



Täydentävän suunnittelu- koulutuksen laatiminen & toteuttaminen

Sprinklerisuunnittelu Revitillä

Eetu Kulmala

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

LVI-talotekniikan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
LVI-talotekniikka

KULMALA, EETU:

Täydentävän suunnittelukoulutuksen laatiminen ja toteuttaminen
Sprinklerisuunnittelu Revitillä

Opinnäytetyö 33 sivua
Huhtikuu 2024

Opinnäytetyön tarkoituksena oli pohtia ja tarkastella erilaisia menetelmiä täydentävän suunnittelukoulutuksen toteutukseen. Opinnäytetyön pohjana toimi Caverion Suomi Oy:lle luotu projektikonaisuus, johon sisältyy Revit-sprinklerisuunnitteluun, Revit-sprinklerisuunnittelun teknisen koulutuksen aineiston ja -ohjelman laatiminen sekä koulutuksen pitäminen yrityksen sprinklerisuunnittelijoille. Caverion Suomi Oy:lle laaditut dokumentit eivät ole luottamuksellisuutensa vuoksi osana julkista raporttia.

Työssä käsitellään yleisellä tasolla suomalaisen talotekniikkasuunnittelukulttuurin nykytilaa ja muutosta sekä Revitin yleistymistä suomalaisessa suunnitteluympäristössä. Lisäksi käsitellään itse Revitin ominaisuuksia ja tekijöitä, jotka tekevät Revitistä talotekniikkasuunnitteluun paremman ohjelman kuin esimerkiksi MagiCAD for AutoCAD. Työssä paneudutaan myös sprinkleritekniikan peruselementteihin, kuten järjestelmien oleellisimpiin komponentteihin, suunnittelutyössä luotaviin dokumentteihin ja Suomessa yleisesti käytössä oleviin teolliseen sprinklerisuunnitteluun liittyviin standardeihin.

Suunnittelukoulutukseen liittyvissä osioissa käsitellään jatkuvan oppimisen oleellisuutta ja tärkeyttä nykyajan työelämässä. Lisäksi tarkastellaan koulutuksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavia asioita, joiden avulla koulutuksesta saadaan mahdollisimman laadukas sekä koulutettaville että kouluttajalle.

Työn lopussa tehtiin yhteenveto Caverion Suomi Oy:lle suoritettujen koulutuksen suunnittelusta ja toteutuksesta sekä pohditaan, kuinka tämänkaltaiseen tekniseen koulutukseen olisi mahdollista yhdistää teoreettinen sprinkleritekniikan opetusnäkökulma.

Asiasanat: suunnittelu, koulutus, sprinkleri, Revit

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering HVAC Systems

KULMALA EETU

Drafting and Implementing a Complementary Design Training
Sprinkler designing with Revit

Bachelor's thesis 33 pages

April 2024

The purpose of this thesis was to investigate various methods for implementing a complementary design training. The thesis was based on a project work, which included developing a Revit sprinkler design manual, technical training materials and a programme for Caverion Finland Oy. It also included carrying out the training for the company's sprinkler designers. The study deals with Finnish building services engineering, highlighting the shift towards the increased adoption of Revit over other programs like MagiCAD for AutoCAD, due to its superior features for building services engineering. The thesis also delves into the basics of sprinkler technology, covering key system components, design documentation, and the role of industrial standards used in Finland.

A significant portion of the thesis was devoted to the design training aspect, underlining the necessity of lifelong learning in the professional sphere and the strategies for delivering high quality training for both the participants as well as the instructor. As a result of this study, the design manual, technical training materials and the training programme were successfully created for Caverion Finland Oy. Furthermore, a number of proposals were made on how to integrate theoretical sprinkler technology information into practical technical training efficiently.

Key words: designing, education, sprinkler, Revit

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TALOTEKNIKKASUUNNITTELUN KEHITTYMINEN.....	7
3	REVIT-SUUNNITTELUOHJELMA	10
	3.1 Revit-suunnitteluohjelman ominaisuudet.....	10
	3.2 Suunnittelun mahdollisuudet Revitillä.....	12
	3.3 Revitin hyödyt MagiCAD for AutoCADiin verraten.....	12
4	SPRINKLERISUUNNITTELUN PERUSTEET	14
	4.1 Sprinklerijärjestelmän toiminta & komponentit	16
	4.1.1 Märkäjärjestelmä	18
	4.1.2 Kuivajärjestelmä	18
	4.2 Säännökset & standardit sprinklerisuunnittelulle	19
	4.2.1 Suojausluokat.....	19
5	TÄYDENTÄVÄN SUUNNITTELUKOULUTUKSEN SUUNNITTELU- PROSESSI JA JATKUVA OPPIMINEN	21
	5.1 Jatkuva oppiminen	21
	5.2 Koulutuksen tavoitteiden määrittäminen	22
	5.3 Koulutuksen suunnittelu, aikataulutus ja organisointi	23
6	TÄYDENTÄVÄN SUUNNITTELUKOULUTUKSEN TOTEUTUS	24
	6.1 Koulutuksen käytännön toteutus	24
	6.2 Oppimistulosten arviointi, palautteen keruu ja analysointi	25
7	REVIT-PROJEKTIKOULUTUS	26
	7.1 Suunnitteluvaihe.....	26
	7.2 Toteutusvaihe.....	27
	7.3 Palaute- ja seurantavaiheet	28
	7.4 Sprinkleritekniikan teorian tuonti osaksi teknistä koulutusta.....	29
8	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET.....	32

TERMIT JA LYHENTEET

SPR	Sprinkleri
IFC	Industry Foundation Classes (tiedostomuoto)
DWG	2-/3D Sunnitteluformaatti (tiedostomuoto)

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön pohjana toimii Caverion Suomi Oy:lle projektityönä laaditut Revit-sprinklerisuunnittelun käyttöohje, koulutusaineisto ja -ohjelma, sekä koulutuksen pitäminen yrityksen sprinklerisuunnittelijoille.

Opinnäytetyössä käsitellään tietomallinnusta ja pohditaan suomalaisen talotekniikkasuunnittelun nykytilannetta sekä kehittymistä suunnitteluohjelmiin keskittyen. Lisäksi käsitellään Revitin yleistymisen merkitystä Suomessa.

Työ lisäksi pitää sisällään asiaa itse Revitistä, sen ominaisuuksista, suunnittelu-mahdollisuuksista ja lisäksi ohjelmaa verrataan suomalaisessa suunnittelukulttuurissa hyvinkin tuttuun, MagiCAD for AutoCADiin. Työssä keskitytään ohjelmien osalta pääasiassa MagiCAD-laajennuksen talotekniikkasuunnitteluominaisuuksiin näiden ohjelmien sisällä.

Työ käsittelee myös sprinkleritekniikkaa koulutukseen ja tietomallintamiseen liittyvien osioiden tukemiseksi. Tekstissä ilmaistaan tekniikkaan liittyviä perusteita, keskeisiä komponentteja ja järjestelmätyyppejä, suunnittelussa syntyviä dokumentteja, sekä säännöksiä, joita luonnollisesti konsultoidaan suunnittelutyötä tehdessä ja näihin liittyviä suojausluokkia, sekä niiden vaikutusta järjestelmän toimintaan ja suunnitteluun.

Viimeisissä osioissa keskitytään koulutuspuoleen liittyviin seikkoihin, kuten mitä tulee ottaa huomioon koulutusta suunniteltaessa ja toteuttaessa, sekä minkälaisia koulutusmenetelmiä voi hyödyntää tämälaisessa teknisessä koulutuksessa. Lisäksi käsitellään koulutuksen laadun parantamisen menetelmiä, vuorovaikutuksen tärkeyttä osana kehitystä, sekä jatkuvan oppimisen oleellisuuteen nykypäivän työyhteiskunnassa. Koulutukseen liittyvien aiheiden jälkeen työssä esitetään yhteenveto Caverion Suomi Oy:lle tehdystä projektista.

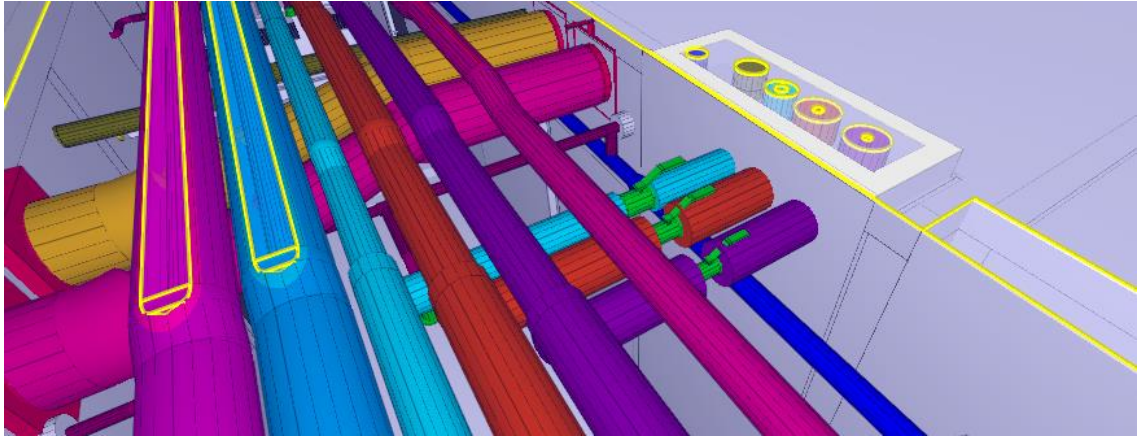
2 TALOTEKNIKKASUUNNITTELUN KEHITTYMINEN

Suomessa talotekniikkasuunnittelu on kehittynyt vuosien saatossa reilusti. Tietomallinnuksesta on tullut standardi Suomalaisessa suunnittelutyössä. Jopa tuore maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus vaatii tietomallia rakennusluvan saamiseksi. Tietomallinnus mahdollistaa rakentamisen datan säilymisen, tarkastelun ja päivittämisen, helpottaen jo rakennusvaiheessa jokaista työvaihetta ja järjestelmällisyyttä. (Ympäristöministeriö)

Suomessa talotekniikan tietomallisuunnitteluun käytetään yleisesti MagiCAD for AutoCADia ja Cadmaticia, jotka ovat alun perin CAD-pohjaisia 2D-suunnitteluohjelmia, sekä erilaisia tietomallinnusohjelmia, kuten Solibri tai Trimble. Suomessa Revit on kuitenkin yleistymässä hiljalleen. Tämä seuraa maailman trendiä, jossa Revit on maailmanlaajuisesti yleisimmin käytetty tietomallinnusohjelma. Autodeskin UNIFIn vuonna 2019 julkaistusta blogista selviää, että maailmanlaajuisesti tietomallinnusohjelmien käyttäjistä 70% käyttää Autodeskin tuotteita ja tuosta 70-prosentista 46% käyttää nimenomaan Revitiä. Näin ollen voidaan todeta, että vuonna 2019 noin joka kolmas tietomallinnusohjelmaa käyttävä henkilö käytti nimenomaan Revitiä. (UNIFI)

Tietomallinnuksella tarkoitetaan virtuaalisen rakennusmallin luomista, joka pitää sisällään tiedot jokaisesta objektista, mikä esimerkiksi rakennuksesta löytyy. Tietomalli toimii myös tietolähteenä rakentamiselle ja ylläpidolle. (Autodesk)

Rakennustietomallia voidaan hyödyntää esimerkiksi siten, että voidaan tarkastella virtuaalisesti, mitä materiaalia jokin tietty objekti tai laite on, tai kuinka objekti tulee asentaessa sijoittaa. Tietomallia voidaan myös hyödyntää pitkään rakentamisen jälkeen, esimerkiksi suurten saneerausten yhteydessä voidaan tarkastella nykyistä tekniikkaa oikein sijoitettuna etukäteen ja uusi tekniikka voidaan suunnitella tilalle ilman, että tarvitsee luoda kokonaan uusia piirustus suunnitelmia. Muita tietomallintamisen hyötyjä ovat mm. rakenteellisten virheiden ja viivästysten ehkäisy, parempi kustannussuunnittelu, urakan ja projektin muutosten tarkastelu, sekä tekniikkasuunnitelmien törmäilyn helpompi tarkastelu. (Solibri)



Kuva 1. Näkymä rakennustietomallista.

Tietomallinnus itsessään on kehittynyt huimasti ja laajentunut videopeliateollisuudenkin piiriin. Vuonna 2017 Autodesk julkisti tekevänsä yhteistyötä Unity-pelimoottorin valmistajan, Unity Technologiesin kanssa ja nyt Unity Technologies on julkaissut Unity Reflect Review-tietomallitarkasteluohjelman, sekä Unity Reflect Develop-suunnitteluohjelman. Näiden ohjelmien hienous piilee siinä, että ohjelmien kautta voidaan tarkastella tietomalleja Virtual Realitylla, eli käytännössä rakennuksen tietomalli voidaan tuoda täysikokoisena ympärille siten, että rakennusta voidaan tarkastella esimerkiksi läpi kävelemällä. (Unity)

Tällä hetkellä vielä MagiCAD for AutoCAD, sekä Cadmatic ovat yleisimpiä suunnittelualustoja Suomessa talotekniikkasuunnittelua ajatellen. Tähän suuria syitä ovat, että MagiCAD for AutoCADia käytetään laajalti insinööriopinnoissa suunnitteluohjelmiana Autodeskin tarjotessa opiskelijoille ilmaisen käyttökokeuksen ohjelmiinsa, samoin MagiCAD tukee opiskelijoita esimerkiksi oppilaitosportaalillaan, josta löytyy mm. koulutusvideoita. Revit-aineisto lisättiin oppilaitosportaaliin myös vasta 2024 helmikuussa. Revitiä hyödynnetään myös korkeakouluopinnoissa jossain määrin, mutta ei kuitenkaan yhtä laajasti kuin edellä mainittua ohjelmaa. Lisäksi MagiCAD for AutoCAD on etenkin suunnittelutyöskentelyn ollessa uutta, väiteltävästi paljonkin käyttäjäystävällisempi ohjelma. Kokeneelle suunnittelijalle tilanne ei kuitenkaan ole välttämättä sama. Granlundin julkaisemassa uutisessa Revitiä luonnehditaan mm. ylivoimaiseksi suunnitteluohjelmaksi. Tähän syyksi on listattu mm. suunnittelun lähtökohta Revitillä. Suunnittelu alkaa suoraan tietomallinnusvaiheesta ja esimerkiksi 2D-tasopiirustukset voidaan hankkia sitten valmiin tietomallin pohjalta, toisin kuin CAD-pohjaisilla ohjelmilla. Lisäksi tuossa samaisessa uutisessa sähkösuunnittelija Timo

Kamppuri kertoo uskovansa, että Revitin käyttö tulee lisääntymään valtavasti. Myös Mahamed Abdulkadir Hassan kertoo opinnäytetyössään joidenkin rakennesuunnittelijoiden uskovan, että Revit tulee syrjäyttämään AutoCADin jossain vaiheessa. Siirtymä ei ole siis rajattu vain talotekniikkasuunnitteluun. Lisäksi jotkut tilaajat jopa vaativat hankkeissaan, että suunnittelu tapahtuu nimenomaan Revitillä. (Granlund, Hassan)

Revit-koulutusta Suomessa tarjotaan kuitenkin laajasti yksityisten toimijoiden ja opistojen toimesta. Etenkin arkkitehtisuunnittelun ja -tietomallinnuksen koulutusta on saatavilla reilusti. Revit-talotekniikkasuunnittelua MagiCADia ajatellen ainoa taho, joka myy MagiCAD-koulutuksia, on MagiCAD Group itse. Toki kyseinen yhtiö tarjoaa reilusti koulutusmahdollisuuksia, asiakkaan tarpeisiin ja aikatauluun räätälöitynä, mutta haasteellisuus esiintyy siinä, että taloudellinen kynnys ohjelman oppimiseen on suuri, ellei takana ole esimerkiksi yrityksen koulutushanke.

3 REVIT-SUUNNITTELUOHJELMA

Revit perustettiin alun perin vuonna 1997, nimellä Charles River Software. Ohjelma luotiin 3D-arkkitehtisuunnittelua varten, mutta siihen alettiin lisäämään uusia toiminnallisuuksia 2000-luvun alkupuolella, kuten LVIS-tekniikkamallinnus. Vuonna 2000, ohjelman nimeksi vaihdettiin Revit, joka tulee sanoista "Revise instantly" ja vuonna 2002 Autodesk osti kyseisen ohjelmiston. Autodeskin alaisuudessa Revit on kehittynyt erittäin monipuoliseksi suunnittelu- / tietomallinnusohjelmaksi, jota voidaan käyttää miltei kaikessa rakennusten tekniikkajärjestelmien, sekä itse rakennuksen ja ympäristön suunnittelussa ja mallintamisessa. (Jamesdoitright)

Autodesk on tullut tutuksi monesta tekniikkaan ja suunnitteluun soveltuvasta ohjelmasta, mutta näistä tunnetuin on AutoCAD, joka julkaistiin jo vuonna 1982. AutoCAD oli yksi ensimmäisistä ohjelmista, joka mahdollisti tasopiirustusten viemisen digitaaliseen muotoon. Ajan saatossa MagiCAD-laajennuksen myötä AutoCAD on kehittynyt samoin tavoin hyvinkin yleispäteväksi suunnitteluohjelmaksi etenkin LVIS-tekniikan osalta. (Kennedy)

3.1 Revit-suunnitteluohjelman ominaisuudet

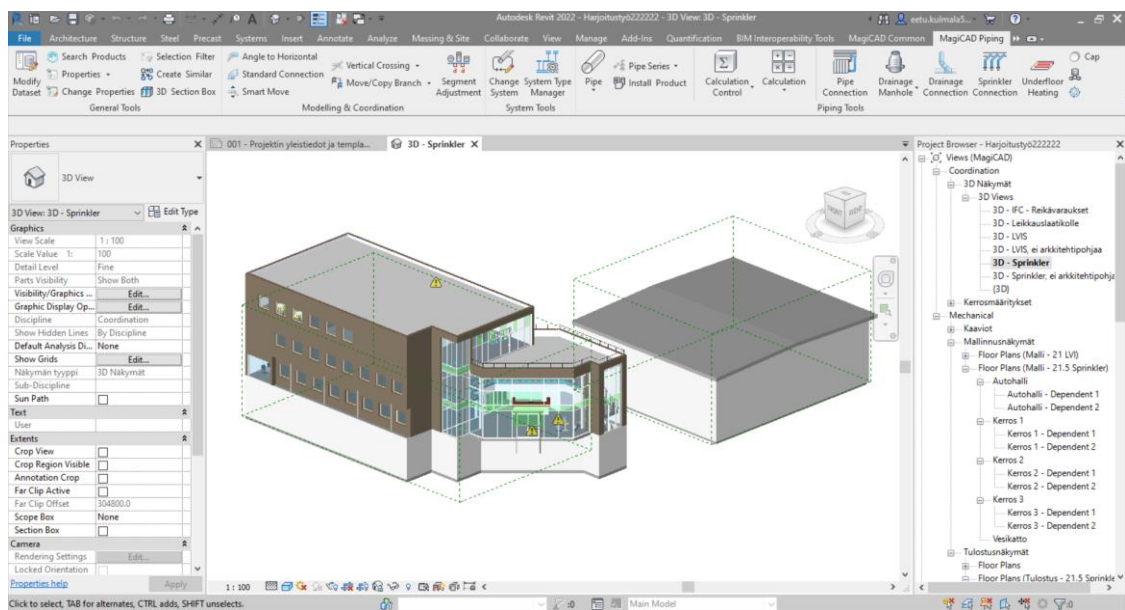
Revit-suunnitteluohjelmalla on mahdollista tehdä rakenne- & tekniikkasuunnitelmia monialaisesti. Ohjelma soveltuu hyvin esimerkiksi rakennusten suunnitteluun, kaupunkisuunnitteluun, maisemasuunnitteluun, sekä teolliseen suunnitteluun. (Autodesk)

Revitin suuria piirteitä on, että suunnitteluprojektit voidaan pitää yhden ohjelman sisällä ja vähin tiedostomäärin. Yksi Revit-projektitiedosto voi pitää sisällään esimerkiksi kerrostalon kaikki tasokuvat, rakenteelliset suunnitelmat, talotekniikkasuunnitelmat, sisustuksen ja rakennuksen ympäristön, sekä kaikista edellä mainituista asioista tietomallit. Ohjelmaa voidaan käyttää myös 2D-piirtämiseen. (Autodesk)

Revit soveltuu hyvin yhteistyöprojekteihin. Ohjelmalla on mahdollista luoda pilvi-tiedostoja, johon voi esimerkiksi eri alojen suunnittelijat luoda tekniikkasuunnitelmia yhtäaikaisesti ja synkronoidusti siten, että yhteinen tiedosto päivittyy reaaliajassa. (nordicbimgroup)

Vaikka Revit on hyvinkin monipuolinen ja tiedonhallinnallisesti erittäin hyvä ohjelmisto, on siinä haasteensa. Toisaalta ohjelman toiminnallisuudet eivät välttämättä ole äärimmäisen hankalia, mutta AutoCADiin peilaten, jotkut toiminnallisuudet ovat yksinkertaisesti paljon monimutkaisempia, kuten esimerkiksi tasokuvien luonti pdf-muotoon. Tässä asiassa ohjelma käytännössä vaatii ulkoisen tulostusohjelmiston, jotta tasokuvista voidaan tehdä laadukkaita.

Toinen hankala ominaisuus on 2D-piirtäminen, jos verrataan AutoCADiin. Revitissä ei ole niin laajasti saatavilla 2D-piirustusobjekteja. Revitistä puuttuu myös täysin piirustus-työkalut, joten esimerkiksi viivapaksumetrit toteutuvat vain yhtä samaa kynäasetusta, näin variaatiomahdollisuus on pienempi Revitillä piirrettäessä.



Kuva 2. Revit-suunnitteluohjelman 3D-näkymä

3.2 Suunnittelun mahdollisuudet Revitillä

Revitillä itsellään on mahdollista tehdä sprinklerisuunnittelua perinteisemmällä tasolla, mikä sisältää mm. putken piirtämisen ja komponenttien liittämisen verkostoon. Revitiin kuitenkin on saatavilla MagiCAD-laajennus, joka mahdollistaa kompleksin talotekniikkasuunnittelun. MagiCAD-laajennuksella on mahdollista luoda tasopiirustussuunnitelmien ja tietomallien lisäksi teknisiä laskelmia järjestelmästä, joiden avulla voidaan selvittää mm. epäedullisimmat suuttimet ja näiden toiminnalle vaadittavat paine ja virtaama verkostossa. Lisäksi MagiCADilla voidaan mitoittaa mm. kohteen vesilähde, sekä putkien koko ja verkoston tilavuus.

Revitille hieno ominaisuus on myös se, että objekteja voidaan luoda toiminnallisuuksineen. Näin laitevalmistajat voivat luoda kosmeettisesti, sekä toiminnallisesti tarkkoja mallitiedostoja, joita sitten voidaan hyödyntää suunnittelussa ja tietomallinnuksessa. Näin voidaan luoda jo ennen rakentamisvaihetta tarkka visuaalinen esitys esimerkiksi suuttimien tai hälytysventtiileiden toiminnallisuudesta, vaikutuksesta järjestelmään, tilantarpeesta, sekä esillepanosta.

Suunnittelu- ja projektityötä tukee myös mahdollisuudet tehdä listoja järjestelmästä automaattisella toiminnolla. Listoja voi tehdä määritysten mukaan kaikista järjestelmän halutuista objekteista, kuten esimerkiksi putkimäärät, kulmapalat, haaraosat jne. Listoja voidaan tuoda myös tulostuskuviin, esimerkiksi suutintaulukoksi tai objektien kuvausta esittävä taulukoksi.

3.3 Revitin hyödyt MagiCAD for AutoCADIin verraten

AutoCADIin verraten Revit on hyvinkin monipuolisempi ohjelmisto. Tosin talotekniikkasuunnittelua ajateltaessa molemmat ohjelmat käyttävät saman valmistajan MagiCAD-laajennusta, joka tuo molempiin ohjelmiin hyvin paljon samoja ominaisuuksia. Ominaisuudet kuitenkin eroavat jossain määrin paljoltikin, vaikka ne esiintyvät samankaltaisena visuaalisesti. Esimerkiksi "Text"- tai "Change properties"-toiminnot ovat AutoCADilla laajempia ja tarjoavat enemmän muokattavia vaihtoehtoja.

Revitissä on kuitenkin tärkeitä ominaisuuksia, joita MagiCAD for AutoCADista puuttuu. Nämä ominaisuudet lähinnä viittaavat 3D-mallintamiseen, kuten tietomallien tarkastelumahdollisuus suunnitteluohjelman sisällä, jota AutoCADilla ei ole mahdollista tehdä yhtä laajasti. Toki MagiCAD for AutoCADilla voidaan tehdä tietomallinnusta, mutta esimerkiksi rakennuskokonaisuuden tietomallitarkastelu tekniikat sisältäen ei ole mahdollista, vaan jos tällaista tarkastelua haluaa suorittaa, täytyy suunnitelmista luoda IFC-mallitiedosto ja viedä se kokonaan toiseen ohjelmaan tarkasteltavaksi. Myös laskennalliset seikat saavat edun Revitin puolella, mikäli suunnittelussa voidaan käyttää laitevalmistajien luomia malleja, jotka sisältävät arvot automaattisesti tarkasti. (Aimen)

Ominaisuus	Revit	AutoCAD
3D-tietomallinnus	x	x
Yhdistelmämallien tarkastelu	x	
Yhtenäinen työskentely-tiedosto koko projektille	x	
Laitevalmistajien objekti-mallit	x	
Universaali ohjelma jokaiselle rakennus-/tekniikka-alalle	x	

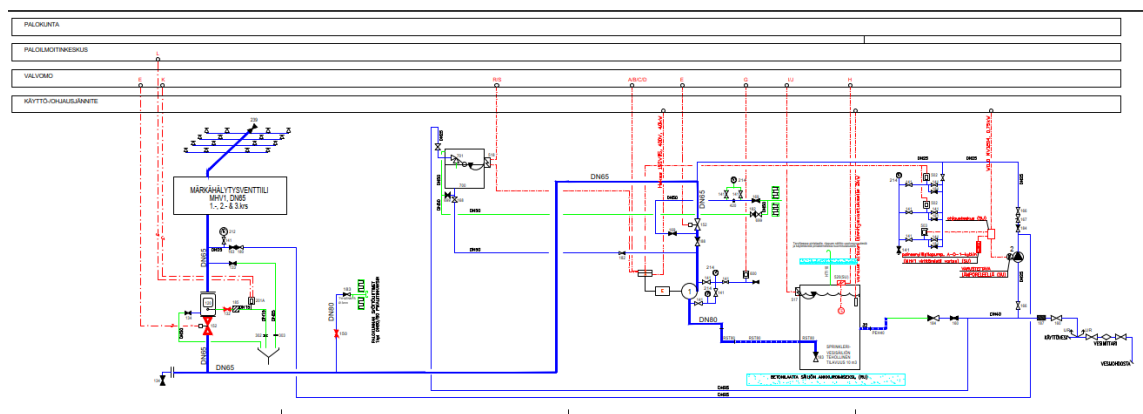
TAULUKKO 1. Vertailua Revitin ja AutoCADin ominaisuuksien välillä.

4 SPRINKLERISUUNNITTELUN PERUSTEET

Sprinkleritekniikan kysyntä on kasvanut ajan myötä rakennusmääräysten tiukentuessa. Palonsammutusjärjestelmät ovat jopa pakollisia poikkeustapauksia lukuun ottamatta esimerkiksi sairaaloissa, hoitolaitoksissa, sekä yli kaksi kerrosta korkeissa puukerrostaloissa. Muutoin palonsammutustarpeen määrittää rakennusvalvontaviranomainen. Sprinklerisuunnittelua ei kuitenkaan varsinaisesti opiskella Suomessa, vaan osaaminen karttuu suurimmilta osin työn kautta. (Granlund)

Sprinklerisuunnittelu työnä on hyvinkin samankaltaista kuin LVI-suunnittelu, mallinnustekniikoita ajatellen. Toki järjestelmä on täysin erilainen, mutta pääperiaate on kuitenkin sama – Rakennukseen tarvitaan putkista koostuva verkosto, jolla voidaan viedä vettä haluttuun paikkaan – yksinkertaisesti selitettynä. Toki sprinkleritekniikan suunnittelulähtökohdat ja suunnittelua ohjaavat kriteerit ovat erilaisia; selvitetään kohteen suojaustarpeet, vesilähdevaatimukset ja suojausluokka, määritellään järjestelmätyypit suojattavan ympäristön mukaan ja tehdään asennuskelpoiset suunnitelmat ja tarvittavat dokumentit. (Järvenpää)

Sprinklerisuunnittelussa syntyviä dokumentteja ovat esimerkiksi tasokuvat, joista järjestelmä ilmenee suhteessa rakennukseen. KytKentäkaaviot, joista ilmenee järjestelmärakenne, komponentit ja automaatio. Suojausaluekartta, josta voidaan todentaa, millä alueilla suojaus toimii, hälytysventtiiliverkostot eriteltyinä. Ja tietomalli, josta järjestelmää voidaan tarkistella virtuaalisesti rakennuksessa huomioiden jokaisen pienenkin yksityiskohdan.



Kuva 3. SPR-kytkentäkaavio

General results: MHV1suojausalue

Property	Value	Unit
Software version:	MagiCAD 2022 UR-2.1	
Calculation date:	11.5.2023 10:34	
Project:		
Project number:		
Location:		
Author:	xxxxxx	
Person responsible of sprinkler calculations:	Eetu Kulmala	
Design area:	MHV1suojausalue	
Hazard class:	HHS2 - High hazard HHS2	
Hydraulic mode:	Hazen-Williams	
Calculation is based on:	EN 12845	
Note:	Equiv. length of short connection branches is ignored	L < 50 mm
Fluid characteristics:		
Density:	1000	[kg/m ³]
Dynamic viscosity:	1560.20	[µg/ms x 10e-6]
Calculation input values:		
Area of design area:	260.0	[m ²]
Feed point:	1	H = 2.3 [m]
Weakest sprinkler:	30	H = 10.3 [m]
Pressure at the weakest sprinkler:	701	[mbar]
Max number of iterations:	100	
Max inaccuracy of the pressure:	1.0	[mbar]
Max inaccuracy of the flow:	0.1	[l/min]
C-factors of the pipes and K-factors of the sprinklers:		
Fe35: Teräsputki Fe-35	120	
TY325 SSP 68	80.6	
Calculation results:		
Pressure level at the feed point:	1976	[mbar]
Flow at the feed point:	2671.3	[l/min]
Flow at the weakest sprinkler:	87.3	[l/min]

Kuva 6. MagiCADilla SPR-suunnitelmista tuotetun laskelman etusivu

4.1 Sprinklerijärjestelmän toiminta & komponentit

Sprinklerijärjestelmät ovat pääasiassa automaattisia vesisammutuslaitteistoja palontorjuntaa varten, jotka toimivat nopeasti tulipalon syttyä. Järjestelmien tärkeimpiä komponentteja ovat vesilähde, hälytysventtiili, putkisto, sekä suuttimet. (Vesterbacka)



Kuva 7. Märkähälytysventtiili. (Rapidrop)

Järjestelmät toimivat yleensä samalla periaatteella:

Tulipalo sytty, lämpötila nousee suuttimen raja-arvon yli, jolloin suutin laukeaa. Suuttimen lauetessa putkiston paine häviää, jolloin hälytysventtiili laukeaa päästäten veden virtaamaan putkistoon ja tehden palohälytyksen. (Vesterbacka)



Kuva 8. SPR-suuttimia (Woimatuoatanto)

Hälytysventtiileihin liittyy usein paljon automatiikkaa, jolloin venttiilin lauetessa esimerkiksi järjestelmän pumput käynnistyvät ja palohälytys kulkeutuu suoraan automatiikan osoittamaan paikkaan, esimerkiksi hätäkeskukseen tai valvomoon. Hälytysventtiileitä on sekä "kuivia", että "märkiä". Tämä seikka määräytyy yleensä suojattavan ympäristön olosuhteiden perusteella. Venttiilityyppi määrittää, onko kyseessä kuivajärjestelmä, jossa normaalitilanteessa on putkistossa paineistettu ilma, vai märkäjärjestelmä, jossa on normaalitilanteessa vesi. Olemassa on myös kuiva-märkäjärjestelmiä. Kuiva-märkäjärjestelmät eivät ole Suomessa sallittuja, joten tätä järjestelmätyyppiä ei käsitellä tässä työssä. (Vesterbacka)

4.1.1 Märkäjärjestelmä

Märkäjärjestelmät ovat yleisin järjestelmätyyppi. Näissä putkiverkostoissa on jatkuvasti paineenalaisena vettä, jolloin vesivirtaus pääsee välittömästi sammuttamaan paloa suuttimen lauettua. Märkäjärjestelmiä voidaan käyttää ympäristöissä, joissa lämpötila pysyy jatkuvasti neljän ja yhdeksänkymmenenviiden celsiusasteen välillä. (Järvenpää)

4.1.2 Kuivajärjestelmä

Kuivajärjestelmät eroaa märkäjärjestelmistä siten, että putkistossa on valmiustilassa paineistettua ilmaa veden sijasta. Tämän ratkaisun perusteena on yleisimmin kylmät tilat, jossa lämpötila voi mennä 0°C alapuolelle, esimerkkinä tällaisesta suojattavasta tilasta on vaikkapa kylmä varastohalli. Lämpimissä ympäristöissä suositetaan yleisesti märkäjärjestelmiä, sillä kuivajärjestelmissä vesivirtauksen pääsy suuttimesta kestää kauemmin. (Järvenpää)

Olemassa on myös kuivajatkkeita. Nämä ovat osa märkäjärjestelmää. Kuivajatkke eritellään märkäjärjestelmästä käyttäen kuivajatkkeventtiiliä, joka mahdollistaa järjestelmäverkoston toisen puolen kuivana pitämisen valmiustilassa. Esimerkkinä tällaisesta ratkaisusta voi olla suuri rakennus, jonka sprinklerikeskus on vaikkapa oikeassa reunassa. Vasemmassa reunassa on yksittäinen pienempi kylmä varastohalli, joka tulee myös suojata ja täten putkisto kulkee kylmässä hallitilassa. Näin jatketaan märkäjärjestelmän putkistoa kylmään tilaan siten, että ennen putkiston siirtymistä kylmään tilaan asennetaan kuivajatkkeventtiili, jonka kylmällä puolella ei ole vettä, vaan paineistettua ilmaa. (Vesterbacka)

4.2 Säännökset & standardit sprinklerisuunnittelulle

Suomessa teollisuuden sprinklerisuunnittelussa käytetään pääasiassa kahta eri standardia:

-SFS-12845:2015+A1:2019

-CEA 4001

Suunnittelussa käytettävä standardi määrittää sprinklerijärjestelmästä esimerkiksi suutinten etäisyyksien minimi- ja maksimiarvot, korkeusaseman suhteessa kattoon, pumppuvaatimukset, sekä suojausluokat ja paljon muutakin.

(SFS-12845:2015+A1:2019)

4.2.1 Suojausluokat

Suojausluokat ovat standardissa määritellyt, mutta suojattavaan kohteeseen luokka määräytyy lopulta aina ympäristön mukaan. Suojausluokkia on aiemmin mainittujen standardien mukaan seuraavia:

Kevyt suojausluokka (LH);

Kevyttä suojausluokkaa käytetään kohteissa, joita ei luokitella teollisiksi ja joissa tulipalon riski on alhainen. Käytännössä tällaisissa kohteissa ei ole juurikaan mitään herkästi syttyvää tai ylipäänsä palavaa materiaalia. Lisäksi rakennusten alueet, jotka ovat rajattu 30min palonkestävillä rakenteilla eivät ylitä pinta-alaa 126 m². (Järvenpää)

Normaali suojausluokka (OH);

Normaalista suojausluokkaa hyödynnetään kohteissa, joissa paloriski on ns. normaali. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi kaupat tai varastot. Varastot eivät saa kuitenkaan olla pinta-alaltaan yli 216 m². (Järvenpää)

Raskas suojausluokka (teollisuus) (HHP);

Teollisuuden raskasta suojausluokkaa käytetään teollisuuskohteissa, joissa esimerkiksi käsitellään tai valmistetaan aktiivisesti helposti syttyviä aineita korkeassa lämpötilassa ja paloriski on suuri. Tällaisissa kohteissa tulipalo pääsee leviämään myös todella nopeasti. (Järvenpää)

Raskas suojausluokka (varastointi) (HHS);

Varastoinnin raskasta suojausluokkaa käytetään varastoissa, joissa säilytetään herkästi syttyvää materiaalia aktiivisesti. Tällaisissa kohteissa usein palon leviämiskiriski on todella suuri. (SFS-12845:2015+A1:2019)

Suojausluokan valintaan vaikuttaa mm. ympäristön kuivuus / kosteus, lämpötila, toimintatarkoitus ja palokuorma. Palokuormalla tarkoitetaan ympäristössä esimerkiksi tuotettavaa, kulkevaa tai varastoitavaa materiaalia. Esimerkiksi jos tila on lämmin varasto, jossa säilytetään sytytysaineita tai paperia, niin palokuorma on suuri kun materiaali on koko ajan läsnä, sekä helposti syttyvää. (SFS-12845:2015+A1:2019)

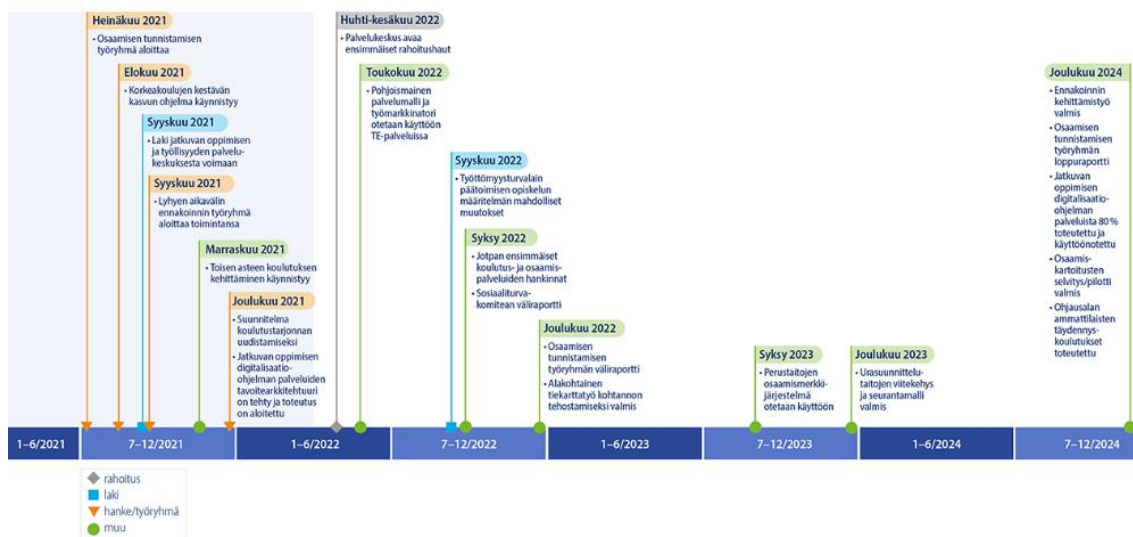
5 TÄYDENTÄVÄN SUUNNITTELUKOULUTUKSEN SUUNNITTELU- PROSESSI JA JATKUVA OPPIMINEN

5.1 Jatkuva oppiminen

Jatkuvalla oppimisella tarkoitetaan kokonaisuutta, missä henkilö kehittää osaamistaan jatkuvasti eri tavoin. Oppimisympäristönä voi toimia esimerkiksi koulu-
tuskeskus, työpaikka, harrastus, tai oikeastaan mikä tahansa arjen tilanne. Jat-
kuvalla oppimisella pyritään vastaamaan mm. työelämän, sekä yhteiskunnan
muutoksiin, sekä tukemaan henkilöiden ammatillista, sekä henkilökohtaista osaa-
mista. (OKM)

Jatkuvan oppimisen tärkeys ja oleellisuus nykypäivän yhteiskunnassa näkyy jopa
valtiotasolla. Suomen nykyisen pääministerin, Petteri Orpon hallituksen ohjel-
massa on merkitty jatkuvan oppimisen kehittäminen osana laajaan työelämän
osaajapulaan vastaamiseen. Jatkuvan oppimisen mahdollisuuksia aiotaan lisätä
erityisesti sosiaali- ja terveydenhuolto- sekä kasvatusaloille. Jo ennen Orpon hal-
litusta, vuonna 2020, Suomeen perustettiin valtiotasolla jatkuvan oppimisen par-
lamentaarinen ryhmä osana jatkuvan oppimisen uudistusta, joka teki kyseisen
vuoden loppuun mennessä linjaukset tavoitteista, sekä 27- eri toimenpiteestä
vuoteen 2030- mennessä. Uudistus keskittyy pääasiassa työikäisten mahdolli-
suuksiin kehittää osaamistaan. Uudistuksen tavoitteita ovat mm. yleinen osaami-
sen kehittäminen työuran aikana, työllistymisen ja merkityksellisen elämän edel-
lyttämien tietojen, taitojen sekä osaamisen varmistaminen, sekä osaamisen, että
työelämän keskeinen molemminpuolinen uudistaminen.

(OKM)



KUVA 9. Jatkuvan oppimisen parlamentaarisen uudistuksen aikataulusohjelma (OKM)

Insinöörinkoulutusohjelmissä jatkuva oppiminen on nostettu keskeiseksi aiheeksi jo 1990-luvulla. ”Teknologisten vallankumousten” -joilla tarkoitetaan tekniikan suurta kehitystä-, yleistyessä nopeutuvaan tahtiin, jatkuva oppiminen tulee olemaan yhä merkityksellisempää ja lisäksi se tulee korostamaan insinöörien roolia yhteiskunnassa. (Diaz)

5.2 Koulutuksen tavoitteiden määrittäminen

Koulutuksen suunnittelun alkuvaiheessa olisi hyvä selvittää koulutettavien osaamistaso sekä odotukset koulutuksesta. Koulutuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon koulutettavien motivaatio, sekä aiemmat oppimiskokemukset aiheeseen liittyen. (Lummaa)

Koulutuksella tulisi aina olla tavoitteet määritettynä. Tavoitteiden määrittelyssä hyvin suuri tekijä on, mitä koulutettavien odotetaan tai halutaan osaavan koulutuksen jälkeen. On myös tärkeää tuoda tavoitteet esille koulutettaville ennen koulutuksen alkua, mielellään reilusti ennen koulutusta, jotta koulutettavat tietävät mitä heiltä odotetaan ja pystyvät valmistautumaan koulutukseen omasta mielestä sopivalla tavalla. Koulutettaville on myös hyvä tuoda esille syy, miksi koulutus järjestetään. Tämä voi toimia hyvässä tilanteessa motivaattorina koulutettaville. (Repo & Ukkola)

Koulutuksen tavoitteita määritettäessä tulee lisäksi huomioida, että koulutus on hyödyllinen. Eli voidaan tuottaa koulutus, joka vähintään vastaa koulutukseen meneviä resursseja. Koulutusta laatiessa tulee miettiä tarkasti, että onhan koulutettavat asiat sellaisia, että niistä on oikeasti hyötyä ja onhan tavoitteet oikeasti sellaisia, että ne voidaan saavuttaa. (Lummaa)

5.3 Koulutuksen suunnittelu, aikataulutus ja organisointi

Koulutusaineisto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että lähtökohtaisesti koulutuksen suorittaja hallitsee koulutuksen sisällön. Koulutuksia suunniteltaessa puhutaan myös koulutusaihioista. Koulutusaihiolla tarkoitetaan yksittäistä työnkulkua suuremmassa kuvassa. Näin voidaan jakaa koulutus tavallaan pieniin kokonaisuuksiin, mikä selkeyttää koulutuksen luomista ja toteuttamista.

(Repo & Ukkola)

Koulutuksen suunnitteluvaiheessa tulee miettiä, missä ja milloin koulutus pidetään. Aikataulutuksessa kannattaa ottaa huomioon koulutettavien toiveet. Toki koulutettavat eivät määrää koulutuksen pituutta, mutta esimerkiksi, jos koulutettavilla on samat työajat, niin se on hyvin vartenotettava tekijä aikataulusuunnittelussa. Aikataulutuksen jälkeen tulee miettiä koulutuksen sijainti. Tähän kannattaa käyttää tietoa osallistujien määrästä, mikäli esimerkiksi ollaan varaamassa tilaa ulkoiselta taholta. Koulutustilaa varattaessa tulee samalla selvittää puitteet. Tarvitaanko koulutuksessa internet-yhteyttä? Valkokangasta? Mikrofonia? Jne. Kun tila on todettu toimivaksi, voidaan ottaa huomioon yksityiskohtaisemmat asiat, kuten tarjoilut, jaettavat työvälineet ja -aineistot. (Lummaa)

Koulutuksen organisointiin on hyvä ottaa mukaan yhteinen oppimisalusta koulutettavien kanssa. Tämä voi olla esimerkiksi Microsoft Teams-ryhmä tai muu vastaava, jossa voidaan esimerkiksi suorittaa ilmoittautuminen, esiaineiston jako, muutosten tiedotus, tai kommunikointi koulutuksen jälkeen, jos on esimerkiksi tarkoituksena palata johonkin koulutettavan kysymykseen jälkikäteen.

(Repo & Ukkola)

6 TÄYDENTÄVÄN SUUNNITTELUKOULUTUKSEN TOTEUTUS

Koulutuksen alussa tulee aina varmistaa, että kaikki paikalle odotetut koulutettavat ovat saapuneet paikalle. Lisäksi tulee muistaa hyvät esiintymistavat, eli toivotaan koulutettavat yhteisesti tervetulleeksi ja varmistetaan, onhan osallistujat saaneet esimerkiksi mahdolliset tarjotavat ja tarvittavat materiaalit tai koulutusvälineet. Aluksi on myös hyvä käydä uudelleen lyhyesti läpi tavoitteet.

(Repo & Ukkola)

6.1 Koulutuksen käytännön toteutus

Koulutuksen toteutukseen tulee miettiä tarkasti haluttu ja kannattava opetusmenetelmä. Todennäköisesti opetusmenetelmä ei tule olemaan kaikkien mieleen, sillä jokaisella henkilöllä on omat preferenssinsä, mutta kannattaa ottaa huomioon enemmistön toiveet. (Repo & Ukkola)

Opetusmenetelmien käyttöä kuvataan vuorovaikutuksena koulutettavien, aineiston, tavoitteiden, sekä kouluttajan välillä. Menetelmät voidaan jakaa kolmeen osaryhmään: Opettajakeskeiset menetelmät, opiskelijakeskeiset menetelmät, sekä yhteistoiminnalliset menetelmät. Näillä tarkoitetaan lähinnä, kenellä on suurin vastuu oppimisesta, onko se opettajalla, oppilailla, vai molemmilla tasapuolisesti. Esimerkkinä opettajakeskeisestä menetelmästä on, että opettaja pitää luentoja. Esimerkkinä opiskelijakeskeisestä oppimisesta on, jos opiskelijat tekevät vaikkapa ryhmätöitä, jossa on tarkoituksena selvittää ja esittää jotakin asiaa. Yhteistoiminnallinen opetusmenetelmä voisi olla esimerkiksi opettajan ja oppilaiden välinen keskustelutuokio. (Repo & Ukkola)

6.2 Oppimistulosten arviointi, palautteen keruu ja analysointi

Oppimistulosten arviointia voidaan seurata helpoiten koulutukseen liittyvällä osaamistestillä koulutuksen päätteeksi ja tarkastelemalla testin tuloksia koko ryhmän laajuudella. Osaamistestiin on myös hyvä liittää yhteen palautekysely.

(Repo & Ukkola)

Palautetta tilaisuuksista voidaan kerätä monella eri tavalla. Yleisimmät tavat ovat keskustelu, paperinen palautelomake, erilaiset palautteenkeruusovellukset, sekä sähköiset palautelomakkeet. Palautetietoa on tärkeää läpikäydä ja analysoida, jotta sitä voidaan hyödyntää koulutustoiminnassa. (Helsingin yliopisto)

Palautteenantoa työntekijältä esimiehelle on arvostettu jopa merkittävimpien työyhteisötaitojen joukkoon. Tällainen vuorovaikutus on nähty olevan hyvin organisaatiota kehittävää toimintaa, joka osoittaa työntekijän vastuullisuutta organisaatiosta. (Laaksonen)

Koulutuksista palautteen kerääminen ja analysointi ovat merkittäviä tekijöitä myös koulutuslaadun kehittämisen kannalta. Kun palautetta kerätään kaikilta osallistujilta, saadaan selville myös erilaisten koulutustapojen suosimien koulutettavien näkökulma osaksi koulutuksen kehittämistä. Ilman palautetta myöskään koulutuksen laatu ei kehity, etenkin jos palautteenantoon annetaan mahdollisuus, mutta palautetta ei saada. Tämä voi luoda kuvan siitä, että koulutuksessa ei ole mitään muutostarpeita ja että koulutus olisi tasaisesti kaikin puolin hyvä. Tämän vuoksi tulisi tuoda esille, että palaute oikeasti voi vaikuttaa koulutuksen sisältöön ja muotoon. (Siven)



KUVA 10. Palaute osana kehittämistä (JYU)

7 REVIT-PROJEKTIKOULUTUS

7.1 Suunnitteluvaihe

Koulutuksen suunnittelu alkaa lähtökohtien selvittämisestä. Keitä koulutetaan, mitä koulutetaan, mitkä ovat osallistujien lähtökohdat, mitkä olosuhteet koulutuksessa ovat, tekevätkö koulutettavat harjoitteita, ja kuinka paljon uuden koulutuksen luomiseen on aikaa.

Caverion Suomi Oy:lle käyttöohjeen lisäksi luotu koulutus, johon opinnäytetyö pohjautuu, sisälsi kaikki päätoimet, mitä suunnittelija suunnitteluohjelmalla tekee projektin aikana, sekä muutamia ominaisuuksia, jotka edesauttavat helppokäyttöisyyttä ohjelman sisällä.

Koulutuksessa kohdeyleisönä toimi Caverion Suomi Oy:n Sammutusratkaisupiirin suunnittelijat. Suunnittelijoilla lähtökohtana oli hyvä tietämys sprinkleritekniikasta ja MagiCAD for AutoCADilla suunnittelusta. Suunnittelijoille haluttiin tuottaa käyttöohjeen lisäksi yleistason koulutus, jonka avulla pääsee alkuun Revitissä, ja tutustumaan sprinklerisuunnittelua ajatellen tärkeimpiin ominaisuuksiin, jotka löytyvät myös mm. MagiCAD for AutoCADista.

Koulutuksen tavoitteet määritettiin yhdessä suunnittelupäällikön, sekä kahden suunnittelijan kanssa, joilla on vankka kokemus suunnittelun teknisistä puolista tietomallinnuksessa. Tavoitteita määritettäessä on hyvä konsultoida useampaa ihmistä, että saadaan varmasti tiedostettua kaikki koulutukseen halutut osa-alueet. Tavoitteiksi koulutukselle asetettiin yleinen tutustuminen Revitiin siten, että tärkeimmät toiminnot tulevat tutuksi niin, että ohjelmaa voidaan jatkossa käyttää yksilöllisesti projektin alusta loppuun käyttöohjetta hyödyntäen.

Koulutusaineisto suunniteltiin tavoitteisiin peilaten. Tässä tapauksessa koulutusaineistona toimi luotu käyttöohje ja itse Revit-ohjelma. Suunnitteluohjelmaa koulutettaessa ja kohdeyleisö huomioiden ei varsinaisesti teoriaa tullut käytyä läpi, vaan koulutus oli miltei täysin teknistä.

Käyttöohje on rakennettu siten loogisessa järjestyksessä, että se kulkee samaa järjestystä, miten ohjelmaa tulee käytettyä suunnitteluprojektia läpikäydessä. Esimerkiksi käyttöohjeessa järjestyksessä käydään läpi ohjelman yleiset toiminnot, käyttöliittymä, asetukset ja navigointi, jonka jälkeen siirrytään projektin perustamiseen, tarvittavien alustatiedostojen hallintaan ja arkkitehtimallin tuomiseen projektiin. Järjestys jatkuu tavallisen suunnittelun mukaisesti, pitäen sisällään mm. putken piirtämisen kerrosten välillä, suuttimien ja muiden komponenttien asettelun, reikävarausten tekemisen jne. aina siihen asti, kun halutuista suunnitelmista saadaan tuotettua halutun kaltaiset tasopiirustukset, tarvittavat listat, taulukot, nimiot, sekä DWG-, että IFC-tiedostot.

7.2 Toteutusvaihe

Työhön liittyvä koulutus sisällytettiin yrityksen piirin koulutuspäivään ja aikaikkuna koulutukselle oli kaksi tuntia. Kun ajatellaan koulutettavan asian laajuutta, niin täytyi tarkasti miettiä, kuinka paljon voi antaa koulutuksen eri osa-alueille tai koulutettavien kysymyksille aikaa, ottaen huomioon, että aiheesta saisi ideaalisesti luotua useamman tunnin kestävän koulutuksen. Tässä tulee jälleen peilattua asetettuihin tavoitteisiin, eli koulutuksessa ei menty ns. pintaa syvemmmälle.

Koulutuksen alkupuheen yhteydessä pidettiin läpikäynti aikataulusta, kuinka pitkään käsitellään mitäkin asiaa, kuinka kysymyksiä käsitellään kesken koulutuksen, kuinka koulutus tauotetaan ja kuinka paljon lopussa jätetään aikaa loppupuheille ja kysymyksille. Tällaisten tietojen jakaminen helpottaa koulutettavien keskittymistä ja auttaa tilaisuuden järjestelmällisyyden toteuttamisessa.

Koulutus pidettiin osallistujamäärälle sovitussa tilassa, joten suunnittelijat istuivat vierekkäin lähellä kouluttajaa. Tekniset toimivuudet päästiin varmistamaan hyvissä ajoin ennen koulutuksen alkua. Koulutukseen osallistui myös kaksi suunnittelijaa etäyhteydellä, joten koulutus jaettiin samalla Microsoft Teamsin välityksellä ja dialogin varmistamiseksi hankittiin kaiutin/mikrofoni, jotta etäyhteyden päässä pystyivät osallistumaan ongelmitta keskusteluun paikalla olevien koulutettavienkin kanssa.

Koulutusta ennen kaikille jaettiin etukäteen Revit-käyttöohje, johon annettiin mahdollisuus tutustua ennakkoon. Koulutus tapahtui siten, että kuljettiin läpi Revitin koulutettavat toimenpiteet raskaasti käyttöohjeeseen viitaten, jotta suunnittelijat pystyvät mahdollisimman helposti jatkossa käyttämään Revitiä ja ymmärtämään käyttöohjetta. Tapahtuma oli aikataulutuksen saattamana suunniteltu pääasiassa opettajakeskeiseksi tilaisuudeksi, tosin vuoropuheluun rohkaisten.

7.3 Palaute- ja seurantavaiheet

Revit-koulutuksen ollessa yrityksen sisäinen tilaisuus ja osallistujien määrän ollessa alle kymmenen, suoritettiin koulutuksen palautesessio yhteisenä keskusteluna koulutuksen perään. Palautetilaisuuden kulku suunniteltiin etukäteen. Ensin keskusteltiin Revitistä ohjelmana, minkälaisia mielikuvia ja odotuksia ohjelma jätti suunnittelijoihin, jonka jälkeen vasta siirryttiin itse koulutuspalautteeseen koulutettavat yksitellen läpikäyden.

Puhuttaessa yksittäisistä, hyvin spesifeistä koulutuksista, oppimistulosten arviointia ei välttämättä voida suorittaa järjestelmällisesti aivan niin yksinkertaisesti. Revit-koulutuksessa oppimistuloksia ei selvitetty yksittäisellä testillä, vaan tulokset tulevat näkymään työnteon ohessa. Tämä tukee myös pidetyn koulutuksen tavoitteita, eli suunnittelijoille ei haeta täyttä osaamisvalmiutta, vaan tutustutetaan uuteen suunnitteluohjelmaan ja sen yhdistämiseen tarjottuun käyttöohjeeseen. Palautekeskustelusta tietty saadaan kuvaa koulutettavien omasta arviosta, kuinka tavoitteet toteutuivat koulutuksen osalta.

Laajempaa kokonaisuutta ajatellen olisi hyvä olla tarkkaan organisoitu seurantasysteemi. Joka sisältää systemaattiset vaiheet ja tavat, kuinka saadaan tarkasti todenmukaista tietoa tuloksista.

Suunnittelutyöstä puhuttaessa, modernin suunnitteluosaamisen ylläpitoa olisi hyvä seurata säännöllisesti. Tällainen menetelmä olisi sekä yrityksen, että työntekijöiden etujen mukaista. Kun suunnittelua tehdään pääasiassa MagiCAD for AutoCADilla ja Revitillä, voisi hyvä tapa seurantaan ja oppimistarpeiden ylläpitoon olla päivitysten yhteydessä, joita MagiCAD tuottaa keskimäärin kaksi kertaa

vuodessa, tuoda esille ohjelmien uudet ominaisuudet ja suorittaa kysely tai jopa yhteinen keskustelu, mikäli on päivitys sisältää sellaisia osa-alueita, joiden oppimisen suunnittelijat kokisivat hyödylliseksi ja sen mukaisesti järjestää koulutusta. Näin ei tapahtuisi osaamisen vanhentumista ja kaikilla pysyisi systemaattisesti hyvä, ajantasainen tietotaito.

7.4 Sprinkleritekniiikan teorian tuonti osaksi teknistä koulutusta

Tekninen suunnittelukoulutus voisi toimia hyvänä saattajana myös teoreettiselle koulutukselle. Kun puhutaan tässä tapauksessa työhön liittyvästä Revit-koulutuksesta, jossa tulee käytyä läpi järjestelmän keskeisimpien komponenttien tuonti tietomalliin, olisi hyvä tilaisuus kertoa suunnittelun edetessä laitteiden funktio oikeassa, toimivassa järjestelmässä. Tätä pohdintaa tukee myös MagiCADin laskennalliset ominaisuudet ohjelman sisällä, joita tulee soveltaa, että suunnitelmien pohjalta voidaan luoda toimiva järjestelmä.

Esimerkkejä teoriapuolen asioista, joita voitaisiin tuoda tekniseen koulutukseen ovat mm. suuttimien laskennalliset arvot ja toimintaperiaate:

-Suuttimilla on tekninen lämpötilaraja, joka tulee ottaa huomioon suutinta tuodessa tietomalliin. Tuon lämpötilarajan ylittyminen aiheuttaa suuttimen laukeamisen, päästäen veden kulkemaan verkostosta sammutettavaan tilaan.

-Suuttimille tulee asettaa vesivuontiheys, mikä osoittaa tilavuusvirtauksen suojattavia neliömetrejä kohden. Vaadittava vesivuontiheys ilmenee työssä käytettävästä standardista, suojausluokan mukaisesti.

-Suuttimilla on k-arvo, mikä osoittaa maksimaalisen tilavuusvirtauksen. Työssä tulee käyttää sellaisia suuttimia, jotka voivat toteuttaa tarvittavan vesivuontiheyden.

-Painetason asettaminen suuttimeen. Laittevalmistajat ovat asettaneet tietyt minimipaineet suuttimelle, jotta esimerkiksi veden kulkeutuminen sammutettavaan tilaan leveys- tai pituussuunnassa toteutuu.

Tähän tapaan voitaisiin käsitellä järjestelmän toimivuus komponentteja asennettaessa tietomalliin. Aina kun tuodaan jokin objekti, käytäisiin läpi sen toimintaperiaate ja laskennallisten ominaisuuksien merkitys.

8 YHTEENVETO

Nykypäivänä tietomallinnuksesta on muodostunut standardi Suomalaisessa suunnittelutyössä hyötyjensä vuoksi. Tietomalli tarjoaa paljon helpotusta jo asennusvaiheeseen, sekä ylläpitoon kauan valmistumisen jälkeen, lisäksi se on hyvä tiedonhallintamuoto. Suomessa Revitin kasvaminen suunnittelumarkkinoilla, jopa tilaajien vaatimuksista vahvistaa tietomallinnuksen tärkeyttä. Revitin hyödyt kun liittyvät suuresti tietomallipuoleen verratessa muihin suunnitteluohjelmiin. Myös ammattisuunnittelijoita haastateltaessa on ilmennyt ennusteita, että Revit tulee olemaan tulevaisuudessa pääasiallinen suunnitteluohjelma.

Toinen suuri teema nykypäivänä on jatkuva oppiminen. Tämä työ liittyy hyvinkin tämän aiheen piiriin, kun puhutaan Revitin kouluttamisesta täydentävänä teknisenä koulutuksena valmiille sprinklerisuunnittelijoille. Jatkuvan oppimisen tärkeys on huomioitu jopa valtion tasolla ja siihen on satsattu hyvinkin isosti, jotta voidaan varmistaa Suomalaisten ammatillisen osaamisen ylläpito ja kehittyminen työelämässä.

Kun luodaan täydentävää suunnittelukoulutusta, tulee miettiä aina koulutettavien tarpeita ja lähtökohtia ja sitä kautta asettaa tavoitteet ja miettiä koulutusaineisto. Tällaisten asioiden mietinnässä tulisi konsultoida useampia henkilöitä, mielellään koulutettavien henkilöiden keskuudesta. Näin voidaan varmistaa, että koulutuksesta saadaan varmasti luotua hyödyllinen tapahtuma. Työhön liittyvässä koulutuksessa tällaiset asiat tuli ilmi helposti, koulutettavien ollessa valmiiksi alan ammattilaisia ja tuttuja henkilöitä. Koulutukseen olisi myös täysin mahdollista tuoda teoreettinen puoli teknisen kokonaisuuden lisäksi, mikä toimisi hyvänä yhtälönä, mikäli koulutettavilla vain olisi tarve itse sprinkleritekniikan oppimiselle.

Koulutuksen toteutusta ajatellen organisointiin vaikuttaa pääasiassa koulutettavien määrä ja aikataulu, joiden mukaan tulee valita esimerkiksi koulutusympäristö. Toteutuksen menetelmiä on myös erilaisia ja tulee miettiä, sopiiko aiheen koulutukseen parhaiten esimerkiksi opettaja- vai oppilaskeskeinen koulutusmetodi. Koulutusta on myös tärkeää kehittää palautteenkeruun avulla, näin saadaan ylläpidettyä laadunvarmistus ja koulutettavien tyytyväisyys.

LÄHTEET

Aimen. 14.11.2022. How is the market demand for professionals skilled in revit. superprof.com. Viitattu 12.12.2023. <https://www.superprof.com/blog/revit-relevance/>

Autodesk. n.d. Autodesk Revit: BIM-ohjelmisto kaikenlaiseen suunnitteluun ja valmistukseen. autodesk.fi. Viitattu 18.11.2023. <https://www.autodesk.fi/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Diaz, A. 2020. Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education. TEMPUS Publications. https://www.researchgate.net/profile/Andres-Diaz-Lantada/publication/345141439_Engineering_Education_50_Continuously_Evolving_Engineering_Education/links/60e87c801c28af3458595821/Engineering-Education-50-Continuously-Evolving-Engineering-Education.pdf

Granlund. 7.3.2022. Sprinklerisuunnittelu parantaa rakennuksen paloturvallisuutta. granlund.fi. Viitattu 1.2.2024. <https://www.granlund.fi/uutinen/sprinklerisuunnittelu-parantaa-rakennuksen-paloturvallisuutta/>

Granlund. 29.3.2023. Miksi Revitin käyttö lisääntyy sähkösuunnittelussa? – Hyödyt ja haasteet. granlund.fi. Viitattu 18.11.2023. <https://www.granlund.fi/uutinen/miksi-revitin-kaytto-lisaantyy-sahkosuunnittelussa-hyodyt-ja-haasteet/>

Hassan, M. 2022. Revit Rakennesuunnittelussa. Yleisyys, hyödyt ja haasteet. Rakennustekniikan koulutus. Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 1.2.2024. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/744783/Revit-ohjelma%20rakennesuunnittelussa.pdf?sequence=2>

Helsingin Yliopisto. n.d. Yliopiston opiskelijapalautteen kokonaisuus. teaching.helsinki.fi. Viitattu 1.3.2024. <https://teaching.helsinki.fi/ohjeet/artikkeli/yliopiston-opiskelijapalautteen-kokonaisuus>

Jamesdoitright. 18.3.2023. A Brief History of Revit. jamesdoitright.com. Viitattu 18.11.2023. <https://jamesdoitright.com/a-brief-history-of-revit/>

Jyväskylän Yliopisto. n.d. Koulutuksen laatutyö ja tiedolla toimiminen. jyu.fi. Viitattu 10.3.2024. <https://www.jyu.fi/fi/meista/laadukas-opetus-ja-koulutus/koulutuksen-laatutyo-ja-tiedolla-toimiminen>

Järvenpää, T. 2019. Huoneistokohtaisen sprinklerijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 10.4.2024. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160033/Huoneistokohtainen%20sprinklerijarjestelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Laaksonen, H. n.d. Palaute hyödyttää sekä yksilöä että työyhteisöä. TAMKin julkaisut. Viitattu 10.3.2024. <https://sites.tuni.fi/tamk-julkaisut/terveys/palaute-hyodyttaa-seka-yksiloa-etta-tyoyhteisoa/>

Kennedy, L. 14.2.2023. A Brief History of AutoCAD. scan2cad.com. Viitattu 12.12.2023. <https://www.scan2cad.com/blog/tips/autocad-brief-history/>

Lummaa, A. 2009. Koulutustarpeen kartoitus ja koulutuksen suunnittelu matkalaskuohjelman vaihdoksessa. Liiketalouden koulutusohjelma. Laurea-Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 1.3.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4882/Opinnaytetyo_Lummaa.pdf?sequence=1

Nordic BIM Group. n.d. Tietomallinnuksen ABC. nordicbim.com. Viitattu 12.12.2023. <https://www.nordicbim.com/fi/bim-tietomallinnuksen-abc>

Opetus- ja kulttuuriministeriö. n.d. Jatkuva oppiminen. okm.fi. Viitattu 10.3.2024. <https://okm.fi/jatkuva-oppiminen>

Repo, H., Ukkola, T. 2019. Sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmien käyttöönottokoulutukset – opas koulutuksen suunnitteluun. Laurea Julkaisut. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/163527/Laurea%20Julkaisut%20108.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

SFS-12845:2015+A1:2019. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 1.12.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/954461.html.stx>

Siven, S. 2020. Palaute koulutuksen kehittämisen tukena. Laurea Journal 17.11.2020. Viitattu 1.3.2024. <https://journal.laurea.fi/palaute-koulutuksen-kehittamisen-tukena/#34d6d417>

Solibri. 24.3.2022. BIM ja tietomallit rakentamisessa. solibri.com. Viitattu 1.2.2024. <https://www.solibri.com/fi/ajankohtaista/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa>

Unifistage. 27.7.2019. BIM Software: Which Is The Most Popular?. unifilabs.com. Viitattu 15.12.2023. <https://unifilabs.com/BIM-software>

Unity. n.d. Unity and Autodesk: Powering immersive experiences. unity.com. Viitattu 1.3.2024. <https://unity.com/partners/autodesk>

Vesterbacka, T. 2018. Erilaiset automaattiset sammutuslaitteistot ja niiden käyttäminen arkistoissa. Rakennusmestari, LVI. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/142108/Vesterbacka_Tero.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristöministeriö. n.d. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. mrluudistus.fi. Viitattu 15.12.2023. <https://mrluudistus.fi/>