekkäiset kerrokset kuuluvat eri asuinhuoneistoon	ei sallittu	ei sallittu	ei sallittu

<sup>1)</sup> Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.

<sup>2)</sup> Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m<sup>2</sup> ja osastoimattomana enintään 50 m<sup>2</sup> oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja.

\* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Paloluokittelussa rakennukset tai niiden osastot ryhmitellään niiden pääkäyttötavan mukaan. Ne ovat asunnot, majoitustilat, kokoontumis- ja liiketilat (esim. ravintolat, myymälät, koulut, päiväkodit, urheilutilat, teatterit, kirjastot), hoitolaitokset, työpaikkatilat, tuotanto- ja varastotilat sekä autosuojat. Rakennusten ryhmitely on ohjaava tekijä, jolla määritetään rakennukselle paloluokka ja jota käytetään turvallisuusselvityksessä. Turvallisuusselvitys tehdään vaativiin rakennuksiin, joissa on suuri turvallisuusriski johtuen tilojen käyttötavasta ja henkilöiden rajoitetusta tai alentuneesta toimintakyvystä. Se laaditaan yhteistyössä kohteen suunnittelijoiden, käyttäjien, viranomaisten ja muiden tahojen kuten hoitolaitosten kanssa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

### **3.4.3 Palo-osastointi**

Usein rakennus jaetaan palo-osastoiksi estämään palon ja savun leviämistä. Lisäksi palo-osastot turvaavat henkilöpoistumisen palon sattuessa ja helpottavat sammutustyötä sekä rajoittavat omaisuusvahinkoa. Osastointi tehdään kolmella tavalla: kerros-, pinta-ala- ja käyttötapaosastoinniksi. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Kerrososastoinnissa yleensä kellarikerrokset, ullakot ja niiden väliin jäävät kerrokset muodostetaan eri palo-osastoiksi. Yhteen osastoon voi sisällyttää monta kerrosta, mutta osasto ei kuitenkaan saisi ylittää sallittua palo-osastoinnin kokoa pinta-alaltaan kussakin paloluokassa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Pinta-alaosastointi laaditaan nimensä mukaisesti pinta-alan perusteella. Esimerkki koulu (kokoontumistila) on yksikerroksinen, sen korkeus on 3,8 m, käyttäjämäärä 250 henkilöä ja kerrosala 500 m<sup>2</sup>. Palomääräyksen mukaan rakennuksen suurin sallittu palo-osaston koko P3-luokassa niin kellarissa, ullakolla kuin yläpohjassakin on 400 m<sup>2</sup>. Tässä tapauksessa rakennus on jaettava kahteen palo-osastoon näiltä osin, jotta se määriteltäisiin P3-luokkaan. Toinen vaihtoehto on määritellä tämä rakennus P2-luokkaan, jolloin suurin sallittu palo-osaston

koko olisi suurempi. P2-luokassa kuitenkin vaaditaan korkeampi paloturvallisuustaso muilta osin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Palo-osastointi voidaan tehdä myös käyttötapojen mukaan muun muassa kerrostalot, joissa on asunnot ja liiketilat, osastoidaan erikseen. Lisäksi palokuormaltaan erilaiset tilat jaetaan eri palo-osastoiksi. Esimerkkeinä porrashuone, asuinhuoneisto, autosuoja, kattilahuone, hissit ja tekniikkakuilut muodostavat jokainen oman osastonsa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

#### **3.4.4 Muut paloturvallisuudessa tärkeät yksityiskohdat**

Palo- ja savusulku sijaitsee kahden palo-osaston välillä. Se estää palon ja savun leviämistä osastosta toiseen. Sulku varustetaan kahdella ovella, jotka avautuvat eri palo-osastoihin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Palokunnan hyökkäystie eli sammutusreitti on ensisijainen reitti sammutushyökkäyksessä. Se suunnitellaan erilliseksi, kun rakennuksessa on esimerkiksi pitkät poistumismatkat tai muita erityisiä riskejä. Hyökkäystie mahdollistaa palokunnan pelastustoimet ilman törmäämistä poistuvien ihmisten kanssa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Rakennuksesta täytyy pystyä poistumaan turvallisesti tulipalossa ja muissakin hätätilanteissa. Uloskäytäviä pitää olla riittävästi ja hyvällä etäisyydellä toisistaan, jotta eri tiloista on mahdollisimman lyhyt poistumismatka ja -aika. Niiden on johdatettava käyttäjät aina ulos maan pinnalle tai muualle turvalliselle alueelle. Pääsääntö on vähintään kaksi uloskäytävää poistumisaluetta kohti. Poikkeuksena kahdeksankerroksiseen rakennukseen voidaan suunnitella yksi poistumiskäytävä, jos käyttötapana on asunto tai alle 300 h-m<sup>2</sup>:n työpaikka-, tuotanto- tai varastotila. Lisäksi poistumisalueelta pitää olla varatie sekä omatoimista pelastautumista että palokunnan pelastustyötä varten. Uloskäytävän suunnittelussa on otettava huomioon ovien korkeus, aukeamissuunta, lukitus ja poistumisopasteet

majoitustilan, hoitolaitoksen sekä kokoontumis- ja liiketilan käyttökohteissa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Uloskäytävien vähimmäisleveydet eroavat toisistaan henkilömäärästä riippuen. Jos rakennuksessa on alle 60 henkilöä, uloskäytävän vähimmäisleveys on 900 mm. Kun henkilömäärä ylittää 120 henkilöä, uloskäytävän vähimmäisleveyteen eli

1 200 mm:iin, lisätään 400 mm kutakin alkavaa 60 henkilöä kohti. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Poistumistiematka kustakin alueesta lasketaan lyhyimmän kulkukelpoisen reitin mukaan. Kulkureittien enimmäispituudet riippuvat rakennuksen käyttötavasta ja uloskäytävien määrästä: joko 30 m tai 45 m. Jos suunnitellut poistumisreitit kahteen eri poistumiskäytävään yhtyvät, niiden yhteisen osan pituus lasketaan kaksinkertaisena. Lisäksi reitillä olevat tasoerot lasketaan nelinkertaisina tasoerojen matkan kohdalta. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Rakennuksessa pitää olla uloskäytävän lisäksi varatie. Varateitä on neljä perustyyppiä:

- Ikkunasta tai parvekkeelta, josta pudottautumiskorkeus saa olla korkeintaan 3,5 m.
- Ikkunasta tai parvekkeelta kiinteällä poistumistikkailla maahan matalahkoissa rakennuksissa.
- Ikkunasta tai parvekkeelta palokunnan pelastuskalustolla.
- Ulkotilasta helppokäyttöisempi ja turvallisempi rakenteellinen ratkaisu korkeissa rakennuksissa esimerkiksi parvekeluukku ja kiintotikkaat. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Lisäksi savunpoistojärjestely on suunniteltava niin, että se varmistaa ylikuumentamisen estämisen ja mahdollistaa poistumisen savukerrosten alta, sillä kuuma ilma nousee katon rajaa kohti. Erityisesti porrashuone tulee varustaa kaukoohjattavilla savunpoistoikkunoilla. Vastaavasti korvausilman saanti on järjestettävä savunpoiston edistämiseksi. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.)

Vain pieni osa paloturvallisuussuunnitelmasta, kuten palo-osastoinnit ja poistumisopasteet, on esillä arkkitehtipiirustuksissa, vaikka paloturvallisuussuunnitelma itse asiassa ohjaa koko rakennuksen suunnittelua. Paloturvallisuussuunnitelmasta tehdään erillisiä dokumentteja korostamaan erilaisia vaikuttavia tekijöitä. Niitä ovat muun muassa palotekninen selvitys, pelastussuunnitelma ja pelastustiesuunnitelma. Vaativissa käyttökohteissa on suotavaa, että suunnittelija konsultoi sekä palokonsulttia että paloviranomaista.

### 3.5 Muut

Arkkitehtisuunnittelua ohjaavien lakipykälien ja asetusten lisäksi suunnittelussa on monia muita erilaisia määrääviä tekijöitä riippuen suunnittelukohteen käyttötarkoituksesta, kuten opetusministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön vaatimukset koulu- ja päiväkotirakennuksissa esimerkiksi hygieniatilat. WC-tilojen tarpeellinen määrä riippuu aina rakennuksen käyttötarkoituksesta ja henkilömäärästä. Koulurakennuksessa vähimmäisvaatimus WC-tilamäärälle on yksi 7–8 m<sup>2</sup> tila enintään 30 oppilasta varten ja lisäksi yksi 1,5–2,0 m<sup>2</sup> tila kutakin alkavaa 20 oppilasta kohti. (Valtioneuvoton päätös peruskoulu- ja lukiorakennusten suunnittelun, rakentamisen ja normaalihintojen perusteista 1986). Suunnittelutyössä kuitenkin pyritään tarjoamaan aina vähintään yksi WC-tila 15 henkilöä kohti.

Ääneneristys on tullut tärkeämmäksi avotoimistojen sekä oppimistilojen suunnittelussa ja toteutuksessa. Uuden ympäristöministeriön ääniympäristöä koskevan asetuksen voimaantulon jälkeen ollaan tarkempia tilojen ja laitteiden ääni- ja melutasosta. Asetuksessa on määritetty uusia raja-arvoja tai vaatimuksia rakennusten ääneneristävyyden, ääniolon, melun- ja värinätorjunnan suhteen (taulukko 2). Näillä vaatimuksilla pyritään parantamaan tilojen terveyttä ja viihtyvyyttä. (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä 2018)

TAULUKKO 2. Äänitasoeroluvun  $D_{nT,W}$  ohjearvot. (Ympäristöministeriön asetus 796/2017)

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

## 4 C90-MODUULIT

Kun olemassa olevaa rakennusta korjataan tai saneerataan, niiden toiminnot joudutaan siirtämään väliaikaisesti toisiin tiloihin. C90-järjestelmän siirtokelpoiset moduulitilat on luotu juuri tähän tarkoitukseen. Moduulirakennuksia voidaan muokata vastaamaan erilaisia käyttötarkoituksia tilaajien tarpeiden mukaan.

### 4.1 Siirtokelpoinen moduulirakentaminen

Moduulirakentaminen tarkoittaa erilaisten moduuliyhdistelmien kokoamista kokonaiseksi rakennukseksi. C90-järjestelmän rakennuksia rakennetaan yhdestä kolmeen kerrokseen. Jokaista rakennusta suunnitellaan kokonaisena pakettina, jonka jälkeen se tuodaan työmaalle kasattavaksi (kuva 2). Pakettiin kuuluu arkkitehtisuunnittelun lisäksi monia muita erityissuunnitteluja kuten RAK- ja LVIAS-suunnittelua.



KUVA 2. Adapteo Oyj:n työmaavierailu (Keskinen, helmikuu 2019)

Moduulit tulevat työmaalle valmiina koottavaksi suoraan valmistustehtaalta tai välivaraston kautta. Välivarastossa tehdään tarvittavia muokkauksia moduuleihin sekä niiden kuntotarkastus ja kunnostus, kun kyseessä on uudelleen sijoitettava moduuli.

Usein rakennukset vuokrataan 2–5 vuodeksi. Asiakas voi myös jatkaa rakennuksen vuokraamista tarpeen mukaan pidempäänkin. Näin ollen tulee ottaa huomioon rakennusluvan määräaika, ja mahdollisesti hakea sille jatkoa. Muissa tapauksissa rakennus palautuu erillisinä moduuleina kuntotarkastettavaksi ja huollettavaksi, jonka jälkeen moduulit lähtevät uudelleenkäytettäviksi toisissa kohteissa. Sekä C90-moduulit että rakennussuunnittelu tehdään vastaamaan pysyvän rakennusluvan vaatimuksia eli teoriassa moduulit voivat olla vuokrattavana hyvinkin pitkään.

## **4.2 Rakennuspaikka, alkuvalmistelut ja perustukset**

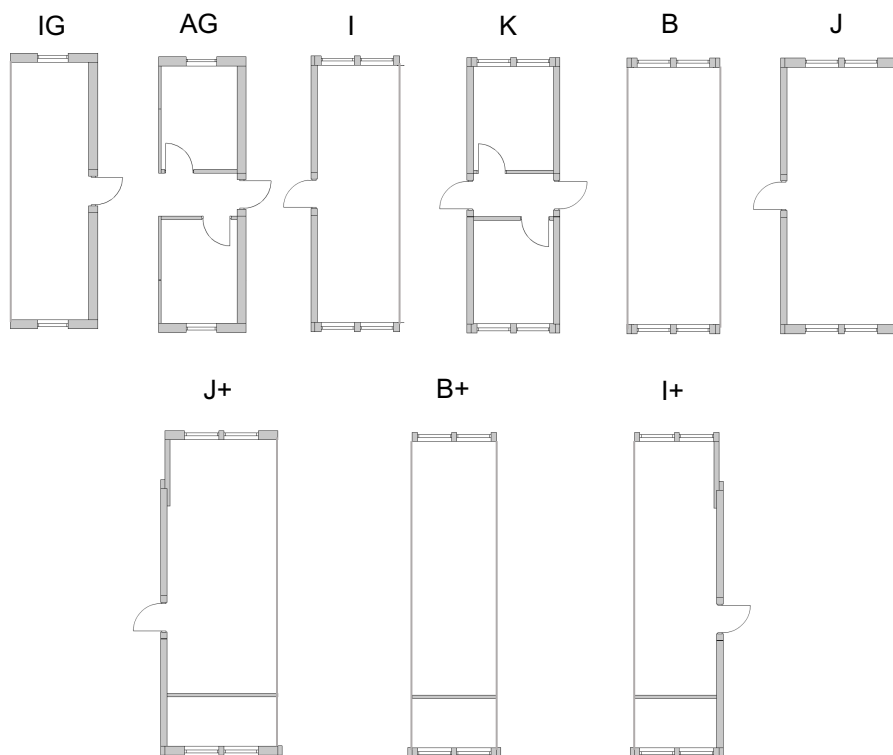
Rakennustontti ja -paikka valmistellaan etukäteen ennen moduulien saapumista. Jotta rakennus olisi vakaa ja turvallinen, sen perustukset sijoitetaan routimattomalle pohja-alustalle. Routimaton alustan pohjamaa on vettä läpäisevä. Pinta- ja pohjamaan kerrosten välissä on routimattomia kiviaineksia kuten routimaton hiekka tai sora.

Alkuvalmistelutehtävät ovat usein tehty jo etukäteen, sillä monet rakennukset suunnitellaan olemassa oleville routimattomille parkkipaikoille tai urheilukentille. Niiden pintamateriaalina voi olla yleensä asfaltti tai sora. Kun rakennetaan muokkaamattomalle alueelle, maarakennustyö täytyy tehdä ennen perustusten ja moduulien saapumista työmaalle. Vastuu maarakennustyöstä vaihtelee riippuen urakkasopimusmuodosta ja sen sisällöstä. Useammassa tapauksessa vastuu kuuluu tilaajalle, joka usein ulkoistaa työn toiselle urakoitsijalle. Samaan urakka-tehtävään yleensä kuuluvat ulkopuoliset vesi-, sähkö- ja viemäriasennukset.

Valmiille routimattomalle rakennuspaikalle tuodaan perustuspalkit. Ne asennetaan paikoilleen perustamismittaohjeen mukaan, jonka erityissuunnittelija on laatinut arkkitehtisuunnitelman pohjalta. C90-järjestelmässä alapohjaratkaisuna toimii tuulettuva alapohja, jossa ryömintätilan korkeus vaihtelee rakennuksen vaatimusten mukaan. Adapteo Oyj:n oma standardiratkaisu toimii lähes kaikkiin rakennuksiin.

### 4.3 Perusmoduulit

Perusmoduulit ovat kooltaan noin 3 x 9 m, paitsi J-moduulit, jotka ovat hieman leveämpiä kuin muut. Perusmoduuleita käytetään pääsääntöisesti kuivien tilojen, esimerkiksi luokkatila ja toimisto, muodostamiseen. Koska moduulit ovat LVIS-tekniikan sisältäviä yksiköitä, ei niitä saa peilata suunnittelussa. Kääntäminen on sallittua, mutta tällöin tulee suunnittelussa huomioida muutokset LVIS-tekniikassa. Yleensä käännettyjä moduuleja kuvataankin suunnitelmissa erillisellä kirjaintunnuksella (K), jotta erityissuunnittelijat osaavat huomioida tekniikan kääntymisen. Kuvassa 3 on esitettyä suurin osa perusmoduuleista. Kuva on tuotettu internetselainpohjaisella Adapteo Draw -suunnitteluohjelmalla, joka on avoin kaikille. Adapteo Oyj:n asiakkaat käyttävät ohjelmaa pohjaratkaisujen luonnoste-luun.



KUVA 3. Perusmoduulit ja plusmoduulit (Adapteo Draw)

IG- ja AG-moduulit sekä niiden käännettyjä versioita suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti rakennuksen päädyissä, koska niissä on valmiina myös ulkoseinät. Lisäksi IG- ja AG-moduuleissa on valmiina käyntiovi UO9+3. Toisena vaihtoehtona rakennuksen ulkoseinä voidaan muodostaa erillisellä OWB-blokilla mihin tahansa moduuliin. Suunnittelussa pyritään kuitenkin päättämään rakennus IG- tai

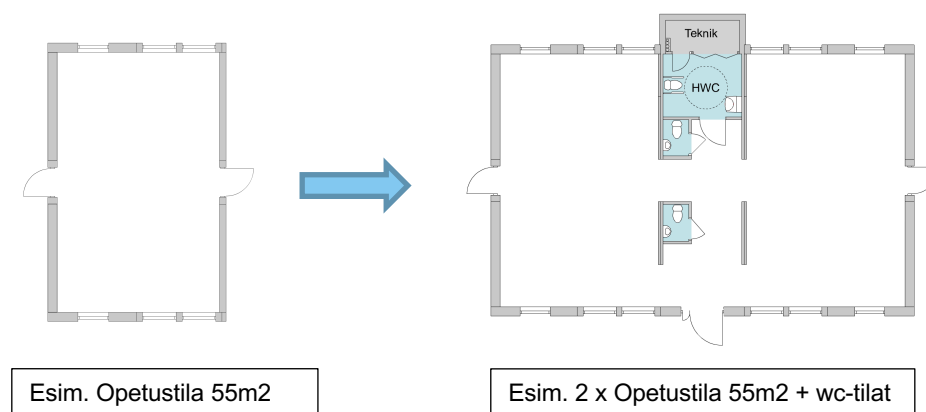
AG-moduulilla valmiiseen ulkoseinään. Tämä ratkaisu on kuitenkin kustannukseltaan korkeampi kuin valmiit IG- tai AG-moduulit, joten suositellaan, että OBW-moduulia käytetään harkiten.

Plusmoduulit ovat käyttötarkoituksiltaan samat kuin perusmoduulit. Ne ovat vain pidempiä ja niiden vakiovarusteisiin kuuluu väliseinä, joka jakaa suunniteltavan tilan ja käytävän. Plusmoduulit eroavat perusmoduuleista siten, että niillä saadaan avarampaa ja suurempaa tilaa tarvittaessa. Lisäksi näiden vakiokokoiset ikkunat ovat suurempia kuin perusmoduuleissa.

Osassa vakiomoduuleista on esitetty väliseiniä ja tekniikka valmiiksi erikohdissa, joka ohjaa standardoitujen ja valmiiksi mietittyjen ratkaisuiden ja tilakokonaisuuksien luomiseen. Esimerkiksi kun halutaan toimistohuoneita, saadaan se järkevästi K-moduulien avulla, jossa väliseinän paikat on mietittynä valoisuuden, LVIS-tekniikan ja ääneneristävyyden kannalta jo valmiiksi.

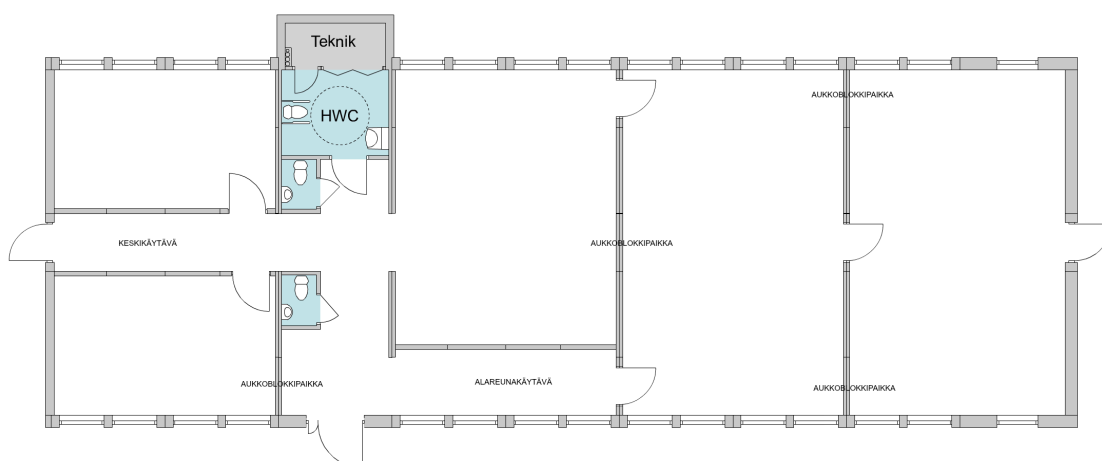
#### 4.3.1 Tilojen muodostaminen

Tila muodostuu yhdistämällä erilaisia moduuleita keskenään. Suunnittelussa kannattaa käyttää mahdollisimman paljon olemassa olevia tilaratkaisuvaihtoehtoja ja välttää tilojen muokkausta ajan ja lisäkustannusten välttämiseksi. Paras suunnittelutapa voi olla esimerkiksi ensin muodostaa kaikki tarvittavat tilat tilaohjelman mukaisesti ennen kuin yhdistää tilat keskenään yhdeksi kokonaisuudeksi (kuva 4). Silloin ei mikään tila unohdu ja suunnittelukohteen laajuudesta saa paremman käsityksen.



KUVA 4. Tilojen muodostuminen (Adapteo Draw)

Kun tiloja yhdistetään, suunnittelijan tulee ottaa huomioon kulkureitit niihin. Mairio ominaisuus C90-moduuleissa on niiden muokattavuus, sillä kulkureitti voidaan sijoittaa keskellä, yläreunassa (harvemmin) tai alareunassa kulkevaksi käytäväksi olemassa olevien aukkoblokkien kohdalle (kuva 5).

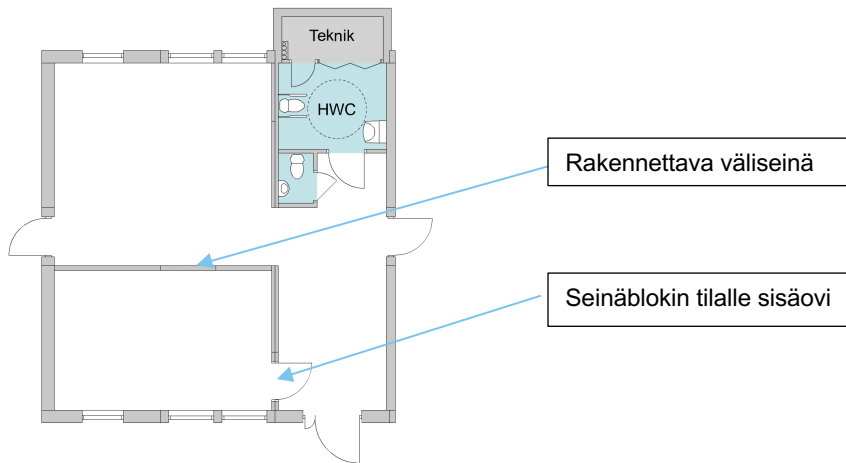


KUVA 5. Käytäväpaikat ja aukkoblokit (Adapteo Draw)

#### 4.3.2 Poisto- ja lisäysmuokkaus

Joskus haluttua tilajakoa ei saada pelkillä standardimoduuleilla. Silloin paras tapa on muodostaa ensiksi isot tyhjät tilat ja lisätä sitten niihin väliseinät erottamaan eri tilat toisistaan. Väliseinät kannattaa kuitenkin sijoittaa olemassa olevat aukkoblokit, moduulien liitoskohdat ja käytävät huomioon ottaen (kuva 6). Väliseinän sijoittaminen ikkuna-aukon kohdalle on mahdollista, mutta ei suotavaa ja sitä tulisi välttää. Samaten, kun poiketaan standardiratkaisusta, tulee aina suunnittelussa huomioida myös LVIS-tekniikka, kuten valaistus ja niiden sijainnit.

Keskikäytävän suunnittelussa suunnittelijan täytyy pitää mielessä missä ilmanvaihtokanavat kulkevat ja missä korkeudessa ne ovat lattiatasosta. Lisäksi olemassa olevien seinien purkaminen on mahdollista, mutta sitä pitäisi käyttää viimeisenä ratkaisuvaihtoehtona. Mieluummin rakennetaan uutta kuin puretaan ja rakennetaan uudelleen, jolloin säästyy purkutyön vaiva, aika ja raha. Purkutyötä sisältävän suunnitelman piirustuksiin tulisi kirjata selkeät merkinnät selitteineen sekä tiedottaa Adapteota ja muita suunnittelijoita niistä, jotta heidän työnsä sujuisivat vaivattomammin.



KUVA 6. Tilojen muokkaaminen (Adapteo Draw)

#### 4.3.3 Ovet ja ikkunat

Väliovina käytetään lähtökohtaisesti aina ääntä eristäviä O10 sisäovia. Ulko-ovina toimivat tällä hetkellä pääovessa UO10+5 ja päädyissä UO9+3. Päätyovia voidaan käyttää hätäpoistumisovina. Märkätilamoduulin vessojen ovet ovat standardin mukaiset: tavallisessa WC:ssä O8 ja LE-WC:ssä O10.



KUVA 7. Esimerkkijulkisivu (Adapteo Draw)

C90-perusmoduulien mukana tulevat ikkunat ovat IKK 12x12 ja plusmoduulien mukana IKK 12x16 (kuva 7). Moduuleissa, joissa on vakiona 4 kpl ikkunaa, on kaksi ikkunaa molemmissa päissä. Molemmissa päissä vasemmanpuoleinen ikkuna (sisäpuolelta katsottuna) on kiintopainikkeella avattava. Avattavia ikkunoita voidaan käyttää tuuletukseen, savunpoistoon tai varateinä hätäpoistumiseen.

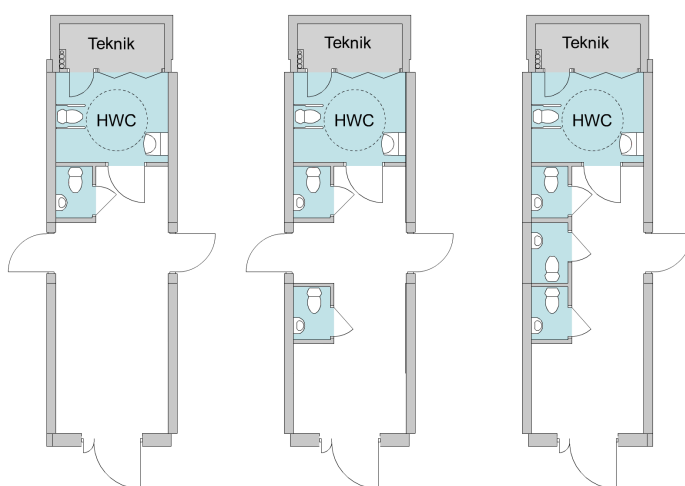
## 4.4 Märkätilamoduuli eli tekniikkamoduuli eli C-moduulit

### 4.4.1 Yleisesti

Nämä moduulit tunnetaan monella eri nimellä riippuen siitä, kenen kanssa puhuu. Yleisesti puhutaan aina märkätilamoduulista. Keskustelussa erityissuunnittelijoiden kanssa nimi vaihtuu tekniikkamoduuliksi ja Adapteon tai arkkitehtien keskenään keskustellessa C-moduuliksi.

Käytävissä olevia märkätilamoduuleita on neljä erilaista versiota. Kuva 8 esittää niistä kolme. Kaikissa on samat talotekniikkavarustelut, ilmanvaihtokanavat, LE-WC ja ulko-ovi. Niitä erottaa toisistaan normaalien WC-tilojen lukumäärä ja sijainti.

Märkätilamoduuleilla on kolme pääkäyttötarkoitusta. Ne toimivat ensinnäkin sisäänkäyntinä, toisekseen tarjoavat varustellut WC-tilat ja kolmanneksi toimivat talotekniikkakeskuksena. Näiden pääkäyttötarkoitusten lisäksi sisäänkäyntiovea käytetään väliovena, kun tehdään U- tai L-muotoista massoittelua ja liittäessä märkätilamoduuli märkäeteis- tai porrasmoduuliin.

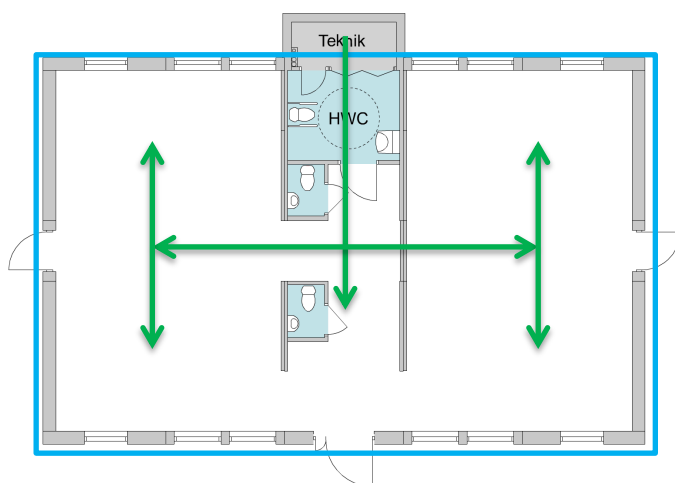


Kuva 8. Kolme neljästä märkätilamoduulista C2, C3 ja C4 (Adapteo Draw)

#### 4.4.2 Talotekniikkatilat

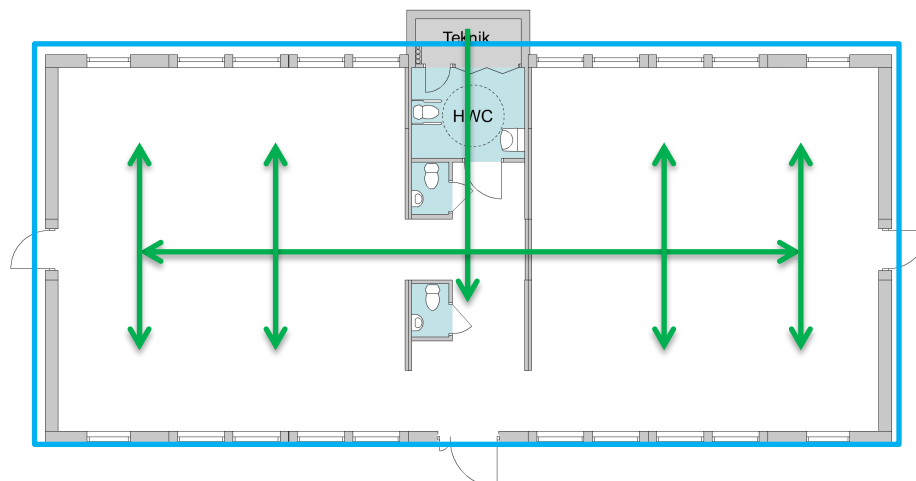
C-moduulin keskeisin rooli on talotekniikassa. Kaikissa C-moduuleissa on samat talotekniikkalaitteet samassa paikassa. Moduulin sijoittaminen on tärkeää tilasuunnittelussa, sillä se ratkaisee, kuinka suuri tila sen ympärille voidaan sijoittaa.

Perehdyttäessä lähtöaineistoon kuten tarjouspyyntömateriaaleihin ja muihin dokumentteihin kannattaa heti yrittää löytää, mikä sisäilmaluokka kyseiseen rakennukseen vaaditaan. Esimerkiksi koulu- tai päiväkotirakennuksissa usein vaaditaan S2-sisäilmaluokkaa, jolloin C-moduuleita täytyy lisätä pohjapiirustuksiin tiheämmin. S2-sisäilmaluokassa yksi ilmanvaihtokone palvelee noin kahta 60 m<sup>2</sup>:n kokoista tilaa molemmin puolin (kuva 9). Jossain tapauksissa tietyt yksittäiset tilat, esimerkiksi laboratoriotila, vaativatkin tehokkaampaa ilmanvaihtoa, jolloin kannattaa ensisijaisesti konsultoida LVI-suunnittelijaa.



KUVA 9. Esimerkki IV-koneen kapasiteetista S2-luokassa (Adapteo Draw)

S3-sisäilmaluokassa yksi ilmanvaihtokone palvelee noin kahta 80 m<sup>2</sup>:n kokoista tilaa molemmin puolin tekniikkamoduulia (kuva 10). Tätä pidetään tilasuunnittelussa lähtökohtana tapauksissa, joissa sisäilmaluokkaa ei ole mainittu lähtö materiaaleissa. Nyrkkisääntönä on yksi tekniikkamoduuli kuutta perusmoduulia kohti.



KUVA 10. Esimerkki IV-koneen kapasiteetista S3-luokassa (Adapteo Draw)

Käytännössä ilmanvaihtokapasiteetti lasketaan kuitenkin aina tapauskohtaisesti. Esimerkkinä toimisto- ja varastotilat, joiden ilmanvaihdon tarve riippuu erilaisista tekijöistä, kuten käyttäjämäärästä ja käyttötarkoituksesta. Sama ilmanvaihtokoneen kapasiteetti saattaa riittää kahdelle henkilölle 200 m<sup>2</sup>:n tiloissa kuin vastaavasti 50 henkilölle 100 m<sup>2</sup>:n tiloissa.

#### 4.4.3 WC-tilat

Kaikissa C-moduuleissa tulee mukana yksi LE-WC-tila. Tästä syystä kulkutilat ja eteiset C-moduuleissa ovat aina esteettömiä. Vaihtoehtoisesti LE-WC-tila voidaan käyttää myös siivous-, sosiaali-, tai varastotilana. C2:ssa on kaksi WC:tä, C3:ssa kolme ja C4:ssa neljä (kuva 8).

C4-moduuli tulee tuotantotehtaalta aina alimmaksi sijoitettu WC-tila tyhjänä ilman varusteita. Syy tähän on tilan joustavuuden parantaminen. Tyhjiin tilaan voidaan rakentaa lisä-WC (kuva 11), muuttaa siivouskomeroksi tai teletilaksi.

On olemassa myös C5. Tätä moduulia tulee käyttää tapauskohtaisesti. Poikkeuksellisesti C5:ssa on myös neljä WC:tä mutta eri sijainneilla. C5-moduulia ei myöskään saa ensisijaisesti sijoittaa toiseen kerrokseen viemäriverkoston takia.



KUVA 11. Märkätilamoduulin WC-tila (Keskinen 2019)

#### 4.4.4 Sisäänkäynti

Yksi C-moduuleiden tärkeimmistä käyttötarkoituksista on pääsisäänkäynti (kuva 12). Jokaisessa niistä on standardivarusteena 1 500 mm leveä ulko-ovi UO12+3 esteettömyyttä varten. Oven ulkopuolelle voidaan sijoittaa mm. käyntitaso, luiskaporrastaso, märkäeteismoduuli (E-moduuli) tai porrasmoduuli. Kun sisäänkäyntiä ei tarvita moduulissa, ulko-ovi otetaan usein kokonaan pois käytöstä. Se ei tarkoita sitä, että ovi poistetaan ja paikalle rakennetaan seinä, vaan ovi jätetään paikoilleen ja se laitetaan lukkoon. Näissä tapauksessa ovi merkitään pohjapiirustuksiin merkinnällä ”OVI EI KÄYTÖSSÄ”.



KUVA 12. Sisäänkäynti (Adapteo Draw)

Tämä käytäntö johtuu uudelleenkäytettävyydestä. Moduuleita halutaan käyttää uudelleen mahdollisimman monta kertaa, kun ne palautuvat vuokrasopimuksen loputtua. Tekemällä mahdollisimman vähän muutoksia alkuperäisiin moduulirakenteisiin edesautetaan niiden uusiokäyttöä, sekä kustannusten että huoltoajan kannalta.

Suunnittelussa on tärkeä muistaa vaihtaa ovia palo-oviksi, kun niiden sijoitus on palo-osastoinnin kohdalla. Kun märkätilamoduulin käyntiovi yhdistyy porrasmoduuliin, se muuttuu palo-oveksi porrashuoneen palo-osastoinnin vuoksi. Sen palovaatimus on puolet osastoinnin vaatimuksesta, esimerkiksi palo-osastoinnissa EI30 oven on oltava EI15 (Paloasetus).

#### 4.5 Erilliset moduulit: Märkäeteis-, porras- ja kaukolämpömoduuli

Erilliset moduulit ovat C90-järjestelmämoduulien täydentäviä moduuleita. Niiden käyttö perustuu tilaajien pyyntöihin, käyttötarkoituksiin tai lain asettamiin määräyksiin. Märkäeteis- ja kaukolämpömoduulia käytetään silloin, kun asiakas on ne tarjouspyynnössä maininnut. Porrasmoduulia taas käytetään, kun suunnitellaan useampikerroksinen rakennus tai ulkoportaat eivät täytä määräyksiä.

Märkäeteismoduuli eli E-moduuli on vakioratkaisu märkäeteiselle. Sen varustuksessa on otettu huomioon käyttötarkoitus. E-moduulin mukana tulee WC-tila ja kalusteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. Märkäeteismoduulia käytettäessä on tärkeää ottaa huomioon WC-tilan sijoitus. WC-tilan takaseinän täytyy olla avointa ilmatilaa vasten, koska seinän kautta hoituu WC-tilan ilmanvaihdonpoisto. Moduulissa on kolme kulkuaukkoa, joihin on mahdollista lisätä ulko-ovi. Oven lopullinen sijainti on suunnittelijan päätettävissä.

Porrasmoduulia TGI1, TGI2 ja TGI3 käytetään muodostamaan kulkuyhteys kerrosten välille. TGI1 sijoitetaan aina maantasokerrokseen ja TGI2 tulee toiseen kerrokseen, kun kyseessä on kolmikerroksinen rakennus. TGI3 puolestaan sijoitetaan aina ylimpään kerrokseen. Esimerkiksi jos kyseessä on kaksikerroksinen rakennus, maantasokerrokseen laitetaan TGI1 ja toiseen kerrokseen TGI3. Porrasmoduulit on suunniteltu täyttämään lain asettamat vaatimukset sekä kulkuväylän leveyden että portaiden nousun ja etenemän osalta. Lisäksi TGI3 -moduuli on varustettu kauko-ohjattavilla savunpoistoikkunoilla. Niiden ohjaus sijaitsee yleensä maantasokerroksen TGI1-moduulissa ulko-oven lähistöllä, jotta pelastushenkilökunnalla olisi helppo ja nopea pääsy siihen palon sattuessa. Porrasmoduulissa on samat kulkuaukot kuin E-moduulissa, johon voidaan lisätä ulko-ovi tarvittaessa.

Kaukolämpömoduuli on vanhasta C30-moduulijärjestelmästä modifioitu tekniikkamoduuli. Moduuli voidaan erillisenä yksikkönä sijoittaa teoriassa mihin tahansa. Niiden sijoitusta suositellaan kuitenkin rakennuksen päätyyn.

#### **4.6 C90-moduulien sisäiset ominaisuudet**

C90-järjestelmä on suunniteltu kansainvälisille markkinoille. Perusrakenneratkaisut on suunniteltu vastaamaan Ruotsin rakennusmääräyksiä, joten ne täyttävät monien muidenkin EU-maiden rakennusten vähimmäisvaatimukset. Järjestelmää kuitenkin muokataan vastaamaan maakohtaisia rakennusmääräyksiä. C90-järjestelmä on CE-merkitty ETA-lausunnolla. C90-moduulijärjestelmän rakenne-

tyypit täyttävät voimassa olevat Suomen RakMk:n määräykset lujuudessa, kantavuudessa, lämmön- ja kosteuseristävyudessa, tiiveydessä, paloturvallisuudessa ja ääneneristävyudessa.

Kaikissa rakennetyypeissä on sama kerrosperiaate. Uloimpana on säältä suojaava ulkoverhous. Keskellä on lämmön ja kosteuden eristävä kerros. Sisimpänä on sisäpintakerros, jonka materiaalit vaihtelevat riippuen rakennetyyppien käyttökohteista.

RakMk:ssa esitetään vaatimukset lämmönläpäisykertoimien enimmäisarvoille eri rakennetyypeille (U-arvo), joissa lämpimän ja kylmän tilan rakenteiden U-arvoja käytetään lämpöhäviöiden tarkastelussa (taulukko 3). C90-moduulijärjestelmän rakennetyypit täyttävät nämä vaatimukset.

TAULUKKO 3. Lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot (RakMk)

RAKENNETYYPPI	U-ARVO
Seinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittava alapohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17 W/m <sup>2</sup> K
Maan vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m <sup>2</sup> K
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 W/m <sup>2</sup> K

C90-järjestelmän moduulien kantavat rakenteet ovat pääosin jokaisesta neljästä nurkasta, yläpohjassa liimapuupalkit ja profiilipelti sekä alapohjassa liimapuupalkit. Näiden lisäksi rakenne koostuu eriste- ja levymateriaaleista, jotka yhdessä täyttävät paloturvallisuusluokkavaatimukset P1, P2 tai P3. Rakennetyypit täyttävät myös ääneneristykseen vähimmäisvaatimukset ja niitä voidaan täydentää tapauskohtaisesti lisäeristeellä tilaajan toivomusten mukaisesti.

#### **4.7 C90-järjestelmän ulkopuoliset osat**

C90-järjestelmän moduulit muodostavat tilakokonaisuuden, joka täyttää kaikkien osapuolien sisätilavaatimukset. Lisäksi tarvitaan ulkopuolisia osia, jotka täydentävät rakennuksen käytettävyyttä, esteettömyyttä ja viihtyvyyttä. Näitä ovat yhdyskäytävä, sisäänkäyntiporras, luiska, ulkopuoliset portaat ja katokset.

Ulko-oven eteen tarvitaan aina käyntitasoporras, kuisti sekä luiska katoksineen esteettömyyden toteutumiseksi. Käyntitasoporras vaaditaan myös jokaiselle hätäpoistumisovelle. Ulkopuoliset portaat toiseen ja kolmanteen kerrokseen ovat ensisijaisesti hätäpoistumisteitä varten.

Yhdyskäytävää käytetään yhdistämään rakennuksia toisiinsa. Tarvittaessa sitä käytetään palo-osastoinnin jakamisessa. Se voidaan rakentaa monikerroksisena.

## 5 SUUNNITTELUPROSESSI

Siirtokelpoisilla rakennuksilla on usein nopea toimitusaikataulu. Keskimäärin koko prosessi kestää noin 4–6 kk kilpailun tarjousjulkaisusta rakennuksen luovutukseen. Prosessi sisältää monia vaiheita ja vaikuttavia tekijöitä arkkitehtisuunnittelussa.

### 5.1 Tarjousvaihe ja hankesuunnitteluvaihe

#### 5.1.1 Lähtöaineisto

Lähtöaineisto koostuu tarjouspyynnöstä ja sen liitteistä, jotka sisältävät tarvittavat tiedot rakennuksen suunnitteluun, kuten tilantarpeet ja asiakkaan toiveet. Tarjouspyynnössä on tarkemmin määritelty, mitä dokumentteja vaaditaan tarjouksen liitteeksi, kuten kalustetut pohjapiirustukset, leikkaus- ja julkisivupiirustukset. Edellä mainitut piirustukset tunnetaan tarjouspiirustuksena.

Tarjouspyynnön liitteenä saadaan usein tarkentavia dokumentteja, esimerkiksi viitesuunnitelma, tilaohjelma, varusteluettelo ja tilojen ominaisuuksien vaatimukset. Viitesuunnitelma sisältää alustavasti suunnitellut tilaratkaisut, joissa tärkeintä on ottaa huomioon tilojen keskinäinen yhteys ja noudattaa sitä myös omassa suunnitelmassa. Tarjouspyyntö ei aina sisällä viitesuunnitelmaa, jolloin rakennuksen suunnittelu perustuu tilaohjelmaan. Yhtä tärkeä dokumentti arkkitehtisuunnittelussa on varusteluettelo, jonka avulla tiloja varustetaan ja esitetään piirustuksissa tilaajan toivomusten mukaan.

Muut tärkeät lähtötiedot, kuten rakennuksen käyttötarkoitus, lämmitysmuoto, vuokra-aika, sisäilmaluokka, henkilömäärä, rakennusala ja sijainti tontilla, poimitaan lähtöaineistosta. Tarjouspyynnössä ei aina ole määritelty rakennuksen lämmitysmuotoa, jolloin suunnittelija itse päättää sen vuokra-ajan perusteella, joka perustuu energiamääräyksiin. Samoin sisäilmaluokan ja henkilömäärän perusteella mitoitetaan ilmanvaihtokapasiteetti ja tarvittavat WC-tilat valitsemalla oikeat tekniikkamoduulivaihdot ja niiden lukumäärä (Valtioneuvoton päätös peruskoulu-

ja lukiorakennusten suunnittelun, rakentamisen ja normaalihintojen perusteista 1986).

Tilasuunnittelussa on erityisesti huomioitava mahdollisesti lähtöaineistossa esitetty maininta siitä, että pyydettyjä tilaominaisuuksia, kuten pinta-ala ei saa alittaa. Tämä saattaa johtaa tarjouksen hylkäämiseen. Vastaavasti määräysten vähimmäisvaatimukset eivät aina täytä tarjouspyynnössä esitettyjä.

Kaikkia suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ei lähtötiedoissa ole aina annettu, vaan suunnittelijan täytyy ne itse selvittää. Näitä ovat muun muassa rakennuksen tontti ja sijainti sekä niiden mukana tulevat määräykset ja rajoitukset. Katon kaltevuus, julkisivujen pintamateriaalit ja värit ovat riippuvaisia tonttia koskevasta asema-kaavasta tai rakennustapaohjeesta.

### **5.1.2 Tarjouspiirustukset**

Tarjouspiirustukset ovat arkkitehtisuunnittelussa saman arvoisia kuin luonnospii-rustukset. Ne ovat yleensä tarkempia kuin viitesuunnitelma, mutta eivät kuitenkaan vielä lupapiirustusten tasoa. Tarjouspiirustuksilla pyritään esittämään ja myymään rakennusta, joten niissä korostetaan tilaajan tilojen vaatimuksia varusteille ja laitteille. Lupapiirustuksissa taas on osoitettava määräysten ja vaatimusten täytyminen.

Monissa tarjouskilpailussa tarjouspiirustuksia ei liitetä tarjoukseen, vaan Adapte-olle tehdään vain pohjapiirustus ja tila- ja varusteluettelo hinnoittelua varten. Kilpailuissa, joissa tarjoukseen liitetään tarjouspiirustukset, tilaaja ja kilpailutuslau-takunta arvioivat ja pisteyttävät suunnitelmat ja niiden ratkaisut tarjouspyynnössä esitettyihin vaatimuksiin. Pisteet jaetaan eri kategorioihin, esimerkiksi tilaratkai-sut, esteettömyys, ulkonäkö, energiatehokkuus, logistiikka ja hinta. Hintakatego-riassa on aina suurin pistemäärä. Useimmissa tapauksissa hinta vastaa 60-90 % kokonaispistemäärästä.

Tarjouspiirustukset laaditaan tällä hetkellä AutoCad-suunnitteluohjelmistolla, jo-hon on olemassa aloituspohjatiedosto. Tiedostossa on valmiit 2D-piirustukset

kaikista moduuleista, joita kopioimalla ja yhdistämällä piirustukset piirretään. Kehitteillä on 3D-aloituspohjatiedosto ArchiCad-suunnitteluohjelmistolle. Sen valmistuttua suunnittelutyö voidaan tehdä kolmiulotteisena, joka merkittävästi nopeuttaa piirustusten laatimista, kuten leikkaus- ja julkisivupiirustukset. Kolmiulotteiset kuvat mahdollistavat myynnille ja markkinoinnille myös rakennuksen paremman visualisoinnin.

Ensimmäiseksi laaditaan pohjapiirustus viitesuunnitelman tai huonetilaohjelman mukaisesti. Tässä on huomioitava, että usein tilaohjelman pyydyt pinta-alat ovat hyötypinta-aloja. Suositellaan, että tarvittavat tilat ja määrät tehdään aloituspohjatiedostoon ensin joko moduuleina tai vyöhykkeinä ennen kuin tiloja yhdistetään keskenään. Toki jokaisella suunnittelijalla on oma tapansa tehdä tämä työvaihe, mutta tällä suosituksella pyritään välttämään tilannetta, jossa jokin pyydetty tila unohtuisi tai jäisi huomaamatta.

Siinä vaiheessa, kun kaikki tarvittavat tilat on yhdistetty ja pohjapiirustuksesta käy ilmi sen laajuus ja kokonaisuus, otetaan yhteyttä erityissuunnittelijoihin ja pyydetään heitä kommentoimaan luonnospohjapiirustusta. Julkisivu- tai asemapiirustusten tekoa ei kannata aloittaa ennen erityissuunnittelijoiden kommentteja. Kommenttien perusteella saatetaan tehdä suuriakin muutoksia pohjapiirustukseen esimerkiksi silloin, kun suunnitelmaan tarvitsee lisätä ilmanvaihtokoneita eli kokonaisia tekniikkamoduuleita. Jo aloitetut julkisivu- ja asemapiirustukset joudutaisiin korjaamaan muutoksien mukaisesti.

Erytyissuunnittelijoiden kommentteja odottaessa suunnittelija voi alustavasti sijoittaa rakennuksen ulkopuoliset osat kuten ulkoportaat ja katokset sekä tehdä leikkauspiirustuksen. Suunnittelija voi myös laatia tila- ja varusteluettelon ja kalustaa tilat, joihin ei varmuudella ole tulossa muutoksia.

Pohjapiirustus tehdään valmiiksi erityissuunnittelijoiden kommenttien ja suositusten mukaisesti, tulostetaan ja lähetetään Adapteo Oyj:lle kommentoitavaksi ja hinnoiteltavaksi. Tämän jälkeen tuotetaan loput piirustukset, kuten asema- ja julkisivupiirustukset. Adapteo Oyj:n kommenttien jälkeen korjataan mahdolliset puutteet ja viimeistellään piirustukset.

Piirustukset pyritään tekemään mahdollisimman lähelle lupapiirustusten tasoa seuraavan vaihteen helpottamiseksi. Tarkoitetaan, että kaikki lupavaiheeseen tarvittavat piirustusmerkinnät kuten päämitat, korot, selitteet, tilan nimi ja pinta-alat näkyvät piirustuksissa. Lopuksi tehdään laajuuslaskelmat kokonaiskerrosalasta, kokonaiskerrosalasta (250mm seinällä), kokonaishuoneistoalasta ja tilavuudesta. Tarjouspyynnöstä riippuen lasketaan myös kokonaishuoneala koko rakennuksesta.

### **5.1.3 Tarjouspiirustusten täydentävät dokumentit**

Asemapiirustusta pidetään tarjousvaiheessa täydentävänä piirustuksena, koska sitä harvoin pyydetään. Asemapiirustuksessa esitetään rakennuksen sijainti tontilla ja sen suhteet ympäristöön. Rakennus sijoitetaan ottaen huomioon viereiset rakennukset, piha, parkkipaikka ja tonttiliittymä sekä ilmansuunnat.

Huonetilaluetteloa pyydetään myös harvemmin. Siinä esitetään kaikki pyydettyt tilat oikeilla nimillään sekä muut tarvittavat tilat, joita tarjouspyynnössä ei mainita, kuten siivouskomero, teletila ja käytävä. Luettelossa esitetään pyydettyjen tilojen lukumäärä ja pinta-ala sekä vastaavasti suunnitelman mukainen tilojen lukumäärä ja pinta-ala. Huonetilaluettelo tehdään osaksi tila- ja varusteluetteloa, josta tulostetaan vain tarvittavat asiat.

Koska arkkitehtisuunnittelijan työnkuvaan kuuluu lähtöaineistoihin perehtyminen, hänen tulisi tiedottaa sekä asiakasta että myös muita suunnittelijoita, kun tarjouspyynnössä vaaditaan arkkitehtipiirustusten lisäksi laitejärjestelmien, rakennustyyppien ja pintamateriaalien kuvaus ja selostus.

### **5.1.4 Tila- ja varusteluettelo**

Tila- ja varusteluettelo tehdään enimmäkseen rakennuksen hinnoittelua sekä toteutusvaiheessa varusteiden tilausta varten. Luettelo sisältää samat asiat kuin huonetilaluettelo sekä lisäksi tilakohtaiset laitteet, kiinto- ja irtokalusteet sekä laitevaraukset sähkö- ja vesiliitäntää varten. Luettelon tulisi sisältää kaikki tarjoushintaan ja toimitussisältöön vaikuttavat asiat.

Varustelista tulee usein lähtömateriaalien mukana erillisenä dokumenttina, mutta joskus suunnittelija joutuu poimimaan varusteet eri dokumenteista. Lisäksi luetteloon kerätään varusteet ja koko rakennusta koskevat laitejärjestelmät, esimerkiksi säleverhot ja murtohälytysjärjestelmä. Myös rakenneratkaisuihin liittyvät muutokset, kuten akustiikkalevyjen lisääminen, julkisivumateriaalin vaihto ja koristekaton rakentaminen, sisältyvät luetteloon.

Tila- ja varusteluettelo kannattaa laatia samalla, kun suunnittelija perehtyy tarjousmateriaaliin. Luettelo on myyjille työkalu rakennuksen hinnoittelussa ja lisäksi apuväline suunnittelijalle pohjapiirustuksen kalustamisessa. Erityisesti suurissa rakennuksissa varusteluettelo tehdään aina hinnoittelun tueksi. Luettelon laatiminen on hidasta ja työlästä ja sen laatiminen kannattaa aloittaa hyvissä ajoin.

## **5.2 Lupapiirustukset**

### **5.2.1 Hankeneuvottelu**

Lupavaihe alkaa hankeneuvottelulla sen jälkeen, kun tarjous on hyväksytty. Keskustelun lähtökohtana on aiemmin toimitetut tarjouspiirustukset. Neuvottelussa sovitaan tarjouspiirustuksista poikkeavat muutokset sekä lisätilauksena tulevat tarjouksen ulkopuoliset työt, laitteet ja varusteet. Lisäksi sovitaan rakentamisprosessin kulusta ja toimitusaikataulusta sekä puuttuvan aineiston hankinnasta. Kaikkia tietoja, kuten rakennusoikeus, käyttäjämäärä, pohjakartta, maaperätutkimusraportti sekä sähkö-, vesi- ja viemäri-liitäntäpisteet, ei välttämättä tarjousvaiheessa tiedetty.

Samassa keskustelussa päätetään eri osapuolien roolit ja vastuut rakennushankkeessa. Tilaajat saattavat käyttää omaa pääsuunnittelijaa tai laativat itse osan pääpiirustuksista, esimerkiksi asemapiirustuksen. Tällaisen järjestelyn kanssa tulee olla tarkkana, sillä jokainen piirustus vaikuttaa toisiin piirustuksiin. Asemapiirustuksessa rakennuksen sijainti tontilla vaikuttaa julkisivupiirustuksen ilmansuuntiin ja nurkkien ja lattiankorot korkomerkitöihin kaikissa muissa piirustuksissa. Hankeneuvottelun jälkeen suunnittelija pystyy laatimaan lupapiirustukset

rakennusluvan hakua varten. Lupapiirustukset sisältävät pääpiirustukset ja täydentävät piirustukset. Piirustusten laadinnassa kannattaa olla jatkuvassa yhteydessä hankkeen kaikkiin osapuoliin, jotta vältyttäisiin turhalta työltä tai jonkin asia jäisi huomaamatta.

### 5.2.2 Pääpiirustukset

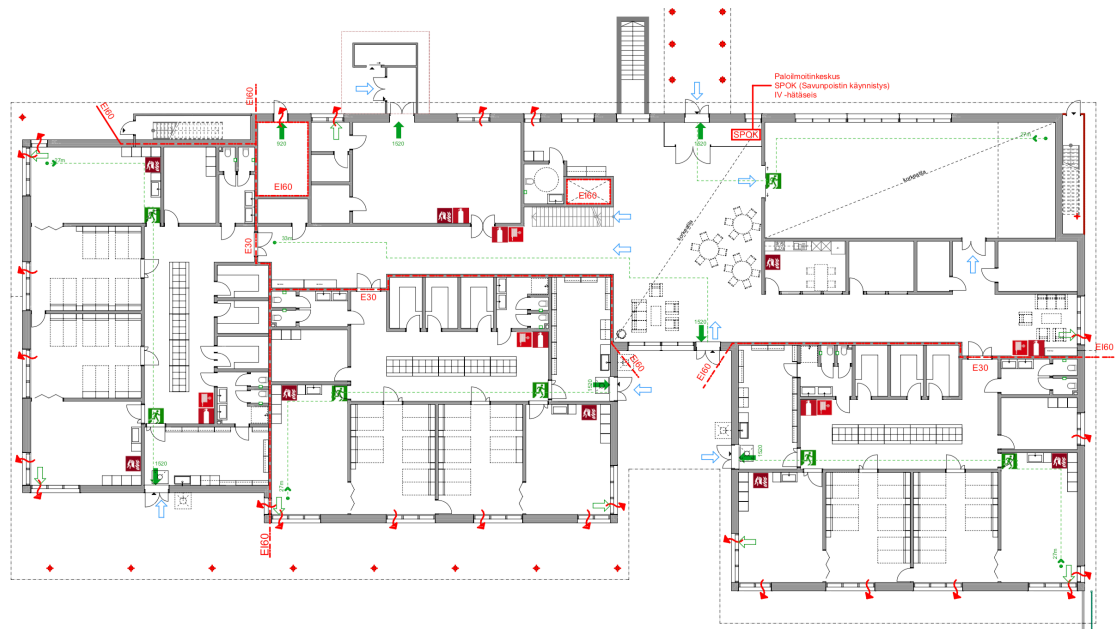
Pääpiirustukset ovat asemapiirustus, pohjapiirustukset, leikkauspiirustukset ja julkisivupiirustukset. Näiden laatiminen aloitetaan päivittämällä pohjapiirustus tarjouspohjapiirustuksen ja hankeneuvotteluissa sovittujen muutosten mukaisesti. Jos tarjouspohjapiirustus on hyvin tehty, sen päivittäminen lupapiirustukseksi on helppoa ja nopeaa. Lupavaiheessa pohjapiirustus pyritään tekemään lähes valmiiksi ennen muiden piirustusten aloittamista, jotta erityissuunnittelijat voisivat aloittaa työnsä mahdollisimman nopeasti. Tämä keskeneräinen pohjapiirustus välitetään usein tilaajille tai käyttäjille kommentoitavaksi, jotta rakentuva kohde täyttäisi heidän toiveensa.

Sillä aikaa, kun pohjapiirustukset ovat kommentoitavana muilla osapuolilla, aloitetaan asemapiirustuksen luonnostelua ja muokataan tai aloitetaan leikkauspiirustusta, jos sitä ei ole tarjousvaiheessa tehty. Rakennuksen sijoittaminen tontin rakennusalueelle auttaa nurkkapisteen selvittämisessä, koska usein korkeinta nurkkapistettä pidetään lähtökorkeutena maanpinnan muokkaamisessa. Maanpinnan muokkauksen jälkeen saadaan rakennukselle lopulliset nurkkapistekorkeudet.

Leikkauspiirustus on hyvä tehdä seuraavaksi, koska kaikki pääpiirustuksiin tulevat korkotasot lasketaan tässä piirustuksessa. Asemapiirustuksesta saadaan rakennusalan maanpinnan korkeus merenpinnasta. Sen päälle lisätään perustuksen korkeus, jolloin saadaan alapohjan alapinnankorkeus merenpinnasta. Vastaavasti lisätään alapohjan paksuus ja saadaan lattian korkeus. Räystäään korkeus mitataan piirustuksesta maanpinnan tasosta ja lisätään rakennusalan maan korkeuteen merenpinnasta. Tuloksena syntyy korkomerkinnot, joita käytetään kaikissa muissa piirustuksissa. Tapauksissa, joissa on kalteva pohja-alusta tai asfaltti, on hyvä ratkaisemaan perustuksen korkoa rakennesuunnittelijan kanssa ennen lattiakoron määrittämistä.

### 5.2.3 Täydentävät dokumentit ja piirustukset

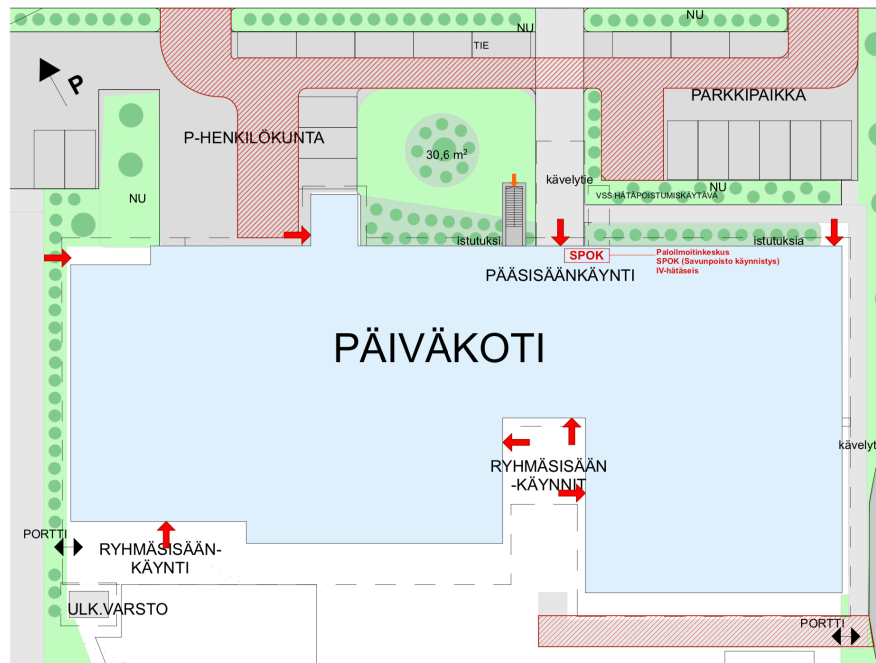
Lupakäsittelyvaiheessa viranomaiset saattavat pyytää korjauksia ja tarkennuksia pääpiirustuksiin sekä lisäselvityksiä rakennuksesta, esimerkiksi pihasuunnitelman. Muut lisäselvitykset liittyvät usein paloturvallisuuteen, kuten paloturvallisuusselvitys, pelastus- ja pelastustiesuunnitelma, jotka hyväksytetään paloviranomaisella. Paloturvallisuussuunnitelma laaditaan paloviranomaiselta saatujen ohjeistuksien ja suositusten mukaan.



KUVA 13. Ojalan päiväkodin pelastussuunnitelma (Keskinen 2019, ArchiCad)

Paloturvallisuusselvityksessä laaditaan monia piirustuksia esittämään eri paloturvallisuustekijöitä. Esimerkiksi pelastussuunnitelmassa korostetaan henkilöpoistumista palo-osastoinnilla, poistumisreiteillä, -teillä ja -opasteilla. Henkilöpoistumisen varmistamiseksi suunnitellaan savunpoiston ja korvausilmatuloreitit. Lisäksi esitetään alkusammutukselle tärkeiden varusteiden sijainnit kuten sammuuspeitteet ja käsisammuttimet sekä pikapalopostit (kuva 13).

Pelastustiesuunnitelmapiirustuksessa esitetään pelastusautojen reitti ja parkkeeraus tontilla. Piirustuksessa täytyy tulla esille myös pelastushenkilökunnan SPOK:n sijainti ja hyökkäystiet (kuva 14).



KUVA 14. Ojalan päiväkodin pelastustiesuunnitelma (Keskinen 2019, ArchiCad)

### 5.3 Rakennustyöaikainen muutostyövaihe (RAM-lupakuvat)

Rakennusvaiheen aikana saattaa esiintyä ongelmia, jotka pyritään ensisijaisesti ratkaisemaan ilman lupapiirustusten päivittämistä, mutta tämä ei aina ole mahdollista. Ongelmat, jotka vaativat suuria muutostöitä, edellyttävät arkkitehti-, RAK- tai LVIAS-ratkaisuja ja päivityksiä lupapiirustuksiin. Rakennusaikaisiin muutostöihin on monia syitä. Ne voivat olla

- tilaajien tai käyttäjien toiveesta johtuvia
- työmaalla tehdystä ongelmanratkaisusta johtuvia
- suunnitteluvirheistä johtuvia
- viranomaisvaatimuksista johtuvia.

Lupapiirustukset päivitetään muutosmerkinnöillä lupaviranhaltijalle uudelleen hyväksyttäväksi. Revisiomerkinällä kerrotaan piirustuksissa, missä muutos tapahtuu, ja muutosselitteessä selostetaan tarkimmin, mitä muutoksia ollaan tekemässä. Usein revisiomerkinällä tehdään loppupiirustukset, joihin merkitään kaikki rakennustyönaikaiset muutostyöt. Tärkeintä lupapiirustusten päivityksessä on niiden jättäminen viranomaiselle käsiteltäväksi ennen rakennuksen luovuttamista.

## 6 TOIMIVAT KOKONAISUUDET

Adapteo Oyj:lla on monia standardirakennuksia, joiden avulla myyjät voivat selkeämmin esittää C90-moduulijärjestelmää mahdollisille tilaajille. Standardirakennukset eivät ole toteutuskelpoisia sellaisenaan. Standardirakennukset ohjaavat jo ennalta mietittyihin kustannustehokkaisiin ratkaisuihin, joten niitä kannattaa pyrkiä mukailemaan. Jokainen rakennuskohde suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

### 6.1 Koulu

Toimiva koulurakennus sisältää opetustilojen lisäksi monia tukitiloja koulutusasteesta riippuen. Ne ovat ruokala, jakelukeittiö, opetusvälinevarasto, WC-tilat, käytävät sekä henkilökunnan työskentely- ja sosiaalityilat. Hyvin suunniteltu koulurakennus tasapainottaa tilojen toimintojen suhteet toisiin tiloihin, kuten ruokala ja jakelukeittiön läheisyydessä.

Tarkastelukohteena on pohjapiirustus Adapteo Oyj:n standardikoulurakennuksesta, jossa on viisi opetustilaa ja tukitiloja (liite 1). Tilat on jaettu kolmeen ryhmään ja sijoitettu omina ryhminään. Ne ovat opetustilat ja käytävä, ruokailutilat ja keittiö, sekä henkilökunnan tauko ja työskentelytilat. Rakennuksessa on monipuoliset opetustilat, kuten tekninen käsityöluokka, musiikkiluokka, fysiikka- ja kemialuokka, sekä kotitalousluokka (kuva 15).



KUVA 15. Standardikotitalousluokka (Adapteo Oyj)

Suunnitelmassa on otettu ilmanvaihto hyvin huomioon. Tekniikkamoduulit on sijoitettu S2-sisäilmaluokan vaatimuksen mukaan oikealla jaotuksella. Sekä tekninen käsityöluokka että kotitalousluokka, jotka saattavat laitevarustuksiltaan vaatia tehokkaampaa ilmanvaihtoa on sijoitettu tekniikkamoduulin viereen.

rakennus on yksikerroksinen, joten sillä on useampikerroksista rakennusta kevyemmät paloturvallisuusvaatimukset. Rakennuksessa on riittävästi poistumisteitä hyvällä etäisyydellä toisistaan ja poistumismatkat ovat lyhyitä. Lisäksi palon sattuessa joka toisesta ikkunasta pystyy poistumaan rakennuksesta turvallisesti.

Rakennuksessa on yhdeksän WC-tilaa oppilaille. Luokkatilojen lukumäärän perusteella voidaan arvioida oppilaiden lukumääräksi noin 125. Adapteo Oyj:n standardimitoituksen mukaan 1 WC-tila palvelee 15 henkilöä, joten yhdeksän WC-tilaa palvelee 135 henkilöä. Sekä opettajille että keittiöhenkilökunnalle on lisäksi omat WC-tilat.

Esteettömyysvaatimukset on täytetty mahdollistamalla liikkuminen pyörätuolilla ulkotilasta kaikkiin sisätiloihin. Sisäänkäynti on varustettu katetulla luiskalla ja käyntiovena on UO12+3. Kulkulevydet ovat tarpeeksi suuret pyörätuolilla kääntymiseen. Suunnitelmassa on kolme LE-WC-tilaa ja normaaleja WC-tiloja lukuun ottamatta kaikki sisäovet ovat O10. (Valtioneuvoston asetus rakennuksen esteettömyydestä 241/2017).

## **6.2 Päiväkoti**

Adapteo Oyj:n standardipäiväkodissa on kolme kotiryhmätilaa, henkilökunnan tilat ja jakelukeittiö (liite 2, kuva 16). Kotiryhmätiloihin kuuluu märkäeteinen, eteis-aula, WC-tilat, pienryhmätila, ryhmähuone sekä leikki- ja lepotila. Tässä suunnitelmassa kaksi kotiryhmätilaa käyttää samaa märkäeteistä ja WC-tiloja. Esteetömäksi suunnitellut kotiryhmätilat eivät ole muiden kotiryhmien käytössä.

Kotiryhmätilat on sijoitettu vierekkäin toiselle puolelle rakennusta ja henkilökunnan tilat ja jakelukeittiö vastakkaisiin päätyihin. Henkilökunnan tiloihin on erillinen

sisäänkäynti henkilökulun sujuvuuden edistämiseksi ja päädyssä on käyntiovi tavarankuljetusta varten. Tämä ratkaisu mahdollistaa tavaratoimituksen keittiöön päiväkodin leikkipihaa häiritsemättä.

Rakennuksessa käytetään C90-järjestelmän ulkopuoliset E-moduulit märkäeteiseksi. E-moduuli on suunniteltu juuri tätä käyttötarkoitusta varten. Märkäeteisen ja muiden WC-tilojen yhteenlaskettu lukumäärä on vähintään riittävä eli 10 kappaletta 69 lasta kohti.



KUVA 16. Esimerkki päiväkotikohde (Adapteo Oyj)

### 6.3 Toimistorakennus

Tarkastelukohteena on Adapteon kaksikerroksinen standarditoimistorakennus 120 henkilölle (liite 3). Suunnitelmassa tilat jakautuvat avotoimistotiloihin, neuvottelutiloihin, taukotiloihin, pienempiin toimistohuoneisiin sekä eteisiin ja WC-tiloihin. Neuvottelutilat ja toimistohuoneet, joita pidetään vilkkaampina alueina neuvottelu- ja taukotilan vuoksi, on sijoitettu rakennuksen toiseen pätyyn vähentämään henkilöliikennettä avotoimistoalueella.

Standarditoimisto on suunniteltu S2-sisäilmaluokkaan. Tekniikkamoduulit on sijoitettu nyrkkisäännön mukaisesti, paitsi päädyissä, joissa on 150 m<sup>2</sup> tilat yhden

ilmanvaihtokoneen varassa. Näissä tiloissa henkilömäärä on melko vähäinen ja ilmanvaihtokapasiteetin riittävyys on todettu laskennallisilla menetelmin.

Toimistorakennus on määritelty P2-paloluokkaan. Se on kerrososastoitu ja jaettu neljään palo-osastoon, joista porrashuoneet ovat omina osastoinaan. Porrashuoneet on sijoitettu niin, että poistumismatkat olisivat mahdollisimman lyhyet.

WC-tiloja on 12 kappaletta, jotka riittäisivät 180 henkilölle. Rakennuksessa kuitenkin työskentelee korkeintaan 120 henkilöä. Vaikka yksi WC-tila molemmissa kerroksissa muutettaisiin siivoustilaksi, WC-mitoitus riittää silti henkilömäärälle. Rakennuksen maantasokerros on suunniteltu täysin esteettömäksi. LE-WC-tilan lisäksi maantasokerroksesta löytyy kaikki toista kerrosta vastaavat tilat.

#### **6.4 Muut**

Vaikka siirtokelpoinen moduulirakentaminen koetaan usein konttityyppiseksi lyhytaikaiseksi tilapäisrakentamiseksi, C90-järjestelmällä voidaan toteuttaa lähes mikä tahansa rakennuskohde. Sen käyttöikä eivät rajoita rakennustekniset ratkaisut eivätkä materiaalivalinnat. Adapteo Oyj:n referenssiluettelo osoittaa käyttökohteiden monipuolisuuden (Adapteo Oyj).

Koulujen, päiväkotien ja toimistojen lisäksi Adapteo Oyj rakentaa rakennuksia moniin muihinkin käyttötarkoituksiin. Sosiaali- ja terveydenhuoltorakennukset sekä laboratoriot, joissa on tiukat vaatimukset puhtaudelle ja ilmanvaihdolle, on pystytty toteuttamaan samoilla moduuleilla hyödyntäen vakioratkaisuja. Samoin muut rakennukset hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten majoitus- ja julkiset rakennukset, teollisuusrakennukset, arkistot ja serverihuoneet, pystytään rakentamaan joko standardimoduulein tai pienin muutoksin.

## 7 POHDINTA

Siirtokelpoisen moduulirakentamisen suosio on kasvanut voimakkaasti ja mielestäni vaikuttavimmat tekijät tähän ovat nopea toimitusaika ja vaivaton hankintaprosessi perinteiseen rakentamiseen verrattuna. Tilapäisen rakennuksen vuokraaminen on myös houkuttelevaa, sillä vuokra-ajan kustannukset tiedetään tarkasti etukäteen. Rakennus on vuokraajalle huoltovapaa ja ylläpito- sekä huoltokustannukset vuokra-aikana sisältyvät vuokraan.

Vuokra-aika voidaan sopia niin pitkäksi tai lyhyeksi kuin vuokraaja tarvitsee. Vuokrasopimusta voidaan myös joustavasti jatkaa vuokra-ajan päättyessä. Rakennus on mahdollista siirtää toiselle rakennuspaikalle tarpeen vaatiessa. Samaa rakennuskokonaisuutta voitaisiin esimerkiksi käyttää peräkkäin useamman koulun saneerausohjelmassa.

Siirtokelpoisten moduulirakennusten perustukset ovat hyvin kevyitä, eivätkä ne yleensä tarvitse merkittävää maansiirtoa tai muokkausta. Itse rakenne on kevyt ja tehty pääsääntöisesti kierrätettävistä ja uusiutuvista materiaaleista. Mielestäni merkittävin tekijä moduulirakentamisen ympäristöystävällisyydessä on kuitenkin niiden uudelleenkäytettävyys.

Uskon, että yleisesti moduulirakentamisen suosio pysyy vähintään nykyisellään, koska väistötiloja tarvitsevaa korjausrakentamista tehdään niin nyt kuin tulevaisuudessakin. Julkisen sektorin rakennuksissa esiintyviin kosteus- ja homevaurioihin puututaan nykyään herkemmin ja saneerauskohteita on paljon. Uusia markkina-alueita saattaa myös aueta näkemysten muuttuessa. Ihmiset ovat suhtautuneet moduulirakentamiseen ennakkoluuloisesti, koska aiemmat tuotejärjestelmät ovat muistuttaneet työmaaparakeja. Käsityksiä saadaan muutettua sekä paremilla tuotteilla että kokemuksilla erilaisista käyttökohteista. Lopputulos ei saisi merkittävästi erota ulkonäöltään tai sisätiloiltaan perinteisestä rakennuksesta. Rakennuksen pitäisi näyttää ja tuntua samanlaiselta kuin mikä tahansa pysyvä paikalla rakennettu. Jos tämä onnistutaan tulevissa tuotejärjestelmissä toteuttamaan, siirtokelpoinen moduulirakentaminen valtaisi merkittävän osan perinteisten rakennustapojen markkina-alueesta.

Olen sitä mieltä, että C90-järjestelmän moduulien tuotekehitys on loppuillaan. Tämän järjestelmän moduuleita kuitenkin valmistetaan ja rakennuksia suunnitellaan vielä pitkään, vaikka Adapteo Oyj toisi uuden moduulijärjestelmän markkinoille. Vielä valmistuksen päättymisen jälkeenkin suunnitellaan palautuvien moduulien uudelleensijoituskohteita.

Mahdollisena ongelmana sekä uusien että palautuvien moduulien käytettävyydessä pidän tulevaisuuden energiatehokkuuden määräyksiä. Nykyisessä toimintaympäristössä ilmastonmuutoksen torjumiseksi asetettavat energiatehokkuusvaatimukset ovat kiristyneet ja trendi vaikuttaa pysyvältä. Tämän näen aiheuttavan tulevaisuudessa haasteita niin moduulien suunnittelulle kuin myös jo olemassa olevien moduulien käytölle.

## LÄHTEET

Adapteo Oyj. Kuvat ja Adapteo Draw -suunnitteluohjelma. Luettu 1.1.2020  
[www.adapteo.fi](http://www.adapteo.fi)

Harju, H., Blomqvist, S., Hämäläinen, A. & Raimoaho, A. 48 000 suomalaista lasta käy koulua väistötilassa. Yle Uutiset. Luettu 10.3.2020.  
<https://yle.fi/uutiset/3-10395943>

Klepeis, N., Nelson, W., Ott, W., Robinson, J., Tsang, A. & Switzer, P. 2001. A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants. NHAPS-tutkimusjärjestö. Luettu 1.4.2020.  
<https://indoor.lbl.gov/sites/all/files/lbni-47713.pdf>

Lampi, J. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. Kosteusvaurioiden terveysvaikutukset -seminaariesitystallenne Pohjois-Savon Lääkäriyhdistys -Youtube-kanavalla. Julkaistu 30.9.2017  
<https://www.youtube.com/watch?v=i5vtsxpLd4U&t=2s>

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. Finlex. Luettu 4.2.2020  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>

Mäkkylä, I. 2018. Moduulirakennusten LVI-suunnitteluohje. Talotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkea koulu. Opinnäytetyö

RakMk. Suomen rakentamismääräyskokoelma 2018. Finlex. Päivitetty 23.5.2019. Luettu 1.2.2020  
<https://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

Sisäilmastoluokitus 2018. RT-kortti 07-11299. Rakennustieto. Luettu 1.2.2020

Tiilikainen, K. Ympäristöministeriö. Energiatehokkuus ja kestävä rakentaminen -seminaariesitystallenne Rakennusteollisuus RTT ry -Youtube-kanavalla. Julkaistu 6.6.2018.  
<https://www.youtube.com/watch?v=LcRvjX7eaJk>

Valtioneuvoston asetus rakennuksen esteettömyydestä 241/2017. Finlex. Luettu 1.4.2020  
[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Esteettomyys](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Esteettomyys)

Valtioneuvoston päätös peruskoulu- ja lukiorakennusten suunnittelun, rakentamisen ja normaalihintojen perusteista 1986. Finlex 254/1988. Luettu 1.4.2020  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1988/19880264>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Finlex. Luettu 1.4.2020  
[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus)

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 2017. Finlex. Luettu 1.2.2020

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Finlex. Luettu 1.4.2020

[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus)

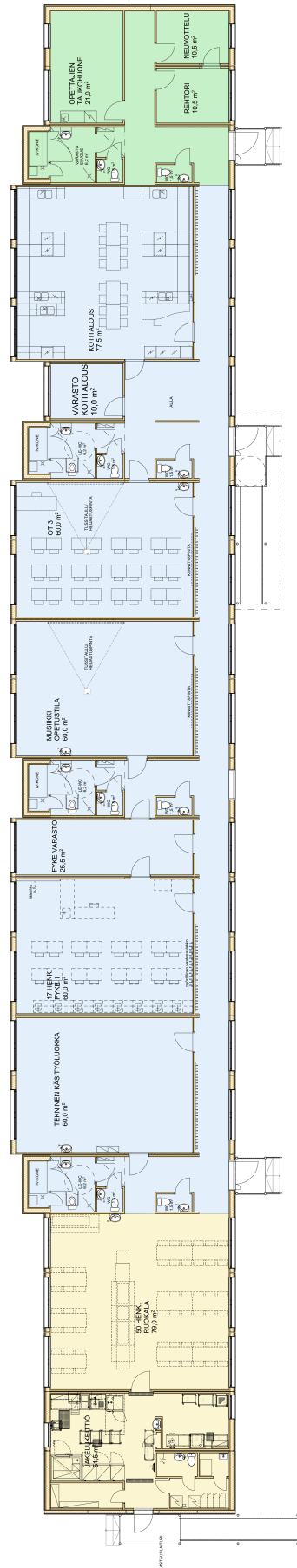
Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Finlex. Luettu 1.4.2020

[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Terveellisyys)

Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä 2018. RT-kortti RakMK-21772. Rakennustieto. Luettu 1.4.2020

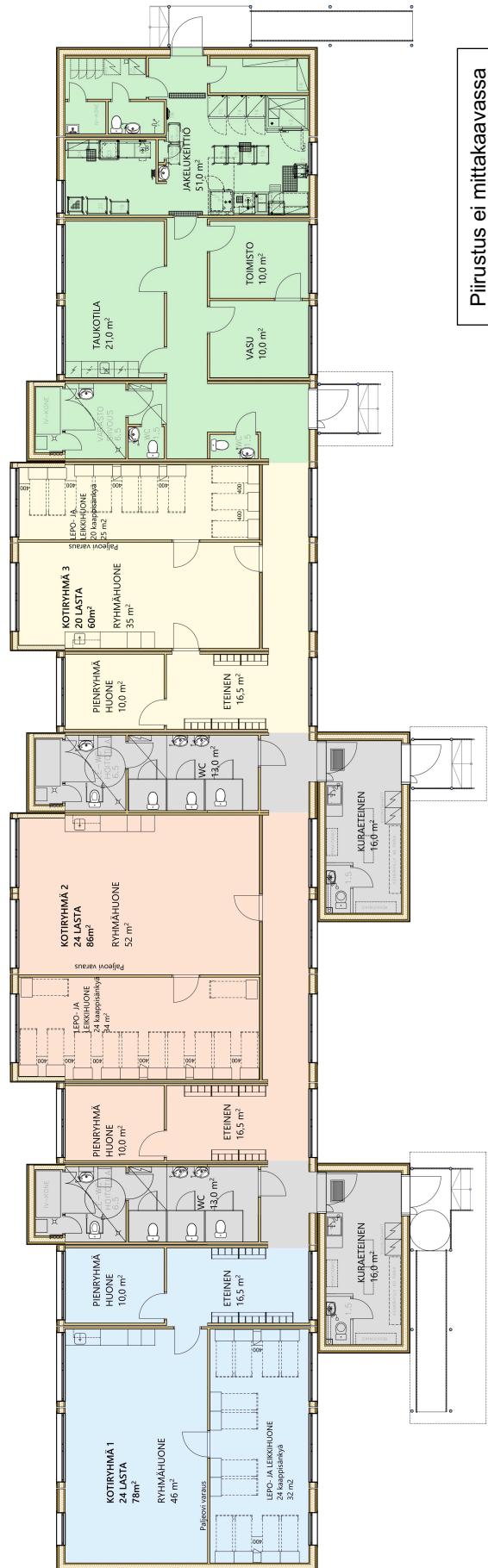
## LIITTEET

## Liite 1. Standardikoulun luonnospiirustus (Adapteo Oyj)



Piirustus ei mittakaavassa

## Liite 2. Standardipäiväkodin luonnospiirustus (Adapteo Oyj)



Liite 3. Standarditoimisto 120:n luonnospirustus (Adapteo Oy)



1. KERROS



2. KERROS

Piirustus ei mittakaavassa