



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Valtteri Korventausta

Tietomallipohjainen palotekninen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.9.2019

Tekijä Otsikko	Valtteri Korventausta Tietomallipohjainen palotekninen suunnittelu
Sivumäärä Aika	26 sivua 10.9.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	Ammatillisena pääaineena LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Aamos Lemström projektipäällikkö Arttu Sjöstedt kehityspäällikkö Joni Kinnunen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää, olisiko paloteknisessä suunnittelussa mahdollista siirtyä tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja näin korvata tasokuvat tietomallilla. Työssäni kartoitin, onko aihetta tutkittu aiemmin ja onko toteutusta varten olemassa ohjeita. Osana työtä laadin esimerkkietomallin. Työssäni haastattelin myös rakennusliikkeen edustajia. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä rakennusliikkeen mielipiteitä tällaiseen kehitykseen sekä herättää keskustelua aiheesta.</p> <p>Aihetta ei ollut juurikaan tutkittu, joten aihetta käsittelevää aineistoa oli vaikea löytää. Esimerkkietomallin laadinnassa ainoa ohje, josta oli apua, oli Talon 2000 -nimikkeistö. Nimikkeistön avulla pystyin antamaan eri rakennusosille kuvatasot, joita tietomallin tarkasteluohjelma ymmärtää. Tietomalli pohjaista paloteknistä suunnittelua varten tulisi laatia tietomallivaatimukset ja muitakin suunnittelussa käytettäviä ohjeita ja ohjelmistoja tulisi kehittää. Kehittämisen avulla paloteknisessä suunnittelussa voitaisiin siirtyä tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja samalla palotekninen suunnittelu voitaisiin saada luonnolliseksi osaksi tietomallipohjaista suunnittelua.</p>	
Avainsanat	palotekninen suunnittelu, tietomalli, mallinnus, 3D, palo-osastointi, IFC, BIM

Author Title	Valtteri Korventausta Fire Protection Engineering in BIM Environment
Number of Pages Date	26 pages 10 September 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Aamos Lemström, Lecturer Arttu Sjöstedt, Project Manager Joni Kinnunen, Development Manager
<p>The goal of the bachelor's thesis was to examine whether fire protection engineering could be done in BIM environment. The first step of the project was to study if the subject had been studied earlier. As a part of the project a sample 3D model was created, and representatives of the construction company were interviewed. The purpose of the interviews was to collect the opinions of the construction company on this kind of development and to provoke discussion about the subject.</p> <p>The subject had not been really studied so it was difficult to find material on the subject. The only instruction that was helpful in the compilation of the sample 3D model was Construction 2000 Classification.</p> <p>In general it would be important to draw up a series of Common BIM Requirement 2012, COBIM, for the BIM based fire protection engineering. This would create further opportunities for achieving the considerable benefits that BIM offers the entire building industry and fire protection engineering could become a natural part of BIM..</p>	
Keywords	fire protection engineering, BIM, 3D, IFC, modeling, fire compartmentation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja rajaus	1
1.2	Paloässät Oy	2
2	Tietomallintaminen	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Tietomalli	3
3	Palotekninen suunnittelu	5
3.1	Rakennusten paloturvallisuus	5
3.2	Palotekninen suunnitelma	9
3.3	Paloteknisen suunnitelman sisältö muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa	10
4	Tutkimusmenetelmät	13
5	Paloteknisen suunnitelman mallintaminen	14
5.1	Yleistä	14
5.2	Palo-osastoivien rakenteiden mallintaminen	15
5.3	Uloskäytävien mallintaminen	15
5.4	IFC-tietomalli	16
6	Haastattelut	21
6.1	Työpaikan sisäiset haastattelut	21
6.2	Rakennusliikkeen edustajien haastattelut	22
7	Päätelmät	23
8	Pohdinta	26
	Lähteet	27

Lyhenteet ja käsitteet

- 3D Kolmiulotteinen grafiikka, lyhenne tulee englanninkielisestä ilmauksesta *three dimensional*, jolla tarkoitetaan grafiikkaa, joka on mallinnettu kolmen tilaulottuvuuden suhteen.
- palo-osaston raja Palo-osaston rajalla tarkoitetaan kahden eri palo-osaston välissä olevaa palo-osastoivaa rakennetta, joka erottaa palo-osastot toisistansa.
- palopelti Paloeristämättömän ilmakehän lävistäessä osastoivan rakennusosan kanava varustetaan palopellillä. Palopelti valitaan siten, että se täyttää kanavan lävistämisen osastoivan rakennusosan palonkesto- ja vaatimuksen.
- tietomalli Rakennuksen tietomalli (englanniksi building information modeling, BIM) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaarenaikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Siinä on esitetty myös rakennuksen geometria kolmiulotteisesti.
- uloskäytävä Poistumisalueelta suoraan ulos johtava ovi tai rakennuksessa tai sen ulkopuolella oleva tila, jonka kautta turvallinen poistuminen on palon sattuessa mahdollista maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle.
- tasokuvat Tasokuvilla tarkoitetaan kaksiulotteisesti laadittuja työpiirustuksia, joissa on esitetty rakennusosien leveys ja syvyys.
- VDC Virtual Design and Construction, on tapa toimia tietomallinnusta hyödyntävissä projekteissa sekä ajatella ja lähestyä hanketta; hallita tietoa, projektin organisoitumista sekä projektihenkilöiden tapaa työskennellä.

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja rajaus

Rakennushankkeiden suunnittelu on kovaa vauhtia siirtynyt 3D-mallinnukseen. Tällä hetkellä lähes kaikkien eri suunnittelualojen on mahdollista luoda oma tietomalli, ja ne yhdistämällä saadaan luotua yhdistelmämalli. Tavoitteeni oli selvittää, onko paloteknisestä suunnitelmasta mahdollista laatia omaa tietomallia, jonka pystyisi yhdistämään yhdistelmämalliin. Tämä helpottaisi suunnitelmien yhteensovittamista, sillä yhdistelmä tietomallin tarkastelun yhteydessä ei tarvitsisi tarkastella erillisiä tasokuvia. Tietomallissa eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovitus ja ristiintarkastus on helpompaa kuin tasokuvista asioiden tarkistaminen. Tällä olisi mahdollista vähentää virheitä ja epätietoisuutta muilla suunnittelijoilla sekä tuotannon puolella.

Iso osa paloteknisen suunnitelman sisällöstä on esitetty muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa sekä tietomalleissa. Palo-osastointien rajat sekä osastoidut uloskäytävät ovat yksi paloteknisen suunnitelman keskeisimmistä asioista. Kumpaakaan näistä ei ole esitetty tällä hetkellä muiden suunnittelijoiden tietomalleissa. Tässä työssä keskityn pääsääntöisesti palo-osastonrajoihin sekä osastoituihin uloskäytäviin.

Toteutusvaiheessa nämä kaksi asiaa tuottavat eniten kysymyksiä työmaalla. Tasokuvista on helppo hahmottaa vain seinien mukaan kulkevat palo-osastorajat. Vaakasuunnassa kulkevia palo-osaston rajoja ei aina ole niin helppo hahmottaa, sillä usein rakennuksesta on laadittu vain yksi tai kaksi leikkauspiirustusta. Mikäli rakennus on monimuotoinen ja siellä on erilaisia variaatioita osastointien toteutuksesta, tullaan helposti siihen tilanteeseen, että työmaalla on vaikea tietää varmasti, missä palo-osastonrajat kulkevat.

Osastoituihin uloskäytäviin ei saa sijoittaa mitään sitä palvelemattomia palavia asennuksia tai laitteita. Tämän asian kanssa tulee myös usein väärinkäsityksiä työmailla, sillä siellä ei aina osata hahmottaa, mitä kaikkia tiloja tämä vaatimus koskee. Mikäli nämä asiat saataisiin esitettyä tietomallissa, olisi toteutusvaiheessa työmaan helpompi tarkastaa itse, missä palo-osastonrajat kulkevat ja mitkä tilat on esitetty uloskäytäväiksi.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten paloteknisessä suunnittelussa voidaan hyödyntää 3D-mallinnusta sekä selvittää ja kartoittaa, miten palotekninen suunnittelu voisi tulla luonnolliseksi osaksi tietomallipohjaista suunnittelua. Tässä työssä tutkin eri vaihtoehtoja siihen, miten paloteknisen suunnitelman sisällön voisi saada vietyä nykyistä paremmin tietomalliin.

1.2 Paloässät Oy

Insinööriyön toimeksiantajan toimii Paloässät Oy. Paloässät Oy on 2009 vuonna perustettu palotekniseen suunnitteluun erikoistunut suunnittelutoimisto. Toimistomme sijaitsevat Espoon Mankkaalla sekä Seinäjoella. Yrityksen palveluksessa on tällä hetkellä noin 20 henkilöä. Itse olen työskennellyt yrityksen palveluksessa vuodesta 2013 lähtien. Yrityksen tarkoituksena on ollut koko ajan kehittää palveluitaan, jotta pystyisimme tarjoamaan asiakkaillemme parhaat menetelmät sekä palotekniset ratkaisut. Jo pidemmän aikaa olemme miettineet, miten 3D-mallinnusta voisi hyödyntää paloteknisessä suunnittelussa ja mitä hyötyjä siitä voisi olla asiakkaillemme sekä yritykselle. Opintojeni ollessa tässä vaiheessa sain mahdollisuuden tutkia tätä asiaa tämän insinööriyöni kautta. Paloässät Oy:stä työnohjaajina toimivat projektipäällikkö Arttu Sjöstedt sekä kehittämisspäälikkö Joni Kinnunen.

2 Tietomallintaminen

2.1 Yleistä

3D-mallinuksella tarkoitetaan, että kaikki mallinnettavat asiat suunnitellaan kolmiulotteisesti. Kolmiulotteisuus muodostuu, kun suunnittelu toteutetaan käyttäen x-, y- ja z-koordinaattiakseleita. Tämän avulla saadaan kaikki mallinnettavat asiat mallinnettua sellaisina kuin ne todellisuudessa ovat. Kolmiulotteisessa suunnittelussa on oleellista hahmottaa koordinaattiakselien suunnat ja niiden muutokset, kappaleiden kokoja sekä sijainteja määrittäessä. (Tuhola & Viitanen 2008: 17–19 .)

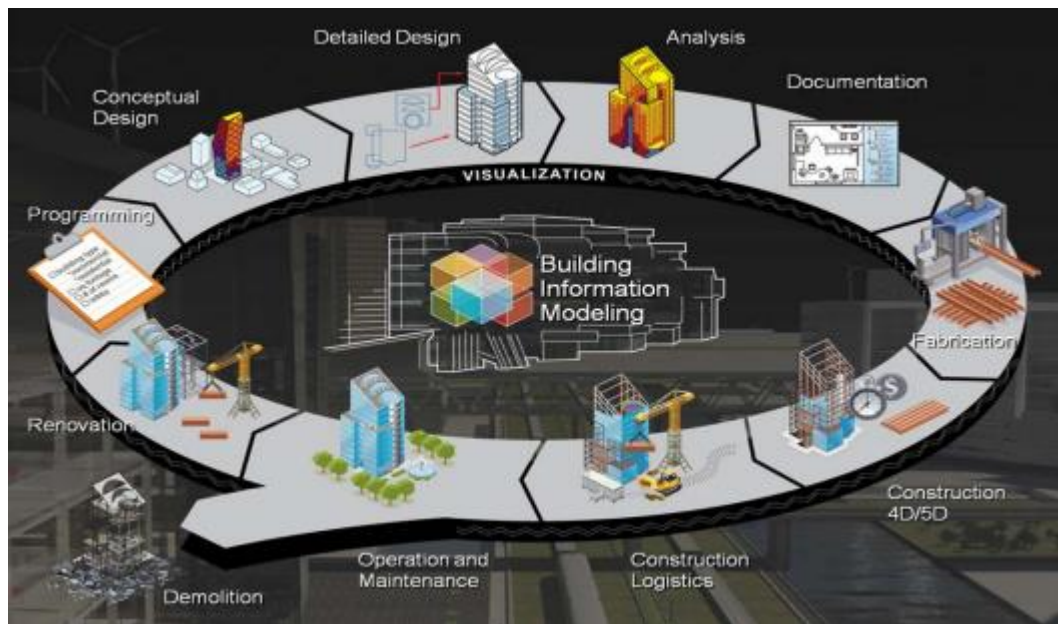
Rakennusten suunnitteluun tarkoitetuissa 3D-mallinnusohjelmissa on yleensä käytössä oikeakätinen suorakulmainen koordinaatisto. Aloitettaessa suunnittelu on suunnittelijalla mahdollisuus tehdä alkuasetuksiin sekä koordinaatistoon muutoksia. Mikäli ollaan laatimassa mallia, johon yhdistetään useamman suunnittelijan mallit, tulee nämä alkuasetukset määritellä tarkasti yhdessä suunnittelijoiden kesken. Usein tilaajilla on omat tietomallinnusohjeistuksensa, joissa nämä alkuasetukset on esitetty suunnittelijoille. Mallinnettaessa rakennusta, pyritään siihen, että kaikkien mallien kaikki osat ovat mallinnettu sen kokoisina ja siinä paikassa, kun niiden halutaan olevan. (Tuhola & Viitanen 2008: 17–19.)

Rakennustieto on julkaissut ohjekortin CAD-kuvatasojärjestelmä Talo 2000 -nimikkeistöön perustuvat CAD-kuvatasot. Ohjekortissa on määritelty CAD-ohjelmisto pohjaisessa suunnittelussa käytettävät kuvatasojärjestelmät. Rakennusosien nimeäminen perustuu Talo 2000 -nimikkeistöön, joka on kansallinen rakennusalan yhteistyönä syntynyt nimikkeistöjärjestelmä. Kuvatasojen nimet taas perustuvat ISO-standardeihin ISO 13567-1, ISO 13567-2 ja ISO 13567-3. Kuvatasojen yhtenäinen nimeäminen auttaa eri suunnittelualojen suunnittelijoita tunnistamaan kuvatasot helposti. Suunnittelussa tulee myös kiinnittää huomioita kuvatasojen oikeellisuuteen sekä johdonmukaisuuteen. Kuvatasojen käyttö mallintamisessa ei kuitenkaan ole enää nykyään välttämätöntä. Siirtotiedostoon voidaan luoda kuvatasot ohjelmallisesti, tällöin CAD-tiedoston elementit voidaan tunnistaa ominaisuustiedon mukaan. Samalla siirtotiedostoa tallentaessa siihen voidaan liittää tieto kuvatasosta millä elementin tulee sijaita. (Henttinen ym. 2008: 2.)

2.2 Tietomalli

Rakennushankkeiden suunnittelu on kovaa vauhtia siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Sana tietomalli tulee englannin kielen sanasta Building Information Modeling, josta käytetään lyhennettä BIM. Tietomallipohjaisella suunnittelulla pyritään parantamaan suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta sekä turvallisuutta. Lähtökohteisesti tietomallipohjaisen suunnittelun tulisi vähentää ongelmatilanteita työmaalla, sillä eri suunnittelualojen suunnitelmat on sovitetu yhteen etukäteen tietomallien avulla. Tietomalleja voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan, aina suunnittelun alkuvaiheista käytönaikaiseen ylläpitoon sekä muutos- ja korjaustöihin asti. Kuvassa 1 on hahmoteltu tietomallin eri käyttömahdollisuudet rakennuksen koko elinkaaren aikana.

Tietomallissa kaikki rakennuksen rakentamisen ja käytönaikainen tieto on pyritty keräämään yhteen suureen kokonaisuuteen. (Ytv 2012 osa 1 yleinen osuus 2012.).



Kuva 1. BIM eli tietomalli on useiden lohkojen kokonaisuus (Dispenza 2010)

Tietomalliin perustuvan suunnittelun tietomallienvaatimukset Suomessa on esitetty Building Smart Finlandin julkaisemissa Yleiset tietomallivaatimuksien 2012 osissa 1–14. Vaatimuksien osat on jaoteltu yleisiin sekä eri suunnittelualoja koskeviksi osiksi. Suunnittelualojen omissa osissa on esitetty erilaiset vaatimukset tietomallien sisällölle, jotta kaikissa hankkeissa mallien periaatteet olisivat samanlaiset ja ne olisivat keskenään yhteensopivia. (Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012.).

Tietomallin hyödyntämisen edellytys rakennusprosessissa on, että tietomalli on mallinnettu oikein, ohjeiden sekä standardien mukaisesti. Tietomallinnuksessa on tärkeää mallintaa rakennusosat juuri sellaisina, kuin ne todella ollaan toteuttamassa. Tulee myös kiinnittää huomiota siihen, että mallinnettävien rakennusosien materiaalit niin fyysiset kuin rakennusteknisetkin tiedot mallinnetaan oikein. Mahdolliset virheellisesti mallinnetut rakennusosat voivat aiheuttaa ongelmia rakennushankkeen edetessä, ja näistä voi syntyä suuriakin ylimääräisiä kustannuksia.

Yhdistelmätietomallilla tarkoitetaan tietomallia, johon on yhdistetty eri suunnittelualojen tietomallit. Yhdistelmätietomallista on helppo havaita, mikäli eri suunnittelualojen

suunnitelmissa on ristiriitoja. Yhdistelmätietomalleja käytetään juurikin suunnitelmien ristiintarkastukseen. Ristiintarkastus voidaan toteuttaa suunnitteluryhmän kesken tietomallipalaverissa. Yleisempi tapa on, että hankkeeseen nimetty tietomallikoordinaattori yhdistää erisuunnittelualojen tietomallit yhdistelmätietomalliksi ja suorittaa tietomallille sovitut tarkistukset ja raportoi mahdolliset ristiriidat tai korjattavat asiat, jotka käydään lävitse tietomallipalaverissa. Tietomallikoordinaattori voi olla joku suunnitteluryhmästä tai hankkeeseen erikseen liitetty konsultti.

Tietomallin mallintamisen taso riippuu hankkeen vaiheesta sekä siitä, mihin tietomallia ollaan hyödyntämässä. Tarkkuusvaatimukset on yleensä jaettu kolmeen tasoon, joiden sisällä on pieniä eroavaisuuksia toisistaan:

- Taso 1 Tietomallin Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Tietomallin geometria ja sijainti on mallinnettu vaatimusten mukaisesti ja rakennusosat on nimetty kuvaavasti.
- Taso 2 Tietomallin käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa tehtävät energia-analyysit sekä rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta. Tietomalli on toteutettu tason 1 mukaisesti ja tämän lisäksi rakennetyypit on määritelty ja ne on nimetty oikein sekä tuotesat on mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.
- Taso 3 Tietomallin käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutukset sekä hankinnat. Tietomalli on toteutettu tason 2 mukaisesti ja tämän lisäksi hankintaa varten oleelliset tiedot on määritelty malliin attribuutteina rakennusosiin ja ne voidaan listata. (Ytv 2012 osa 3 ark. 2012.)

Mikäli tietomallia on tarkoitus käyttää apuna rakentamisessa, tulee se toteuttaa yleensä vähintään tason 3 mukaisena tietomallina.

3 Palotekninen suunnittelu

3.1 Rakennusten paloturvallisuus

Suomessa rakentamista säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki. Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa sekä ympäristöministeriön asetuksissa on esitetty tarkemmat säännökset alueiden käytöstä sekä rakentamisesta. Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittelee rakentamista koskevat yleiset edellytykset, oleelliset tekniset vaatimukset sekä

luvanvaraisuuden ja viranomaisvalvonnan. Rakentamisen eri osa-alueiden asetuksissa on esitetty vaatimukset rakentamiselle kuten rakenteiden lujuus, energiatehokkuus ja rakenteellinen paloturvallisuus.

Paloturvallisuuteen liittyvät vaatimukset on esitetty ympäristöministeriön asetuksena rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Asetuksen keskeisimmät säännökset rakennuksen paloturvallisuuteen liittyen ovat,

palon syttymisen ja leviämisen rajoittamisesta sekä taloteknisten ja lämmitykseen käytettävien laitteistojen paloturvallisuudesta;

rakenteiden kantavuudesta palotilanteessa ja tähän liittyvistä rakennustuotteiden ominaisuuksista;

palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rajoittamisesta ja tähän liittyvien rakennustuotteiden ja laitteistojen ominaisuuksista;

poistumisturvallisuudesta ja turvallisuusselvityksestä;

sammutus- ja pelastustehtävien järjestelystä. (Jantunen 2017: 1.)

Rakennukset jaetaan neljään eri paloluokkaan: P0, P1, P2 ja P3. Paloluokka määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen sekä koon perusteella. Eri pääkäyttötarkoituksia ovat asunto, majoitustila, hoitolaitos, kokoontumis- ja liiketila, työpaikka, tuotanto- ja varastotila sekä autosuoja. Eri käyttötarkoitukset on sijoitettu palokuormaryhmiin. Palokuormaryhmiä on kolme alle 600 MJ/m², 600-1200 MJ/m² sekä yli 1200 MJ/m². P2- sekä P3-palokuokissa on rakennuksen kokoa, kerroslukua sekä henkilömäärää rajoitettu rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella, henkilöturvallisuuden takaamiseksi sekä sammutus- ja pelastustyön helpottamiseksi. (Asetus 848/2017: 3–5.)

Rakennus ja sen rakenteet eivät saa aiheuttaa vaaraa sortumisen vuoksi niille määrätynä aikana tulipalon alkamisesta. Rakenteiden kantavuus esitetään R-kirjaimella sekä sen perässä olevalla luvulla, jolla esitetään aika, jonka rakenteen pitää kestää tulipaloa sortumatta, esim. R60. Rakenteiden kantavuus määräytyy rakennuksen paloluokan, käyttötarkoituksen sekä palokuormaryhmän perusteella. (Asetus 848/2017: 6–8).

Rakennus tulee jakaa eri palo-osastoihin käyttötarkoituksen (käyttötarkoitussastointi), kerroksisuuden (kerrossastointi) sekä pinta-alan perusteella (pinta-alaosastointi). Näiden lisäksi palo-osaston kokoon vaikuttaa rakennuksen paloluokka. Palo-osaston kokoa on mahdollista tietyin ehdoin kasvattaa varustamalla rakennus tarkoituksen mukaisella automaattisella sammutuslaitteistolla. Taulukossa 1 on esitetty mahdolliset palo-osastojen koot eri paloluokkien mukaan. Rakennusosien palo-osastointiluokkaa esitetään kirjain luku yhdistelmällä. E-kirjaimella esitetään rakenteen tiiveyttä, I-kirjaimella esitetään rakenteen eristävyyttä, M-kirjaimella esitetään rakenteen iskunkestävyyttä ja kirjainyhdistelmän perässä olevalla luvulla esitetään vähimmäisaika, joka rakenteen tulee vähintään kestää palon alkamisesta, esim. EI60. Rakennuksen sisä- sekä ulkopuolella käytettäville rakennustarvikkeille on esitetty vaatimuksia, jotka perustuvat siihen, miten tuotteet vaikuttavat palon syttymiseen ja sen leviämiseen sekä savun tuottoon ja palavaan pisorointiin. Rakennustuotteiden luokitus suoritetaan Euroopassa yhteisesti standardin EN 13501-1 mukaan. (Asetus 848/2017: 9–18.)

Taulukko 1. Käyttötarkoituksen mukainen palo-osaston enimmäisala (neliometriä) ja palo-osastojen jako osiin (Asetus 848/2017 2017: 10).

Käyttötarkoitus	Rakennuksen paloluokka ja kerroslukumäärä			
	P1	P2 yli 2 krs. ¹⁾	P2 1–2 krs.	P3
KERROKSET				
Asuinrakennukset	huoneistoittain	huoneistoittain	huoneistoittain	huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset				
- yöpymistilat	800 ²⁾ (1 200 * ³⁾)	800 ²⁾	800 ²⁾ (1 200 ³⁾ *)	400 ²⁾ (600 ³⁾ *)
- muut tilat	1 600 (3 200 *)	1 200	1 600 (2 400 *)	400 (1 200 *)
Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikatilat				
- 1-kerroksinen	2 400 (24 000 *)	ei mahd.	2 400 (9 600 *)	400 (1 200 *)
- 2-kerroksinen	2 400 (12 000 *)	ei mahd.	2 400 (4 800 *)	400 (600 *)
- yli 2-kerroksinen, työpaikatilat	2 400 (9 600 *)	2 400	ei mahd.	ei mahd.
- yli 2-kerroksinen, myymälätilat	2 400 (4 800 *)	300	ei mahd.	ei mahd.
- yli 2-kerroksinen, muut tilat	2 400 (4 800 *)	1 200	ei mahd.	ei mahd.
Tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 1				
- 1-kerroksinen, yleensä	6 000 ⁵⁾ (60 000 *)	ei mahd.	4 000 ⁵⁾ (36 000 *)	2 000 (12 000 *)
- lämmöneristämätön rakennus	12 000 (60 000 *)	ei mahd.	12 000 (36 000 *)	12 000
- kasvihuone	24 000 ⁵⁾	ei mahd.	24 000 ⁵⁾	24 000 ⁵⁾
- 2-kerroksinen	4 000 ⁵⁾ (24 000 *)	ei mahd.	2 000 ⁵⁾ (12 000 *)	ei sallittu
- yli 2-kerroksinen	3 000 (9 000 *)	ei sallittu	ei mahd.	ei mahd.
Tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 2				
- 1-kerroksinen	2 000 ⁵⁾ (12 000 *)	ei mahd.	1 000 ⁵⁾ (6 000 *)	2 000 *
- yli 1-kerroksinen	1 000 (6 000 *)	ei sallittu	ei sallittu	ei sallittu
Autosuojat				
-maan päällä rakennuksen osana	3 000 ³⁾⁵⁾ (24 000 *)	ei mahd.	3 000 (24 000 *)	400 (3 000 *)
-maan päällä erillinen autosuoja	3 000 ³⁾⁴⁾⁵⁾ (24 000 *)	ei mahd.	3 000 ³⁾ (24 000 *)	1 000 (6 000 *)
-maan alla	1 500 ⁵⁾ (10 000 *)	ei mahd.	1 500 ⁵⁾ (10 000 *)	ei sallittu
ULLAKOT	1 600	1 600	1 600	alapuolisten osastojen mukaan
KELLARIKERROKSET	800 (2400 *)	800 (2400 *)	800 (2400 *)	400 (1200 *)

Ullakot ja yläpohjan ontelot jaetaan 400 m² osiin.
Alapohjan ontelot jaetaan 400 m² osiin, jos tilan pinnat eivät vähäisiä osia lukuun ottamatta täytä D-s2, d2 -luokan vaatimuksia.
¹⁾ Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, lukuun ottamatta 2–4-kerroksista asuinrakennusta, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon ja jonka korkeus on enintään 14 m.
²⁾ Palo-osasto on jaettava majoitushuoneittain osiin.
³⁾ Avoimen autosuojaosaston pinta-ala voi olla 50 prosenttia suurempi.
⁴⁾ Enintään viisikerroksisessa avoimessa autosuojassa voidaan enimmäisalaa käyttää kerrosten pinta-aloina, vaikka eri kerrosten väliset ajotiet yhtyvät. Tämä edellyttää kuitenkin, että välipohjien luokka on vähintään REI 60.
⁵⁾ Palo-osaston pinta-alaa voi kasvattaa enintään 50 prosentilla, jos tila varustetaan hätäkeskukseen kytketyllä paloilmoinnilla ja tehokas sammutustyö voidaan aloittaa riittävän aikaisessa vaiheessa.
* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Rakennuksesta on pystyttävä poistumaan turvallisesti tulipalon sattuessa. Uloskäytävien määrä ja tyyppi määräytyvät rakennuksen korkeuden, henkilömäärän sekä käyttötarkoituksen perusteella. Rakennuksen henkilömäärän voidaan käyttää ilmoitettua henkilömäärää tai määrä voidaan arvioida asetuksessa esitettyjen laskentakaavojen avulla. Uloskäytävien sijaintiin ja määrään vaikuttavat myös asetuksessa esitetty kulkureittien enimmäispituudet lähimpään uloskäytävään. Kulkureitin pituuteen vaikuttavaa

rakennuksen käyttötarkoitus, enimmäispituutta voidaan kasvattaa varustamalla rakennus automaattisella sammutuslaitteistolla, automaattisella paloilmoittimella tai molemmilla. (Asetus 848/2017: 19–21.)

Rakennuksiin voidaan asentaa myös erilaisia paloturvallisuutta parantavia laitteistoja. Laitteistoja voidaan asentaa, jotta asetuksessa esitettyjä taulukkoarvoja suurempia arvoja voidaan käyttää esimerkiksi palo-osaston kokoa voidaan suurentaa tai kulkureitin enimmäispituutta voidaan kasvattaa. Toinen syy laitteistojen asentamiseen on se, että käyttötarkoitus edellyttää laitteiston, esim. asunnot tulee varustaa sähköverkkoon kytke- tyillä palovaroittimilla tai yli 500 oppilaan koulu tulee varustaa automaattisella hätäkes- kukseen kytketyllä paloilmoitinjärjestelmällä.

Lähtökohtaisesti kaikista rakennuksen tiloista tulee olla järjestetty savunpoisto. Savun- poisto voidaan toteuttaa painovoimaisesti käsin avattavien ikkunoiden, ovien tai savun- poistoluukkujen kautta, painovoimaisesti kaukolaukaistavien savunpoistoikkunoiden tai -luukkujen kautta tai koneellisesti pelastuslaitoksen käynnistämä. Savunpoisto voidaan toteuttaa myös automaattisena. Tämä tarkoittaa, että automaattinen paloilmoitin käyn- nistää savunpoiston, kun sen ilmaisimet havaitsevat tulipalon rakennuksessa. Automaat- tista savunpoistoa käytetään yleisesti isoissa kokoontumis- ja liiketiloissa, joissa henki- lömäärät ovat suuria. (Asetus 848/2017.)

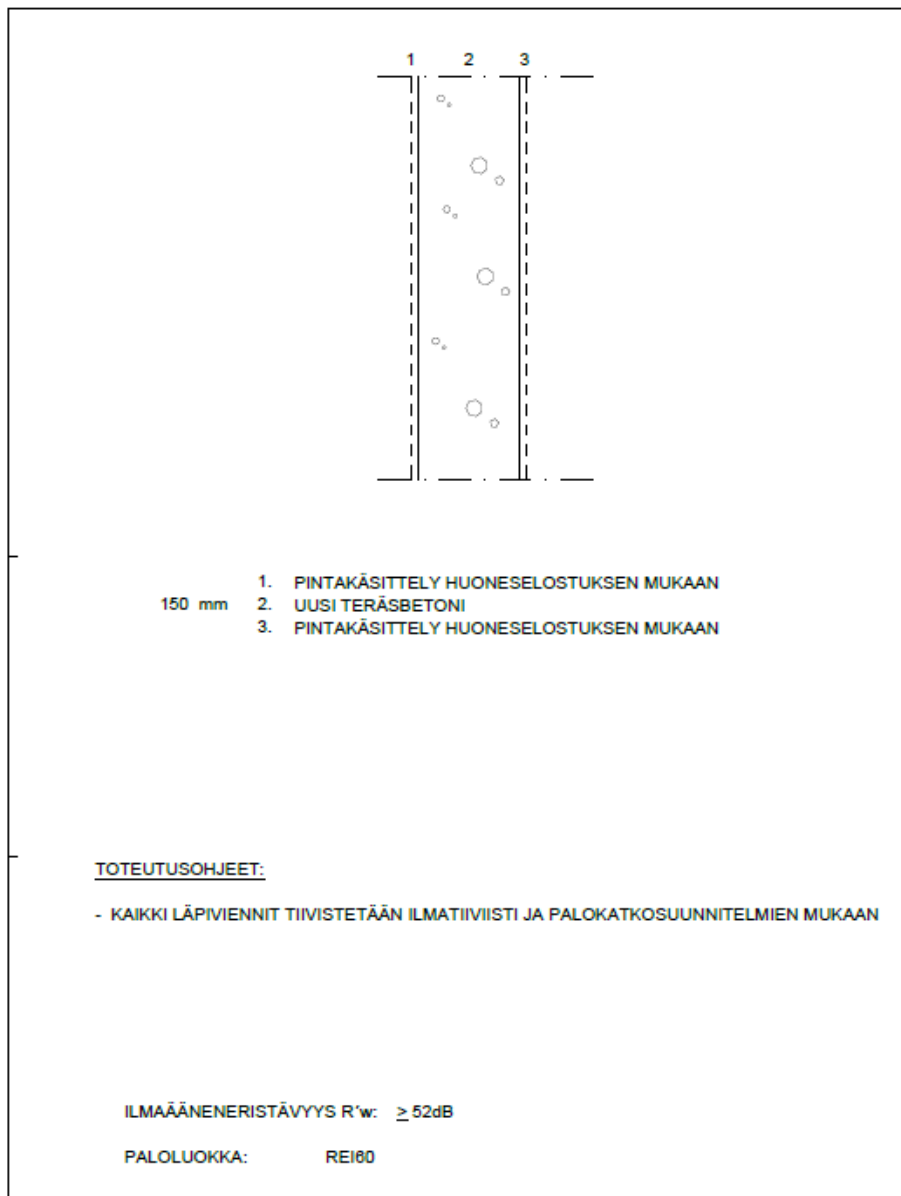
3.2 Palotekninen suunnitelma

Palotekninen suunnitelma on pääpiirustuksia täydentävä asiakirja, jossa selvitetään koh- teen paloturvallisuus, mahdolliset poikkeamiset asetuksesta 848/2017 sekä niitä kom- pensoivat toimenpiteet. Palotekninen suunnitelma edellytetään usein rakennuslupaha- kemuksen liitteeksi. Palotekninen suunnitelma esitellään pelastuslaitokselle, sillä raken- nuslupahakemuksen liitteeksi vaaditaan ns. leimattu suunnitelma tai pelastuslaitoksen puoltava lausunto suunnitelmasta. Palotekninen suunnitelma koostuu yleensä teksti- osasta sekä liitepiirustuksista, ja se toimii lähtötietona muille suunnittelijoille.

3.3 Paloteknisen suunnitelman sisältö muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa

Paloteknisen suunnitelman toimiessa lähtötietona muille suunnittelijoille niin, suurin osa paloteknisen suunnitelman sisällöstä on esitetty jo heidän suunnitelmissaan. Se mitä muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa on esitetty, vaihtelee hankekohtaisesti. Myös tasokuvien sekä tietomallin sisältö eroaa usein toisistaan.

Rakennesuunnittelijan suunnitelmissa on esitetty kantavat rakenteet, joiden kantavuus on suunniteltu täyttämään vähintään paloteknisessä suunnitelmassa esitetyt arvot. Nämä rakenteet on esitetty tasokuvissa sekä tietomallissa. Kantavien rakenteiden lisäksi rakennesuunnittelija suunnittelee rakennuksen kaikki rakennetyypit. Rakennetyypeissä on kantavuuden lisäksi esitetty rakenteen palo-osastointiluokka. Kuvassa 2 on esitetty esimerkkirakennetyyppi.



Kuva 2. Esimerkki väliseinärakennetyyppi, jossa esitetty rakenteen R-kantavuus sekä EI-pal-osastoivuus

Arkkitehtisuunnitelmissa on esitetty rakennuksen muoto, ulkoasu sekä sen tilat käyttötarkoituksineen. Arkkitehti käyttää tiloja jakavina rakenteina suunnitelmissaan rakennesuunnittelijan kohteeseen suunnittelemlia rakennetyyppejä. Arkkitehdin tulee valita käytettävä rakennetyyppi sekä mm. ikkunat ja ovet niin, että ne täyttävät niiltä vaaditut ominaisuudet. Vaikka rakennetyypeissä on esitetty rakenteen palo-osastointiluokka niin, arkkitehdit eivät lisää tätä tietoa heidän suunnitelmiinsa niin, että palo-osastojenrajat kävisivät ilmi tietomallista. Yksi syy tähän voi olla se, että samaa rakennetta käytetään kohdissa, joissa edellytetään palo-osastointia, sekä kohdissa, joissa rakenteella ei ole palo-

osastointivaatimusta. Yksi ratkaisu tähän olisi, että rakennetyyppejä laadittaisiin suurempi määrä sen perusteella, mitä vaatimuksia rakenteella on. Esimerkiksi 150 mm paksu betoniväliseinä, jonka rakennetyyppitunnus on VS1. Rakennesuunnittelija on määritellyt tälle palo-osastointiluokaksi EI90, mutta kyseistä rakennetta käytetään rakennuksessa, myös muualla kuin kohdissa, joissa on palo-osastointivaatimus EI90. Tällöin rakennetyypille voitaisiin antaa kolme eri tunnusta riippuen siitä, mitkä vaatimukset tämän rakenteen tulee täyttää:

- VS1, ei palo-osastointivaatimusta
- VS1a, rakenteen palo-osastointiluokka EI60
- VS1b, rakenteen palo-osastointiluokka EI90.

Mikäli rakenteiden tunnukset olisivat näin esitetty ja nämä EI-luokat olisi lisätty kyseisen väliseinän tietoihin arkkitehtisuunnitelmissa, tietomallista voitaisiin suodatusominaisuuksien avulla nähdä rakennuksen palo-osastojen rajat. Tällä hetkellä tätä tietoa ei ole mahdollista saada tietomallista palo-osastojen vaaka- tai pystyrakenteiden osalta, vaan palo-osastojen rajat on esitetty taso- sekä leikkauskuviissa. Tietomallista voidaan kuitenkin nähdä mm. ovien ja ikkunoiden E- tai EI-luokat.

Arkkitehtisuunnitelmissa on esitetty painovoimaisen savunpoiston laitteet, eli savunpoistoluokat sekä -ikkunat. Tämän lisäksi savun leviämistä rajoittavat savusulku sekä -otsa rakenteet. Arkkitehdin vastuulle kuuluu, että hänen esittämänsä rakennustarvikkeet täyttävät niiltä vaaditut pintaluokkavaatimukset.

LVI-suunnitelmissa on esitetty mahdollisen koneellisen savunpoiston laitteet, eli savunpoistopuhaltimet, savunhallintakanavat sekä -pellit. Paloteknisessä suunnitelmassa on esitetty savunpoiston mitoitus, mutta LVI-suunnittelija määrittää laitteiden tyypit sekä sijainnit. Lisäksi LVI-suunnittelijan laatimissa ilmanvaihtosuunnitelmissa on esitetty ilmanvaihtolaitteiston tarvitsemat paloeristeet, palopellit sekä savunrajoittimet.

Automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelija laatii laitteistosta erillisen suunnitelman. Laitteisto voi olla automaattinen vesisammutusjärjestelmä eli sprinklerilaitteisto tai vaihtoehtoisesti esim. kaasusammutusjärjestelmä. Automaattisen sammutuslaitteiston tarve ja peruste on esitetty paloteknisessä suunnitelmassa, mutta laitteiston suunnittelu kuuluu

laitteistojen erityissuunnittelijalle. Laitteiston suunnittelija laatii laitteistosta suunnittelupe-
rusteet-asiakirjan, jonka hän hyväksyttää paikallisella pelastusviranomaisella.

Sähkösuunnittelija laatii erillisen suunnitelman poistumis- ja merkkivalaistuksesta. Säh-
kösuunnitelmissa esitetään myös palovaroittimien paikat. Mikäli rakennus varustetaan
automaattisella paloilmoitinlaitteistolla, laatii sähkösuunnittelija siihen liittyvät suunnitel-
mat. Hätäkeskukseen kytketystä automaattisesta paloilmoitinlaitteistosta laaditaan erilli-
nen paloilmoittimen toteutuspyytäkirja, joka tulee hyväksyttää pelastuslaitoksella.

Taulukkoon 2 on kerätty suunnittelualoittain, mitkä paloteknisen suunnitelman asiat on
esitetty jo muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa.

Taulukko 2. Paloteknisen suunnitelman asiat muiden suunnittelijoiden suunnitelmissa.

Suunnitteluala	Paloteknisen suunnitelman asiat
Rakennesuunnittelu	Rakenteiden kantavuus R Rakennetyypit osastointiluokkineen E, I ja M
Arkkitehtisuunnittelu	Käyttötarkoitus Palo-osastoidenrajat Paloikkunat ja -ovet Painovoimaisen savunpoiston laitteet Savusulut ja -otsat Paloteknisen suunnitelman vaatimukset täyttä- vät rakennusmateriaalit
LVI-suunnittelu	Koneellisen savunpoistoon laitteet Ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuus
Sammutuslaitteiston suunnittelu	Automaattinen sammutuslaitteisto esim. sprink- leri- tai kaasusammutuslaitteisto
Sähkösuunnittelu	Poistumis- ja merkkivalaistus Paloilmoitin- ja palovaroitinjärjestelmä

4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukseen hain tietoa alan kirjallisuudesta sekä aihetta käsitteleviltä verkkosivuilta.
Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta on suhteellisen vähän saatavilla, joten suurin osa tieto-
lähteistä on verkkosivuja. Aiheeseen liittyvän aineiston niukkuuden takia tutkimusmene-
telmänä käytin myös haastatteluita. Yrityksen sisäisillä haastatteluilla oli tarkoitus kerätä
kollegoiden mielipiteitä, ideoita sekä toiveita, liittyen laatimaani esimerkki tietomalliin. Tä-
män lisäksi keräsin tietoa rakennusliikkeen edustajien haastatteluilla. Haastattelujen tar-
koituksena oli selvittää, olisiko haastateltavien näkemyksen mukaan tämän kaltaisesta

suunnittelun kehittämistä hyötyä heille sekä koko hankkeen suunnitelmien yhteensovitukselle.

Haastatteluita varten loin itse esimerkkietomallin, jossa esitin erään valmistuneen kohteen palo-osastointien rajat sekä uloskäytävät. Tietomallia laatiessa perehdyin verkosta löytyvien ohjeiden avulla ominaisuuksiin, joita eri rakennusosille voidaan antaa. Haastatteluiden avulla koitin kerätä näkemyksiä ja mielipiteitä, kuinka tietomallia sekä sen sisältöä voisi kehittää.

Haastatteluita varten kävin läpi erilaisia haastattelumenetelmiä. Yleisempiä haastattelumenetelmiä ovat strukturoitu, puolistrukturoitu, avoin- ja syvähaastattelu (Ojasalo ym. 2015). Tutkimuksessani päädyin käyttämään avointa haastattelumenetelmää, eli strukturoimatonta. Tällä tarkoitetaan, että haastattelussa puhutaan tietyistä etukäteen sovitusta teemoista, mutta keskustelua ei ole sidottu mihinkään tiukkaan formaattiin. Haastattelu on keskustelunomainen ja siinä pyritään antamaan tilaa haastateltavan mielipiteille sekä perusteluille. Sitä kuinka haastattelu etenee ja mistä tutkimukseen liittyvistä asioista eniten puhutaan, ei ole suunniteltu etukäteen. Haastattelutilanteessa annetaan haastatettavalle mahdollisuus vastata kysymyksiin vapaasti. Haastattelumuotona tämä on joustava ja antaa mahdollisuuden aiheesta poikkeamiseenkin. Aiheesta poikkeamisesta voi olla, tällaisessa tutkimuksessa hyötyä, sillä se voi avata jonkun uuden näkökulman tutkittavaan aiheeseen. (Saaranen ym. 2006: 54–55.)

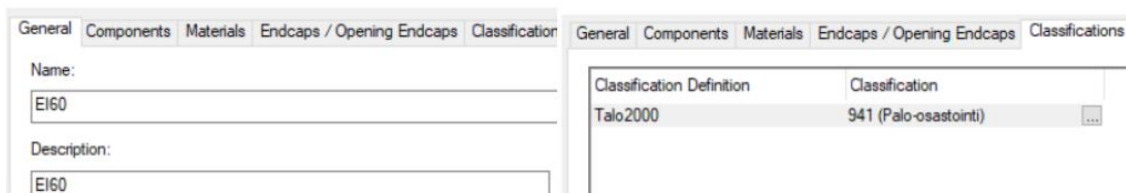
5 Paloteknisen suunnitelman mallintaminen

5.1 Yleistä

Mallin pohjaksi valitsin jo toteutetun liikerakennuksen, josta oli saatavilla kaikkien suunnittelualojen suunnitelma 2D- sekä 3D-muodossa. Rakennus koostuu kellarikerroksesta, jossa sijaitsee autosuoja sekä teknisiä sekä varastotiloja. Liiketilat tilat on sijoitettu kahteen maanpäälliseen kerrokseen. Rakennuksen palo-osastoinnit on toteutettu käyttötarkoitussosastointeina ja niiden osastointiluokat kohteessa ovat EI60 tai EI120. Mallintamiseen käytin Autodeskin AutoCAD Architecture 2019 -ohjelmaa. Tietomallin tarkistukseen käytin Solibri Model Checker -ohjelmaa.

5.2 Palo-osastoivien rakenteiden mallintaminen

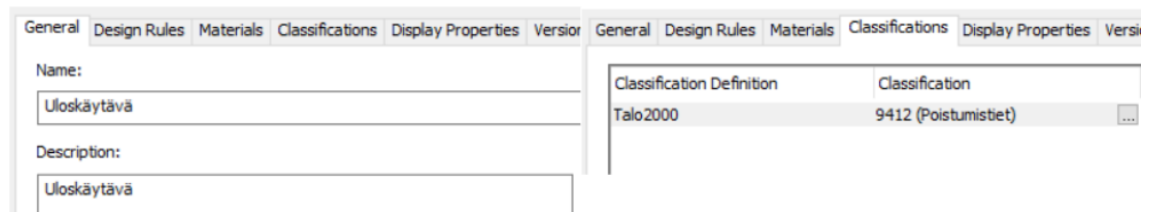
Rakennuksessa on palo-osastoivia seinä- sekä välipohjarakenteita. Palo-osastoivien rakenteiden mallintamista varten loin uudet seinä- sekä välipohjatyypit EI60- sekä EI120-osastointiluokille, Style Manager -työkalun avulla. Rakennetyypit nimesin niiden palo-osastointiluokan mukaan, lisäksi lisäsin tämän tiedon myös rakenteen kuvaus kohtaan. Classifications-välilehdellä on mahdollista antaa rakennetyypille luokitustunnus. Luokitukseen käytetään Talo 2000 -nimikkeistön mukaisia luokitustunnuksia. Nimikkeistössä on annettu palo-osastoinneille luokitustunnukseksi 941. Kuvassa 3 on esitetty, miten nämä tiedot näkyvät Solibrissa.



Kuva 3. Kuvassa esitetty rakenteelle määritetty nimi, kuvaus sekä luokitus.

5.3 Uloskäytävien mallintaminen

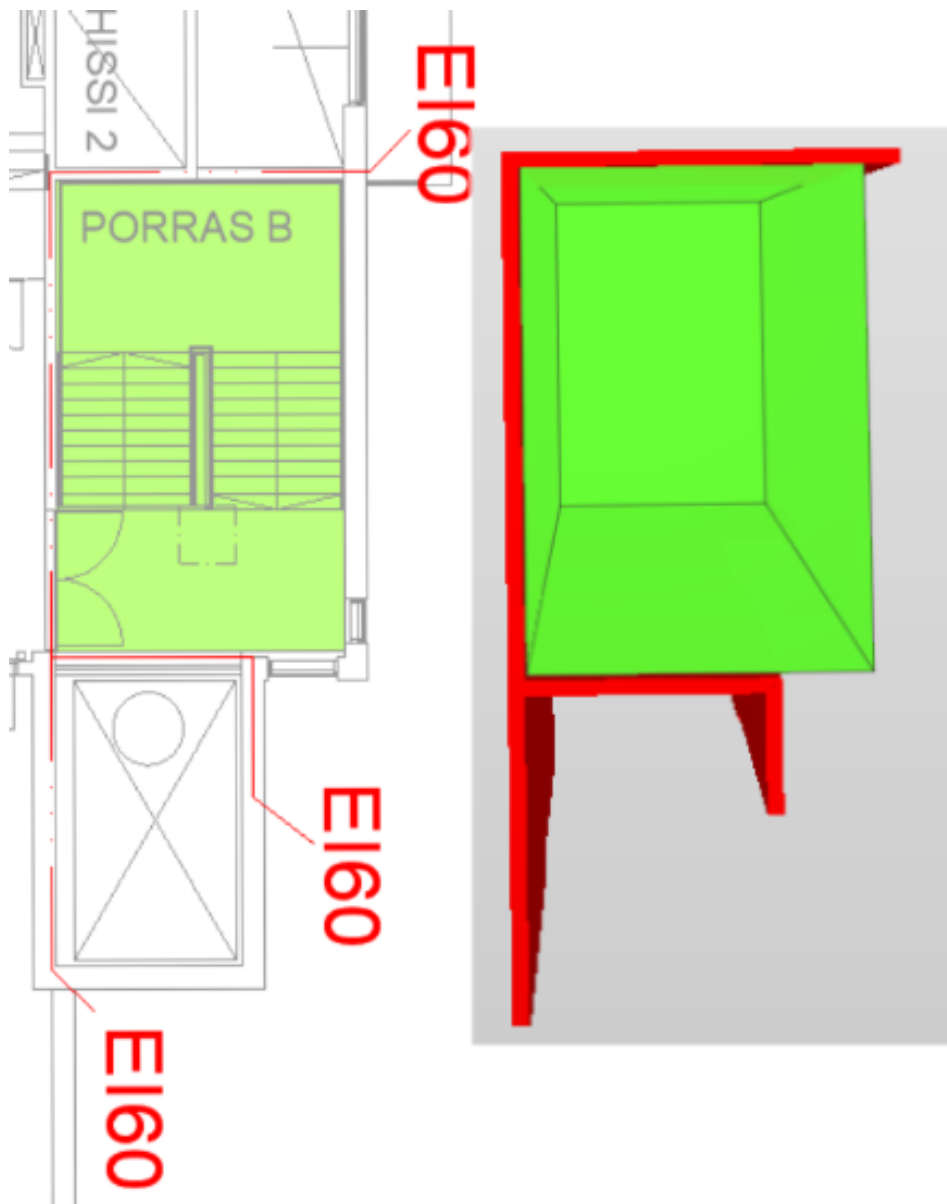
Rakennuksen uloskäytävinä toimivat palo-osastoidut porrashuoneet. Näiden mallintamiseksi loin Style Managerin avulla uuden tilatyyppin, jonka nimesin uloskäytäväksi. Classifications-välilehdellä on mahdollista antaa tiloille luokitustunnus. Luokitukseen käytetään Talo 2000 -nimikkeistön mukaisia luokitustunnuksia. Nimikkeistössä on annettu poistumisteille luokitustunnukseksi 9412. Kuvassa 4 on esitetty, miten nämä tiedot näkyvät Solibrissa.



Kuva 4. Kuvassa esitetty tilalle määritetty nimi, kuvaus sekä luokitus.

5.4 IFC-tietomalli

Mallinnettuani kaikki tarvittavat rakenteet sekä tilat siirsin tiedoston IFC-tiedostomuotoon. IFC on lyhennys englanninkielien sanoista Industry Foundation Classes, joka on ISO/PAS 16739-standardin mukainen kansainvälinen ja jatkuvasti kehitettävä tiedon siirto tapa, jota käytetään rakennusalaalla tuotemalliperusteisessa suunnittelussa. IFC-tiedostoja pystytään tarkastelemaan useilla eri ohjelmilla. Itse käytin tarkasteluun Solibri Model Checker -ohjelmaa. Ohjelmassa on mahdollista määrittää, minkä suunnittelualan malli on kyseessä sekä millä väreillä eri objektit esitetään. Suunnittelualueista ei löydy paloteknisiä suunnittelua, joten päädyin laittamaan mallin arkkitehtisuunnittelun alle. Värikartaksi laadin oman värikartan, jossa määritin palo-osastoiville rakenteille sekä uloskäytävälle yleisesti (yrityksemme) suunnitelmassa käytetyt värit. Palo-osastointimerkintään on käytetty punaista kolmipistekatkoviiva ja osastoidut uloskäytävät on esitetty vaaleanvihreällä korostusvärillä. Tietomallissa osastoivat rakenteet esitetään punaisena ja uloskäytävät esitetään vihreänä. Kuvasta 5 voidaan nähdä, miten uloskäytävä ja osastoinnin rajat on esitetty tasokuvassa sekä tietomallissa.



Kuva 5. Kuvassa esitetty osastoidun uloskäytävän esitys pdf-tulosteessa sekä Solibrissa.

Solibrissa voidaan tarkastella eri objekteille annettuja ominaisuuksia ja tietoja. Nämä tiedot ovat niitä tietoja, joita objekteille on määritetty niitä mallintaessa. Kuvassa 7 on esitetty oleelliset tiedot, mitä palo-osastoivasta EI60-luokan seinästä voidaan nähdä. Identiteetti välilehdeltä nähdään seinän osastointiluokka. Luokittelu-välilehdeltä nähdään, että seinän luokitus on määritelty Talo 2000 -nimikkeistön mukaisesti palo-osastoivaksi rakenteeksi. Pset_WallCommon-välilehdeltä nähdään, että seinälle on annettu osastointi ominaisuudeksi. Kuvasta 6 voidaan nähdä, miten nämä tiedot on esitetty Solibrissa.

ADT_Pset_Wall		ADT_Pset_WallStyle		Pset_WallCommon	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Relaatiot	Hyperlinkit
Ominaisuus	Arvo				
Malli	(A) 19000-New View				
Suunnitteluala	Arkkitehti				
Nimi	WALL EI60(29)				
Tyyppi	EI60				
Tyyppin nimi	EI60				
Kuvaus					
Materiaali	Unnamed 50 mm				
Kuvatasa	19000-Kellari A21----				
Järjestelmä					
Ulkovaippa	Epätosi				
Geometria	Pursotus				
Sovellus	AutoCAD Architecture 2019 - English				
GUID	20F1QmiHE2SG0300009eC				
BATID					
Mallin kategoriat					

ADT_Pset_Wall		ADT_Pset_WallStyle		Pset_WallCommon	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Relaatiot	Hyperlinkit
Ominaisuus	Arvo				
Compartmentation	Tosi				

ADT_Pset_Wall		ADT_Pset_WallStyle		Pset_WallCommon	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Relaatiot	Hyperlinkit
Luokittelu	Lähde	Viite	Nimi		
Talo2000	IFC-tiedostosta	941	Palo-osastointi		

Kuva 6. Palo-osastoivasta EI60-luokan seinästä esitetyt tiedot

Uloskäytävä-tilaobjektista saadaan vastaavat tiedot. Tilan nimi on uloskäytävä ja se on luokiteltu Talo 2000-nimikkeistön mukaan poistumistieksi, jonka viite on 9412. Kuvassa 7 on esitetty, miten nämä tiedot on nähtävissä Solibrissa.

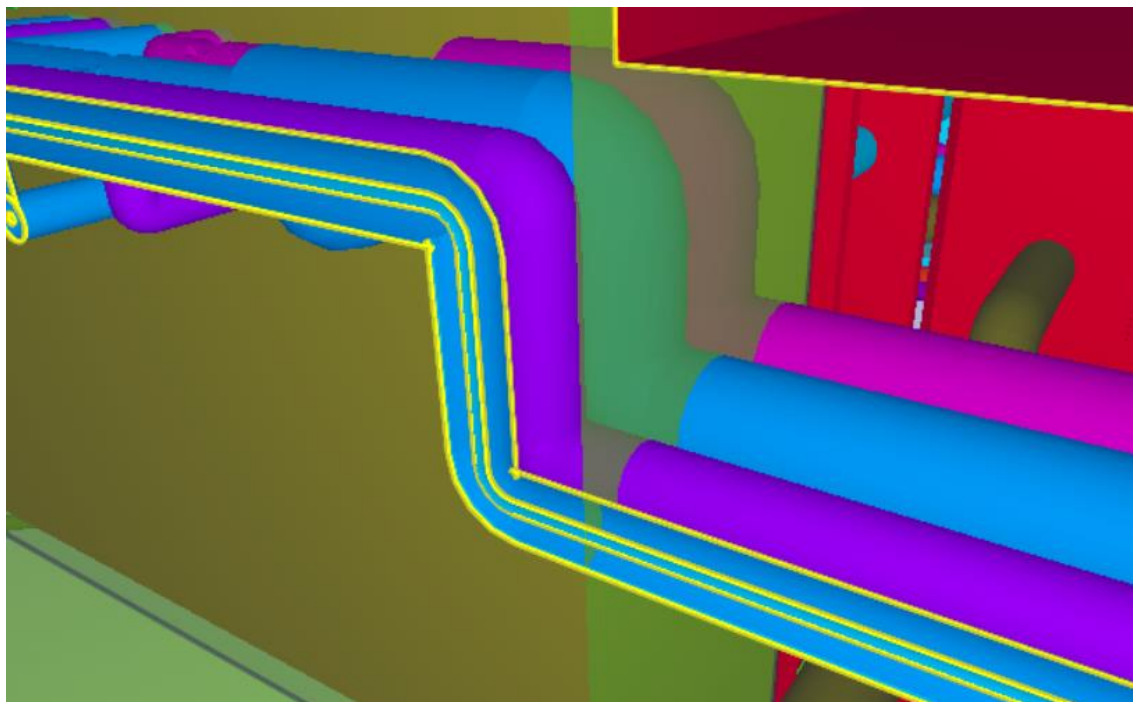
ADT_Pset_Space		Mittatiedot_Tilat	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Hyperlinkit
Ominaisuus	Arvo		
Malli	19000-New View		
Suunnitteluala	Arkkitehti		
Nimi	Space (12)		
Numero	SPACE Uloskäytävä(14)		
Tyyppi	Uloskäytävä		
Tyyppin nimi	Uloskäytävä		
Kuvaus			
Käyttäjä			
Kuvatasa	19000-Kellari AR935_PA_HUONE		

ADT_Pset_Space		Mittatiedot_Tilat	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Hyperlinkit
Luokittelu	Lähde	Viite	Nimi
Talo2000	IFC-tiedostosta	9412	Poistumistiet

Kuva 7. Uloskäytävä-tilaobjektista esitetyt tiedot.

Katseluohjelmalla voidaan suorittaa myös erilaisia tarkastuksia. Tarkastusten suorittaminen vaatii sen, että mallin objektit on luokiteltu oikein. Solibrissa on valmiina useita perussääntöjä, joilla voidaan suorittaa eri suunnittelualojen tietomallien välisiä tarkastuksia. Valmiiden sääntöjen joukossa ei ole suoraan sellaisia sääntöjä, joissa voitaisiin hyödyntää paloteknistä tietomallia. Sääntöjä on mahdollista luoda itse lisää. Hyödyllisiä sääntöjä, joissa paloteknistä tietomallia voidaan hyödyntää, on käsitelty alla.

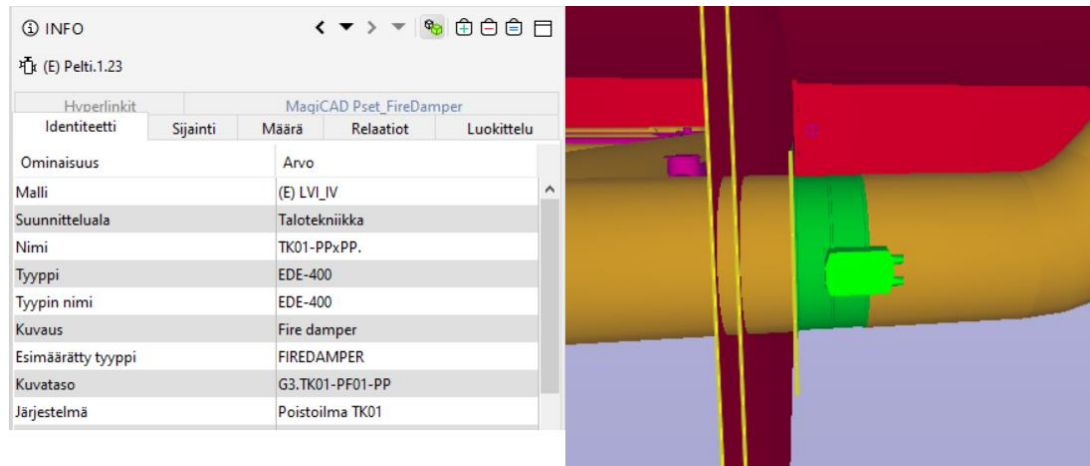
Uloskäytäväksi määritetyn tilan ja talotekniikka-asennusten törmäys. Säännön avulla voidaan tarkistaa, kulkeeko uloskäytävien kautta sellaisia taloteknisiä asennuksia, jotka tulisi koteloida uloskäytävässä savunmuodostumisen vuoksi. Kuvassa 8 voidaan nähdä lämmitysputkien sekä uloskäytävän törmäys. Tämän saadun tiedon avulla voidaan tarkistaa, ovatko putkien materiaali sekä eriste sellaisia, että ne voidaan jättää uloskäytävässä näkyville vai tuleeko ne koteloida palo-osastoivalla rakenteella.



Kuva 8. Lämmitysputkien ja uloskäytäväksi määritetyn tilan törmäys.

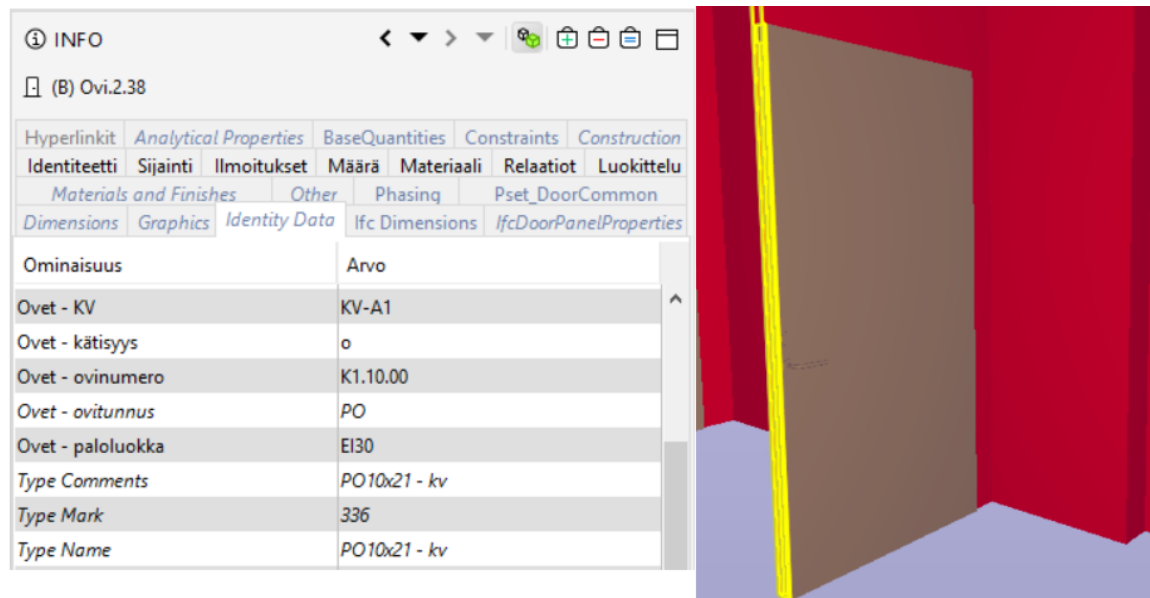
Ilmanvaihtosuunnitelmissa esitettyjen palopeltien ja paloeristeiden sijaintien tarkistusta varten voidaan laatia sääntö. Sääntö esittää ilmanvaihtomallin sekä paloteknisen tietomallin osastoivien rakenteiden törmäykset. Tämä sääntö on hyödyllinen kohteissa, joissa rakennuksessa on useita eri käyttötarkoituksia. Näissä kohteissa osastoivien

rakenteiden sijainnit vaihtelevat kerroksittain, eivätkä kuilujen osastoinnit noudata välttämättä mitään loogista periaatetta. Kuvasta 9 voidaan nähdä, että palopelti on asennettu osastoivan rakenteen kohdalle.



Kuva 9. Palopelti on esitetty palo-osastoivaan seinärakenteeseen.

Laatimalla säännön, joka esittää arkkitehtimallin ovien sekä ikkunoiden törmäykset paloteknisen tietomallin palo-osastoihin rakenteisiin. Voidaan tarkistaa, että arkkitehti tietomallissa esitetyt ovet ja ikkunat, jotka ovat palo-osastojen rajoilla on määritetty paloluokitteluiksi. Kuvasta 10 voidaan nähdä, että palo-osastoivan rakenteen kohdalle on määritelty palo-ovi.



Kuva 10. Palo-osastoivaan rakenteeseen esitetty EI30-paloluokiteltu ovi.

6 Haastattelut

6.1 Työpaikan sisäiset haastattelut

Työpaikan sisältä haastateltaviksi valitsin projektipäällikkö Arttu Sjöstedtin sekä kehittämispäällikkö Joni Kinnusen, jotka molemmat toimivat myös tämän insinööriyön ohjaajina. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää heidän mielipiteensä laatimastani esimerkkitietomallista. Heidän mielestään esimerkkitietomallissa palotekninen toteutus oli esitetty selkeästi ja tämän kaltainen suunnittelu varmasti vähentäisi ristiriitoja paloteknisen suunnittelun ja muiden suunnittelualueiden välillä. Minun sekä haastateltavien näkemykset tietomallin hyödyistä työmaalla vastasivat myös toisiaan. Mikäli tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirryttäisiin, olisi heidän mielestään sen sisältöä myös järkevä kasvattaa niin, että se vastaisi vähintään tämän hetkisten tasokuvien sisältöä. Keskustelun aikana kävi ilmi, että heidänkin mielestään olisi ensisijaisen tärkeää laatia tietomallipohjaiselle palotekniselle suunnittelulle yhteiset säännöt. Säännöt vastaisivat muiden suunnittelualueiden YTV2012 vaatimuksia ja niissä esitettäisiin, kuinka tietomalli tulisi toteutetua, jotta tulevaisuudessa laadittavat tietomallit olisi laadittu samalla tavalla ja sisältö esitetty suunnittelijasta riippumatta samalla tavalla.

6.2 Rakennusliikkeen edustajien haastattelut

Rakennusliikkeen mielipiteellä on iso merkitys siihen, voiko kyseinen suunnittelutapa yleistyä, varsinkin siinä tapauksessa, että rakennusliike toimii tilaajana ja maksaa suunnittelupalkkion. Suunnitelmien mallintaminen vie enemmän aikaa, kuin tasokuvapohjainen suunnittelu, joka taas nostaa suunnittelukustannuksia. Rakennusliikkeistä olin yhteydessä NCC Building Oy:n projektipäällikkö Jussi Hyttiseen. Valintaan vaikuttivat se, että olemme NCC:n kanssa toteuttaneet monia hankkeita. Hyttisen lisäksi kävin keskusteluja myös VDC-asiantuntija Tero Liljan sekä projekti-insinööri Sampo Palomaan kanssa. NCC on ollut Ruotsissa mukana samankaltaisessa tutkimuksessa, Fire protection engineering in a BIM environment (Norén ym. 2018), ja NCC on muutenkin panostanut viime aikoina tietomallien hyödyntämiseen mm. panostamalla VDC:hen, joka on uudenlainen tapa toimia ja hyödyntää tietomalleja rakennusprojekteissa. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä rakennusliikkeen mielipiteitä sekä herättää keskustelua tietomallipohjaisesta paloteknisestä suunnittelusta.

Haastateltavien mielestä aihe kuulosti mielenkiintoiselta ja kehityssuunta oikealta, sillä tietomallia tarkastelemalla on asiat helpompi ymmärtää kuin tasokuvista. Kysymyksiä heräsi mm. sen suhteen, onko paloteknisen tietomallin laatiminen välttämätöntä vai olisiko paloteknisten ominaisuuksien vieminen mahdollista arkkitehdin tietomalliin. Tällöin arkkitehdin rakennusosa olisi ”viisaampi”, ja siitä olisi rakennusosalle annetut ominaisuudet, eikä tarvitsisi montaa eri tietomallia tarkastella kaiken tiedon saamiseksi. Keskustelujen lopputuloksena tultiin kuitenkin lopputulokseen, että erillisen paloteknisen tietomallin laatiminen on ainakin visuaalisista syistä viisaampaa, kuin yrittää sisällyttää sen tietomuiden suunnittelijoiden tietomalleihin. Keskusteluissa pohdimme myös, mikä kaikki tieto olisi järkevää mallintaa erilliseen palotekniseen tietomalliin. Esitettyjen uloskäytävien sekä palo-osastonrajojen lisäksi totesimme, että savulohkojen, savulohkojenrajojen sekä palo-osastojen esittäminen olisi ainakin järkevää esittää tietomallissa. Keskusteluissa sivuttiin myös kustannusvaikutuksia.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun siirtymisen kustannusvaikutuksia on vaikea arvioida ilman suunnittelun pilotointia oikeassa hankkeessa. Pilotoitavassa hankkeessa olisi mahdollista verrata tietomallipohjaisen ja nykyisin käytössä olevan suunnittelutavan kustannuksia. Pilottihankkeen yhteydessä on myös mahdollista miettiä ja laatia yleisohjeistus tietomallipohjaiselle palotekniselle suunnittelulle. Esimerkkietomallin kohde oli myös

haastateltaville tuttu. Tämän johdosta pystyin esittämään laatimani tietomallin pohjalta, miten tässä kohteessa ylimääräisiä rakennuskustannuksia aiheuttaneet suunnitelma ris-tiriidat olisi huomattu suunnitelmien yhteensovituksessa, mikäli palotekninen suunnittelu olisi toteutettu tietomallipohjaisena.

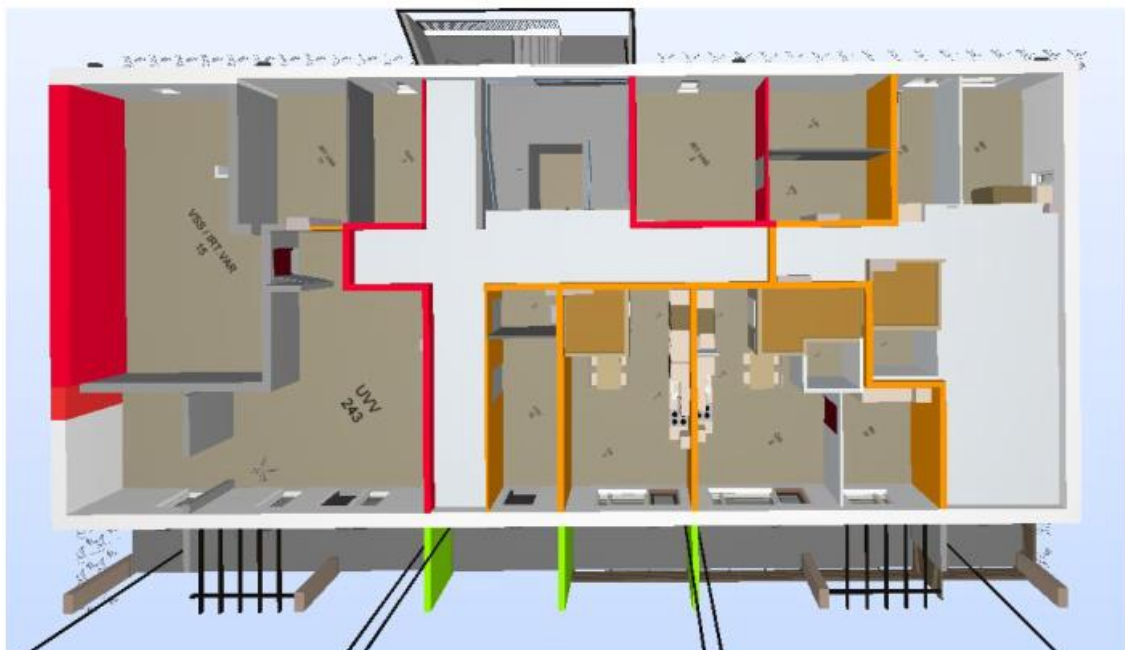
7 Päätelmät

Paloteknisen tietomallin toteuttaminen nykyisillä tietomallintamiseen liittyvillä ohjeilla ja vaatimuksilla on hankalaa. Nykyisillä ohjeilla voisi korkeintaan saada toteutettu yksinker-taisen asuinrakennuksen tai muun pienehkön kohteen tietomallin. Mikäli palotekninen tietomalli haluttaisiin ottaa yleisesti mukaan rakennushankkeeseen, tulisi sitä varten laa-tia omat tietomallivaatimukset sekä Talo 2000 -nimikkeistöä tulisi tarkentaa palotekni-seen suunnittelun liittyvien rakennusosien osalta. Paloteknisten tietomallien sisältö, tark-kuus ja laajuus voi vaihdella suuresti, mikäli eri toimijat alkavat kehittää omia käytäntö-jään paloteknisen sisällön mallintamisessa. Tämä taas voi johtaa siihen, että kaikissa hankkeissa tietomalli on toteutettu eri tavalla, joka voi vaikeuttaa muiden suunnittelijoi-den sekä rakennusyhtiöiden työtä.

Building Smart Finland on luonut yleiset tietomallivaatimuksen, näitä tietomallivaatimuk-sia käytetään Suomessa tietomalli pohjaisen suunnittelun pohjana. Hyvänä pohjana pa-loteknisen suunnittelun mallintamisessa olisi, että tähän sarjaan saataisiin lisättyä oma osa palotekniselle suunnittelulle. Tietomallivaatimukset ovat eri työryhmien toteuttamia kokonaisuuksia, jolloin näiden sisältöä on ollut pohtimassa eri alojen asiantuntijoita. Mi-käli paloteknisen suunnittelun osalta toimittaisiin samalla tavalla, olisi mahdollista luoda sellaiset vaatimukset, joiden pohjalta tietomalli pohjaista suunnittelua olisi hyvä lähteä kehittämään Suomessa. Tietomallivaatimuksissa olisi määritetty, mitä paloteknisen suunnitelman sisällöstä mallinnettaisiin, millä tarkkuudella ja miten mallinnus toteute-taan. Samalla tulisi pohtia, onko muiden suunnittelualojen vaatimuksissa täydennettävää paloteknisen suunnittelun osalta. Suurin haaste tulee siinä, mitä paloteknisen suunnitel-man sisällöstä tulisi mallintaa, koska nämä rakennusosat on esitetty jo muiden suunnit-telualojen tietomalleissa. Tietomalleissa rakennusosille ei kuitenkaan ole määritetty pa-loteknisiä ominaisuuksia, kuten palo-osastointiluokkaa, savuosastoivuutta tai savusul-kuominaisuutta. Olisi pohdittava, tulisiko kaikki mallinnettavissa olevat palotekniset omi-naisuudet mallintaa omaan palotekniseen tietomalliin vai tulisiko osa ominaisuuksista

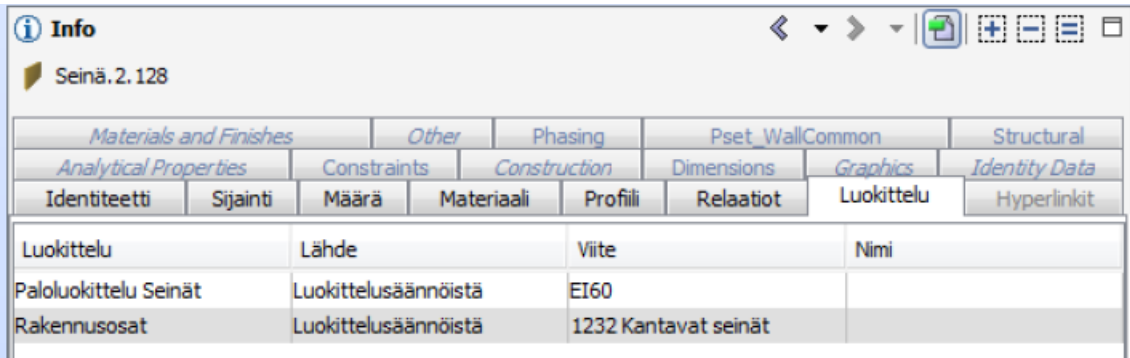
lisätä muiden suunnittelijoiden tietomallien rakennusosiin. Lisäksi tulisi määrittää miten mallinnettavien rakennusosien mallinnus toteutettaisiin. Tulisiko mallinnettavia rakennusosia varten luoda omat seinä- ja välipohjatyytit vai mallinnettaisiinko palotekniset rakennusosat esim. 3D-massaobjekteina.

Suomessa on haettu rakennuslupiakin jo tietomallipohjaisilla suunnitelmissa tasokuvien sijaan. Tämä on varmasti myös se suunta, johon ollaan menossa. Rakennuslupaa varten laadittavissa pääpiirustuksissa tulee esittää monia paloteknisessä suunnitelmassa määritettyjä asioita. Kira-digin vetämässä hankkeessa haettiin asuinkerrostalolle rakennuslupa tietomallin avulla (Tietomallipohjainen rakennuslupa 2018.). Hankkeessa rakennusluvat kyseisellä menetelmällä haettiin Vantaalla, Järvenpäässä sekä Hyvinkäällä. Hankkeen loppuraportista selviää, että näissä hankkeissa oli suunnitteluryhmän kesken päätetty, kuinka palo-osastoivat rakenteet luokitellaan ja esitetään tietomallissa, ratkaisu esitetty kuvassa 11. Hankkeessa palo-osastoivat seinät esitettiin tietomallissa eri väreillä, riippuen niiden palo-osastointiluokasta niin, että EI 90 -luokan seinät on esitetty punaisella, EI 60 -luokan seinät oranssilla ja EI 15 -luokan seinät vihreällä värillä. Loppuraportista ei selviä, miten ja missä vaiheessa seinille on kyseiset värit annettu eikä myöskään se, kenen tehtävä on ollut näiden määrittäminen.



Kuva 11. Kira-digi-hankkeen tapa esittää osastoivat rakenteet. (Tietomallipohjainen rakennuslupa 2018.)

Rakennusosien palo-osastointiluokat on lisäksi lisätty palo-osastoivien rakenteiden ominaisustietoihin. Loppuraportista selviää, että näitä tietoja ei ole saatu siirrettyä suoraan käytettävästä suunnitteluohjelmasta IFC-malliin, vaan nämä tiedot on syötettävä erikseen tietomalliin, joka taas tuottaa suunnittelijoille ylimääräistä työtä. Kuvasta 12 voidaan nähdä, mitä tietoja hankkeessa osastoiville seinille oli annettu. Seinien luokitteluksi on määritetty 1232 kantavat seinät, joka poikkeaa omasta määrätyksestäni. Mikäli seinät määritellään kantaviksi seiniksi ja väliseiniksi, tulee määrittelijän olla tarkkana, sillä palo-osastoiva seinä ei aina ole kantava seinä. Tällä hetkellä arkkitehtien tietomalleissa ei ole yleensä esitetty palo-osastoivia rakenteita, joten tietomallivaatimusten täydentäminen sekä uusien osien luominen tulisi tarpeeseen. (Tietomallipohjainen rakennuslupa 2018.)



Materials and Finishes		Other	Phasing	Pset_WallCommon		Structural
Analytical Properties		Constraints	Construction	Dimensions	Graphics	Identity Data
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Profilii	Relaatiot	Luokittelu
Luokittelu	Lähde	Viite	Nimi			
Paloluokittelu Seinät	Luokittelusäännöistä	EI60				
Rakennusosat	Luokittelusäännöistä	1232 Kantavat seinät				

Kuva 12. Kira-digi-hankkeen tapa luokitella palo-osastoivat rakenteet. (Tietomallipohjainen rakennuslupa 2018.)

Talo 2000 -nimikkeistöön tulisi määrittää uusia kuvatasoja paloteknisen suunnittelun käyttöön. Tällä hetkellä paloteknisiä ominaisuuksia varten nimikkeistössä on kolme arkkitehdille määritettyä kuvatasoa, palo-osastointi, palo-osastojen rajat sekä poistumistiet (Henttinen ym. 2008: 13). Siirryttäessä paloteknisessä suunnittelussakin tietomalli pohjaiseen suunnitteluun tulisi kuvatasojen olla eri toimijoilla yhtenäisiä samalla tavalla kuin muillakin suunnittelualoilla.

Tietomallien tarkasteluohjelmia tulisi myös kehittää vastaamaan paloteknisen tietomallin tarpeita. Tätä työtäni tehdessä käytin tietomallien tarkasteluun Solibri Model Checker -ohjelmaa. Kun ohjelmalla avaa tietomallin, on tietomallille mahdollisuus määrittellä suunnitteluala. Suunnittelualoja on valittavissa monia, mutta palotekninen suunnittelu puuttuu valikosta. Suunnittelualan määrittäminen tulee tärkeäksi, kun yhdistelmämalleja luodaan. Ohjelma sisältää myös useita valmiita säännöstöjä, joilla voidaan tarkistaa tietomallien

laatuja sekä eri tietomallien yhteensopivuutta. Mikäli paloteknistä suunnittelua aletaan toteuttamaan tietomalli ympäristössä, olisi mahdollista myös kehittää valmiita säännöstöjä paloteknisen tietomallin yhteensopivuuteen.

8 Pohdinta

Insinöörityössä selvitin, miten paloteknisessä suunnittelussa voitaisiin siirtyä tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Samalla selvitin, onko asiaa tutkittu aiemmin ja löytyykö sen toteuttamiseen mitään ohjeita. Aiheeseen liittyvää aineistoa ei juurikaan löytynyt, joten laadin esimerkkietomallin vapain käsin, käyttäen kuitenkin sitä vähäistä tietoa aiheesta, mitä löysin. Esimerkkietomallin sisältö oli rajattu uloskäytävien sekä palo-osastojen rajojen esittämiseen. Lopputulokseen olin itse tyytyväinen, myös vastaanotto haastateltavissa oli positiivista ja jatkokehitystä toivottiin.

Insinöörityötä tehdessäni löysin tietomallintamiseen liittyviä ohjeita tai aineistoja, joita tulisi täydentää tai tulisi laatia täysin uusia osia, jotta niitä voitaisiin hyödyntää paloteknisessä suunnittelussa. Mielestäni näiden asiakirjojen päivittäminen olisi tärkeää, mikäli paloteknisessä suunnittelussa tullaan siirtymään tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Omasta mielestäni tärkeintä olisi luoda Building Smart Finlandin julkaisemaan YTV2010-sarjaan uusi osa, joka käsittelisi paloteknistä suunnittelua. Sillä tämä olisi hyvä muiden ohjeiden ja suunnittelussa käytettävien ohjelmien kehittämiseksi. Lisäksi paloteknistä suunnittelua koskevien tietomallivaatimusten pohjalta olisi mahdollista laatia tietomalleja, jotka sisältäisivät kaikki paloteknisessä suunnittelussa esitetyt asiat. Tietomallipohjaisessa paloteknisessä suunnittelussa riittää vielä paljon tutkittavaa kehitettävää asiasta kiinnostuneelle.

Lähteet

Dispenza Kristin. 2010. The Daily Life of Building Information Modeling (BIM). Verkkoaineisto. Buildipedia. <<http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>>. Luettu 10.2.2019.

Henttinen Tomi; Linko Matti; Melvasalo Lauri; Penttilä Hannu & Jaatinen Jukka. 2008. CAD-KUVATASOJÄRJESTELMÄ Talon 2000 -nimikkeistöön perustuvat CAD-kuvatason, Rakennustiedon ohjekortti RT 15-10919. Rakennustieto.

Jantunen Jorma. 2017. Asetus 848/2017 rakennusten paloturvallisuudesta, perustelu-muistio. Helsinki. Ympäristöministeriö

Jantunen Jorma. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta, Asetus 848/2017. Helsinki. Ympäristöministeriö

Tietomallipohjainen rakennuslupa asuinkerrostalohankkeessa. 2018. Loppuraportti. Verkkoaineisto. Kiradigi. <<http://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/tietomallipohjainen-rakennuslupa-asuinkerrostalossa.html>>. Luettu 22.3.2019

Norén, Johan & Delin, Mattias & Nystedt, Fredrik & Strömgren, Michael. 2018. Fire protection engineering in a BIM environment. Verkkoaineisto. Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond. <<https://www.researchgate.net/publication/327744623>>. Luettu 22.3.2019.

Ojasalo Katri, Moilanen Teemu & Ritalahti Jarmo. 2015. Kehittämistyön menetelmät – Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki. Sanoma Pro.

Saaranen-Kauppinen Anita & Puusniekka Anna. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Verkkoaineisto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <<https://www.fsd.uta.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf>>. Luettu 26.1.2019.

Tuhola Esa & Viitanen Kristiina. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere. Tammertekniikka.

Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Verkkoaineisto. Building Smart Finland. <<https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>>. Luettu 26.1.2019.

Ytv2012_osa_1_ark.pdf. 2012. Verkkoaineisto. Building Smart Finland. <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf>. Päivitetty 27.3.2012. Luettu 26.1.2019.

Ytv2012_osa_3_yleinen_osuus.pdf. 2012. Verkkoaineisto. Building Smart Finland. <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf>. Päivitetty 27.3.2012. Luettu 26.1.2019.